

10
2e)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DEL
YACIMIENTO DE LA MINA "EL SOCORRO",
EDO. DE PUEBLA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

DIEGO EDGAR CRUZ LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. GERMAN ARRIAGA GARCIA.



MEXICO, D. F.

1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

268078



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-015

SR. DIEGO EDGAR CRUZ LOPEZ
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 :

**ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DEL YACIMIENTO DE LA MINA "EL SOCORRO",
EDO. DE PUEBLA**

	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	GEOGRAFIA
III	FISIOGRAFIA
IV	GEOLOGIA REGIONAL
V	GEOLOGIA LOCAL
VI	YACIMIENTO DE LA MINA EL SOCORRO
	CONCLUSIONES
	RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFIA
	PLANOS E ILUSTRACIONES

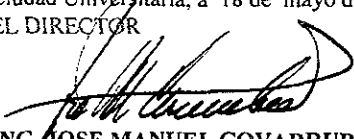
Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

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

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Ciudad Universitaria, a 18 de mayo de 1998
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS*RLLR*gtg

INDICE

	Resumen.....	1
I.-	Introducción.....	3
	I.1) - Objetivo de estudio.....	3
	I.2).- Estudios previos.....	5
	I.3).- Método de trabajo.....	6
II.-	Geografía	
	II.1).- Localización y acceso.....	8
	II.2).- Infraestructura.....	9
	II.3).- Clima.....	10
III.-	Fisiografía	
	III.1).- Provincia fisiográfica.....	12
	III.2).- Geomorfología.....	13
	III.3).- Hidrografía.....	13
IV.-	Geología Regional.....	15
	IV.1).- Estratigrafía.....	15
	IV.2).- Tectónica.....	22
V.-	Geología Local.....	25
	V.1).- Estratigrafía de la zona.....	25
	V.2).- Geología estructural.....	28
	V.3).- Geología histórica.....	29
VI.-	Yacimiento de la Mina El Socorro	
	VI.1).- Roca encajonante.....	32
	VI.2).- Alteración hidrotermal.....	34
	VI.3).- Estructuras.....	35
	VI.4).- Paragénesis.....	38
	VI.5).- Génesis.....	39
	VI.6).- Leyes.....	40
	VI.7).- Cálculo de Reservas.....	41
	Conclusiones.....	63
	Recomendaciones.....	65
	Bibliografía	

R e s u m e n

El yacimiento El Socorro se encuentra localizado en la parte sureste del estado de Puebla, en la porción central de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio presentan una variación de edad que va del Paleozoico Inferior (?) al Terciario

Existen dos orientaciones estructurales principales con rumbo N 45° W y N 45° E; estos rasgos están presentes en rocas Paleozoicas y en los depósitos Terciarios.

En el contacto del pórfido andesítico y la Formación Balsas se observa un cambio en la posición estructural de los conglomerados afectados por la intrusión del pórfido andesítico.

Localmente existen fallas y fracturas longitudinales variables y con rumbo general NW 60° SE y E - W con echados 70° - 80° tanto al NE como al SW.

La mineralización se encuentra en forma de relleno de cavidades : vetillas y cuerpos masivos de poca dimensión denominados "Clavos".

La mineralización económica de la mina se encuentra alojada en dos vetas en forma de cuerpos tabulares arriba del nivel freático.

CAPITULO I

INTRODUCCION

I.1).- Objetivo del Estudio.

I.2).- Estudios Previos

I.3).- Método de Trabajo.

INTRODUCCION

El estado de Puebla es considerado como una entidad de bajo desarrollo minero - metálico en el ámbito nacional. Su desenvolvimiento minero se encuentra en la explotación y comercialización de minerales no metálicos, mientras que los metálicos se han quedado rezagados por falta de prospección en las escasas áreas de interés con que cuenta el Estado.

Por esta razón, se han intensificado estudios exploratorios por parte del Consejo de Recursos Minerales, a través de la Subgerencia Regional Zona Sur, para desarrollar prospectos de yacimientos de minerales metálicos, económicamente explotables.

I.1).- *Objetivos del Estudio.*

La finalidad que se persigue en el presente estudio atiende los siguientes objetivos:

- Es necesario integrar la minería mexicana. Se deben ampliar las posibilidades para un desarrollo nacional; de esta manera, se fortalecerá la economía y la dependencia tecnológica en un futuro no muy lejano disminuirá; el país puede tener, como resultado de una política adecuada, autosuficiencia. Los resultados obtenidos en el área de estudio abren las posibilidades de contener mineralizaciones económicas y por tanto se debe incrementar el apoyo a la continuación de trabajos de exploración.
- Todo el conjunto de estudios requeridos entra en una fase que puede denominarse de investigación básica que tendrá como fin utilizar tecnología moderna donde es conveniente

la participación de las Instituciones de Educación Superior relacionadas con la industria minera.

- Es imprescindible crear polos o puntos de desarrollo en diferentes regiones, ya que al mismo tiempo se influye en el desenvolvimiento de asentamientos humanos y se contribuye al crecimiento económico, social e industrial de estos lugares y del país en general.

I.2).- Estudios Previos.

- Informe preliminar sobre la mina de oro “El Socorro”, Municipio de Izúcar de Matamoros, Pue.
Ing. Manuel Villafaña
Octubre de 1954

- Informe de la mina “El Socorro”, Municipio de Izúcar de Matamoros, Pue.
Dr. Frits J. Werre Keeman.
Enero de 1979.

- Informe Geológico - Evaluativo de la mina “El Socorro”, oro, plata y plomo, Municipio de Izúcar de Matamoros, Pue.
Ing. Héctor T. Solís Muñoz.
Pas. Miguel Angel Aguilera Martínez.
Febrero de 1982.

- Informe Geológico - Evaluativo final de la Mina “El Socorro”, oro, plata y plomo, Municipio de Izúcar de Matamoros, Pue.
Ing. Héctor T. Solís Muñoz
Ing. Miguel Angel Aguilera Martínez.
Diciembre de 1982.

1.3).- Método de Trabajo

El método de trabajo consistió en lo siguiente :

- 1).- Recopilación de la información bibliográfica existente.
- 2).- Interpretación de fotos aéreas de escala aproximada 1:60,000 línea 14, foto 6, 7 y 8 de la compañía aerofoto, después de la fotointerpretación correspondiente se vaciaron estos datos al fotomosaico 276 de escala 1:20,000.
- 3).- La fotointerpretación se comprobó en el área por medio de caminamientos que se hicieron sobre las barrancas y prominencias topográficas.
- 4).- Las obras mineras se levantaron a brújula y cinta a escala 1:300 y se efectuó un muestreo.
- 5).- Se hicieron estudios petrográficos y mineragráficos.

CAPITULO II

GEOGRAFIA

II.1).- Localización y Acceso

II.2).- Infraestructura

II.3).- C l i m a

II.1).- Localización y Acceso.

La zona de la mina el Socorro se localiza en la porción sur del estado de Puebla a 17 km al SSE, de Izúcar de Matamoros, Pue.

Las Coordenadas geográficas son :

18°27' y 18°32' de Latitud Norte

98°23' y 98°30' de Longitud Oeste

La porción donde se hizo estudio de semidetalle y detalle se ubica dentro de las siguientes coordenadas .

18°27' y 18°28' de Latitud Norte

98°25' y 98°26' de Longitud Oeste

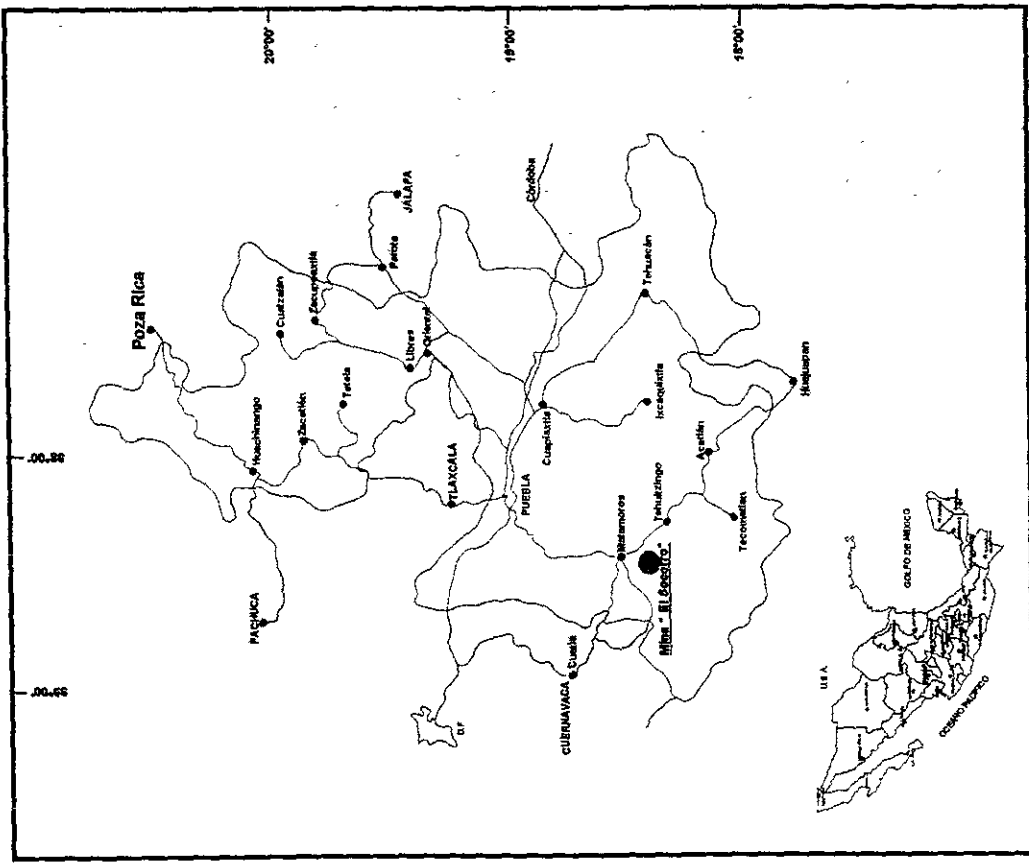
El acceso a la mina es a través de la carretera México-Oaxaca Núm. 190, vía Cuautla, Mor., a la altura del km 154.10 hay una desviación a la derecha para tomar una brecha de 8 km de distancia, que pasa por el rancho Los Paredones, hasta la bocamina, (Figura No. 1).



EXPLICACION

FERROCARRIL	—+—+—+—+
CAMINO PAVIMENTADO	— — — — —
CAMINO REVESTIDO	- - - - -
CAMINO DE TERRACERIA	- - - - -
BRECHA	- - - - -
RIO Y ARROYO	~~~~~
POBLADO	•
MINA	●

UNAM	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CIENCIAS DE LA TIERRA	
PLANO DE LOCALIZACION DE LA	
MINA "EL SOGORRO"	
TESIS PROFESIONAL	
CRUZ LOPEZ DIEGO E.	1988
	FOGRA No. 1



II.2).- Infraestructura.

De la mina "El Socorro", a Izúcar de Matamoros, Pue., existe una distancia de 23 km, de los cuales 15 km están asfaltados y los 8 km restantes son de brecha. La población de Izúcar de Matamoros cuenta con estación de ferrocarril, bancos, oficinas de correos, telégrafos, servicios telefónicos, energía eléctrica y pista para aviones pequeños. El nivel cultural - académico va de Primaria, Secundaria, Preparatoria y Normal.

A 4 km al NE en línea recta de la mina pasan las líneas de corriente eléctrica de alta tensión (115-Kv), que abastecen al sur del estado de Puebla.

II.3).- Clima

El clima de la región según la clasificación de Koppen, modificado por E. García (enero 1970) queda comprendido dentro de una zona con clima cálido subhúmedo (AWo(W)(i')g) La temperatura media anual es de 24°C, la mínima registrada es del orden de los 18° C La precipitación media es de 850 mm.

CAPITULO III

FISIOGRAFIA

III.1.- Provincia Fisiográfica.

III.2.- Geomorfología.

III.3.- Hidrografía.

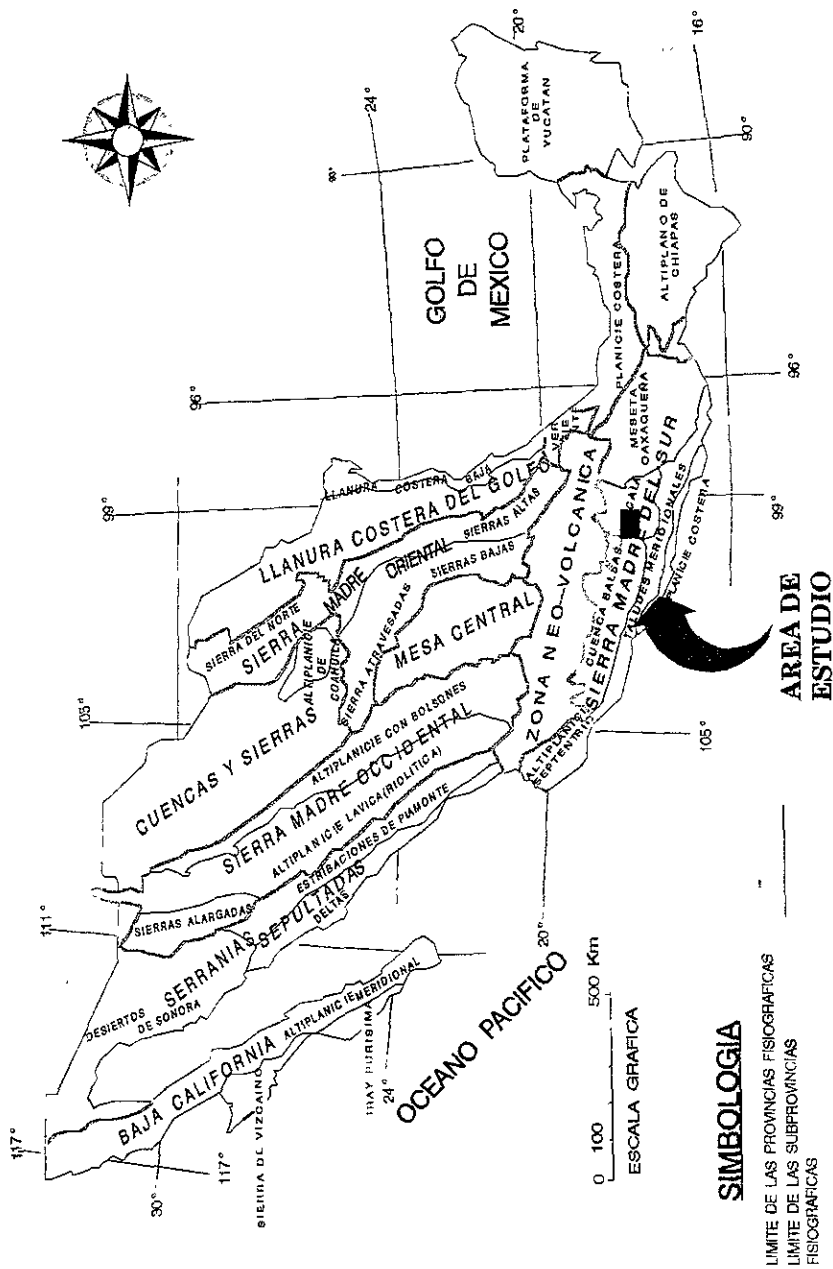
III.1.- Provincia Fisiográfica.

De acuerdo a la clasificación de la provincias fisiográficas de México establecida por Raíz (1959), el área estudiada se localiza en la parte septentrional denominada cuenca del Balsas - Mexcala. Perteneciente a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, que tiene alturas promedio de 1500 m.s.n.m. (M. Alvarez Jr. 1967).(Fig. No. 2).

La Sierra Madre del Sur es una región donde los sedimentos del Mesozoico se encuentran en estado avanzado de erosión; este rasgo lo constituyen esquistos Paleozoicos, intrusiones graníticas y calizas Mesozoicas, cubiertas por tobas riolíticas en el extremo noroeste.

El área estudiada se ubica en el flanco norte de la mencionada sierra y en ella afloran rocas cretácicas en las que se desarrolló una topografía muy accidentada, donde son muy comunes las montañas con elevaciones de 1250 a 1600 m.s.n.m. disectadas por profundas barrancas.

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS



III.2).- Geomorfología

En el área de estudio se pudieron observar una variedad de rasgos de segundo orden, la Formación Balsas forma relieves suaves, en ocasiones cañadas La toba andesítica presenta relieves algo pronunciados (como el caso del cerro o peña culucán de 1600 m.s.n.m.)

Las unidades calcáreas presentan relieves suaves, con prominencias de unos 300 m de desnivel, en etapa de madurez tardía. Los depósitos lacustres rellenan los valles que son muy amplios, con relieves suaves.

III.3).- Hidrografía.

La zona estudiada queda comprendida dentro de la cuenca hidrográfica del Balsas y la corriente de agua más cercana e importante en la zona de estudio es el río Nexapa que atraviesa a la Cd. de Izúcar de Matamoros, Pue. (*prácticamente de Norte a Sur*) Aproximadamente 5 km antes de cruzar el límite con el estado de Guerrero donde se une al río Balsas que finalmente desemboca en el Océano Pacífico

Respecto a la densidad del drenaje, donde resulta ser que la permeabilidad de las rocas ejerce influencia, es posible afirmar que es baja en toda la región estudiada. El drenaje es de forma dendrítica.

CAPITULO IV

GEOLOGIA REGIONAL

IV.1.- Estratigrafía

IV.2.- Tectónica

IV).- Geología Regional

La litología que impera en el área de estudio presenta una gran variedad de rocas; en el Paleozoico Inferior (?) se formó el Complejo Acatlán; posteriormente se depositó una serie de rocas sedimentarias del Jurásico (Fm. Tecocoyunca) seguida por unas calizas de Cretácico Inferior (Fm Morelos); intercaladas con depósitos evaporíticos (Fm. Coayuca) y rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas, del Terciario.

IV.1).- Estratigrafía

IV.1.1).- Rocas Metamórficas

COMPLEJO ACATLAN (Pea)

Con este nombre se designa a una secuencia de rocas deformadas y metamorfizadas, correspondiente a las facies de esquistos verdes.

Anteriormente, Ordoñez (1906), se refirió a estas rocas con el nombre de “Formación Acatlán”, así mismo Salas (1949), utilizó el de “Esquistos Acatlán” para referirse a todas las rocas metamórficas de la región de los estados de Puebla y Oaxaca

Fries en (1965), propuso utilizar el término Formación Acatlán en lugar del utilizado por Ordoñez, por estar más de acuerdo con las normas de nomenclaturas actuales y excluyó a los gneises de Oaxaca y Guerrero (Vila, 1973).

Recientemente Ortega (1978), elevó esta unidad al rango de “Complejo” argumentando su variedad litológica y estructural por lo cual Ortega le llamó Complejo Acatlán.

En esta área, el Complejo Acatlán presenta una secuencia de rocas metamórficas cuyo protólito es de origen sedimentario que corresponden a esquistos micáceos, cloríticos y sericiticos así como esquistos cuarzosos; todos con una foliación bien marcada.

Esta secuencia metamórfica está sumamente plegada y seguramente afectada por varios sistemas de fallamientos, por lo que no es posible medir su espesor.

Esta unidad es la más antigua que aflora y se encuentra cubierta indistintamente por rocas Jurásicas, Cretácicas y Terciarias.

Se le considera una edad del Paleozoico Inferior.

Se encuentra aflorando en la parte noreste y este del área.

IV.1.2).- Rocas Sedimentarias

GRUPO TECOCOYUNCA (Jmt)

Comprende una serie alterna de formaciones continentales y marinas llamada así por Guzmán (1950) y Erben (1956); son sedimentos de edad Jurásico Medio (*Calloviense*).

Esta unidad está compuesta por lutitas, areniscas, limolitas y bancos de conglomerados cuarzosos probablemente derivados de las rocas metamórficas.

Las rocas que forman este grupo se encuentran descansando discordantemente en las del Complejo Acatlán e infrayacen también en forma discordante a las calizas de la Formación Morelos.

FORMACION MORELOS (Kim)

Carl Fries (1960), fue quien primeramente asignó el nombre de la Formación Morelos a una potente sucesión de calizas y dolomias de edad Albiano-Cenomaniano que aflora en los estados de México, Guerrero, Puebla y Morelos; su localidad tipo se encuentra en este último.

Este tipo de rocas es de carácter regional ya que son producto de una transgresión marina, y esta unidad aflora en la parte suroeste y norte del área de estudio y consiste de carbonatos con relativa pureza, con cantidades variables de pedernal en forma de nódulos o lentes

El color de la Formación Morelos generalmente es de color gris claro.

Las rocas sedimentarias de la Formación Morelos son datadas como del Albiano-Cenomaniano con base en el estudio de la microfauna contenida, especialmente los foraminíferos bentónicos.

La litología y paleontología reflejan un depósito de ambientes de plataforma somera, sin aporte de terrígenos desde ambientes con alta evaporación y baja circulación que permitió el depósito calcáreo con desarrollo de organismos bentónicos.

Esta Formación se correlaciona en tiempo con las Formaciones El Abra de las plataformas de Valles San Luis Potosí y Faja de Oro, con las calizas Teposcolula de Oaxaca y con las calizas Sierra Madre de Chiapas.

La Formación Morelos suprayace discordantemente al Grupo Tecocoyunca e infrayace al Grupo Balsas y en parte a rocas ígneas extrusivas.

GRUPO BALSAS (Tcb)

El nombre de grupo Balsas fue propuesto por Fries C. Jr. (1960), quien señaló como localidad tipo a los afloramientos de mayor extensión y espesor que se encuentran cerca de Iguala y en áreas cercanas a Taxco, ambos en el estado de Guerrero

Las principales características por las cuales se pueden identificar a las rocas del Grupo Balsas son : la ligera inclinación que presentan, a diferencia de las del Terciario Medio Superior que son horizontales; además, son las rocas vulcanosedimentarias de origen continental con mayor antigüedad en la parte central de México.

El Grupo Balsas está constituido por una gran variedad de rocas entre las que se encuentran: conglomerados calcáreos, conglomerados volcánicos, yeso, calizas lacustres, arenas, limos, tobas y derrames volcánicos interestratificados. Los conglomerados calcáreos están

formados por fragmentos de caliza, pedernal, dolomia y arcilla, derivados de las formaciones cretácicas Morelos, Cuautla y Mexcala, éstos se localizan principalmente en la parte basal y son más escasos hacia la parte superior en donde es abundante la limolita, caliza lacustre y evaporitas.

El conglomerado presenta una coloración rojiza o amarillenta y está constituido por fragmentos que van desde el tamaño de cantos rodados hasta gránulos; algunas zonas son muy duras por estar cementadas con calcita y otras áreas poseen matriz arcillosa; donde predomina esta última y la consolidación es menor.

A fines del Cretácico Superior y principios del Terciario los movimientos tectónicos producidos por la Orogenia - Laramídica levantaron una extensa región, que sufrió movimientos epeirogénicos, posteriormente, debido a los diferentes tipos de erosión (eólicos, fluviales, etc.), se depositan los clásticos en una cuenca que dio origen a la base del Terciario. En la región estudiada a este depósito se le denominó Grupo Balsas (varía el nombre según la localidad).

Por sus relaciones litológicas y cronoestratigráficas, las unidades que se pueden correlacionar con el Grupo Balsas son . Grupo Morro (Segestrom, 1961), que se encuentra aflorando cerca de Zimapán, localizado en la parte noroccidental del estado de Hidalgo El conglomerado Guanajuato (Eduards 1955), más conocido como conglomerado Rojo de Guanajuato que se encuentra en el distrito minero que se localiza muy cerca de la capital del estado de Guanajuato. La Formación Huajuapán y la Formación Yanhuitlán (Salas G P. 1949), que afloran en la parte noroccidental del estado de Oaxaca y la parte noroccidental del estado de Guerrero, el Conglomerado Tamazulapán que aflora en las inmediaciones de la población del mismo nombre. La Formación Tehuacán y una última unidad denominada Formación Ahuichila

(Rogers Col. 1957), la cual se encuentra aflorando en la zona suroccidental y occidental de Ahuichila en el estado de Coahuila.

FORMACION COAYUCA (Tec)

Esta unidad fue descrita por Carl Fries (?) y la forman rocas evaporíticas constituidas por yeso, caliza lacustre y arcillas parcialmente interestratificadas con rocas volcánicas principalmente, en las orillas de la cuenca lacustre de Izúcar de Matamoros, Puebla.

Las rocas evaporíticas se formaron en cuencas mas o menos aisladas, por las precipitaciones de sales en soluciones sobresaturadas (*sobresaturación por evaporación*) se depositaron las calizas y posteriormente el yeso.

Esta unidad cubre parcialmente, en discordancia angular a rocas cretácicas de la Formación Morelos y posiblemente sea contemporánea o posterior del Grupo Balsas.

Los afloramientos de estas rocas evaporíticas se localizan en la parte NW del área y presenta un rumbo NE-SW.

IV.1.3).- Rocas Igneas.

ROCAS INTRUSIVAS (Igi)

Se encuentran ampliamente distribuidas en el área; intrusionan a las rocas preexistentes y están representadas por granitos y rocas hipabisales de tipo dacítico; estas últimas originan la mineralización en el área estudiada.

GRANITO (gr)

Esta unidad está representada por granito de color gris a gris claro, en partes presenta intemperismo esferoidal, megascópicamente se observan cuarzo, plagioclasas y micas. En ocasiones con lineación de plagioclasas que se puede interpretar como un posible e incipiente metamorfismo.

La única exposición de esta roca se encuentra en la parte Este del área de estudio.

PORFIDO ANDESITICO (Tpa)

Este cuerpo hipabisal intrusiona a todas las rocas aflorantes en el área; actúa como roca encajonante de la mineralización de la mina "El Socorro". En superficie es de color gris claro e intemperiza a gris oscuro, megascópicamente presenta fenocristales de plagioclasas y ferromagnesianos.

ROCAS EXTRUSIVAS (Tv)

Las rocas extrusivas sobreyacen a las rocas metamórficas y a las sedimentarias de la región; están representadas por derrames de composición andesítica, emisiones riolíticas y dacíticas así como tobas andesíticas y depósitos vulcanoclásticos y epiclásticos. Tanto a las intrusivas como a las extrusivas se les ha asignado, por posición estratigráfica, una edad del Terciario.

RECIENTE (Qre)

Está formado por suelos derivados de la descomposición de las rocas aflorantes tanto sedimentarias como metamórficas e ígneas. (Plano No. 1).

Se elaboraron dos secciones estratigráficas A-A' y B-B' (Plano No. 2)

IV.2.)- *Tectónica*

El área de estudio presenta fracturamientos y fallamientos locales con longitudes variables, siendo las principales dos fallas con orientación N 45° W y N 45° E donde se encuentra alojada la mineralización.

Este sistema de fallamiento afecta principalmente a las rocas paleozoicas (Complejo Acatlán), a los depósitos terciarios (Grupo Balsas) y a la Formación Morelos, donde estos cuerpos de roca han sufrido varias etapas de orogénesis y esfuerzos tensionales.

El fallamiento existente en el área (Mina El Socorro) fue producto de un cuerpo intrusivo (Pórfido Andesítico) que afectó principalmente a la toba andesítica y al conglomerado (Grupo

Balsas), lo que originó un fracturamiento y posteriormente el relleno de las cavidades en donde resultaron dos vetas-falla (Tipo Stock Work), principales donde se encuentra alojada la mineralización.

CAPITULO V

GEOLOGIA LOCAL

V.1).- Estratigrafía de la zona.

V.2).- Geología Estructural.

V.3).- Geología Histórica.

V).- Geología Local

Dentro del área de estudio únicamente se encuentran los afloramientos de rocas vulcano-sedimentarias pertenecientes al Grupo Balsas e igneas tanto intrusivas como extrusivas.

V.1.- Estratigrafía de la zona

V.1.1.)-ROCAS SEDIMENTARIAS

Grupo Balsas.

Como ya se dijo es una gran secuencia de conglomerados calcáreos cuarcíferos de cementación variable.

En el área de estudio la Formación incluye arcosas, limolitas, pedernal negro, fragmentos de rocas metamórficas. Es un conglomerado de color rojo - naranja en ocasiones gris, la matriz es de tipo arcilloso y en ocasiones con cementante calcáreo; en la zona de estudio predomina más la primera. Por lo general el conglomerado tiene un rumbo noroeste-suroeste y un echado de 25° hacia el sureste, el espesor de los estratos llegan a medir de 0.50 m hasta unos 10.0 m

Estas rocas son de gran importancia ya que en ella se encuentran las estructuras mineralizadas.

V.1.2.)-ROCAS IGNEAS

Intrusivas

Pórfido Andesítico

Como ya se mencionó esta roca intrusiva a las rocas aflorantes del área y actúa como roca encajonante de la mineralización de la mina El Socorro.

En la obra minera, la roca se encuentra generalmente alterada por propilitización y en menor grado sericitización y silicificación (estas últimas observadas al microscopio).

Extrusivas.

Están representadas por una gran secuencia de depósitos volcanoclásticos, emisiones y derrames de composición riolítica, dacítica y andesítica.

Afloran en toda el área y sus espesores varían de 20 a 200 m.

Estas rocas cubren indistintamente a las rocas terciarias, localmente en el área de Reserva Minera Nacional intercaladas ocasionalmente con tobas arenosas.

Los derrames andesíticos y las emisiones riolíticas son de color verde - rojizo debido al alto grado de intemperismo.

Los minerales observables megascópicamente son .

Cuarzo y Plagioclasas

Calcita (generalmente rellena fracturas)

Clorita (rellena pequeñas cavidades)

Calcedonia; y como minerales accesorios : óxidos de hierro.

Las tobas arenosas son de color verde debido a la presencia de clorita; son bastante deleznales, con pseudoestratificación bien marcada (estratos de 30 cm promedio), tienen un rumbo noroeste - suroeste y echado de 35° al sureste

Los derrames andesíticos afloran al oeste y al norte de la mina El Socorro; se considera que el espesor de estos derrames es hasta de 80 m.

Las tobas intercaladas se han observado al oriente de la mina.

TOBAS

Están formadas por fragmentos de material porfídico en una matriz tobácea.

Los fragmentos están constituidos por rocas de textura porfídica y afanítica (predomina la textura porfídica) de color violeta o gris, estos fragmentos tienen forma irregular en ocasiones redondados.

Petrográficamente se observó que consisten de :

minerales primarios : feldspatos, magnetita, ferromagnesianos alterados.

minerales secundarios : clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

La matriz es de color verde o rojo parcialmente cloritizada.

Con el estudio petrográfico esta roca se clasificó como toba andesítica

Las tobas se distribuyen en la parte noreste - suroeste y sureste del área de estudio, siendo su espesor muy variable de 50 A 200 m.

Como ya se mencionó que estas rocas están sobreyaciendo a las rocas metamórficas y sedimentarias se les ha asignado por su posición estratigráfica, una edad Terciaria. (plano No. 3)

V.2.)- Geología Estructural

Estructuralmente la zona está definida por dos sistemas de fallas o trenes estructurales cuya orientación preferencial es N 45° W y N 45° E. Estos rasgos estructurales afectan tanto a las rocas paleozoicas (Complejo Acatlán), como a depósitos terciarios (Grupo Balsas).

Al fallamiento de desplazamiento lateral se encuentran asociadas fallas normales e inversas siendo éstas de gran importancia ya que han servido como conductos y receptáculos del depósito mineral en el pórfido andesítico a lo largo del contacto con el Grupo Balsas, donde se observa un cambio en posición estructural de los depósitos conglomeráticos.

Los depósitos de tobas andesíticas y los derrames andesíticos sobreyacen al Grupo Balsas.

La Formación Morelos también sufrió plegamientos en el área de estudio que se manifiestan por el sinclinal del cerro Teponaxtle.

El Grupo Tecocoyunca está descansando discordantemente sobre el Complejo Acatlán

El Complejo Acatlán ha sufrido varias etapas de orogénesis y tensiones estructurales por lo cual se encuentra sumamente plegada y con foliación suave hasta muy marcada con un rumbo predominante de NE - SW y echados variables hacia el SE.

Existen fallas locales con longitudes variables y una de estas estructuras es donde se aloja la mineralización de la mina El Socorro y El Nuevo Refugio, con una orientación E-W a NW-SE y echado de 40° a 55° al N-NE.

V.3).- Geología Histórica.

A través del tiempo geológico se han llevado a cabo en el área eventos transgresivos y regresivos aunados a grandes períodos de erosión relacionados todos a movimientos tectónicos. A continuación se presentan un panorama de la historia geológica ocurrida en la región.

En el área afloran rocas del Paleozoico Inferior (?) al Terciario con predominio de las rocas paleozoicas de tipo metamórfico.

La actividad orogénica de esta época alcanzó su máximo desarrollo durante el Devónico y posiblemente hasta principios del Pérmico que se determina como la conclusión de la Orogenia Apalachiana, a la cual se le atribuyen las características que presenta el Complejo Acatlán.

La ausencia de depósitos Triásicos confirma que en esta época prevalecieron condiciones de mares en regresión y de actividad erosiva aunada al hecho de que en este tiempo México formaba parte de un único continente conocido como Pangea.

Durante el Jurásico Medio existió un ambiente mixto de depositación como lo demuestra la alternancia de rocas continentales y marinas del Grupo Tecocoyunca y que prueban un período inestable.

Durante el Cretácico, las condiciones del medio de depósito en algunos lugares, fueron propiciando la precipitación de los anhídridos depositados que constituyen la base de la Formación Morelos y posteriormente en el Albiano - Cenomaniano el medio ambiente cambió notablemente y como consecuencia, sobre los anhídridos, se depositaron las calizas.

A principios del Terciario las aguas marinas se retiraron a causa del inicio de la Revolución Laramídica. La región emergió y dio lugar al depósito de sedimentos continentales,

sobre todo en las partes bajas de los sinclinales o en las zonas afalladas. Estas zonas fueron propicias para el depósito de las rocas del Grupo Balsas durante el Eoceno - Oligoceno tal acumulación se interrumpió por la aparición del Eje Neovolcánico (Terciario - Cuaternario) que provocó una etapa tensional y dio lugar a derrames de andesitas, emisiones de riolitas y material volcanoclástico. Estas rocas formaron pequeños lagos y llanuras aluviales donde se depositaron los sedimentos de la Formación Cuayuca. Posteriormente y hasta la actualidad se han desarrollado procesos erosivos formando cubiertas de aluvión.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

UNIDADES GEOCRONOLOGICAS					UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS				
ERA	EPOCA	EPOCA	EDAD	MILLONES DE AÑOS (1)	AREA DE MARISCALA AMATITLAN, OAX. (2)	AREA MINA EL SOCORRO, PUE (3)			
CENOZOICA	CUATERNARIO	RECIENTE		1	ALUVION	ALUVION			
		PLEISTOCENO		10	VOLCANICO ACIDO O INTERMEDIO	CLASTICOS VOLCANICOS			
	PLIOCENO	25		FM. HUALUAPAM	DEPOSITOS CLASTICOS COARINERTALES VOLCANICOS INTERCALADOS	VOLCANICOS INTERMEDIOS			
	MIOCENO	40			FM BALSAS				
	OLIGOCENO	80							
	EOCENO	70							
	PALEOCENO								
MESOZOICA	CRETACICO	SUPERIOR	GOLFO	Maestrichtiano					
				Campaniano					
				Santoniano					
				Cretociano					
				Turoniano					
				Cenomaniano		110		FM. MORELOS	FM. MORELOS
				Superior					
		Medio							
		Interior							
		Aptiano							
		INFERIOR	COAHUILA	Neocomiano	130				
				Barremiano					
				Hauteriviano					
				Valanginiano					
	Berriossiano								
	Tithoniano								
	Portlandiano								
	SUPERIOR	SALINAS	Kimmeridgiano						
			Oxfordiano						
			Calloviano						
			Dogger						
			Rafaniano						
			Bajociano						
			Aaleniano						
	MED.		Liás						
			Toarciano						
			Pliensbachiano						
			Sinemuriano						
Hettongiano			180						
GRUPO TECOCOYUNCA									
JURASICO			MED.	SALINAS					
JURASICO	INF.	SALINAS							
TRIASICO	Superior								
	Medio								
	Interior								
PALEOZOICO	PERMIICO			225					
	CARBONIFERO			230					
	DEVONICO			270					
	SILURICO			350					
	ORDOVICICO			500	COMPLEJO ACATLAN	COMPLEJO ACATLAN			
	CAMBRICO			600					
PRECAMBRICO									

NO DEPOSITO

NO AFLORA

CAPITULO VI

YACIMIENTO DE LA MINA EL SOCORRO

VI.1).- Roca Encajonante.

VI.2).- Alteración Hidrotermal.

VI.3).- Estructuras.

VI.4).- Paragénesis

VI.5).- Génesis

VI.6).- Leyes

VI.7).- Cálculo de Reservas.

V.I.I.- Roca Encajonante

En la mina El Socorro se tienen tres unidades que actúan como roca encajonante.

La primera clasificada como Conglomerado Balsas (Tcb).

La segunda es un pórfido Andesítico (Tpa).

La tercera se trata de una toba Andesítica (Tvp).

CONGLOMERADO BALSAS (Tcb)

Conglomerado color - naranja, en ocasiones gris claro, está constituido por fragmentos de cuarzo y caliza que varían de 2 mm a 8 cm con una matriz de tipo arcilloso o calcáreo predominando más lo arcilloso .

El conglomerado tiene un rumbo NW-SE con echado de 25° hacia el SW por lo general El espesor de los estratos van de 0.50 m hasta 1 .00 m.

PORFIDO ANDESITICO (Tpa)

Es de color gris claro, compacta, interperiza a gris oscuro, megascópicamente presenta fenocristales de plagioclasas y ferromagnesianos.

Presenta una fuerte alteración clorítica, propilitización, argilitización y generalmente tiene un alto grado de fracturamiento.

El estudio petrográfico reportó lo siguiente :

Textura : holocristalina porfídica; minerales esenciales : plagioclasa (oligoclasa - andesina); accesorios : ferromagnesianos alterados, magnetita; Secundarios : cuarzo, clorita, hematita y minerales arcillosos.

TOBA ANDESITICA (Tvp)

Es de color verde oscuro debido a la presencia de clorita, está formada por fragmentos de rocas en una matriz tobácea. Al microscopio se determina :

Mínerales primarios : feldespatos, magnetita, ferromagnesianos alterados.

Secundarios : clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

Los fragmentos tienen forma irregular, en ocasiones arredondados; están constituidos por rocas de textura porfídica y afánítica (predominan la textura porfídica) de color violeta a gris. La matriz es de color verde a rojo sumamente compacta, masiva y parcialmente cloritizada.

VI.2.- Alteración Hidrotermal

Los tipos de alteración más notables son:

PROPILITIZACION.- Esta alteración afecta al Pórfido andesítico y le da una coloración verde muy característica, debido principalmente a la presencia de clorita. Esta alteración sólo ha sido observada en el interior de mina.

ARGILITIZACION.- Aunque no está muy desarrollada este tipo de alteración se observa principalmente en pequeñas fracturas del pórfido andesítico y consta principalmente de arcillas de color blanco posiblemente montmorillonita.

SERICITIZACION.- Consta principalmente de sericita en laminillas muy pequeñas que en ocasiones sólo es observable al microscopio petrográfico, como alteración de las plagioclasas.

Esta alteración afecta principalmente a los pórfidos andesíticos.

SILICIFICACION.- Este tipo de alteración no se encuentra muy desarrollada y sólo se encuentra esporádicamente en el interior de la mina.

OXIDACION.- Debido al proceso de intemperismo los minerales ferromagnesianos presentes en los diferentes tipos de rocas se oxidan y dan estas diferentes tonalidades y grados de oxidación, regionalmente las unidades que presentan esta alteración son el pórfido andesítico y el Conglomerado Balsas.

VI.3.- Estructuras

VI.3.1). Veta No. 1 :

Esta es la única estructura que aflora en la superficie con una longitud aproximada de 430 m y con rumbo de E-W a NW 80° SE con echado de 35° a 55° al norte. El desnivel entre la veta No. 1 (nivel de la mina) y la superficie tiene un promedio de 41.5 m inclinados (a rumbo de echado). Sobre la Veta 1 se hizo un desarrollo de 700.00 m, se colocaron 3 contrapozos, El Refugio, El Pegado, El Bueno (29.0 m; 42.0 m; 54.0 m de desarrollo respectivamente), un pozo de 2.0 m y dos cruceros de exploración al sur de la veta (3.0 m de desarrollo cada uno).

El bajo de la veta está formado por una falla bien definida que se puede seguir en toda la obra desarrollada, el alto por el contrario, no se aprecia bien. en 3 partes a lo largo del bajo se encuentran partes con sulfuros (principalmente galena) con largos de 5.5 a 13 y 22 metros y espesores que varían entre 0.05 y 1.40 metros; llamados clavos de plomo.

El pórfido andesítico (Tpa) es la roca encajonante con un alto grado de fracturamiento. Las alteraciones más comunes en la roca encajonante son: propilitización, argilitización, oxidación.

La mineralogía en la Veta No. 1 consiste de : galena argentífera (cristales cúbicos, en ocasiones de textura fina y laminar), specularita, pirita, calcopirita, malaquita blenda, oro libre, calcita, limonita y esporádicamente granate.

VI.3.2.) Veta No. 2:

La mineralización está depositada en una veta falla, con un espesor promedio de 39 cm y con una longitud de 23 m. La actitud que presenta esta estructura es con rumbo NE 80° SW y echado de 50 a 65° al NW

La toba andesítica (Tvp) actúa como roca encajonante; presenta un fracturamiento medio (\pm 0.50 m separados), compacta. Parcialmente tiene alteración clorítica incipiente

La veta 2 está constituida por la siguiente mineralización: galena, pirita, especularita, calcita, limonita.

VI.3.3) Veta No. 3:

Esta estructura fallada se ha seguido por medio de obra directa de un desarrollo de 18 m, a lo largo de 11.6 m, con espesor promedio de 43 cm.

La veta-falla tiene un rumbo NW 45° SE, con echado de 42° hacia el NE. La toba andesítica (Tvp) es la roca encajonante de la mineralización que parcialmente presenta alto grado de fracturamiento.

La mineralización está compuesta de la manera siguiente: galena argentífera, oro libre, pirita, especularita, calcita, limonita.

VI.3.4) Veta No. 4:

Esta veta es la más homogénea en sulfuros; longitudinalmente se le ha descubierto una longitud de 96 m de veta con espesores de 0.09 a 0.90 m, en las zonas con sulfuros. Tiene un rumbo E-W con echados de 25° a 50° al norte.

Como la mineralización se introdujo en una zona de falla de contacto, entre el pórfido andesítico y la toba andesítica se tiene que la mina está encajonada por las dos unidades ígneas. Al bajo de la veta está incluida en la andesita alterada (Tpa), y al alto de la veta se encuentra la toba andesítica (Tvp). Es muy conspicua la diferencia entre la andesita alterada la cual presenta alto grado de fracturamiento, además de estar muy alterada y la toba andesítica que es compacta y parcialmente cloritizada.

La mineralización en la veta 4 consiste de : galena, blenda, pirita, especularita, malaquita, calcopirita, calcita, barita y limonita. (Plano No. 4)

VI.4.- Paragénesis.

En la mina El Socorro la mineralización megascópicamente consiste de Plomo (Galena), Zinc (Blenda), Cobre (Calcopirita, Malaquita y Azurita), y Hierro (Pirita, Especularita, Hematita y Limonita) los análisis químicos acusan la presencia de plata y oro, este último también se observó en “tentaduras”.

Los sulfuros están acompañados generalmente con cantidades menores de minerales de ganga, como son, calcita, barita y ocasionalmente cuarzo.

La mineralización de sulfuros se depositó en forma de rosario, a lo largo de fallas, con longitudes muy variables de 5 a 22 m en la veta núm. 1 y hasta 60 m en la veta 4) y con anchuras que varía de 5 cm a 140 cm. También se presenta en forma de stock-work, entre las vetas No. 1 y 4 (altura de cruceros 60 y 80 norte).

En las partes con alto contenido de galena también los valores de plata y oro son elevados; por otra parte, semejante relación entre el oro y altos contenidos de pirita y/o especularita no existe.

VI.5.- Génesis.

Mediante las observaciones geológicas estructurales y mineralógicas, se puede considerar que el yacimiento es de tipo hidrotermal originado por soluciones líquidas contenedoras de minerales, que circularon y depositaron en zonas de debilidad; el contenido mineral de estas soluciones se precipitó conforme se iban enfriando con la consiguiente formación de los minerales.

Las soluciones hidrotermales en el momento de depositarse tenían una temperatura comprendida entre 50 y 200°C, que cae dentro de la clasificación propuesta por Lindgren (1926), como hidrotermal epitermal, con relleno de cavidades. Actualmente se ubica como un yacimiento de baja temperatura.

VI.6.- Leyes

Veta No. 1.

Se calculó la ley media por los tramos de galena argentífera sobre la Veta 1, con el resultado siguiente

1er. Tramo. (13.17 m de largo, 0.40 m de ancho promedio).

Au - 6.3 gr/ton

Ag - 164 gr/ton

Pb - 23.4 %

2° Tramo. (5.5 m de largo, 0.80 m de ancho promedio).

Au - 6.5 gr/ton

Ag - 91.0 gr/ton

Pb - 19 %

3er. Tramo. (22.0 m de largo, 0.71 m de ancho promedio).

Au - 4.5 gr/ton

Ag - 160 gr/ton

Pb - 34.2 %

Veta No.2.

Se calculó una ley media en esta veta sobre la parte de sulfuros que tiene 17 m de largo y 0.39 m de ancho promedio, de donde se obtuvo el siguiente resultado :

Au - 7.0 gr/ton

Ag - 149 gr/ton

Pb - 39.8 %

Veta No. 3.

La ley media de esta veta falla es :

Au - 3.0 gr/ton

Ag - 49 gr/ton

Pb - 5.6 %

Veta No. 4.

La veta de plomo tiene un ancho promedio de 0.51 metros y la zona de óxidos de 1.37 metros. por la veta de plomo las leyes medias son :

Au - 41 gr/ton

Ag - 128 gr/ton

Pb - 23.8 %

VI.7.- Cálculo de Reservas.

Por lo irregular que es la mineralización dentro de la mina El Socorro se ve la necesidad de calcular leyes medias y reservas por tramos.

RESERVAS GLOBALES :

Para las reservas globales se tomaron en cuenta todas aquellas partes de la mina El Socorro que cuenta con información; sea de obra directa o de barrenación de Pack-Sack. Las reservas de Nivel Nuevo Refugio se dividieron sobre las 4 diferentes vetas

Veta No. 1.

La veta núm. 1 se dividió en 7 bloques; 4 del nivel Nuevo Refugio hacia la superficie y 3 del mismo nivel hacia los impactos de barrenación con Pack-Sack.

Los bloques No. 1, 2 y 5 son de baja ley (menos en sus tramos de 13 y 5.5 metros de sulfuros).

El bloque No 3 y su contraparte el bloque No. 6 son los más atractivos de la Veta No. 1, mientras que los bloques 4 y 7 son los de menor ley.

Para el cálculo de reservas se mandó determinar el peso específico tanto de la veta de Plomo (6.83) como de la zona oxidada (2.68).

El bloque 2 y 3 se consideran reservas positivas por conocer toda la traza de la veta en superficie, tener la obra Minera en el nivel Nuevo Refugio y los contra-pozos El Refugio, El Pegado y El Bueno.

Los bloques 1 y 4 son reservas probables por contar con la obra minera, un contrapozo y la traza superficial y el bloque 6 por la obra minera y 2 impactos de barrenación con Pack-Sack que acusaron la existencia de la veta mineralizada a 31 y 27 metros de profundidad.

De los bloques 5 y 7 nada más se conoce la veta en la obra minera y un impacto de barrenación Pack-Sack, por lo cual se consideran las reservas de estos bloques como posibles.

Estos 7 bloques cuentan con las siguientes reservas :

Positivas	: 11,309 ton con Au = 2.5 gr/ton, Ag = 31 gr/ton, Pb = 4.3%
Probables	: 20,230 ton con Au = 1.5 gr/ton, Ag = 33 gr/ton, Pb = 4.4%
Posibles	: 8,770 ton con Au = 0.9 gr/ton, Ag = 17 gr/ton, Pb = 1.6%
T o t a l	: 40,309 ton con Au = 1.6 gr/ton, Ag = 29 gr/ton, Pb = 3.8%

Veta No. 2.

A lo largo de 17 metros se tiene la presencia de una veta con sulfuros de plomo con un espesor promedio de 0.39 metros y a ambos lados de esta veta una zona de óxidos con valores en oro y en menor proporción plata y plomo; la suma de los anchos de ambos lados es de 0.65 metros. Para el cálculo global se asumió la persistencia de ambas zonas mineralizadas hasta la superficie y de la suma de las reservas por ambas partes mineralizadas, se tiene :

Posibles : 1,467 ton con Au = 5.1 gr/ton, Ag = 95 gr/ton, Pb = 24.7%

Veta No. 3.

Esta es la veta de menor importancia, descubierta con la obra minera. Se le puede seguir por 11.60 metros con un ancho promedio de 0.43 m.

La galena que se observa en esta veta es en forma irregular por lo cual no se le separó en clavos o una veta de plomo y zona de óxidos, como se hizo en las vetas anteriores, por su contenido de Plomo (5.6%) se le dio un peso específico de 3.0 y se llegó al siguiente resultado:

Posibles : 529 ton con Au = 3.0 gr/ton, Ag = 49 gr/ton, Pb = 5.6%

Veta No. 4.

Con la obra minera se descubrió la veta No. 4 en una longitud de 62.00 metros, que desaparece en ambos extremos. Con los tres barrenos de diamante con Pack-Sack también se indicó esta veta, donde se tienen dos bloques de reservas : de la obra minera a la superficie se consideran las reservas posibles y de la obra minera a los impactos de Pack-Sack las reservas son probables. como en la Veta No 2, se calcularon por separado las reservas sobre la veta de plomo de 0.51 metros de espesor y sobre la zona de óxidos de 1.37 metros de espesor, se mandaron

muestras de ambas partes para su determinación del peso específico (6.04 y 2.63 respectivamente) y el resultado es :

Probables	: 4,604 ton con Au = 3.0 gr/ton, Ag = 71 gr/ton, Pb = 13.0%
Posibles	: 19,375 ton con Au = 3.0 gr/ton, Ag = 71 gr/ton, Pb = 13.0%
T o t a l	: 23,979 ton con Au = 3.0 gr/ton, Ag = 71 gr/ton, Pb = 13.0%

Obra Vieja; Bloque I

En este bloque se cuenta con 3 caras : el nivel 52, el nivel 70 y la traza superficial, por lo cual estas reservas son consideradas como probables. Por lo irregular del contorno del bloque se usó planímetro para establecer la superficie sobre veta y el peso específico se dejó en 2.6 ya que prácticamente no hay sulfuros.

Obra Vieja; Bloques II y III.

Los criterios aplicados al Bloque No. I son los que valieron aquí también para el cálculo de reservas; sólo que en este bloque se conocen únicamente 2 caras, por lo cual las reservas son posibles. De esta forma se tienen las siguientes reservas para la obra vieja.

Probables	: 3,260 ton con Au = 5.3 gr/ton, Ag = 19 gr/ton, Pb = 0.6%
Posibles	: 24,579 ton con Au = 4.0 gr/ton, Ag = 14 gr/ton, Pb = 0.5%
T o t a l	: 27,839 ton con Au = 4.2 gr/ton, Ag = 15 gr/ton, Pb = 0.5%

Las reservas globales con sus correspondientes leyes medias para la Mina El Socorro.

Positivas	: 11,309 ton con Au = 2.5 gr/ton, Ag = 31 gr/ton, Pb = 4.3%
Probables	: 28,094 ton con Au = 2.2 gr/ton, Ag = 38 gr/ton, Pb = 5.4%

Posibles : 54,720 ton con Au = 3.2 gr/ton, Ag = 37 gr/ton, Pb = 5.9%

T o t a l . 94,123 ton con Au = 2.8 gr/ton, Ag = 37 gr/ton, Pb = 5.5%

RESERVAS SOBRE LAS PARTES CON MAYOR CONTENIDO EN PLOMO.

Para la explotación seleccionada se calcularon las reservas sobre los tramos más económicos con alto contenido de Plomo-Plata y Oro.

Veta No. 1.

Sobre esta veta que se conoce en obra minera a lo largo de 168.0 metros en el nivel Nuevo Refugio se tienen 3 tramos de concentraciones de sulfuros de 13.00 m, 5.50 metros y 22.0 metros de largo y anchos de 0.40 m, 0.80 y 0.50 metros respectivamente. Las concentraciones de sulfuros, indicadas como clavos, son lo más espectacular en el tramo correspondiente con los bloques III y VI.

En el contrapozo El Pegado, que se encuentra al límite poniente de este tramo, se puede apreciar el clavo de plomo por 6 metros, punto en donde se desvía hacia el oriente. En el contrapozo El Bueno que se encuentra fuera del clavo, pero que al llegar a la superficie se inclina al Poniente, vuelve a aparecer el clavo de plomo, 3 metros antes de la superficie, o sea a los 51.0 metros sobre veta arriba del Nivel Nuevo Refugio.

Sin embargo, es arriesgado pretender que el clavo de plomo, sobre todo su ancho, llegue hasta la superficie y se asume su continuación solamente por 10 metros arriba del nivel de la obra minera.

El peso específico del clavo de plomo se determinó en 6.84 lo que resulta $22 \times 0.50 \times 10 \times 6.84 = 752$ toneladas, los que se consideran probables por no conocer su límite superior.

Para los tramos de los bloques I y II en analogía con el bloque No. III, se supone una prolongación del clavo sobre la veta, hacia la superficie, de 10 metros solamente, y el peso específico de 6.0 ; da las siguientes reservas probables : $13 \times 0.40 \times 10 \times 6.0 = 312$ toneladas y $5.5 \times 0.80 \times 10 \times 6.0 = 264$ toneladas.

Para el bloque No. VI que comparte con el bloque No. III el clavo de plomo sobre 25.0 metros, se cuenta con la confirmación de la prolongación a profundidades de 31.00 m y 27.00 m respectivamente del clavo de plomo. por lo molido y consecuentemente lavado que salió el núcleo no se puede determinar lo ancho del clavo en estas profundidades, pero no se constató la presencia de galena en el material arenoso que se recuperó. Por tal motivo se estiman las reservas de este bloque que tiene una superficie de 630 m² sobre veta de : $630 \times 0.50 \times 6.8 = 2,142$ toneladas probables.

De esta forma la Veta No. I. cuenta con: $752 + 312 + 264 + 2,142 = 3,470$ toneladas de reservas probables con leyes de Oro de 4.5 a 6.5 gr/ton, de Plata de 91 a 164 gr/ton, y de Plomo de 19% a 34.2%.

Vetas No. 2 y 3.

Estas vetas solamente se han descubierto con la obra minera ya que en la superficie no existen trazas o afloramientos, la Veta No. 2 se puede seguir por 17 metros, pero en su extremo oriente es cortado por una falla que en su prolongación hacia el SE a su vez se mineralizó con galena formando así la veta No. 3, con 11 60 metros de longitud (hasta el tope de la obra minera) los anchos de las partes con plomo de estas vetas son 0.39 metros y 0.43 metros respectivamente.

Si se supone que la mineralización continúa hasta la superficie y se asigna un peso específico de 6.8 a la veta No. 2 y 3.0 a la veta No. 3 (por no contar con sulfuros masivos como la Veta No. 2) se tienen las siguientes reservas posibles :

$$\text{Veta No. 2 : } 338 \times 0.39 \times 6.8 = 896 \text{ toneladas.}$$

$$\text{Veta No. 3 : } 410 \times 0.43 \times 3.0 = 529 \text{ toneladas}$$

Las leyes medias calculadas para ambas vetas son las siguientes :

$$\text{Veta No. 2 : Au} = 7.0 \text{ gr/ton, Ag} = 149 \text{ gr/ton y Pb} = 39.8 \%$$

$$\text{Veta No. 3 : 3.0 gr/ton, Ag} = 49 \text{ gr/ton y Pb} = 5.6 \%$$

Veta No. 4.

La parte con plomo de esta veta tiene un ancho promedio de 0.51 m, y se le ha descubierto con obra minera a lo largo de 62.00 m. En superficie no se ha podido descubrir esta veta pero con los barrenos de diamante Pack-Sack se ha confirmado su continuación a 15, 17 y 18 metros respectivamente. La determinación del peso específico realizado sobre una muestra de la veta de plomo dio 6.04 de P.E. Las reservas de la obra minera hacia la superficie se consideran como posibles, ya que únicamente se cuenta con la información de la obra minera mientras que las reservas hacia profundidad y determinadas por los impactos de la barrenación de diamante se consideran como probables : la ley media determinada en el Nivel Nuevo Refugio para estos bloques es la siguiente :

$$4.1 \text{ gr/ton Au, } 128 \text{ gr/ton Ag y } 23.8 \% \text{ Pb.}$$

Las reservas con estas leyes son :

Probables	$689 \times 0.51 \times 6.04 = 2,122$ ton
Posibles	$2,899 \times 0.51 \times 6.04 = 8,930$ ton
T o t a l :	11,052 ton

Conforme a estos cálculos la Mina El Socorro cuenta con las siguientes reservas de leyes económicamente explotables

Probables	: 5,592 ton con Au = 4.5 gr/ton, Ag = 145 gr/ton, Pb = 28.9%
Posibles	: 10,355 ton con Au = 4.5 gr/ton, Ag = 126 gr/ton, Pb = 24.3%
T o t a l	15,947 ton con Au = 4.5 gr/ton, Ag = 132 gr/ton, Pb = 25.9%

LEYES DE RESERVAS EN OBRAS MINERAS

OBRAS MINERAS

En el área de estudio actualmente se tienen 5 obras, se describen inicialmente las obras antiguas :

OBRAS ANTIGUAS DEL SOCORRO.

NIVEL 0.- Presenta un desarrollo de 138 m, de los cuales 9.0 m se colaron para hacer el nombrado "Crucero Cuprífero". Se desarrolló un pozo de 7.0 m de profundidad.

Esta obra minera tiene su principal desarrollo sobre una veta falla con un rumbo E-W y echado de 40° al N. El desarrollo a rumbo sobre la veta-falla fue de 54.0 m, con un espesor promedio de la veta de 1.50 metros; se observa una zona de oxidación de unos 12 m de largo, con fracturas rellenas por calcita y abundante especularita. Se hizo un muestreo en este nivel con las leyes medias obtenidas :

Au - 2.6 gr/ton

Ag - 5 gr/ton

Pb - 0.5 %

NIVEL 43.- Tiene un desarrollo de 78.0 m lineales: se tienen además 2 pozos, uno denominado pozo 43 con 9.0 m de desarrollo, el segundo con 5 m de desarrollo. El nivel 43 está comunicado con el nivel 52 por medio de un contrapozo con un cuele de 7 m. También está comunicado con un rebaje situado en un nivel superior, con un desarrollo de 13.0 m.

La estructura principal que se tiene en el nivel 0 se presenta en el nivel 43, las características estructurales son similares a las del nivel 0.

La roca encajonante presenta alto grado de fracturamiento, con alteración clorítica. En este nivel se han observado más manifestaciones mineralógicas, que en el nivel 0.

Se han encontrado zonas de sulfuros diseminados (galena) de la entrada del nivel 43 hasta 35.0 m hacia adentro de dicho nivel. En el pozo 43 se tiene una zona de carbonatos (malaquita). Los minerales secundarios son : calcita, cuarzo, óxido de hierro. La veta tiene un ancho promedio de 1.25 m y el muestreo dio los siguientes resultados :

Au - 3 9 gr/ton

Ag - 15 gr/ton

Pb - 0.5 %

NIVEL 52.- Este nivel tiene un desarrollo de 170.0 m y está comunicado con dos rebajes (2 y 3) y con el subnivel 51, aparte de la ya mencionada comunicación con el nivel 43.

Se observa que el nivel 52 presenta una estructura fallada de 66.0 metros de longitud y un ancho promedio de 1.25 metros, paralela a otra estructura que está en el subnivel 51 y que están separados por unos 9.0 metros.

La composición de la roca encajonante es andesítica, con alteración clorítica que en ocasiones es muy conspicua; presenta un alto grado de fracturamiento.

El rumbo de las dos estructuras van de E-W a NW 80° SE, con echados de 25 a 53° al norte.

La mineralización se presenta diseminada (subnivel 51) o Stock-Work con vetillas de galena, pirita, especularita, que se observan en los primeros 18.00 m de la pared izquierda del

nivel 52, o en clavos (galena, pirita, especularita, calcita) como es observable inmediatamente al principio del nivel 52.

Comparativamente el nivel 52 es el que contiene más manifestaciones mineralógicas que los anteriores niveles, el cálculo de la ley media del nivel 52 da los siguientes resultados

	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %
NIVEL 51	5.3	14	0.6
NIVEL 52	4.7	13	0.7
REBAJE No. 2	7.5	23	0.8
REBAJE No. 3	4.1	25	0.5

NIVEL 70.- Este nivel tiene 67.0 m. inclinados de desarrollo con un ancho de 5.00 a 15.00 m y una altura de 2.00 a 3.00 m.

Tiene cuatro comidos o rebajes a rumbo de veta con desarrollos promedio de 10 00 m y con un ancho de 2.00 a 4.00 m.

El pozo 60 tiene una profundidad de 2.00 m.

La explotación la hicieron a rumbo de echado, y en menor escala a rumbo de la estructura. Este nivel se comunica con el nivel 43 y con el nivel 52 por medio de un contrapozo de 5.00 m y a la superficie por medio del respiradero.

El tren estructural de este nivel es el mismo que de los demás niveles, con un rumbo de NW 80°SE y un echado de 35° al NE.

La mineralización está más concentrada en la pared oriental, ahí es donde los sulfuros (galena, pirita) predominan, esta zona mineralizada presenta una longitud de 15.00 m inclinados.

Además de los sulfuros antes mencionados se tiene especularita, calcita, cuarzo y limonita.

La ley media que se calculó para este nivel fue de .

Au - 4.8 gr/ton

Ag - 16 gr/ton

Pb - 0.3 %

NIVEL 46.- Este nivel se refiere a una obra de explotación a cielo abierto, que se ha denominado Tajo Grande.

El tajo tiene las siguientes dimensiones : de 5.0 a 15.0 m de ancho, con una longitud de 35.0 m y una altura de 7.0 m. Además presenta unos socavones o cruceros con desarrollo de 1.50 a 4.00 m.

La estructura en este rumbo E-W y echado de 40° al N. La andesita se observa alterada (cloritización, oxidación) en el contacto con la Fm. Balsas (Tcb).

La mineralización megascópicamente es de galena esporádicamente, especularita, calcita, cuarzo.

Se calculó la ley media del tajo con base en 21 muestras, con el resultado siguiente :

Au - 4.7 gr/ton

Ag - 18 gr/ton

**RESUMEN DE RESERVAS POSIBLES CUBICADAS EN LA MINA
EL SOCORRO**

BLOCK	AREA m ²	ESPESOR m	VOLUMEN m ³	P.E.	TON	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb gr/ton	VEVA No.
IV	1083.28	1.14	1234.93	2.87	3544.27	1.66	45	8.21	1
VI	1108.74	2.19	2428.14	3.80	9226.93	2.62	77	13.81	4
VIII	183.58	0.57	104.64	4.7	491.81	3.46	41	15.65	2
IX	392.04	0.43	168.57	3.0	505.73	3.03	48	5.47	3
TOTAL :		1.79			13768.74	2.41	66	12.12	

Se considera un factor de seguridad de 0.75 se obtienen 10,326.55 ton posibles con leyes de Au = 2.41 gr/ton, Ag = 66 gr/ton, Pb = 12.12 %.

La fórmula empleada para el cálculo de reservas, es la siguiente : $T = V \times P.E.$

DONDE : T = Toneladas Métricas V = Volumen en m³ P. E = Peso Especifico $V = A \times E$

SIENDO : A = Area del bloque en m² E = Espesor del bloque en m.

La Ley Media del bloque se calculó usando la fórmula :

$$\underline{\text{Ley Media}} = \frac{(M1 \times L1) + (M2 \times L2) + (Mn \times Ln)}{\text{SUMA DE ESPESORES}}$$

SIENDO M1 = Espesor de la Muestra No. 1

L1 = Ley de la Muestra No. 1.

Tonelaje calculado en los terreros de la mina El Socorro
(Nivel Nuevo Refugio)

No. DE TERRERO	AREA M ² PLANIMETRIADA	ESPEJOR (m)	VOLUMEN m ³ (P.e.)	TONELADAS CUBICADAS
I	866.66	0.80	693.328 (2 667)	1849.105
II	688.33	1.20	825.996 (2.577)	2128.591
III	63.00	2.00	126.000 (1.848)	232.848
IV	127.50	1.00	127.50 (2.549)	324.997
V	140.83	1.00	140.83 (2.747)	386.860
TOTAL DE TONELADAS CALCULADAS =				4922.401

No. DE TERRERO	TONELADAS CUBICADAS	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %
I	1849.105	2.90	21	6.00
II	2128.591	4.20	34	4.70
III	232.848	5.80	29	3.30
IV	324.997	7.10	25	2.10
V	386.860	1.30	37	4.90
TOTAL	4922.401	3.75	28	4.97

TUMBE Y BENEFICIO DE MINERAL

Después del mes de mayo de 1985 en que se inició la ampliación del sistema de beneficio y hasta diciembre de 1987 se han tumbado y beneficiado las siguientes toneladas de material de la mina El Socorro (Nivel Nuevo Refugio).

Tumbe de material	1,782 m3
Material extraído	7,244.000 ton
Material quebrado	6,491.850 ton
Material cribado	7,593.250 ton
Material beneficiado en Jiggs	3,699.360 ton
Material beneficiado en Mesas	4,102.120 ton
Concentrado en Jiggs	583 958 ton
Concentrado en Mesas	574.362 ton
Material beneficiado de Terreros	2,314.900 ton

El método empleado en esta mina es tumbado sobre carga.

EMBARQUE DE MATERIAL

En la etapa de explotación se efectuaron 3 embarques de mineral a la fundición de Met-Mex Peñoles. S.A. de C.V. de Torreón, Coah.

El primer embarque a Peñoles consistió de 41.27 ton. de mineral que procede de la Veta No. 1. Este embarque se muestreó cada tonelada aproximadamente y se mandaron analizar a los laboratorios del Consejo de Recursos Minerales en México. D.F. y Banca Cremi. Existen marcadas discrepancias en los resultados obtenidos por los laboratorios en comparación con la liquidación Peñoles :

	Liquidación Peñoles	C R. M.	Banca Cremi
Oro (gr/ton)	5.75	1.23	1.96
Plata (gr/ton)	200	219	245
Plomo (%)	44.50	48.50	50.40

Los embarques realizados a Met- Mex Peñoles, S.A. de C.V., reportaron lo siguiente:

AÑO	PESO SECO	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Liquidación M.N.
1981 1° Emb.	41 270	5.70	200	44.50	\$ 325,213.15
1981 2° Emb.	217.075	8.00	152	28.00	\$ 1'071,642.37
1982 3° Emb.	89 818	9.30	106	22.80	\$ 474,947.33
TOTAL	348.163	7.60	152	31.70	\$ 1'871,802.85

Estos embarques se realizaron en los años de 1981 y 1982.

En 1983 se empezó a explotar el mineral de alta ley exclusivamente (denominados clavos). Se embarcaron las siguientes toneladas.

AÑO	PESO SECO	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Liquidación M.N.
1983	1949.525	8.31	135	28.48	\$ 34'758,678.54
1984	100.706	10.84	266	58.21	\$ 4'815,370.43
1985	51.048	14.50	228	55.60	\$ 3'185,128.38
1986	588.455	8.83	301	53.85	\$ 103'281,183.14
1987 (OCT)					

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

RECUPERACION DE INVERSION

A partir del 9 de mayo de 1981

Con la autorización de la Dirección General, se inició el envío de mineral de alta ley, seleccionado a mano y procedente de la mina El Socorro (Nivel Nuevo Refugio) a la Fundación Met - Mex Peñoles en Torreón, Coah. Este envío se continuó hasta el 14 de diciembre de 1983.

Durante 1984 siguió el envío de concentrados teniendo ya instalados 2 Jiggs y una Mesa de Concentración gravimétrica.

A partir de mayo de 1985 se inició la ampliación del sistema de beneficio instalándose 3 mesas concentradoras gravimétricas más, otro jigss, una quebradora primaria, la construcción de tanques de rebombeo, tanque de almacenamiento de agua, presa de jales, construcción e instalación del molino, criba vibratoria y la instalación y acondicionamiento de la planta de energía eléctrica.

Todo lo anterior se realizó con la finalidad de aumentar la capacidad de producción de concentrados y recuperar la inversión total ejercida en el Proyecto.

**RESUMEN DE ENVIOS DE MINERAL
REALIZADOS EN EL PROYECTO**

AÑO DE ENVIO	TONELADAS ENVIADAS TONELADAS LIQUIDADAS	VALOR TOTAL DE LIQUIDACION	INVERSION ANUAL
1980			2'152,000.00
1981	250.000 258.350	1'396,855.52	8'836,000.00
1982	100.000 89.818	474,947.33	3'459,000.00
1983	2'267.365 1'949.525	34'758,678.64	25'176,000.00
1984	100.438 100.706	4'815,370.43	29'510,000.00
1985	50.000 51.048	3'185,128.38	39'657,312.46
1986	646.500 588.455	103'281,183.14	56'365,073.66
1987	274.000		42'106,475.45
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
T O T A L :	3'036.902	147'912,163.44	207'261,861.57

* Pendiente las liquidaciones de las toneladas enviadas en 1987 quedando en el patio de beneficio 53.240 Ton, de concentrado de mesa y 4.141 Ton, de concentrado de Jiggs peso húmedo.

Conclusiones

El presente estudio realizado en La mina El Socorro, nivel Nuevo Refugio se hizo por medio de obra directa donde se determinó que la mineralización se encuentra en forma de rosario a lo largo de dos vetas falla (Veta 1 y 2) con un desarrollo de 66 y 191 metros respectivamente, asimismo, a las estructuras principales se presentan fracturas mineralizadas paralelas pero de menor importancia.

Para conocer las reservas globales de la mina, se delimitaron las estructuras en bloques y para conocer las reservas probables y posibles se apoyó en obra minera respectivamente en los bloques delimitados.

Actualmente las vetas de la mina El Socorro se encuentran agotadas a consecuencia de la desaparición de vetas, ya que son vetas falla. De acuerdo a las características y a la forma en que se encuentran estas estructuras mineralizadas, se puede decir que se trata de un problema estructural.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

- 1.- Realizar un estudio estructural con base en imágenes de satélite en el área de estudio.
- 2.- Hacer un estudio metalogénico de oclusiones fluidas y mineragrafico de interior de mina, para determinar la etapa de mineralización de las estructuras.
- 3.- Hacer barrenos a profundidad para conocer el comportamiento de las estructuras o de lo contrario localizar nuevas estructuras mineralizadas.



EXPLICACION

SIMBOLOS GEOLOGICOS

ROCAS SEDIMENTARIAS

- O4 BUELOS Y VIELOSOS DE ALUVION CON FRAGMENTOS DE ROCAS VOLCANICAS
- Tc FORMACION CUATERNARIA (DEPOSITOS LACUSTRES Y EVAPORICOS CONSOLIDADOS POR VESO CALIZAS Y ARCILLAS)
- Ts FORMACION BALSA (CONSOLIDADO CON FRAGMENTOS CALCAREOS Y CONCRETOS REDONDOS CEMENTADOS EN MATRIZ ARCILLOSA)

ROCAS IGNEAS

- Tr INTRUSIVAS EXTRUSIVAS
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) TROPON ANDESITICA
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) DIABASITICO POR DIFERENCIACION MAGMATICA
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) GRANITO
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) TOLVA ANDESITICA Y ONDADA POR FRAGMENTOS DE TEXTURAS PORFIRICA Y APERTURA DE COPROBIO-ANDESITICA
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) FORMACION MORELOS
- Tpa DIOCLASAS (DIOCLASAS) (COLUMBIANA CON LENTES DE FEDERAL)

GRUPO TECOCOYINTLA (LUTITAS Y ARENISCAS DE COLOR ROJO INTERSTRATIFICADAS CON BANDAS DE CONSOLIDACION COCCINEAS)

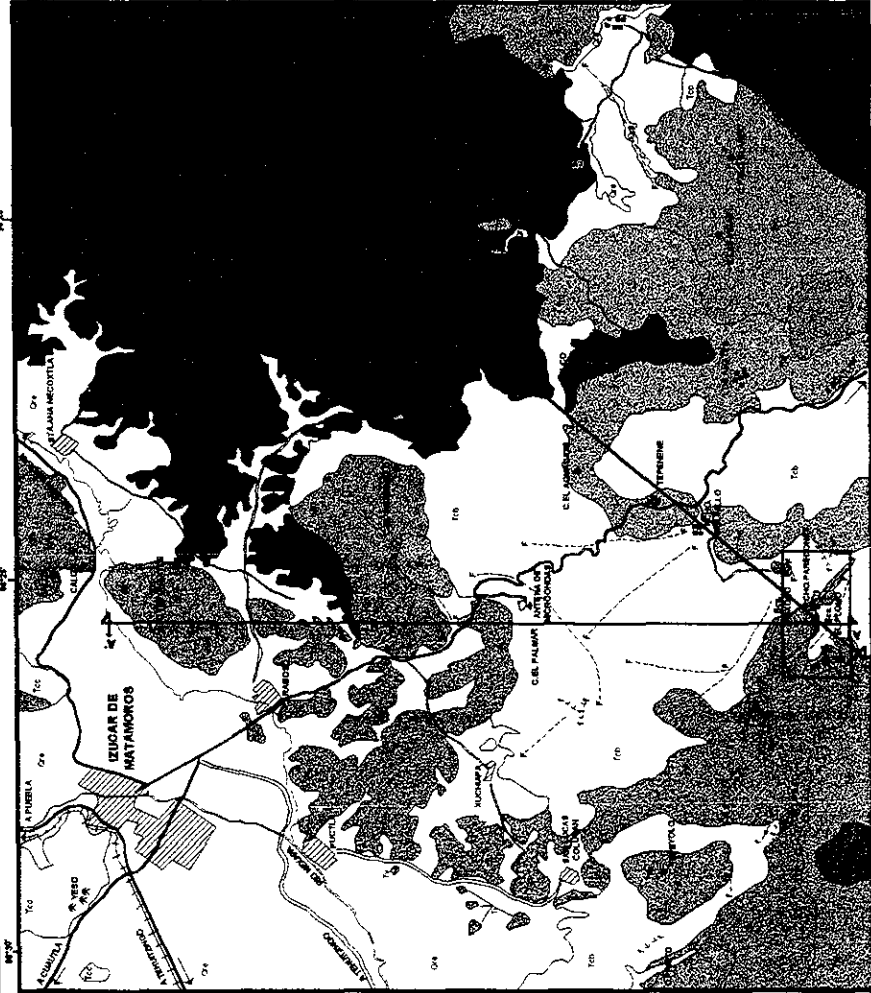
ROCAS METAMORFICAS

- Cg COMPLEJO ACATLAN
- Cg ESCOMBROS DE CUANAUQUIL Y GUERRA

- Cg CONTACTO OROGENICO
- Cg RIUNDO Y ESQUAO
- Cg FALLA CON INCLINACION
- Cg FACIES CON INCLINACION
- Cg PROPOSITOS Y OBRAS MINERAS

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- P POPULACION
- R RANCHERIA
- C CARRETERA PAVIMENTADA
- T CAMINO DE TERRENERA
- B CAMINO DE BRICHA
- F FERROCARRIL
- A ARROYOS
- S ZONA DE ESTUDIO

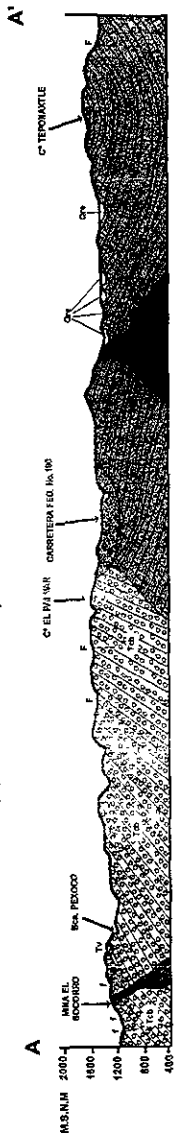


ESCALA GRAFICA

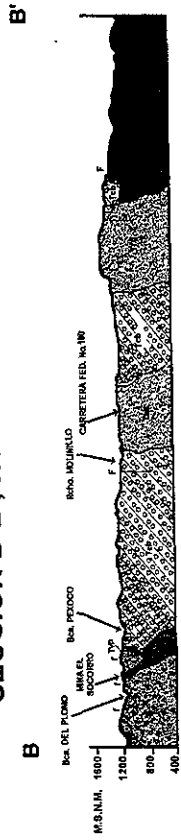


UNAM
FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA
PLANO GEOLOGICO REGIONAL
DE LA MINA
"EL SOCORRO"
TESIS PROFESIONAL
CRUZ LOPEZ DEGO E. 1988 PLANO No. 1







SECCION A-A', S-N, VIENDO AL NORTE




SECCION B-B', NW-NE VIENDO AL NOR-ESTE



EXPLICACION

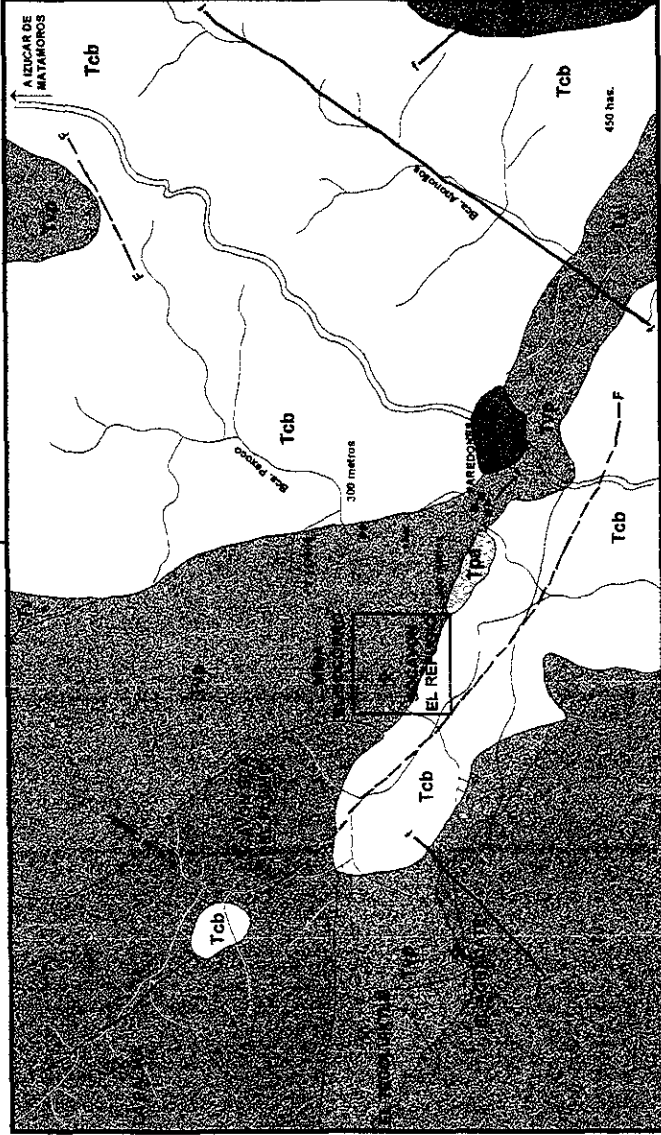
-  SUELO Y RELLENO DE ALUVION CON FRAGMENTOS DE ROCAS VOLCANICAS.
-  FORMACION BALSAS (CONGLOMERADO CON FRAGMENTOS CALCAREOS Y CUARCIEROS REDONDEADOS CEMENTRADO EN MATRIZ ARCILLOSA.)
-  DERIVAMES DE COMPOSICION ANDESITICA, RIOLITICA Y DACITICA.
-  TOBA ANDESITICA FORMADA POR FRAGMENTOS DE TEXTURA PORFIRIDICA Y AFANITICA DE COMPOSICION ANDESITICA.
-  PORFIDO ANDESITICO A PORFIDO RIODACITICO POR DIFERENCIACION MAGMATICA.
-  FORMACION MIORELOS (CALIZA CON LENTES DE PEBERIAL).

 GRUPO TECOCOYUNCA (LUTITAS Y ARENISCAS).

 COMPLEJO ACATI'AN (ESQUISTOS DE CUARZO, SERICITA Y CLORITA).

U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA
SECCION ESQUEMATICA A-A', B-B'
TESIS PROFESIONAL
CRUZ LOPEZ DIEGO E. 1988 PLANO No. 2

88°25'22"



ESCALA GRAFICA



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

CIENCIAS DE LA TIERRA

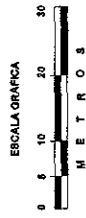
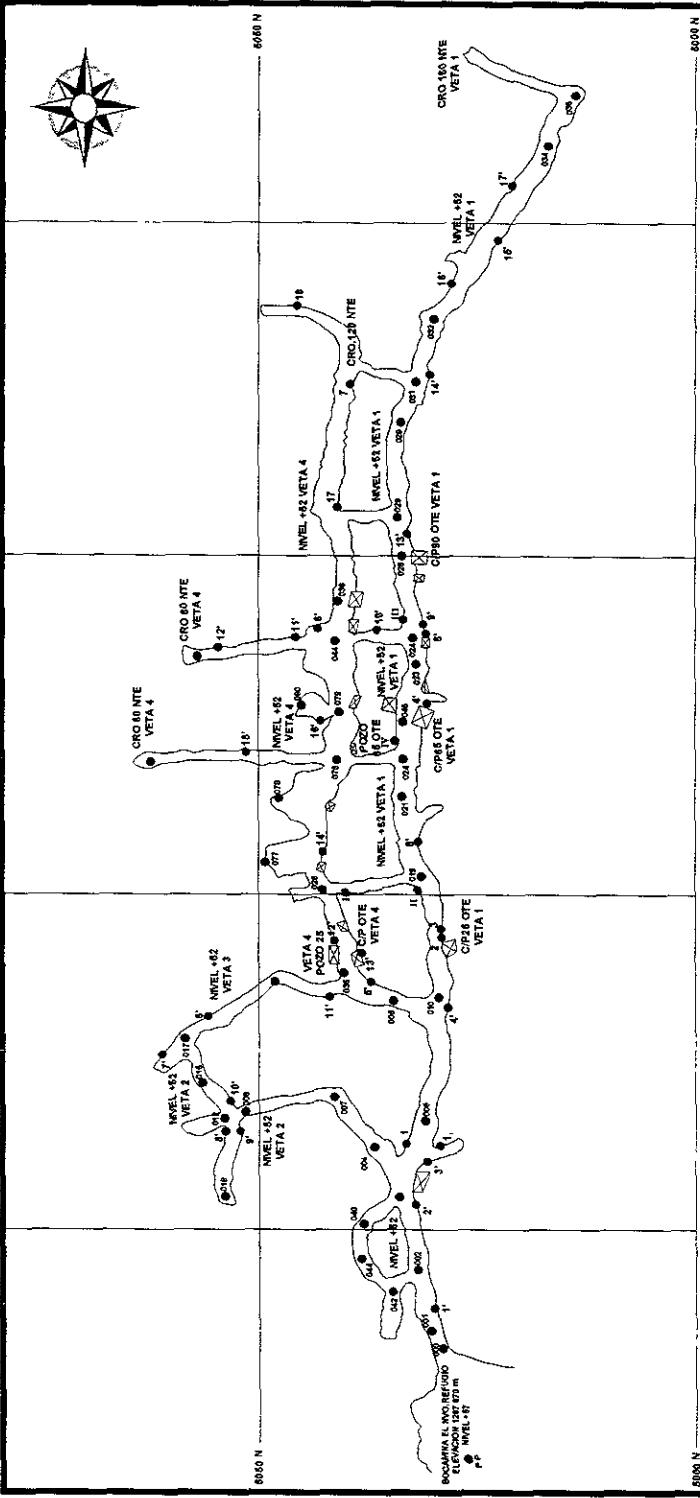
PLANO GEOLOGICO LOCAL DE
LA MINA "EL SOCORRO"

TESIS PROFESIONAL

CRUZ LOPEZ DIEGO E. 1998 | **PLANO No.3**

EXPLICACION

	Toba Andesítica FORMADA POR FRAGMENTOS DE TEXTURA PORFIRICA Y AFANITICA.
	DERRAMES EN COMPOSICION ANDESITICA, RIOLITICA Y DACTITICA
	PORFIDO ANDESITICO A PORFIDO RIODACTITICO POR DIFERENCIACION MAGMATICA.
	MINA ABANDONADA
	CONTACTO GEOLOGICO
	FALLA
	FRACTURA
	MINA EL SOCORRO
	BRECHA
	VEREDA
	ARROYO
	RANCHERIA



FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA
U N A M
OBRA MINERA
MINA EL SOCORRO
TESIS PROFESIONAL
CRUZ LOPEZ DIEGO E. 1996 PLANO No. 4

BIBLIOGRAFIA

Bateman A y Jensen M.

1979

Económic minerales Deposit, 3ra edición

Campa, M. F., J. R., Coney, P J., 1981

Terrenos tectonoestratigráficos de la Sierra Madre del Sur, región comprendida entre los estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Serie técnico-científica de la Universidad Autónoma de Guerrero No. 10, 28 p.

Campa, M. F. and Coney, P.J., 1983. Tectono-stratographic terranes and mineral resource distribution in México. *Can J. Earth Sci.* 20, pp 1040-1051.

Cepeda Dávila L. Apuntes de petrología Ignea, UNAM.

Facultad de Ingeniería

Departamento de Yacimientos Minerales.

Convención geológica nacional (5) 1980.

Excursión geológica al borde noroeste de la paleopenínsula de Oaxaca (sureste del estado de Puebla).

Coney, P., 1983. Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo.* v.15, No. 1, pp.6-15.

Cserna, Z de 1970, Reflexiones sobre algunos problemas de la geología de la parte centro-meridional de México. Libro guía de la excursión México-Oaxaca de la Sociedad Geológica Mexicana, p. p. 37-50

Demant, A., 1978, Características del eje Neovolcánico transmexicano y sus problemas de interpretación *Revista del Instituto de Geología, UNAM, v. 2, No. 2, p. p. 172-187.*

Dietz, R. S., and Holden, J. C., 1970, La disgregación de la Pangea. In Wilson T., 1976, *Deriva Continental y Tectónica de Placas. Selecciones de Scientific American.* C. Martín E., y A. González U trads. 2o. edición, Madrid, H. Blume Ediciones, p.p. 154-167.

Fries, C Jr., 1960, Geología del estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. *Bol. del Instituto de Geología UNAM, No. 60, 236 p.*

Fries, C. Jr., 1966, Hoja Cuernavaca 14 Q-h (8), Estado de Morelos, Carta geológica de México, Instituto de Geología, UNAM. Serie 1:100 000, mapa con texto.

Fries, C. Jr., Rincón, O.C., Solorio, J., Schumutter, E., Cserna, Zoltan de. 1970, Una edad radiométrica ordovícica de Totoltepec, estado de Puebla. Libro guía de la excursión México-Oaxaca de la Sociedad Geológica Mexicana, p.p. 164-166.

Kennet Segerstrom 1963. Geología y Yacimientos minerales del Distrito de Pachuca Real del Monte, Consejo de Recursos no Renovables.

Lopez Ramos, E., 1979, Geología de México. 2a. edición. México, D.F. Edición escolar 3 volúmenes.

Ortega, F., 1974, Nota preliminar sobre las eclogitas de Acatlán, Puebla, Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 35, p.p. 1-6.

Ortega, F., 1976, Los complejos metamórficos del sur de México y su significado tectónico. Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Geología, México.

Ortega, F., 1978, Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca. Revista del Instituto de Geología, UNAM, v. 2, No. 2, p.p. 112-131.

Pérez, J. M., Hokuto, A., y Cserna, Z. de 1965, Reconocimiento del área de Petlalcingo-Santa Cruz, municipio de Acatlán, estado de Puebla. Universidad Nal. Aut. de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, No. 21, parte 1,22 p.

Rodriguez, R., 1970, Geología metamórfica del área de Acatlán, estado de Puebla Libro guía de la excursión México-Oaxaca de la Sociedad Geológica-Mexicana, p.p 51-56

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1984.
Geología de la República Mexicana.

Smirnov I, 1982.
Geología de Yacimientos minerales MIR-Moscú.