

18
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**GEOLOGIA Y EVALUACION DE LA
MINA GUERRERO, ZONA SUR.
TAXCO GUERRERO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A M O S

JOSE ANTONIO LOPEZ DE ANDA
MIGUEL ANGEL VAZQUEZ GARCIA



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN.....	4
CAPITULO I	
INTRODUCCION.....	7
CAPITULO II	
GENERALIDADES	9
DATOS HISTORICOS	10
LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION	12
CAPITULO III	
FISIOGRAFIA	14
CAPITULO IV	
ESTRATIGRAFIA	19
ESQUISTO TAXCO	23
ROCA VERDE TAXCO VIEJO	25
FORMACION ACUITLAPAN	26
FORMACION MORELOS	27
FORMACION MEXCALA	30
FORMACION BALSAS	32
RIO LITA TILZAPOTLA	34
ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	36
CAPITULO V	
GEOLOGIA LOCAL D DE LA MINA	37
ESQUISTO TAXCO	39
FORMACION MORELOS	41
FORMACION MEXCALA	43
CARACTERISTICAS DE LAS VETAS	45
SUCESION MINERALOGICA	48
GENESIS	50

CAPITULO VI

METODO DE EXPLOTACION	52
SELECCION DE METODO DE EXPLOTACION DE MINAS SUBTERRANEAS	53
CLASIFICACION DE LOS METODOS DE EXPLOTACION DE MINAS SUBTERRANEAS	55
SALONES Y PILARES AL AZAR Y SISTEMATICOS	56
TUMBE SOBRE CARGA	58
TUMBE POR CORTE Y RELLENO	61

CAPITULO VII

EVALUACION DE RESERVAS	65
-------------------------------------	-----------

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
---	-----------

BIBLIOGRAFIA

PLANOS Y ANEXOS

RESUMEN

El distrito de Taxco, se encuentra en la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero en el paralelo $18^{\circ} 33'$ de latitud norte y el meridiano $99^{\circ} 35'$ de longitud oeste; situado en el borde septentrional de la subprovincia de la Cuenca del Balsas-Mexcala, perteneciente a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Las rocas metamórficas, sedimentarias, plútonicas y volcánicas presentes en el área, abarcan desde el Paleozoico Superior hasta el Cenozoico Medio.

Las estructuras de falla presentan un rumbo general NW-SE y un echado de $\pm 68^{\circ}$ tanto al oriente como al poniente, íntimamente relacionadas con la mineralización tanto en vetas como en cuerpos de reemplazamiento; las fallas-vetas, son inversas o normales y en consecuencia ponen en contacto formaciones del Paleozoico con las del Cenozoico; se ha determinado que las rocas metamórficas fueron afectadas por dos tipos de esfuerzos de diferentes direcciones, uno primario de rumbo NE-SW y el otro de rumbo NW-SE.

Las vetas Cobre-Babilonia, Ladera y Guadalupe son las más importantes en la zona sur de la Mina Guerrero, puesto que se encuentran íntimamente relacionadas con los cuerpos de reemplazamiento formados en la caliza de la Formación Morelos localizada al alto de la Formación Esquisto Taxco y al bajo de la Formación Mexcala. De acuerdo a las características estructurales de los mantos y sus minerales económicos, ellos constituyen la primera fuente de producción de la Mina Guerrero.

Por lo antes mencionado y el comportamiento geológico-estructural, los cuerpos de reemplazamiento son importantes desde el punto de vista del cálculo de reservas ya que representan más del 50 % de la producción de la Mina Guerrero y por lo cual se realizan programas de exploración a diamante.

El cálculo de reservas se realizó a partir de interpretaciones geológicas y estructurales de los cuerpos de reemplazamiento, considerados como apoyo

el muestreo, las obras de minado y los barrenos de exploración a diamante; se calcularon 1,310,002 toneladas positivas con 40 gramos de plata, 0.98 % de plomo, 4.46 % de zinc y 612,602 toneladas medidas con 30 gr de plata, 0.75 % de plomo y 3.26 % de zinc.

Conociendo las toneladas positivas y medidas de los mantos y las condiciones geológicas y estructurales, se realiza un programa de tumbes, para obtener el mayor tonelaje, manteniendo la estabilidad del terreno, con el menor costo posible.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El estudio detallado de los diferentes distritos mineros es una necesidad para el desarrollo de la Industria Minera del país. Es imprescindible incrementar las reservas de una manera constante con objeto de garantizar la duración de la explotación minera, según el distrito involucrado; tal acción contribuirá a tener una minería sólida que podrá conducir tanto para el desarrollo industrial de la nación como para zanjar sus problemas económicos.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que la industria moderna requiere cada día una mayor cantidad de ciertos elementos metálicos y no metálicos cuyo precio tendrá necesariamente a incrementarse, lo que indiscutiblemente podrá representar mejores divisas para los productores. Tal es el caso del zinc. Ahora, se tienen múltiples aplicaciones para este metal entre las que destacan: como semiconductores, para la elaboración de piezas delgadas, sin olvidar la nueva aleación llamada Zinalco de patente mexicana y de grandes aplicaciones industriales.

El distrito minero de Taxco, explotado desde tiempos precortesianos, en primer lugar, pertenece al conjunto de zonas mineralizadas del país que requieren un continuo estudio, con objeto de incrementar sus reservas; en segundo: algunos cuerpos tienen zinc como elemento más abundante. Ambas condiciones marcan una necesidad de llevar a cabo el estudio geológico y la evaluación de reservas del distrito.

Al realizar el presente trabajo en la zona sur de la mina Guerrero se tuvieron en mente los objetivos expuestos.

CAPITULO IIGENERALIDADES

DATOS HISTORICOS

Los yacimientos de Taxco se empezaron a trabajar probablemente en la época prehispánica, durante los reinados de Itzcoalt (1428-1440) o de Moctezuma I (1440-1468) pero su explotación fue en pequeña escala.

Durante la conquista, Hernán Cortés supo que en la provincia de Tlachco circulaban piezas de estaño como moneda y envió a varios soldados para explorar la región ya que éste material era necesario para la fabricación de piezas de artillería; pero en lugar de encontrar estaño, encontraron plata. Por el año de 1534 los conquistadores Juan de Cabra y Salcado, poblaron por primera vez la ciudad de Taxco y comenzaron a extraer plata de las minas; al mismo tiempo, Hernán Cortés mandó desarrollar el Socavón del Rey en lo que hoy es la Mina Pedregal y construyó una hacienda donde se beneficiaba al mineral, la cual se encuentra actualmente en el barrio de Cantarranas.

Hasta 1747 la exploración del distrito fue rudimentaria y escasa; José de la Borda y Vicente de Anza, encontraron grandes bonanzas en Taxco y Tehuilotepic, Miguel José de la Estaca descubrió el yacimiento de Juliantla en 1780.

La decadencia de la minería comenzó cuando se inició la Independencia de México, donde por completo se abandonó la extracción de mineral en el distrito minero de Taxco.

En 1860 comenzaron a generarse inversiones extranjeras y es cuando se implanta el método de beneficio por cianuración que sustituye al de amalgamación en frío y permite tratar minerales de leyes relativamente bajas.

En 1920 la compañía Eagle-Picher, instaló la primera planta de beneficio por flotación selectiva y empezó la exploración moderna de las minas de la región.

En 1942 el distrito minero pasó a manos de la compañía American Smelting and Refining Company (ASARCO), la cual comenzó a desarrollar y explotar las minas, obteniendo producciones de 1,000 toneladas diarias.

En 1970 se nacionalizó la compañía, tomando el nombre de Asarco Mexicana S.A., pero en 1973 la gran parte del capital se volvió mexicano y se le nombra Industrial Minera México S.A.

LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

El distrito de Taxco se encuentra en la ciudad de Taxco de Alarcón, que se localiza en la porción norte del estado de Guerrero.

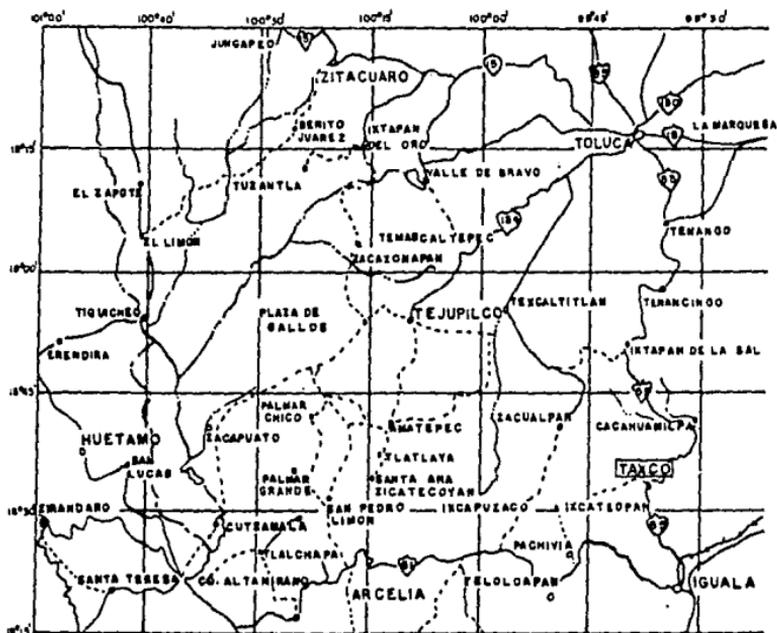
Geográficamente está delimitado por el paralelo $18^{\circ} 33'$ de latitud norte y el meridiano $99^{\circ} 35'$ de longitud oeste y cuenta con un área aproximada de 100 km^2 y una elevación de 1,700 m sobre el nivel del mar (figura 1).

Los límites del estado de Guerrero son; al norte el estado de México, al noreste Morelos y Puebla, al sureste Oaxaca, al sur con el océano Pacífico y al noroeste con Michoacán.

Por la carretera federal No. 95 a 85 km al norte del distrito se encuentra la ciudad de Cuernavaca, a 170 km la ciudad de México, al sur por la misma carretera a 35 km la ciudad de Iguala y a 289 km el puerto de Acapulco.

La estación ferroviaria más próxima se localiza a 26 km al sur de la ciudad de Taxco en el poblado El Naranjo, que es una estación de la ruta férrea ciudad de México-Balsas.

El aeropuerto más cercano se encuentra al norte de la ciudad de Taxco, en el cerro de la Mulata, el cual solamente tiene capacidad para que arriven pequeños aviones comerciales y avionetas; éste no da servicio durante todo el año por problemas generados por los fuertes vientos que azotan la región y la altura de 2,300 m que se encuentra sobre el nivel del mar.



0 15 Km
ESCALA

-  C. FEDERAL
-  C. DE TERRACERIA
-  FERROCARRIL
-  ARROLLOS
-  CIUDA D

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO DE LOCALIZACION
DEL DISTRITO MINERO
DE TAXCO, GRO. (1990)

ESCALA	J.A.L.D.A
1:150000	M.A.V.G

Figure 1

CAPITULO III

FISIOGRAFIA

FISIOGRAFIA

El distrito minero de Taxco se encuentra situado en el borde septentrional de la subprovincia de la cuenca del Balsas-Mexcala, perteneciente a la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur (Fries, 1960).

Esta cuenca del Balsas-Mexcala abarca una extensión de 600 km de largo por 150 km en sus partes anchas, donde la región está drenada por numerosos arroyos y pequeños ríos intermitentes, los cuales son tributarios del río Iguala y éste a su vez del río Balsas que desemboca al océano Pacífico en los límites de los estados de Michoacán y Guerrero.

Esta zona se encuentra limitada al norte por la provincia del Eje neovolcánico Transmexicano, al noroeste por la subprovincia de la Antiplanicie septentrional, al este por la Antiplanicie Oaxaqueña y al sur por la subprovincia Meridional (figura 2).

La zona de la subprovincia donde se encuentra el distrito minero de Taxco se caracteriza por estar constituida por el tipo de montañas complejas (Escandon, 1972), donde los resultados de los rasgos topográficos constructivos de origen volcánico (emisiones piroclásticas y depósitos volcánoclasticos) al poniente y norponiente de Taxco, muestran una disección correspondiente a la etapa de madurez temprana; está representada por el cerro del Huixteco con 2410 m.s.n.m., notable tanto por su altura como por sus grandes cantiles.

Las sierras y serranías, generalmente con cumbres redondeadas, están formadas principalmente por calizas en estratos gruesos y masivos, donde al suroriente y surponiente de Taxco alcanzan 2,300 m.s.n.m., las cuales constituyen estructuras plegadas, generalmente anticlinorios o cobijaduras y el aumento de altura de éstas reflejan directamente el aumento del relieve estructural adquiriendo durante el proceso de plegamiento. El drenaje desa-

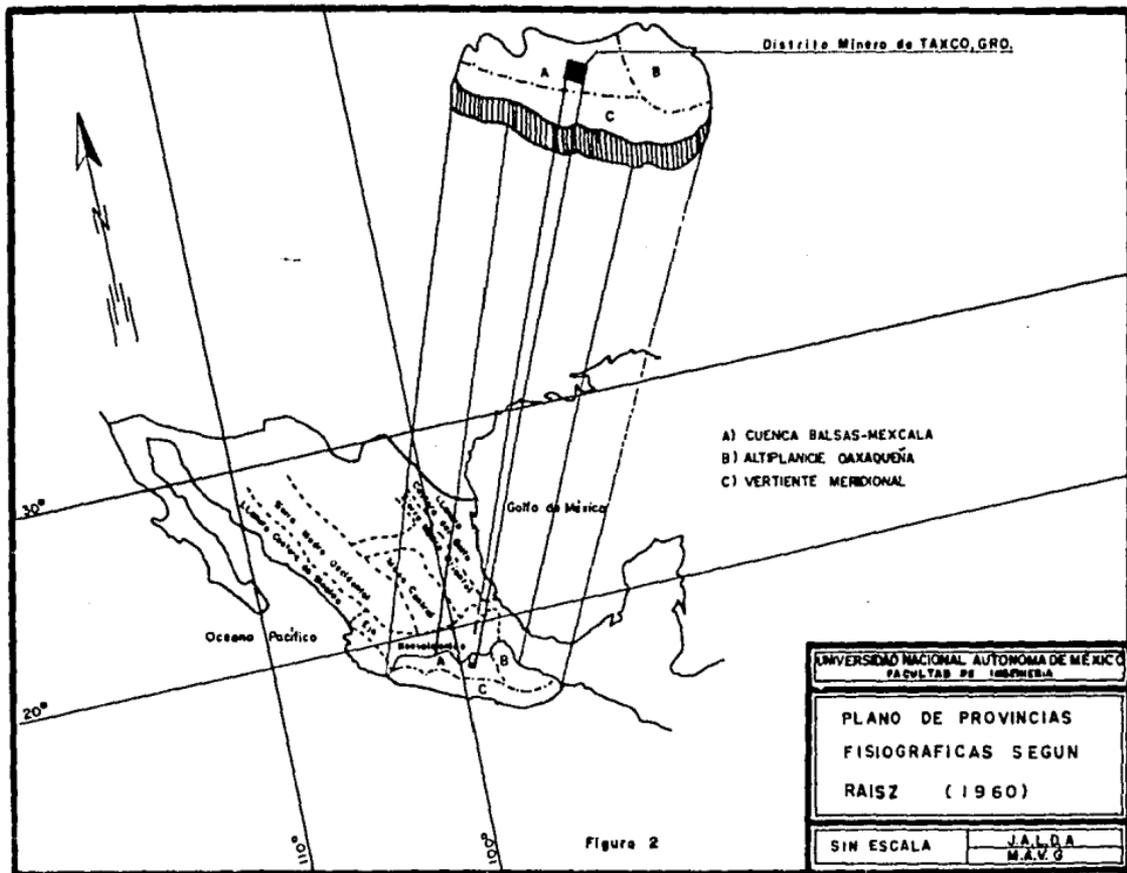


Figura 2

rollando sobre estos rasgos es del tipo dendrítico que ha producido un grado de disección correspondiente a la etapa de madurez temprana.

CAPITULO IVGEOLOGIA REGIONAL

ESTRATIGRAFIA

El distrito Taxco presenta varias rocas de diversas composiciones y naturaleza (rocas metamórficas, sedimentarias, intrusivas y estrusivas) cuya edad geológica varía del Paleozoico al Oligoceno (figura 3).

Las rocas más antiguas son metamórficas constituidas por esquistos, filitas y pizarras, que pertenecen a las facies de esquistos verdes; después sigue una secuencia de rocas sedimentarias, lutitas, areniscas carbonatadas, dolomías y calizas (grainstone y packstone); las rocas que tienen mayor área de afloramiento son las rocas vulcanosedimentarias, compuestas principalmente por derrames andesíticos, emisiones riolíticas, material piroclástico, brechas volcánicas e ignimbritas; las menos abundantes en los afloramientos, son las rocas ígneas intrusivas que se presentan en forma de troncos y diques (figuras 4,5).

FIGURA 3

ERA	PER IOL	E P O C A	E D A D	HOJA TAXCO	REGIONAL *	LOCAL *	
CENOZOICO	TERCIARIO			ALUVION	ALUVION	ALUVION	
				CHONTA ? — ?			
			PLIOCENO		ANDESITA BUENA VISTA ? — ?	?	
			MIOCENO		RIOLITA TILZAPOTLA	RIOLITA TILZAPOTLA	
			OLIGOCENO		?	?	
			EOCENO		GRUPO BALSAS	GRUPO GALSAS	
	PALEOCENO						
MESOZOICO	CRETASICO		MAESTRICHTIANO	TEPELcingo	?	?	
			CAMPANIANO				
			SANTONIANO				
			CONACIANO	MEXCALA	MEXCALA	MEXCALA	
			TURONIANO	CUAUTLA	?	?	
			CENOMANIANO	AMATEPEC			
		SUP.	ALBIANO	MORELOS BILTZOCO	MORELOS ?	MORELOS	
			APTIANO	XOCHICALCO			
		INFER.	NEOCOMIANO				
			TITONIANO				
			KIMMERIDGIANO	ACUTTLAPAN	ACUTTLAPAN		
		SUP.	OXFORDIANO				
JURASICO				?	?		
				ROCA VERDE	ROCA VERDE		
		INFER.			TAXCO VIEJO		
TRIASICO				TAXCO VIEJO			
PALEOZOICO							
		SUP.		ESQUISTO TAXCO	ESQUISTO TAXCO	ESQUISTO TAXCO	
		MEDIO					
		INFER.					

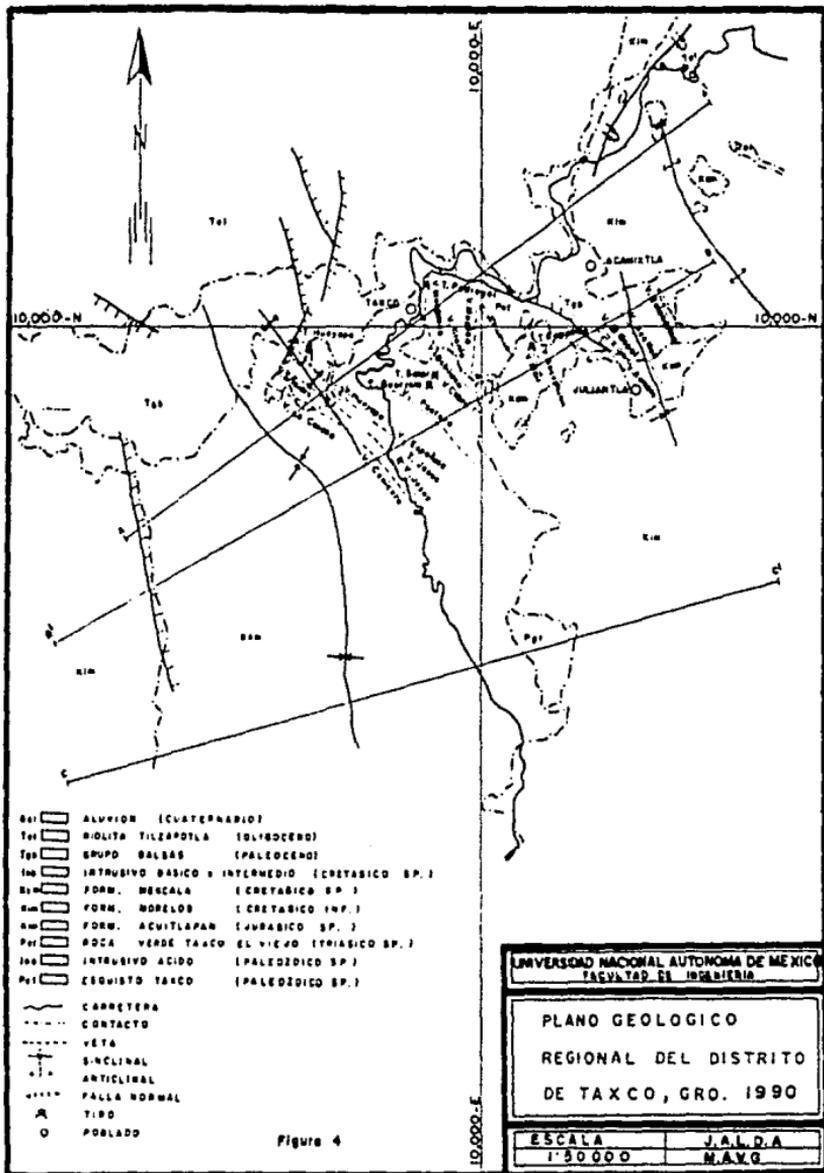


FALTA DE AFLORAMIENTO



EROSION NO DEPOSITO

* COLUMNAS PROPUESTAS POR LOPEZ Y VAZQUEZ



ESQUISTO TAXCO

La presencia de esquisto en la área de la ciudad de Taxco, fue señalada por primera vez por el Barón de Humboldt (1808, p 545).

Es la unidad lito-estratigráfica de mayor antigüedad que aflora en el distrito, ya que se desconoce otra roca más antigua y se le considera como el basamento de la región.

Según Fries (1960), el Esquisto Taxco aflora al este y sureste de Taxco y un poco al oeste del poblado de Taxco el Viejo, Fries lo agrupa en tres cuerpos de esquisto: sericítico, clorítico y talcoso.

- a) El esquisto sericítico presenta una coloración de gris a gris claro, algunas veces con tonalidades amarillentas, se presenta muy físil y sedoso al tacto.
- b) El esquisto clorítico se presenta de color verde a verde oscuro, al tacto es grasoso y se observan segregaciones de cuarzo xenomorfo.
- c) El esquisto talcoso presenta varias tonalidades que van del gris pardo al blanco grisáceo, al tacto es muy sedoso o talcoso y bastante deleznable.

Esta clasificación la realizó Fries comparando los afloramientos del distrito con las rocas metamórficas del Paleozoico Superior, que se presentan en los estados de Puebla y Oaxaca.

El esquisto Taxco consiste de una secuencia de rocas pelíticas, psamíticas y volcánicas; en su textura presenta por lo menos dos deformaciones, la primera con un rumbo promedio NE-SW, observándose pliegues de ± 1.0 m, la segunda se presenta como finas ondulaciones, con un rumbo promedio NW-SE.

El conjunto litológico inferior consiste principalmente de rocas pelíticas, que se presentan como esquistos de clorita y esquistos de sericita de espesor no conocido; suprayace a éstos una secuencia de pizarras y filitas constituyendo el paquete intermedio con un espesor estimado de \approx 350 m, la parte más reciente del Esquisto Taxco está representada por metalavas, metatobas y metaignimbritas de composición andesítica, riolítica y traquifandesítica.

ROCA VERDE TAXCO VIEJO

Según Fries (1960,p.35), su área tipo se localiza en las cercanías del poblado Taxco el Viejo.

La Roca Verde Taxco Viejo es una secuencia volcánica (lavas, tobas y lahares) con intervalos de grauwacas y pizarras negras; se encuentran discordantemente sobre el Esquisto Taxco y su espesor promedio es de \pm 400 m.

La Roca Verde Taxco Viejo aflora en la sierra Ixtapan-Tonatico, en la cercanía de Buenavista y Zacualpan; en esta zona se aprecia con su secuencia casi completa.

En el distrito Taxco no aflora, pero hay buenas exposiciones a 35 km al SE de Taxco. Las rocas volcánicas que predominan en la formación son de composición andesítica; aunque se tienen algunos derrames basálticos. El esquisto de la Roca Verde es de gris oscuro a negro, con distintas tonalidades de verde, esto es debido a la presencia de clorita y epidota; la superficie de la alteración de la roca es de color rojizo, debido a la oxidación de los minerales ferrosos como son la pirita y la hematita.

Con respecto a su edad no se tiene datos concretos por lo cual se determinó por la relación estratigráfica, que su base se encuentra encima del Esquisto Taxco que pertenece al Paleozoico y por relaciones discordantes con la Formación Acultapan, cuya base corresponde al Jurásico Superior, se supone que es del período Triásico Tardío o Jurásico Temprano.

FORMACION ACUITLAPAN

Su localidad tipo se encuentra al NE del poblado de Acuitlapan, estado de Guerrero con un espesor de \pm 120 m; en el distrito Taxco (Fries, 1960) aflora un pequeño cuerpo de la formación en el panteón de la ciudad de Taxco, donde sobreyaca discordantemente al Esquisto Taxco y esta cubierta, en relación semejante por la Formación Morelos.

El afloramiento consiste de lutitas de color gris claro a gris oscuro y gris verdoso, que al intemperismo adquieren un color pardo claro; presenta un ligero metamorfismo dándole a la roca un aspecto pizarroso o de filita pizarrosa, en la cuál se observa una buena foliación.

Se presentan horizontes de areniscas mal clasificadas constituidas por granos de feldspatos, cuarzo y fragmentos de rocas volcánicas y metamórficas.

A la formación se le asigna una edad, por su posición estratigráfica debajo de la Formación Morelos, del Jurásico Superior (Titaniano) al Cretácico Inferior (Neocomiano).

FORMACION MORELOS

Fries (1960), nombró Caliza Morelos o Formación Morelos, al paquete de calizas y dolomías que sobreyacen discordantemente a la formación Acuitlapan y al Esquistos Taxco, el espesor de la formación varía de ± 5 a 1000 metros.

Tanto las calizas como las dolomías se presentan en capas gruesas o masivas, el paquete de roca presenta una variedad de colores del gris al negro y pardo; a medida que los carbonatos contienen mayor magnesio, la roca adquiere un color pardusco y negro (foto 1).

La textura que presenta el paquete de la roca es muy variado, de microcristalina a criptocristalina, con horizontes delgados y lentes de pedernal.

Las calizas de la formación consisten en calcilitas, calcarenitas y calcirruditas o grainstone oolítico-biolástico con micrita a wackestone; las dolomías presentan una textura sacaróide y ausencia de fósiles.

Los fósiles se pueden apreciar en la caliza, en algunos afloramientos destacando la *Nummuloculina Neimi* Bonet y *Quinqueloculina* sp. Los microfósiles que se presentan en pequeños cuerpos arrecifales, de forma generalmente lenticular corresponde a montículos arrecifales y biostromas discontinuos; son *Toucesia Patagiata* White, t. *Texana* Romer, capríidos, *Acteonella* sp. y *Nerinea* sp.

La fauna de la formación Morelos es indicativa del período Albiano-Cenomaniano (foto 2). En la ciudad de Taxco presenta un levantamiento y acunamiento, el cual es espectacular; no obstante, aún no se sabe si los escasos estratos de esta formación, representan la base u otra parte del Albiano o del Cenomaniano y si esta formación apenas cubrió algunas partes de este levantamiento durante el Cenomaniano o bien lo cubrió desde el Albiano con un espesor considerable y fue posteriormente erosionada, antes de que se depositara la Formación Mexcala suprayacente.



Foto 1. Formación Murelos, en la entrada de la Mina la Guadalupeña, que se encuentra a 2.5 km al N 50° W del Tiro El Solar, de la Mina Guerrero.

La existencia de cuerpos de reemplazamiento (mantos) en la formación la hace la más importante en el distrito; en los últimos 10 años se han explotado y se siguen explotando, por la gran cantidad de plomo y zinc que contienen los mantos.

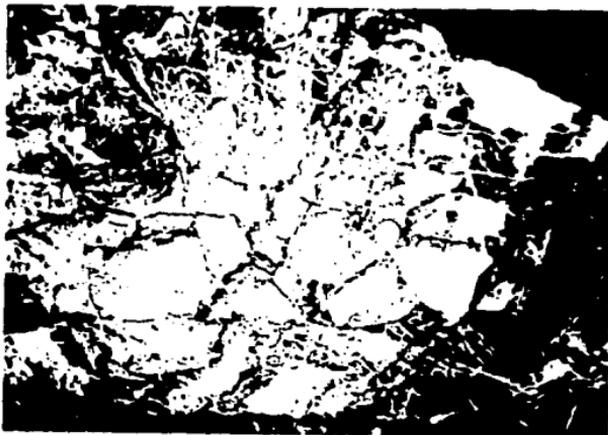


Foto 2. Fósiles de la Formación Morelos. El afloramiento de Rudistas se encuentra en la Mina la Guadalupeana a 2.5 km al N 50° W del Tiro El Solar de la Mina Guerrero.

FORMACION MEXCALA

Según Fries (1960, p. 72) la Formación Mexcala en el distrito Taxco es una secuencia de rocas clásticas marinas, donde la base de la formación es una interestratificación de capas de calizas (grainstone) y lutitas; en la parte superior la secuencia consiste de lutitas y areniscas (grauvacas); las capas varían de 1 cm a 30 cm y el color de la roca varía de gris oscuro a negro (foto 3).

En Taxco, la Formación Mexcala descansa discordantemente sobre la Formación Morelos (foto 4) y en otras áreas dentro del distrito descansa discordantemente sobre el Esquisto Taxco; una de sus características más importantes es su poca resistencia a la erosión, forma planicies bajas y onduladas así como valles en forma de "V".

Las lutitas y areniscas presentan colores del gris al gris oscuro y verde olivo y constituyen una secuencia rítmica granulométricamente invertida; esto es que a medida que se acerca a la parte superior, el tamaño del grano es más grande y las capas aumentan de espesor. En la parte inferior los clastos de las areniscas son de calizas, mientras que los de la parte superior son de cuarzo y de diversas rocas ígneas.

Fries (1960, p. 82-90) publicó datos paleontológicos que indican que la edad de la formación es Cenomaniano-Campaneano.

El aspecto de la formación Mexcala, corresponde a una secuencia Flysch de acuerdo con la usanza Rusa a un Subflysch (N.B. Vassoevits).

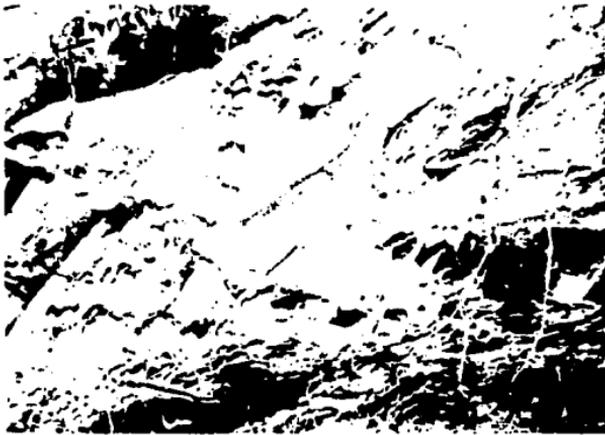


Foto 3. Intercalaciones de lutitas y areniscas de la Formación Mexcala el afloramiento se encuentra al N 30° E a 1.5 km del Tiro El Solar, de la Mina Guerrero.



Foto 4. Contacto discordante de la Formación Morelos con la Formación Mexcala, el afloramiento se encuentra al N 50° W a 2.5 km del Tiro El Solar, de la Mina Guerrero.

FORMACION BALSAS O GRUPO BALSAS

Según Fries (1960,p.91) y De Cserna (1965,p.26) es una formación compuesta por un conjunto de rocas muy variadas en su origen y composición, con estratos de yeso, caliza, depósitos lacustres, conglomerado calcáreo, conglomerado volcánico, areniscas y limolitas tobáceas, así como brechas y tobas volcánicas y derrames interestratificados de composición intermedia.

En las cercanías de Acamixtla y al oriente de Taxco, la Formación Balsas contiene en su base, derrames andesíticos, Edwards (1965, p. 176) y Fries (1960, p. 94 y 193); la andesita contiene olivino alterado a iddingsita y ferromagnesianos donde el más abundante es la augita.

Las rocas sedimentarias que constituyen, volumetricamente la mayor parte de la formación se depositaron como aluviones antiguos en áreas topográficamente bajas, sin la presencia de una red hidrográfica integrada; de no haber sido así, entonces todos los productos de la erosión que provenían de las estructuras plegadas (sinclinales, anticlinales y cabalgaduras) de las rocas mesozoicas, hubieran sido acarreados por los ríos al mar; las partes topográficas bajas donde se acumularon los sedimentos continentales correspondían a estructuras sinclinales o bien a fosas tectónicas.

En el período de acumulación, la posición de los estratos inferiores, tienden a conformarse con la superficie topográfica sobre la cual se depositaron estos sedimentos, mientras que hacia el alto los estratos tienden a la horizontal.

El tipo litológico más característico de la región es un conglomerado formado por gravas (guijas y cantos rodados) de 64 mm a 256 mm, de calizas esencialmente cretácicas, que pueden presentarse con una matriz calcárea o arcillosa (arena, limo y arcillas) con óxidos de hierro. En este último caso,

el conglomerado tiene una coloración rojiza, por lo cual se le conoce como "Conglomerado rojo".

La distribución de este paquete de rocas no es uniforme, ni en sentido horizontal ni vertical, como es de esperarse en una acumulación continental con una variedad considerable de tipos litológicos que el material detrítico aportó, a la sedimentación.

La parte superior la forman arcosas, limolitas y lutitas, con un contenido tobáceo importante, constituyendo tipos litológicos menos consolidados. Estas rocas varían de color desde rojizo y amarillo a pardusco oscuro y hasta verdoso y pueden presentarse solas o bien interestratificadas con capas de conglomerados; de hecho volumétricamente esta litología excede a los demás tipos litológicos de esta formación.

Durante los últimos 20 años, la edad de la Formación Balsas es considerada como Eoceno Medio-Oligoceno Temprano.

RIOLITA TILZAPOTLA

Fries (1960, p.104) denomina Riolita Tilzapotla a la secuencia de emisiones piroclásticas de composición riolítica a riolodacítica que aflora en una gran extensión, descansando concordantemente sobre el Grupo Balsas.

El nombre y localidad tipo lo refiere al poblado de Tilzapotla, donde consideró que el espesor máximo de estas rocas corresponde a 250 m indicativo de la cercanía del centro eruptivo de la misma, mientras que en la sierra de Taxco su espesor es de aproximadamente 300 m (cerro del Hulteco).

Esta unidad volcánica forma mesetas con bordes abruptos que muestran diaclasas columnares de grandes dimensiones (foto 5).

La parte inferior de la Riolita Tilzapotla en la sierra de Taxco está formada por un cuerpo piroclástico de composición dacítica, presenta una coloración del rosa oscuro a gris claro.

Para determinar la edad de la Riolita Tilzapotla se colectaron muestras de la base de esta unidad en la orilla de la ciudad de Taxco, junto a la salida hacia Ixcateopan, que proporcionaron un concentrado de feldespatos potásicos de grano muy fino, el cual fue analizado por el método de K-Ar, la edad obtenida fue de 35.5 ± 1.2 millones de años que corresponde al Oligoceno Temprano a Medio.



Foto 5. Afloramiento de la Riolita Tizapotla que se encuentra en la cantera de Acamixtla a 1.5 km al N-W del poblado de Tehuilotepic Guerrero.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

En el distrito de Taxco existen tres tipos de intrusiones con características diferentes que los sitúan dentro de tres lapsos de tiempo bastante alejados.

El primer tipo y el más antiguo, consiste de diques, dique-estratos y cuerpos irregulares, de composición intermedia (diorita) con espesores menores de tres metros, de color gris verde a verde oscuro, con textura fanerítica de grano medio a grueso, cuya edad es cuando menos Triásico Inferior ya que se encuentran restringidos al Esquisto Taxco.

Un segundo tipo, está constituido por diques de composición de intermedia a ácida, que con bastante frecuencia ocupan la misma fisura que las vetas, lo que sugiere un origen comagmático, aunque las vetas deben ser posteriores ya que cortan a los diques; en las ocasiones que no están asociados paralelamente y también por que cortan a las formaciones Morelos y Mexcala, sin estar presentes en formaciones posteriores a las mencionadas. Presentan un color de verde claro a gris pardo con textura afanítica; cuando se asocian con las vetas se alteran fuertemente transformándose a arcillas, tomando un color blanquecino con alto contenido de agua, creando una pasta poco consistente, normalmente se presentan mineralizados, siendo una excelente guía de prospección; varios autores lo han clasificado como sienita calcoalcalina de textura fina.

Por último, hay intrusiones básicas posteriores a la mineralización ya que la atraviesan cuando se presentan como diques de color verde oscuro a negro con textura afanítica; algunos autores clasifican a estos diques como gabros.

CAPITULO VGEOLOGIA LOCAL
o
DE LA MINA

GEOLOGIA LOCAL O DE LA MINA

En la zona sur de la Mina Guerrero, se observa $\pm 60\%$ de las rocas que forman el distrito minero de Taxco, que son de composición y naturaleza diferente; donde no solamente son importantes las formaciones en esta área, también las fallas que presentan una combinación de movimientos de corrimiento lateral con desplazamientos normales o inversos, que pueden llamarse de tijera, en ocasiones el salto de las estructuras es tan grande, que es difícil seguir el rastro de algunas formaciones.

Las rocas que componen el bajo de la secuencia estratigráfica, que se presenta en el área sur de la Mina Guerrero, son metamórficas constituidas por esquistos verdes, filitas y pizarras que pertenecen a la facies esquistos verdes; en seguida se tiene las calizas que se encuentran en contacto discordante con los esquistos, es el paquete más importante en el área por su reemplazamiento mineralógico que forma mantos; constituyendo el alto de la secuencia se se tiene areniscas calcáreas y lutitas, que se encuentran alternadas.

Las fallas presentan un rumbo NW - SE principalmente y su echado promedio de $\pm 68^\circ$, algunas buzan al poniente y otras al oriente o se presentan en ambas direcciones; la gran mayoría de las fallas se encuentran rellenas por cuarzo o brechadas, con sulfuros diseminados formando "vetas-falla".

ESQUISTO TAXCO

El Esquisto Taxco que se encuentra en el interior de la mina coincide con la descripción y clasificación que realizó Fries (1960), para el Esquisto Taxco que aflora en el distrito:

- a).- Esquisto talcoso, que presenta varios colores que varían de un gris pardo a un blanco grisáceo, al tacto es muy sedoso y bastante deleznable.
- b).- Esquisto clorítico, que se presenta de un color verde claro a un verde oscuro, al tacto es graso y se observan segregaciones de cuarzo xenomorfo.

En el interior de la Mina Guerrero el Esquisto Taxco está mapeado o identificado desde el nivel dos hasta el nivel nueve, siendo éste el último nivel donde se trabaja, por lo tanto se le considera como el basamento en la Mina Guerrero.

El Esquisto Taxco, es un conjunto de rocas pelíticas, que se metamorfosearon principalmente en esquistos de clorita y de sericita en su mayor grado de metamorfismo, pero también se encuentran filitas y pizarras que son rocas de menor grado de metamorfismo.

Las filitas y las pizarras se encuentran sobre el esquisto en una forma gradual. El conjunto de roca que forma al Esquisto Taxco presentan dos deformaciones, que se aprecian en la foliación; presenta pliegues principales o primarios con un rumbo NE - SW, con dimensiones de ± 1 m a 0.1 m y pliegues secundarios que tienen un rumbo NW - SE cuyas ondulaciones son menores de 0.05 m.

Cualquier roca del conjunto metamórfico (esquistos, filitas y pizarras) que se encuentre en el contacto discordante, con otro paquete de roca de la columna estratigráfica, muestra alteración y deformación en el contacto de ambas rocas (foto 6) lo cual nos indica que se tienen dos tipos de esfuerzos, horizontales y verticales lo cual produce como resultado, adelgazamiento trituración y dilución de las rocas menos competentes.



Foto 6. Contacto discordante del Esquisto Taxco con la Formación Morelos, en la frente del Monto Guadalupe nivel 5 block 17-50 en el interior de la Mina Guerrero.

FORMACION MORELOS

La Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano-Cenomaniano) nombrada por Fries (1960) como un paquete de capas gruesas de caliza y dolomitas, de color gris a negro pardusco; esta variedad de tonalidad, la adquiere a medida que aumenta la cantidad de magnesio; su textura varía de microcristalina a criptocristalina, el paquete más magnesiano tiene una textura sacaroide.

En el interior de la Mina Guerrero la Formación Morelos se condte desde superficie hasta el nivel cinco, formalmente aunque se espera cortar el cuerpo a la altura del nivel siete, por medio de barrenación a diamante.

El paquete de caliza consiste de calcilitas, calcarenitas y calcirridita; en el contacto del esquisto con la caliza, está se presenta muy arcillosa y a medida que se acerca al alto se comporta más arenosa.

Estructuralmente la Formación Morelos se encuentra afectada por fallas normales, por fallas de rumbo y por ambas, formando fallas de tijera con desplazamientos hasta de ± 50 m, además de los esfuerzos horizontales y verticales; la caliza se presenta alterada, deformada y fallada; por estas características se debe de tener cuidado en la interpretación de la misma.

La Formación Morelos presenta un reemplazamiento mineralógico, ocasionado por las vetas-falla, formando mantos cuyo espesor varía de 5 a 50 m y dependiendo de la veta o vetas-falla que lo cortan y lo desplazan, se le nombra con el mismo nombre o nombres de éstas; así tenemos Manto Babilonia Manto Guadalupe, Manto Ladera, Manto Guadalupe-Babilonia, etc.

Los mantos son importantes por sus minerales económicos y por el gran volumen de material que se puede obtener de ellos; los minerales beneficiados de los mantos son; esfalerita, galena, además de pequeñas cantidades de minerales que contienen cobre, como la calcopirita (foto 7). Con algunos

o varios de estos minerales se asocia la poca plata que presentan las calizas de reemplazamiento (anexo 1).



Foto 7. Concentraciones de galena y esfalerita en la caliza, muestra tomada del Rebaje 5-16-75 del Manto Babilonia.

FORMACION MEXCALA

Las características que presenta la Formación Mexcala en el interior de la mina, coinciden con la descripción de campo que realizó Fries (1960).

En el interior de la Mina Guerrero, la Formación Mexcala se aprecia desde el nivel cero hasta el nivel cinco; se presenta como una alternancia de lutitas, limolitas y areniscas de color gris claro a negro (foto 8), que intemperizan en pardo rojizo; debido a la incompetencia de la roca y a los esfuerzos compresivos verticales y horizontales cambia fácilmente de echado, formando pliegues muy cerrados semejando a los "chevrón" y numerosas fallas inversas de mediano desplazamientos (foto 9); la formación descansa discordantemente sobre la Formación Morelos.

Las lutitas y areniscas se observan en una secuencia rítmica granulométrica invertida; en la zona de contacto con la Formación Morelos, los granos de las areniscas son de calizas y a medida que se alejan del contacto son de diversas rocas ígneas; Fries le asigna una edad del Cenomaniense-Campaniano.

La Formación Mexcala cuando está en contacto con algunas estructuras (veta, manto o ambos) se encuentra mineralizada de ± 1 a 1.5 m y después de esta zona es totalmente estéril, alterada y muy inestable.



Foto 8. Formación Mexcala, se observa la intercalación de capas de lutitas y areniscas, en el Rebaje 5-13-20 del Manto Babilonia.

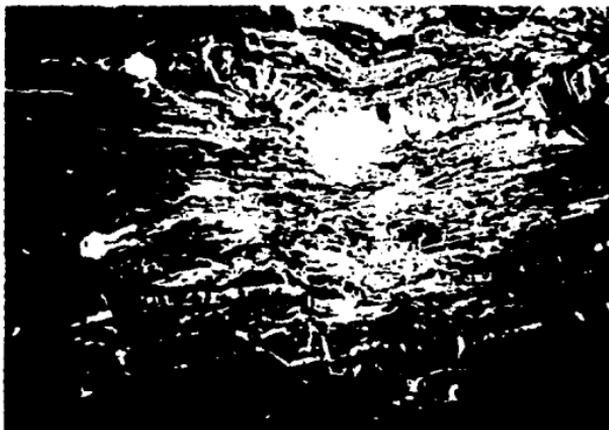


Foto 9. Micro fallas normales que se ven en la Formación Mexcala en crucero a la Veta Titania en el nivel 5, Block 12-00.

CARACTERISTICAS DE LAS VETAS

La estructura principal es la veta Cobre - Babilonia, llamado también como grupo Babilonia por Fowler (1948); su rumbo general es N 70° W con un echado promedio de $\pm 75^\circ$ al NE (foto 10), las demás vetas, menos importantes que la veta Cobre presentan un rumbo similar pero con variantes mínimas, no mayores de 10° hacia el oriente o poniente; por lo que se refiere los echados, estos son muy variados en su intensidad y dirección del mismo.

De acuerdo a Fowler (1948), Escandon (1972) y Perez (1977), las estructuras de veta del distrito son rellenos de fisuras típicas, con paredes fuertes y bien definidas. La zona de falla o fractura en donde las vetas, principalmente Cobre - Babilonia fué usada por los fluidos mineralizantes; en la zona norte, la veta está acompañada por un intrusivo intermedio a ácido, el cual se encuentra mineralizado y cortado por la veta, donde alcanza espesores desde ± 15 m hasta ± 2 m.

El la zona sur las vetas están asociadas a grandes y medianos desplazamientos de bloques de calizas, las cuales son afectadas por los fluidos, formando cuerpos de reemplazamiento (mantos) los cuales son económicamente explotables por tener buenos valores de Ag, Pb, Zn y Cu, además de contener grandes volúmenes.

Las vetas en ambas zonas presentan estructuras bandeadas en las que alternan hilos de sulfuros y ganga no metálica; también se observan brechamientos de intensidades variables.

Los minerales beneficiados de las vetas son: esfalerita y galena, además de pequeñas cantidades de mineral de cobre, con algunos de estos minerales se asocia la plata y el poco oro.

Fowler (1948) dice que el zinc predomina sobre el plomo con leyes combinadas del 10 % al 25 %, con poco cobre, de 50 a 500 gramos por tonelada de plata



Foto 10. Labrado de la Veta Cobre-Babilonia el afloramiento se encuentra a 1 km del Tiro Guerrero, de la Mina Guerrero.

y cerca de un gramo por tonelada de oro.

Escandon (1972) estima que los rellenos de fisura consisten en promedio de 11 % de esfalerita, 4 % galena, 15 % de pirita y cantidades menores de magnetita, especularita, proustita y pirargirita, en una ganga de cuarzo y silicatos.

Un estudio mineralógico realizado por Echávarri (1977) de 26 muestras tomadas del conjunto de vetas que forman el grupo Cobre-Babilonia obtuvo los siguientes grupos de minerales:

- a) Minerales opacos hipogénéticos: pirita, esfalerita, galena, calcopirita, tetraedrita, magnetita, jamesonita, boulangerita, pirargirita, ilvaíta, arsenopirita y pirrotita.
- b) Minerales de enriquecimiento supergénico: bornita, calcosita y covelita.
- c) Minerales de la zona de oxidación: goetita, smithsonita y cerusita.
- d) Minerales transparentes: cuarzo, calcita, albita, fluorita, biotita de pleocroísmo verde, actinolita-tremolita, clorita, sericita, dolomita y fragmentos de roca.

SUCESION MINERALOGICA

El primer mineral en depositarse es cuarzo idiomorfo zonal que se desarrolló a partir de las paredes de fracturas abiertas; las soluciones mineralizantes empezaron un poco después a depositar los primeros sulfuros, simultáneamente con cuarzo de grano fino, el primer sulfuro depositado en los niveles más profundos es escasa arsenopirita y enseguida, en cantidades considerables, la pirita y la espocularita, que dan paso después, probablemente a temperaturas más bajas, al depósito de galena que ocasionalmente reemplaza a la pirita previamente depositada. La formación de la esfalerita es la que sigue a la galena, a la que frecuentemente reemplaza, es probable que al mismo tiempo que precipita la galena continúa todavía la precipitación de esfalerita. En condiciones controladas probablemente por el régimen de enfriamiento o de concentración de las soluciones, se forman las texturas en exsolución de la calcopirita en esfalerita, esta calcopirita marca zonas de cruceo del mineral de zinc. La marcasita parece que se forma en dos etapas una precoc discutible y después de la esfalerita, asociada probablemente a una segunda generación de pirita. El siguiente material metálico en formarse es la calcopirita, que en ocasiones está sola, localizada generalmente en los límites entre la galena y la esfalerita o en zonas intersticiales, posiblemente al final la precipitación de la calcopirita se acompaña de tetraedrita y en ocasiones de pirita. Cabe hacer notar que el cuarzo de ganga continúa depositándose intermitentemente; con el depósito de la tetraedrita se inicia la generación de los minerales con antimonio, entre los que se cuenta la pirargirita, probablemente la sulfosal se forma por relación de la tetraedrita con el plomo de la galena o inmediatamente después que la calcopirita, porque su asociación especial es muy similar.

Las sulfosales de antimonio forman vetillas en los sulfuros por lo que se piensa que se trata de una segunda etapa de mineralización en la cual el

mineral de plata fue el último mineral en precipitarse. Posteriormente a los sulfuros, hay depósitos de carbonatos y de cuarzo lechoso en vetillas, pero estériles.

Los minerales de oxidación y enriquecimiento supergénico, son el resultado de la acción de la intemperie o reacción en contacto con el aire.

GENESIS

Por los resultados obtenidos por González Partida (1968) a partir de inclusiones fluidas en la esfalerita y el cuarzo obtenidos del Manto Guadalupe, surge la hipótesis genética siguiente:

La mineralización en el distrito de Taxco, corresponde a un yacimiento hidrotermal a temperaturas de 270° C en promedio, con salinidades que presentan una variación de 1.73 a 23.35 % weq.NaCl ; estos resultados implican una evolución paleogeotérmica, con la variación en la concentración de la mena, considerando dos posibles orígenes de los minerales:

- a) La existencia de una posible cámara magmática localizada a gran profundidad, cuya configuración es indeterminada.
- b) La preconcentración de mineral dentro del Esquisto Taxco, que estuvo sujeta a una removilización, producto de una cámara magmática de grandes dimensiones, vertical y horizontal y a profundidad considerable.

A partir de estudios más detallados de litogequímica, de inclusiones fluidas y de isotopía (S,C,O,H) la dinámica para el transporte de los elementos se apoya en la presencia probable de cloro dentro del fluido el hecho de la existencia de una cámara magmática con actividad convectiva, producto del calor imperante.

Considerando la salinidad del fluido mineralizante, es posible que el origen del agua sea magmático, pero no descartando la posibilidad de una contribución de agua meteórica y/o connata.

Pensando que durante el ascenso de los fluidos se manifestó el fenómeno de ebullición y por consecuencia cambio en el pH la presión y la temperatura por lo que se generó la pérdida de la estabilidad de los complejos clorurosos y un incremento en la fase Fe, provocándose la precipitación de los metales como fases

sulfurosas. Es factible que la combinación de agua magmática con agua connata o meteórica que favoreció el fenómeno.

CAPITULO VIMETODO DE EXPLOTACION

SELECCION DE METODOS DE EXPLOTACION DE MINAS SUBTERRANEAS

Los problemas involucrados en la estabilidad de las minas y en otros tipos de excavación subterráneas son similares desde el punto de vista estático y la mayoría de los factores que contribuyen a la estabilidad pueden considerarse análogos a los que contribuyen a la resistencia bajo cargas dinámicas como sucede en las explosiones de roca.

En minería, un método de explotación es empleado cuando proporciona la recuperación más alta. El método debe ser seguro y también debe permitir la extracción óptima bajo las condiciones geológicas particulares encontradas.

El mejor método de tumba depende de las características geológicas, que determinan el área del cielo y de las tablas, la cual será autosoportable durante la remisión del mineral; la naturaleza y tamaño de los pilares de piso y cielo y del soporte requerido para que las obras permanentes puedan prevenir la subsidencia, más específicamente, la geología debe ser estudiada en detalle de modo que:

- 1) Las obras preliminares puedan ser situadas en la forma más ventajosa.
- 2) Las obras permanentes puedan situarse en roca sólida y estable.
- 3) Los rebajes puedan ser planeados para una estabilidad óptima y un mejor control del terreno.
- 4) Las obras mineras puedan ser mantenidas a un costo mínimo.
- 5) Las obras puedan localizarse para evitar el accionar del agua.
- 6) Los métodos de minado generales puedan ser planeados.
- 7) La máxima seguridad pueda ser planeada.

- c) Con subsecuencia de relleno con tapetate.
- d) Tumba por corte y relleno.
- e) Tumba con cuadro de madera.

II.- Rebajes por hundimiento:

- a) Hundimiento (míneral quebrado por hundimiento inducido).
 - 1.- Hundimiento de bloques.
 - 2.- Hundimiento por subniveles.
- b) Tajadas superiores (minado bajo una capa que junto con el encape hundido, sigue el minado abajo, en etapas sucesivas).

III.- Combinación de rebajes:

- a) Tumba por corte y relleno en combinación con tumba por subniveles.
- b) Salones y pilares con una distribución sistemática en combinación con corte y relleno.
- c) Tumba sobre carga en combinación con pilares al azar por encontrarse en zonas estériles, donde lo importante es la estabilidad del terreno.

DESCRIPCION DE LOS METODOS UTILIZADOS EN LA MINA GUERRERO

Los métodos de explotación que se seleccionaron en la Mina Guerrero fueron escogidos por las características geológicas que presenta el terreno, como el tipo de yacimiento, las rocas encajonantes del cuerpo mineral y el costo de tumba, que debe ser mínimo.

CLASIFICACION DE LOS METODOS DE EXPLORACION DE MINAS SUBTERRANEAS

Las características de los depósitos y del medio que dictan un método de minado dado, pueden ser creadas antes, durante o después de que la mineralización ocurra.

Estas características pueden analizarse con base en datos geológicos, algunos de naturaleza cuantitativa y otros de naturaleza puramente cualitativa.

Como parte de la base para un análisis geológico de los métodos de minado y de la mecánica de rocas que intervienen, la siguiente clasificación de métodos de minado auxiliará en el establecimiento de los principios de la estabilidad de las rocas.

REBAJES SOPORTADOS NATURALMENTE

I.- Tumba abierto.

- a) Rebajes abiertos en cuerpos minerales pequeños.
- b) Tumba por sub-niveles.

II.- Rebajes abiertos con pilares de soporte:

- a) Pilares al azar.
- b) Salones y pilares (distribución sistemática).

REBAJES SOPORTADOS ARTIFICIALMENTE

I.- Tumba sobre carga:

- a) Con pilares.
- b) Sin pilares.

SALONES Y PILARES AL AZAR O SISTEMATICOS:

Este método restringido a depósitos con tablas y cielos consistentes y con echados hasta de 15° dejando pilares a intervalos para soportar el techo; éste sistema se utiliza para la explotación de mantos mineralizados (Manto Babilonia, Manto Guadalupe, Manto Guadalupe-Babilonia, etc.).

OBRAS DE PREPARACION

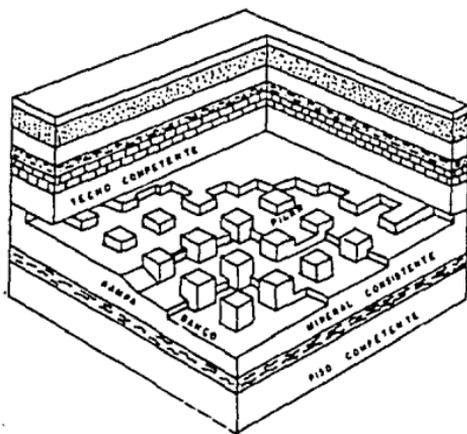
Se cueban frentes y cruceros de acceso; los salones y cruceros se van llevando através del depósito formando pañeles o dividiendo el depósito en salones y pilares, estos últimos al azar y pueden ser recuperados, tanto los pilares de piso como los de cabeza al retroceder de salida (figura 6).

OBRAS DE EXPLOTACION

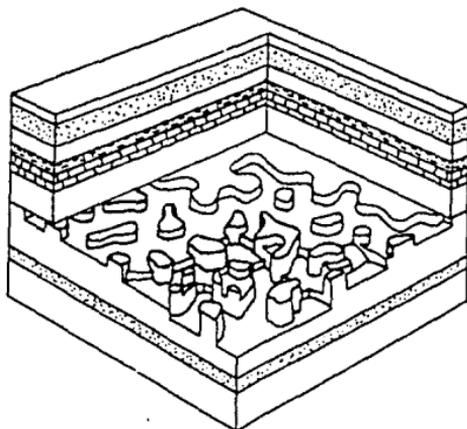
La explotación se efectúa al delimitar los pilares donde debe buscarse una manera lógica y sistemática para que el ritmo de extracción sea lo más alto posible.

La recuperación es del orden del 80 % , la seguridad es buena y la ventilación es excelente ; lo único que se puede controlar es la calidad del mineral o de las concentraciones, por la distribución que tiene en la caliza de reemplazamiento, la variación es que presenta capas muy mineralizadas y otras poco mineralizadas, la combinación de ambas nos da resultados aceptables en su contenido de mineral.

Este método es el más importante en la mina Guerrero ya que es el que aporta mayor tonelaje y su disponibilidad es rápida.



SALONES Y PILARES SISTEMATICOS



SALONES Y PILARES
AL AZAR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE MINADO
SALONES Y PILARES

SIN ESCALA

J. A. L. D. A.
M. A. V. G.

Figura 6

TUMBE SOBRE CARGA

Este método es para vetas de potencias variables (de 2 a 10 m), con inclinaciones mayores de 50°; la mineralización debe ser suficientemente consistente para autoportarse; los respaldos deben ser medianamente firmes por cuestiones de seguridad y para evitar también la dilución cuando se éste vaciando el rebaje.

OBRAS DE PREPARACION

Existen 2 variantes: una empleando parrillas y chutes, la otra es empleando cruceros para rezagar con pala neumática, o scoop-trams.

Para el primer caso y una vez bloqueado el cuerpo a explotar (normalmente de 100 X 120 m) es necesario colar primeramente un subnivel a 4 m arriba del nivel al alto y a rumbo de veta, enseguida se cuele un segundo subnivel 4 m arriba del anterior también a rumbo de veta y descubriéndola en su totalidad. Se cuelean los contrapozos de chute (un total de 5 por rebaje), separados 20 m entre sí, del nivel inferior al primer subnivel y se instalan las parrillas, de ésta se cuelean contrapozos del segundo subnivel y desde donde se inicia la explotación.

La segunda variante, es muy similar a la anterior en muchas de las operaciones, por lo que únicamente se mencionarán las diferencias principales.

Se empieza colando en contrapozo en un extremo del rebaje y que servirá de acceso a un subnivel 4 m arriba del nivel; este contrapozo se aloja al alto de la veta. A continuación se cuele el primer crucero a una distancia de 10 m del contrapozo, teniendo un desarrollo de 6 m hacia el bajo de la veta y una sección de 3 X 3 m, estos cruceros se dan cada 20 m (cinco en total) y a continuación se cuele el otro contrapozo para camino a 10 m del último crucero (figura 7).

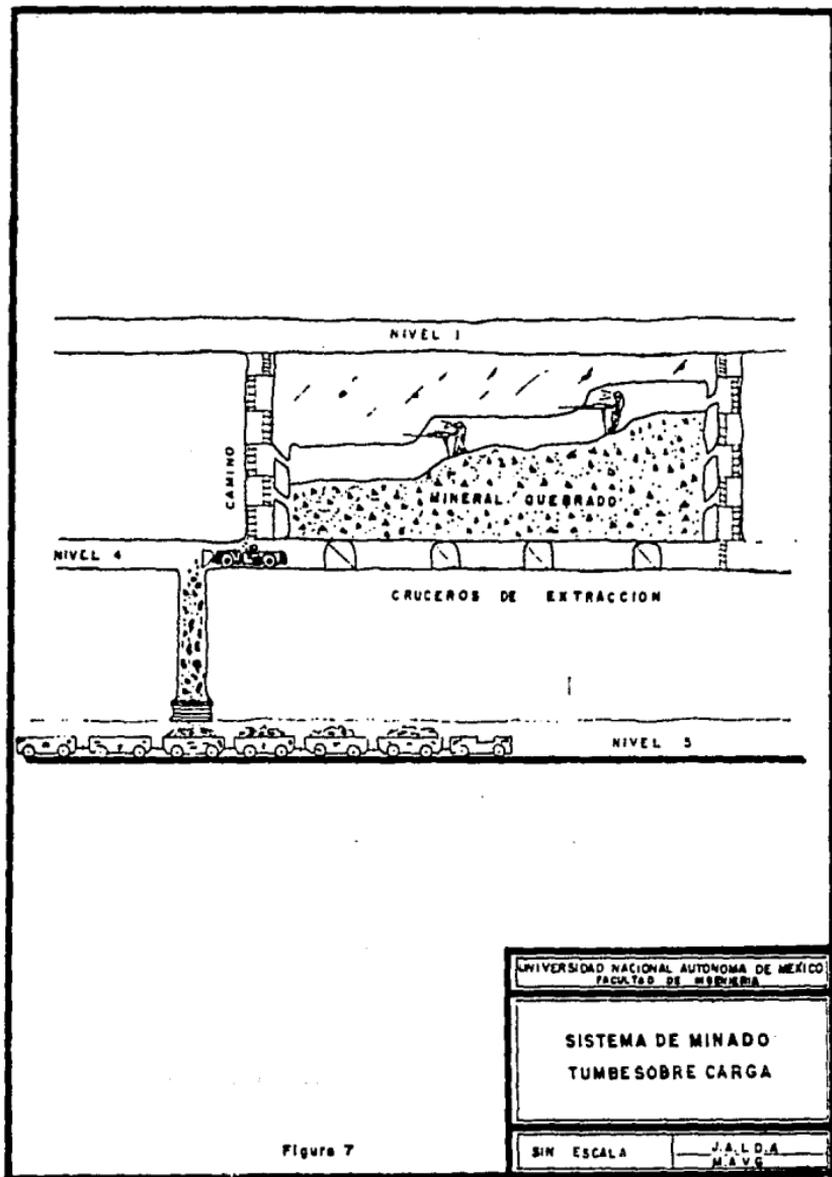


Figura 7

En el fondo de los cruceros y con una sección inicial de 1.5 X 1.5 m, se cuelan contrapozos para chorreaderos, buscando la veta para ir en ella antes de llegar a la elevación del subnivel; el primer trueno se da horizontal para que la carga no invada el crucero; los siguientes truenos en esos chorros ya pueden darse a 45° y con secciones mayores, pues se deberá formar un embudo para mejor deslizamiento del mineral quebrado.

OBRAS DE EXPLOTACION

A partir del subnivel y en un extremo del rebaje se inicia el tumba en forma horizontal y extrayendo del chorro correspondiente 1/3 del tonelaje tumbado y tratando de que el punto más alto del rebaje sea la salida del aire para ventilación; deben también irse colando los caminos de servicios y avanza junto con el rebaje.

En los lugares del rebaje donde la consistencia de la roca es débil, se dejan pilares para soportar el alto o también se dejan zonas de baja ley; estos pilares deben estar situados entre chorros.

La recuperación es de 80 - 90 %, la seguridad es media y la ventilación es buena.

TUMBE POR CORTE Y RELLENO

Este método se aplica a vetas o cuerpos de potencias variables, la consistencia de la mineralización debe ser lo suficiente para que se sostenga por sí sola, los respaldos pueden ser algo débiles, pero tienen que sostenerse por cortos períodos, mientras se proporciona el relleno. El echado del cuerpo deberá ser de 50° a 90° .

OBRAS DE PREPARACION

Estás dependen del tipo de relleno a emplear (tepetate o jales del molino), y del equipo disponible para la barrenación y el rezagado.

En la Mina Guerrero se utiliza el sistema corte y relleno con tepetate. Una vez explorado con obra directa el block de mineral a explotar, se cuele un contrapozo robbins de 8' para ventilación en un extremo, se dan también dos contrapozos similares de 6' al centro y al bajo de la estructura, para tepetatera y metalera, el primero desde superficie hasta el desplante del rebaje y el segundo del nivel superior al nivel principal de acarreo.

Paralelamente a estas obras, se desarrolla una rampa de acceso y servicios al bajo de la veta con dimensiones de 4 X 3.5 m y pendiente de 12 %, así como un contracañon para proporcionar accesos a la explotación y un contrapozo de servicio en el extremo del robbins de ventilación.

Al colarse la rampa, ésta se comunica con un contrapozo convencional para ventilar el tope y ahorrar grandes longitudes de tubería (figura 8).

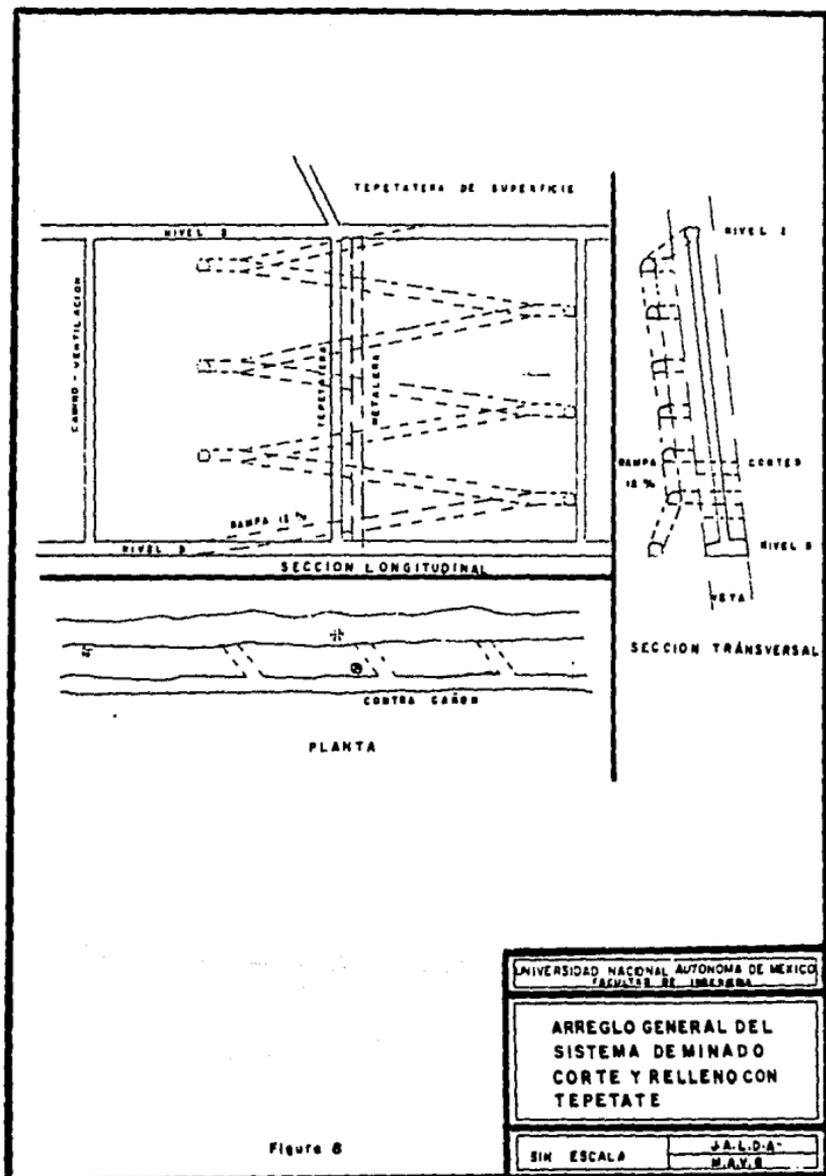


Figura 8

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ARREGLO GENERAL DEL
SISTEMA DE MINADO
CORTE Y RELLENO CON
TEPETATE

SIN ESCALA

J.A.L.D.A.
M.A.Y. 6

OBRAS DE EXPLOTACION

El tumba se realiza con cortes horizontales y verticales, con cortes de 3 m de altura, teniendo el relleno a 3 m del techo, partiendo del centro del rebaje a un extremo; se barrena con máquina Gardner Denver modelo S 83 F y la longitud de los barrenos es de 2.40 m ; el ciclo completo comprende tumba tumba y rezagado en una mitad mientras que en la otra comprende relleno.

Para el rezagado del mineral y tepetate se emplean Scoop-Trams de 5 y 3 yardas y una vez terminado el relleno se empareja perfectamente el piso con un tractor D - 4 (figura 9). El material de relleno es vaclado desde la superficie directamente con un tractor D - 7.

Durante el minado se desarrolla la rampa de servicios en una posición estratégica, de la que parten cruceros con rampas de acceso directo al rebaje con una pendiente máxima del 15 % ; de tal forma que al ascender el minado se desborda el techo hasta lograr una posición horizontal y posteriormente con una pendiente de 15 % que se requiere para 3 cortes de veta; la ventilación es buena y la seguridad es buena.

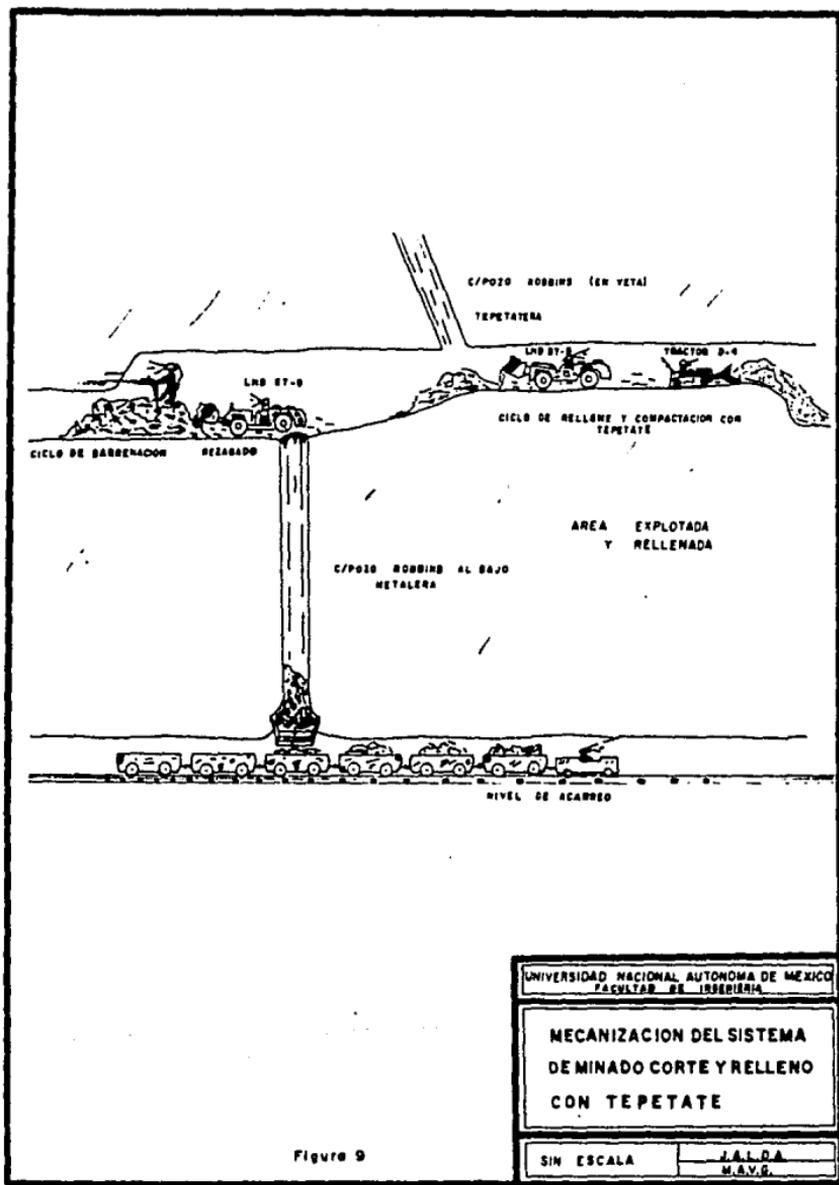


Figura 9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**MECANIZACION DEL SISTEMA
DE MINADO CORTE Y RELLENO
CON TEPETATE**

SIN ESCALA	J. A. L. O. M. A. V. G.
------------	----------------------------

C A P I T U L O V I IEVALUACION DE RESERVAS

El objetivo de la estimación de reservas es el de proporcionar datos reales, globales y a detalle, del inventario de mineral con que se cuenta; tales estimaciones permiten planear la producción, de acuerdo a las instalaciones y métodos de minado existente y considerando su posición a corto y a largo plazo, en relación a los mercados nacionales e internacionales.

Dado que hay varias definiciones de lo que se entiende por reservas de mineral y aunque cada institución parece darle significado y clasificaciones de acuerdo a su política, nos referiremos a reservas de mineral como: el agregado de uno o más minerales que bajo condiciones favorables puede ser minado y vendido, con una ganancia.

Ahora bien, dentro de las clasificaciones para reservas que se utilizan en la unidad Taxco Mina Guerrero, son las siguientes:

- a) Mineral explotable: Reservas positivas, reservas probables y reservas quebradas.
- b) Mineral de interés: Reservas medidas, reservas indicadas y reservas inferidas.

MINERAL EXPLOTABLE

.. Reservas positivas; son aquellas en las cuales los factores geológicos que controlan la mineralización son conocidos (tamaño, forma y continuidad del cuerpo), además de contener buenas leyes y existiendo obras mineras (frentes, cruces, contracañones, contrapozos, etc.) que permitan el acceso al mineral que debe ser, económicamente explotable, al momento de su evaluación debido al costo de operación.

Reservas probables; son aquellas que se localizan entre dos bloques positivos, teniendo gran posibilidad de encontrar el mineral con las mismas condiciones geológicas y por la influencia de las reservas positivas, el mineral debe de ser económicamente explotable al momento de su evaluación, debido al costo de operación; la diferencia entre las reservas probables y positivas son, que en las reservas probables no se tienen obras mineras de acceso al mineral.

Reservas quebrados; es el mineral tumbado, almacenado y disponible en el momento, con la misma confiabilidad económica que el mineral positivo.

MINERAL DE INTERES

Reservas medidas; son aquellas que cumplen con las mismas condiciones que las reservas positivas, pero en el momento de su evaluación no cubre los costos de operación.

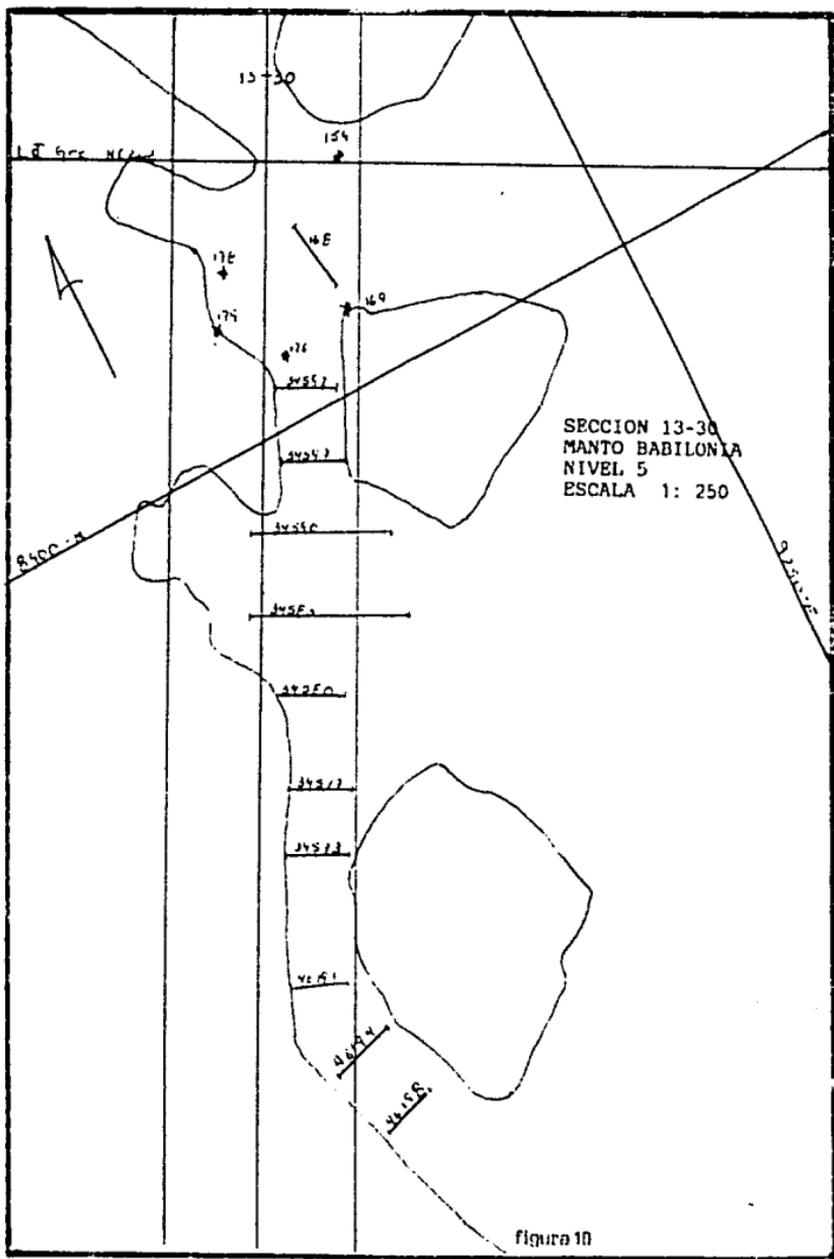
Reservas indicadas; son aquellas que cumplen con las mismas características, que las reservas probables, pero no son económicamente explotables al momento de su evaluación.

Reservas inferidas; son aquellas en las que las estimaciones están basadas principalmente en un amplio criterio geológico, apoyadas por exploración de barrenación a diamante, donde los barrenos se encuentran muy ampliamente distribuidos.

En el presente trabajo, la evaluación de reservas está enfocada principalmente a los cuerpos de reemplazamiento que son representados por el Manto Babilonia, Manto Guadalupe, Manto Guadalupe-Babilonia, etc., de los niveles tres, cuatro y cinco de la Mina Guerrero zona sur; se utilizó el siguiente método:

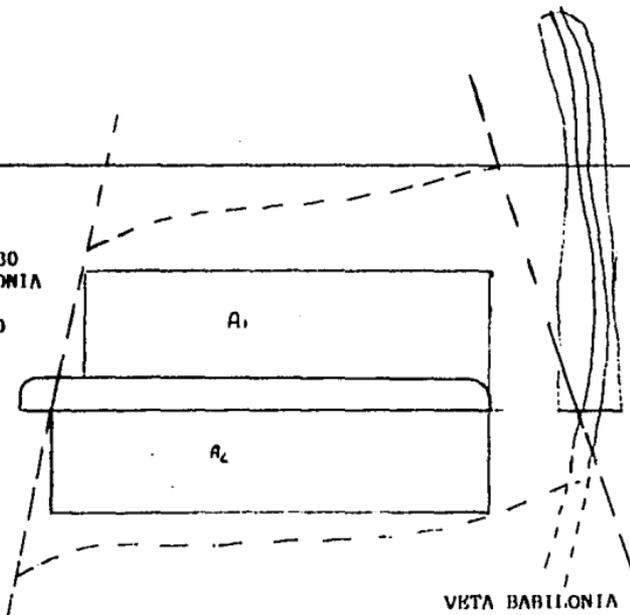
- 1) Se actualizan los planos geológicos, topográficos y de muestreo de las obras en desarrollo, como son frentes de exploración, rebajes, cruceros, contrapozos y rampas que se encuentran sobre mineral; la actualización se realiza, hasta una fecha asignada por el comité de reservas (figuras 10, 11 y composito de la zona sur).
- 2) En los planos mencionados, se trazan líneas de sección perpendiculares a una línea de referencia establecida "en este caso con respecto a la veta principal Cobre-Babilonia con un rumbo N 62 W", espaciadas cada diez metros, sobre las líneas de sección trasadas se actualizan y se realizan secciones generales trasversales, para configurar el cuerpo mineralizado (manto), a escalas 1:500 y 1:1,000 (figuras 12, 13 y composito de la zona sur).
- 3) Teniendo el cuerpo configurado, en cada una de las secciones trasversales se delimitan las obras (bloque) dándoles una influencia de 10 m a la cabeza, al piso y a las tablas, siempre y cuando no se presenten obras minadas y contactos litológicos (rocas encajonantes en éste caso lutitas y esquistos).
- 4) Se calcula el área del bloque por medio de un planímetro o con figuras geométricas que se aproximen a la forma del cuerpo (figura 12, 13 y composito de la zona sur), ya obtenida el área, esta es afectada por un ancho de diez metros para obtener un volumen y ésta a su vez por una densidad calculada del mineral obteniendo un tonelaje ecuación 1.

$$S \rightarrow \text{área} (\sum \text{anchos}(x)) = \text{Ton} \quad \text{ecuación 1}$$



RI.EV. 1440

SECCION 13-30
MANTO BABILONIA
NIVEL 5
ESCALA 1:500



VETA BABILONIA

CALCULO 5-MB-13-30

A= 427.5

S= $427.5(10)(3) = 12825$ Ton.

CALCULO 7-MB-13-30

A= 462.5

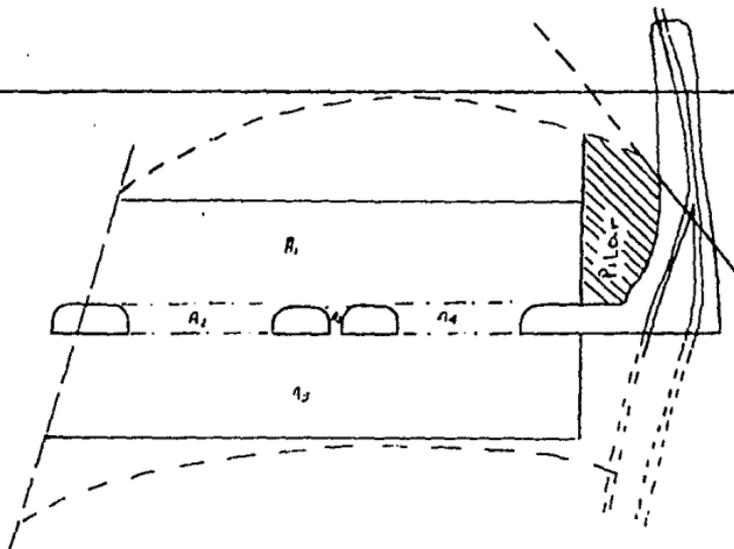
S= $462.5(10)(3) = 13875$ Ton.

L. R. CENTRO DEL TIRO GRO. A 50 MTS.

Figura 12

ELEV 1440

SECCION 13-20
MANTO BABILONIA
NIVEL 5
ESCALA 1:500



CALCULO 5-MB-13-20

$A_p = 199.4$

$AL = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) - (A_p) = 572.5 - 199.4 = 372.1$

$S = 372.1(10)(3) = 11193 \text{ Ton.}$

CALCULO 7-MB-13-20

$A_p = 199.4$

$AL = A_5 - A_p = 550 - 199.4$

$A_t = 430.6$

$S = 430.6(10)(3)$

$S = 12918 \text{ Ton.}$

H. Gra. Meaw a. Jant

Figura 13

Donde:

$$\text{área} = \Sigma \text{áreas de los salones} - \Sigma \text{áreas de los pilares}$$

$$\rho \text{ (densidad)} = 3.00 \text{ gr/cm}^3$$

- 5) Mediante el plano de muestreo se obtienen las líneas de muestreo que se encuentran dentro del bloque (figuras 10 y 11), con las cuales se calcula un ancho promedio y ley promedio (tablas 1 y 2).
- 6) Todos los datos obtenidos anteriormente son vaciados en las hojas de cálculo de reservas (hojas 1,2,3 y 4), donde se realizan las siguientes operaciones: La ley promedio obtenida es afectada por los factores mina molino que se obtienen a través, de las recuperaciones de cada uno de los elementos; que tiene el molino; para la plata es 1.00, para el plomo es 0.72 y para el zinc 0.92.
También se le da una dilución del 10 % tanto al tonelaje como al ancho promedio obtenidos, esto es por el ancho mínimo de minado y método de minado.
- 7) La ley obtenida con los factores mina molino, se cotiza con los valores unitarios (tabla 3), obteniendo el precio del mineral que se encuentra en el bloque calculado y se le clasifica dependiendo del precio de operación.
- 8) Se realizó un tabulador por cada cuerpo calculado: Manto Babilonia, Manto Guadalupe, Manto Guadalupe Babilonia, etc., donde se agrupan los bloques positivos y los bloques medidos (tablas 4, 5, 6, 7 y 8), conociendo cuantas toneladas son de las reservas positivas y de las reservas medidas así como su ley promedio y su cotización en el mercado.
- 9) Teniendo un tonelaje final de las reservas positivas y de las reservas medidas, se realizó un programa de operación para su extracción.

LINEAS DE MUESTREO DEL BLOCK S-MB-13-20 MANTO BABILONIA

Nº MUESTRA	ANCHO	Ag	Pb	Zn
34590	7.50	8	1.24	3.95
46204	4.50	72	0.60	3.75
34583	8.40	12	1.00	4.10
46208	4.30	77	0.70	4.16
34580	2.30	2	0.98	5.30
46212	3.10	82	0.76	4.46
46215	3.30	132	0.50	2.38
46218	3.40	66	0.41	2.07
34577	2.20	36	2.66	4.90
34573	3.50	39	2.50	5.17
46191	2.40	85	1.84	3.55
46194	3.50	38	1.22	3.06
46198	2.60	128	2.25	6.78
42625	3.20	40	4.07	9.25
46201	2.70	43	3.10	6.42
42628	3.10	22	2.25	3.60
54079	6.80	85	1.89	1.62
42631	4.30	26	2.00	2.67
55559	8.60	25	2.60	12.31
55565	8.30	24	1.64	11.98
55571	6.90	16	2.07	10.82
<u>PROMEDIO</u>	<u>4.52</u>	<u>44</u>	<u>1.70</u>	<u>6.00</u>

Tabla 1

LINEAS DE MUESTREO DEL BLOCK 5-MB-13-70 MANTO BABILONIA

Nº MUESTRA	ANCHO	Ag	Pb	Zn
34600	3.10	8	0.53	4.13
34597	3.50	10	0.70	3.30
34590	7.50	8	1.24	5.95
34583	8.40	12	1.00	4.10
34580	7.30	20	0.98	5.50
34577	2.20	36	2.66	4.90
34573	3.50	39	2.50	5.17
46191	2.40	85	1.84	3.55
46194	3.50	38	1.22	3.06
46198	2.60	128	2.25	6.78
159	4.40	16	0.08	2.10
168	3.60	17	0.44	3.50
169	1.40	30	0.13	3.54
176	2.70	19	0.23	3.40
178	2.70	14	0.33	4.10
179	2.70	17	0.13	4.90
<u>PROMEDIO</u>	<u>3.41</u>	<u>25</u>	<u>0.90</u>	<u>4.20</u>

Tabla 2

VALORES UNITARIOS Y COTIZACIONES

Valores unitarios y cotizaciones que se usarán en las reservas para 1990
y los conceptos que se consideran son los siguientes:

VALORES UNITARIOS

De los resultados metalúrgicos, tenemos las siguientes leyes de cabeza:

MONEDA NACIONAL

ELEMENTOS	ENSAYES	VALORES UNITARIOS	TOTAL	%
ORO	0.45 grs/ton	\$ 7,288.5771	\$ 3,279.86	5.32
PLATA	18.00 grs/ton	\$ 304.9698	\$ 5,489.46	8.91
PLOMO	0.76 %	\$ 11953.1172X - 2810.59	\$ 6,273.78	10.19
COBRE	0.22 %	\$ 5,206.0248	\$ 1,145.33	1.86
ZINC	3.40 %	\$ 23459.0450V-34360.91	\$ 45,399.84	73.72
TOTAL VALOR POR TONELADA			\$ 61,588.27	100.00

COTIZACIONES

ORO	\$ 11.89	por gramo
PLATA	c 600.00	por onza N.Y. extranjera
PLOMO	c 30.00	por libra PSO Monterrey
COBRE	c 97.00	por libra E&M0 cátodos
ZINC	c 65.00	por libra LME

Tabla 3

ESTIMACION DE RESERVAS DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR

MINERAL EXPLOTABLE (SULFUROS PARA FLOTACION)

MANTO GUADALUPE BABILONIA

TONELADAS SECAS		METROS	GRAMOS	POR CIENTO			VALOR
BLOQUE	MEDIDO	ANCHO	Ag	Pb	Zn	DOLARES	
4-MG-15-90	15,345	5.50	15	0.79	3.67	13.54	
4-MG-16-30	9,587	6.20	21	0.82	3.59	13.96	
54-MG-17-00	20,130	5.30	26	1.43	4.72	18.35	
54-MG-16-80	12,639	5.50	27	0.63	3.41	13.97	
54-MG-16-90	18,579	4.40	31	0.84	3.16	13.72	
55-MG-14-90	3,960	5.50	20	0.59	5.23	18.89	
55-MG-14-50	4,009	8.25	15	1.91	4.58	16.93	
55-MG-14-60	4,314	9.00	32	1.71	3.90	16.57	
55-MG-15-70	7,920	4.40	20	0.77	3.64	13.99	
55-MG-14-60	12,045	9.00	32	1.71	3.90	16.57	
55-MG-14-50	7,425	8.25	15	1.91	4.58	16.93	
55-MG-14-90	2,727	5.50	20	0.59	5.23	18.89	
7-MGB-17-40	7,800	5.90	47	0.48	3.02	14.87	
7-MGB-17-50	7,500	8.00	34	0.46	3.94	16.32	
7-MB-15-10	11,178	4.40	26	0.13	3.69	14.50	
7-MB-15-00	9,856	5.60	23	0.23	3.88	14.81	
7-MB-13-80	15,262	3.75	25	0.70	3.85	14.86	
7-MB-13-00	15,510	5.72	48	0.87	3.85	17.77	
5-MGB-17-40	10,200	5.90	47	0.48	3.02	14.87	
5-MGB-17-30	7,500	8.00	34	0.46	3.94	16.32	
5-MB-15-10	11,478	4.40	26	0.13	3.69	14.50	
5-MB-15-00	4,396	5.60	23	0.23	3.88	14.81	
5-MB-13-30	14,107	3.75	25	0.07	3.85	14.86	
5-MB-13-00	16,210	5.72	48	0.87	3.85	17.77	
<u>T O T A L</u>	<u>347,160</u>	<u>5.78</u>	<u>28</u>	<u>0.74</u>	<u>3.91</u>	<u>15.71</u>	

Tabla 4

ESTIMACION DE RESERVAS DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR
MINERAL EXPLOTABLE (SULFUROS PARA FLOTACION)

MANTO LADERA

TONELADAS SECAS		METROS	GRAMOS	POR CIENTO			VALOR
BLOQUE	MEDIDO	ANCHO	Ag	Pb	Zn	DOLARES	
4-ML-18-001	27,420	5.20	21	0.35	3.56	13.65	
4-ML-18-401	58,500	7.60	31	1.20	3.70	15.59	
4-ML-18-403	109,200	15.60	22	0.67	3.54	13.84	
4-ML-18-601	50,820	6.70	36	0.73	3.71	15.94	
4-ML-18-603	61,740	5.70	46	1.16	3.99	18.12	
4-ML-18-801	26,100	9.60	38	0.58	3.08	14.11	
4-ML-19-001	11,220	6.25	37	0.39	3.34	14.73	
4-ML-19-201	17,325	4.20	46	0.94	3.85	16.59	
5-ML-18-401	56,580	7.60	31	1.21	3.70	15.59	
5-ML-18-801	49,500	10.55	70	0.61	3.10	17.71	
5-ML-19-001	26,325	8.90	46	0.56	3.50	16.30	
5-ML-19-201	17,325	4.20	37	0.94	3.85	16.59	
5-ML-19-50	15,750	4.00	40	0.72	3.94	17.10	
<u>T O T A L</u>	<u>522,030</u>	<u>9.00</u>	<u>36</u>	<u>0.83</u>	<u>3.60</u>	<u>15.64</u>	

MANTO GUADALUPE BABILONIA

3-MG-17-10	11,451	6.93	30	1.19	3.84	15.85
3-MG-17-00	16,170	7.70	21	0.82	3.62	14.06
S3-MG-18-20	3,300	7.44	37	0.74	3.92	16.72
S3-MG-18-80	5,610	5.47	46	1.83	4.11	18.82
4-MG-15-50	4,653	6.40	16	0.51	4.67	16.66
4-MG-15-60	12,953	7.00	17	0.35	4.62	16.53
4-MG-15-70	8,333	4.40	31	0.43	3.65	15.69
4-MG-16-50	20,262	6.00	22	0.57	4.48	16.75
4-MG-17-00	6,831	4.80	27	1.08	4.39	17.26
4-MG-15-40	7,920	3.00	12	0.48	3.88	13.72

ESTIMACION DE RESERVAS DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR
MINERAL EXPLOTABLE (SULFUROS PARA FLOTACION)

MANTO DE ANZA

BLOQUE	TONELADAS SECAS		METROS		GRAMOS POR CIENTO			VALOR
	MEDIDO	ANCHO	Ag	Pb	Zn	DOLARES		
2-M-1S	16,740	3.20	93	1.66	2.36	18.41		
2-M-13I	14,850	9.90	41	1.58	3.97	17.71		
2-SM-11I	9,570	3.60	62	0.96	3.14	17.12		
2-M-9S	15,375	3.55	46	1.47	4.00	18.30		
2-M-7	11,190	3.90	33	1.83	3.84	16.54		
2-M-S	11,190	2.80	38	0.72	3.76	16.32		
1-M-20I	3,720	5.35	34	0.94	3.57	15.38		
1-M-17I	6,810	3.15	38	1.26	3.47	15.66		
1-M-8S	6,570	9.89	20	1.12	3.75	14.50		
1-M-6S	10,920	6.40	47	0.63	2.90	14.56		
1-M-3I	6,750	6.35	18	0.83	4.72	17.19		
<u>T O T A L</u>	<u>113,685</u>	<u>5.64</u>	<u>48</u>	<u>1.26</u>	<u>3.52</u>	<u>16.92</u>		

MANTO ORIENTE

2-MO-18-701	15,720	6.50	52	0.77	3.05	15.65
2-MO-18-702	14,625	6.00	52	0.77	3.05	15.65
4-MO-18-701	16,140	6.50	52	0.77	3.05	15.65
<u>T O T A L</u>	<u>46,485</u>	<u>6.35</u>	<u>52</u>	<u>0.77</u>	<u>3.05</u>	<u>15.65</u>

MANTO "66"

4-20-30M66	18,600	3.00	20	1.57	5.22	19.32
<u>T O T A L</u>	<u>18,600</u>	<u>3.00</u>	<u>20</u>	<u>1.57</u>	<u>5.22</u>	<u>19.32</u>

ESTIMACION DE RESERVAS DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR
MINERAL EXPLOTABLE (SULFUROS PARA FLOTACION)

MANTO DE ANZA

TONELADAS SECAS		METROS	GRAMOS	POR CIENTO			VALOR
BLOQUE	POSITIVO	ANCHO	Ag	Pb	Zn	DOLAF	
2-M-9-S	5,310	3.38	107	1.23	4.95	27.87	
2-M-7-S	21,600	3.70	48	1.30	4.16	18.94	
2-M-8-S	20,880	2.90	25	1.30	5.90	21.88	
2-M-4-S	9,660	2.30	68	2.38	8.02	36.22	
2-M-3-S	12,960	2.30	59	3.03	6.41	28.03	
2-M-6-S	4,037	1.50	93	4.78	5.90	31.00	
2-M-2-S	6,600	1.80	60	0.94	4.86	22.29	
2-M-1-S	3,570	3.70	60	1.10	5.85	25.47	
1-M-6-S	2,160	6.15	55	2.71	7.45	30.71	
1-M-5-S	6,240	3.70	76	1.83	5.35	26.00	
1-M-3-S	12,000	4.70	50	2.22	5.75	24.59	
1-M-2-S	14,310	4.50	28	1.52	7.24	26.52	
1-M-4-S	12,300	4.10	198	0.51	3.02	31.46	
<u>T O T A L</u>	<u>131,627</u>	<u>3.41</u>	<u>65</u>	<u>1.71</u>	<u>5.65</u>	<u>25.68</u>	

MANTO "66"

4-19-80-M66	19,500	7.70	32	0.22	5.77	21.73
1-19-90-M66	18,750	3.15	27	0.30	5.32	19.81
4-20-00-M66	18,225	2.05	21	0.38	5.30	19.12
<u>T O T A L</u>	<u>56,475</u>	<u>4.37</u>	<u>27</u>	<u>0.30</u>	<u>5.47</u>	<u>20.28</u>

MANTO LADERA

4-ML-18-20	24,300	4.80	45	0.98	4.35	19.06
5-ML-18-20	37,800	9.80	45	0.98	4.35	19.06
5-ML-18-60	47,700	12.30	37	0.75	6.11	23.60
<u>T O T A L</u>	<u>109,800</u>	<u>9.80</u>	<u>42</u>	<u>0.88</u>	<u>5.11</u>	<u>21.06</u>

ESTIMACION DE RESERVAS DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR

MINERAL EXPLOTABLE (SULFUROS PARA FLOTACION)

MANTO GUADALUPE BABILONIA

TONELADAS SECAS BLOQUE	POSITIVO	METROS ANCHO	GRAMOS POR CIENTO			VALOR DOLARES
			Ag	Pb	Zn	
3-MG-16-80	4,048	6.82	38	1.02	4.49	20.04
3-MG-18-60	4,290	9.15	30	0.95	5.60	21.32
3-MG-18-70	10,692	7.13	34	1.21	7.48	27.79
4-MGB-15-20	5,709	4.00	65	0.61	5.10	23.43
4-MGB-15-20	11,924	3.50	50	1.55	6.00	25.06
4-MGB-17-10	8,019	4.30	34	2.06	4.91	20.12
4-MGB-16-30	4,422	5.90	34	1.21	5.54	21.70
4-MGB-17-10	13,827	4.50	30	2.14	5.06	20.18
5-MGB-14-70	4,076	6.60	31	1.49	6.59	24.80
5-MGB-14-80	6,864	6.00	26	1.26	6.37	23.42
5-MGB-14-70	10,395	6.60	31	1.49	6.59	24.80
5-MGB-14-80	8,316	6.60	26	1.26	6.37	23.42
7-MB-12-90	15,094	6.16	42	1.03	4.58	19.48
7-MB-13-10	15,615	5.34	40	1.16	5.50	22.21
7-MB-13-20	14,209	4.95	44	1.23	5.50	22.68
5-MB-12-90	11,035	6.16	42	1.03	4.58	19.48
5-MB-13-10	19,212	5.34	40	1.16	5.50	22.21
5-MB-13-20	12,312	4.95	44	1.23	5.50	22.68
<u>T O T A L</u>	<u>180,009</u>	<u>5.50</u>	<u>39</u>	<u>1.30</u>	<u>5.58</u>	<u>22.43</u>

Tabla 8

NOTA:

Los valores unitarios, se obtienen tomando muestras de \pm 50 kg de cada uno de los rebajes de los cuerpos en estudio, que se someten a pruebas metalúrgicas (tabla 9), los resultados de estas pruebas se considerán para 600,000 ton, en este caso y se realiza las liquidaciones de concentrado de plomo y zinc para obtener, el precio por tonelada de concentrado (hojas 5 y 6).

RESULTADOS METALURGICOS

REPORTE DEL MOLINO DE LA MINA GUERRERO ZONA SUR "MANTOS"

1º de Enero de 1990

PRODUCTO	P E S O S E C O		G R A M O S		P O R C I E N T O			
	TON	TOTAL %	Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
CABEZA	600,000	100.00	0.45	18	0.76	0.22	3.40	16.50
CONC. PLOMO	7,440	1.24	8.42	914	55.60	2.83	4.20	7.40
CONC. ZINC	26,220	4.37	0.66	31	0.52	0.98	55.50	5.20
COLAS FINALES	566,340	94.39	0.27	6	0.05	0.15	0.98	17.30

PRODUCTO	RECUPERACIONES PORCENTAJE DE CONTENIDOS DE LA CABEZA					RELACION DE CONCENTRACION	
	Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	
CABEZA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
CONC. PLOMO	40.00	61.00	90.80	15.90	1.50	0.60	80.6452
CONC. ZINC	5.60	7.40	3.00	19.60	71.30	0.50	22.8833
COLAS FINALES	56.40	30.90	6.20	64.50	27.20	98.90	

Tabla 9

LIQUIDACION CONCENTRADOS DE PLOMO

VI-108

UNIDAD TAXCO GUERRERO MINA GUERRERO ZONA SUR "MANTOS"

PERIODO DE PRUEBA RESERVAS 1/1/90		LOTE		EMBARCADO A CUIHUAHUA					
Ag Cms	Ag Cms	Pb%	Cu%	Zn%	Pb%	Mo%	%	%	H2O %
B.42	914	55.6	2.83	4.20	---	---	---	---	---

PAGOS CONTRATO FUNDICION

S. D. N. / P. 100. 0000

Oro	8.42	Kg	%	Kg	\$ 11.0897	=	\$ 100.00
Plata	914.00	Kg	%	Kg	\$ 104.2592	=	\$ 167.50
Plomo	55.6	%	1.00%	Kg	\$ 491.60	=	\$ 221.35
Cobalt	20.3	%	5.4%	Kg	\$ 23.30	=	\$ 34.21

\$ 573.14

DEDUCCIONES

Involuble	%	%	%	=	
Axente	%	%	%	=	2.50
Cin	%	%	%	=	
Hierro	%	Kg	%	=	
As	%	%	%	=	0.15
Gastos Deyto Transporte	Kg	%	%	=	
Beneficio				=	27.03

\$ 79.68

IMPUESTOS PRODUCCION

Oro	\$	%	100.00	7.00	=	7.01
Plata	Kg	%	167.50	7.00	=	11.71
Plomo	Kg	%	221.35	5.00	=	11.57
Cobalt	Kg	%	34.21	5.00	=	1.71

\$ 36.02

IMPUESTOS EXHIBICION

Oro	Kg	%		=	
Plata	Kg	%		=	
Plomo	Kg	%		=	

TOTAL DEDUCCIONES

VALOR NETO PAGO DE DEDUCCION PAGO	\$ 113.70
Flujo de ind. impuesto 102861 * 0.00035	\$ 459.64
Asente	\$ 40.00

TOTAL FLETE

VALOR NETO DE FUNDICION POR TON. DE CONCENTRADO	\$ 419.44
VALOR NETO DE FUNDICION POR TON. DE MINERAL	\$ 1,122,068.44

R/C. x 80.6452 = \$ 16,781.50

TIPO CAMBIO \$ 2,042.00

COTIZACIONES K U C

Oro \$ 600.00 dils por gramo - ONZO

Plata 600.00 por onza K 95% de oro

Plomo 30.00 por 100.00% de Pb

Cobalt 97.00 por 100.00% de Pb

Valor neto por Foa. Sel. (PAGO)

Hecho por Cheido por

CAPITULO VIIICONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dadas las múltiples aplicaciones y utilidades del zinc en la industria, su precio tenderá a incrementarse, por lo cual las zonas mineralizadas que lo contienen en grandes proporciones requieren de un continuo estudio con objeto de incrementar sus reservas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de reservas de la zona sur de la mina Guerrero, se tiene que 1,922,684 ton de reservas disponibles, de las cuales 1,310,083 ton son de las reservas positivas y 612,602 ton son de las reservas medidas.

Si la producción de mineral en la mina Guerrero es de 2,000 ton diarias, de las cuales el 50 % corresponde a los mantos: Si se supone que sólo se dispone de las reservas positivas de la zona sur, la vida de la mina es de : 2 años y si se agregan las reservas medidas, la vida de la mina es de : 3 años, siempre y cuando no se incrementen las reservas.

Por las observaciones y muestreos realizados en la zona sur, el reemplazamiento mineralógico que se produjo en la caliza Morelos, no es uniforme ya que se aprecia una alternancia de estratos silificados estériles, con estratos casi en su totalidad reemplazados por sulfuros de Zn, Pb y Fe; la diferencia de estratos se debe a la porosidad y permeabilidad que presentan; las capas más mineralizadas son las que tienen mayor porosidad y permeabilidad.

Por la alternancia de capas de caliza mineralizada y caliza estéril, es evidente que la migración de los fluidos mineralizantes fue horizontales y perpendicular a las vetas-fallas, que atraviesan a la Formación Morelos.

Para el sistema de minado que se utiliza en los cuerpos de reemplazamiento, que es de salones y pilares, se propone lo siguiente.

Cuando se tiene un rebaje en producción y se va a llegar al contacto con la roca encajonante (el alto o el bajo), se recomienda dejar : 1 m de separación entre el minado y el contacto; pero cuando, se llega a la roca encajonante se sugiere anclar el cielo y las tablas, esto es porque en el cambio de la roca se

presenta una área de alteración, produciéndose inestabilidad en el terreno.

Para tener una mejor operación, con buena seguridad se recomienda: Conocidas las características geológicas del cuerpo, desarrollar subniveles con una separación no mayor de 30 m y paneles para su explotación. Teniendo lo anterior, colar uno o dos contrapozos robbins desde la superficie o en su defecto del primer subnivel, hasta el nivel de acarreo, con el objetivo de ser utilizados como, conducto de ventilación, metaleras y tepetatera, esto es para mejorar la ventilación y disminuir las distancias de acarreo.

Por las características estructurales de rumbo y echado que presentan los cuerpos de reemplazamiento, desde el nivel 1 al 5, es muy probable que se presenten a la altura del nivel 7, para lo cual se recomienda realizar, un programa de barrenación a diamante para conocer las características, geológicas, mineralógicas y espesor del cuerpo y con esto poder aumentar las reservas.

BIBLIOGRAFIA

- Briones Torres J. P. (1977), Geología de la mina Guerrero Taxco. San Luis Potosí Universidad Autónoma de San Luis Potosí, tesis profesional.
- Cepeda Davila L. (1985), Apuntes de petrología ignea. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cepeda Davila L. (1985), Apuntes de petrología metamórfica. Universidad Nacional Autónoma de México.
- C.E.T.E.N.A.I.- Instituto de Geografía (1970), Carta de climas-México 14 Q-V: México D.F., Comisión de estudios del territorio nacional y planeación, escala 1: 500,000.
- Ceron C. y Torres A. (1988), Estudio mineragráfico del distrito minero de Taxco. Trabajo de campo avanzado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Colunga Gonzalez P. (1980), Comportamiento de los cuerpos de reemplazamiento en la mina Guerrero. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, tesis profesional.
- Cserna Zoltan de y Fries Carl Jr. (1981), Resumen de la geología de la hoja Taxco, estados de Guerrero, México y Morelos. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología: Hoja 14 Q-h(7).
- Dana (1944), The sistem of mineralogy. Seventh edition. Volume I. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Dollfus Auguste y Montserrat Emil de (1867), Etude sùr le district de Sultepec: París Arch. Comm. Scient. Mexique.
- Departamento de Ingeniería industrial (1978), Estudio del sistema de operación y mantenimiento de perforación a diamante. Unidad San Martín Zac. I.M.M.S.A.
- Echávarri P.A. (1976), Informe sobre la relación de contenidos de zinc, fierro y plata de la esfalerita de la veta Ladera en el distrito de Taxco, Gro. I.M.M.S.A.
- Echávarri P.A. (1976), Estudio petrográfico y mineragráfico de muestras de Cabezas, contenidos zinc, plomo y coles de la Unidad de Taxco, Gro. I.M.M.S.A.
- Escandón F.J. (1972), Notas sobre la geología y los yacimientos minerales del distrito de Taxco Gro. I.M.M.S.A.

Fowler G. (1948), The Taxco mining district, Guerrero: Symposium on the geology, paragenesis and reserves of the ores of lead and zinc. Londres, Cong. Geol. Internal 18 ph.

González Partida E. (1981), La province filonienne Au-Ag de Taxco-Guanajuato (México) : Nancy (Francia), Centre Rech. Petrographiques et Geochimiques, tesis doctoral de ingeniero.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1984), Geología de la república Mexicana.

Kraus Edward H. (1967), Mineralogía, una introducción al estudio de minerales y cristales. Ediciones del Castillo.

Mining department (1987), Brief description of its operation, unit Taxco Gro. I.M.M.S.A.

Mottana Annibale (1980), Guía de minerales y rocas. Editorial Grijalbo.

Obregon Andria J.J. (1977), Curso de posgrado, sobre planeación y programación de proyectos mineros. I.M.M.S.A.

Osterman Christopher (1984), Geology and genesis of Guadalupe, silver deposit Taxco mining district, Guerrero México. Master of science with a major in geology engineering. The University of Arizona.

Pérez S.E. (1973), Estudio geológico de la mina Pedregal del distrito de Taxco Gro. Tesis profesional Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Uribe Velazco J. (1977), Grupo industrial minera México, unidad Taxco Gro. I.M.M.S.A.

Williams Holwe (1983), Petrología, introducción al estudio de las rocas en sección delgada. Editorial Continental.

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO 1

Se realizó un muestreo en los niveles 3,4 y 5, en el Manto Babilonia, Manto Guadalupe y Manto Guadalupe Babilonia y se seleccionaron 11 muestras aleatorias representativas en total, que abarcan los lugares y niveles mencionados.

Las muestras se mandaron a San Luis Potosí al departamento de servicios especiales, de la Cia. I.M.M.S.A., donde se realizó un estudio petrográfico y minerográfico.

De los estudios minerográficos y petrográficos realizados en San Luis, se elaboró el presente resumen.

Del estudio minerográfico realizado, se citan en grupos los minerales que se observan en el manto.

a) Minerales opacos.- Pirita, esfalerita, marcasita, galena, calcopirita, magnetita, hematita, pirargirita, ilvaíta, arsenopirita y pirrotita. (fotos 11, 12, 13, 14 y 15)

b) Minerales transparentes.- Cuarzo, calcita, fluorita, actinolita-tremolita, dolomita, rodocrosita y feldespatos. (fotos 16, 17, 18 y 19)

Pirita (FeS_2).- Está presente en todas las muestras como bandas de espesores variables o bordeando fragmentos de brecha. Se presenta también diseminada tanto en la caliza como en la roca encajonante; ocasionalmente rellena algunos planos de fracturas de la roca.

En el microscopio aparece como cristales eudrales aislados o asociada con marcasita.

Esfalerita (ZnS).- Forma agregados masivos, bandas alternantes y diseminada.

En las superficies pulidas se observa como un aglomerado policristalino xenomorfo.

Los reflejos internos son en general rojizos indicando un alto contenido de fierro, pero se observan tambien reflejos rojizos más claros que indican mayor contenido de zinc que de fierro.

Se cree que la diferencia en el contenido de fierro, pueda corresponder a la misma etapa de mineralización, pero también podría ser posible que la esfalerita con poco fierro o ninguno, corresponda a una etapa de mineralización posterior (foto 12,13 y 15).

Galena (PbS).- Los cristales individuales son casi siempre euedrales pero la forma más común de presentarse es como aglomerados policristalinos que forman placas xenomorfas; se asocia frecuentemente con la esfalerita y la reemplaza en ocasiones, la pirita se formó antes que la galena como lo indican los frecuentes reemplazamientos (foto 15).

Marcasita (FeS₂).- Se presenta en general asociada a la pirita, pero también forma mosaicos de cristales euedrales, láminas rectas y onduladas, hechas de muchos microcristales euedrales. Generalmente se depositó después de la primera generación de pirita y a veces precede a la esfalerita o la sucede. Según puede observarse, la marcasita no deriva de la transformación de la pirrotita ni de la pirita y se supone que se depositó a partir de soluciones hidrotermales más ácidas y quizá también a menor temperatura que las que producen a la pirita.

Calcopirita (CuFeS₂).- Se presenta de dos maneras diferentes; una como exsoluciones microscópicas en la esfalerita y otra como mineral de cristalización más tardía, en este caso la calcopirita ocupa intersticios, fracturas o los límites intercristalinos de los sulfuros formados antes.

Magnetita (Fe₃O₄).- Forma agregados radiales y a veces reemplazada por hematita. En algunas muestras se depositó aparentemente antes que la pirita y en otras muestras es evidente que se trata de un mineral posterior. En

algunos casos parece que la ganga sustituye a la magnetita.

Pirargirita (Ag_3SbS_5).- Ocurre a veces como vetillas que cortan a los sulfuros de la primera etapa de mineralización, pero también se presenta diseminada, Escandón (1972) asegura que la pirargirita se asocia con proustita y otras sulfosales (fotos 11 y 13).

Arsenopirita ($FeAsS_4$).- Su presencia se advierte en la base del manto, como cristales euedrales, de sección rómbica incluidos en galena o ganga.

Pirrotita (FeS).- Se asocia a la calcopirita y a veces ocurre como exsoluciones en la esfalerita.

Ilvita ($(Si_2O_7)CaFe_2Fe_3O(OH)$).- Se presenta como una capa irregular de material en la base del manto, constituyendo bandas negras de lustre resinoso que al microscopio, aparecen como aglomerados de microcristales granulares. (fotos 11 y 13)

Cuarzo (SiO_2).- Es el mineral de ganga más común en el manto, forma bundas que alternan con los sulfuros. El cuarzo que se relaciona con la mineralización es granular, a veces con secciones euedrales, con crecimiento zonal evidente.

En un gran número de muestras, es aparente que los sulfuros se precipitaron después del cuarzo.

Calcita y otros carbonatos ($CaCO_3$ y $(Ca,Mg)(CO_3)_2$).- La calcita acompaña al cuarzo, aparece después de la precipitación de los sulfuros. En varias muestras se observó dolomita, rodocrosita u otro carbonato romboedral. Los cristales de los carbonatos son granulares, plumosos o laminares dando entonces la impresión de ocupar el sitio de magnetita antigua.

Tremolita-actinolita ($Ca_2(MgFe)_3(Si_8O_{22})(OH)_2$).- Es un mineral que se encuentra frecuentemente en el manto, formando grandes volúmenes, los cristales tienen un tamaño que varía de micras a cuarenta centímetros, en la zona donde aparece la roca se presenta demasiado dura y en los bordes de la actinolita se presentan aglomerados de esfalerita y galena (fotos 16 y 17)

Del estudio petrográfico realizado en San Luis, se cita una descripción megascópica y microscópica de las 11 muestras seleccionadas aleatoriamente.

Megascópicamente las muestras presentan al fresco una coloración de gris oscuro a negro y el color de interperismo es de gris verdoso a gris pardusco; la textura que se aprecia es afanítica, compacta con hilillos y vetillas de cuarzo y calcita conteniendo minerales metálicos, se presentan perpendiculares a la estratificación, los minerales observables son:

a) Los minerales metálicos son; galena, esfalerita, pirita, calcopirita, hematita y especularita.

b) Los minerales no metálicos son; calcita, dolomita, rodocrocita, cuarzo, tremolita-actinolita e ilvaíta.

Los minerales se presentan anedrales a euédrales y en agregados amorfos.

Microscópicamente las muestras presentan una textura granular; los granos tienen un tamaño de 0.25 mm a 0.62 mm, lo cuales están soportados por una matriz micrítica con una abundancia de $\pm 80\%$, con $\pm 5\%$ de fragmentos de cuarzo, menos del 10% de fósiles y el por ciento restante para completar el 100% lo constituyen los fragmentos de roca y espatita (fotos 18, 19, 20 y 21).

Los fragmentos de roca se presentan angulosos a subredondeados, los fósiles se encuentran reemplazados en un 90% por espatita.

Por las características mencionadas anteriormente, para clasificar la caliza se utilizó las clasificaciones de Folk (1962), Pettijhon (1962) y Dunham (1962), teniendo las siguientes clasificaciones;

Folk, como una biomicrita a una micrita.

Pettijhon, como una calcilutita fosilífera a una calcilutita.

Dunham, como un mudstone a un wackestone.

Por la clasificación obtenida anteriormente se deduce, que el ambiente de formación es de plataforma o arrecifal.



Foto 11, muestra N° 9 tomada en el nivel 4 rebaje 17-50. Se observa plata roja en vetillas y relleno los espacios entre la ilvaíta, 1000X, L.N.Oil.



Foto 12, muestra Nº 9 tomada en el nivel 4 rebaje 17-50. se observan bandas de esfalerita, con asociación de galena, 100 X, L.N.



Foto 13, muestra Nº 6 tomada en el nivel 5 rampa 16-75. Se observa a la illita relleno espacios entre la esfalerita que tiene inclusiones de calcopirita y pirargirita 100 X, L.N.

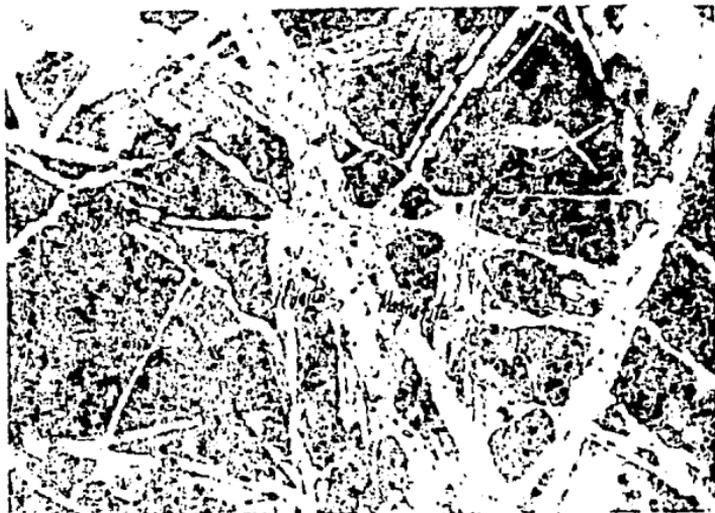


Foto 14, muestra Nº 6 tomada en el nivel 5 rampa 16-75. Se observa la ilvaíta intercrecida con magnetita 100 X, L.N.

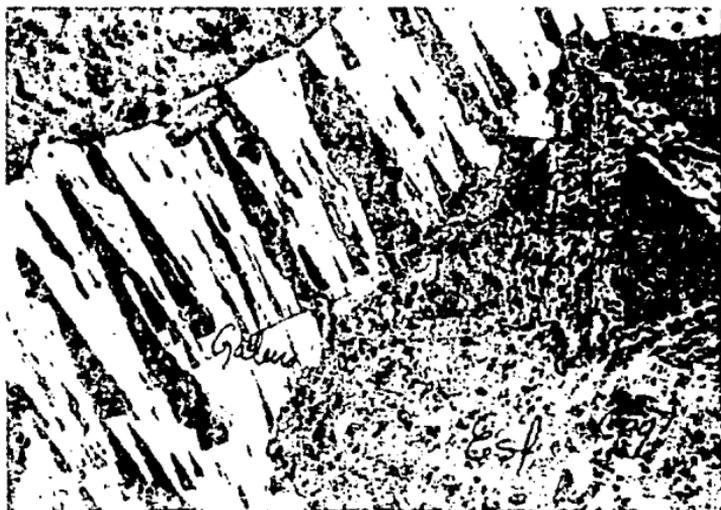


Foto 15, muestra Nº 6 tomada en el nivel 5 rampa 16-75. Se observa la esfalerita, galena e ilvaíta 100 X, L.N.



Foto 16, muestra Nº 9 tomada en el nivel 4 rebaje 17-50. Se observa contacto entre latita meta-morfoseada y actinolita-tremolita 100 X, L.P.



Foto 17, muestra Nº 9 tomada en el nivel 4 rebaje 17-50. Se observa un crecimiento de tremolita-actinolita, epidota y minerales metálicos, entre la roca carbonatada 40 X, L.P.



Foto 18, muestra N° 5 tomada en el nivel 3 del rebaje 18-19. Se observan fragmentos de cuarzo y feldspatos, con sílice de relleno por introducción, y minerales metálicos 40 X, L.N.

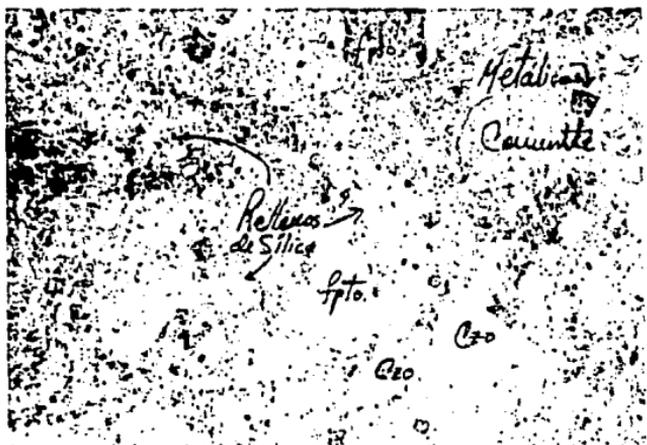


Foto 19, muestra N° 5 tomada del nivel 3 del rebaje 18-19. Se observan fragmentos de cuarzo y feldspatos, con minerales metálicos.



Foto 20, muestra N° 2 tomada en el nivel 5 rebaje 13-20. Se observa en la micrita líneas estilolíticas, vetilla de calcita y de cuarzo 40 X, L.P.

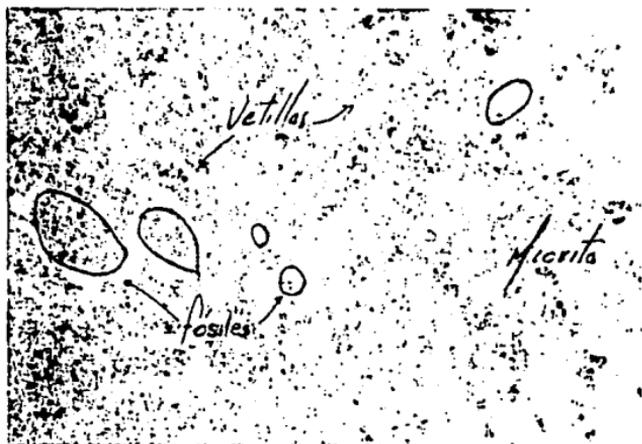


Foto 21, muestra N° 21 tomada del nivel 5 rebaje 13-20. Se observa fósiles reemplazados en casi su totalidad por micrita 100 X, L.P.