



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BARITA Y ESTUDIO GEOLÓGICO MINERO DE LA
MINA "LA MIXTECA", MUNICIPIO DE SANTIAGO TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA**

T E S I S

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

P R E S E N T A N

**MA^{COPIA} DE LOURDES GARCÍA PEÑA
ALVARO PINEDA GUERRA**

DIRECTOR DE TESIS: ING. GERMÁN ARRIAGA GARCÍA



MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2004



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
60-I-1248

SRITA. MARÍA DE LOURDES GARCÍA PEÑA

Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Germán Arriaga García y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Geólogo:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BARITA Y ESTUDIO GEOLÓGICO MINERO DE LA MINA “LA MIXTECA”, MUNICIPIO DE SANTIAGO TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA

- RESUMEN**
- I INTRODUCCIÓN**
- II ASPECTOS GENERALES DE LA BARITA**
- III PRODUCCIÓN**
- IV YACIMIENTOS DE BARITA EN MÉXICO**
- V ESTUDIO DE CAMPO**
- VI GEOGRAFÍA**
- VII GEOLOGÍA**
- VIII YACIMIENTOS MINERALES**
- IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFÍA**

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

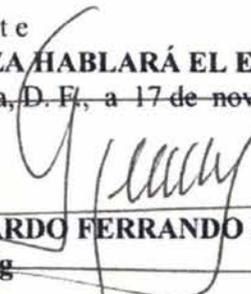
Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cd. Universitaria, D. F., a 17 de noviembre de 2004

EL DIRECTOR


M. en C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GER*JAGC*gtg



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
60-I-1249

SR. ÁLVARO PINEDA GUERRA

Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Germán Arriaga García y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Geólogo:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BARITA Y ESTUDIO GEOLÓGICO MINERO DE LA MINA "LA MIXTECA", MUNICIPIO DE SANTIAGO TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA

	RESUMEN
I	INTRODUCCIÓN
II	ASPECTOS GENERALES DE LA BARITA
III	PRODUCCIÓN
IV	YACIMIENTOS DE BARITA EN MÉXICO
V	ESTUDIO DE CAMPO
VI	GEOGRAFÍA
VII	GEOLOGÍA
VIII	YACIMIENTOS MINERALES
IX	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFÍA

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

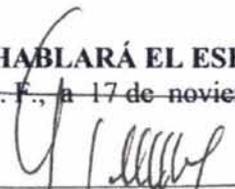
Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria, D. F., a 17 de noviembre de 2004

EL DIRECTOR


M. en C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB*JAGC*gtg

Agradecimientos:

A la memoria de mi Padre,
a quien extraño mucho,
pero que sé que donde
quiera que esté, siempre
estará conmigo.

A mi Mamacita chula,
por todo lo que me ha dado y
a quien quiero y admiro por la
gran fortaleza que ha tenido
que enfrentar ante la vida.

A mis hermanas Jovita y Paty
por el gran apoyo que siempre
me han brindado, ¡Gracias!,
las quiero.

A Esther ("Techi") por ser mi
segunda mamá y quien me
consintió y tuvo paciencia
¡Gracias por todo!

A Celia por preocuparse
siempre por mí y por ser
el apoyo incondicional de
mi mamá ¡Mil Gracias!

A mi sobrinos Jocy e Iván
y a toda mi Gran Familia
de la cuál siempre hemos
tenido su apoyo,
¡Muchas Gracias!

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería ¡Gracias!, por transmitirnos sus conocimientos, sobre todo a los Ings. Germán Arriaga García, Miguel Vera Ocampo, Carlos Garza González y Fernando Rosique Naranjo por su especial interés en que se haya concluido este trabajo.

En especial al Ing. Alfredo Victoria Morales, por ser además un Gran Amigo con el que siempre he podido contar con él, ¡Gracias Alfred!

A los directivos del Consejo de Recursos Minerales, por el apoyo incondicional para la realización de este trabajo, sobre todo a los Ings. Francisco Yáñez, Héctor Alba Infante y Benjamín Martínez Castillo, ¡Gracias!

Así como a todos mis amigos de la Facultad, por todos aquellos momentos que vivimos juntos y que por nada ni nadie cambiará.

A ti Ruben's, ¡Mil Gracias! por todo el apoyo que siempre he tenido de ti.

Al Ing. Ubaldo F. Alarcón López, por ser una gran persona y de quien aprendí mucho en campo. ¡Gracias! por sus comentarios para la realización de este trabajo.

Al Ing. Mauricio Mazari Hiriart, por todo su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años y por ser una gran persona.

A mis "niños" , Adrián, Carlos, Jorge, Tona, Lolita, Isma y Pepe, por transmitirme esa energía de jóvenes que me hicieron recordar mis épocas de estudiante.

A la Sra. Gloria y Richi por su enorme cariño y amistad.

A Don Toño y Doña Tina por su gran amistad a lo largo de todos estos años, ¡Gracias por sus consejos Don Toño!

Y a todas aquellas personas que de alguna manera me han apoyado incondicionalmente ¡Mil Gracias!

Lulú

Agradecimientos:

A la Facultad de Ingeniería y a Universidad Nacional Autónoma de México.

A mis amigos, compañeros y compañeras.

A mis profesores Ing. Germán Arriaga García, al Ing Carlos Garza González, al Ing. Miguel Vera Ocampo, al Ing. Rubén Gutiérrez Tapia por sus consejos y apoyo; y especialmente al Ing. Fernando Rosique Naranjo por su gran interés para la culminación de este trabajo.

A mi Padre, al maestro, al amigo, al compañero Ing. Alvaro Pineda Ramírez por su ejemplo, comprensión e incondicional apoyo.

A mi Madre Dulce María Guerra de Pineda por su gran apoyo y cariño.

A mis hermanos Dulce María, Alba Teresita, Gisela y Pepe.

A mis sobrinos Gisela, Miguel, Moisés, Brenda, Paula, José y César.

Con gran respeto, admiración y cariño a mi Tía Carmela Ovando Pineda por su incansable e incondicional apoyo durante todos estos años.

A mi esposa María Teresa Flores Sánchez con mucho cariño.

¡ MUCHAS GRACIAS ¡

Alvaro

CONTENIDO

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN

II. ASPECTOS GENERALES DE LA BARITA

II.1.- Historia

II.2.- Propiedades Físicas y Químicas

II.3.- Tipos de Depósitos

II.3.1.- Vetas y Relleno de Cavidades de Disolución

II.3.2.- Depósitos Residuales

II.3.3.- Depósitos Estratiformes

II.4.- Métodos de Explotación Minera para la Barita

II.4.1.- Explotación Subterránea

II.4.2.- Explotación a Cielo Abierto

II.5.- Métodos de Beneficio para la Barita

II.6.- Usos y Especificaciones

III. PRODUCCIÓN

III.1.- Estadísticas

III.1.1.- Producción Mundial

III.1.2.- Producción por Entidad Federativa

III.1.3.- Producción en Volumen por Entidad Federativa y Municipio

IV. YACIMIENTOS DE BARITA EN MÉXICO

IV.1.- Estado de Baja California Norte

IV.2.- Estado de Coahuila

IV.3.- Estado de Colima

IV.4.- Estado de Chiapas

IV.5.- Estado de Chihuahua

IV.6.- Estado de Durango

IV.7.- Estado de Guerrero

IV.8.- Estado de Hidalgo

IV.9.- Estado de Jalisco-Michoacán

IV.10.- Estado de Nuevo León

IV.11.- Estado de Oaxaca

IV.12.- Estado de Puebla

IV.13.- Estado de Sinaloa

IV.14.- Estado de Sonora

IV.15.- Estado de Tamaulipas

IV.16.- Estado de Zacatecas

V. ESTUDIO DE CAMPO

“Estudio Geológico-Minero de la Mina La Mixteca, Municipio de Santiago Tamazola, Estado de Oaxaca”

V.1.- Objetivo

V.2.- Trabajos Anteriores

V.3.- Método de Trabajo

V.4.- Aspecto Legal

VI. GEOGRAFÍA

VI.1.- Localización

VI.2.- Vías de acceso

VI.3.- Fisiografía

VI.4.- Orografía

VI.5.- Hidrografía

VII. GEOLOGÍA

VII.1.- Geología Regional

VII.1.1.- Litología y Estratigrafía

VII.1.2.- Geología Histórica

VII.1.3.- Geología Estructural

VII.2.- Geología Local

VIII. YACIMIENTOS MINERALES

VIII.1.- Mineralogía

VIII.2.- Reservas

VIII.3.- Génesis

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IX.1.- Conclusiones

IX.2.- Recomendaciones

APÉNDICE I CÁLCULO DE RESERVAS

APÉNDICE II PLANOS

APÉNDICE III FOTOGRAFÍAS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

La barita (BaSO_4) es uno de los minerales de bario más comunes en la corteza terrestre y una de sus principales menas. Está constituida de un 65.7% de BaO y 34.3% SO_3 , pura tiene un peso específico de 4.5; dureza de 3 a 3.5, cristaliza en la clase bipiramidal del sistema ortorrómbico, forma cristales tabulares y alargados. Los colores que presenta varían desde blanco, amarillo, crema a rojizo.

Su explotación comercial se inició en 1845 en Virginia, E.U.A. y su primer uso fue como relleno en pintura blanca; en 1926 se empezó a emplear en la elaboración de lodos usados en la perforación rotaria de pozos de hidrocarburos que constituye su principal uso.

Con base en características genéticas se distinguen tres tipos de depósitos de barita que son:

- a) Vetas de relleno de cavidades de disolución: se forman por soluciones hidrotermales de baja temperatura y la barita comúnmente está asociada a sulfuros tales como galena, esfalerita.
- b) Depósitos residuales: se forman por procesos de acumulación mecánica.
- c) Depósitos estratiformes: deben su formación a la precipitación de BaSO_4 en medios sedimentarios, asociados los yacimientos a rocas silíceas del Paleozoico Medio.

De acuerdo al gran desarrollo que ha tenido la industria petrolera en México, en los últimos años, la demanda de barita ha aumentado, y por ello se ha intensificado la exploración y explotación de la misma.

El área estudiada se localiza en la parte suroeste del poblado de Huajuapán de León, con dos vías de comunicación: una por la carretera estatal que parte del poblado de Huajuapán de León, Oax. y la otra por Acatlán de Osorio, Pue. Las coordenadas geográficas del yacimiento son: $17^\circ 43' 30''$ de latitud norte y $98^\circ 11' 53''$ de longitud oeste. Esta área fue estudiada por presentar características litológicas y geomorfológicas

en el área del cerro El Limón, donde se encuentra la mina La Mixteca, municipio de Santiago Tamazola, Oaxaca.

Las rocas expuestas en el área son rocas metamórficas de la Formación Acatlán, constituidas por un esquisto de biotita, con cristales alterados de cuarzo y feldespato, de color blanco a amarillo y subyacen en discordancia angular a la roca ígnea que es una granodiorita de color gris claro, de estructura compacta y textura porfídica; se observan cristales de cuarzo y feldespato y se encuentra como roca encajonante de la mineralización de barita. Se presenta una lutita intrusionada por la granodiorita, de color pardo oscuro, con estructura compacta y textura foliada, cuyo rumbo es de NE 40° SW con echado de 40° al W.

Las reservas calculadas de esta área son:

Reservas Positivas	13, 884.789 Ton.
Reservas Probables	14, 897.964 Ton.
Reservas Posibles	90, 029.407 Ton.
Total	118, 812.160 Ton.

El yacimiento de barita estudiado se clasifica dentro de los Yacimientos Teletermales de acuerdo con la clasificación de C.F. Park y R.A. Macdiarmid, (1981) los cuales se forman por fluidos hidrotermales que han migrado tan lejos de su origen, que perdieron la mayor parte de su potencial para reaccionar químicamente con las rocas circundantes donde las presiones y temperaturas son relativamente bajas.

La roca encajonante del área se vio sometida a fracturamientos, los cuales resultaron favorables, ya que es ahí donde se deposita la mineralización, la que probablemente fue emplazada a partir de aguas magmáticas ascendentes, consistentes en soluciones mineralizantes saturadas de soluciones con bario que dieron origen al yacimiento de barita.

I. INTRODUCCIÓN

Los minerales no metálicos han cobrado gran importancia debido a la gran demanda existente y a la escasa cantidad de yacimientos descubiertos, por la falta de técnicos especializados en la exploración de estos minerales, se ha propiciado la importación en muchas ocasiones innecesaria de muchos de ellos; por tanto, es importante darle auge a éstos, ya que nuestro país cuenta con muchas de estas riquezas que aún quedan por explotar. Dentro de estos minerales, se encuentra la barita. La barita es un sulfato de bario ($BaSO_4$), el mineral más común y abundante compuesto de bario que se encuentra en la naturaleza; se utiliza principalmente en la preparación de lodos de perforación, con el objeto de incrementar su densidad y equilibrar las altas presiones de los yacimientos de petróleo y, en menor proporción, en las industrias del vidrio, papel, pintura, medicina, laboratorios de rayos x, cerámica, esmaltes, aceites, explosivos, automotriz, etc.

De acuerdo al gran desarrollo que ha tenido la industria petrolera en México, en los últimos años y al progreso de la misma, las demandas de materias primas han aumentado, como es el caso del mineral barita, se ha intensificado a la vez la exploración y explotación de este material. La producción de barita está destinada prácticamente a satisfacer las necesidades de dicha industria, cuyo mercado representa alrededor del 90% del consumo total; el 10% restante es requerido por otras industrias principalmente la química.

El futuro del mercado de la barita en México depende directamente de la actividad petrolera, por lo que la demanda está determinada por los programas de Petróleos Mexicanos, los cuales están en función de los precios que alcance el petróleo. Se prevé que dichos programas no se incrementen en forma drástica; por tanto, de mantenerse el nivel actual de producción, la demanda a corto y mediano plazo podrá variar en un intervalo de 200 a 400 mil toneladas anuales.

Con base en la importancia de estos minerales no metálicos, se llevó a cabo un estudio sobre los aspectos generales y usos de la barita, así como una breve descripción de los principales yacimientos de barita en México, con especial interés en las características geológicas observadas en los depósitos de barita en la mina La Mixteca.

El presente estudio es el resultado de las investigaciones realizadas.

II. ASPECTOS GENERALES DE LA BARITA

II.1.- Historia

Barita proviene del griego *barys*, pesado, en alusión a su elevado peso específico.

Según Linde Moser (1956), el inicio de la explotación de este mineral se remonta hacia el año de 1845 en el estado de Virginia, y cinco años después empieza la producción en Missouri, a los que siguieron: Tennessee en 1880, Georgia y Kentucky (1901 a 1908), California (1914), Nevada (1916) y Arkansas (1941).

El primer uso de la barita fue como relleno en pintura blanca; con el advenimiento de la industria doméstica de litofón, en 1982 se abrió un segundo mercado importante.

En 1908, la Chicago Cooper Refining Co. empezó la manufacturación de productos químicos de Bario en Chicago.

En 1926, se abrió un cuarto mercado para la barita, cuando se obtuvo la patente para su uso como agente pesado en lodos de perforación rotaria de pozos, que hoy día representa el mayor consumidor de este mineral.

En México, fue en los años 70's del siglo pasado, que debido al incremento en la exploración y explotación de hidrocarburos, se vio en la necesidad de buscar nuevos yacimientos de barita en toda la República Mexicana para cubrir las demandas de mercado nacional y evitar la fuga de divisas.

II. 2.- Propiedades Físicas y Químicas

La barita también es conocida como baritina o espato pesado debido a su densidad.

Fórmula Química: BaSO₄

Composición: 65.7% BaO y 34.3% SO₃ aprox.

Cristalografía: Sistema Ortorrómbico

Hábito: Tabular, prismático, fibroso, granular, estalactítico

Dureza: 3 – 3.5 según la escala de Mohs

Peso Específico: de 3.80 a 4.40 por lo que se considera como uno de los minerales de mayor P.E. dentro de los no metálicos.

Color: varía desde un blanco (cuando es pura) hasta amarilla, rojiza, azul, según las impurezas que contenga.

Brillo: Vítreo a nacarado

Raya: Blanca

La barita es insoluble en agua y en ácidos.

Asociaciones: Se encuentra comúnmente asociada con cuarzo, pedernal, jaspe, calcita, dolomita, siderita, rodocrosita, celestita, fluorita y varios minerales de sulfuros como galena, esfalerita y productos de su oxidación.

Se presenta generalmente como mineral de ganga específicamente en vetas que contienen plomo, zinc, plata, fluorita y de tierras raras.

II. 3.- Tipos de Depósitos

Los yacimientos de barita pueden dividirse geológicamente en tres tipos:

II.3.1.- Vetas y relleno de cavidades de disolución: a este tipo de depósito, de acuerdo a la clasificación de Lindgren (C.F. Park y R.A. MacDiarmid, 1981) pertenecen a los de origen hidrotermal. La barita y sus minerales asociados son típicos de precipitados a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura, y en ocasiones presentan teletermalismo. Se encuentran a lo largo de fallas, fracturas, planos de estratificación, zonas de brechas y cavernas de disolución, forman cuerpos tabulares y de forma irregular (bolsadas). Los depósitos de cavidades de disolución son comunes en las calizas, donde se forman los filones.

La mayor parte de la barita que se presenta en este tipo de depósito, es densa y de color gris a blanco y está asociada a minerales metálicos. Los depósitos comúnmente tienen contactos claros con la roca encajonante a la cual reemplazan la mayoría de las veces.

Los depósitos comúnmente son diseminados e irregulares y varían en espesores de centímetros a metros y en longitudes de decenas a centenas de metros. La barita que se encuentra como cementante de zonas de brechas forma depósitos delgados de pequeña extensión. Los cuerpos mineralizados en estructuras de colapso son pequeños pero contienen mineral de alta calidad. Este tipo de depósito formado por intemperismo, puede formar cuerpos valiosos de mineral residual.

Este modelo de yacimientos de barita es el más comúnmente conocido.

II.3.2.- Depósitos Residuales: se clasifican como sedimentarios (C.F. Park y R.A. MacDiarmid, 1981), en el grupo de los yacimientos formados por procesos de acumulación mecánica; se encuentran en material no consolidado y se forman debido al intemperismo de depósitos preexistentes. Algunos depósitos de valor comercial se encuentran en residuos arcillosos provenientes de calizas y dolomías.

La mayor parte de la barita residual es blanca, de translúcida a opaca, presenta un hábito fibroso o en masas densas de grano fino; aunque también se pueden encontrar cristales euedrales a subedrales. Los tamaños son variables desde partículas microscópicas a cuerpos irregulares que pesan varios kilos, la mayor parte de las masas tienen un diámetro entre 2 y 15 cm.

El pedernal, jaspe y drusas de cuarzo son comunes en estos yacimientos junto con pequeñas cantidades de galena y esfalerita. En algunas localidades se recuperan minerales de plomo y zinc como subproducto. Fragmentos de roca parcialmente alteradas y arcillas líticas amarillas, rojas o pardas caracterizan y complementan la mayoría de los depósitos.

La mayor parte de los depósitos residuales de carácter comercial contienen del 10 al 20% de barita.

II.3.3.- Depósitos Estratiformes: al igual que el anterior se clasifican como sedimentario, (C.F. Park y R.A. MacDiarmid, 1981), en el grupo de yacimientos formados por precipitados químicos, en estos depósitos se incluyen aquellos en que la barita se encuentra como mineral principal de cuerpos estratiformes o como agente cementante en secuencias sedimentarias.

La barita se presenta estratificada y de color gris oscuro a negra, de olor fétido a grano fino.

Las capas de barita presentan espesores de centímetros a decenas de metros y extensiones muy grandes. Comúnmente se encuentran intercaladas con caliza, pedernal oscuro, lutita silíceas y limolitas.

Las rosetas y nódulos de barita forman una parte substancial de algunas capas y partes muy pequeñas de las lutitas y limolitas. Los nódulos de barita tienen anillos concéntricos y las rosetas presentan una estructura radial.

En muchas capas la barita se encuentra de un 50 a 95% en que la principal impureza es el cuarzo o caliza, también son comunes pequeñas cantidades de minerales arcillosos.

Las capas de barita negra contienen un porcentaje variable de materia orgánica que le confiere un olor fétido al ser quebrada.

II.4.- Métodos de Explotación Minera para la Barita

Los métodos de minado están basados principalmente en el principio de soportar la roca encajonante y el mineral mismo durante su explotación. El uso de madera es requerido para propósitos auxiliares o temporales, aunque ocasionalmente forma parte integral del método.

Según la dureza de la roca encajonante y del mineral, las obras mineras se pueden dejar o rellenar, dejar pilares o poner madera u otros.

Existen algunos factores determinantes en la aplicación de los métodos, los cuales son: forma, tamaño, regularidad e inclinación del yacimiento; carácter mineralógico y valor del mineral; distribución del mineral económico existente y carácter físico del mineral y roca encajonante o material superior (encape); relación del depósito a la superficie y otros cuerpos.

El método seleccionado debe dar máxima utilidad y recuperación. Ocasionalmente hay que sacrificar recuperación para utilizar un método menos costoso.

Es conveniente desarrollar obras de preparación como son pozos, tiros, subniveles, cruceros, etc.

El método a usar depende de la extensión, forma y distribución del yacimiento, de las características de la roca encajonante, y se basa en la información geológica, topográfica y en datos obtenidos con obras directas e indirectas.

Una vez seleccionado el método de explotación es necesario desarrollar obras de preparación.

Las obras de explotación más empleadas en yacimientos de barita se dividen en: subterráneas y a cielo abierto, que a continuación se describen.

II.4.1.- Explotación Subterránea

Existen cinco métodos básicos de explotación minera subterránea, los cuales son:

a) Explotación por bancos: el cual puede aplicarse a muchos tipos de yacimientos, siempre que reúnan características de resistencia (roca encajonante), no obstante, se puede explotar en masas poco resistentes, con empleo de un fuerte ademe. Las obras comienzan a partir de una comunicación entre el nivel superior con el inferior, luego se realiza el tumbado de una franja horizontal de 1.80 a 2.20 m de altura, el mineral tumbado cae en un coladero que lo conduce al nivel inferior; cuando el avance ha progresado a tal punto que es preciso palear el mineral hasta el coladero, se inicia la extracción de otra franja situada inmediatamente por debajo de la primera. Este procedimiento se continúa hasta que la franja avanza más allá del límite del coladero, por una veta vertical, el límite está definido por un plano de 40° de inclinación aproximadamente, su extremo inferior corta la parte inferior del coladero y el extremo superior tiene una distancia de unos 30 m de la parte alta del coladero o pozo maestro, el cual funciona mientras que el mineral pueda circular por la acción de la gravedad. (Fig. 1).

Si es necesario sostener la roca encajonante, se asegura por medio de ademe; si la roca encajonante es sólida, la madera se distribuye irregularmente y sólo se coloca en los puntos en que el techo es débil.

El acceso a los tajos de extracción se realiza a través de chimeneas de circulación trazadas a lo largo de los coladeros de mineral o por escaleras desde la galería superior. La ventilación se realiza fácilmente, ya que las chimeneas establecen la comunicación entre las galerías; los pisos y la zona de explotación deben estar abiertos, excepto al colocar escombro; éste no debe interferir con la circulación del aire, las tuberías conductoras de aire se llevan por la galería superior.

Las ventajas del método son que los barrenos se dan en sentido descendente y los mineros trabajan sobre el mineral no extraído en forma más segura que al apoyarse sobre tierras recién extraídas; si la roca encajonante es sólida y no se desprende, se necesita de poca preparación, los minerales sueltos pueden ser extraídos fácilmente con barras y los minerales finos circulan en sentido descendente y prácticamente no hay pérdida de ellos. El método se utiliza para realizar la explotación por debajo de un piso, sin necesidad de abrir previamente un nivel inferior y resulta perfectamente aplicable a yacimientos que se extienden verticalmente o tienen gran buzamiento. El mineral

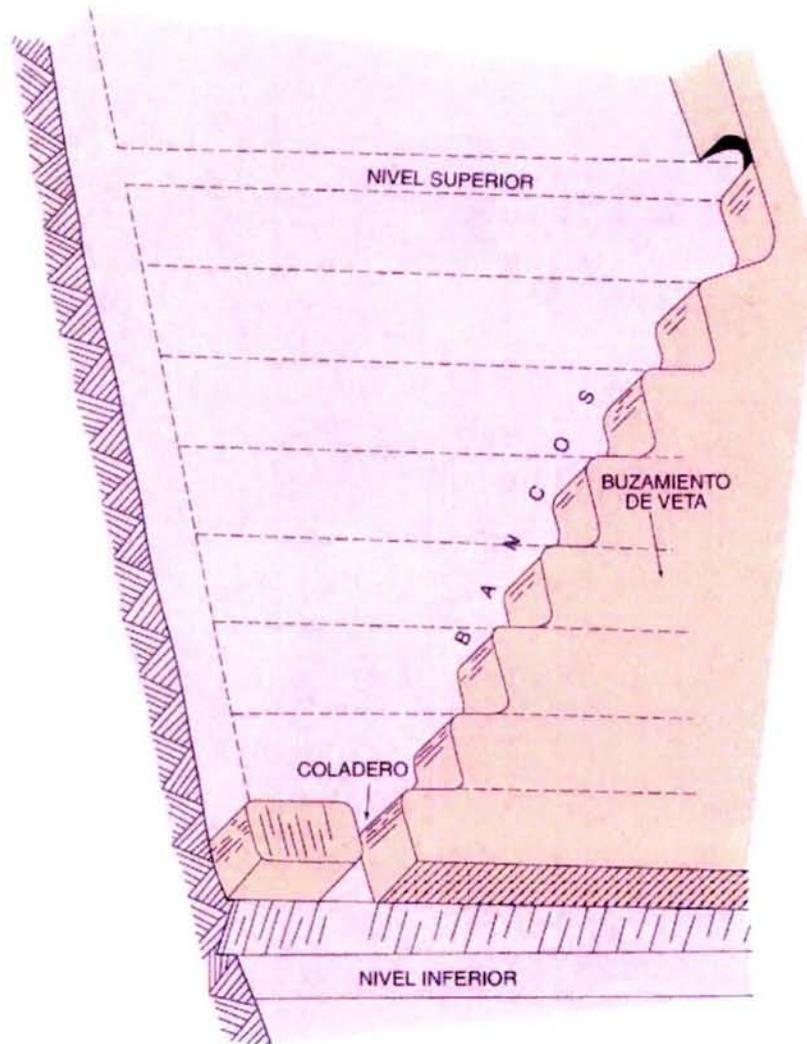


FIGURA 1. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS.

extraído en las capas superiores no interfiere con los trabajos que se llevan a cabo en los niveles inferiores.

Los inconvenientes del método son que se necesita gran trabajo de "apaleo", sólo se deja escasa cantidad de mineral sobre los puntos bajos. El método es impracticable en yacimientos de escaso buzamiento. Las vetas que contienen gran cantidad de estéril pueden ser explotadas más económicamente por otros métodos. (Figura 2).

b) Explotación por tumbe sobre carga: Se utiliza en yacimientos regulares bien definidos con espesores, de angostos a muy potentes, con buena estabilidad de la roca encajonante y de gran buzamiento, preferentemente de 70° a 90° para extraer el mineral por gravedad.

El mineral extraído se almacena temporalmente en el rebaje, y ofrece un piso para continuar con la explotación, además soporta temporalmente las paredes del rebaje durante las etapas del minado. El mineral tumbado ocupa un volumen mayor que el mineral "insitu", por lo que se puede extraer de un 30 a 40% del mineral periódicamente conforme avanza la explotación del rebaje; el mineral no es extraído totalmente, lo que se considera como desventaja del método al no tener disponibilidad inmediata de todo el mineral tumbado.

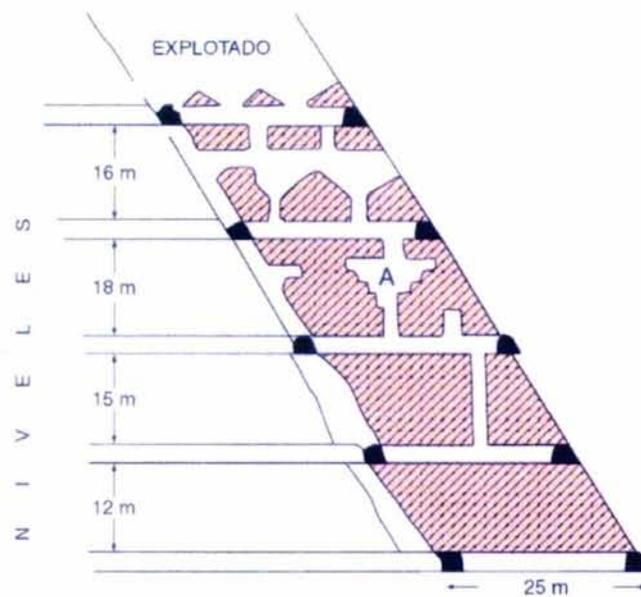
Una vez comunicado el exterior de la mina con el área a minar, se delimita el rebaje; horizontalmente por niveles y verticalmente con contrapozos.

Si el mineral tumbado es extraído por la parte inferior del rebaje, ya sea por las tolvas o por contrapozos de extracción, se conoce como tumbe sobre carga dinámico, si el mineral es enviado del área de trabajo a la parte inferior del rebaje sin extraerlo, recibe el nombre de tumbe sobre carga estático.

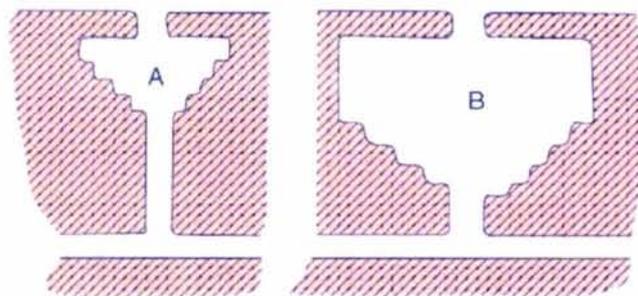
Es importante tener un buen control sobre la granulometría del mineral, para que no existan obstrucciones al extraerlo.

Al terminar la explotación, el mineral se extrae por las tolvas de extracción colocados en la parte inferior del rebaje. (Figura 3).

c) Explotación por tumbe sobre carga con tolvas: Puede aplicarse a varios tipos de yacimientos, siempre y cuando reúnan características de cierta resistencia. La explotación, con el empleo de tolvas, es propia para yacimientos de fuerte buzamiento



CORTE TRANSVERSAL



DETALLE DE LA EXPLOTACIÓN; EN B SE REPRESENTA UNA FASE AVANZADA DE A

FIGURA 2. ESQUEMA IDEALIZADO DE UNA EXTRACCIÓN DE MINERAL POR EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS.

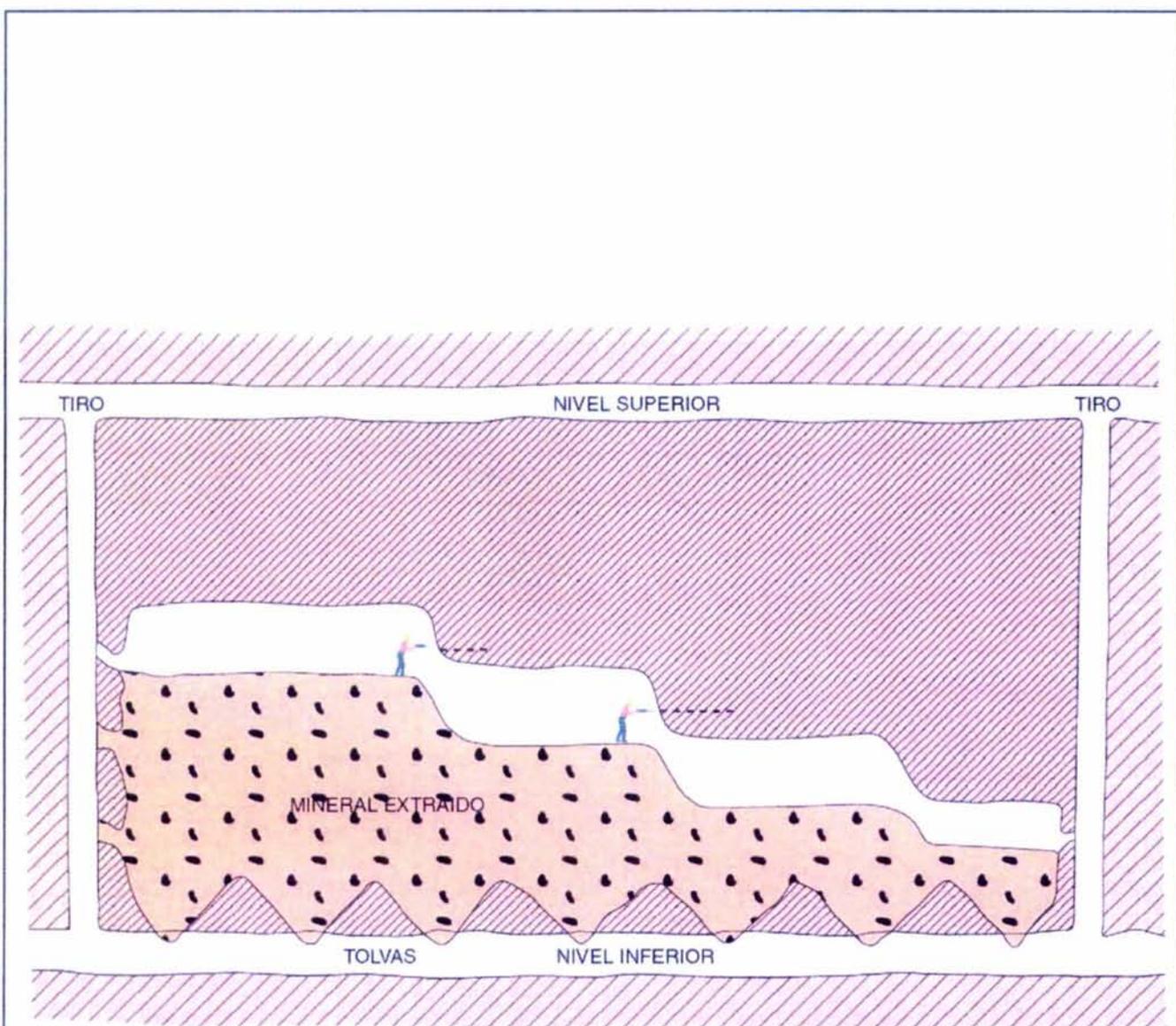


FIGURA 3. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TUMBE SOBRE CARGA.

(75° - 90°), cuyo espesor es de 1.5 m o más y la roca encajonante junto con el nivel de acarreo tengan resistencia razonable. Se ha indicado en que consiste el método de explotación con tolvas; este método se puede aplicar a la explotación de yacimientos en el que el mineral es capaz de sostenerse sin ademe, de hecho, se deja un pilar de mineral sobre el túnel del piso inferior, en el cual se abren coladeras hasta la capa superior, una vez extraída la primera capa, se abren en forma de embudo las boquillas de los coladeros. Posteriormente se inicia la extracción de la segunda capa, la extracción continúa de esta manera hasta llegar cerca del piso superior, bajo el cual se deja un pilar para proteger el nivel superior.

Al explotar bloques de longitudes considerables se dejan pilares de protección a través de los cuales se suben por las chimeneas para circulación de personal y acceso a las explotaciones.

El sistema no está limitado a yacimientos de gran espesor, sino que puede ser empleado en vetas estrechas, en gran longitud es costumbre separar los bloques por pilares. (Figura 4).

La desventaja de esta obra es que al efectuar la preparación y la explotación es que no se puede aprovechar el mineral al 100%, sino hasta terminar dicha preparación, mientras se puede aprovechar la tercera parte del mineral.

La explotación puede dejarse abierta o rellenarse. El relleno puede llevarse simultáneamente con la extracción del mineral al comenzar la extracción por un extremo.

d) Explotación por tajos: En este método, se explota primero por capas horizontales paralelas al eje del túnel inferior. Estas capas horizontales se explotan sucesivamente o de manera escalonada y se mantienen los distintos frentes a intervalos mas o menos importantes. Se le designa también como "Tajos en dirección", si el buzamiento del cuerpo es muy pequeño y si las distintas capas se explotan sucesivamente se denomina "explotación de tajos largos". La primera capa se extrae directamente sobre el túnel, se protege con ademe y se deja un pilar intermedio entre el túnel y el primer corte.

El segundo sistema consiste en llevar la explotación paralela a una chimenea según el buzamiento. Las capas se explotan sucesivamente o en forma escalonada, esto se le denomina "tajos ascendentes".

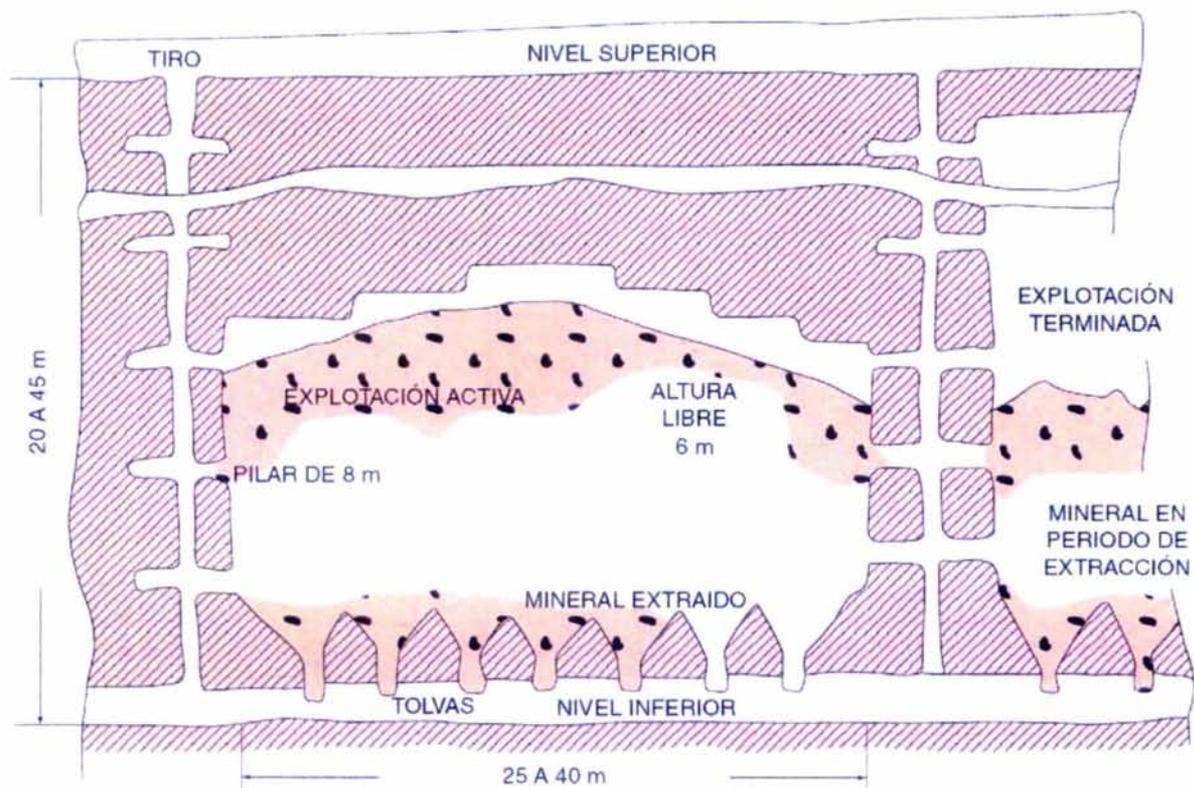


FIGURA 4. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TUMBE SOBRE CARGA CON TOLVAS.

La explotación por tajos se realiza con la opción de relleno o sin él; depende del buzamiento, del espesor de la veta, de la roca encajonante, de la ley del mineral y de la posibilidad de contar con un lugar de aprovisionamiento de dicho relleno.

e) Explotación con niveles intermedios: Se aplica a yacimientos de fuerte buzamiento, cuando el mineral es suficientemente resistente para sostenerse sin ademe en el ancho de la frente. Se comienza por abrir un nivel inferior de arrastre, y luego una serie de niveles a distancia de 7.5 m comunicados entre sí por chimeneas. El primer nivel intermedio se utiliza como nivel de tolvas y en él se abren coladeras en forma de embudo que comunican con el nivel de arrastre.

Los niveles intermedios se abren escalonadamente, cada uno sigue en retirada al que se encuentra debajo, desde un extremo al otro.

La ventaja de estas obras sobre la explotación por tumba sobre carga es la mayor protección que ofrece a los mineros, ya que estos trabajan en todo momento bajo un techo sólido y nunca en explotación abierta. (Figura 5).

f) Explotación por cuartos y pilares: Es aplicable a yacimientos minerales con desarrollo horizontal o con poca inclinación ($0^\circ - 30^\circ$), principalmente mantos y con una roca encajonante consistente.

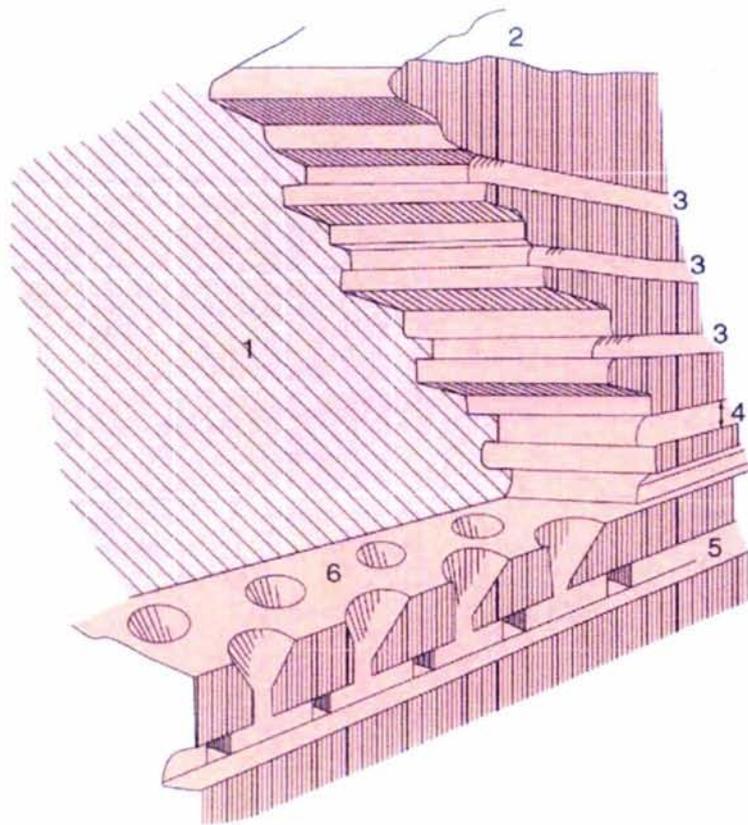
La explotación estratégicamente consiste en extraer el mineral y dejar pilares repartidos uniformemente.

En este método se comunica el exterior de la mina con el área a minar; se realizan las obras necesarias sobre el mineral como son acceso, cruceros y contrapozos.

La distancia entre pilares en estos casos es uniforme, y su diámetro así como la distancia entre estos depende de las características del mineral y las condiciones locales del terreno.

La obra de explotación se efectúa con la barrenación de frentes y con desborde para formar un salón máximo de 8 m; simultáneamente se cuelan cruceros para delimitar los pilares. Si la vida de la mina llega a su término se intentarán recuperar los pilares que quedaron en mineral.

Al explotar y delimitar los pilares se busca una manera lógica para lograr flexibilidad al tener varios lugares de ataque, así se logra el más alto ritmo de extracción



EXPLICACIÓN

- 1 ROCA ENCAJONANTE
- 2 RECUBRIMIENTO EXCAVADO
- 3 NIVELES INTERMEDIOS
- 4 DISTANCIA DE 8 m
- 5 NIVEL DE ARRASTRE
- 6 TOLVAS

FIGURA 5. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CON NIVELES INTERMEDIOS.

del mineral.

Por lo que se refiere a la explotación, todos los métodos integran de una a varias de las siguientes formas: extracción por bancos, por tumbe sobre carga, por hundimiento y recorte. En lo que se refiere al sostenimiento, todos los métodos incluyen uno o varios de los siguientes sistemas: sostenimiento por pilares, explotación con relleno o relleno con el propio mineral.

II.4.2.- Explotación a Cielo Abierto

Una mina a cielo abierto es una excavación hecha en la superficie del terreno con el propósito de explotar mineral, pero es necesario extraer en la mayoría de los casos, grandes cantidades de tepetate.

Si las condiciones generales del yacimiento aconsejan la explotación a cielo abierto, es necesario previamente realizar un estudio a detalle basado en un levantamiento geológico-topográfico y efectuar pozos o sondeos de investigación como es la barrenación a diamante para fijar los límites y potencial del yacimiento, su valor, espesor e importancia de los terrenos de recubrimiento. También deben estudiarse las posibilidades de desagüe y las características físicas de la mina y de la roca encajonante, de estos estudios se conoce el emplazamiento del corte y los equipos para la explotación y extracción del mineral.

Con base en el plan general, deben estudiarse los accesos a la red de caminos o ferrocarriles, los desagües, los accesos al corte, el descapote, el lugar donde se depositará el tepetate o rezaga, el tipo de perforación, la extracción con explosivos, el equipo de explotación-extracción y el transporte.

La explotación a cielo abierto comienza por la remoción de los terrenos de recubrimiento sobre el área en que comenzará la preparación; paralelamente se construyen las vías de acceso al futuro corte y los trabajos de descapote. Tanto el descapote como la explotación se realizan en sentido descendente con la preparación de bancos hasta llegar al fondo o hasta que resulte incosteable continuar la explotación a cielo abierto.

Un yacimiento potente con escaso recubrimiento puede estar ubicado en la parte alta de una montaña o sierra, a lo largo de las laderas de un sistema montañoso, o en terreno de moderada pendiente. En los primeros casos el acceso a los bancos de

extracción se realiza por un sistema de retroceso; si se emplean rampas el transporte se hace con camiones, los bancos se preparan en las laderas por medio de trascavos o tractores hasta ganar anchura suficiente para instalar el equipo pesado y laborar caminos donde serán los terreros.

La planeación se desarrolla principalmente en tres etapas:

a) Primera Etapa - Estimación de reservas de mineral: aporta lo más completo posible las reservas, así como sus leyes o valores del yacimiento.

b) Segunda Etapa – El estudio de minado óptimo: comprende la optimización del diseño de trabajo, la terminación de la relación de descapote y la secuencia de minado.

c) Tercera Etapa – Evaluación Financiera: consiste en analizar el flujo de capital y otras consideraciones como financiamiento y otros aspectos económicos.

La ventaja de la explotación a cielo abierto sobre la explotación subterránea es la de tener costos más bajos; facilita la vigilancia y la aplicación de métodos de extracción mecánicos, proporciona mejores condiciones de trabajo en lo que se refiere a ventilación e iluminación, reduce los riesgos al no exigir ademe, permite la utilización más eficaz y racional de explosivos, no necesita tanto personal especializado y da mayores rendimientos en relación a la mano de obra empleada.

La desventaja es la pérdida de días de trabajo, debido a las inclemencias atmosféricas, ya que en algunas regiones puede llegar a disminuir la producción en cierta época del año y limitar la explotación a profundidades moderadas al exigir frecuentemente mover grandes masas de terreno estéril o de recubrimiento.

Algunos de los principales factores que apoyan el uso de minado a cielo abierto son la forma, distribución y posición del yacimiento y la cercanía de la superficie.

Las capas y vetas de gran buzamiento sólo pueden ser explotadas ventajosamente a cielo abierto si son de gran potencial para que la extracción sea costeable (cobre diseminado, fierro, carbón, caliza, barita, etc.).

II.5.- Métodos de Beneficio para la Barita

El beneficio del mineral está en función del tipo, las características y asociaciones mineralógicas que presenta cada yacimiento. Para los yacimientos de barita de tipo residual se emplean los métodos de lavado y concentración mecánica. También se usan

métodos de concentración mecánica y flotación en forma separada ó en combinación.

En la Fig. 6, se presenta un diagrama que muestra los procesos a que puede ser sometida la barita para su aprovechamiento.

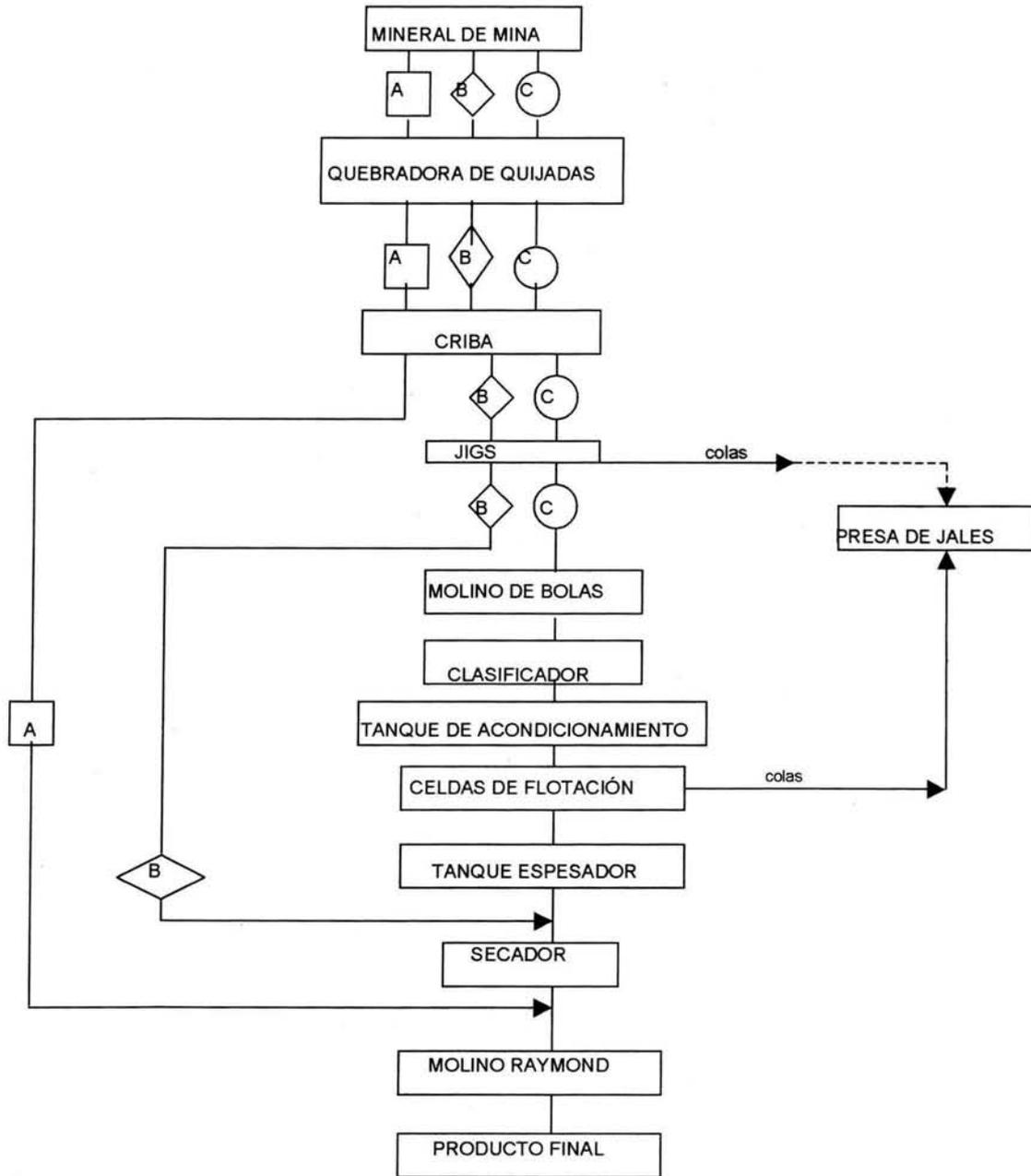
II.6.- Usos y Especificaciones

La barita para ser comercializada debe tener ciertas especificaciones para cada uno de los usos como son las siguientes:

a) Industria Petrolera: uno de los principales usos de la barita es en la preparación de lodos de perforación en pozos de hidrocarburos, actuando como refrigerante, lubricante y sellante para evitar fugas de gas y petróleo y principalmente para darle densidad al lodo de perforación y así facilitar la perforación y evacuación de lodos internos en los pozos. En México, la barita para estos propósitos debe cumplir con las normas PEMEX-IMP para fluidos de perforación, reparación y terminación de pozos, las siguientes especificaciones:

CONCEPTO	ESPECIFICACION DE LAS NORMAS	
Análisis Físico:		
Densidad en gr/cm^3	4.23	mínimo
Granulometría:		
Retenido en malla 200 ASTM	4.0%	máximo
Retenido en malla 325 ASTM	8.5%	mínimo
Análisis Químico:		
Metales alcalinotérreos solubles como ión calcio en p.p.m.	250	máximo
Alcalinidad total como CaCO_3 en %	6.0	máximo

Las compras de barita que realiza Petróleos Mexicanos se sujetan a normas de calidad superiores a las que rigen en el mercado internacional. De esta manera, dentro de las especificaciones de densidad, en la norma IMP-1/8 se establece una densidad de 4.23 gr/cm^3 la cual está por encima de la norma internacional API, lo que garantiza un producto de mayor calidad, esto implica un mayor esfuerzo de los productores nacionales.



- A Barita masiva de alta densidad
- B Barita masiva de baja densidad
- C Alternancias de barita, lutita, pedernal

FIG. 6. DIAGRAMA PARA EL BENEFICIO DE BARITA (SACKETT, 1962), TOMADO DE BROBST (1975)

En lo que respecta a los metales alcalinotérreos solubles como ión calcio, se observa que las partes por millón de calcio son iguales a la norma internacional de 250 p.p.m. como máximo.

Otra de las especificaciones de las normas de calidad se basan en la pureza del mineral en por ciento, como sulfato de bario, óxido férrico y el contenido de carbonato de calcio.

b) Industria del Vidrio: la barita sirve para homogenizar la mezcla y dar mayor claridad y brillantez al producto terminado. Las especificaciones que debe cumplir el mineral son:

COMPUESTO	ESPECIFICACIONES	
BaSO ₄ (sulfato de bario)	92%	mínimo
SiO ₂ (sílice)	1.5%	máximo
Fe ₂ O ₃ (óxido férrico)	0.15%	máximo
Al ₂ O ₃ (alúmina)	0.15%	máximo
Fluoruros	Trazas	

c) Industrias de Pinturas: es una barita totalmente blanca y pura que cumple con las siguientes especificaciones:

COMPUESTO	ESPECIFICACIONES	
Totalmente blanca y molida	325	mallas
BaSO ₄ (sulfato de bario)	96%	mínimo
Fe ₂ O ₃ (óxido férrico)	0.15%	máximo
Abrasivos	Trazas	
Blancura Fotovolt	85%	mínimo

c) Industria del Hule: la barita se emplea como material de relleno. Las llantas de los equipos pesados usados en la construcción se han relleno parcialmente con la mezcla de barita molida para dar peso. Las especificaciones para ser usada como agente relleno entendedor y pesante en general requieren un producto de grano fino cribado a 325 mallas.

d) Industria Textil: para la fabricación de vestimenta a prueba de agua y fuego; y en coagulación de fibras sintéticas.

e) Industria de la Construcción: se usa en agregados de concreto para dar peso a los pilotes enterrados en áreas pantanosas. Una mezcla de caucho y asfalto con un 10% de barita se agrega a las carreteras, caminos, pistas de aterrizaje, parques, etc., dicho producto le da mayor flexibilidad al pavimento, así como mayor resistencia a las cuarteaduras y prolonga la vida de las carreteras, lo que representa un ahorro.

f) Industria Eléctrica y Electrónica: en la fabricación de lámparas fosforescentes y fluorescentes. Las propiedades poco comunes del titanato de bario lo hace útil en la industria electrónica. El ferrato de bario es usado como imán permanente.

g) Industria Metalúrgica: se emplea en el endurecimiento de aceros y en el proceso de la refinación y fundición de magnesio.

h) En Medicina: se emplea la barita como agente contrastante en rayos X, para la manufactura de vitaminas, hormonas y coagulantes sanguíneos.

i) En Pirotecnia: se usa especialmente para dar el color verde a las luces.

Los grados comerciales de barita son natural, grado técnico, flotado, blanqueado, precipitado, U.S.P. y reactivo analítico. (Fig. 7).

III. PRODUCCIÓN

La minería nacional se ve beneficiada o perjudicada por la cotización internacional de los minerales tanto metálicos como los no metálicos, ya que los precios de los productos se cotizan en dólares. Además juega un papel muy importante en el desarrollo económico y social del país, donde se registra una importante reactivación a partir del presente año. La minería tiene un amplio potencial para convertirse en un sector moderno y de alta competitividad.

La barita es un producto indispensable, como componente básico en los lodos de perforación de la industria petrolera, por lo que el mercado interno lo absorbe en su totalidad PEMEX.

Es comprensible que el mercado interno de México, frente a un serio colapso no deja de superar la importancia del aprovechamiento y desarrollo de sus propios recursos lo que convierte a este proyecto en un reto con proyección incalculable por su importancia económica y estratégica ante el futuro.

III.1.- Estadísticas

III.1.1.- Producción Mundial

La posición de México en la producción mundial de barita en el 2003 es el:

Posición	Producto	Mundial A (miles de toneladas)	México B (miles de toneladas)	% B/A
5°	Barita	6,802.45	287.45	4.23

III.1.2.- Producción por Entidad Federativa

El volumen y valor de la producción de 1999-2003, es el siguiente:

Volumen de la Producción por Entidad Federativa, 1999-2003, (Fig. 8)
(Toneladas)

Estados/Años	1999	2000	2001	2002	2003
Coahuila	26,414.80	23,352.00	21,775.00	18,729.00	29,725.70
Chihuahua	-----	-----	-----	-----	14,779.00
Jalisco	-----	-----	-----	-----	28.00
Nuevo León	108,078.10	92,565.90	105,728.00	137,715.00	222,423.00
Sonora	23,460.10	11,750.00	14,514.10	7,176.40	20,363.30
Zacatecas	-----	-----	-----	-----	132.10
Total	157,953.00	127,667.90	142,017.10	163,620.40	287,451.10

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2003.

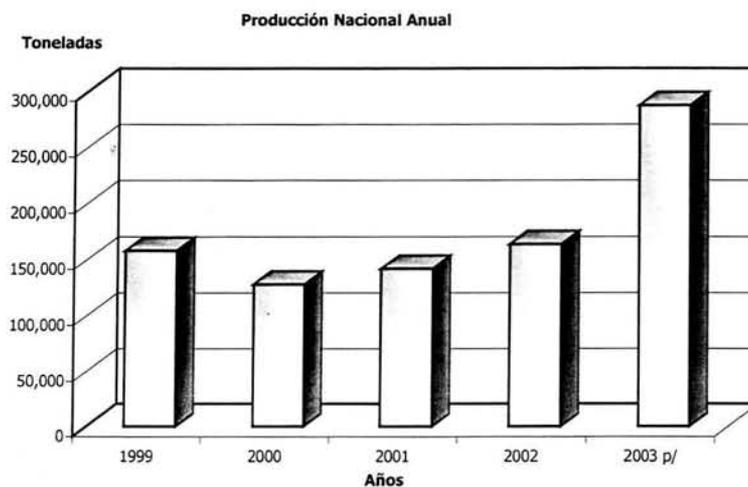


Figura 8. Gráfica Volumen de la Producción 1999-2003

Valor de la Producción por Entidad Federativa, 1999-2003
(Pesos corrientes)

Estados/Años	1999	2000	2001	2002	2003
Coahuila	19,606,433.09	17,113,235.08	16,262,663.18	14,474,512.51	25,731,758.03
Chihuahua	-----	-----	-----	-----	12,793,295.09
Jalisco	-----	-----	-----	-----	24,237.92
Nuevo León	80,221,165.25	67,835,817.36	78,962,978.29	106,431,669.07	192,538,268.78
Sonora	17,413,301.67	8,610,847.56	10,839,858.53	5,546,209.42	17,627,289.12
Zacatecas	-----	-----	-----	-----	114.351.06
Total	117,240,900.00	93,559,900.00	106,065,500.00	126,452,400.00	248,829,200.00

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2003.

III.1.3.- Producción en Volumen por Entidad Federativa y Municipio

La producción en volumen por Entidad Federativa y Municipio 2002-2003, es el siguiente:

Estados y Municipios	2002 (toneladas)	2003 (toneladas)
Coahuila	18,729.00	29,725.70
Múzquiz	13,867.00	25,016.00
Parras	4,862.00	4,709.70
Chihuahua	-----	14,779.00
Jiménez	-----	14,779.00
Jalisco	-----	28.00
Tecolotlán	-----	28.00
Nuevo León	137,715.00	222,423.00
Galeana	137,715.00	222,423.00
Sonora	7,176.40	20,363.30
La Colorada	7,146.40	20,363.30
Zacatecas	-----	132.00
Mazapil	-----	132.00
Total:	163,620.40	287,451.00

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2003.

IV. PRINCIPALES YACIMIENTOS DE BARITA EN MÉXICO

IV.1.- Estado de Baja California

Prospecto Minero Irene: se localiza como a 150 km al sur de Ensenada, B.C. dentro del municipio de Ensenada, (Fig. 9). Fisiográficamente dentro de la provincia de la Península de Baja California.

Las rocas que afloran en el área son rocas volcánicas piroclásticas, algunas de sus unidades fueron depositadas en un ambiente lacustre o lagunar, pertenecientes a la Formación Alisitos, las cuales han sido situadas estratigráficamente como de edad Cretácico Inferior.

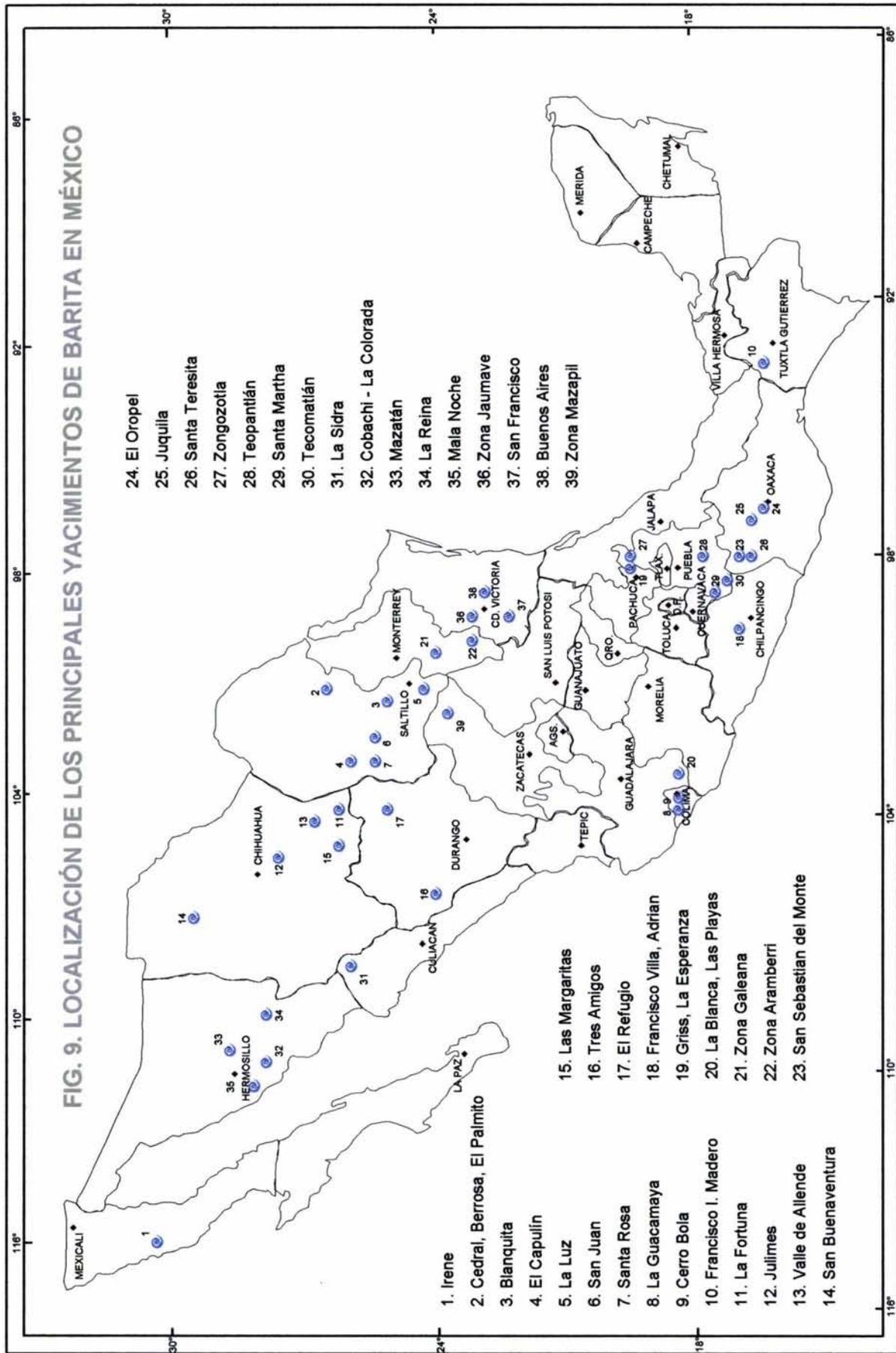
La estructura mineralizada, es un manto de barita interestratificado con las rocas piroclásticas, la cual se puede considerar como un yacimiento de origen vulcanogénico, en conexión directa con las rocas volcánicas que le dieron origen.

IV.2.- Estado de Coahuila

El estado de Coahuila ocupó en el año 2003, el segundo lugar en la producción minera nacional de Barita, con 29, 975.70 ton.; los municipios de Múzquiz y Parras son los principales productores.

Prospecto Minero El Cedral, Ma. Elena, Barosa, El Palmito, El Potrero, Guadalupe: se encuentran enclavadas en las estribaciones de la sierra de Santa Rosa (flanco este), en el municipio de Múzquiz, Coah., (Fig. 9), se observan rocas sedimentarias calcáreas principalmente, y en menor proporción lutitas negras y coladas de rocas volcánicas oscuras (basaltos). La roca encajonante de la barita es la caliza de color gris oscura, compacta, masiva de la Formación Cupido. Genéticamente los depósitos corresponden a aquellos del tipo de reemplazamiento metasomático, formados en calizas y relacionados con un cuerpo de rocas ígneas.

Actualmente, se cuenta con una planta de beneficio cuyo sistema de operación es por concentración mecánica y flotación, cuya capacidad es de 700 ton/día, la empresa que la tiene a cargo es Barita de Santa Rosa, S.A. de C.V.



Prospecto Minero Blanquita: se localiza en la porción central del estado de Coahuila en la parte norte de la sierra de Alamos, en terrenos del ejido "Palomas" Mpio. de Cuatrociénegas, Coah., (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica Meseta del Norte, caracterizada por estructuras amplias y suaves, afloran únicamente calizas cretácicas de la Formación Aurora. El origen de la mineralización se considera producto de soluciones hidrotermales de baja temperatura que mediante el proceso de relleno de fisuras dieron lugar a la formación de la mineralización, estas soluciones se derivaron posiblemente de cuerpos intrusivos no aflorantes cercanos a la zona. La mineralización está representada por barita, con asociaciones de celestita, fluorita, calcita, yeso y minerales arcillosos.

Prospecto Minero El Capulín: se localiza a 90 km aproximadamente al N-NW de la Cd. de San Buenaventura, en el Mpio. de Ocampo, (Fig. 9), las estructuras mineralizadas de barita se emplazan en ortocuarzitas de la Formación Patula del cretácico inferior, y en algunas áreas en calizas y lutitas posiblemente del miembro inferior de la Formación Cupido, que sobreyacen a las cuarcitas, se encuentra asociada a minerales de ganga como carbonato de calcio (calcita).

Prospecto Minero La Luz: se localiza a 85 km al SW de la Cd. de Saltillo, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica denominada Cordilleras Transversales, está formado por calizas, lutitas y limolitas de las Formaciones Zuloaga y La Caja del Jurásico Superior, la mineralización de mena está constituida por barita y la ganga la forman calcita, yeso, aragonita.

Prospecto Minero San Juan: se localiza a 58 km en línea recta de la población de Ocampo, en el mpio. de San Buenaventura, Coahuila, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, la Formación La Virgen es la única que aflora en el área, litológicamente está representada por calizas recristalizadas y parcialmente reemplazadas por óxidos de hierro y barita en forma de nódulos, calizas arcillosas (margas), lutitas y yesos de textura sacaroidal de color blanco-grisáceo. La mineralización de barita, óxidos de hierro y celestita presentes en el área, se emplazó a partir de la circulación de fluidos mineralizantes de baja temperatura y aguas meteóricas que fracturaron y disolvieron a las calizas de la secuencia calcáreo-arcillosa-evaporítica de la Formación La Virgen; la barita se precipita en forma de concreciones, vetillas, relleno de cavidades, fracturas, planos de estratificación de las calizas y reemplaza gradualmente a las calizas. Los óxidos de hierro y la celestita fueron producto de

procesos hidrotermales. Estos fluidos mineralizantes se reactivaron, ascendieron y migraron por el gradiente térmico aportado por cuerpos ígneos profundos y/o por esfuerzos de compresión generados por fenómenos tectónicos (plegamientos, fallamientos, etc.).

Prospecto Minero Santa Rosa: se localiza a 66 km, en línea recta de la Cd. de Ocampo, dentro del mismo municipio, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, en el área se observaron rocas calcáreo-arcillosas y evaporíticas de la Formación La Virgen, donde los horizontes de calizas sirvieron de conducto para el emplazamiento de la mineralización que aprovechó su porosidad y permeabilidad, o sus planos de estratificación y fracturamiento. Actuaron como roca sello las lutitas y yesos. La mineralización se formó a bajas temperaturas y presiones y por migración de soluciones hidrotermales ascendentes, originadas a profundidad y reactivadas por tectonismo.

IV.3.-Estado de Colima

Prospecto Tepic y Tajo Peñitas: se localizan en la región que comprende el área de Minatitlán, (Fig. 9), donde se encuentran dos vetas angostas de barita que ocasionalmente dan lugar a bolsas encajonantes dentro de tobas de tipo riolítico y andesítico. Tal es el caso del prospecto Tepic del cerro El Astillero, que se encuentran al NE de Minatitlán y el tajo de Peñitas al norte del cerro Pelón el cual se explotó durante un tiempo a pequeña escala.

Prospecto La Guacamaya: se localiza a 23 km al S 80° E de la Cd. de Tecomán, (Fig. 9). El marco geológico está definido por calizas masivas de color gris claro a crema, con miliólidos. La mineralización se presenta en relleno de fracturas que no presentan un rumbo definido dentro de la caliza.

Prospecto Cerro Bola: se localiza a 9 km al oriente de la Cd. de Tecomán, en la porción sur de la Laguna de Alcozahué, (Fig. 9). El depósito consiste de una estructura tabular con dimensiones de 20 m de longitud y 0.80 m de ancho con rumbo de N 20° E y buzamiento de 11° al SE, emplazada en caliza de la Formación Morelos.

IV.4.- Estado de Chiapas

Prospecto Ejido Fco. I. Madero: se localiza a 52 km en dirección N 85° W de la Cd. de Tuxtla Gutiérrez, Chis., dentro del mpio. de Cintalapa, (Fig. 9), dentro de la subprovincia fisiográfica denominada Depresión Central de Chiapas; en el área de estudio afloran rocas ígneas intrusivas e hipabisales, las intrusivas están representadas por granitos y las segundas por apófisis y diques de composición monzonítica. Los yacimientos presentes en el área, se originaron a partir de soluciones hidrotermales ascendentes provenientes de cuerpos intrusivos, las cuales rellenaron fracturas preexistentes. Por lo que se determina de tipo hidrotermal específicamente de la categoría epitermal (según Lindgren), formados a temperaturas comprendidas entre 50° a 200°C y presiones bajas.

IV.5.- Estado de Chihuahua

El estado de Chihuahua ocupó en el año 2003, el cuarto lugar en la producción minera nacional de Barita, con 14, 779.00 ton.; el municipio de Jiménez fue el principal productor.

Ejido N.C.P.A. Carrillo-La Fortuna: se localiza en el Mpio. de Jiménez, Chihuahua, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica conocida como Sierras y Cuencas Paralelas. La geología está compuesta por rocas sedimentarias, cretácicas de origen marino representadas por calizas de la Formación Aurora, que es la roca que aloja las estructuras de barita y estroncio, y por rocas ígneas extrusivas e intrusivas del Terciario.

Zona Julimes: se localiza en la porción central del estado de Chihuahua, comprende parte de las sierras de Roque y Amargosa, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras. Las rocas que presentan interés desde el punto de vista económico son las conocidas como Formación Las Vigas (areniscas y limolitas) y un pórfido riolítico que afloran dentro del distrito minero de Julimes y asociadas íntimamente con la mineralización de barita, ya que ésta se encuentra emplazada en las rocas mencionadas. La localidad tipo de la Formación Las Vigas, se localiza a 50 km al NE de la mina Plomosa, al NE de la ciudad de Chihuahua, consiste de areniscas rojas de grano fino interestratificadas con limolitas de color rojo y amarillo. En el área de Julimes la formación se caracteriza por la presencia de sedimentos de grano muy fino, aunque ocasionalmente aparecen areniscas cuarcíferas de grano fino a medio de color amarillo.

La mineralización se encuentra emplazada en las areniscas de la Formación Las Vigas y en un pórfido riolítico en forma de vetas con anchuras variables de 1 a 3 m y consisten de barita cristalina de color blanco conocida como "carne de pescado" , óxido de fierro (hematita, limonita) y óxido de manganeso (pirolusita) que le dan un aspecto brechoide. Hacia la parte sur central del distrito minero, afloran cuerpos de pórfido riolítico que intrusionan a las rocas sedimentarias, principalmente a la Formación Las Vigas y raras veces a la Formación Cuchillo. El origen se considera hidrotermal producto del relleno de fracturas y de fallas. La Comisión de Fomento Minero instaló en el año de 1982 una planta en Julimes para beneficiar el mineral de barita con resultados negativos.

En la zona de Chorreras afloran rocas sedimentarias como areniscas y calizas en estratos delgados de la Formación Las Vigas, lutitas y areniscas de la Formación Cuchillo y las calizas gruesas o masivas de la Formación Aurora.

La mineralización de barita existente en el área de Chorreras se encuentra localizada casi totalmente en terrenos del ejido del mismo nombre. Presenta características de yacimientos semejantes a las encontradas en el área de Julimes.

Las obras mineras observadas en diferentes sitios hacen suponer que se ha extraído un buen volumen de mineral y que éste era bastante atractivo económicamente.

Prospecto Minero Talamantes-Cerro de Tepostete: se sitúa en terrenos del poblado conocido como Talamantes que pertenece al municipio del Valle de Allende, Chihuahua y se localiza en la porción sur del estado a 20 km en línea recta al oriente de Hidalgo del Parral, (Fig. 9). En el depósito existen rocas efusivas riolíticas de edad Terciaria, conocidas como serie volcánica de Talamantes, también afloran rocas del Cretácico. La mineralización la constituye un sulfato de bario y se asocia a sulfuros de plomo, carbonatos de cobre y principalmente a óxidos de manganeso y fierro.

San Buenaventura-Ejido Benito Juárez: se localiza en la porción norte-centro del estado de Chihuahua, a 190 km en línea recta de la capital del estado, (Fig. 9). Las áreas conocidas como la Queta, El Catorce y El Triángulo se sitúan dentro del ejido Benito Juárez, geológicamente en la zona se observan rocas del Cretácico Inferior así como una riolita.

- **La Queta:** se ubica a 18 km al N 60° W en línea recta del ejido Benito Juárez. La mineralización está distribuida en un área de 50 hectáreas, estructuralmente adopta la forma de una veta muy consistente tanto en potencia, longitud y contenido mineralógico;

la otra forma como se presenta la mineralización en este yacimiento es una brecha mineralizada, producto de fallas y fracturas. El yacimiento está constituido principalmente por barita asociada a galena, malaquita, azurita, calcita, fluorita y limonita. La barita es el mineral que más abunda y presenta una coloración que varía de amarillo a blanco. Con base en las características de la mineralización, se infiere que el depósito se formó por procesos de baja temperatura; el yacimiento es hidrotermal.

- **El Catorce:** esta mina se localiza a 58° al Oeste y 7 km del ejido Benito Juárez. El potencial minero se distribuye en una superficie de 20 hectáreas, estructuralmente la mineralización adopta la forma de veta con un espesor de 1.50 m; mineralógicamente se compone de barita con indicios de plomo y cobre, así como óxidos de hierro (limonita y hematita).

- **El Triángulo:** este yacimiento se ubica a 20 km al Oeste del ejido Benito Juárez. El mineral predominante es una barita de color blanco, con indicios de plomo, cobre y óxidos de hierro. La mineralización se presenta en forma de manto y también forma pequeñas bolsas.

Prospecto Minero Las Margaritas: la población más cercana al fundo Las Margaritas se le conoce como Santa Rosalía y pertenece al municipio de Villa Matamoros, se localiza en la porción sur del Estado a 35 km al SE de Hidalgo del Parral, (Fig.10). En el depósito afloran rocas ígneas efusivas de tipo riolítico, con un alineamiento general N-S, estructuralmente afloran vetas-fallas de longitud y potencial variable cuyo principal componente es la barita que se asocia a sulfuros de plomo y zinc, carbonatos de cobre y calcio, así como óxidos de hierro.

Prospecto Minero El Dorado: esta área se encuentra a 45 km al SW de Ciudad Jiménez y 34 km al NE de Parral, al sur del estado de Chihuahua, (Fig. 9). Las rocas que se observan alrededor de la zona mineralizada son calizas de color gris claro a oscuro, oxidadas y de aspecto masivo en las que se encuentra encajonada la mineralización de barita que se presenta como vetas. La primera manifestación se ubica en el valle y rellena una fractura con rumbo NW 70° SE y un espesor de 0.70 m con una manifestación superficial de 750 m. Sobre esta estructura se localizan varias obras. La barita es de color blanco a rosa, se encuentra asociada con cuarzo y calcita. En la misma área se localiza el yacimiento de barita conocido como Rancho San Juan con las mismas características de El Dorado.

IV.6.- Estado de Durango

Prospecto Minero Tres Amigos-Mesa de Cama: se localizan dentro del mpio. de Sta. María de Otates, estado de Durango, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, las rocas que afloran son tobas andesíticas del Eoceno, sobre las cuales descansan tobas riolíticas e ignimbritas del Oligoceno-Mioceno. La estructura mineralizada es una veta de barita de forma lenticular formada por soluciones de origen hidrotermal, cuyas temperaturas varían de 50° a 200°C y presiones bajas. La mineralización está formada principalmente por sulfato de bario con óxido de silicio y calcita; la roca encajonante es la toba andesítica.

Prospecto Minero El Refugio: se localiza dentro de los mpios. de Mapimí y San Pedro del Gallo, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, las rocas que afloran son sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas), ígneas (rocas intrusivas, hipabisales y extrusivas), entre las que se cuentan riolitas con sus respectivos piroclásticos y andesitas; dentro de las rocas intrusivas se observan granodioritas y granitos; entre las rocas hipabisales existen microgranitos a manera de sills) y metamórficas (mármoles y skarns). La forma como se presentan los yacimientos en el fondo es en forma de vetas. La mineralización está representada por mineral de barita con algunas zonas de óxido de hierro y algo de cuarzo. Las rocas que encajonan los yacimientos son rocas hipabisales del Oligoceno, representadas por microgranitos a manera de sills, los cuales se encuentran fracturados y fallados y en cuyas fracturas se aloja la barita. Estos yacimientos se consideran del tipo relleno de fisura y su origen es hidrotermal de baja temperatura y poca profundidad.

IV.7.- Estado de Guerrero

Prospectos Mineros Francisco Villa, San Adrián y Retalba: se localizan cerca del poblado de Corral de Piedra, al poniente de Chilpancingo, aproximadamente a 70 km en línea recta de la misma ciudad, (Fig. 9).

- **Francisco Villa:** la mineralización de Francisco Villa está alojada dentro de la brecha de una falla y tiene un rumbo de NW 60° SE. La barita es de color blanco con poco contenido de óxidos de fierro y calcita; la roca encajonante es una andesita de color verde.

- **San Adrián:** se observa un tajo de aproximadamente 6 m de longitud por 0.5 m de ancho, la mineralización está alojada en unas fracturas de 1.00 m, la roca encajonante es una andesita de color verde. El rumbo promedio de las fracturas es de NE 70° SW.

- **Retalba:** la mineralización se localiza al NW de la mojonera de localización y se presenta en forma de veta de 5 m de largo por 1 m de ancho, la barita es de color blanco con impurezas de óxidos de fierro, calcita y fragmentos de roca andesítica. El rumbo de la veta es NW 60° SE.

IV. 8.- Estado de Hidalgo

Prospectos Mineros Griss, La Esperanza, Rosita y Selene: se localizan a 6 km al N 44° E de la población de Acaxochitlán, Hidalgo, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Las rocas que afloran en el área son de la Formación Huayacocotla del Jurásico Inferior, compuestas por lutitas en alternancia con areniscas cuarcíferas y tobáceas. El origen del depósito es hidrotermal, producto de soluciones mineralizantes en su etapa final, la mineralización se encuentra alojada en los planos de estratificación de la Formación Huayacocotla. La forma de los depósitos es tabular, la mineralización está constituida por barita principalmente asociada a cuarzo, calcita e impurezas como es el caso del sulfato de estroncio.

IV.9.- Estados de Jalisco-Michoacán

El estado de Jalisco ocupó en el año 2003, el sexto lugar en la producción minera nacional de Barita, con 28.00 ton.; el municipio de Tecolotlán es entre otros el principal productor.

La zona de interés se localiza entre los límites de los estados de Jalisco y Michoacán dentro de los municipios de Tecalitlán y Tepalcatepec respectivamente, (Fig. 9); para llegar a las minas se parte del poblado de Tepalcatepec, Michoacán.

Las rocas aflorantes corresponden a una serie vulcano-sedimentaria de edad Cretácico Temprano compuesta por tobas líticas, areniscas conglomeráticas, tobas andesíticas, riolitas e ignimbritas; en trabajos estraigráficos realizados se le ha denominado Formación Tecalitlán (Rodríguez, 1980 y Pantoja, 1986). Estas rocas no se observan en el área, pero dada la secuencia en que se presentan las demás unidades,

es de suponerse que la Formación Tecalitlán sea la base estratigráfica, tal como sucede en zonas aledañas (Coalcomán y Aguililla).

De Tepalcatepec hacia Ahuijullo se observa la secuencia vulcano-sedimentaria, especialmente areniscas, andesitas interestratificadas y en ocasiones calizas; ésta última actúa como roca sello de la mineralización en la mina "La Blanca" y "La Codiciada".

En forma discordante sobre las rocas pertenecientes a la Formación Tepalcatepec, existen depósitos de andesitas y riolitas. Estas rocas ocupan las partes altas de las estructuras topográficas existentes que se caracterizan por dar origen a escarpes un tanto pronunciados.

Desde el punto de vista geológico-económico es importante el emplazamiento de las rocas de tipo andesítico ya que constituyen la roca sello de la barita (mina Los Hornitos, La Faraona y La Guásima).

- **Mina La Blanca:** de Tepalcatepec se toma la carretera pavimentada a Coalcomán, Colima y en el km 12 se ubica el yacimiento. La mina se encuentra en el contacto de una alternancia de calizas y lutitas; existe una bolsada en el extremo occidental debido a una pequeña fosa producto de dos fallas normales, la forma de la estructura es tabular con espesores de hasta 10 m. La estructura corre con rumbo E- W y buzamiento casi vertical al sur. La mineralización se encuentra al bajo de una lutita de color ocre y al alto con una caliza arrecifal, la mineralogía consiste da barita blanca y negra, pirita en forma de hilos y algo de azufre como mineral secundario.

- **Mina La Guaca:** a 14 km al oeste de Tepalcatepec, se localiza la ranchería la Estanzuela; de ahí El Platanar se sitúa a una distancia de 5 km. Afloran rocas sedimentarias de tipo calcáreo, principalmente una caliza arrecifal de color gris claro que intemperiza a gris oscuro con espesores que varían de uno a dos metros, estas subyacen a una alternancia de calizas y lutitas calcáreas de color ocre claro con espesores de 10 a 15 cm; a estas rocas se les asigna una posible edad del Cretácico Superior. El yacimiento corresponde a una estructura tabular que corre con rumbo NW 25° SE y echados de 37°SW. La mineralización consiste en barita color gris a blanco en forma de brecha, el yacimiento es de tipo vulcanogénico.

- **Mina La Codiciada:** de El Platanar se continua sobre el mismo camino, hay que recorrer 30 km de terracería para llegar a la mina. Se localiza en el flanco sureste de un anticlinal en el que se presentan rocas sedimentarias calcáreas las cuales se pueden

separar en tres grupos diferentes:

- Caliza-lutita.- Es una secuencia arcillo-calcárea de estratos delgados de color oscuro que sobreyace a los otros dos grupos, el rumbo de estratificación NE-SW y echado de 34° al SE.
- Caliza.- Caliza gris oscuro con espesores de 0.3 a 1.0 m, presenta indicios de mineralización.
- Caliza Arrecifal.- Caliza color gris claro con estratos de más de 2 m, presencia de rudistas y es la roca más antigua del área.

En la zona existe una serie de diques de pórfido dacítico los cuales cortan perpendicularmente a las estructuras mineralizadas. La mineralización se encuentra alojada en la caliza arrecifal aparentemente sobre una falla de tipo inverso, la barita es de color gris claro y blanco en masas granulares. El origen de la mineralización es vulcanogénico.

- **Mina Los Hornitos:** de La Estanzuela se recorren 17 km al NW hasta La Campana y 4.5 km para llegar al pie de la mina. Es una estructura bien definida que se presenta en forma lenticular, las manifestaciones superficiales se observan a lo largo de 250 m, con rumbo NW 28° SE y echado de 80° a 85° al SW con espesor medio de 0.9 m. La mineralización existente está emplazada en una roca volcánica andesítica de textura afanítica, la barita es de color blanco y en ocasiones rojizo por oxidación. La barita que se presenta en este depósito es de origen hidrotermal.

- **Mina Las Guásimas:** de La Estanzuela hacia el NW se recorren 22 km hasta La barranca de La Pareja y de ahí 2 km en vereda para llegar al yacimiento.

La mina está en una estructura de forma tabular, las manifestaciones superficiales corren a lo largo de 350 m separadas en dos cuerpos aparentemente por una falla normal que se localizan en la porción noroeste; el rumbo predominante es NW-SE con echados de entre 28° y 88° al SW y un espesor promedio de 0.9 m.

La barita es color blanco en masas granulares ocasionalmente compacta, dentro del mineral se observan pequeñas oquedades rellenas de hematita y pirolusita, en algunas localidades se presenta argentita. La barita existente en este depósito es de origen hidrotermal.

- **Mina La Faraona:** de Tepalcatepec a la presa "Los Olvidos" se recorren 31 km hasta El Gallardo. Se caminan 4 km al oriente para llegar al yacimiento. En la zona no se observa más que andesitas de color violeta a gris verdoso de estructura compacta y textura afanítica de edad terciaria; esta unidad está ampliamente expuesta en la zona donde se localiza la mineralización. Ésta se encuentra emplazada en una andesita; la barita es de color blanco con espesores de 0.75 m, aparentemente corre a lo largo de una falla normal, sobre la que se presenta este tipo de estructura de origen hidrotermal.

- **Fundo Las Playas:** el lote minero se localiza a 2.5 km al noroeste del poblado de Ahuijullo, Mpio. de Tecalitlán, estado de Jalisco. En las áreas aledañas a la zona de interés afloran rocas sedimentarias (calizas, lutitas y limolitas), ígneas intrusivas (granodioritas y dioritas) y volcánicas (tobas líticas, andesíticas y riolíticas) siendo de interés económico las andesitas, ya que en ellas se encuentran las vetas de barita de origen hidrotermal. La estructura conocida como Las Playas tiene una forma tabular lenticular y aflora a lo largo de 245 m en la porción NE del lote Las Playas, presenta un rumbo predominante de NW -SE con echados de 28° a 88° al SW y un espesor promedio de 0.90 m. La mineralización existente en el lote minero Las Playas se encuentra emplazada en una roca volcánica de tipo andesítico, con coloraciones que varían de gris verdoso a tonalidades rojizas según el grado de oxidación e intemperismo. El mineral es barita en masas granulares, ocasionalmente compactas con cristales de color blanco; se puede observar una disposición fibrosa. Dentro del mineral se observan pequeñas oquedades rellenas de pirolusita y hematita, la oxidación superficial por limonita le confiere tonalidades de color rosa, en algunas localidades esporádicamente se presentan sulfuros de plata. La barita es de origen hidrotermal.

IV.10.- Estado de Nuevo León

El estado de Nuevo León ocupó en el año 2003, el primer lugar en la producción minera nacional de Barita, con 222,423.00 ton. El municipio de Galeana está entre otros, de los principales productores.

Zona de Galeana: geológicamente forma parte del Geosinclinal Mexicano. Afloran un total de diez formaciones que representan la parte superior del Jurásico y casi todo el Cretácico. Las rocas más antiguas que afloran en el sitio corresponden a las capas superiores de la Formación Huizachal; sin embargo, es muy posible que debajo de ellas

y relativamente a poca profundidad se encuentren las rocas metamórficas basales, pues a una distancia relativamente corta en las cercanías de Aramberri, N.L., unos 80 km al sur del área, afloran esquistos sericíticos que subyacen probablemente a las capas rojas de la Formación Huizachal. En los yacimientos de barita del área de Galeana influye principalmente el control estructural y de acuerdo con el tipo de control se puede dividir el área en regiones que agrupan yacimientos semejantes, de las cuales se conocen las siguientes:

- **Región de San Marcos-Santa Clara:** se localizan en la parte sur del área de Galeana, abarca una superficie de 13 km aproximadamente, (Fig. 9). El área mineralizada se encuentra en la Formación Huizachal que se emplaza a lo largo de la parte media del anticlinal de San Marcos, estos afloramientos forman una cadena orientada en dirección paralela al eje del anticlinal con una longitud de 12 km aproximadamente. Parte de los afloramientos quedan cubiertos por aluvión; en esta región afloran unos 11 km² de capas rojas de la Formación Huizachal, donde se localizan exclusivamente los depósitos de barita que se han explotado. Los yacimientos de barita en la región se encuentran en forma de vetas con espesores variables que se alojan en fallas y fracturas de la Formación Huizachal. Estas fallas sólo se han podido observar dentro de las minas; no se conoce su expresión superficial.

Debido a la competencia de la roca encajonante susceptible a soportar espacios abiertos a un límite apreciable, pueden encontrarse en este tipo de fracturas el mayor volumen de abertura favorable a la circulación de fluidos mineralizantes que dan lugar a vetas de espesor considerable. En general, se puede decir que las vetas de la región son bastante homogéneas en sus características y composición.

La barita que se presenta es de color blanco a rosa y lustre perlítico a casi opaco, en forma de agregados cristalinos masivos, es común la estructura laminar o tabular sobre todo alrededor de cavidades. Los carbonatos en general son muy escasos y figuran como material accesorio en la ganga.

La roca encajonante por lo general está constituida por capas de areniscas y conglomerados pertenecientes a la Formación Huizachal. El principal proceso de mineralización es el de relleno de fisuras efectuado por la circulación ascendente de fluidos hidrotermales; el control de la mineralización está determinado por la existencia de fisuras en las areniscas y conglomerados de la Formación Huizachal.

Entre las minas más importantes de esta región por su volumen, resaltan La Angelita, La Escondida, La Huicha y La Huichita. Se considera como una de las regiones de mayor interés ya que es donde se han encontrado los yacimientos más importantes.

- **Región de San Lucas:** se localiza en la parte norte del área de Galeana, (Fig. 9), se extiende de San Lucas hacia el noroeste en una faja de unos 6 km de anchura por 10 km de extensión. Está constituida por una serie de plegamientos cuyos ejes tienen un rumbo aproximado hacia el NW, muestran cierta convergencia hacia el SE, todos los plegamientos aparecen recostados hacia el NE. En la región axial de algunos de los plegamientos anticlinales afloran La Formación Olvido y la bordea muy superficialmente la Formación La Casita; hacia la parte media, en un horizonte de capas gruesas de calizas se localiza una serie de pequeños depósitos de barita. Los yacimientos de la región por lo general se encuentran en forma de lentes o bolsas a lo largo de un horizonte bien definido. La forma de los depósitos es variable con pequeñas estructuras lenticulares en forma de mantos irregulares en donde la mineralización y la roca encajonante forman un conjunto de fracturas con espesores irregulares.

- **Región de Joyas de Agua Fría:** se localiza aproximadamente a 40 km al noroeste del poblado de Pablillo, N. L., (Fig. 9), se llega por un camino de terracería en malas condiciones. En esta zona afloran vetas paralelas de 30 a 50 cm hasta 2 o 3 metros de espesor, la estructura recorre alrededor de 3 km y la roca encajonante pertenece a la Formación Huizachal. Desde el punto de vista geológico-económico, esta zona presenta importancia ya que los afloramientos existentes están dentro de la misma formación que la de San Marcos-Santa Clara; entre las minas más importantes está La Josefina y La Angelita con valores de alrededor de 4.28 a 4.32 de peso específico.

Zona de Aramberri: se localiza a 6 km al este de Aramberri, N.L., (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, las rocas aflorantes en el área son caliza, arenisca, lutita, limolita, conglomerado, esquisto y depósitos aluviales; en edad comprenden del Triásico al Reciente. Los yacimientos minerales del área, son muy homogéneos en su mineralogía, ya que en la mayoría de los casos su contenido es barita que se presenta en color blanco lechoso ocasionalmente con tintes rosados y grises, y que generalmente se encuentra en forma masiva, aunque también es posible encontrarla en forma laminar o tabular. La ganga está constituida por cuarzo, calcita, limonita y minerales arcillosos. Se considera que es de origen hidrotermal y que el

principal proceso de mineralización fue el de relleno de fisuras, aunque también puede observarse cierto reemplazamiento. El principal control de la mineralización es de tipo estructural secundario y está representado por fallas y fracturas, generalmente localizadas en arenisca, lutita y limolita de la Formación Huizachal del Triásico, cuya orientación predominante es en dirección NE con fuertes echados tanto al NW como al SE. Dentro de esta zona se encuentran varios prospectos mineros, entre los cuales de acuerdo a su importancia son: Juana María, María Fara, La Lucha de los Compadres, Los Tres Amigos, Los Compadres, La Borrada, Lidia y La Colorada, Providencia, Trinidad, Las Tías, Yerbaníz, San José, Leticia, Normita, La Yana y La Gloria.

IV.11.- Estado de Oaxaca

Prospecto Minero San Sebastián del Monte: se localiza a 10 km al poniente de Sto. Domingo Tonalá, mpio. del mismo nombre, (Fig. 9). Las rocas ígneas aflorantes son volcánicas, representadas por andesitas principalmente y en menor proporción depósitos vulcano-sedimentarios, pertenecientes a la Formación Huajuapán del Terciario, dicha roca es la que encajona a los cuerpos de mineral de barita. Los cuerpos mineralizados son de forma tabular (vetas). El origen de estos minerales es de soluciones hidrotermales de baja presión y temperatura, encajonados en una roca andesítica. La mena está constituida por sulfato de bario, de color blanco a ligeramente crema, la ganga es principalmente cuarzo y en ocasiones calcita.

Prospecto Minero El Oropel: se localiza en la porción central del estado de Oaxaca, al N 60° W y a 35 km en línea recta de la ciudad capital, en el mpio. de Santiago Tenango, (Fig. 9), afloran rocas metamórficas y graníticas del Complejo Oaxaqueño, representadas las primeras por gneises y esquistos. Éste a su vez se encuentra afectado por intrusiones granodioríticas en forma de diques, en algunos casos asociados a la mineralización de barita y a la diseminación de sulfuros presente. Sobreyace a éstas un material de aluvión y suelo. Esta unidad desde el punto de vista geoeconómico es la de mayor importancia ya que constituye la roca encajonante de las estructuras vetiformes y manifestaciones minerales de barita, mica, arena de cuarzo y metálicos. Su origen es hidrotermal.

Prospecto Minero Juquila: se localiza en la porción central del estado de Oaxaca, al S 20° W y a 43 km en línea recta de la ciudad capital, en el mpio. de Ayoquezco de Aldama, (Fig. 9); existen estructuras tipo veta constituidas por barita, cuarzo, óxidos y sulfuros metálicos, se encuentran encajonadas en rocas graníticas pertenecientes al Complejo Oaxaqueño, asociadas a la intrusión de diques ácidos, los cuales se emplazaron en los fracturamientos preexistentes. Es de origen hidrotermal.

Prospecto Minero Santa Teresita: el acceso es por la carretera Huajuapán de León-Tamazola, la desviación está a 6 km antes de llegar al poblado de Santiago Tamazola, al oriente del poblado de Zoquiapan y se recorren 6 km hacia San Juan Igualtepec hasta llegar a la mina, (Fig. 9). En el área se encuentran rocas metamórficas y sedimentarias, las primeras están constituidas por gneis y las segundas por lutitas, areniscas y conglomerados. La mineralización se presenta en forma de una veta con una potencia media de 1.50 a 2.30 m y rumbo predominante NE 43° SW con echado de 50° al SE, la longitud aproximada es de 600 m. La barita es de color blanco y está encajonada por una granodiorita bastante alterada sobre todo en las cercanías de la veta, el origen del yacimiento es hidrotermal.

IV.12.- Estado de Puebla

Prospecto Minero Barita de Zongzotla: el área se localiza a 18 km al NW en línea recta de Zacapoaxtla, Puebla, (Fig. 9). Afloran rocas sedimentarias, principalmente lutitas y areniscas y en menor proporción calizas. Las lutitas son de color gris oscuro o azulado, que intemperizan a gris claro y ligeramente amarillento entremezcladas con capas de areniscas de color gris claro, dichas capas en ocasiones llegan a tener hasta 0.60 y 0.70 m de espesor. Las estructuras mineralizadas son de forma tabular, en ocasiones forman bolsas de longitudes variables y de profundidad somera, con una potencia media que varía de 1.00 m a 1.50 m. El origen de estos cuerpos mineralizados es de soluciones hidrotermales de baja presión y temperatura, a profundidades someras encajonados en una arenisca que cambia frecuentemente a lutita. La mina está constituida por barita de color blanco a ligeramente cremoso y en ocasiones azulado con hábito tabular denso, la ganga es el cuarzo en pequeña proporción. También se observa pirita y galena.

Prospecto Minero Barita Teopantlán: se ubica en la parte centro-oeste del estado de Puebla, en el municipio de Teopantlán, (Fig. 9). Su acceso es por la carretera 190 Puebla-Oaxaca, a 3 km de Izúcar de Matamoros, se desvía por un tramo de carretera de 14 km hasta Epatlán, se continúa por otro tramo de 5 km de terracería que pasa por San Miguel Ayutla. Localmente en el área afloran rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Las rocas sedimentarias consisten principalmente de calizas fosilíferas, posiblemente correspondientes a la Formación Morelos. Las rocas metamórficas son las más antiguas de la región y consisten de lutitas con bajo grado de metamorfismo.

Las rocas ígneas aflorantes son volcánicas (pórfido dacítico). Los cuerpos mineralizados son generalmente de forma tabular (vetas de longitud y profundidad variables, potencia media de 1.00 a 1.30 m; en ocasiones estos forman bolsas mineralizadas). La mena está constituida por sulfato de bario principalmente, aunque en muy pocas ocasiones se observa pirita y bornita asociados al cuarzo. La barita es de color blanco, cambia en ocasiones a azulado. Su origen es hidrotermal.

Prospecto Minero Barita Santa Martha: el yacimiento se localiza a 50 km al SE del estado de Puebla en el municipio de Santa Martha, (Fig. 9). El acceso es rumbo a la presa Amacuzac, luego se transita por un camino de terracería hasta el poblado Santa Martha. En el sitio afloran rocas ígneas y sedimentarias, las rocas sedimentarias están representadas por calizas y lutitas, la roca ígnea es una andesita de color gris oscuro. En el sitio afloran 7 vetas paralelas que distan de 12 a 15 m entre sí, la potencia media es de 1.20 a 2.0 m con rumbo predominante N-S. Las vetas son de origen hidrotermal.

Prospecto Minero New York: se localiza en la porción sur de Puebla, en el Mpio. de Tecamatlán, (Fig. 9), las rocas aflorantes en la región son intrusivas de tipo granito de muscovita, el origen de la mineralización es hidrotermal de baja temperatura.

IV.13.- Estado de Sinaloa

Prospecto Minero La Sidra: se localiza hacia el extremo norte del estado de Sinaloa, cerca del límite con el estado de Chihuahua, en los alrededores de la rancharía de La Sidra, dentro del mpio. de Choix, (Fig. 9). La geología está caracterizada por tobas, riolitas e ignimbritas que cubren discordantemente a un batolito de tipo granodiorítico. La mineralización de barita dentro del área, se presenta en fracturas dentro del intrusivo. Es de origen hidrotermal.

IV.14.- Estado de Sonora

El estado de Sonora ocupó en el año 2003, el tercer lugar en la producción minera nacional de Barita, con 20,363.30 ton. El municipio de La Colorada está entre los principales productores.

Prospectos Mineros Mazatán y Cobachi: los cuerpos estratiformes de barita en esta región representan en la actualidad los mejores yacimientos conocidos de este tipo en América Latina. Las rocas sedimentarias en el área están representadas en el depósito de Cobachi por una lutita negra silicificada y carbonosa con horizontes de limolita con fósiles de radiolarios, mientras que en Mazatán por lutita, limolita y abundante pedernal gris. La lutita y limolita son verdes, gris y rojo en capas de poco espesor y menos abundantes que el pedernal. La edad de ambas fue datada por un braquiópodo (Dzieduzyckia, 1983) como Devónico Tardío por lo que a esta unidad se le asigna una edad Ordovícico Superior-Devónico. Los depósitos de barita de Mazatán y Cobachi son muy parecidos en cuanto a estratigrafía.

- **Barita Cobachi:** estos yacimientos se localizan en la porción central del estado de Sonora, (Fig. 9); uno de los yacimientos productores es la llamada La Colorada. La barita se encuentra en capas o estratos concordantes en areniscas estratiformes y en algunas localidades forma pequeños lomeríos. El color de la barita es gris claro finamente cristalizada, salvo raras excepciones presenta planos de estratificación. En algunos afloramientos se nota muy pesada (4.25 de densidad) y en otros no llega a 4.0 y el espesor también es variable oscila desde 2 m hasta mas de 10 m. Las características físicas de la barita así como la asociación de los sedimentos químicos demuestran que el depósito es de origen vulcanogénico.

- **Barita Mazatán:** dentro de este municipio, (Fig. 9), afloran rocas sedimentarias e ígneas intrusivas, esta última cubre aproximadamente 70% del área. Las rocas sedimentarias están representadas por un conglomerado calcáreo, areniscas cuarzosas, limolitas y lutitas; estas tres últimas contienen interestratificaciones de sedimentos químicos. El conglomerado se observa al oeste del área; la caliza en la sierra de la Rastra, las areniscas cuarzosas, limolitas, lutitas y pedernal resaltan en el área, como pequeños lomeríos y desde el punto de vista económico son los más importantes debido a la relación íntima que guardan con la barita. Las areniscas cuarzosas son las menos abundantes, las lutitas y limolitas se presentan como estratos intercalados con las rocas

de grano fino, su coloración es blanquecina, de grano medio y se caracteriza por su dureza. Las limolitas y lutitas se encuentran distribuidas en la porción central de la región; en las cercanías con los cuerpos mineralizados constituyen capas de poco espesor (0.30 m) se presentan foliadas con marcado intemperismo. Su coloración es muy variable: rojas, negras, pardas y algunas localidades se presentan silicificadas. En el área resaltan notablemente: el pedernal y la barita. El pedernal se presenta en forma de nódulos como pequeños lentes alineados a rumbo de los estratos que los constituyen y en pequeñas capas concordantes con las rocas sedimentarias. La barita es de importancia económica en la zona y se presenta generalmente como un cuerpo estratiforme, aunque también es común en forma de nódulos. Al estar en concordancia con las rocas sedimentarias ella misma se comporta como un estrato. En el área las fallas han provocado movimientos importantes en las rocas sedimentarias y por consiguiente en los cuerpos de barita. Las fallas principales tienen una orientación NE-SW, la barita se presenta de un color gris claro finamente cristalizada salvo raras excepciones presenta planos de estratificación y se comporta como una capa o estrato concordante con las rocas sedimentarias encajonantes. Las características físicas de la barita así como la asociación de los sedimentos químicos demuestran que este tipo de depósitos se originó por procesos exhalativos submarinos.

Prospecto Minero La Reyna: se localiza en terrenos del ejido Sto. Tomás, Mpio. de Sahuaripa, Son., a 10.75 km en línea recta al S 34° W del poblado de Sahuaripa, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, afloran rocas sedimentarias, volcano-sedimentarias e ígneas intrusivas y extrusivas, la barita está encajonada en un cuerpo de caliza masiva. El tipo de génesis del depósito es de tipo epigenético y clasificado como epitermal.

Prospecto Minero Mala Noche: se localiza a 112 km en línea recta al WSW de la Cd. de Hermosillo, Sonora, (Fig. 9), dentro de la Provincia Fisiográfica de Sierras Sepultadas, afloran rocas ígneas intrusivas de composición granítica del Cretácico Superior, un cuerpo de rocas clásticas del Terciario Inferior que son las de mayor interés por ser las rocas encajonantes de las estructuras mineralizadas con barita. La mineralización de relleno de fisuras que se presenta en esta área, es de origen hidrotermal, y está representada por vetas que se emplazaron a lo largo de fallas y fracturas. Las soluciones hidrotermales fueron ricas en sulfato de bario, el cual dio origen

a vetas de barita en general bien cristalizada, con óxidos de hierro que rellenan los espacios vacíos. Las rocas encajonantes son principalmente las volcanoclásticas.

IV.15.- Estado de Tamaulipas

Prospecto Minero Zona de Jaumave: los yacimientos conocidos como La Pantera y El Tigre se localizan en la porción suroeste del estado de Tamaulipas, (Fig. 9), prácticamente los lotes quedan comprendidos en el municipio de Jaumave en la sierra Los Nogales. Geológicamente las rocas sedimentarias cubren la mayor parte del área y están representadas por calizas, areniscas, lutitas y depósitos aluviales que en edad varían del Triásico Inferior al Reciente. Las rocas ígneas se encuentran en esporádicos afloramientos, predominan las sienitas y doleritas. Las rocas metamórficas se presentan en zonas de contacto del intrusivo con rocas sedimentarias que forman aureolas de metamorfismo constituidas por cuarcitas, hornfels y skarns. Localmente, el área está cubierta por calizas de color gris claro y oscuro de grano fino de espesor medio a grueso que corresponden a la Formación El Abra del Cretácico la cual actúa como roca encajonante de la mineralización.

La estructura mineralizada del fundo La Pantera es de origen hidrotermal de cavidades de baja temperatura. El yacimiento El Tigre tuvo en principio, un origen similar a La Pantera y se le aumenta una etapa del proceso de erosión la cual dio lugar a una redepositación "in situ" del mineral de barita para formar los depósitos de concentración residual tipo cárstico.

- **La Pantera:** la mineralización está representada principalmente por calcita en un 79.45 % en promedio; en porcentajes más bajos se tiene barita en un 19.2 % en promedio, estroncianita y cuarzo. La mineralización se encuentra depositada en una gran caverna de la caliza perteneciente a la Formación El Abra de edad Cretácica.

- **El Tigre:** las características son similares a las de La Pantera; de las cuales se puede decir que la mineralización está representada únicamente por barita en fragmentos subredondeados y redondeados de tamaños que va de 1 milímetro a más de 0.50 m siendo los finos los más abundantes (70 %). La mineralización antes descrita se encuentra alojada en depósitos tipo residual (in situ) de forma irregular y contenida en paleokarts existentes en la Formación El Abra.

Prospectos Mineros San Francisco, Mpio. de Gómez Farías y Buenos Aires,

Mpio. de Llera: se localizan en la porción sur-oeste del estado de Tamaulipas, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. El área se encuentra cubierta por calizas de color gris claro y estratificación gruesa que corresponde a la Formación El Abra del Cretácico Superior, la cual actúa como roca encajonante de la mineralización. Las fracturas mineralizadas presentan una forma tabular, son de origen hidrotermal, del tipo de relleno de cavidades, de baja temperatura.

IV.16.- Estado de Zacatecas

El estado de Zacatecas ocupó en el año 2003, el quinto lugar en la producción minera nacional de Barita, con 132.00 ton.; el municipio de Mazapil es el principal productor.

Prospecto Minero Zona de Mazapil: se localiza en la porción norte del estado de Zacatecas, correspondiente al Mpio. de Mazapil, (Fig. 9), dentro de la provincia fisiográfica de la Meseta Central; en la zona afloran lutitas, limolitas, tobas, ocasionales lavas interestratificadas de las Formaciones Nazas y Huizachal del Triásico Superior. Suprayace y corona las partes topográficas más altas de la porción sur la Caliza Zuloaga del Jurásico Superior, que constituye la roca encajonante principal de la mineralización y normalmente se observa surcada por fracturas y fallas; presenta áreas aisladas con morfología kárstica. El origen del yacimiento está relacionado con procesos hidrotermales de baja temperatura que dieron lugar a un yacimiento del tipo de relleno de cavidades. La barita como mena, viene asociada con calcita, hematita, limonita, poco cuarzo, trazas de malaquita, azurita y minerales arcillosos. Entre los lotes mineros importantes se encuentra: La Unión, La Fierrosa, El Tule, La Abundancia, El Jardín, Los Treviño, El Sol Sale para Todos, Grupo Las Catalinas, El Farolito, Santo Niño, La Tecolota, Minarsa y Juan Carlos.

V. ESTUDIO DE CAMPO

“Estudio Geológico-Minero de la Mina La Mixteca, Municipio de Santiago Tamazola, Estado de Oaxaca”

V.1.- Objetivo

El presente trabajo tiene como propósito definir y analizar el potencial geológico-minero de barita en la mina "LA MIXTECA"; para esto fue necesario conocer las características físicas y geológicas de la zona de estudio con la finalidad de incrementar las reservas, ampliar el tonelaje positivo de los cuerpos conocidos y programar nuevas obras que permitan el mejor desarrollo técnico de la mina. Se elaboró un plan para explorar, preparar y explotar en una forma racional, así como tratar de abaratar los costos de extracción.

V.2.- Trabajos Anteriores

No se conoce algún tipo de estudio realizado en la zona; sin embargo, los estudios más cercanos son del Ing. Mario Ruiz Castellanos en su "Reconocimiento Geológico en el Área de Mariscala-Amatitlán, Estado de Oaxaca", 1970, libro guía de la excursión México-Oaxaca.

El otro es el de los Ings. Javier Gaytán Morán y José Manuel Gaona Ríos, 1977, del Fideicomiso de Minerales No Metálicos No Mexicanos el "Estudio Geológico Preliminar del Yacimiento de Barita en el Fundo Sta. Teresita, Mpio. de San Juan Iqualtepec, Oax."

V.3.- Método de Trabajo

La exploración se llevó a cabo mediante las siguientes actividades:

- Reconocimiento geológico del área, que sirvió para determinar la potencialidad e importancia de la misma.
- Levantamiento geológico a detalle de la mina La Mixteca.
- Se tomaron muestras de barita de la mina La Mixteca para su análisis químico.

V.4.- Aspecto Legal

El lote "La Mixteca" con una superficie de 100 ha queda amparado bajo el título de concesión minera de explotación número 172137 Exp. Núm. 7616 registrado en la agencia de minería Oaxaca, Oax., a favor de Barita de Apatzingán, S. A., en el año de 1983.

"La Mixteca" se encuentra ubicada en el paraje conocido como El Mango, en la falda oeste del cerro El Limón dentro de los terrenos del poblado de Santiago Tamazola.

El punto de partida está marcado en los planos como P.P. mismo del Lote "La Mixteca" T. 133473 Cata de 1.50 x 1.50 m de sección y 5.00 m de profundidad, localizada en el extremo SW de un corte a tajo abierto en la falda oeste del cerro El Limón.

Relación de la mojonera de localización al P.P. oeste y 20 m.

DATOS DEL PERÍMETRO

<i>LADO</i>	<i>RUMBO</i>	<i>LONGITUD EN METROS</i>	<i>COLINDANCIA</i>
A-1-2	Este	500	Terreno libre
2-3	Sur	1000	Terreno libre
3-4	Oeste	1000	Terreno libre
4-5	Norte	1000	Terreno libre
5-A-1	Este	500	Terreno libre

Liga:

P.P. Sol a mojonera auxiliar- SE 77°07'10" y 230.45 m. Visuales de M.A. a:

Cruz capilla Guadalupe de Santiago Tamazola NE 63° 34' 30"

Cima cerro del Gavilán SW 21° 25' 10"

Cima cerro del Ocote NW 13° 19' 00"

La vigencia de esta concesión termina el 25 de septiembre del 2008.

VI. GEOGRAFÍA

VI. 1.- Localización

El área de estudio se localiza al suroeste del poblado de Huajuapán de León, en el cerro el Limón, mpio. de Santiago Tamazola, estado de Oaxaca.

Las coordenadas geográficas del yacimiento son:

17° 43' 30" de Latitud Norte

98° 11' 53" de Longitud Oeste

VI.2.- Vías de Acceso

Existen dos principales accesos al yacimiento:

a) Uno se efectúa y se considera como el mejor acceso al yacimiento; parte de Huajuapán de León, Oaxaca, por una carretera estatal pavimentada de 70 kilómetros hasta llegar al poblado de Mariscala de Juárez; posteriormente, por un camino de terracería de 40 kilómetros en buenas condiciones se llega al poblado de Santiago Tamazola; de aquí se recorren 8 kilómetros por brecha hacia el SW para llegar a la mina.

b) El otro es a partir del poblado de Acatlán, Puebla, por la carretera No. 190 hacia Izúcar de Matamoros, a la altura del kilómetro 6 existe una desviación al sur, rumbo a Francisco González Bocanegra que llega al poblado Guadalupe Santa Ana, con un recorrido de 20 kilómetros de carretera pavimentada. A partir de Guadalupe se transita por un camino de terracería en condiciones regulares hasta el poblado de Mariscala en una distancia de 30 kilómetros; de Mariscala a Tamazola existen 40 kilómetros y de ahí 8 kilómetros para llegar a la mina de barita "La Mixteca". (Fig. 10).

VI.3.- Fisiografía

El área de estudio pertenece a la zona montañosa de Guerrero-Oaxaca (Álvarez Jr., 1958), que puede considerarse como continuación de la Zona Montañosa de la Costa del Sureste; incluye 2 cuencas marinas que naturalmente le dan ciertas características fisiográficas diferentes.

La mayor, denominada de Oaxaca o de Tamazulapa, se encuentra separada de la cuenca del balsas por el levantamiento metamórfico de Acatlán. Está constituida por lutitas del Jurásico y Cretácico Inferior, calizas y evaporitas del Cretácico Superior. La península de Tehuacán o de Oaxaca divide esta cuenca de la Sierra Madre Oriental y está constituida por esquistos del Paleozoico Inferior, en los cuales se encuentran



FIGURA 10. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA MINA LA "MIXTECA" MUNICIPIO DE S. TAMAZOLA. ESTADO DE OAXACA

numerosas pegmatitas.

La menor o valle de Oaxaca está constituida por esquistos, calizas y lutitas del cretácico en la parte occidental; por intrusiones de granodiorita y diabasa en la parte austral; en la parte central por tobas riolíticas verdosas.

La provincia está limitada al norte por la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, al noroeste por la Llanura Costera del Golfo Sur, al oriente por la provincia fisiográfica de la Cordillera Centroamericana y al sur con el Océano Pacífico.

VI.4.- Orografía

La región estudiada queda ubicada dentro de una zona en la que se observa una topografía de fuertes pendientes orientada NW -SE con perfiles redondeados que forman cerros y cañadas como son la cañada Costal Quemado, cañada San Juan y cañada del Huerto entre otras, con una altitud promedio de 1,600 m.s.n.m.

VI.5 Hidrografía

El drenaje de la zona está compuesto por arroyos en una red de tipo dendrítico que vierten sus aguas al río Santa Rosa, tributario del río Mixteco, y que es uno de los afluentes del río Balsas, el cual desemboca en el Océano Pacífico. La única cuenca hidrológica es la del Balsas-Mexcala.

Los arroyos en algunos sitios forman pequeños valles que se utilizan para el cultivo; los de mayor extensión son los del río Mixteco y del Tototaya.

VII. GEOLOGÍA

VII.1.- Geología Regional

Las rocas expuestas en la región consisten principalmente de metamórficas, que pertenecen al Precámbrico (Complejo Basal) y al Paleozoico (Formación Acatlán). También están presentes rocas sedimentarias como son las lutitas del Jurásico Medio y calizas del Cretácico Inferior.

Las rocas ígneas se originan en el Terciario y están representadas por tobas, andesitas, ignimbritas e intrusivas ácidas.

VII.1.1 Litología y Estratigrafía

Complejo Basal (Complejo Oaxaqueño) Precámbrico Tardío.

Se trata de una secuencia de paragneises de composición granítico, compuesta de feldespato y micas con cantidades apreciables de apatita.

En los valles centrales de Oaxaca es muy característica la presencia de mármol cipolino y de pegmatitas, ya sea en forma intrusiva o concordante a la foliación del gneis.

En el área de estudio el gneis presenta una foliación bien definida. Esta secuencia paragneisica de acuerdo a Ortega (1997), sobreyace concordantemente a un complejo ortogneisico de composición graboide-anortosítica. Los metasedimentos (Fries, et al. 1974), dan una edad de deformación y metamorfismo de 900 a 1100 m.a., por lo que al Complejo Oaxaqueño se le considera del Precámbrico Tardío.

Formación Acatlán

Antecedentes. Esta unidad ha sido nombrada de varias maneras: Cuando Ordóñez (1906) se refirió a ella, la denominó Formación Acatlán, posteriormente Salas (1949) utilizó el término Esquistos Acatlán al referirse a los esquistos que afloran y circundan al pueblo de Acatlán, Puebla. Fries (1965), prefirió ampliar el término Formación Acatlán únicamente para identificar a la secuencia de rocas plegadas y afectadas por metamorfismo de bajo grado y que afloran en el área de Acatlán, desde luego anotó con especial cuidado que no considera como parte de la misma formación a las rocas gnéisicas de Oaxaca y Guerrero.

La Formación Acatlán tal como la define Fries (1965) está presente en la región de

Tlaxiaco y es la que forma el basamento de la columna sedimentaria mesozoica, también aflora en la zona de Tamazola con gran amplitud.

La roca predominante en la Formación Acatlán es el esquisto, en la variedad de esquisto de cuarzo, esquisto sericitico y de clorita. Ocasionalmente se observan también filitas de color verde que por intemperismo presentan una tonalidad rojiza. Se distingue de las demás formaciones de la región por su grado de metamorfismo, sus vetas de cuarzo blanco lechoso y por sus bolsones de mica blanca que exhibe con profusión.

Fries y Rincón Orta (1965), a partir de un pórfidoclasto de microclina en augenesquisto, le estimaron por el método de rubidio-estroncio una edad absoluta de 448 m.a. \pm 175 m.a. El resultado obtenido posteriormente sobre la misma roca pero por el método plomo-alfa (Fries, 1966), revela una edad de 150 m.a. \pm 60 m.a. la cual la coloca en el Paleozoico Temprano-Precámbrico Tardío. Finalmente Ruiz Castellanos (1970), la considera del Paleozoico Inferior porque las determinaciones radiométricas así lo indican, además porque supone al igual que Salas (1949), que el metamorfismo íntimamente relacionado con el esquisto Acatlán ocurrió durante la Revolución Apalachiana. Por otra parte, el mismo Ruiz Castellanos (1970), cita textualmente que la edad de la Formación Acatlán se restringe a la parte baja de la era Paleozoica.

Los esquistos son rocas metasedimentarias derivadas con bastante posibilidad de una serie de estratos de naturaleza arcillosa. El mecanismo que cambió las rocas sedimentarias en metamórficas quizás halla tenido un origen orogénico, sin embargo, muchos especialistas entre ellos Turner y Verhoogen (1963), consideran que los esfuerzos orogénicos no bastan para dicha transformación pero que la favorecen por los ajustes químicos que provocan en la naturaleza íntima de las rocas.

Era Mesozoica

Las rocas mesozoicas están escasamente representadas, dado que sus principales afloramientos se localizan en la porción occidental y en algunas ventanas al oriente.

Dentro del mesozoico existen dos conjuntos con características litológicas bien definidas; en la parte inferior en contacto discordante con esquistos de la Formación Acatlán se presenta una secuencia de lutitas y areniscas del Jurásico Medio; la localidad tipo se localiza en la loma del Zorrillo, Barranca del Carrizo al NE de San Juan Diquiyú,

Oaxaca.

La parte superior consiste de bancos de caliza y dolomías en menor cantidad, por la similitud litológica de esta roca con la de la Formación Morelos, se considera que deben asignarse a esta formación.

Formación Morelos (Cretácico Superior)

Este nombre fue utilizado por vez primera por Fries (1960), para referirse a una sucesión de caliza y dolomía; incluye un miembro inferior de anhidrita y yeso. Aflora en los estados de Morelos, México y Guerrero y se le asigna una edad Albiana y Cenomaniana Temprana.

Anteriormente varios autores habían utilizado el nombre de Formación Cipiapa empleado inicialmente por Aguilera (1906) para referirse a rocas similares que afloran en la porción central y meridional de Puebla. Pérez Ibargüengoita y colaboradores (1965), optaron por utilizar el nombre de Formación Morelos por el de Cipiapa, también desecharon el nombre de Caliza Petlalcingo que Salas (1949) acuñó refiriéndose a las mismas rocas. Los afloramientos de estas rocas tienen una reducida extensión dentro del área estudiada.

La Formación Morelos sobreyace discordantemente a la Formación Acatlán del Paleozoico Inferior. La base de la Formación Morelos está constituida por yeso.

Era Cenozoica

El Terciario está representado por diferentes unidades como depósitos clásticos continentales, rocas volcánicas intermedias a básicas y rocas volcánicas ácidas a intermedias.

Los depósitos clásticos continentales descansan sobre rocas del Paleozoico y forman el primer depósito terciario en el área. La litología se caracteriza por la presencia de cuerpos conglomeráticos en abundancia, se pueden distinguir dos miembros diferentes: el inferior es un conjunto conglomerático rojizo mal seleccionado con cantos calcáreos en la porción oriental. La parte superior contiene cantidades importantes de lava, tobas y sedimentos finos.

Entre las rocas de estos afloramientos destacan intercalaciones de areniscas y lutitas de color verde que forman bancos de espesor de 2 m.

Las rocas volcánicas de composición intermedia a básica, incluyen rocas volcánicas de composición andesítica o basáltica. La litología está formada esencialmente de basaltos, brechas y tobas.

La parte basal de la unidad consiste generalmente de tobas que se han depositado sobre una superficie irregular conformada por rocas clásticas pertenecientes a la unidad descrita anteriormente. La zona de contacto entre estas capas tobáceas tiene una aureola de metamorfismo de contacto que se manifiesta por un cambio de coloración.

Los basaltos presentan características muy similares a lo largo de todos los afloramientos en que se les encuentra, son rocas de color gris oscuro en una matriz afanítica.

Las rocas volcánicas ácidas a intermedias se encuentran hacia la cima de la secuencia y consisten de rocas piroclásticas y lavas de composición variable entre andesita y riolita con estructura fluida común; se considera que pertenecen al Terciario Superior. Esta unidad subyace en concordancia a rocas volcánicas intermedias a básicas.

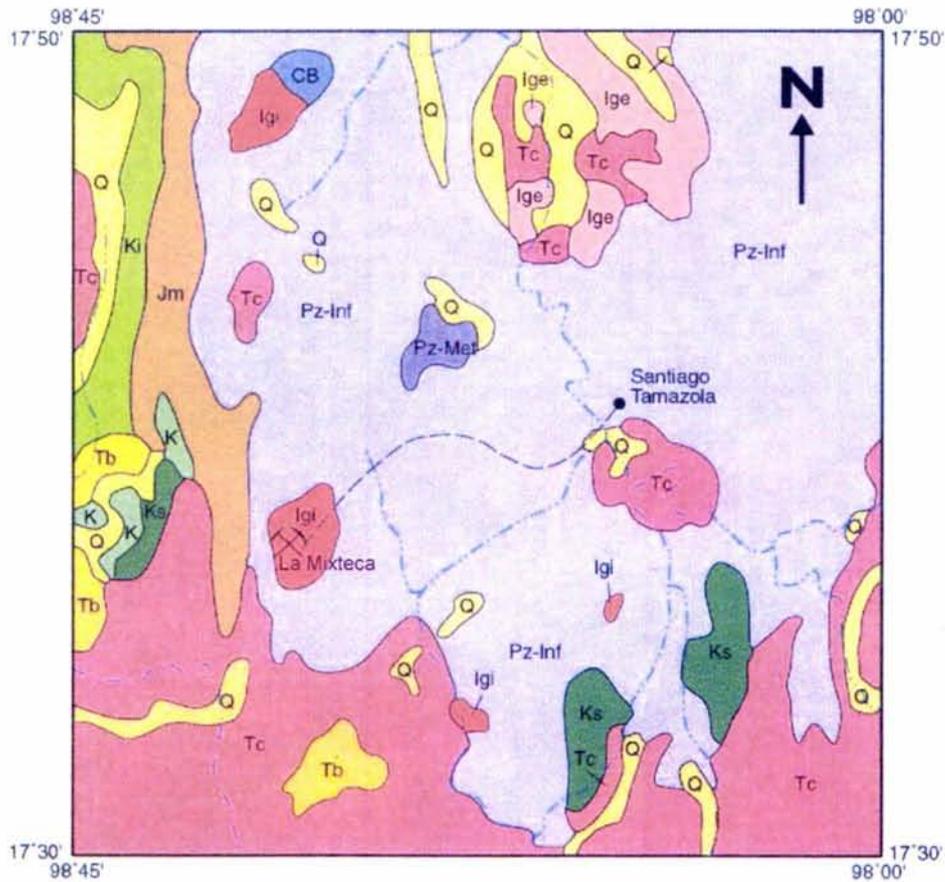
Aluvión

El aluvión consiste de pequeños espesores de gravas, arenas y arcillas y material de talud acumulado principalmente en los bordes de los arroyos; ocupa una pequeña parte dentro del área de estudio debido a la abrupta topografía. (Fig.11).

VII.1.2.- Geología Histórica

Con base en fechas geocronológicas conocidas, (Fries, et al, 1966), se ha establecido que durante el Paleozoico Temprano existió una cuenca en la que se depositaron sedimentos pelíticos y simultáneamente existió un vulcanismo que produjo lavas y otros materiales; la secuencia resultante es típica de depósitos de litoral donde se interestratifican sedimentos marinos, volcánicos y depósitos continentales.

Durante el Devónico y Silúrico, la cuenca fue sepultada por efectos de un metamorfismo de bajo grado, plegada y erosionada, por lo que en el Mississipico y



EXPLICACIÓN

Q Aluvión	Ks Cretácico Superior (Conglomerado de Calizas)	Mina
Igi Igneo Intrusivo (Granodiorita)	Ki Cretácico Inferior (Lutitas)	 Camino de terracería
Tb Tobas e Ignimbritas	Jm Jurásico Medio (Lutita Calcárea)	 Poblado
Ige Igneo Extrusivo (Basalto)	Pz-inf Paleozoico Inferior (Esquisto Cuarzofeldespático)	 Contacto geológico
Tc Terciario Continental (Arseniscas y Calizas)	CB Complejo Basal (Gneis)	 Arroyo
K Cretácico Indiferenciado	Pz-met Paleozoico Metamórfico (Gneis Cuarzofeldespático)	

FIGURA 11. PLANO GEOLÓGICO REGIONAL

Pensilvanico se depositaron tobas sobre rocas metamorfoseadas. Durante este depósito existió también un vulcanismo contemporáneo representado por material tobáceo.

En el Pérmico-Triásico toda la secuencia del Paleozoico estuvo sometida a esfuerzos compresionales, lo que provocó un cambio en la estructura interna de las rocas del Paleozoico Superior con la presencia de un ligero metamorfismo y fallas de tipo inverso.

La discordancia angular entre el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior indica que existieron movimientos que originaron una regresión de los mares del Albiano, posteriormente se depositaron sedimentos indicativos de ambientes lagunar y costero.

A inicios del Terciario debieron haber ocurrido erupciones e intrusiones, ya que los conglomerados contienen abundancia de clastos de rocas eruptivas e intrusivas, algunas de tipo básico.

Durante el Oligoceno existieron manifestaciones volcánicas las cuales se pueden reconocer por la presencia de tobas dentro de la secuencia.

Hacia el final del Mioceno volvió a incrementarse la actividad ígnea y continuó así hasta el Pleistoceno, lo que dio lugar a los depósitos de barita en la zona, en forma de relleno de fallas y fracturas.

VII.1.3.- Geología Estructural

El patrón estructural que predomina en la zona está constituido por una serie de fracturas y fallas inversas, las cuales han sido producto de movimientos tectónicos compresionales y cuya orientación es de NE-SW, por donde drenan los arroyos del área de estudio. La lutita presenta un rumbo NE-SW y buzamiento de 23° al NW.

En la zona se ha identificado un sistema bien definido de fallas y fracturas, que se considera como responsable del control de la mineralización la cual se presenta en forma de vetas; dichas estructuras mineralizadas afloran en forma paralela y conservan un rumbo NE-SW con un echado promedio de 80° al NW.

Cabe mencionar que en otros yacimientos expuestos en la región, el alineamiento es NE-SW como son los depósitos de La Escondida y mina Santa Teresita.

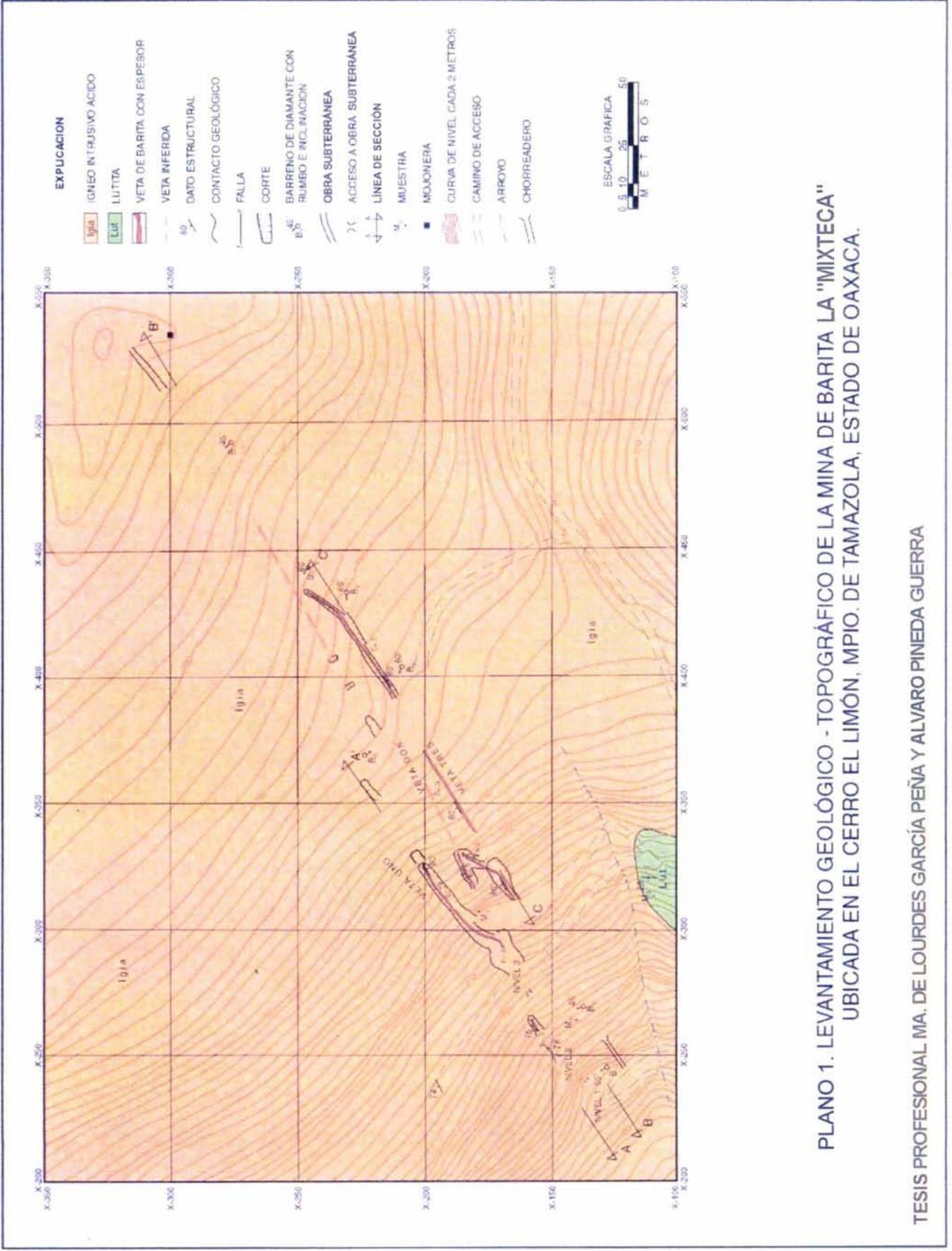
VII.2.- Geología Local

Las rocas expuestas son ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Las rocas metamórficas pertenecen a la Formación Acatlán, que está constituida por un esquistos de biotita con cristales alterados de cuarzo y feldespato de color blanco a amarillo, aflora en la porción occidental de la mina y subyace en discordancia angular a la granodiorita.

La roca ígnea es una granodiorita de color gris claro de estructura compacta, textura porfídica en el que se observan cristales de cuarzo y feldespatos; es la roca encajonante de la mineralización de barita.

La lutita es una roca sedimentaria intrusionada por la granodiorita, se presenta en la parte sur del yacimiento, es una roca de color pardo oscuro con estructura compacta y textura foliada en el que se observan ferromagnesianos alterados, su rumbo es de NE 40° SW con echado de 40° al Oeste. (Plano 1).



PLANO 1. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO - TOPOGRÁFICO DE LA MINA DE BARITA LA "MIXTECA"
UBICADA EN EL CERRO EL LIMÓN, MPIO. DE TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA.

TESIS PROFESIONAL MA. DE LOURDES GARCÍA PEÑA Y ALVARO PINEDA GUERRA

VIII. YACIMIENTOS MINERALES

VIII.1.- Mineralogía

Con base en los estudios petrográficos realizados en los laboratorios del Consejo de Recursos Minerales de cinco muestras colectadas en la mina "La Mixteca" se observó lo siguiente:

Muestra No. 1

Localidad: Sur de la mina.

La muestra queda clasificada como lutita cuarcífera con textura epiclástica con los siguientes minerales: cuarzo, feldespatos, ferromagnesianos alterados, clorita, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

Muestra No. 2

Localidad: Roca encajonante de la barita.

La muestra se clasificó como granodiorita alterada con textura holocristalina hipidiomórfica y minerales esenciales de cuarzo y feldespatos (microclina, oligoclasa, andesina) los accesorios son muscovita, biotita, apatita; entre los minerales secundarios aparecen barita, sericita, epidota, clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

La principal alteración que presenta la roca es la sericitización, lo que indica que estuvo sujeta a esfuerzos provocados por la intrusión que al mismo tiempo originó un metamorfismo de contacto de bajo grado correspondiente a las facies de albita-epidota en el que la presión y temperatura son bajas.

Muestra No. 3

Localidad: nivel 2 de la mina.

Es una barita de color claro con estructura compacta de textura cristalina; en cuanto a la descripción microscópica presenta una textura cristalina subautomórfica, la mena es barita, mientras que la ganga está compuesta por cuarzo, feldespatos, sericita, clorita, hematita y limonita.

Muestra No. 4

Localidad: muestra de núcleo colectada a 2 m de profundidad, la roca es de color gris claro con estructura compacta y textura porfídica en la que se observa cuarzo y feldespato.

Los análisis realizados en el microscopio petrográfico indican que la textura es holocristalina hipidiomórfica con cuarzo, oligoclasa, andesina y microclina; como accesorios biotita y apatita; secundarios: sericita, clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos. La muestra se clasifica como granodiorita de biotita cuya principal alteración es la sericitización. La roca presenta un metamorfismo de contacto de bajo grado correspondientes a las facies de albita-epidota.

Muestra No. 5

Localidad: muestra de núcleo del barreno número uno; granodiorita de color gris claro en la que se observa cuarzo y feldespato.

Microscópicamente presenta una textura holocristalina hipidimórfica con cuarzo, oligoclasa, andesina y microclina como minerales esenciales, secundarios como sericita, epidota, clorita, hematita. La biotita, apatita y magnetita forman los accesorios.

VIII.2.- Reservas

Para el cálculo de reservas se tomaron como base los mapas geológico-topográficos, dibujados a escala 1: 500 y los datos de barrenación; posteriormente se elaboraron secciones o proyecciones geológico-topográficas paralelas al rumbo de la veta sobre la que se formaron modelos geométricos que sirvieron para calcular las áreas; cuando no se lograron formar dichos modelos se utilizó el planímetro y se aplicó la siguiente fórmula:

$$T = V \times Pe$$

donde:

T = Toneladas

V = Volumen

Pe = Peso específico

El volumen se obtiene del producto de las áreas por el espesor promedio de veta.

La ley media se calculó de acuerdo a las características de cada veta y se realizó de la siguiente manera:

1.- Ancho de la veta por la densidad de cada uno de los bloques.

2.- La suma aritmética de los productos.

3.- La suma aritmética de los dos productos entre la suma aritmética de los anchos.

(Apéndice 1), (Planos 1, 2, 3 y 4).

A continuación se resume el cálculo de reservas en mina.

RESERVAS MINA "LA MIXTECA"

RESERVAS (TON)	VETA 1	VETA 2	VETA 3	TOTAL
POSITIVAS	5,663.204	5,466.140	2,755.445	13,884.789
PROBABLES	1,867.977	12,565.613	464.374	14,897.964
POSIBLES	9,048.489	75,928.918	5,052.000	90,029.407
TOTAL	16,579.670	93,960.671	8,291.819	118,812.160

VIII.4.- Génesis

El yacimiento de barita estudiado, queda clasificado dentro de los yacimientos teletermales (según C.F. Park y R.A. Macdiarmid, 1981), los cuales se forman por fluidos hidrotermales que han migrado tan lejos de su origen que perdieron la mayor parte de su potencial para reaccionar químicamente con las rocas circundantes. Estas fases terminales del sistema hidrotermal se denominan fluidos teletermales, en que las presiones y temperaturas son relativamente bajas, con poca o ninguna alteración de la roca encajonante.

Las rocas encajonantes sufrieron un fracturamiento del cual resultaron estructuras favorables que sirvieron como receptáculo para la mineralización.

Probablemente el mineral fue depositado a partir de aguas magmáticas ascendentes, en donde las soluciones mineralizantes estuvieron saturadas de componentes de bario, fuente que pudo haber sido derivada de una roca ígnea, la cual rellenó las fallas y fracturas que dieron origen al yacimiento de barita en la mina de La Mixteca.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IX.I.- Conclusiones

La barita (BaSO_4) es uno de los minerales de bario más comunes en la corteza terrestre y el método de explotación a usar depende de la forma, distribución, extensión del yacimiento, así como de las características de la roca encajonante, y se basa en la información geológica y en datos obtenidos con obras directas e indirectas; es uno de los minerales más importantes para la industria, sus usos son diversos, principalmente en la perforación de pozos petroleros.

México ocupa el 5° lugar en la producción nacional con 287,451.10 ton.

Los principales depósitos de barita en México se localizan en los estados de Baja California Norte, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.

La mina de barita "La Mixteca" se localiza en el cerro El Limón, Mpio. de Tamazola, Oax. Fisiográficamente la zona de estudio queda comprendida dentro de la provincia de la zona montañosa de Guerrero-Oaxaca, (Álvarez Jr., 1958).

En el área de estudio afloran rocas metamórficas de la Formación Acatlán, constituidas por un esquisto de biotita, con cristales alterados de cuarzo y feldespato, de color blanco a amarillo y se encuentra subyaciendo en discordancia angular a la roca ígnea que es una granodiorita de color gris claro, de estructura compacta y textura porfídica; se observan cristales de cuarzo y feldespato y se encuentra como roca encajonante de la mineralización de barita. Se presenta una lutita intrusionada por la granodiorita, de color pardo oscuro, con estructura compacta y textura foliada, cuyo rumbo es de NE 40° SW con echado de 40° al W.

Las reservas calculadas de esta área son:

Reservas Positivas	13, 884.789 Ton.
Reservas Probables	14, 897.964 Ton.
Reservas Posibles	90, 029.407 Ton.
Total	118, 812.160 Ton.

El yacimiento de barita estudiado se clasifica dentro de los Yacimientos Teletermales de acuerdo con la clasificación de C.F. Park y R.A. Macdiarmid, (1981) los cuales se forman por fluidos hidrotermales que han migrado tan lejos de su origen, que perdieron la mayor parte de su potencial para reaccionar químicamente con las rocas circundantes donde las presiones y temperaturas son relativamente bajas.

La roca encajonante del área se vio sometida a fracturamientos, los cuales resultaron favorables, ya que es ahí donde se deposita la mineralización, la cual probablemente fue emplazada a partir de aguas magmáticas ascendentes, consistentes en soluciones mineralizantes saturadas de soluciones con bario que dieron origen al yacimiento de barita.

IX.2.- Recomendaciones

Desde el punto de vista de la economía actual, México es uno de los principales países productores de petróleo y por tanto requiere de barita, lo que constituye uno de los minerales estratégicos más usados como lodo de perforación en la industria petrolera. Por tanto, se recomienda intensificar una exploración y explotación adecuada que permita el mejor aprovechamiento de este recurso.

Existen algunos yacimientos de barita que no cumplen con las normas de calidad para perforación de pozos, por lo que se sugiere buscar algunos métodos ya sea mecánico o metalúrgico que aumente la calidad de este mineral.

Para obtener una barita de buen peso específico es necesario un minado selectivo el cual se apoye en cribas y quebradoras.

Con la finalidad de incrementar la producción del yacimiento de barita en la Mixteca, se requiere programar nuevas obras que permitan obtener diversas fuentes de ataque, principalmente la veta 3.

APÉNDICE I

CÁLCULO DE RESERVAS

CÁLCULO DE RESERVAS VETA 1

CÁLCULO DE RESERVAS POSITIVAS

BLOQUE I

No. de Muestra	Espesor (m)	Peso Específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso Específico
1	0.50	4.10	2.05
2	0.70	4.18	2.92
3	0.80	4.20	3.36
4	0.90	4.21	3.78
5	1.20	4.22	5.06
6	1.80	4.20	7.56
7	1.70	4.20	7.14
8	1.60	4.21	6.73
9	1.40	4.20	5.88
10	1.00	4.21	4.21
11	0.80	4.18	3.34
12	0.70	4.19	2.93
	13.10		54.96

$$\text{Densidad Media} = \frac{54.96}{13.10} = 4.19$$

$$\text{Espesor Medio} = 1.09 \text{ m}$$

$$\text{Área planimetrada} = 1.240 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 1,240 \times 1.09$$

$$V = 1,351.60 \text{ m}^3$$

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$T = 1,351.60 \times 4.19$$

$$T = 5,663.204 \text{ Ton.}$$

CALCULOS DE RESERVAS PROBABLES

BLOQUE II

No. de muestra	Espesor (m)	Peso Específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso Específico
13	0.60	4.22	2.53
14	0.80	4.23	3.38
15 (Barreno 1)	1.10	4.23	4.65
3	0.80	4.20	3.36
4	0.90	4.21	3.78
5	1.20	4.22	5.06
6	1.80	4.20	5.56
	7.20		30.32

$$\text{Densidad media} = \frac{30.32}{7.20} = 4.21$$

$$\text{Espesor medio} = 1.02 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{58 \times 15}{2}$$

$$A = 435 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 435 \times 1.02$$

$$V = 443.70 \text{ m}^3$$

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$T = 443.70 \times 4.21$$

$$T = 1,867.977 \text{ Ton.}$$

CALCULOS DE RESERVAS POSIBLES

BLOQUE III

No. de Muestra	Espesor (m)	Peso Específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso Específico
6	1.80	4.20	7.56
15 (Barreno 1)	1.10	4.23	4.65
	2.90		12.21

$$\text{Densidad media} = \frac{12.21}{2.90} = 4.21$$

$$\text{Espesor medio} = 1.45$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{64 \times 16.5}{2}$$

$$A = 528.0 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 528.0 \times 1.45$$

$$V = 765.60 \text{ m}^3$$

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$T = 765.60 \times 4.21$$

$$T = 3, 223.176 \text{ Ton.}$$

BLOQUE IV

No. de Muestra	Espesor (m)	Peso Específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso Específico
16	0.5	4.21	2.10

$$\text{Área Planimetriada} = 2, 767.371 \text{ m}^2$$

Volumen = Área x Espesor

$$V = 2,767.371 \times 0.5$$

$$V = 1,383.685 \text{ m}^3$$

Tonelaje = Volumen x Peso Específico

$$T = 1,383.685 \times 4.21$$

$$T = 5,825.313 \text{ Ton.}$$

RESERVAS POSIBLES = Bloque III + Bloque IV

$$T = 3,223.176 + 5,825.313$$

$$T = 9,048.489 \text{ Ton.}$$

RESERVAS EN VETA 1

RESERVAS POSITIVAS

$$\text{BLOQUE I} = 5,663.204 \text{ Ton.}$$

$$\text{RESERVAS POSITIVAS} = 5,663.204 \text{ Ton.}$$

RESERVAS PROBABLES

$$\text{BLOQUE II} = 1,867.977 \text{ Ton.}$$

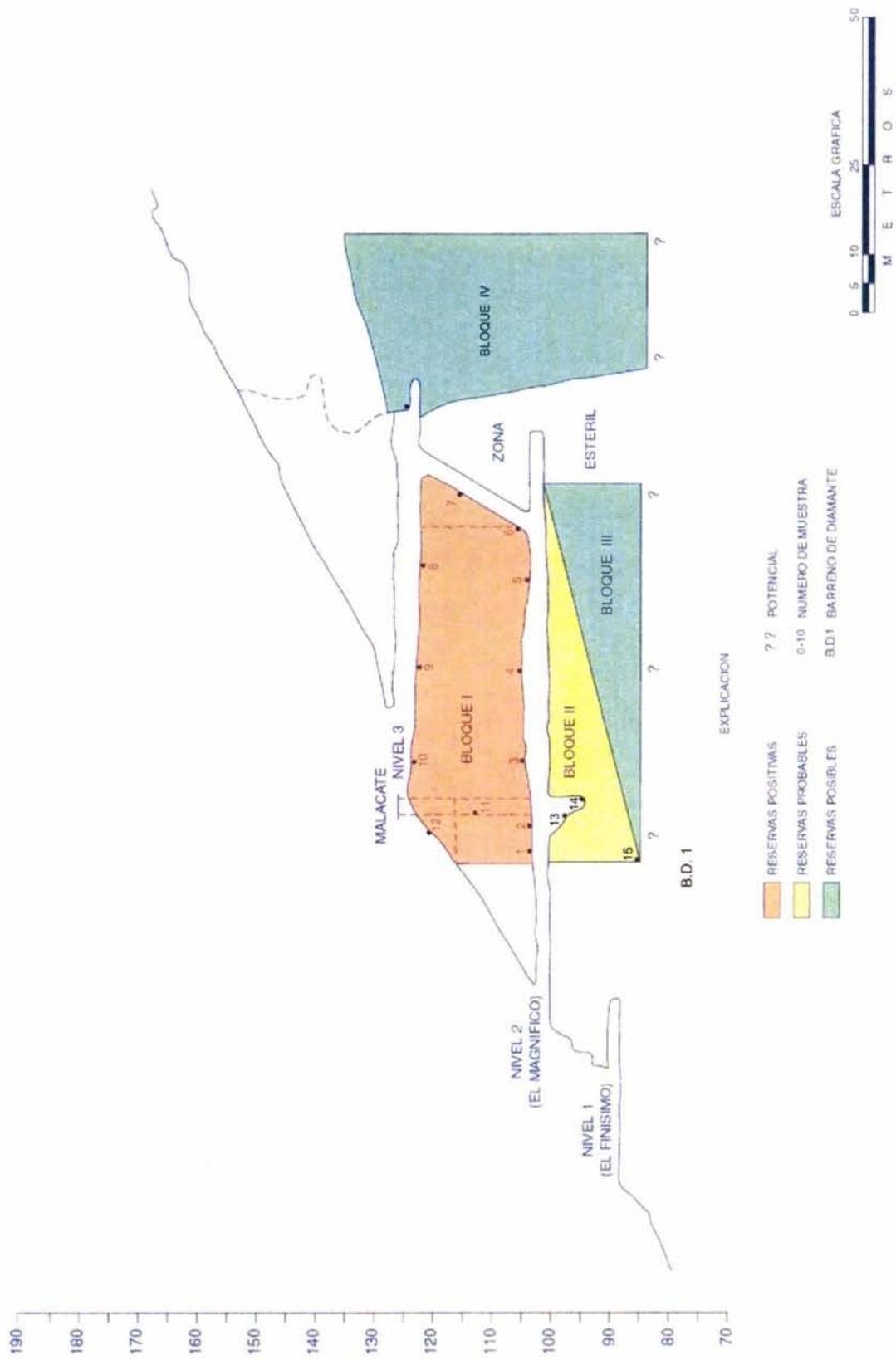
$$\text{RESERVAS PROBABLES} = 1,867.977 \text{ Ton.}$$

RESERVAS POSIBLES

$$\text{BLOQUE III} = 3,223.176 \text{ Ton.}$$

$$\text{BLOQUE IV} = 5,825.313 \text{ Ton.}$$

$$\text{RESERVAS POSIBLES} = 9,048.489 \text{ Ton.}$$



PLANO 2. SECCIÓN LONGITUDINAL A-A' DE LA VETA I (IZQUIERDA) DE LA MINA DE BARITA "LA MIXTECA" MPIO. DE TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA.

CÁLCULO DE RESERVAS VETA 2
CÁLCULO DE RESERVAS POSITIVAS

BLOQUE I

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (g/cm ³)	Espesor x Peso específico
17	1.80	4.20	07.56
18	2.30	4.21	09.68
19	2.40	4.22	10.12
20	2.90	4.22	12.23
21	2.00	4.21	08.42
22	0.60	4.21	02.52
	12.00		50.53

$$\text{Densidad media} = \frac{50.53}{12.00} = 4.21$$

$$\text{Espesor Medio} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Área planimetriada} = 571 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 571 \times 2.00$$

$$V = 1,142.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso Especifico}$$

$$T = 1,142.000 \times 4.21$$

$$T = 4,807.820 \text{ Ton.}$$

BLOQUE II

No. de Muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
23	1.50	4.22	6.33
24	1.50	4.22	6.33
25	1.80	4.23	7.61
	4.80		20.27

$$\text{Densidad media} = \frac{20.27}{4.80} = 4.22$$

$$\text{Espesor Medio} = 1.60 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{15 \times 13}{2}$$

$$A = 97.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 97.50 \times 1.60$$

$$V = 156 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso Especifico}$$

$$T = 156 \times 4.22$$

$$T = 658.320 \text{ Ton.}$$

$$\text{RESERVAS POSITIVAS} = \text{BLOQUE I} + \text{BLOQUE II}$$

$$T = 4, 807.820 + 658.320$$

$$T = 5, 466.140 \text{ Ton.}$$

CALCULO DE RESERVAS PROBABLES

BLOQUE III

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
17	1.80	4.22	7.59
18	3.10	4.22	13.08
19	3.30	4.23	13.96
20	2.80	4.22	11.81
36 (Barreno 2)	1.00	4.22	04.22
	12.00		50.66

$$\text{Densidad media} = \frac{50.66}{12.00} = 4.22$$

$$\text{Espesor Medio} = 2.40 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{41 \times 15}{2}$$

$$A = 307.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 307.50 \times 2.40$$

$$V = 738.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso Especifico}$$

$$T = 738.00 \times 4.22$$

$$T = 3, 114.360 \text{ tons.}$$

BLOQUE IV

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
32	1.0	4.23	4.23
33 (barreno 2)	0.9	4.23	3.80
34 (barreno 3)	1.0	4.23	4.23
35 (barreno 4)	0.5	4.23	2.11
26	1.2	4.22	5.06
27	0.4	4.20	1.68
28	0.1	4.19	0.42
29	0.1	4.18	0.41
30	0.05	4.19	0.21
31	0.3	4.20	1.26
	5.55		23.41

$$\text{Densidad media} = \frac{23.41}{5.55} = 4.21$$

$$\text{Espesor Medio} = 0.555 \text{ m}$$

$$\text{Área Planimetriada} = 4,081.733 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 4,081.733 \times 0.55$$

$$V = 2,244.953 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso Especifico}$$

$$T = 2,244.953 \times 4.21$$

$$T = 9,451.253 \text{ Ton.}$$

$$\text{RESERVAS PROBABLES} = \text{BLOQUE III} + \text{BLOQUE IV}$$

$$T = 3,114.360 + 9,451.253$$

$$T = 12,565.613 \text{ Ton.}$$

CALCULO DE RESERVAS POSIBLES

BLOQUE V

No. de muestra	Espesor (m)	Peso especifico (gr/cm ³)	Espesor x Peso Especifico
20	2.90	4.22	12.23
36	1.00	4.22	4.22
	3.90		16.45

$$\text{Densidad media} = \frac{16.45}{3.90} = 4.21$$

$$\text{Espesor Medio} = 1.95 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{41 \times 12.5}{2}$$

$$A = 256.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 256.25 \times 1.95$$

$$V = 499.687 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso Especifico}$$

$$T = 499.687 \times 4.21$$

$$T = 2, 103.684 \text{ Tons.}$$

BLOQUE VI

No. de muestra	Espesor (m)	Peso especifico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
23	1.50	4.22	6.33
24	1.50	4.22	6.33
32	1.0	4.23	4.23
33 (barreno 2)	0.9	4.23	3.80
34 (barreno 3)	1.0	4.23	4.23
35 (barreno 4)	0.5	4.23	2.11
31	0.3	4.20	1.26
	6.7		28.29

$$\text{Densidad media} = \frac{28.29}{6.70} = 4.22$$

$$\text{Espesor Medio} = 0.95 \text{ m}$$

$$\text{Área Planimetriada} = 18, 414.875 \text{ m}^2$$

Volumen = Área x Espesor

$V = 18,414.875 \times 0.95$

$V = 17,494.131$

Toneladas = Volumen x Peso Especifico

$T = 17,494.131 \times 4.22$

$T = 73,825.234 \text{ Ton.}$

RESERVAS POSIBLES

BLOQUE V = 2, 103.684 Ton.

BLOQUE VI = 73, 825.234 Ton.

RESERVAS POSIBLES = 75, 928.918 Ton.

RESERVAS EN VETA 2

RESERVAS POSITIVAS

BLOQUE I = 4,807.820 Ton.

BLOQUE II = 658.320 Ton.

RESERVAS POSITIVAS = 5, 466.140 Ton.

RESERVAS PROBABLES

BLOQUE III = 3, 114.360 Ton.

BLOQUE IV = 9, 451.253 Ton.

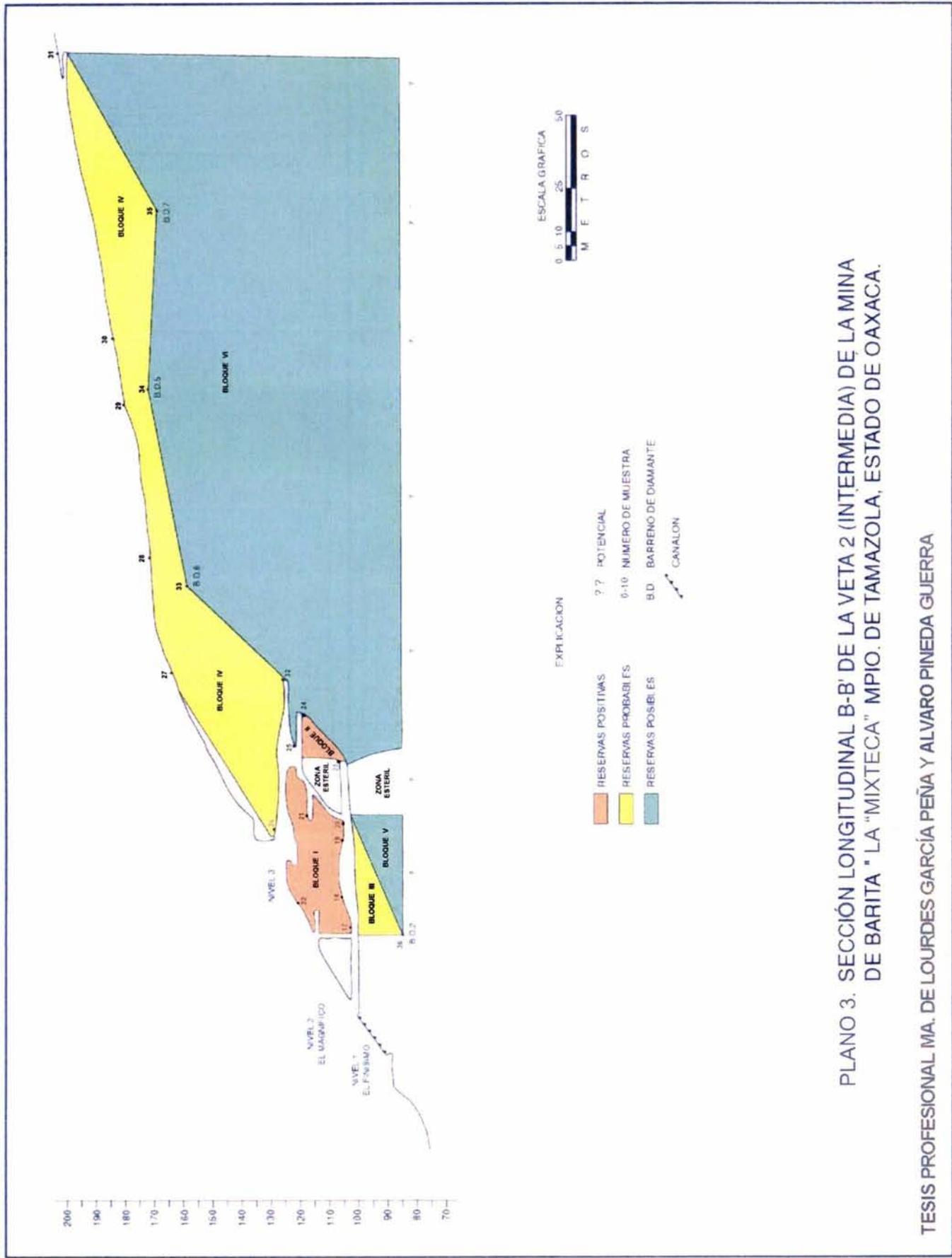
RESERVAS PROBABLES = 12, 565.613 Ton.

RESERVAS POSIBLES

BLOQUE V = 2, 103.684

BLOQUE VI = 73, 825.235

RESERVAS POSIBLES = 75, 928.918 Ton.



PLANO 3. SECCIÓN LONGITUDINAL B-B' DE LA VETA 2 (INTERMEDIA) DE LA MINA DE BARITA "LA MIXTECA" MPIO. DE TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA.

CÁLCULO DE RESERVAS VETA 3
CÁLCULO DE RESERVAS POSITIVAS

BLOQUE I

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
37	0.30	4.22	1.26
38	0.20	4.22	0.84
39	0.20	4.21	0.84
40	0.90	4.20	3.78
41	0.10	4.19	0.42
42 (barreno 3)	0.85	4.23	3.60
43 (barreno 4)	0.50	4.23	2.11
44 (barreno 5)	0.50	4.23	2.11
	3.55		14.96

$$\text{Densidad media} = \frac{14.96}{3.55} = 4.21$$

$$\text{Espesor medio} = 0.44$$

$$\text{Área Planimetriada} = 1,487.500$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{espesor}$$

$$V = 1,487.500 \times 0.44$$

$$V = 654.500$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso específico}$$

$$T = 654.500 \times 4.21$$

$$T = 2,755.445 \text{ Ton.}$$

CÁLCULOS DE RESERVAS PROBABLES

BLOQUE II

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
37	0.30	4.22	1.26
42 (barreno 3)	0.85	4.23	3.60
43 (barreno 4)	0.50	4.23	2.11
44 (barreno 5)	0.50	4.23	2.11
	2.15		9.08

$$\text{Densidad media} = \frac{9.08}{2.15} = 4.22$$

$$\text{Espesor medio} = 0.537 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{75.50 \times 5.50}{2}$$

$$A = 207.625 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor medio}$$

$$V = 207.625 \times 0.53$$

$$V = 110.041 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso específico}$$

$$T = 110.041 \times 4.22$$

$$T = 464.34 \text{ Ton.}$$

$$\text{RESERVAS PROBABLES} = 464.374 \text{ Ton.}$$

CÁLCULO DE RESERVAS POSIBLES

BLOQUE III

No. de muestra	Espesor (m)	Peso específico (gr/cm ³)	Espesor x Peso específico
37	0.30	4.22	1.26
44 (barreno 5)	0.50	4.23	2.11
	0.80		3.37

$$\text{Densidad media} = \frac{3.37}{0.80} = 4.21$$

$$\text{Espesor medio} = 0.40$$

$$\text{Área} = b \times h$$

$$A = 125 \times 24$$

$$A = 3,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$V = 3,000 \times 0.40$$

$$V = 1,200 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso específico}$$

$$T = 1,200 \times 4.21$$

$$T = 5,052.000 \text{ Ton.}$$

RESERVAS DE VETA 3

RESERVAS POSITIVAS

$$\text{BLOQUE I} = 2,755.445$$

$$\text{RESERVAS POSITIVAS} = 3,712.353 \text{ Ton.}$$

RESERVAS PROBABLES

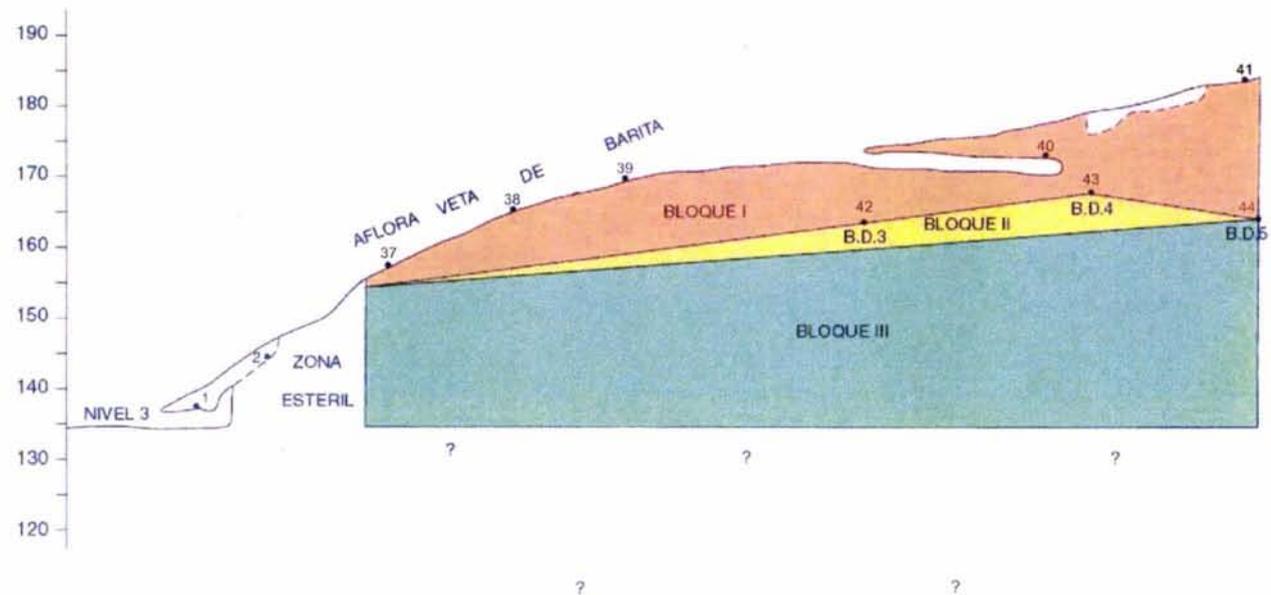
$$\text{BLOQUE II} = 464.374$$

$$\text{RESERVAS PROBABLES} = 464.374 \text{ Ton.}$$

RESERVAS POSIBLES

BLOQUE III = 5,052.000

RESERVAS POSIBLES = 5,052.000 Ton.



EXPLICACION

- | | |
|--|--------------------------|
| RESERVAS POSITIVAS | ?? POTENCIAL |
| RESERVAS PROBABLES | 0-10 NUMERO DE MUESTRA |
| RESERVAS POSIBLES | B.D. BARRENO DE DIAMANTE |



PLANO 4. SECCIÓN LONGITUDINAL C-C' DE LA VETA 3 (DERECHA) DE LA MINA DE BARITA " LA "MIXTECA" MPIO. DE TAMAZOLA, ESTADO DE OAXACA.

APÉNDICE II
FOTOGRAFÍAS



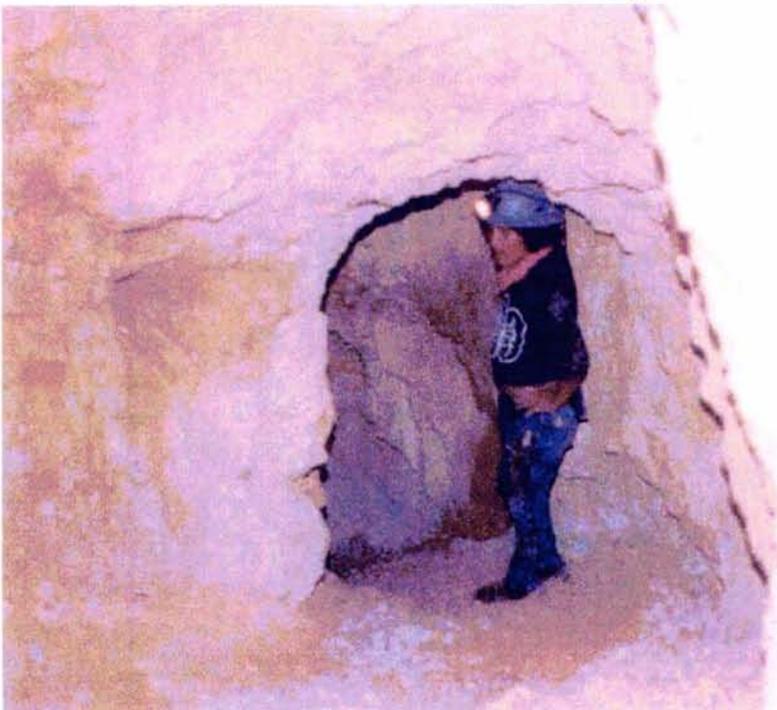
Fotografía No. 1. Obra en explotación del nivel 2.



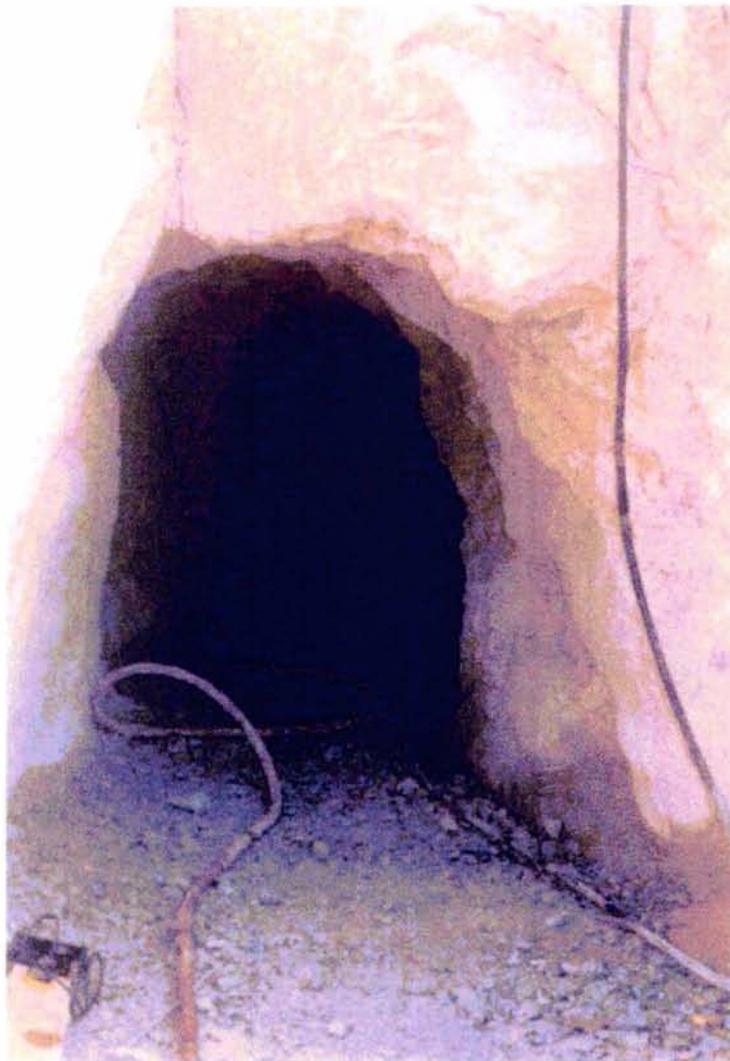
Fotografía No. 2. Nivel 2 mostrando un pilar para seguridad



Fotografía No. 3. Entrada a la mina de barita "la Mixteca" en su nivel 2.
Se observan las vetas **1 y 2**.



Fotografía No. 4. Obra que comunica el nivel 1 con el nivel 2. Esta comunicación se realizó sobre mineral de barita



Fotografía No. 5. Entrada al nivel 1 de la mina de barita "La Mixteca"



Fotografía No. 6. Patio de almacenaje de barita en la mina "la Mixteca"



Fotografía No. 7. Nivel de explotación 1 en la mina de barita la mixteca.
Al fondo se observa la barita va extraída.



Fotografía No. 8 . Barita almacenada en el patio del nivel 1 de explotación.



Fotografía No. 9 . Patio de Almacenaje de barita en el poblado de El Fraile, Oaxaca.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Díaz Jorge M., 1979. Reconocimiento Geológico Minero Preliminar del Conjunto de lotes La Queta, Ejido Benito Juárez, Mpio. de Buenaventura, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080486-0879AADJ0004).
- Alvarado Méndez Héctor, 1979. Reconocimiento Geológico Geoquímico Preliminar Proyecto Villa Victoria, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (160190-1679AAMH0001).
- Andrade Rosales Felipe, 1982. Informe de la Visita de Reconocimiento a los fundos mineros "La Gloria" y "La Gloria II", ubicados en el Municipio de Aramberri, Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190022-1982AARJ0001).
- Arias Gutiérrez Miguel Ángel, 1982. Reconocimiento Geológico-Minero del lote "El Grito", mpio. de Galeana, Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190018-1982AIGM0001).
- Arias Gutiérrez Miguel Ángel, 1982. Estudio Geológico-Minero del lote Juana María, municipio de Aramberri, estado de Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190023-1982AIGM0002).
- Arias Gutiérrez Miguel Ángel, 1983. Yacimientos Minerales del Área Aramberri, estado de Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190024-1983AIGM0002).
- Arreola Razura Leonardo, 1978. Reconocimiento Geológico-Minero de los cuerpos estratiformes de barita en el lote minero Refugio, municipio de Mazatán, Sonora. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (260074-2678AERL0001).
- Arriaga G., 1986. Nuevas Clasificaciones de Yacimientos Minerales, México, trabajo inédito.
- Baca Carreón Julio César, 1979. Informe Preliminar de Reconocimiento al Área de Jaumave, Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280039-2879BACJ0001).

- Bastida Jiménez Raymundo, 1996. Informe de la Visita de Reconocimiento a los lotes mineros Griss y La Esperanza, ubicados en el municipio de Acaxochitlán, estado de Hidalgo. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (130301-1396BAJR0001).
- Briones y García Alejandro, 1976. Visita de Reconocimiento a las minas de barita de la zona de Galeana, Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190013-1976BIGA0001).
- Brizuela Venegas Luis, 1972. Informe de la Visita Preliminar a los Yacimientos de barita de la zona de Galeana, Nuevo León. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190014-1972BIVL0001).
- Brizuela Venegas Luis, 1977. Resumen de los resultados de los trabajos efectuados en las zonas de Teopantlán, Puebla; San Sebastián del Monte, Oaxaca y Zongozotla. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (210027-2177BIVL0001).
- Bustamante Yáñez Marco Antonio, 1979. Breve informe sobre el reconocimiento practicado al prospecto de barita en La Sidra, municipio de Choix, en el estado de Sinaloa. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (250114-2579BUYM0002).
- Bustillo Saynez Gonzalo, 1965. Yacimientos de Barita en el mpio. de Villa Pesquiera, Sonora. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (260015-02-2665BUSG0002).
- Caire Lomelí Luis F., 1975. Evaluación Preliminar de los Yacimientos de Barita en las proximidades de Los Cerros Prieto y Colorado, mpio. de Julimes, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080088-0875CALL0001).
- Camacho Juan Manuel, 1990. Visita de Reconocimiento Geológico-Minero del fundo Mesa de Cama, ubicado en Cebollitas, municipio de Santa María de Otaez, estado de Durango. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (100600-1090CAXM0009).

- Cárdenas Salvador, 1949. Estudio Geológico-Económico de una Porción de la Mixteca Oaxaqueña. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (200029-02-2049CASA0001).
- Casarrubias Jiménez Jesús, 1976. Barita San Sebastián del Monte, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (200094-2076CAJS0001).
- Cedillo Fortuna Víctor Manuel, 1986. Reporte de la Visita de Reconocimiento al fundo San Francisco, mpio. de Gómez Farías, Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280052-2886CEFV0001).
- Cerrón Gutarra Raúl Elías, 1979. Yacimiento de Barita en el lote San Pedro, mpio. de Gómez Farías, estado de Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280043-2879CEGR0001).
- Chairez Blanco Jesús, 1980. Informe de la Visita Preliminar al lote minero El Capulín en el mpio. de Ocampo, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050142-0580CABJ0001).
- Chairez Blanco Jesús, 1981. Informe del Convenio de Exploración con barrenación de diamante en los lotes El Cedral y María Elena, mpio. de M. Múzquiz, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050148-0581CABJ0002).
- Dana E.S., 1982. Tratado de Mineralogía, 4ª. Edición, Compañía Editorial Continental.
- De la Fuente Lavalle Fernando, 1979. Proyecto de Exploración en la zona de Valsequillo, mpio. de Villa Matamoros, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080124-0878FULF0002).
- De la Fuente Lavalle Fernando, 1974. Informe de la Visita al fundo La Playa en el Distrito Minero de Roque y La Amargosa, mpio. de Julimes, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080107-0874FULF0002).
- De León Chávez José Luis, 1985. Informe de Reconocimiento Geológico Preliminar al lote El Increíble, en el mpio. de Jilotlan-Tecalitlan, Jalisco. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (140190-1485LECJ0001).

- Espinoza Mújica Miguel, 1988. Visita de Reconocimiento al lote minero Santa Rosa mpio. de Buenaventura, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050263-0588EIMM0005).
- Fuentes Peralta Teobaldo, 1996. Informe de la Visita de Reconocimiento a los lotes mineros Rosita y Selene, ubicados en el municipio de Acaxochitlán, estado de Hidalgo. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (130302-1396FUPT0001).
- García Reyes A. Enrique, 2000. Estudio de Asesoría Geológica al lote minero El Oropel mpio. de Santiago Tenango, estado de Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (200447-2000GARA0001).
- García Reyes A. Enrique, 2000. Estudio de Asesoría Geológica al lote minero Juquila mpio. de Ayoquezco de Aldama, estado de Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (200448-2000GARA0002).
- González Arroyo Antonio, 1988. Visita de Reconocimiento al lote minero San Juan ubicado en el mpio. de San Buenaventura, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050264-0588GOAA0002).
- Herrera Mendieta Ignacio, 1984. Reconocimiento Geológico del fundo Tres Amigos ubicado en la falda sur del cerro Janoita, mpio. de Santa María de Otaez, estado de Durango. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (100369-1084HEMI0002).
- Instituto de Geología, UNAM, 1974. Carta Geológica del Estado de Oaxaca, 2ª. Edición.
- Islas López Jaime, 1996. Informe de la Visita de Reconocimiento Geológico-Minero, realizada al fundo minero Mala Noche, mpio. de Hermosillo, Sonora. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (260830-2696IALJ0001).
- Jiménez López Luis, 1958. Notas sobre parte del trabajo desarrollado en el área de Galeana, Nuevo León, para el Inventario de barita y fluorita del Norte de la República. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (190006-1958JILL0001).

- López Méndez Tayde Adriana, 2004. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2003 Edición 2004. Consejo de Recursos Minerales-Dpto. de Estadística Minera.
- Martínez Ramos Carlos, 1981. Informe sobre la visita de reconocimiento realizada en el lote La Luz, municipio de Saltillo, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050123-0581MARC0001).
- Martínez Ramos Carlos, 1986. Visita de Reconocimiento al lote Minero Minarsa, mpio. de Mazapil, Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (320341-3286MARC0002).
- Martínez Ramos Carlos, 1986. Visita de Reconocimiento al lote minero Juan Carlos, mpio. de Mazapil, Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (320343-3286MARC0001).
- Mendoza Hernández Hermilo, 1981. Geología de los Yacimientos de Barita Sedimentaria en Mazatán, Sonora, Tesis Profesional, I.P.N.-E.S.I.A.
- Moser Linde, 1956. "Barite" Summary Report on Deposits and Concentration.
- Munguía R.P., 1971. Estudio Geológico y Potencial de los Recursos Minerales en el Estado de Colima, Tesis Profesional, I.P.N.-E.S.I.A.
- Muñoz Solís Raúl, 1986. Informe de Exploración Geológico-Minero del lote La Reyna, mpio. de Sahuaripa, Sonora. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (260351-2686MUSR0001).
- Orozco Sánchez Manuel Diego, 1982. Visita de Reconocimiento al fundo New York, mpio. de Tecamatlán, edo. De Puebla. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (210074-2182OOSM0001).
- Park C.F. y MacDiarmid R.A., 1981. Yacimientos Minerales, Barcelona, Editorial Omega.
- Payan González Rene, 1984. Visita de Reconocimiento al fundo minero El Refugio, mpio. de Mapimí y San Pedro, estado de Durango. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (100262-1084PAGR0001).
- Pérez Peña Adán, 1946. Estudio Geológico-Económico de los mantos de barita, ubicados en la Sierra de Santa Rosa, Múzquiz, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050028-0546PEPA0001).

- Pineda Ramírez Álvaro, 1990. Explotación Metalúrgica y Comercialización de Minerales No Metálicos, México, trabajo inédito.
- Priego de Wit Miguel, 1978. Estudio Geológico Regional del área de los yacimientos de barita en el mpio. de Julimes, estado de Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080226-0878PIWM0001).
- Ramírez Olvera Enrique, 1978. Reconocimiento Preliminar de Prospectos de barita en la Región de Parral, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080230-0878RAOE0003).
- Rivera Martínez José Carlos, 1991. Informe de la Visita de Reconocimiento al lote minero Blanquita, mpio. de Cuatrociénegas, Coahuila. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (050382-0591EIMC0007).
- Robertson R.H.S. Mineral Use Guide
- Ruiz Castellanos M., 1970. Reconocimiento Geológico en el Área de Mariscal-Amatitlán, estado de Oaxaca, Libro Guía de la Excursión México-Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana.
- Segura Sandoval Rogelio, 1978. Informe Geológico fundo Tayde, mpio. de Julimes, Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (080081-0878SESR0001).
- Smirnov V.I., 1982. Geología de Yacimientos Minerales, U.R.S.S., Editorial Mir, Moscú.
- Stanley J.L., 1975. Industrial Minerals and Rocks, Editorial Board, 4a. Edición.
- Tavera Amezcua E., 1960. Yacimientos de Barita en el Distrito de Galeana, N.L., Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Boletín 55.
- Tedorenko Alejandro, 1982. Estudio de inversión en yacimientos de mineral barita de la Reserva Jaumave del estado de Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280085-2882TEAL0001).
- Terán Martínez Guillermo, 1985. Informe de Exploración Geológico-Minero del fundo Irene, mpio. de Ensenada, Baja California. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (020053-0285TEMG0001).

- Torres Duran Valente, 1986. Estudio Geológico-Minero de los lotes La Pantera y El Tigre, mpio. de Jaumave, Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280058-2886TODV0002).
- Torres Duran Valente, 1986. Reporte de la Vista de Reconocimiento al fundo Buenos Aires, mpio. de Llera, Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280055-2886TODV0003).
- Vargas Beltrán Bonifacio, 1977. Evaluación Geológica Preliminar de los depósitos de barita de San Sebastián del Monte, mpio. de Sto. Domingo Tonalá, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales (200096-2077VABO0001).
- Vargas Beltrán Bonifacio, 1978. Evaluación Geológica-Minera de los Depósitos de Barita, del mpio. de Zongozotla, Puebla. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (210067-2178VABB0001).
- Vargas Beltrán Bonifacio, 1977. Evaluación Geológica Preliminar de los Depósitos de Barita, del mpio. de Teopantlan, Puebla. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (210066-2177VABB0002).
- Vélez López Julio, 1980. Reconocimiento Geológico al lote El Increíble y mina La Codicia, mpio. de Jilotlán y Tecalitlán, Jalisco. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (140088-1480VELJ0001).
- Villasana Hernández Marco A., 1980. Informe de la Visita Preliminar a los fundos mineros del área Jaumave, Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (280047-2880VIHM0001).
- Virgen Magaña Angel, 1987. Informe de la Visita de Reconocimiento al yacimiento de barita ubicado en el Ejido Fco. I. Madero, mpio. de Cintalapa, Chiapas. Consejo de Recursos Minerales-Archivo Técnico (070046-0787VIMA0001).