

5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA Y EVALUACION DE RESERVAS
DE LA MINA LA RECOMPENSA

DISTRITO DE MINERO LA COLORADA,
MPIO. DE CHALCHIHUITES ZACATECAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A:
GARCIA MARQUEZ FILIBERTO

MEXICO, D.F.

284002
2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

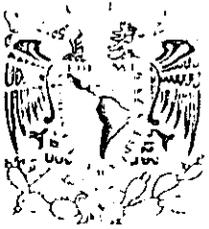


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



SR. FILIBERTO GARCIA MARQUEZ
Presente

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

**GEOLOGIA Y EVALUACION DE RESERVAS DE LA MINA LA RECOMPENSA,
DISTRITO MINERO LA COLORADA, MUNICIPIO DE CHALCHIHUITES, ZAC.**

	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	MARCO GEOGRAFICO
III	GEOLOGIA GENERAL
IV	YACIMIENTOS MINERALES
V	EXPLORACION, EXPLOTACION Y BENEFICIO
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
	APENDICES

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.

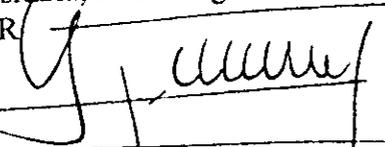
Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Ciudad Universitaria, a 13 de agosto de 1999

EL DIRECTOR


ING. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFR*RLLR*gtg



AGRADESCO A:

Dios, por permitirme llegar hasta aquí y lograr esta Meta tan importante para mí.

A mi madre, por apoyarme siempre
Por sus buenos ejemplos y sacrificios
Por inculcarme espíritu de lucha y superación
De terminar todo y seguir siempre adelante

A mis hermanos, por su apoyo incondicional
en todo momento.

A la UNAM y a la Facultad de Ingeniería
Por darme la oportunidad de cursar mis estudios superiores
A los profesores por su ayuda y disponibilidad de
transmitir sus conocimientos

A la compañía Minas La Colorada S.A de C.V.
A los ings. Ramón Davila (Director general) y
Antonio Medina (Gerente de la Unidad) y
A todo el personal de esta compañía, por apoyarme y
orientarme en la realización de este trabajo.

A mi esposa e hija, por creer siempre en mi y
motivarme con su amor, a seguir siempre adelante;
con todo mi amor

Elizabeth y Paola Montserrat.

CONTENIDO

RESUMEN

I. INTRODUCCION.

I.1	Objetivo.....	8
I.2	Antecedentes.....	8
I.3	Método de trabajo.....	9

II. MARCO GEOGRAFICO

II.1	Localización.....	11
II.2	Vías de comunicación.....	11
II.3	Población y cultura.....	11
II.4	Clima.....	12
II.5	Flora y fauna.....	12

III. GEOLOGIA GENERAL

III.1	Fisiografía.....	14
	a). Orografía.....	14
	b). Hidrografía.....	14
III.2	Geomorfología.....	14
III.3	Estratigrafía.....	15
III.4	Geología Estructural.....	20
III.5	Geología Histórica, Tectónica y origen de la mineralización.....	22
III.6	Teorías de origen de la mineralización.....	24

IV YACIMIENTOS MINERALES

IV.1	Forma y dimensión de la veta la Recompensa.....	29
IV.2	Comportamiento Estructural.....	30
V.5	Paragénesis y Sucesión.....	31
IV.6	Alteraciones Hidrotermales.....	35

V. EXPLORACION, EXPLOTACION Y BENEFICIO

V.1	Ritmo de explotación.....	37
V.2	Métodos de tumbe.....	37
V.3	Métodos de muestreo.....	38
V.4	Calculo de Reservas.....	38
V.6	Programa de Exploración.....	39
V.7	Planta de beneficio.....	40

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1	Conclusiones.....	43
VI.2	Recomendaciones.....	45

Referencias bibliograficas
Apéndices

Petrográfico.
Mineragráfico.

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 Plano de localización.
- FIGURA 2 Plano de localización de La Unidad La Colorada.
- FIGURA 3 Plano de provincias fisiográficas.
- FIGURA 4 Plano geológico de superficie.
- FIGURA 4ª Columna geológica.
- FIGURA 4b Secciones A – A', B – B'.
- FIGURA 5 Plano tectónico(saenz).
- FIGURA 5a Sección longitudinal de veta No Conocida mostrando la relación con el Domo Traquitico.
- FIGURA 6 Sección longitudinal mostrando minas Canoas- Recompensa - Amolillo.
- FIGURA 7 Sección longitudinal , mostrando curvas de isovalores de Ln (Ag).
- FIGURA 7a Sección longitudinal mostrando curvas iso-pacas.
- FIGURA 8 Sección longitudinal con localización de muestras.
- FIGURA 9 Plano mostrando reservas al 31 de enero de 1997.

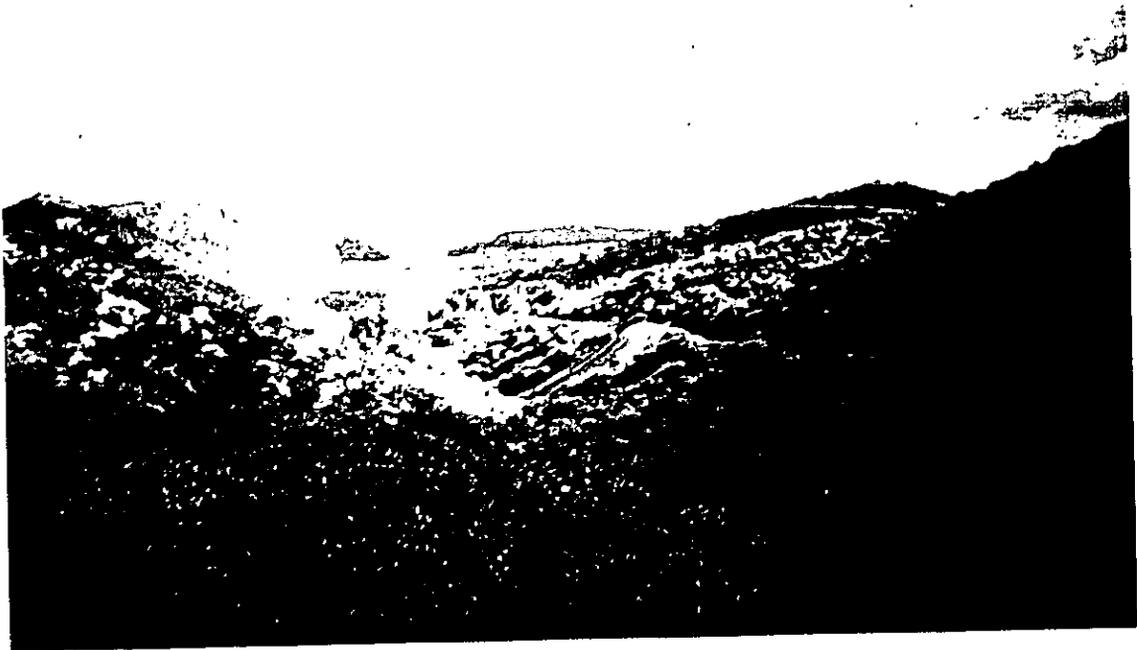


Foto 1. UNIDAD LA COLORADA, MUNICIPIO DE CHALCHIHUITES
ZACATECAS.

RESUMEN

La Mina la Recompensa se localiza en el distrito minero de La Colorada, perteneciente a la Compañía Minas La Colorada S.A. de C.V., dicho distrito está ubicado en la porción noroeste de Zacatecas, a 30 kilómetros al suroeste de la población de Sombrerete, estado de Zacatecas.

Las coordenadas geográficas del centro del área de estudio son: 103° 46' longitud oeste y 23° 23' latitud norte.

En el distrito las rocas más antiguas que se observan son del Cretácico Medio y Superior; consisten en calizas y lutitas, las sobreyacen en forma discordante un conglomerado calcáreo del Terciario Inferior, que a su vez subyace a un paquete de traquitas del Eoceno- Oligoceno y riolitas del Mioceno (Soto Morán, 1987).

Las rocas sedimentarias exhiben pliegues cerrados e isoclinales, debido a dos plegamientos superpuestos, uno con orientación Norte - Sur y el otro Noreste - Suroeste, dicha deformación es debida probablemente a la orogenia Laramide.

La riqueza del distrito minero se ha dividido en dos tipos de yacimientos, al oriente formado por 10 brechas con leyes de Au=0, Ag=81gr/ton y 2.5% de Pb y Zn. Al poniente por 16 vetas, con leyes de Au=0.3 gr./ton, Ag=320 gr./ton y 1.5% de Pb y Zn, las vetas tienen menor volumen que las brechas, pero estas últimas presentan menores leyes de plata y oro.

Actualmente Mina la Recompensa es una de las más importantes de la unidad minera; de esta mina se extraen diariamente 140 ton. con una ley promedio de 1 gr. de oro y 300 grms. de plata, El mineral es acarreado por camiones de volteo a lo largo de 7.0 km. de terracería hasta la planta de beneficio, localizada en la unidad y donde se producen 2 tipos de concentrados, uno de plomo, plata y oro, y otro de Cinc.

Mina La Recompensa está laborada sobre una veta falla del mismo nombre; como roca encajonante se tiene a las calizas de la Formación Cuesta del Cura e Indidura. Con los trabajos de petrografía y minerografía se identificaron los minerales de mena (sulfosales de plata, galena, galena "argentífera" y esfalerita), y los minerales de ganga (cuarzo, feldespatos, carbonatos, óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, pirita, goethita, limonita, calcopirita, arsenopirita y marcasita).

Hasta hace poco tiempo se le consideraba como una estructura angosta; actualmente está causando gran interés, debido a los descubrimientos hechos con algunas obras mineras; se encontraron anchos mineralizados hasta de 7 mts. Asimismo en las calizas se han reconocido cuerpos de reemplazamiento a manera de mantos mineralizados.

Se estima la existencia de un cuerpo intrusivo de composición granodiorítica posterior a las riolitas; dicho cuerpo es la fuente más factible de los metales encontrados en la mineralización,

CAPITULO I

INTRODUCCION.

1.1 Objetivos.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, realizar un estudio paragenético tomando como base los levantamientos geológicos y estudios mineralógicos para:

Proponer un modelo de la evolución geológica y génesis del yacimiento.

Que el estudio mineralógico defina fases minerales presentes, así como las relaciones de espacio y tamaños de los mismos, que sirva como base para programar pruebas metalúrgicas

1.2 Antecedentes.

Se cree que los yacimientos del distrito fueron descubiertos desde el tiempo de la colonia, junto con las minas de Sombrerete y San Martín; adquieren mayor importancia cuando se construyó el Ferrocarril Central Mexicano, y de una manera bastante económica se efectuó el transporte del mineral a fundición que se encuentra en Torreón, Coahuila.

Para el año de 1910 se construye el ramal Felipe Pescador - Durango, que bordea la zona por el norte la Estación Canutillo quedando como punto de embarque (Castro García 1983). De esta manera se abarató el costo por tonelada, y se hizo más rentable la explotación de mineral de menor ley.

Por los años 30's se constituyó una sociedad, encabezada por el Ingeniero José A. García, quien intentó infructuosamente trabajar en la mina Candelaria la cual a pesar de tener buenos contenidos de plata, también tiene un alto flujo de agua (se dice que llegó a dar 2,000 g.p.m.) lo que encareció la operación (Cervantes, 1966).

A finales de la década de los 60 la Compañía Victoria Eugenia, S.A. tomó la administración del distrito; en 1985 realizó 6 barrenos de diamante con fines de explorar la Veta Recompensa, donde cortan algunos valores atractivos; para 1993 se explora con obra directa a través de una rampa sobre la estructura, posteriormente según versiones del medio por problemas socio - económicos La Compañía Victoria Eugenia se retiró.

En 1993 inicia la recién formada Compañía Minas la Colorada S.A de C.V., que continúa explorando con obra directa.

Trabajos previos .- Existe muy poca información acerca de la zona, el primer trabajo es el del boletín No.39 de la Revista GEOMIMET, titulado mineral de la Colorada, el cual hace una descripción general de los depósitos minerales y su beneficio (Cervantes, 1966).

T. Albinson (1973), realizó un estudio acerca de la génesis de las Chimeneas brechadas de la Colorada.

Cervantes en (1984), publica el trabajo " Operación Minera en La Colorada, Zacatecas ", Donde explica un proyecto de explotación de alto tonelaje y baja ley en la Chimenea Campaña, mineral que se pensó combinar con el proveniente de las vetas de la mina Candelaria.

Jorge Herrera (1986), realizó un trabajo de tesis profesional " Estudio Geológico y Evaluación de Reservas de la Chimenea La Campaña, en el Distrito Minero La Colorada, Zacatecas ".

Soto Morán M (1987), realizó un trabajo de tesis profesional acerca de las " relaciones en espacio y tiempo entre chimeneas y vetas del distrito minero La Colorada " .

Rodolfo Saenz R (1995), a través del Consejo de recursos Minerales, realizó trabajos de exploración con barrenación a diamante en el " Proyecto San Jeronimo, Mpio. de Chalchihuites, Estado de Zacatecas, el objetivo era definir un cuerpo mineralizado, por lo que se concluyó con la existencia de 3 vetas

I.3 METODO DE TRABAJO.

El presente trabajo se realizó de acuerdo a las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información bibliográfica existente de trabajos previos o informes.
- Trabajo de campo:
 - a) Geología de detalle tanto en superficie como en interior de mina.
 - b) Muestreo en mina.
- Calculo de reservas.
- Trabajo de gabinete, elaborando mapas y secciones a escalas 1:250, 1:500, 1:1000, 1:200, 1:5000 y 1: 10000.
- Interpretación y elaboración del trabajo escrito.

CAPITULO II
MARCO GEOGRAFICO

II.1 Localización.

El mineral de la colorada se encuentra ubicado en la porción noroeste del estado de Zacatecas, a 98 Km. al noroeste de la ciudad de Fresnillo. La cabecera municipal es Chalchihuites, Zac.

La población de importancia más cercana y de más fácil acceso al lugar es Sombrerete, Zacatecas que se encuentra a 30 Km al noreste.

Las coordenadas geográficas del centro del área de estudio son: 103° 46' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich y 23° 23' latitud Norte(ver Fig. 1).

La unidad minera ocupa aproximadamente 5 kilómetros cuadrados, y consta de varias minas, las que actualmente están en operación son: Candelaria y La Recompensa, además cuenta con una planta de beneficio con una capacidad de 250 toneladas por día.

II. Vías de Comunicación.

Para llegar al mineral la Colorada. La vía más cercana es por la carretera México - Ciudad Juárez, que comunica a las ciudades de Zacatecas con Durango, pasa por Fresnillo y Sombrerete; se toma la carretera pavimentada a Jiménez del Teul, a 15 Km aproximadamente se vira a la izquierda por un camino de terracería que pasa por los poblados El Orion, la estación de ferrocarril Lodemena y Las Tapias; el camino de terracería continúa y a 23 kilómetros a la derecha se encuentra la Unidad, como se muestra en la figura No 2

Actualmente existe una corrida de un autobús, proveniente de Corrales a las 8 a.m. pasa con dirección a Sombrerete, de regreso parte de Sombrerete a las 3 p.m. Este servicio es todos los días excepto al miércoles.

La población del mineral la Colorada, cuenta con servicios de electricidad, agua y teléfono, por medio de caseta.

II.3 Población y cultura.

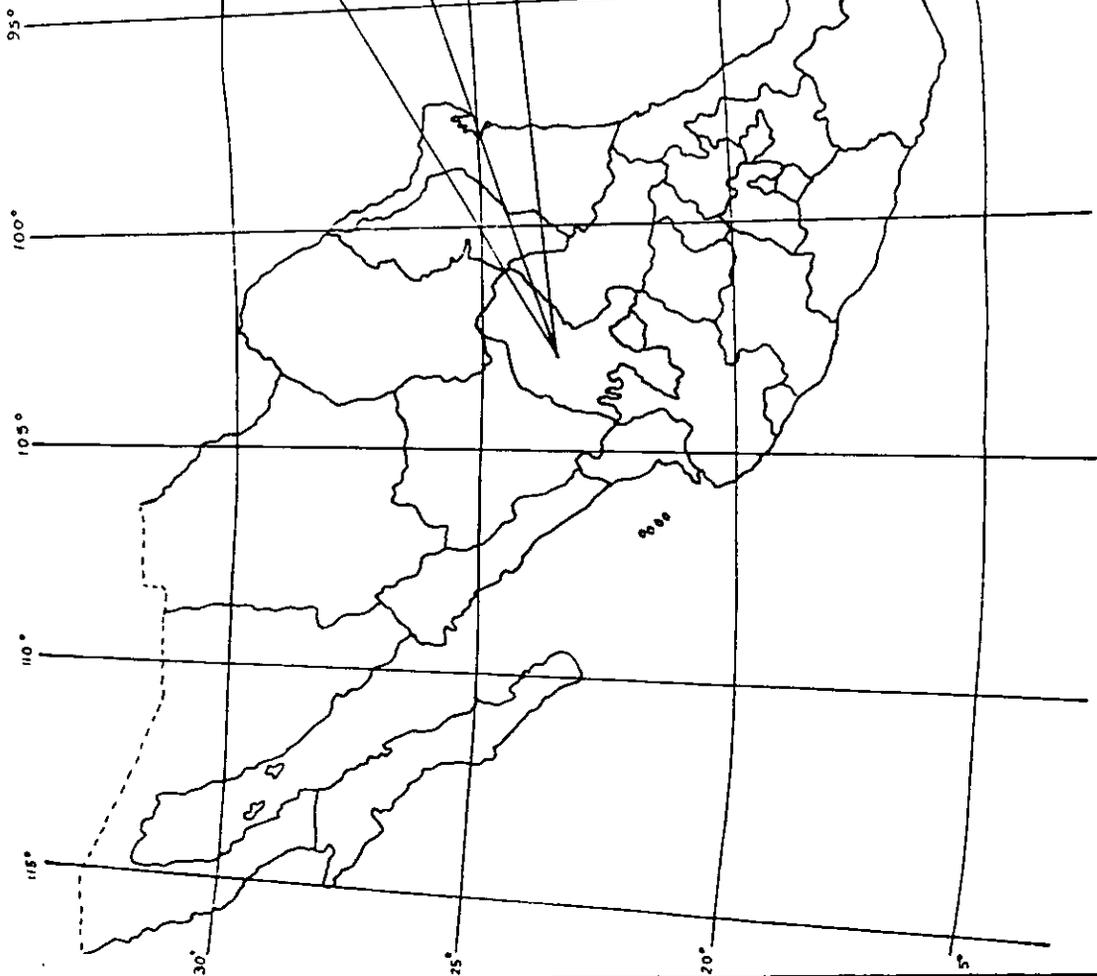
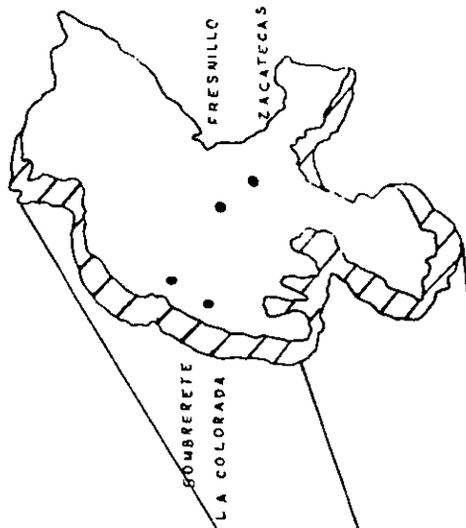
Chalchihuites, Zac. es la cabecera municipal, y en las cercanías de la mina es la población más importante; cuenta con 15 465 habitantes. Las poblaciones de importancia del municipio aparte de Chalchihuites son Estación Gualterio, José María Morelos, San José de Buenavista y Lázaro Cárdenas.

Las principales actividades económicas del municipio son la agricultura y ganadería, en la Colorada la minería es la principal actividad.

La Unidad cuenta con escuelas preprimaria, primaria y telesecundaria. Cuenta también con la clínica No. 17 del Seguro Social.

El tipo de ganadería de la región es el ganado vacuno y caprino, el ganado vacuno es principalmente de la raza cebú criolla.

Otro tipo de actividad económica importante en el municipio es la minería. Las principales minas de la región son: La Colorada, San Martín y Sabinas.



U N A M.

FACULTAD DE INGENIERIA.

TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA.

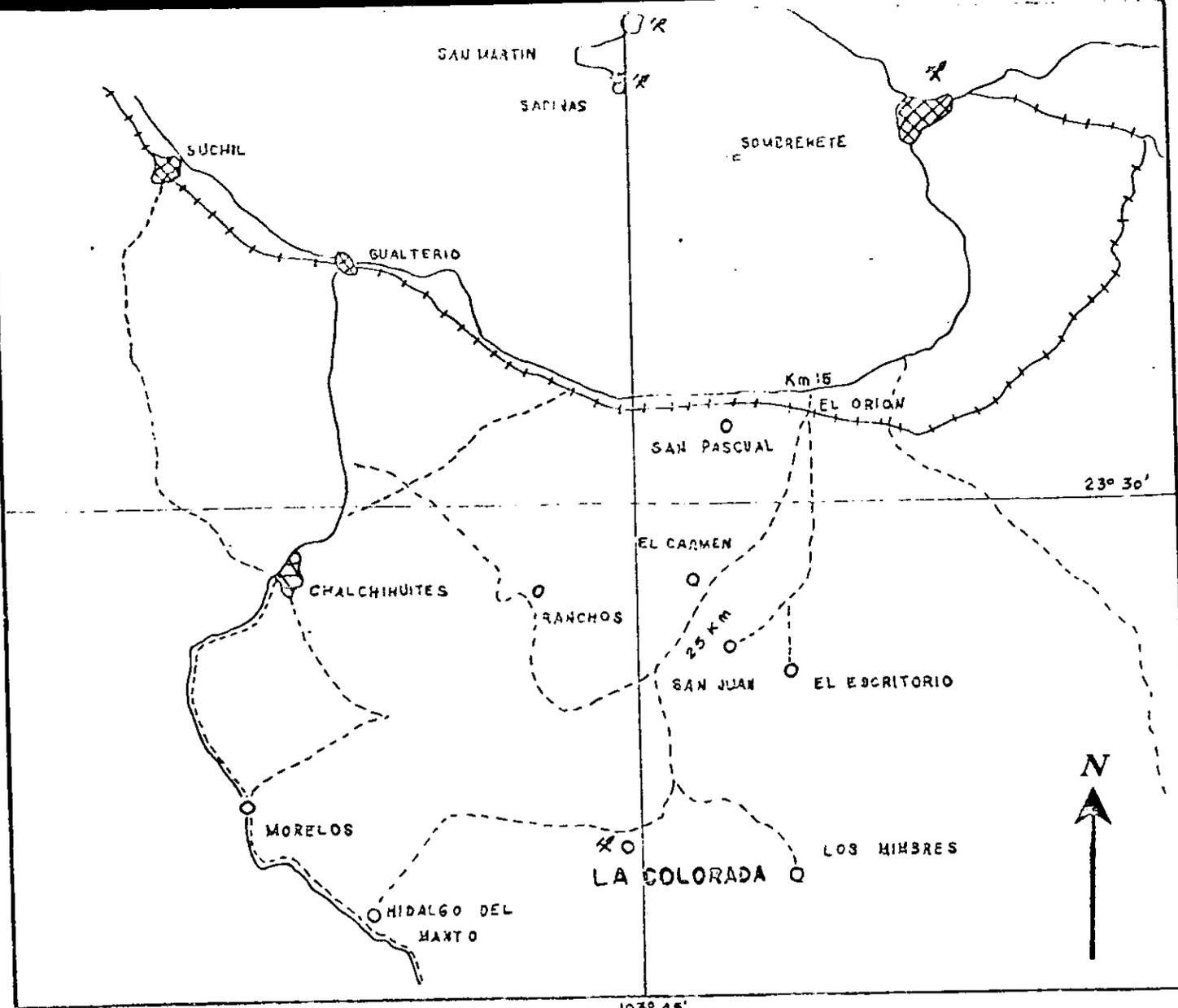
PLANO DE LOCALIZACION

FILIBERTO GARCIA M.

ESC. 1:17 000 000

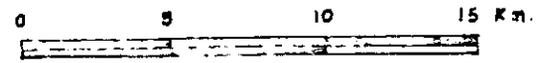
1997

FIG. 1



EXPLICACION

- MUNICIPIO 
- POBLADO 
- CARRETERA 
- TERRACERIA 
- BRECHA 
- FERROCARRIL 
- MINA 



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA.		
TESIS PROFESIONAL.		
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA.		
PLANO DE LOCALIZACION DE LA UNIDAD MINERA LA COLORADA		
FLIBERTO GARCIA M	ESC 1.250.000	1997
		F 3 2

II.4 Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, la región presenta el tipo de clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 600 a 700 mm. La temperatura media del mes más frío está entre 3 y 18° C, la temperatura del mes más caliente es mayor de 22°C.

El clima es extremoso con oscilaciones entre 7 y 22°C, los meses más calientes son de junio - agosto y el más frío es enero.

II.5 Flora y Fauna.

El tipo de vegetación en la zona es del tipo de encino, bosque formado por individuos del género *Quercus* (encino, roble).

De acuerdo con las rocas que afloran pueden advertirse algunos cambios en los tipos de vegetación, ya que en las áreas donde afloran rocas ígneas abunda la vegetación de latifoliados y coníferas, constituidos por pinos y encinos con chaparral, en el área donde afloran las rocas sedimentarias calcáreas predomina una vegetación de matorral espinoso, nopales y pestizales, mientras que los latifoliados son más escasos.

Las especies animales más comunes son el venado, jabalí, coyote, conejo, víbora de cascabel, tejón, guajolote silvestre y una gran variedad de aves e insectos silvestres.

CAPITULO III
GEOLOGIA GENERAL.

III. 1 Fisiografía.

III.1.1 Orografía.

La Colorada se localiza en la Mesa Central casi en los límites de la subprovincia Mesetas y Cuencas, la cual pertenece a la Sierra Madre Occidental, de acuerdo con la clasificación de E. Raiz (1964), (fig.3).

La expresión topográfica más sobresaliente en la región es la Sierra Prieta que se extiende aproximadamente 25 kilómetros hacia el Norte de la mina; dicho rasgo está conformado por un paquete de traquitas de edad Terciario Medio. Dicha Sierra presenta una elevación de 3,000m sobre el nivel del mar y los valles colindantes tienen elevaciones de 2,200 a 2,300 m.

Es importante mencionar la presencia de domos con una pendiente de 20° en promedio, los cuales se encuentran aislados unos de otros, constituidos por traquita y que morfológicamente tienen la misma expresión que la Chimenea la Campaña.

El valle de Chalchihuites está en continuo relleno, ya que tiene aporte de la Sierra Madre Occidental del Poniente y de la Sierra Prieta del oriente.

Dentro del ciclo geomorfológico se puede decir que la región se encuentra en la etapa de juventud ya que las rocas que constituyen la Sierra Prieta forman valles profundos con secciones en "V".

III.1.2 Hidrografía.

Las rocas calcáreas del Cretácico presentan un drenaje dendrítico de muy baja densidad, los arroyos generalmente son amplios dando una forma de V abierta.

Las rocas voicanoclásticas traquíticas presentan un drenaje dendrítico, mientras que los derrames traquíticos presentan este mismo drenaje pero con menor densidad.

Las riolitas presentan drenaje dendrítico y de baja densidad conformado por arroyos muy profundos y de sección estrecha.

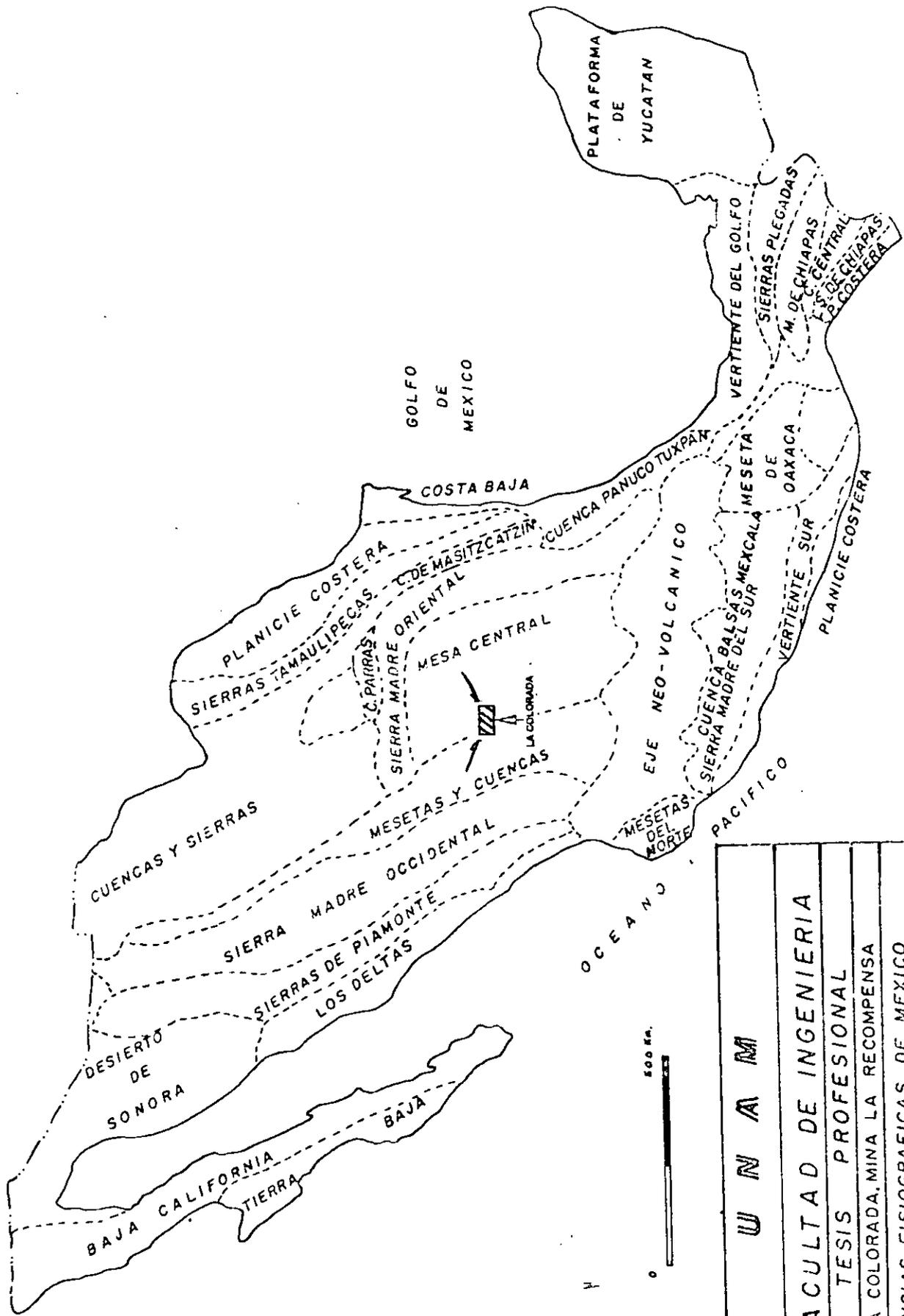
III.2 Geomorfología.

La Sierra Prieta está constituida por derrames traquíticos que cubrieron a los sedimentos cretácicos. Las rocas cretácicas afloran al NW de la zona de estudio.

Regionalmente se puede mencionar como prominencias topográficas a los picachos Pelón y Montuoso que son intrusivos dioríticos, más resistentes a la erosión que las rocas sedimentarias circundantes.

En la parte poniente de la Sierra Prieta está limitada por la falla No Conocida, donde inicia el valle de Chalchihuites y Jiménez del Teul. Este valle define un graben entre la Sierra Prieta y la Sierra Madre Occidental, fotointerpretado por Saenz (1995).

La baja densidad de algunas regiones, denota una alta permeabilidad en las rocas. Por ejemplo, en la superficie de la mina Candelaria de donde se extraen mas de 800 galones de agua por minuto, gasto que se ha mantenido por varios años.



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO

SEGUN EDWIN RAISE 1964

FLIBERTO GARCIA M. ESC. 1:13500.000

1997

FIG. 3

III. Estratigrafía.

La secuencia presente en el área está constituida por calizas con bandas de pedernal color negro interestratificadas con lutitas pardas del Cretácico Inferior a esta secuencia se le conoce como Formación Cuesta del Cura; sobreyacen a esta secuencia las formaciones, Indidura que está formada por lutitas y calizas intercaladas con areniscas del Cretácico Superior, flujos traquíticos del Terciario Temprano a Medio y una secuencia riolítica del Terciario Superior. Además se encuentran presentes dos discordancias, una en la cima de las calizas y que está representada por un conglomerado calcáreo que se le conoce como formación Ahuichila y la otra constituida por clastos angulosos de la secuencia volcánica traquítica (Fig.4).

ALBIANO CENOMANIANO

Se Toma como base la similitud litológica, su posición estratigráfica y los estudios paleontológicos realizados al norte del estado de Zacatecas por el Consejo de Recursos Minerales y de esta manera se ha determinado que las rocas más antiguas del área corresponden a la Formación Cuesta del Cura.

FORMACION CUESTA DEL CURA (ksc)

En general la formación se encuentra intensamente deformada en 2 direcciones (Soto Morán, 1987), la primera con NE 6° SW y una segunda deformación sobre la primera y que tiene un rumbo de NW 56° SE, lo que dio origen a numerosos pliegues tipo chevrón. Algunos de los estratos fueron muy favorables para la mineralización y se formaron numerosos mantos, que en superficie presentan un aspecto rugoso y un color muy oscuro, algunas veces estructura cebrada por la presencia de numerosos hilos de calcita blanca.

El espesor de la secuencia no está expuesto en su totalidad, pero por las obras mineras en Recompensa, Canoas y Candelaria, se puede asegurar una potencia mayor a los 400 metros.

Distribución.- Estas rocas afloran en la zona de estudio, una gran parte en el lado poniente del yacimiento, en minas La recompensa y Canoas, en el Cerro de San Tereso y parte de la Meseta de Cabañales; se extienden aproximadamente 10 Km al Norte, donde constituye el Cerro La Gloria.

En el área no se observa ningún contacto inferior, por lo que se considera la formación más antigua, el contacto superior con la Formación Indidura se puede observar en el arroyo Canoas (Fig.4).

Edad y correlación.- Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, a esta formación se le ha asignado una edad del Cretácico Superior (Albiano - Cenomaniano).

CENOMANIANO TURONIANO

FORMACION INDIDURA (ksi).

Formada por una alternancia de lutitas y calizas de color pardo verdoso a la intemperie y un color verde oscuro al fresco; las lutitas presentan una textura arcillosa y las calizas están soportadas por lodo (packstone); el espesor de los estratos va de 10 a 20 centímetros. En esta secuencia algunos paquetes de areniscas se encuentran interestratificados, presentan un color verde - amarillento a la intemperie y un color verde claro al fresco; su textura es de grano fino y los estratos tienen una potencia que varía de 30 a 50 centímetros; el ambiente de depósito se deduce que es de aguas someras tranquilas por el tamaño del grano de las areniscas y por el depósito de las arcillas cuando las corrientes aportadoras de sedimentos más gruesos se detenían.

El espesor no puede ser determinado con exactitud ya que no aflora el contacto superior, pero se infiere que varía de 220 a 240 metros.

Distribución.- Existen pocos afloramientos de esta formación, en su mayor parte está cubierta por la Formación Ahuichila y las coladas de lava traquíticas.

TERCIARIO.

Discordantemente sobre las rocas anteriores se tiene el Sistema Terciario. La discordancia es del tipo erosional y su presencia se infiere por un conglomerado formado por cantos de caliza que se encuentra entre la formación Indidura y la secuencia traquítica; esta última depositada en el Terciario Temprano (Albinson, F. T. 1987). La cima de las traquitas está coronada por un conglomerado de fragmentos de esta roca, lo cual señala un hiatus en el magmatismo; asimismo cubriendo a este conglomerado se encuentran depósitos riolíticos.

EOCENO - OLIGOCENO

ROCAS SEDIMENTARIAS

FORMACION AHUICHILA

Definición.- Rogers, (1961, en Terrazas, 1979) definió a este depósito en las cercanías de Ahuichila, cerca de los límites de Durango, Coahuila y Zacatecas; se le da ese nombre al depósito continental que forma mesetas o bancos de conglomerado muy bien cementados.

Litología y espesor.- Esta unidad corresponde a un depósito de cantos de caliza en un 90 % y por areniscas en un 10 %, cementados fuertemente en una matriz calcárea; el diámetro de los fragmentos varía de 1 a 30 centímetros, su color va de verde grisáceo a un gris oscuro. La secuencia se considera tipo mollase ya que es el resultado de la erosión que sufrieron las rocas existentes tras la fase final de una orogenia. Normalmente no son marinas, si no que se desarrollan en cuencas intramontañas (ver Foto 2).

ROCAS VOLCANICAS.

TRAQUITAS.

- a) **SECUENCIA TRAQUÍTICA.** Sobreyaciendo al conglomerado calcáreo se encuentra la secuencia traquítica que ocupa el área norte y noreste de la zona de estudio (fig. 4). Dicho paquete puede dividirse en dos miembros (no separados en el plano geológico, fig.4).

Miembro inferior:- Secuencia con derrames de textura porfídica, con fenocristales grandes de sanidino. Continúa hacia arriba una serie compicja de volcanoclásticos que varía de finos a gruesos (lodosos a arenosos) con algunas intercalaciones o lentes de conglomerados calcáreos, con espesor hasta de 4 metros.

En la parte superior se encuentran algunos horizontes piroclásticos y derrames traquíticos de varios metros de espesor.

Transicionalmente se pasa de los productos volcanoclásticos a derrames y piroclásticos del miembro superior.

Miembro superior.- Consiste de derrames traquíticos de textura que varía de afanítica a porfídica de coloración gris clara a verdosa.

- b) **CONGLOMERADOS TRAQUITICOS.** Al finalizar el depósito de flujos traquíticos, existió un periodo de erosión, esta evidencia se reconoce por una secuencia de fragmentos volcánicos de 2 a 4 centímetros de diámetro. Su composición es traquítica y se localiza en la zona sureste de la región (fig. 4). La distribución del conglomerado es irregular y generalmente no excede los 10 metros de potencia (Albinson,op.cit.).

Este conglomerado es de origen continental ya que ocurrió como depósito de pie de monte y relleno de valles. Marca una etapa de quietud volcánica entre el vulcanismo traquítico y el vulcanismo riolítico. La parte superior del conglomerado se depositó al tiempo que se iniciaba el vulcanismo riolítico.

Trabajos realizados en mina La Campaña, muestran la existencia de esta roca en el nivel 300; además, la Sierra Prieta está constituida por la misma, presenta una diferencia de altitud mayor a los 300 metros, por lo tanto esto sugiere un espesor mínimo de 580 metros. Los flujos traquíticos sobreyacen a las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura y en ocasiones al conglomerado calcáreo y subyacen a las riolitas del Oligoceno Mioceno. La edad del vulcanismo traquítico se desconoce, pero puede correlacionarse por su posición estratigráfica con la serie Volcánica Inferior de la Sierra Madre Occidental, del Terciario Temprano es decir de 63 m.a. (mc Dowell y Keizer, 1977; En Mc Dowell and Clabaugh, 1971).

TOBAS RIOLITICAS.

Esta última secuencia volcánica se encuentra distribuida en el sur y sureste del área de estudio (fig. 4) y está constituida por capas de brecha volcánica, tobas de lapilli y tobas de cristales de cuarzo y sanidino, que según Hauspeni y otros (1984; Soto, M. 1987) en muestras de rocas similares del área de Sombrerete, los cristales de cuarzo se presentan en un porcentaje que varía de 5 a 10 %, el sanidino de 10 a 28 %, plagioclasa de 1 a 2 % y del 61 al 68 % restante consiste en matriz compuesta por sanidino, cuarzo y menor proporción de hematita. Edades radiométricas de 5 muestras de esta misma área por el método de Potasio - Argón dieron una edad de 24.6 ± 0.29 m.a. a 30.23 ± 0.36 m.a. con el análisis del feldespató potásico y plagioclasa (en Soto, M. 1987).

La secuencia riolítica se correlaciona con la Serie Volcánica Superior de la Sierra Madre Occidental, la cual ha sido fechada entre 34 a 27 m.a. (mc. Dowell y Keizer, 1977; en Mc Dowell and Clabaugh; 1979).

Estas rocas sobreyacen a las traquitas del Terciario Temprano, en la región están distribuidas al alto de la Veta San Cristobal con un buzamiento predominantemente al sur franco, donde alcanzan un espesor de 300 metros (Albinson, op. Cit.).

III. 4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Soto Morán (1987), realizó un análisis estadístico de los echados de las rocas sedimentarias, determinó dos zonas muy marcadas de concentración de polos, entre los cuales se ubica el plano axial, correspondiente a los pliegues que predominan y que tiene un rumbo promedio de NE 6° SW. Este plegamiento es producto de esfuerzos compresionales con dirección de NW 83° SE.

Una segunda etapa de deformación sobre la primera, con un esfuerzo compresional en dirección de NE 34° SW, originó un plegamiento superpuesto con un plano axial de NW 56° SE. Las calizas están muy fracturadas y al igual que los paquetes arcillosos muy deformados, con una gran cantidad de pliegues tipo chevrón (ver Foto 3).



Foto 3. Pliegue tipo chevrón, en la Formación Indidura área de canoas.

Las rocas cretácicas y terciarias han estado sujetas a fallamiento de bloques en forma de horts y grabens, la falla más importante del distrito es la No Conocida; la cual ha sido cartografiada por varios kilómetros; un análisis estadístico de las fallas por medio de una red estereográfica, muestra un sistema de fallas conjugadas.

Soto Morán en 1987, realizó un análisis estadístico de las fallas por medio de una red estereográfica, que muestra un sistema de fallas conjugadas, producto de 3 esfuerzos, el primero de tipo compresional con una orientación de NE 80° con una inclinación de 65°, el segundo mínimo del tipo distensional con una orientación de NW 18° con 7° de inclinación y un tercer esfuerzo intermedio sin desplazamiento relativo con orientación de SW 68° con 25° de inclinación.

Existe otro sistema de fallas con orientación Norte - Sur, que son de menor importancia y de corta extensión.

Se observan algunos contactos litológicos entre rocas sedimentarias y rocas traquíticas, en la Mina Candelaria al bajo de la falla No Conocida, aproximadamente con un ángulo de 30°.

En la mina de La Recompensa se observan algunos contactos litológicos entre las traquitas de la serie volcánica inferior y las rocas sedimentarias del Cretácico Superior, siendo más comunes al bajo de la falla Recompensa (rampa 3040 E).



SIMBOLOGIA

- RELITAS
- TRAZULITAS
- CONGLOMERADO DE CALIZAS
- LUTITA-ARENISCAS-CALIZAS
- CALIZAS
- BRECHA
- VETA
- FALLA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- CONTACTO GEOLOGICO
- ECHADO DE VETA Y FALLA
- RUMBO Y ECHADO DE LOS ESTRATOS O CAPAS
- CAMBIO DE TERRACERIA
- TIRO
- VENTANAS
- MURO

UNAM	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA	
PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE	
TOMADO DE CIA. MINAS LA COLORADA S.A. DE C.V.	
FLIBERTO GARCIA M.	ESC. 1 : 5000
FECHA 1997	FIGURA No.4



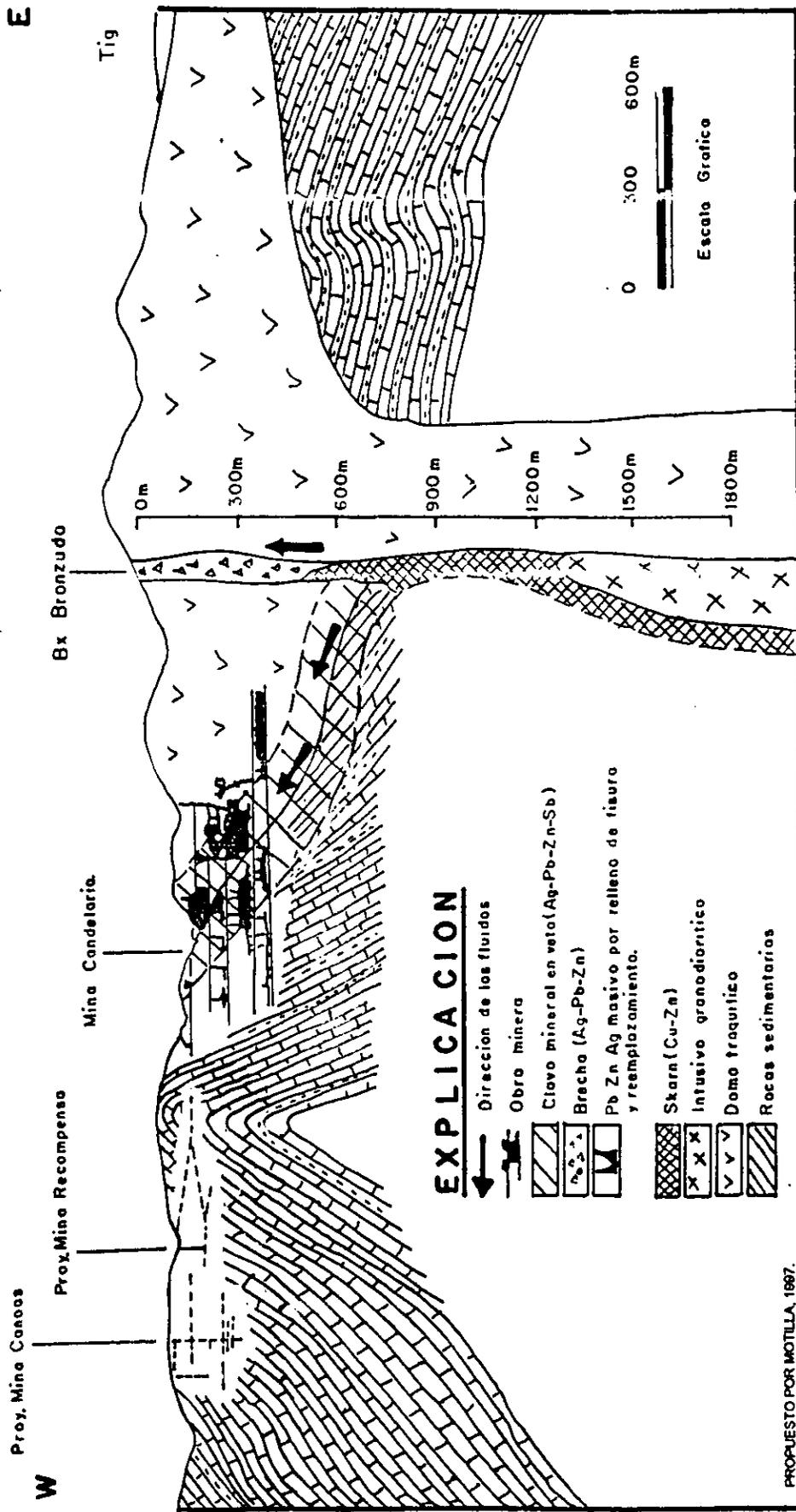
COLUMNA GEOLOGICA

EDAD		PERIODO	PISO	Formación	ANCHO mts.	FORMACION	
ERA	SISTEMA						
C O C I O N I Z A C I O N T E R C I A R I A	CUATERNARIO	HOLOCENO		Qal	Suelos y Aluvión	40	SUELO Y ALUVION
		PLEISTOCENO					
	NEOGENO	MIOCENO		Tr	Riolitas e Ignimbritas	300	RIOLITAS
				Tx	Tobas de Lapilli		
			Tcgt	Conglomerado de traquitas			
		OLIGOCENO	Tt	Flujos y Piroclasticos de traquitas	580	TRAQUITAS	
	Ttr		Piroclasticos y Volcanoclasticos (Lentes de Conglomerado de caliza)				
	PALEOGENO	EOCENO					
			Ticg	Conglomerado de Calizas	40	AHUICHILA	
	C O C I O N I Z A C I O N M E S O T A C I O N	SUPERIOR	TURONIANO		Kmcc	Lutitas y Calizas	232
					Areniscas		
MEDIO		CENOMANIANO					
		ALBIANO		Kmcc	Calizas Wackstone Packstone con bandas y lenticulas de pedernal negro. Algunas intercalaciones de lutitas	450	CUESTA DEL CURA

MODIFICADO DE TAWN ALVINSON F. (1973)

UNAM			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA			
COLUMNA GEOLOGICA			
TOMADO DE CIA. MINAS LA COLORADA S.A. DE C.V.			
FILIBERTO GARCIA M.	SIN ESCALA	FECHA 1997	FIGURA No. 4a

LA COLORADA.



Sección longitudinal de la veta No Conocida, brecha Bronzudo y proyección de minas Cascos y Recompensa, mostrando la relación con el Domo Traquítico.

Fig. 5.A.

III.6 TEORIAS DE MINERALIZACION.

Las teorías del origen de la mineralización son dos:

a) TEORIA DE LA CALDERA.

Esta teoría, se basa en la interpretación de una imagen de satélite, realizada por Saénz ,(1995), (fig.15).

- 1 Levantamiento y plegamiento regional del paquete sedimentario que dió origen a una estructura tipo anticlinorio orientada NW - SE.
- 2 Un fallamiento en forma de horst y graben afecta a toda la columna estratigráfica, sobre el flanco occidental del anticlinorio, se formó un amplio graben al que se le ha denominado el valle de Chalchihuites con una extensión de 5 Km de ancho y un basculamiento al SW.
- 3 Resurgimiento de una " caldera "denominada" San José de Ranchos ", esta estructura volcánica rompió al anticlinorio en su extremo SE, tiene un diámetro de 15 Km en su posición E - W y 20 Km en su extremo N - S. Existen otras 4 estructuras brechadas como producto del escape de los fluidos mineralizantes, provocadas por dislocaciones o colapsos; la primera se ubica en el borde exterior SW denominado " La Colorada " y obedece a la zona de debilidad, causada por la intersección de las dos grandes estructuras, lugar en que se encuentra el distrito minero del mismo nombre, (El graben de Chalchihuites y la gran Caldera), la segunda dislocación se ubica al N - E de la anterior recibe el nombre de " El Escritorio ", una tercer dislocación al NW de la anterior con nombre de " Las Palmas " y la cuarta al borde de dicha caldera y a la que se le conoce como " Yerbabuena ".
- 4 Un período de erosión en un 60 % del borde la Caldera a partir de su parte central hacia el norte, conservan parte de su borde SW representado por la Sierra Prieta, así como el E - SE de la elongación que sufrió en su extremo S - SW, además de los colapsos intra y extra - caldera.

En el Paleoceno los mares abandonaron definitivamente el continente y predominó un ambiente principalmente erosivo; por la Orogenia Laramide se pliegan las rocas Cretácicas; presentan un relieve irregular en donde se van a depositar los sedimentos calcáreos producto de la erosión y que van a originar la Formación Ahuichila.

Posteriormente se inicia una etapa volcánica y magmática posiblemente relacionada con el emplazamiento de dos cuerpos intrusivos de composición cuarzomonzonítica, manifestándose como una serie de apófisis los más sobresalientes son; El Cerro de La Gloria (mina San Martín), El Picacho Montuoso (sierra de Chalchihuites) y la Noria de San Pantaleón (san José de la Parrilla, Dgo.); las edades se calculan del Eoceno (55 millones de años) (Castro García, 1983), Esta misma actividad magmática pudo ser la causa del vulcanismo traquítico como derrames, flujos piroclásticos y volcanoclasticos, el ambiente de depósito de estas rocas fue continental y lacustre al mismo tiempo, cuando inicia el desplazamiento de las principales fallas. Este vulcanismo se relaciona tentativamente con lo que Fredickson (1974) denomina serie volcánica inferior, de la Sierra Madre Occidental, cuya edad se estima de 63 a 31 millones de años.

Existe un hiatus magmático marcado por la presencia de un conglomerado traquítico, que puede atribuirse a la migración del arco magmático hacia el Oriente, producido por cambios de velocidad y ángulo de convergencia entre las placas Paleopacífica y Norteamericana (Clark y otros, 1982). Un período extenso de vulcanismo ácido marca un período final de la actividad magmática; este paquete se caracteriza por la presencia de riolitas e ignimbritas típicas de la Sierra Madre Occidental, relacionadas a un ambiente de calderas; es correlacionable con lo que Fredickson (1974) denomina como Serie Volcánica Superior y tiene una edad de 34 a 29 millones de años. Finaliza por la terminación de la subducción a causa de la colisión del Sistema Pacífico del Este y la margen Continental Norteamericana.

III. 5 GEOLOGIA HISTORICA y TECTONICA.

En el área de Zacatecas sobre una secuencia metamórfica, descansan rocas sedimentarias parcialmente metamorfizadas, estas rocas contienen fósiles del Triásico Superior (Burckhard, 1930; en Moran, 1987). Las rocas sedimentarias marinas de Zacatecas y las existentes en Peñón Blanco y Charcas, S. L. P. constituyen los únicos afloramientos reconocidos del Triásico marino en esta porción de México.

Para el Jurásico Temprano continúa en el centro y norte del país un depósito continental de capas rojas y que se prolonga hasta el Jurásico Medio. Para el Jurásico Superior en la zona noroccidental del país disminuye la actividad magmática debido al inicio de la apertura del Golfo de México a través de una dorsal intracontinental (Coney, 1983, en Martínez, S. 1984). En la porción centroccidental de México se genera una transgresión marina que evoluciona como un geosinclinal (Tardy, 1980; Morán 1987) en el que se individualizan dos cuencas, una es la del antiguo Golfo de México y la otra, la cuenca Mesozoica de México (ahora la Mesa Central y la Sierra Madre Oriental). En estas cuencas se desarrolló una sedimentación calcárea pelágica; están separadas por la plataforma de San Luis Valles sobre la que se desarrolló una sedimentación nerítica.

En el Cretácico Inferior (Albiano) se generaliza una transgresión marina que cubre toda la plataforma San Luis Valles, y toda la porción occidental del país (Rangin y Córdoba, 1976, en Morán 1981). En el área de estudio se desarrolla un depósito de calizas con bandas de pedernal negro que corresponde a la Formación Cuesta del Cura.

En el Turoniano - Coniaciano continúa un depósito de areniscas intercaladas con lutitas de la Formación Indidura, indicador de una tectónica más inestable; se derivaron de un vulcanismo más activo producido por el arco magmático iniciado hace 40 millones de años en la Costa Occidental Norteamericana (Clark y otros, 1982), y que proporcionaba terrígenos que se acumulaban en un ambiente marino reductor de aguas someras.

En el período Santoniano - Coniaciano ocurre la regresión de los mares y se inicia la depositación de la secuencia tipo flysch de la Formación Caracol, cuyos sedimentos no afloran en el área de estudio, pero pueden ser observados en el área de Sombrerete, treinta kilómetros al noreste; este tipo de depósito ocurrió como resultado de las deformaciones compresionales provenientes del oeste a fines del Cretácico y principios del Terciario, posiblemente producto del inicio de un incremento en la velocidad de convergencia de las placas Paleopacífica y Norteamericana, que dio origen a la llamada Orogénia Laramide.

b) TEORIA DEL DOMO TRAQUITICO.

El Ing. Jose Luis Motilla, geólogo consultor, realiza actualmente un trabajo geológico regional de la Sierra Prieta y con ello del distrito minero de la Colorada, en donde realizó un trabajo que consistió en geoquímica por los elementos Fe, P, Pb, Zn, As, Au, Ca y Cu, realizado sobre veta No Conocida en la mina Candelaria, Dicho trabajo arrojó datos para la interpretación de un zoneamiento vertical fig.5a Los eventos tectónicos regionales que el Ing. Motilla (comunicación personal) considera, son:

- 1 Un esfuerzo compresional sobre el paquete sedimentario, que va a dar origen a un fallamiento del tipo inverso de rumbo aproximado de N 40 W, con buzamiento de 35° al SW.
- 2 Aprovechando la existencia del fallamiento inverso, un derrame traquítico a manera de domo, da como resultado la Sierra Prieta con una orientación de NW 40° con tendencia del derrame al SW, sus dimensiones aproximadas son, de 8 x 4 Km
- 3 Una etapa de relajamiento estructural genera una serie de horsts y grabens, producto de un fallamiento normal y constituye el sistema de la fallas E-W que corresponde con el de la No conocida.
- 4 El ascenso de un intrusivo diorítico, que se manifiesta como una serie de apofisis en Dulces Nombres, Picacho Montuoso y Picacho Pelón.
- 5 Etapa mineralizante causada por la presencia del intrusivo y favorecida por el contacto geológico, genera los cuerpos mineralizados en forma de vetas y Brechas.
Lo anterior se ilustra en la fig.5a (Sección longitudinal de la veta No Conocida, donde se muestra una brecha y la relación existente con el cuello del domo traquítico, el contacto entre calizas y traquitas, se ha interpretado como el conducto mineralizador. Motilla, comunicacion personal)
- 6 Un vulcanismo riolítico, como etapa final.

C) Análisis de las teorías de mineralización.

1.- Teoría de la caldera.

Se basa en la interpretación regional de una imagen de satélite, por lo que las evidencias a favor y en contra, observadas en la zona de estudio son muy particulares para el contexto regional que maneja el Ing. Saenz (1995).

A FAVOR:

- Regionalmente puede relacionarse con un ambiente de calderas.
- En el plano de magnetometría editado por el Consejo de Recursos Minerales, se observa una anomalía muy fuerte a lo largo del plano de falla del graben, fotointerpretado por Saenz.
- En la zona de estudio, el graben fotointerpretado inicia con rumbo E-W, que es el rumbo de la falla No Conocida, por lo que puede suponerse que esta falla puede ser el inicio o bien parte del sistema de fallas que definen el graben.
- La falla No Conocida al W pone en contacto rocas antiguas (sedimentarias) con rocas jóvenes (volcánicas), lo que indica un bloque caído hacia el sur, que puede ser parte del graben.

Una evidencia más de la existencia del graben, es que al alto de la falla No Conocida se tiene el conjunto de brechas, mismas que no se tienen al bajo de la falla, por lo que se puede pensar que el bloque cayó en conjunto con las brechas.

EN CONTRA:

- El trabajo tiene como fundamento una interpretación, por lo que deben de confirmarse en campo la existencia de las fallas que definen el hundimiento de la caldera.
- El contacto entre calizas y traquitas no es por falla, como debería ser en una caldera, ya que es un contacto natural observado en las minas Candelaria (nivel 295) y Recompensa (rampa 3040 E).
- La existencia de 2 miembros (no representados en el mapa) en la secuencia traquítica, indica por lo menos 2 variaciones físico-químicas en la fuente de aporte.

2.- Teoría del Domo.

El principio de la teoría parte las relaciones de campo encontradas en la mina Candelaria, a partir del trabajo de geoquímica por diferentes elementos realizado en Veta No Conocida, por lo que lo hace más particular a la zona de estudio y en consecuencia pueden encontrarse más elementos a favor o en contra de esta teoría.

A FAVOR:

- En mina Candelaria al bajo de la veta - falla No Conocida, se observa con un ángulo de 30° un contacto natural entre traquitas y rocas sedimentarias de la Formación Indidura, dicho contacto se puede ver en todos los niveles y se observa un desplazamiento horizontal de 130 mts. causado por la falla No Conocida, este desplazamiento es muy marcado en el nivel 252.
- En la mina Candelaria en la rampa 4461 al W del nivel 295 y sobre veta dos se observa un contacto entre traquita y sedimentos muy brechados, dicho contacto marcado por una falla de orientación N 45° W con 27° al SW.
- En la mina Recompensa, en la contra-rampa 3226 E, en el contacto de traquita con sedimentos se tiene la presencia de una falla con una orientación de N 35° W con 25° al SW.
- La alteración de estratos de caliza causada por la traquita, esto es observado en la contra-rampa 3226 E de la mina Recompensa.
- La posición vertical de las diaclasas en las traquitas.

EN CONTRA:

Según el modelo para domos volcánicos propuesto por Charles G. 1991.
No se observan :

- Brechas horizontales.
- Texturas de flujo.
- Esferulitas.
- Fracturas de cono

CAPITULO IV
YACIMIENTOS MINERALES.

VI.1 FORMA Y DIMENSION DE LA VETA RECOMPENSA.

La veta Recompensa es una veta - falla, con orientación general de N 83° W y con un buzamiento de 80° al NE, la roca encajonante es la caliza de la Formación Cuesta del Cura; sobre la misma veta 200 metros al W esta la mina Canoas y 250 al E la mina Palomas - Amolillo en la veta Palomas, sobre la veta Recompensa se tienen localizadas 7 catas a lo largo de 450 mts, estas catas apuntan en dirección de la veta Palomas, por lo que puede considerarse que es la misma veta.

En afloramientos de superficie se observa una veta de cuarzo oxidado de color rojo óxido con manchones negros (óxidos de Mn), con alteración argílica en los respaldos de la falla, asociados tanto al alto como al bajo de la falla. Cuando disminuyen los anchos o se cierra la falla existe la presencia de mantos, principalmente al W de la mina; estos mantos se presentan con cuarzo oxidado, con una textura rugosa y en ocasiones con aspecto de cebrá, causado por el vetilleo de calcita.

Hacia el lado W, los estratos de la caliza son más gruesos y se observa un incremento en contenidos de oro, plata y zinc además de mayores anchos, en lugares donde los estratos de caliza son menores y delgados en consecuencia los de lutita son más abundantes aunque delgados, la estructura se adelgaza o se cierra.

El límite entre zona de óxidos y zona de sulfuros, se localiza en la cota 2430, es decir la zona de oxidación no supera los 100 metros.

Con los trabajos de petrografía y minerografía se identificaron los minerales de mena (sulfosales de plata, galena cubica y galena "argentífera" y esfalerita), y los minerales de ganga (cuarzo, feldspatos, carbonatos, óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, pirita, gohetita, limonita, calcopirita, arsenopirita y marcasita).

Actualmente la veta se encuentra desarrollada a lo largo de 350 mts. aproximadamente, el desarrollo vertical es de 140 m. Las obras mineras actuales son pocas contando con una rampa general al 15% de pendiente, que está sobre la veta, con 2 vueltas de retorno, además con un subnivel de exploración y explotación. También cuenta con un nivel superior (nivel 64).

El concepto que se tenía de esta mina era de poco interés económico, por considerar a la estructura como delgada y de bajos contenidos; actualmente la mina está tomando gran relevancia por los últimos descubrimientos que se han obtenido con el desarrollo de algunas obras mineras, ya que se están encontrando anchos de hasta 7 mts. Por ejemplo el rebaje 3146E presenta leyes de Ag de 600 gr/ton. con 0.3 gr/ton de oro.

Adicional a lo anterior, en el interior de la mina se empiezan a detectar cuerpos de reemplazamiento, a manera de mantos mineralizados y de reemplazamiento a la caliza Cuesta del Cura; en estos mantos se han encontrado clavos mineralizados con leyes de 200 gr/ton. de plata con 12 gr/ton de oro. De lo anterior se deduce que falta por conocer mucho de esta mina, para ello se propone un programa de exploración tanto en interior mina como en superficie; este programa se desglosa más adelante.

IV.2 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.

En la región, el problema estructural es complejo dado que localmente, las rocas cretácicas muestran un intenso plegamiento y deformación, se presentan muy fracturadas y deformadas, con una gran cantidad de pliegues tipo chevrón.

En el área de la mina Canoas se presenta a nivel local un anticlinorio cuyo plano axial tiene un rumbo de N 32° W, truncado al sur por la falla Recompensa (fig.4). Al sur de la mencionada falla, la deformación es más compleja; la predominancia de los echados de las calizas es hacia el oeste; al este aparecen las lutitas cuya edad es inferior. Esto sugiere una recumbencia a nivel local de un anticlinorio, posiblemente continuación del que se localiza al norte de la Falla Recompensa.

El comportamiento estructural de la veta es muy complejo, la mineralización cargada en ocasiones al bajo y en otras al alto, con muchas deflexiones en el alto y bajo, cambia de rumbo y echado; en ocasiones la mineralización pasa de relleno de fisura a brechamiento o reemplazamiento en la caliza.

En los mapas (fig. 8), se observa un marcado cambio de rumbo en la estructura, al lado poniente de la mina: cambia de un rumbo de NE 70° a un SE 80 °, posiblemente por la cercanía a la veta falla de nombre Cata de Agua, entre los dos cambios de rumbo se puede observar fallas del tipo Lazo sigmoide,

Hacia el lado oriente la roca encajonante tiene una tendencia a ser prácticamente una alternancia de lutitas y limolitas arenosas con estratos esporádicos y muy delgados de caliza, lo que ocasiona que la falla se cierre y se descomponga en un sistema de fallas paralelas escalonadas quizá por lo dúctil que son las rocas más arcillo - arenosas que no se rompen o fracturan como las calizas que son más duras y frágiles; el escalonamiento va a desplazar la falla hacia el sur en donde está la veta de Santa Teresa, que posiblemente sea la continuación de la veta Recompensa

En el plano que muestra curvas isopacas (fig. 7a) se hacen dos tipos de sombreados, uno con color marrón que define anchos mayores a un metro, otro de color verde que representa anchos menores a un metro.

Si se parte de que la secuencia arcillo - arenosa se depositó sobre la secuencia calcárea, y de que los anchos disminuyen en esta secuencia, entonces estaría representada por el color verde (ancho menores a un metro). En el plano de curvas isopacas se observa que el color verde envuelve al marrón, lo que sugiere una recumbencia del anticlinal e indica que a profundidad debe continuar al E, la secuencia de estratos de caliza y que estos pueden ser un blanco a explorar con barrenación a diamante, en la búsqueda de mayores anchos de la veta, mantos y antiguas zonas karsticas que pudieron haber servido para formarse clavos o bolsas con interesantes diseminaciones.

Al bajo de la estructura se observan algunos contactos con traquita. En la contra - rampa 3040 se aprecia como la traquita altera parcialmente algunos estratos de caliza. Al final de la rampa la caliza está al alto de la falla recompensa y la traquita al bajo.

IV.5 PARAGENESIS Y SUCESION.

IV.5.1 PARAGENESIS

Con base en las muestras observadas en campo, mina y con los estudios petrográficos y minerágraficos se identificaron las siguientes especies mineralógicas que constituyen los minerales de mena y de ganga de acuerdo al cuadro paragenético propuesto.

MINERALES TRANSPARENTES:

Cuarzo. - Se presenta formando un mosaico heterogéneo como finas vetillas y en cristales anedrales a subedrales, intercrecidos con feldespatos reemplazados por carbonatos y minerales arcillosos, algunas veces reemplaza a la caliza.

Feldespatos. - Se presentan como cristales anedrales a subedrales, forman mosaicos intercrecidos con cuarzo, alteran a sericita y son reemplazados por minerales arcillosos y carbonatos; el grado de alteración impide identificarlos plenamente.

Carbonatos. - Se encuentra como cristales anedrales a subedrales en finas vetillas y vetillas de gran tamaño que cortan al mosaico de cuarzo y feldespato así como vetillas de cuarzo; se presenta también asociado a óxidos e hidróxidos de manganeso y hierro, en algunos ejemplares de mano se observa rodocrosita que en ocasiones se presenta reemplaza a los feldespatos y como recristalización en algunos estratos de caliza y traquita.

Oxidos e Hidroxidos de Fe y Mn. - En la zona de óxidos están íntimamente asociados, como agregados y disseminados; los más abundantes son los óxidos e hidróxidos de Mn. Se presentan también asociados a los carbonatos y como bordes de alteración de los otros minerales, como finas vetillas sin orientación preferencial, como alteración de los sulfuros, el grado de alteración y el tamaño tan pequeño impide identificarlos adecuadamente.

MINERALES OPACOS:

Pirita. - Aparece tanto en la zona de óxidos como en la de los sulfuros, en los óxidos, como masas y cristales anedrales a euhedrales, en forma de islas asociadas con óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, en ocasiones brechada por la introducción de la galena con textura de golfos y penínsulas, como inclusiones dentro de la galena.

En los sulfuros, en forma de cristales anedrales a euhedrales, como islas asociadas con galena en un mar de minerales transparentes; brechadas por introducción de galena, en ocasiones intercrecida con esfalerita en forma de exsoluciones, ambas alteradas por gohetita limonita. En la superficie pulida de la muestra No 3, aparece en forma de un mosaico heterogéneo intercrecida con calcopirita y sulfosales de Ag, con textura acicular con pseudomorfos de arsenopirita y marcasita.

Gohetita – Limonita. - Se presentan como agregados asociados a óxidos e hidróxidos de Mn predominantemente como alteración de los minerales metálicos en los bordes principalmente en ocasiones con textura bandeada también como reemplazamiento y alteración de la pirita con textura ojo de pájaro.

Calcopirita. - Se presenta solo en 3 muestras, en forma de pequeñas islas dentro de la galena, asociada a sulfosales de Ag y pirita.

Arsenopirita y marcasita. - Se presentan en 4 muestras, como pseudomorfo parcial de la pirita por alteración de ésta.

MINERALES OPACOS DE MENA:

En la zona de óxidos, solo se distinguen minerales de manganeso y fierro en masas reniformes, impregnando el cuarzo en ejemplar de mano de los sulfuros solo se observan la galena, esfalerita y pirita.

Galena.- En muestra de mano se presenta en forma cúbica y punta de aguja; petrográficamente se observan, como masas o islas que bordean y brechan a la pirita en textura de bahías; presenta ocasionalmente inclusiones de esfalerita y sulfosales de Ag, también llega a presentarse como inclusiones dentro de la pirita.

Se presenta también como vetillas y en forma diseminada, como masas o islas diseminadas asociada a la pirita y en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

En forma diseminada, asociada a la pirita forma islas en mineral transparentes.

Esfalerita.- En la zona de óxidos es casi ausente; en los sulfuros en algunas muestras de mano, se observan como mosaicos intercrecidos con galena y como inclusiones en otros minerales; se presenta también como vetillas y en forma diseminada. Como vetillas está en cristales anedrales en forma de islas asociadas a la galena y como exsoluciones en la pirita; diseminada en forma de islas en inclusiones de pirita y galena.

Sulfosales de Ag (Tetrahedrita – Tenantita) .- En pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena y esfalerita , frecuentemente en los límites de los minerales con la pirita.

CUADRO DE SUCESION DE LA VETA.

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Veta			
Cuarzo	-----	-----	-----
Feldespatos	-----		
Calcita		-----	
Rodocrosita	-----	-----	
Minerales arcillosos	-----		
Opacos			
Oxidos e hidróxidos de Mn			-----
Oxidos e hidróxidos de Fe			-----
Pirita	-----		
Galena	-----		
Calcopirita	-----		
Arsenopirita		-----	
Marcasita		-----	
Sulfosales de plata		-----	

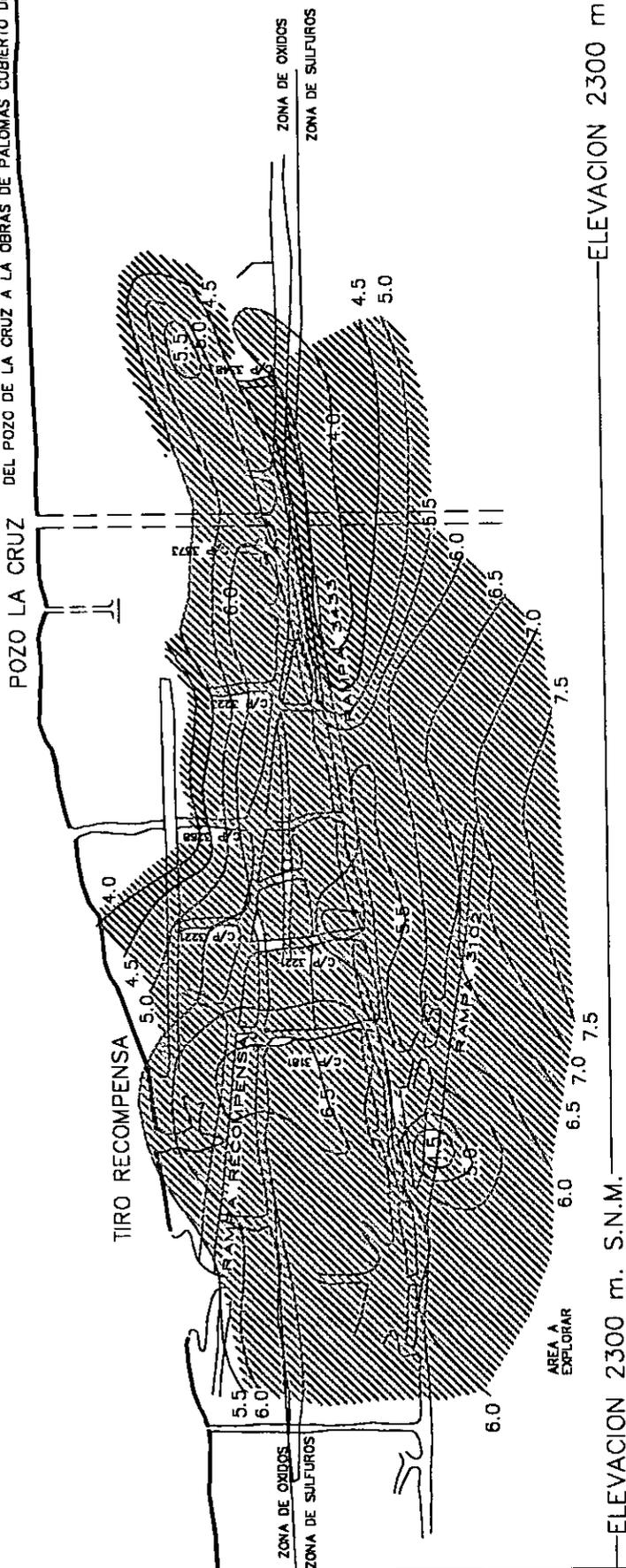
IV.5.2 ZONEAMIENTO MINERALOGICO.

No se aprecia un zoneamiento mineralógico conspicuo. Por lo que se puede mencionar que en el plano(fig.7) que muestra curvas de isovalores de Ln (Ag), el color marrón representa valores mayores de 150 gr/ton; así pues se observa un incremento de Ag hacia el lado W y a profundidad; el plano de curvas isopacas (fig.7a) indica que los espesores son mayores al W y a profundidad por lo que la zona a explorar con obra directa es al W y a profundidad al E.

En la mina Recompensa el cambio entre la zona de oxidación y la zona de sulfuros puede establecerse en la elevación de 2430 m, aunque este cambio es transicional.

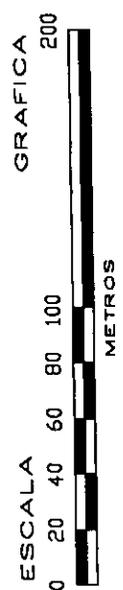
En la zona de óxidos es difícil apreciar los minerales hipogénicos; se puede mencionar que en el rebaje 3268 se observa cuarzo blanco con vetillas de galena, y pirita oxidada.

POZO LA CRUZ DEL POZO DE LA CRUZ A LA OBRAS DE PALOMAS CUBIERTO DE ALUVION



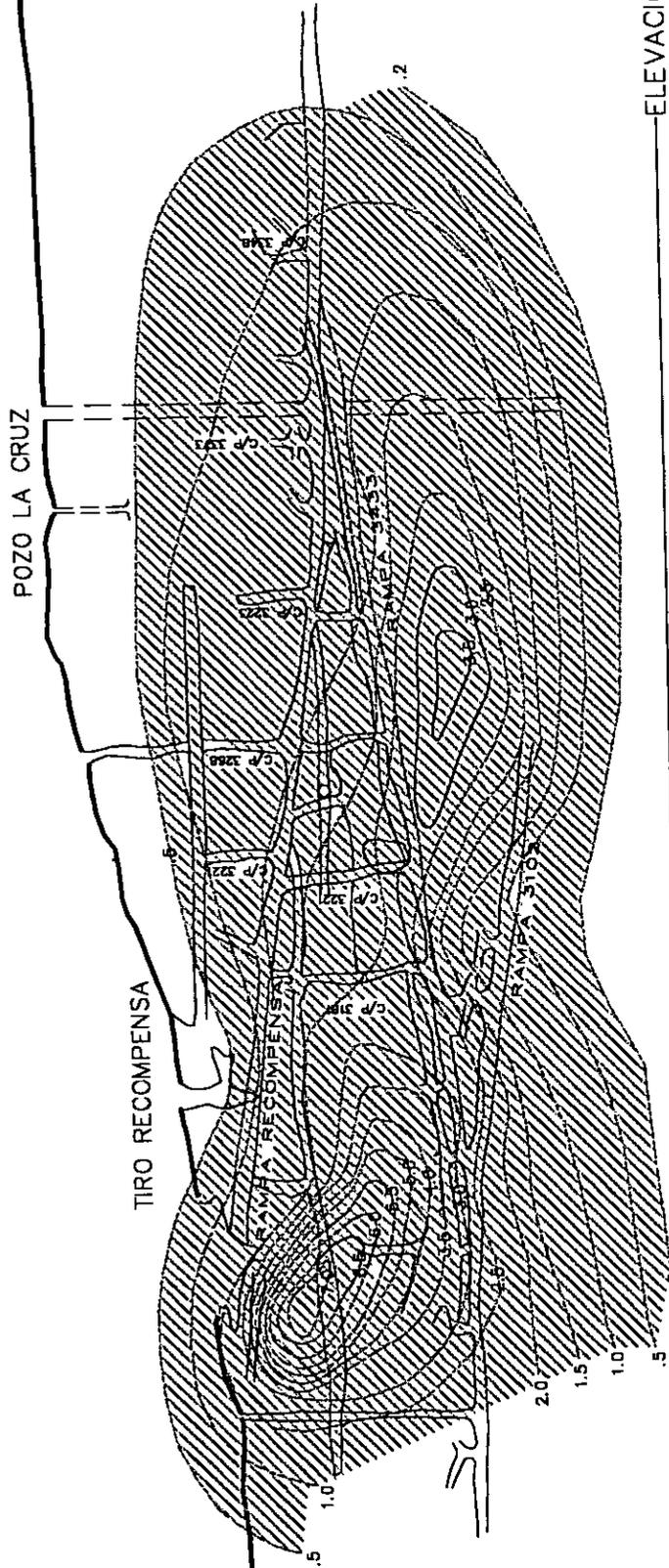
ELEVACION 2300 m. S.N.M. ————— ELEVACION 2300 m. S.N.M.

-  < 4.00
-  4.00-4.50
-  4.50-5.00
-  > 5.00



UNAM			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA			
SECCION LONGITUDINAL			
MOSTRANDO CURVAS DE ISOVALORES DE Ln (Ag)			
FILIBERTO GARCIA M.	ESC: 1 : 2000	FECHA 1997	FIGURA No. 7

DEL POZO DE LA CRUZ A LA OBRAS DE PALOMAS CUBIERTO DE ALUVION



ELEVACION 2300 m. S.N.M.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA

SECCION LONGITUDINAL
MOSTRANDO CURVAS ISOPACAS



FILIBERTO GARCIA M. ESC: 1 : 2000 FECHA 1997 FIGURA No.7a

IV.5.2 ZONEAMIENTO MINERALOGICO.

No se aprecia un zoneamiento mineralógico conspicuo. Por lo que se puede mencionar que en el plano(fig.7) que muestra curvas de isovalores de Ln (Ag), el color marrón representa valores mayores de 150 gr/ton; así pues se observa un incremento de Ag hacia el lado W y a profundidad; el plano de curvas isopacas (fig.7a) indica que los espesores son mayores al W y a profundidad por lo que la zona a explorar con obra directa es al W y a profundidad al E.

En la mina Recompensa el cambio entre la zona de oxidación y la zona de sulfuros puede establecerse en la elevación de 2430 m, aunque este cambio es transicional.

En la zona de óxidos es difícil apreciar los minerales hipogénicos; se puede mencionar que en el rebaje 3268 se observa cuarzo blanco con vetillas de galena, y pirita oxidada.

IV. 6 ALTERACIONES HIDOTERMALES.

Se puede distinguir tres tipos de alteraciones:

La argilización, ocurre con anchos de pocos centímetros y generalmente en los respaldos de la falla, principalmente en afloramientos de superficie.

La silicificación, se presenta tanto en superficie como interior de mina, a manera de relleno de fisura y en ocasiones combinada con oxidación de minerales de hierro y manganeso, esta alteración es la principal guía de exploración y explotación.

La carbonatación, aparece principalmente rodocrosita y calcita, en las zonas donde inician los cuerpos de reemplazamiento en calizas a manera de mantos, asociada a la rodocrosita se llegó a encontrar hilos de plata nativa, con leyes de oro de hasta 8 gms/ton. En los mantos se encontraron estructuras en forma de anillos y cavidades de disolución de las soluciones mineralizantes.

Oxidación. Se identifica tanto en superficie como interior de mina, como alteración de minerales de Fe y Mn presenta tonalidades rojas con manchones negros, en algunas ocasiones combinada con argilización y en otras con silicificación.

V. EXPLOTACION, EXPLORACION Y BENEFICIO.

V. 1 Ritmo de explotación.

Actualmente se extraen 140 toneladas con una ley de 1 gramo de oro por tonelada y 300 de plata. Se trabajan tres turnos y el rezagado del mineral se hace con 2 scouptram de 2 yardas cúbicas cada uno; el rezagado se hace a unas tolvas instaladas en la contra rampa 3040 (fig.9), con una capacidad de 50 toneladas cada una, de ahí es cargado por camiones de volteo, y llevado por un camino de terracería de aproximadamente 7 Km hasta la planta de beneficio.

De acuerdo con las preparaciones de la mina se estima que en 6 meses, se logre extraer 250 a 300 tons por día.

V.2 Método de tumbe.

El método que se utiliza, es "stope ramp", este método consiste en una completa mecanización de la obra; se hace un rebaje muy largo, con una pendiente de -15 %. Al llegar al fin del rebaje se continúa el corte de cabeza y se rellena con tepetate, lo cual tiene el objetivo de alcanzar una pendiente del + 15 %. En sí este método es una variedad del corte y relleno, y tiene la ventaja de minar sin dejar pilares.

El tepetate que se utiliza como relleno, es generado con la construcción de contra-rampas de servicio y exploración, estas obras son de 2.7 por 2.7 metros.

La mecánica de tumbe es la siguiente:

Barrenación.- Con maquinas B.B.C 16 de Atlas Copco se dan barrenos de 1.5m de largo y 37mm de diámetro, en sistema tres bolillo, dejando una separación de 60 cms entre barrenos y 70 cms entre hiladas.

Cargado.- Una vez dado el barreno, se mete como bombillo, tovox de 1" x 5", con un fulminante No. 6 y cañuela de dos metros, se inyecta mexamon con aire comprimido, hasta dejar 20 cms de taco.

Detonado.- En el extremo de la cañuela lleva un conector Th, los cuales son encadenados con Thermalite de velocidad media.

Actualmente se construye el tiro Recompensa, con el objetivo de mantear por ahí, y economizar el costo por tonelada, para esto, se utiliza un malacate de 2 tambores, con un cable de 5/8", con un motor de anillos rozantes de 75 H.P.

El tiro es de 4 x 2 mts. Los botes de manteo son 2, con una capacidad de 1.2 ton.

V.3 Método de muestreo.

El método de muestreo utilizado para fines de producción y cálculo de reservas, es el muestreo de canal de acuerdo con la siguiente rutina.

- Se lava el lugar a muestrear, y se hace una zanja de 10 cms de ancho por 5 de profundidad, posteriormente se saca la muestra procurando sea representativa, se quiebra hasta un tamaño de 1", se cuartea y se echa en bolsas de plástico, junto con un talón de identificación de la muestra.
- Se muestrean diariamente los topes de exploración. Se sacan tres muestras, de veta, alto y bajo, y en caso de ser necesario, también los ramaleos.
- Se realiza un muestreo de cabeza de las frentes de exploración y de los rebajes, a efecto del cálculo de reservas.
- Los números y resultados de las muestras y ensayos, se pasan a un plano de muestreo, de donde se calculan las leyes promedios y reservas.

V. 4 Calculo de reservas.

Para el cálculo de reservas, se utilizaron planos de muestreo a escala 1: 250, una sección longitudinal de la veta, en donde se anotan los ensayos de Au, Ag, Pb y Zn, y sus anchos respectivos.

Cada bloque tiene su hoja de cálculo, donde se vacían los datos anotados, para sacar los contenidos metálicos, se multiplica el ancho por ley, de cada mineral, y se va sumando los factores obtenidos, al final se tiene la suma de anchos y sumas de contenidos, para sacar la ley promedio, se divide el contenido de Au, Ag, Pb y Zn, entre la suma de los anchos, el ancho promedio se calcula dividiendo el número de líneas de muestreo entre la suma de anchos.

Se calculó el área longitudinal del block, para multiplicarlo por el ancho promedio y así obtener el volumen. Para obtener el tonelaje se multiplica el volumen por el peso específico de la roca (2.7), dependiendo de este tonelaje, es diluido con un factor, por otra parte se hace también una dilación del 15 % al ensayo.

Para el cálculo de los contenidos, se multiplicó el ensayo diluido por el tonelaje, y las leyes finales se obtuvieron, dividiendo cada uno de los contenidos entre el tonelaje final, ver fig.13.

V.5 Programa de exploración.

Con base en el nuevo concepto que está tomando esta mina, se proponen 9 barrenos desde superficie y 8 cortos en interior de mina.

BARRENOS DE SUPERFICIE.

num.	NORTE	ESTE	metros	grados	grados	metros
1	5792	2775	2425	S 6° E	-50	105
2	5816	2891	2420	S 6° E	-60	125
3	5816	2891	2420	S 6° E	-75	220
4	5830	3040	2430	S 6° E	-70	165
5	5767	3499	2585	S 22° W	-70	255
6	5745	3540	2577	S 22° W	-60	175
7	5636	3534	2560	N 22° E	-60	160
8	5730	3643	2570	S 22° W	-70	250
9	5705	3687	2582	S 22° W	-70	250
TOTALES						1700

Se consideró un precio de 120 dólares por metro, incluyendo el ensaye (ver fig.6).

BARRENACION CON MAQUINA PACK SACK, INTERIOR MINA.

BARRENO num.	COORDENADAS		ELEVACION	RUMBO	INCLINACION	DISTANCIA
	NORTE	ESTE	metros.	grados	grados	metros
1	5787	3124	2432	N 50° W	0°	20
2	5776	2985	2388	S 19° E	0°	25
3	5808	3177	2450	N 30° W	0°	20
4	5786	3267	2470	N 17° W	0°	25
5	5756	3308	2470	S 40° E	0°	20
6	5751	3344	2424	N 24° W	0°	25
7	5734	3430	2418	N 35° W	0°	25
8	5786	3234	2355	N 18° W	0°	20
					TOTAL	180

Se consideró un precio de 25 dólares por metro, incluyendo ensaye (ver. fig. 6).

V.6 PLANTA DE BENEFICIO.

El método que se utiliza para el beneficio del mineral, es el de flotación y la planta está compuesta de las siguientes secciones.

Sección de trituración.- El mineral procedente de las minas Recompensa y Candelaria, se recibe en 2 tolvas de gruesos, con capacidad de 150 ton. Cada una, alimenta mediante 2 bandas transportadoras de 32 " de ancho, a la quebradora primaria TELES MITH 10" x 21 " que es accionada por un motor de 20 H. P. Esta quebradora deja el mineral triturado a -2", de ahí con una banda No. 3 de 24 " de ancho el mineral es vertido a una criba vibratoria de 5" x 10 " de doble cama, la cama superior tiene abertura de 1" x 1" y la inferior 3/8" x 3/8", el mineral de -3/8 se deposita en 2 tolvas de finos de 150 ton. Cada una, el de +1" se transporta por una banda No.4 de 20 " de ancho a la quebradora de cono TELES MITH 3" cabeza estándar accionada por un motor de 75 H. P., triturando el mineral a 3/8". Con las bandas 5 y 6 ambas de 20 " de ancho, se alimenta la descarga de quebradora de cono a criba vibratoria de 5" x 10 " para cerrar el circuito.

Sección de molienda.- El mineral triturado se vierte en 2 molinos de bolas DENVER 5" x 8" accionados por motores de 75 H. P. La capacidad de molienda es de 300 T.P.D. por carga -1/2. (Estos molinos trabajan con bola forjada de 3" x 3 1/2"), los molinos trabajan en circuito cerrado cada uno con ciclones KREBS D-10 " que los alimentan bombas SRL 4" x 3" accionadas por motores de 7.5 H.P. La descarga inferior (gruesos) se retorna a los molinos y se lleva un 80 % de sólidos similar la descarga de los molinos.

Sección de flotación.- En la sección de molienda se dosifica sulfato de cinc en solución 10 % (700 grs/ton.) y cianuro de sodio en solución al 5 % (100 grs/ton.) para la depresión de cinc y fierro, también se dosifica Aero Float (20 grs/ton.) 242 como promotor para la plata y el plomo.

Circuito de plomo.- Los finos de ciclón se alimentan a una celda híbrida de 6" x 12 " en el cual se dosifica espumante CC 1065 alcohol Alifatico (35 grs/ton.) y Xantato 343 Isopropilico de sodio (40 grs/ton), el derrame de esta celda se envía al tanque espesador de plomo y la descarga se alimenta a 4 celdas AGITAIR de 50 pies cúbicos, donde se obtiene un concentrado primario, que se envía a 6 celdas DENVER SUB-A 15 para darle 2 limpias. La descarga de las celdas primarias se alimenta a otras 2 celdas AGITAIR de 50 pies cúbicos, donde se obtiene el concentrado secundario o agotativo que se retorna a la cabeza de las 4 celdas AGITAIR.

La descarga del circuito de plomo, se alimenta mediante una bomba SRL 3" x 3" a una celda híbrida 6" x 6" donde se dosifica ácido sulfúrico en solución al 10% (700 grs/ton.) Xantato 343 Isopropilico de sodio (20 grs/ton.) Y espumante CC 1065 (10 grs/ton.), El derrame de esta celda se envía a 2 piletas asentadores, y la descarga al tanque acondicionador de cinc 5" x 6".

Circuito de cinc. - La descarga del circuito de fierro es acondicionada con Cal (1000grs/ ton.), la descarga del acondicionador en donde se dosifica Aero Float 211 (40 grs/ton.), Se alimenta a un banco de 8 celdas DENVER SUB-A 18 Sp para flotar el concentrado primario que se envía a un banco de celdas SUB - A 18 Sp a fin de darle 3 limpias y luego enviarlo al tanque espesador de cinc. La descarga de las celdas primarias se vierte a otro banco de 5 celdas SUB - A 18 Sp. Donde se obtiene el concentrado agotativo que se envía a la cabeza de celdas primarias. La descarga del banco de cinc se envía para su almacenamiento a presa de jales.

Espesadores y filtros. - Los espesadores de plomo y cinc son de 12' x 12' y los filtros son de 6' y 10' sectores cada uno.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1. CONCLUSIONES.

1.- Las rocas más antiguas conocidas en el distrito, son las rocas sedimentarias del Cretácico, representadas por las formaciones de Cuesta del Cura e Indidura y con el hecho de que se depositaron en un ambiente marino, se puede proponer la siguiente evolución geológica:

a. -Después de la retirada de los mares ocurre una deformación y un fallamiento con dirección NW - SE de tipo inverso, originado por la Orogenia Iaramide; se forman asimismo anticlinales y sinclinales, principalmente. Las rocas quedan expuestas a los fenómenos de intemperismo y erosión, y dan origen a un conglomerado calcáreo con algunos cantos de pedernal que constituye la formación Ahuichila.

El conglomerado se presenta como lentes discontinuos que sobreyacen y bordean las rocas del Cretácico; la mala clasificación y la baja redondez de los clastos indica que estos depósitos son de origen continental, de pie de monte y relleno de valles, este conglomerado manifiesta un periodo de calma entre el Cretácico marino y el terciario volcánico.

b. - A través de fallas con dirección NW - SE provenientes tal vez desde el basamento ocurre un primer evento volcánico de rocas traquíticas, que se presenta en lo que se conoce como la Sierra Prieta,

c. - A causa de los movimientos de la post-orogenia o tafrogénicos, de relajación o distensión, se produce un sistema de fallas conjugadas con orientación E - W, lo que origina una serie de horst y grabens.

d. - Un hiatus volcánico representado por el conglomerado traquítico.

e. - Una segunda etapa volcánica que da origen a las riolitas.

f. - Una tercera etapa de fallamiento afecta a todo el paquete, provoca el graben de Chalchihuites y da origen a la falla No Conocida que pone en contacto rocas sedimentarias (antiguas) con rocas riolíticas (jóvenes) ver figura 4b, y a la falla San Cristóbal, que pone en contacto rocas riolíticas (jóvenes) con traquitas que son más viejas; esta falla tiene una orientación de SE 75° con 56° al SW.

h.- Contemporáneo a las fallas, quizá por el esfuerzo en el bloque caído se forma un primer brechamiento.

i. - Una reactivación de la cámara magmática producen hidrotermalismo que mineraliza a las fallas y brechas del distrito.

La veta No Conocida en superficie e interior de mina, no se presenta brechada para suponer un movimiento post-mineral en la falla, se presenta como una veta de cuarzo microcristalino sano de color blanco, con manchones de sulfuros; los sulfuros no están fragmentados.

La veta Recompensa muestra brechamiento tal como se observa en los rebajes 3146E, 3181, 3268 y en varias muestras de los estudios petrográficos y minerográficos; todo esto sugiere una diferencia mineralogía, textural y contenidos metálicos entre la Veta Recompensa y mantos con la Veta No Conocida y vetas al alto de la misma, por lo que se puede pensar en 2 eventos mineralizantes diferentes en tiempo y espacio.

2. - En el estudio minerográfico realizado, se pueden diferenciar 3 etapas mineralizantes, en el primero ocurre la depositación de las sulfosales de plata, que van a estar como inclusiones en la galena y esfalerita muy frecuentemente en los límites de la pirita y en ocasiones la galena y esfalerita como inclusiones en la pirita.

Los óxidos e hidróxidos de Mn asociados a carbonatos y óxidos e hidróxidos de Fe en bordes, también como diseminados y agregados dentro de carbonatos. Esto se observa en la lamina L.D-1 L.A. 9745. Los carbonatos de Mn (rodocrosita) pueden ser una guía para la localización de cuerpos de reemplazamiento o mantos.

8. -En la muestra L.D- 15 L.A.9739, tomada de la rampa 3226 E, por el grado de alteración impide clasificarla adecuadamente a esta roca, pero por las relaciones de campo indican que es una roca producto de una alteración de la traquita sobre la caliza.

9. -La veta recompensa, por ser una veta falla encajonada en calizas y lutitas, tiene muchas deflexiones por lo que la mineralización brinca del alto al bajo y viceversa, rebajes 3181, 3377 y 3268.

10.-La mineralización es mayor en donde los estratos de calizas son más gruesos o potentes, por lo que hay que buscar la continuidad de estos.

11.- Por el ángulo de buzamiento de la veta que tiende a ser vertical, puede inferirse que de acuerdo con el comportamiento de algunas fallas, a profundidad el ángulo de buzamiento puede ser menor y en consecuencia haber la posibilidad de tener mayores anchos.

12 .- Para ampliar el potencial de reservas, se propone un programa de barrenación en la pagina 39, figura No.6.

VI.2 RECOMENDACIONES.

1. Dado que en la preparación de la abertura, para la depositación de las soluciones mineralizantes, influyó la roca encajonante ya que en calizas de estratos más potentes se encuentran los anchos mayores y en consecuencia los mejores contenidos, es recomendable hacer a detalle un levantamiento, geológico – estructural de superficie y de interior mina, con el objetivo de tener un número de datos estructurales suficiente para poder hacer una reconstrucción geológica, establecer un modelo estructural y definir hacia donde se adelgazan los estratos de caliza y predominan los estratos arcillo – arenosos, en donde la falla se cierra.
2. El contenido metálico de la veta Recompensa, veta No Conocida y de los mantos, es diferente, no existe relación entre ambos, lo que sugiere que son etapas mineralizantes diferentes en espacio y tiempo, por lo que es recomendable hacer estudios de mayor detalle para definir la sucesión de dichas paragénesis.

Dado que tanto las vetas como los mantos contienen plomo, puede hacerse un fechamiento isotópico por Pb, y poder así determinar las edades.

4. -Tomar en cuenta que la veta-falla Recompensa está encajonada en calizas y lutitas, lo que la hace que tenga deflexiones horizontales y verticales, angostándose y ampliándose constantemente, es conveniente establecer una relación de esto y poder predecir la existencia de clavos amplios.
5. -Para poder detectar más cuerpos mineralizados a manera de mantos y como una guía es la presencia de Mn como carbonatos y silicatos, es posible en las calizas hacer un análisis geoquímico por Mn y/o Mg.
6. -Hacer un estudio de inclusiones fluidas y salinidades, para poderse construir el gradiente geotérmico en los sistemas mineralizados.
- 7.- Se recomienda también hacer trabajos de cocientes metálicos y compararlo con el ángulo de buzamiento para saber si existe alguna relación entre ambos y así tener más elementos para los objetivos de barrenación.
- 8.- Es recomendable hacer un trabajo de geoquímica de arcillas con el fin de determinar en que etapa de erosión está el yacimiento.
9. - Para la identificación de las sulfosales de plata es recomendable realizar un estudio por microsonda electrónica y/o difracción de rayos x para identificar adecuadamente estos minerales ya que varios de ellos presentan las mismas propiedades ópticas, además por su tamaño en las muestras no es posible identificarlos plenamente.

10. -Dentro de los óxidos e hidróxidos de manganeso se puede presentar una gama amplia de estos minerales por lo cual es recomendable, realizar estudios de difracción de rayos x y por microscopia electrónica. Es probable que puedan estar asociados otras especies minerales, de ahí la importancia de aplicar otros métodos, para tener una identificación plena de la mineralogía.

11. -Rehabilitar la mina de canoas, levantarla geológicamente y encontrar alguna relación con la mina Recompensa.

12. -Explorar la veta Santa Teresa, con obra directa, donde el punto más cercano es partiendo de la obra (3505 E, 5663 N) y un cuele de 90 mts. De otra manera con la barrenación larga propuesta, pag. 76.

BIBLIOGRAFIA.

- Albínson, F. T., 1973, Breccia pipes of La Colorada Mining Area Zacatecas, México. Malancaster College, profesional paper. University of Minesota, U.S.A.
- Albínson, F. T., 1987 , Reconstrucción geológica de paleosuperficies en los distritos mineros de Sombrerete, La Colorada y Fresnillo, estado de Zacatecas.
- Castro, G. S. , 1983. Estudio geológico minero de las Esperanza y Zaragoza, del Distrito Minero de Chalchihuites, Zacatecas: Universidad Nacional Autónoma de San Luis Potosí trabajo recepcional, p.76.
- Cervantes, M. E., 1966, Mineral de la Colorada: Asociacion de Ings. de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, No. 39
- Cervantes, M. E. , 1984, Operación minera en la Colorada, Zacatecas: Revista GEOMIMET, No 129, p. 81 - 90.
- Clarck, K. F. , Foster, C. T. , y Damon, P. E., 1982, Cenozoic Mineral and Deposits and Subduction related magmatic arcs in México: Geological Society of America Bulletin , v. 93 , p. 533 - 544.
- Fredickson, G., 1974 Geology of the Mazatlán Area, Sinaloa , Wester México: Unpl. Phd Thesis, Univeristy of Texas at Austin.
- Herrera B. J., 1988, Estudio geológico y evaluación de reservas de la chimenea La Campaña, en el distrito minero La Colorada, Zacatecas.
- Huspeni, J., 1984 , Petrology and geochemistry of rhyolites associated with mineralization in Northern México: Economic Geology, vol. 79 , p. 87 - 105.
- Imlay W. , 1936, Evolution of the Coahuila Peninsula, México. Part IV Geology of the Wester part of the Sierra de Parras. Bull. Geol. Soc. America, V. 47 : 1091 - 1152.
- López Ramos, E., 1985, Geología de México, Tomo II: Instituto de Geología, UNAM.
- McCallum, M. E., 1985, Experimental evidence for fluidization processes in breccia pipe formation: Economic Geology , vol. 80 , p. 1523 - 1543.

- MacDowel , F. W. , Clabaugh, S. E., 1979, Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of Western México: Geological Society of America, special 180, p. 113 - 123 .

- Parsons, W. H., 1969, Criteria for the recognition of volcanic breccias: Review: The Geological Society of America, Memoir 115, p. 263 - 304.

- Rogers, C. T. , et al, 1961, Reconocimiento geológico del Norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, Bol. 56, CRNNR.

- Saenz , R. R., 1995 , Informe sobre los servicios de barrenación a diamante en el proyecto San Jeronimo, mpio. de Chalchihuites, Estado de Zacatecas.

- Soto , M. M., 1987 , Relaciones en espacio y tiempo entre chimeneas y vetas del distrito de la Colorada Zacatecas,

- Charles G. Cunningham, 1991. A model of volcanic dome – hosted precious metal deposits in Bolivia. Economic Geology, vol. 86, pp. 415 - 421

APENDICE PETROGRAFICO.

El estudio petrográfico tiene por objetivo, identificar los minerales de mena y de ganga así como las relaciones texturales que presentan.

MÉTODO DE ESTUDIO:

El estudio se realizó a 8 muestras que fueron tomadas en los rebajes y rampa principal de la mina mostrando su ubicación en el plano 12. El estudio consistió de los siguientes pasos:

- a) Descripción megascópica de las muestras con ejemplar de mano bajo el microscopio estereoscópico
- b) Elaboración de láminas delgadas.
- c) Descripción de las láminas delgadas bajo el microscopio petrográfico, con nicols cruzados e excepción de la LD 10 que fue con luz normal y todas con objetivo de 2.5 X ocular de 10 x.
- d) Toma de fotomicrografías.

Los resultados del estudio se presentan a continuación,

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 1 LA. 9745

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura brechoide de color gris-negro, rojo-amarillento, constituida por carbonatos y cuarzo con vetillas de calcita, también presenta óxidos e hidróxidos de Fe y Mn.

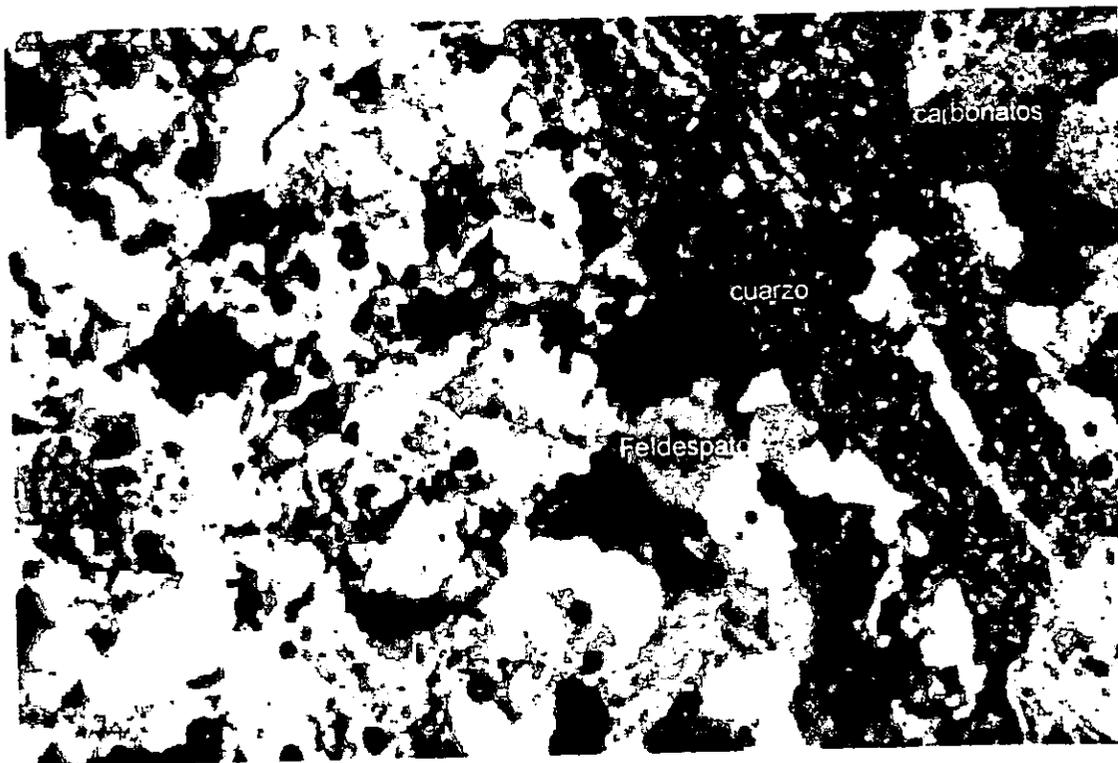
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura xenomórfica relictas con aspecto brechoide debido a un fuerte reemplazamiento por carbonatos. Se forma un mosaico heterogéneo de fragmentos microcristalinos y fenocristalinos, de carbonatos (calcita), cristales de cuarzo y feldespatos fuertemente reemplazados, bordeados y brechados por carbonatos.

Descripción de campo visual de la muestra LM - 1 LA 9745

Se aprecia un mosaico de fenocristales de cuarzo – feldespatos y microcristales de cuarzo reemplazados por carbonatos, óxidos e hidróxido de Fe y Mn además de minerales opacos diseminados.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Cuarzo	Mosaico de cristales anedrales bordeados por carbonatos, también se encuentra formando finas vetillas de cuarzo micro a criptocristalino que cortan a la roca.
Feldespatos	Formando mosaico de cristales anedrales, los cuales se encuentran alterados por sericita y minerales arcillosos, reemplazados parcial a totalmente por carbonatos, minerales opacos y arcillosos, se encuentran bordeados por vetillas de cuarzo, el grado de reemplazamiento impide caracterizarlos adecuadamente.
Carbonatos	Se encuentran reemplazando y brechando a la roca asociados con óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, que están restringiendo a fragmentos de cuarzo y feldespatos. Como evento terminal vetillas que están intrusionando a vetillas de cuarzo y a los demás minerales.
Minerales opacos	Cristales de formas anedrales a euhedrales que se encuentran diseminados en la matriz algunos de formas cuadradas.

5. Clasificación y Observaciones:

Material de veta.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 2 LA 9741

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura heterogénea de color negro, constituida por minerales metálicos, alterada por óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, con escaso carbonato.

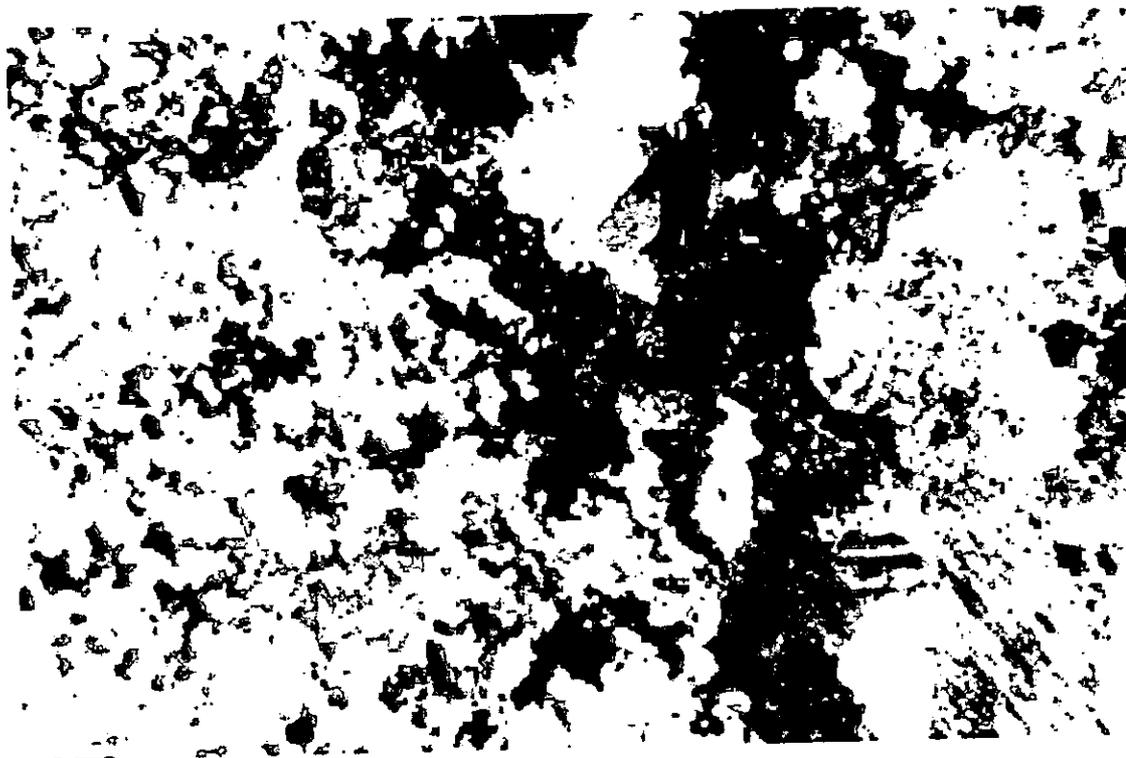
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura xenomórfica microcristalina constituida por un mosaico heterogéneo de finos cristales de cuarzo, reemplazados por carbonatos y minerales opacos.

Descripción de campo visual de la muestra LM - 2 LA 9741

Se observa una zona con cristales de cuarzo alterados por carbonatos, minerales arcillosos y minerales opacos.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: ————— 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Cuarzo	Microcristales anedrales, estos cristales se encuentran reemplazados por carbonatos y minerales opacos.
Carbonatos	Se encuentran reemplazando el mosaico microcristalino de cuarzo, también como finas vetillas asociadas a minerales opacos y óxidos e hidróxidos de Mn y Fe.
Óxidos e Hidróxidos de Mn.	Asociados a minerales opacos, carbonatos y óxidos e hidróxidos de Fe, diseminados en toda la muestra.
Óxidos e Hidróxidos de Fe.	Asociados a minerales opacos, carbonatos y óxidos e hidróxidos de Mn, diseminados en toda la muestra.
Minerales opacos	Se presentan asociados esencialmente a carbonatos, presentan textura acicular, diseminados y en vetas, llegando a formar finas bandas irregulares.

5. Clasificación y Observaciones:

Material de veta.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 4 LA 9740

1. Descripción Megascópica:

Roca de color gris-verde con textura heterogénea, constituida por cristales de feldespatos incluidos en una matriz afanítica, la roca es cortada por una vetilla de 8 mm de espesor de rodocrosita que contiene drusas de galena y pirita, también minerales opacos diseminados.

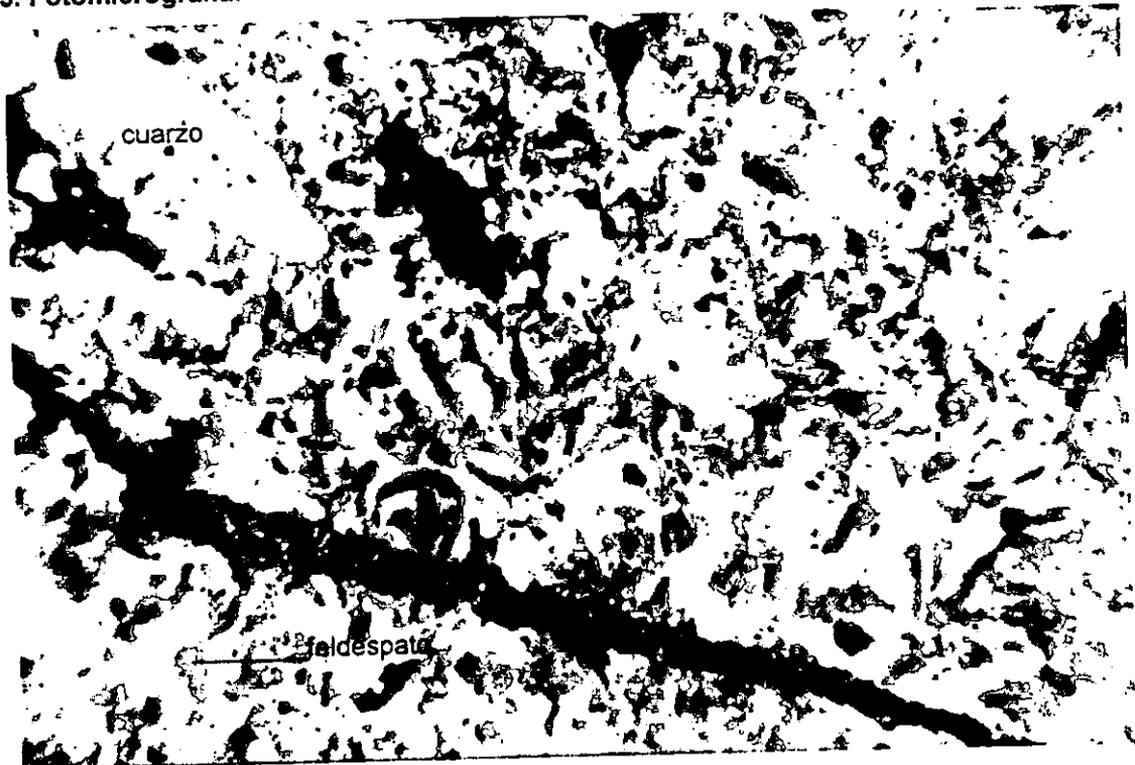
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura homogénea constituida por cristales de cuarzo y feldespatos reemplazados por procesos de argilitización y carbonatación, incluidos en una matriz de carbonatos también forman finas vetillas que cortan a la roca.

Descripción de campo visual de la muestra LM 4 LA 9740

Se presenta un mosaico de carbonatos asociados a minerales arcillosos quedando en zonas restringidas los feldespatos y el cuarzo.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: ————— 0.5 mm

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Cuarzo	Cristales anedrales a subedrales, los cuales se presentan alterados por sericita y reemplazados por carbonatos.
Carbonatos	Se encuentran en vetillas de gran tamaño, reemplazando a los minerales presentes, intercrecida con minerales arcillosos, y con óxidos e hidróxidos de Mn.
Minerales arcillosos	Se encuentran en agregados y diseminados en bordes de cuarzo, intercrecidos con los carbonatos.
Minerales opacos	Se encuentran diseminados en la muestra, es menos común en carbonatos.

5. Clasificación y Observaciones:

Material de veta.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 9 LA 9728

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura pelítica, de color gris negro, constituida por carbonatos con sulfuros diseminados, la roca es cortada por finas vetillas de carbonatos.

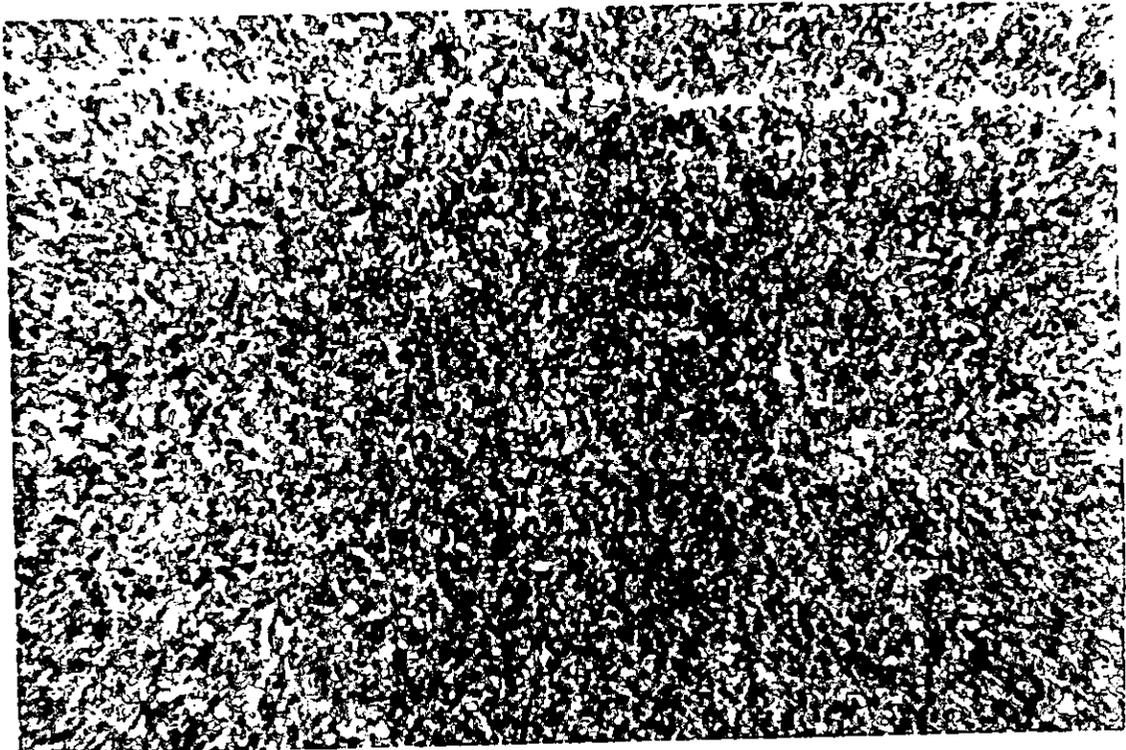
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura homogénea de grano fino, se observa un mosaico muy fino de carbonatos con óxidos e hidróxidos de Mn y minerales opacos diseminados, la roca es cortada por pequeñas vetillas de calcita.

Descripción de campo visual de la muestra LM- 9 LA 9728

Se aprecia un mosaico de carbonatos con diseminados de óxidos e hidróxidos de manganeso y minerales opacos afectado por una vetilla de carbonato.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Carbonatos	Constituye la matriz de roca, en la cual se encuentran como agregados, diseminados intercrecidos con óxidos, hidróxidos de Mn y minerales opacos, constituye también las finas vetillas que cortan la roca.
Óxidos e hidróxidos de Mn.	Estos se encuentran en agregados y diseminados en la muestra.
Minerales opacos	Se encuentran diseminados en la muestra.

5. Clasificación y Observaciones:

Caliza de grano fino.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM – 10 9743

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura afanítica, terrosa, de color ocre, provocado por un fuerte reemplazamiento por óxidos e hidróxidos de Fe.

2. Descripción Microscópica:

Roca de textura afanítica formada por un mosaico criptocristalino de minerales arcillosos, opacos y carbonatos, la roca es cortada por finas vetillas de minerales opacos.

Descripción de campo visual de la muestra LM – 10 LA 9743

Se aprecia un mosaico de carbonatos con diseminados de óxidos e hidróxidos de Manganeso, se presenta una vitela en forma de lente de óxidos e hidróxidos de Manganeso asociados a minerales opacos.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Carbonatos	Finos cristales intercrecidos con minerales arcillosos y minerales opacos formando una matriz microcristalina.
Minerales arcillosos	Se encuentra intercrecida con los carbonatos y minerales opacos formando una matriz microcristalina.
Minerales opacos	Finos cristales intercrecidos con los demás minerales.
Oxidos e hidróxidos de Mn.	En vetillas y diseminados asociados a minerales arcillosos.

5. Clasificación y Observaciones:

Material de veta.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 11 LA. 9735

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura heterogénea, se aprecia una zona de color blanco completamente formada por carbonatos con sulfuros (galena, pirita, esfalerita) diseminados, otra zona de la roca es de color negro con textura afanítica. La roca es cortada por finas vetillas de carbonatos que ocasionalmente contiene sulfuros diseminados.

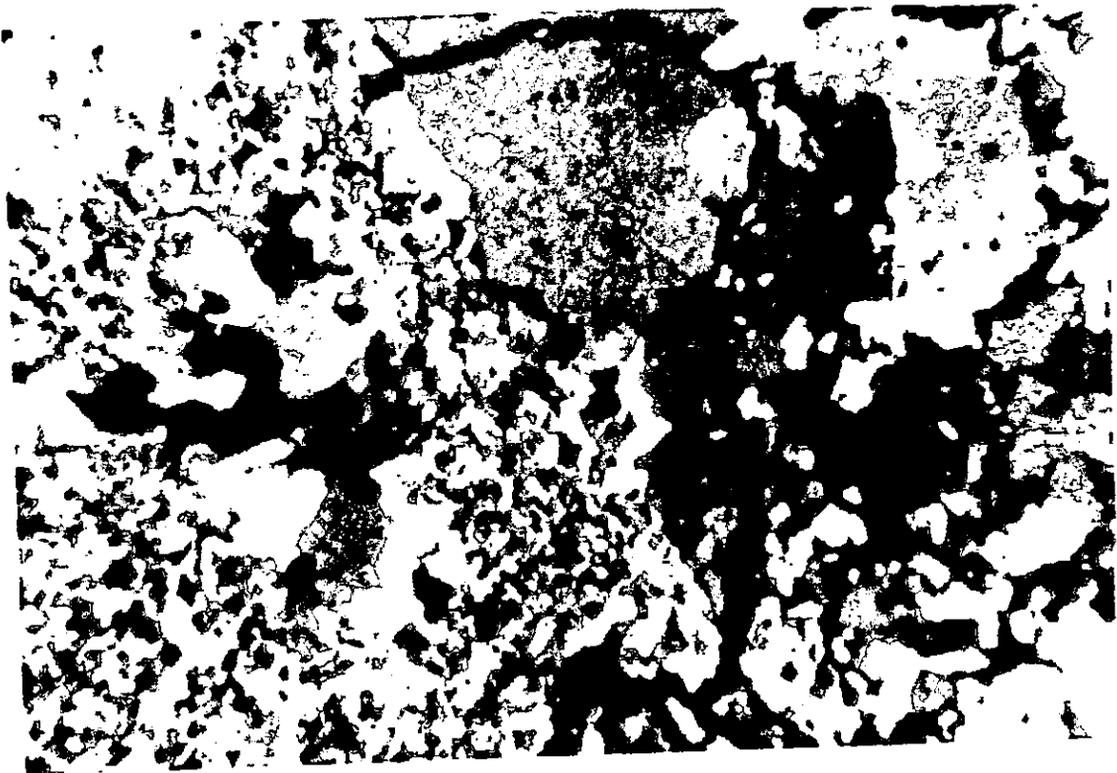
2. Descripción Microscópica:

Roca constituida por un mosaico heterogéneo de cuarzo y feldespatos parcialmente reemplazados por carbonatos con minerales opacos diseminados (algunos de ellos son esfalerita, según muestra de mano).

Descripción de campo visual de la muestra LM- 11 LA 9735

Se aprecia un mosaico heterogéneo de cuarzo – feldespato, parcialmente reemplazados por carbonatos.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Cuarzo	Cristales anedrales intercrecidos con feldespatos formando un mosaico heterogéneo.
Feldespato	Cristales subedrales reemplazados parcialmente por minerales arcillosos y carbonatos, el grado de reemplazamiento impide caracterizarlos adecuadamente.
Carbonatos	Forman manchones de cristales subedrales a anedrales que reemplazan a los feldespatos, intercrecida con minerales arcillosos y opacos.
Minerales arcillosos	Se encuentran intercrecidos con los carbonatos y minerales opacos reemplazando a la roca.
Minerales opacos	Diseminados presentan formas anedrales a euhedrales.
Esfalerita	Cristales subedrales diseminados en la roca.

5. Clasificación y Observaciones:

Material de veta.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM - 14 LA 9729A

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura brechoide de color gris-negro, con vetillas blancas, constituidas por carbonatos, se aprecian finos cristales de pirita en forma diseminada, principalmente en zonas recrystalizadas.

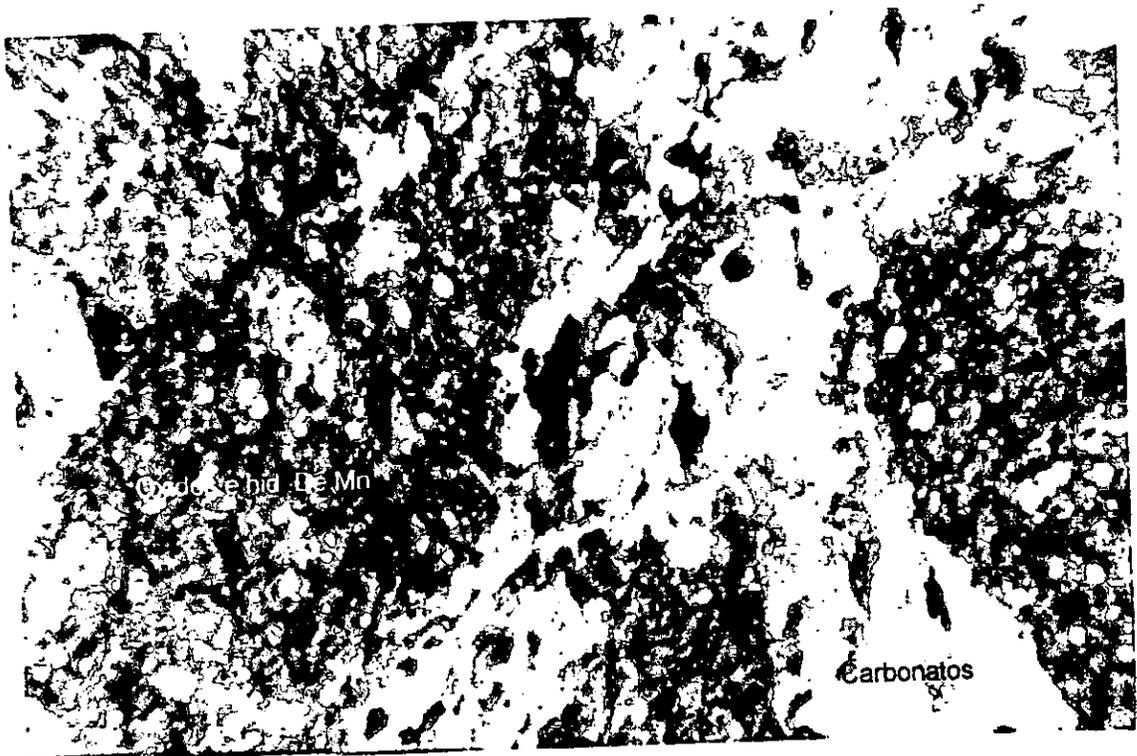
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura brechoide constituida por un mosaico heterogéneo de cristales anedrales de carbonatos, con intercalación de óxidos e hidróxidos de manganeso, la roca es cortada por múltiples vetillas de calcita.

Descripción de campo visual de la muestra LM - 14 LA 9729 A

Se aprecia un mosaico de carbonatos con diseminación de óxidos e hidróxidos de Manganeso, afectados por una vetilla de carbonatos secundarios.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Carbonatos	Cristales anedrales formando un mosaico de recristalización intercrecidos con minerales opacos, también se presentan formando finas vetillas múltiples sin alguna dirección preferencial.
Minerales opacos	Se encuentran intercalados con carbonatos y material arcillosos.
Minerales arcillosos	Se encuentran en forma diseminada e intercalados con los carbonatos.

5. Clasificación y Observaciones:

Veta de calcita.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

No de Muestra: LM -15 LA 9739

1. Descripción Megascópica:

Roca de textura afanítica, de color gris, verde-amarillento, con vetillas constituida por feldespatos, rodocrosita y piritita diseminada en gran cantidad.

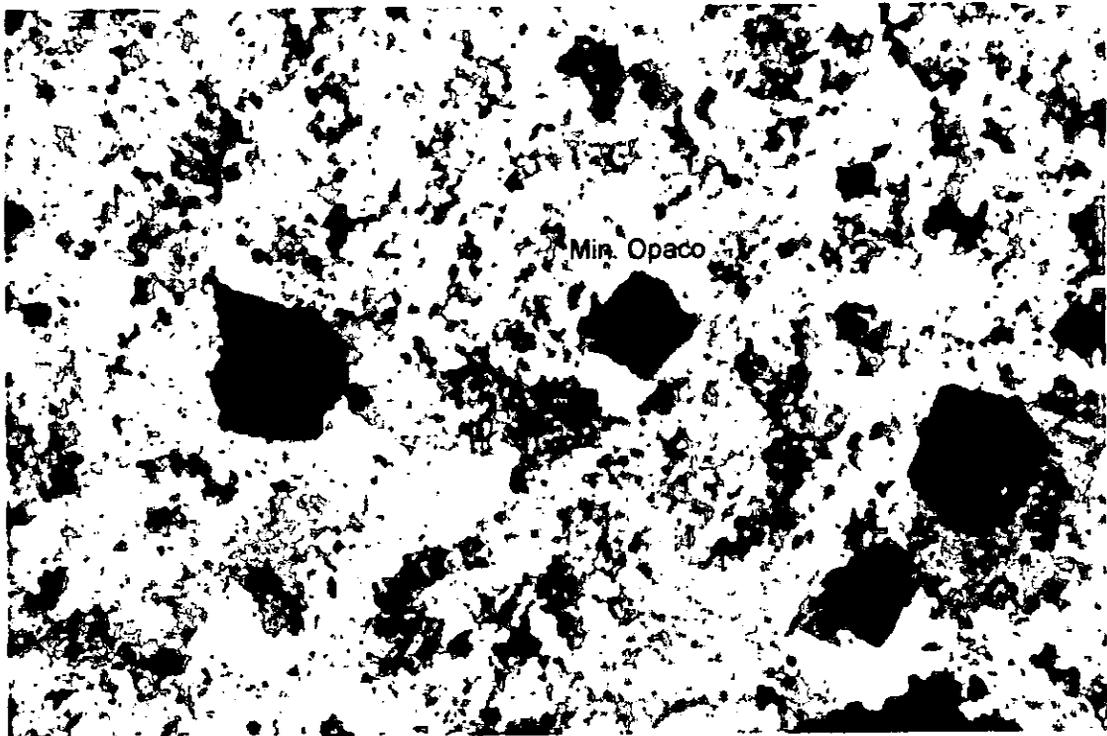
2. Descripción Microscópica:

Roca de textura xenocrystalina constituida por un mosaico heterogéneo de cuarzo y feldespato fuertemente alterado por minerales arcillosos, carbonatos y minerales opacos con formas cuadradas diseminadas.

Descripción de campo visual de la muestra LM -15 LA 9739

Se aprecia un mosaico de cuarzo - feldespato, alterados por minerales arcillosos y carbonatos. Diseminados minerales opacos.

3. Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 0.5 mm.

4. Mineralogía:

Mineral	Características
Cuarzo	Cristales anedrales con bordes difusos intercrecido con los feldespatos formando un mosaico heterogéneo.
Feldespato	Cristales anedrales a subedrales intercrecidos con el cuarzo formando un mosaico heterogéneo, están fuertemente alterados por minerales arcillosos y parcialmente reemplazados por carbonatos, el grado de alteración impide caracterizarlos adecuadamente.
Carbonatos	Reemplazamiento de la roca, forma de agregados y masas junto con minerales arcillosos.
Minerales arcillosos	Junto con los carbonatos se encuentra reemplazando a la roca.
Apatito	Pequeños cristales euhedrales diseminados.
Minerales opacos	Finos cristales anedrales a euhedrales que se presentan en formas diseminada algunos con forma cuadrada.

5. Clasificación y Observaciones:

Roca saturada en sílice que presenta las siguientes alteraciones: argilitización y carbonatación. El grado de reemplazamiento de la roca impide caracterizarla adecuadamente, por relación de campo se clasifica como una traquita alterada. La roca presenta una vetilla de 7 mm de espesor de rodocrosita.

APENDICE MINERAGRAFICO.

El estudio minerográfico tiene por objetivo, identificar los minerales opacos de mena y de ganga así como las relaciones texturales que presentan.

MÉTODO DE ESTUDIO:

El estudio se realiza a 10 muestras que fueron tomadas en los rebajes y rampa principal de la mina mostrando su ubicación en el plano 12. El estudio consistió de los siguientes pasos:

- a) Descripción megascópica de las muestras con ejemplar de mano bajo el microscopio estereoscópico
- b) Elaboración de superficies pulidas.
- c) Descripción de las superficies pulidas bajo el microscopio minerográfico con luz normal y objetivo de 20x OEL.
- d) Toma de fotomicrografías.

Los resultados del estudio se presentan a continuación,

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 1 LA 9745

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura brechoide de color gris-negro, rojo-amarillento, con carbonatos y vetillas de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

Goethita-Limonita: Predominante con textura bandeada, coloforme, en agregados asociados a óxidos e hidróxidos de manganeso y mineral transparente. Se encuentra reemplazando y como alteración en bordes y fracturas de islas de pirita, con una textura incipiente ojo de pájaro, asociados estos a mineral transparente.

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Pequeños cristales diseminados y asociados a óxidos e hidróxidos de Fe y mineral transparente.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas asociadas con gran cantidad de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn y mineral transparente.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 1 LA 9745

Se aprecia un mosaico de mineral transparente con pirita parcial a totalmente reemplazada por óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

<i>Minerales</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			-----
Pirita	-----	-----	
Goethita-Limonita		-	-----
Mineral transparente	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:
Veta.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 2 LA 9741

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: La roca esta constituida por un mosaico heterogéneo de minerales opacos fuertemente alterados por hematita, goethita - limonita, óxidos e hidróxidos de manganeso en menor proporción. Con escasos minerales transparentes de textura brechoide.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

Galena: En masas o islas diseminadas en la muestra que bordean y brechan a la pirita con texturas de bahías, como inclusiones dentro de la pirita. Se encuentra incluida en un mar de minerales transparentes.

Pirita: En masas y cristales subedrales a euhedrales, se encuentra brechada por la introducción de galena con texturas de golfos y penínsulas también se presenta como inclusiones dentro de la galena. Asociado con minerales transparentes

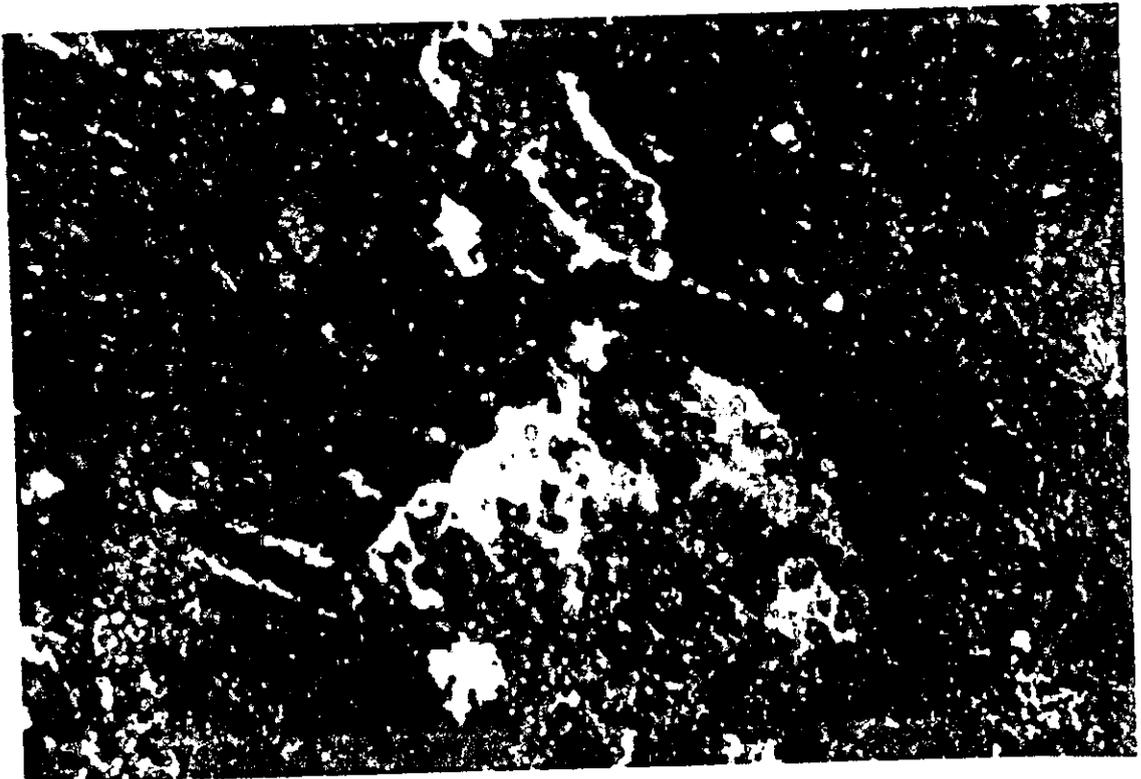
Óxidos e Hidróxidos de Manganeso: Solo se observan en forma diseminada en los minerales transparentes.

Óxidos e hidróxidos de Hierro: Alteración de los sulfuros.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 2 LA 9741

Se observa un agregado de óxidos e hidróxidos de fierro y manganeso, con zonas restringidas donde se presenta galena y pirita.

Fotomicrografia:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Óxidos e Hidróxidos de Mn			-----
Pirita	-----		
Galena	-----		
Hematita		-----	
Goethita-Limonita		-	-----
Mineral transparente	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 3 LA 9738

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: La roca esta constituida por un intercrecimiento heterogéneo de minerales transparentes y minerales opacos.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

Pirita: Forma un mosaico heterogéneo intercrecida con la galena, esfalerita, con islas de calcopirita y minerales que corresponden con sulfosales de plata y minerales transparentes. Presenta cristales aciculares de arsenopirita - marcasita, alterada en sus bordes por hematita. Como exsolución y lamelas en esfalerita y en forma diseminada en minerales transparentes.

Galena: Forma un mosaico heterogéneo intercrecido con la pirita, esfalerita con inclusiones sulfosales de plata, también en forma de islas en un mar de minerales transparentes.

Esfalerita: forma un mosaico intercrecido con galena y con inclusiones de otros minerales.

Calcopirita: se encuentra en pequeñas islas dentro de galena, asociada a sulfosales de plata.

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Pequeños cristales diseminados en minerales transparentes.

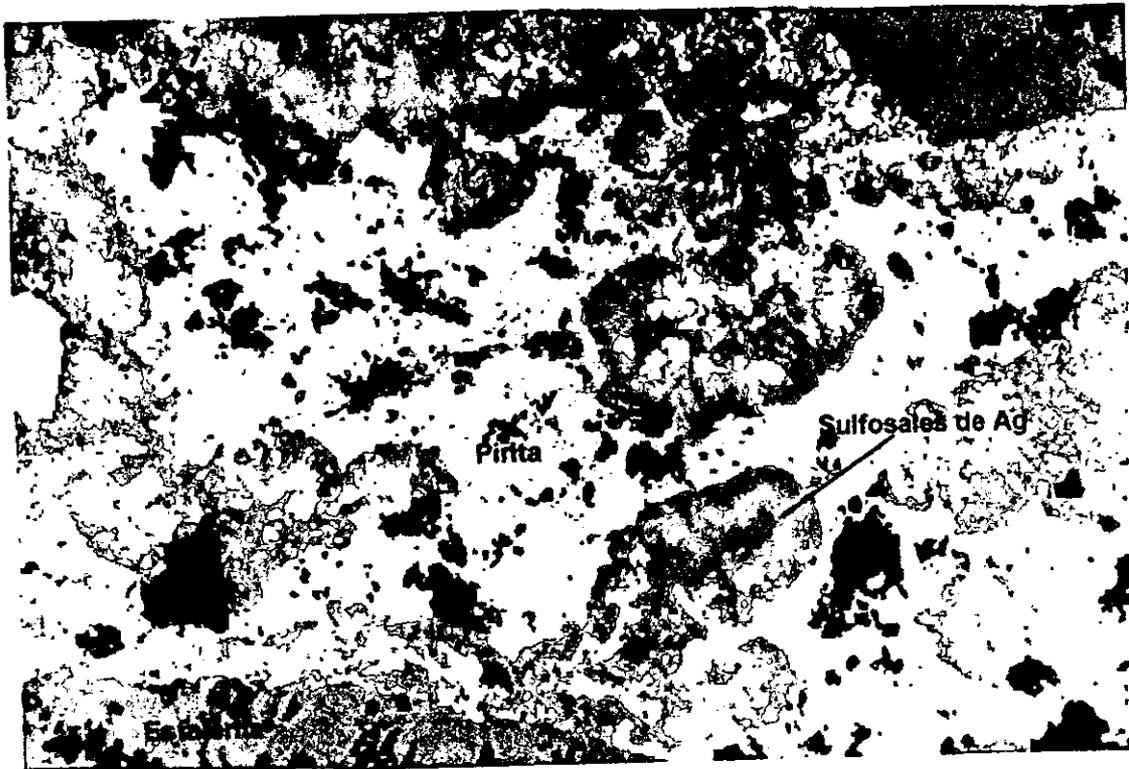
Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena y esfalerita frecuentemente en los límites de estos minerales con la pirita.

Óxidos e Hidróxidos de Fe: como alteración de minerales y diseminados en mineral transparente.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 3 LA 9738

Se observa un mosaico de pirita y esfalerita, con escasa galena y abundantes sulfuros de plata, en bordes asociados minerales transparentes óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm.

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			
Pirita	----	----	
Galena	----	----	
Esfalerita	----		
Calcopirita	----		
Arsenopirita		----	
Marcasita		----	
Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).		----	
Goethita-Limonita			----
Mineral transparente	----	----	----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 5 LA 9734

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura bandeada, presenta una intercalación entre bandas de color blanco y negro, las primeras constituidas por minerales transparentes (silicatos y carbonatos), y las segundas formadas por minerales opacos.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Vetillas: Están constituidas por los siguientes minerales:

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Finos agregados diseminados en minerales transparentes.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas asociadas con galena en un mar de minerales transparentes.

Galena: En masas e islas asociada con la pirita, en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

2) Diseminados

Pirita: Pequeñas islas diseminadas en los minerales transparentes y asociada con galena forman Islas diseminadas en minerales transparentes alterada parcialmente por arsenopirita y marcasita.

Galena: Asociada con pirita formando Islas diseminadas en minerales transparentes.

Arsenopirita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

Marcasita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena.

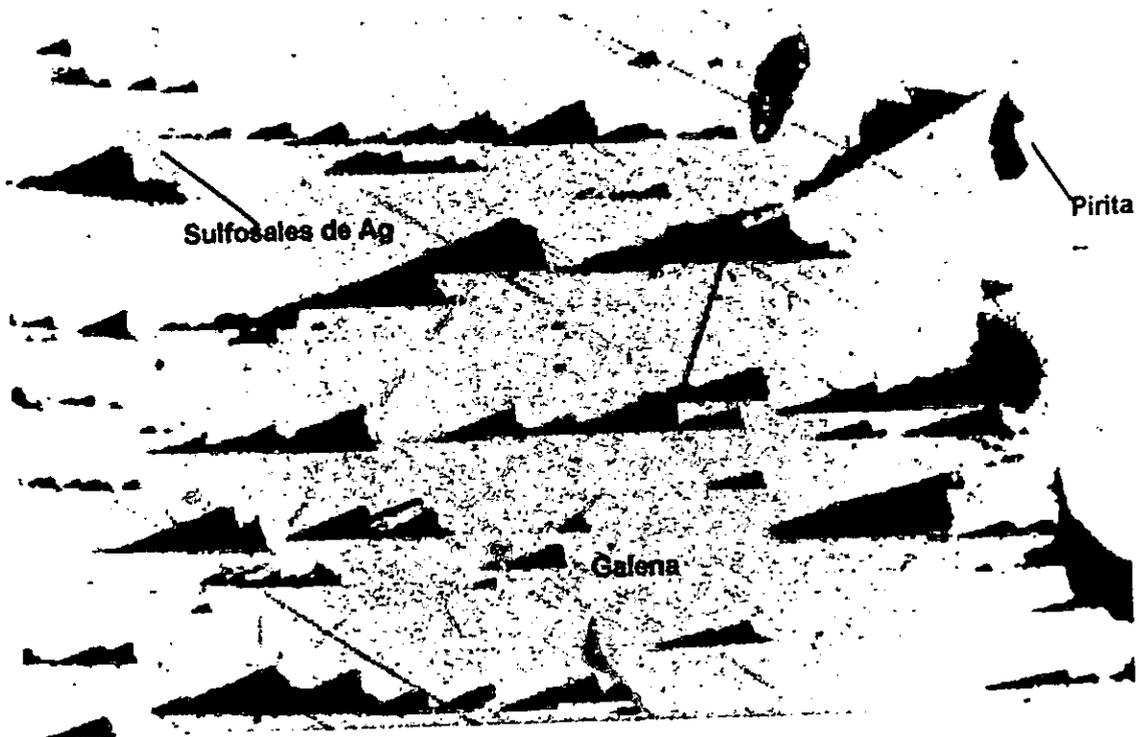
Óxidos e Hidróxidos de Fe: Diseminados en mineral transparente y en bordes como alteración de otros minerales.

Minerales Transparentes: ¿Rodocrosita?

Descripción de campo visual de la muestra SP - 5 LA 9734

Se observa un mosaico de galena con inclusiones de sulfosales de plata y pirita.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Oxidos e Hidróxidos de Mn.			_____
Pirita			_____
Galena			_____
Diseminados			
Pirita	_____		
Galena	_____		
Arsenopirita		_____	
Marcasita		_____	
** Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).		_____	
Goethita-Limonita		_____	_____
Mineral transparente	_____	_____	_____

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:
Veta mineralizada.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 6 LA 9733

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura brechoide constituida fragmentos angulosos de minerales transparentes con minerales opacos diseminados, la roca es cortada por finas vetillas de carbonatos.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Vetillas: Están constituidas por los siguientes minerales:

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Finos agregados diseminados en minerales transparentes.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas asociadas con galena en un mar de minerales transparentes.

Galena: En masas e islas asociada con la pirita, en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

2) Diseminados

Galena: Asociada con pirita formando Islas diseminadas en minerales transparentes.

Pirita: Asociada con galena forman Islas diseminadas en minerales transparentes alterada parcialmente por arsenopirita y marcasita.

Arsenopirita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

Marcasita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

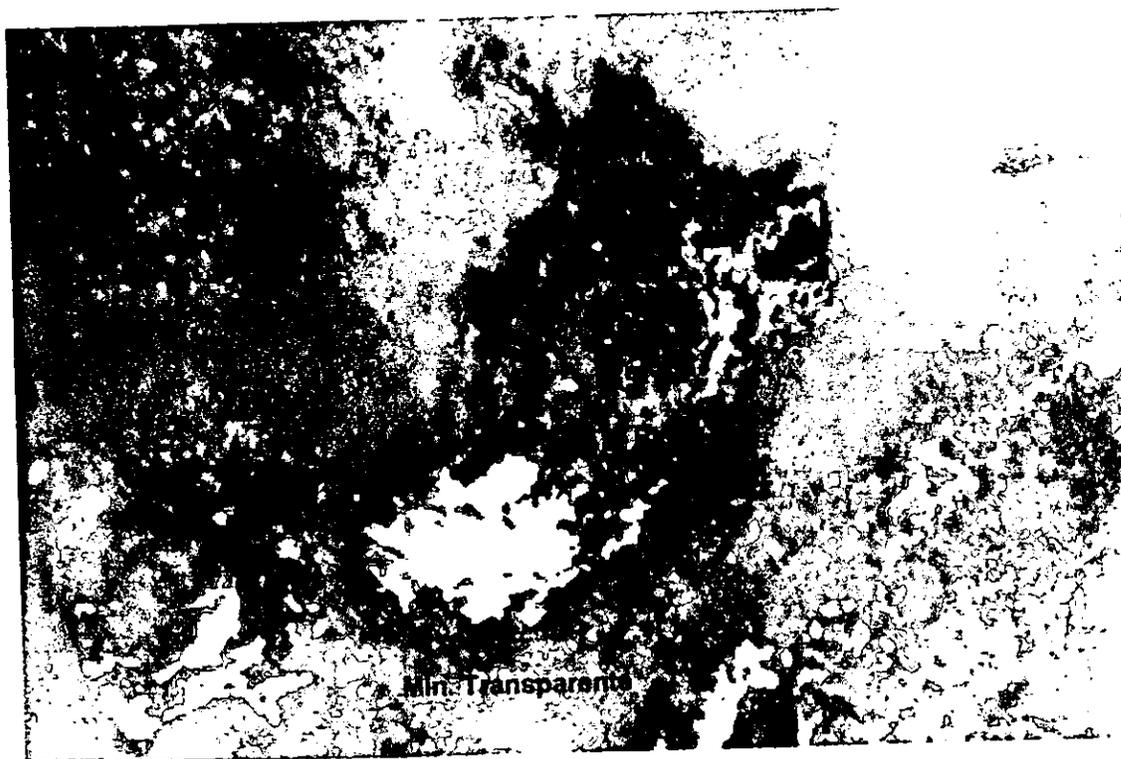
Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena.

Óxidos e Hidróxidos de Fe: diseminados en mineral transparente y como producto de alteración de minerales presentes.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 6 LA 9733

Se aprecia un mosaico de minerales transparentes, con islas de pirita, galena con bordes con óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			-----
Pirita			-----
Galena			-----
Goethita-Limonita			-----
Diseminados			
Pirita	-----		
Galena	-----		
Arsenopirita		-----	
Marcasita		-----	
Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).	-----		
Goethita-Limonita			-----
Mineral transparente	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Se divide en dos zonas una con gran cantidad de óxidos e hidróxidos de Mn y otra con Fe.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 7 LA 9742

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura brechoide formada por un mosaico heterogéneo de minerales transparentes y minerales opacos diseminados, estos últimos también en forma de finas vetillas.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Diseminados:

Galena: Como masas e islas intercrecida con la pirita, esfalerita y calcopirita, están alteradas en sus bordes por goethita-limonita.

Pirita: Como Islas brechada por introducción de galena, esta intercrecida con esfalerita, esta ultima también en forma de inclusiones, ambas están alteradas por goethita limonita.

Esfalerita: Forma islas con inclusiones de pirita y galena, esta alterada en sus bordes por hematita y goethita-limonita. Contiene además pequeñas inclusiones de pirita.

Calcopirita: se encuentra en pequeñas islas en galena, asociada a pirita.

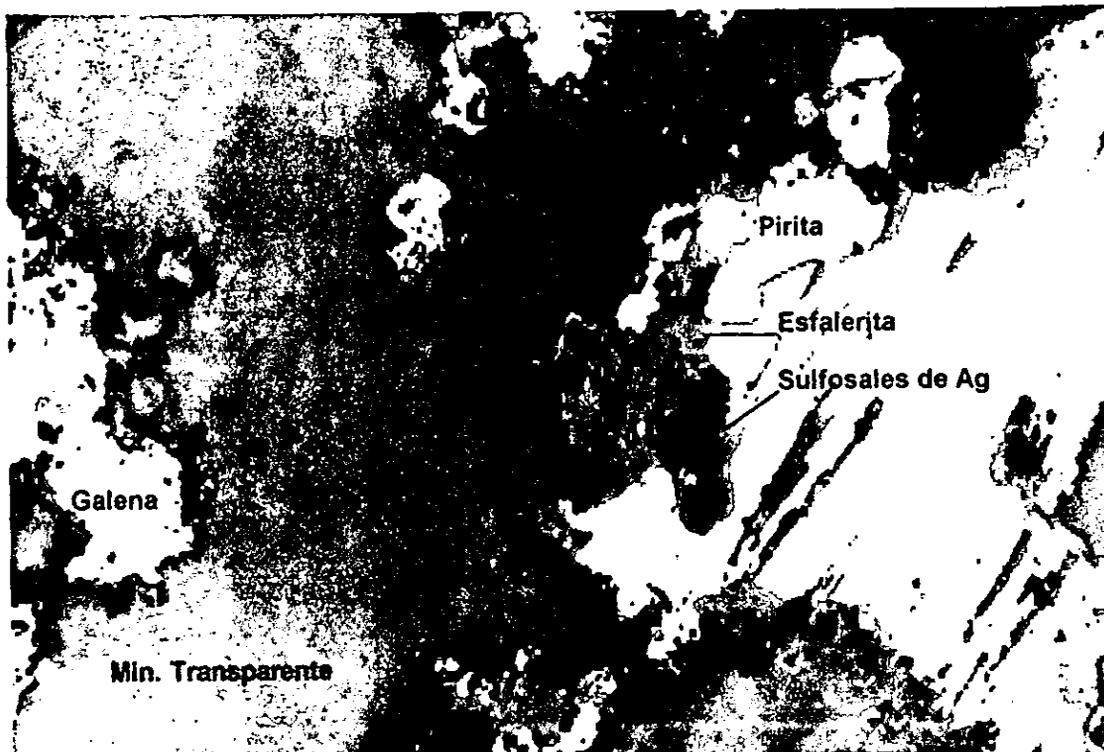
Goethita-limonita: como alteración de los minerales metálicos.

2) Vetillas: Están formadas principalmente por óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, con pequeñas islas de pirita, galena con pequeñas islas de calcopirita y esfalerita hacia los bordes.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 7 LA 9742

Se aprecian islas sinuosas de pirita, galena, esfalerita y sulfosales de plata en los bordes con minerales de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, diseminados en minerales transparentes.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			---
Pirita	-----		
Galena	-----		
Esfalerita	-----		
Goethita-Limonita			---
Diseminados			
Esfalerita	-----		
Pirita	-----		
Galena	-----		
Calcopirita		-----	
Goethita-Limonita		-----	-----
Mineral transparente	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP 8 LA 9737

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: No hay muestra mano

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

Muestra constituida por un mosaico heterogéneo de galena y pirita intercrecidas con minerales transparentes, ocasionalmente presenta exsoluciones de esfalerita y sulfosales de plata.

Galena: Son masas que bordean y brechan a la pirita con texturas de bahías, presenta ocasionalmente inclusiones de esfalerita y sulfosales de plata, también llega a presentarse como inclusiones dentro de la pirita. Se encuentra incluida en un mar de minerales transparentes.

Pirita: En masas y cristales subedrales a euhedrales, se encuentra brechada por la introducción de galena con texturas de golfos y penínsulas también se presenta como inclusiones dentro de la galena. Asociado con minerales transparentes

Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en galena se le ubica frecuentemente en los límites de este mineral asociado a pirita.

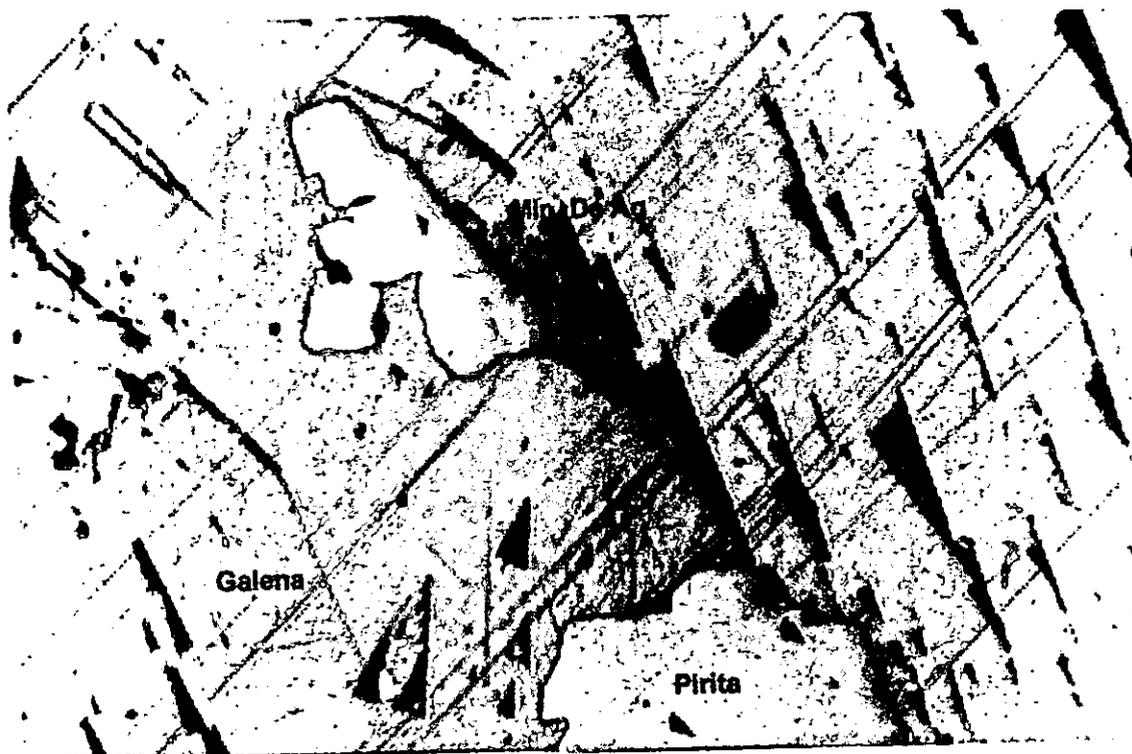
Óxidos e Hidróxidos de Manganeso: Solo se observan en forma diseminada en los minerales transparentes.

Goethita-Limonita: se encuentran diseminados y en bordes de minerales.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 8 LA 9737

Se presenta un mosaico de galena con islas anedrales de pirita e inclusiones de sulfosales de plata.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Pirita	_____		
Galena	_____		
Esfalerita	---	--	
** Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).		_____	---
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			_____
Goethita-Limonita			_____
Mineral transparente	_____	_____	_____

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada.

** Es recomendable realizar un estudio por microsonda electrónica para identificar adecuadamente los minerales de plata ya que varios de ellos presentan las mismas propiedades ópticas, además por su tamaño no es posible identificarlos plenamente.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 11 LA 9735

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura heterogénea, se aprecia una zona de color blanco completamente recristalizada por carbonatos con sulfuros (galena, pirita, esfalerita) diseminados, otra zona de la roca es de color negro con textura afanítica. La roca es cortada por finas vetillas de carbonatos que ocasionalmente contiene sulfuros diseminados.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Vetillas: Están constituidas por los siguientes minerales:

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Pequeños cristales diseminados en forma abundante, sin ninguna orientación.

Óxidos e hidróxidos de Fe: Como agregados y en forma diseminada.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas asociadas con galena en un mar de minerales transparentes.

Galena: En masas e islas asociada con la pirita, en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

2) Diseminados

Pirita: Cristales con textura acicular formando agregados, alterada parcialmente por arsenopirita, marcasita y asociada con galena, forma islas diseminadas en minerales transparentes y esta alterada parcialmente por goethita-limonita.

Galena: Asociada con pirita y en ocasiones con esfalerita formando islas diseminadas en minerales transparentes.

Calcopirita: Se encuentra en pequeñas islas dentro de galena, asociada a las sulfosales de plata.

Arsenopirita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

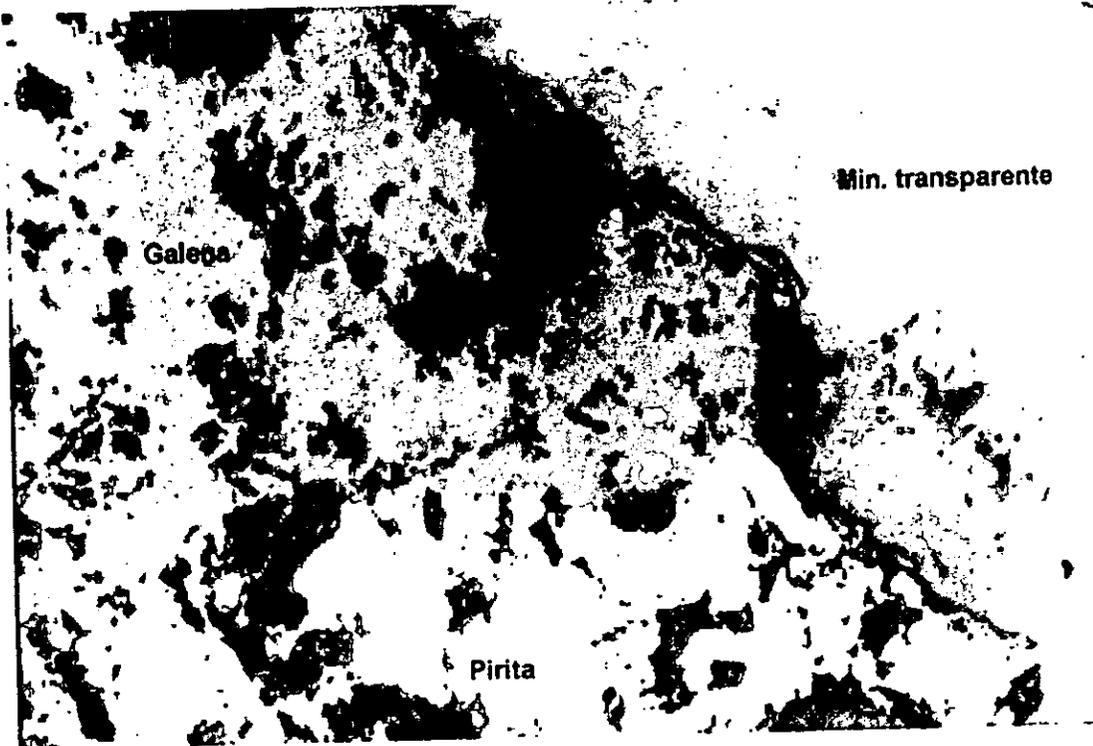
Marcasita: Como pseudomorfo parcial de pirita.

Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena, frecuentemente en los límites de este mineral asociado con la pirita.

Descripción de campo visual de la muestra SP- 11 LA 9735

Se aprecia un intercrecimiento de mineral transparente con galena y pirita, en los bordes óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μ m .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Oxidos e Hidróxidos de Mn.			---
Pirita			---
Galena			---
Goethita-Limonita			---
Diseminados			
Pirita	-----		
Galena	-----		
Calcopirita		-----	
Arsenopirita		---	
Marcasita		---	
Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).		-----	
Goethita-Limonita			-----
Mineral transparente	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 12 LA 9744

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura brechoide bandeada en donde se aprecia una intercalación entre bandas de color blanco y negro estas ultimas muy delgadas, entre estas bandas tiene sulfuros diseminados que ocasionalmente forma vetillas.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Vetillas: Están constituidas por óxidos e hidróxidos de manganeso, con cristales e islas de galena, pirita alterados por goethita-limonita y asociados a óxidos e hidróxidos de manganeso.

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Pequeños cristales diseminados en forma abundante, sin ninguna orientación.

Óxidos e hidróxidos de Fe: Como agregados y en forma diseminada.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas asociadas con galena en un mar de minerales transparentes.

Galena: En masas e islas asociada con la pirita, en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

2) Diseminados

Pirita: Cristales con textura acicular formando agregados, alterada parcialmente por arsenopirita, marcasita.

Galena: Asociada con pirita y en ocasiones con esfalerita formando islas diseminadas en minerales transparentes.

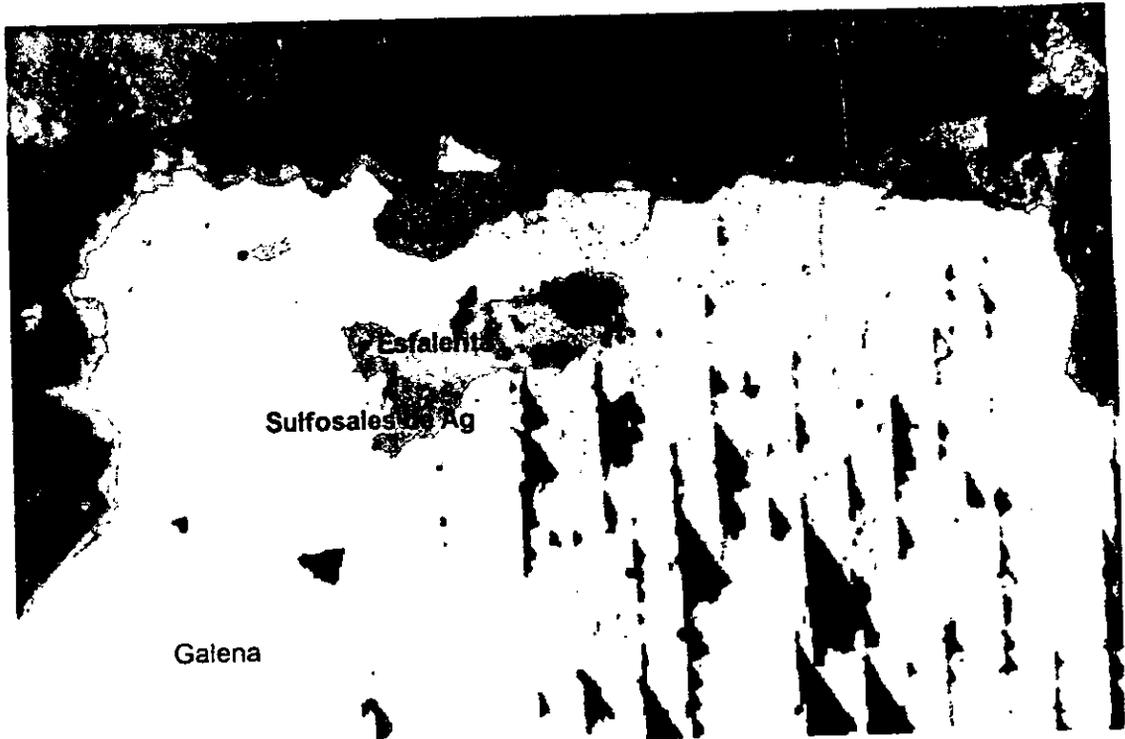
Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena y esfalerita frecuentemente en los límites de estos minerales con la pirita.

Óxidos e hidróxidos de Fe: Como agregados y en forma diseminada.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 12 LA 9744

Se aprecia una isla de galena con inclusiones y bordes de sulfosales de plata, en mineral transparente con óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Óxidos e Hidróxidos de Mn.			_____
Pirita	_____		
Galena	_____		
Goethita-Limonita			_____
Diseminados			
Pirita	_____		
Galena	_____		
Arsenopirita		_____	
Marcasita		_____	
Sulfosales de plata (Tetrahedrita-Tenantita).	_____		
Goethita-Limonita			_____
Mineral transparente	_____	_____	_____

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

Veta mineralizada.

ESTUDIO MINERAGRÁFICO

MUESTRA NÚMERO: SP - 13 LA 9727

DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA: Roca de textura bandeada, se observa una intercalación entre bandas de color blanco constituidas por minerales transparentes y bandas oscuras de sulfuros estas últimas más delgadas, también se presentan minerales opacos diseminados en las bandas de mineral transparente.

DESCRIPCIÓN MINERAGRÁFICA:

1) Vetillas: Están constituidas por los siguientes minerales:

Óxidos e hidróxidos de manganeso: Finas vetillas de grano muy fino sin ninguna orientación.

Pirita: cristales euhedrales a anedrales como islas en un mar de minerales transparentes.

Galena: En masas e islas asociada con la pirita, en ocasiones se encuentra fracturada por minerales transparentes.

Esfalerita: Cristales anedrales en forma de islas asociada con galena y como exoluciones en la pirita.

2) Diseminados

Pirita: Cristales con textura acicular formando agregados, asociada con galena forman islas diseminadas en minerales transparentes alterada parcialmente por arsenopirita, marcasita.

Galena: Asociada con pirita y en ocasiones con esfalerita formando islas diseminadas en minerales transparentes.

Arsenopirita: Como alteración de la pirita.

Marcasita: Como alteración de la pirita

Sulfosales de plata: Pequeños cristales anedrales como inclusiones en la galena, frecuentemente en los límites de este mineral con la pirita.

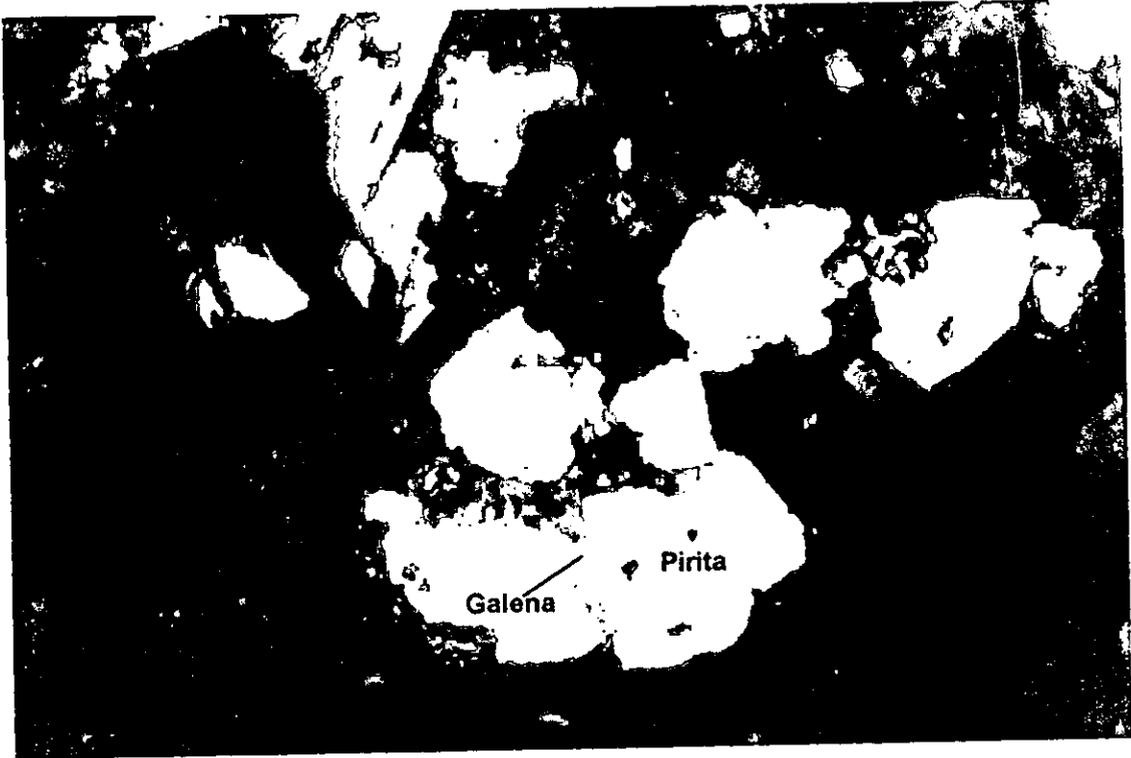
Hematita: Se encuentra formando finas láminas con minerales transparentes.

Goethita-limonita: Se presenta como agregados que bordean a los demás minerales opacos con textura esquelética.

Descripción de campo visual de la muestra SP - 13 LA 9727

Se presentan islas anedrales de pirita, esfalerita y galena diseminadas en mineral transparente.

Fotomicrografía:



Escala Gráfica: _____ 104 μm .

CUADRO PARAGENÉTICO

Minerales	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Vetillas			
Oxidos e Hidróxidos de Mn.			
Pirita			
Galena			
Esfalerita			
Diseminados			
Pirita			
Galena			
Arsenopirita			
Marcasita			
** Sulfosales de plata. (Tetrahedrita-Tenantita)			
Hematita			
Goethita-Limonita			
Mineral transparente			

CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES:

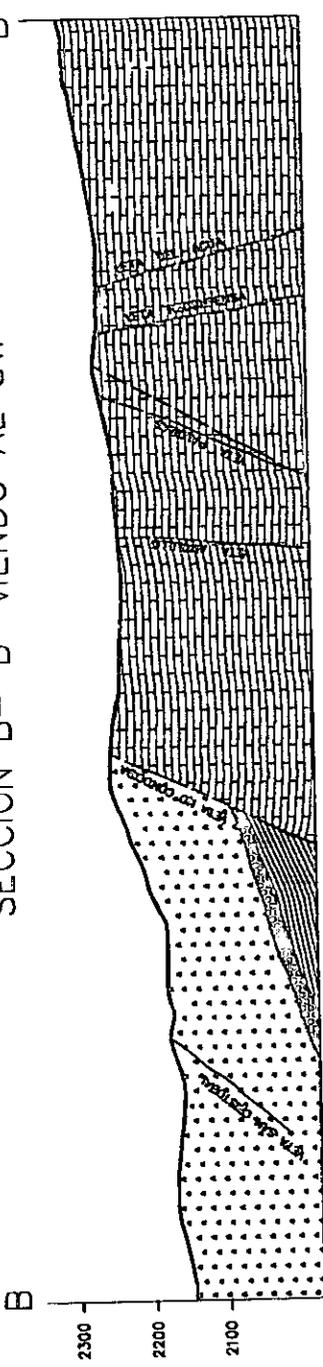
Veta mineralizada.

** Es recomendable realizar un estudio por microsonda electrónica para identificar adecuadamente los minerales de Ag ya que varios de ellos presentan las mismas propiedades ópticas, además por su tamaño en las muestras no es posible identificarlos plenamente.

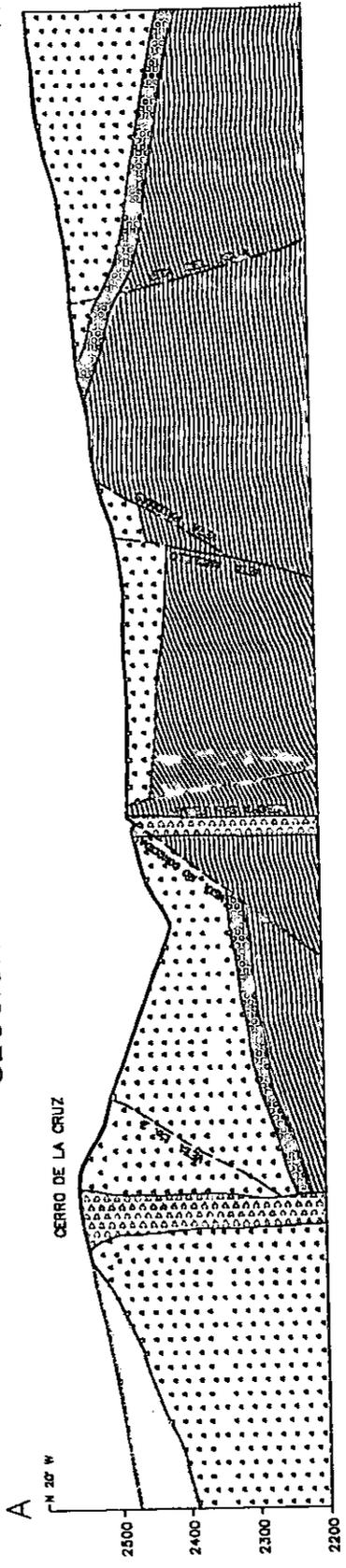
TABLA MOSTRANDO RELACION DE MUESTRAS Y TIPO DE ESTUDIO.

TIPO MUESTRA	No DE MUESTRA	LUZ NORMAL	NICOLES X	OBSERVACIONES
LAM.DELGADA	L.M. 1		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 2		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 4		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 9		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 10	X		OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 11		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 14		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
LAM.DELGADA	L.M. 15		X	OBJ. 20X OCULAR 10X
SUP.PULIDA	S.P. 1	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 2	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 3	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 3	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 3	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 3	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 3	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 5	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 5	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 6	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 7	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 8	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 8	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 11	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 11	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 11	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 12	X		OBJ. 20X OEL
SUP.PULIDA	S.P. 13	X		OBJ. 20X OEL

SECCION B- B' VIENDO AL SW

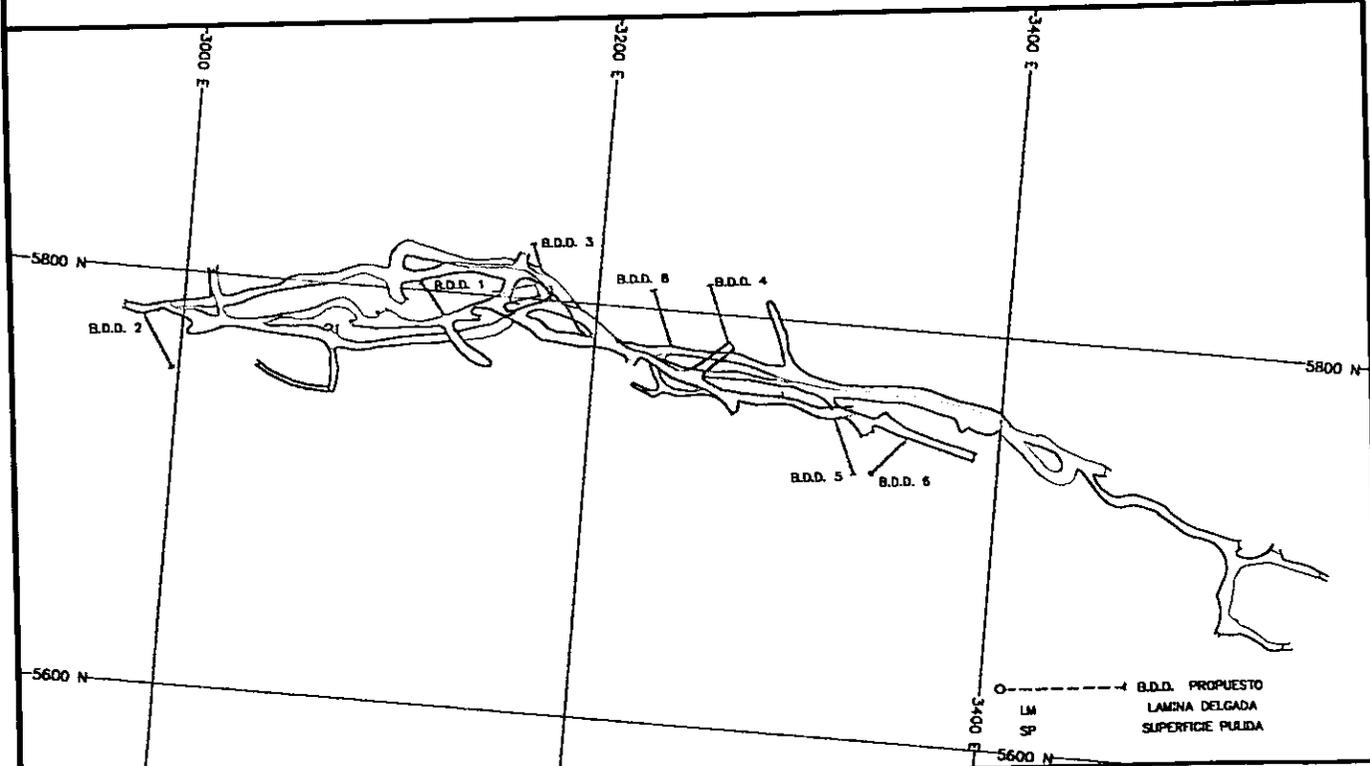
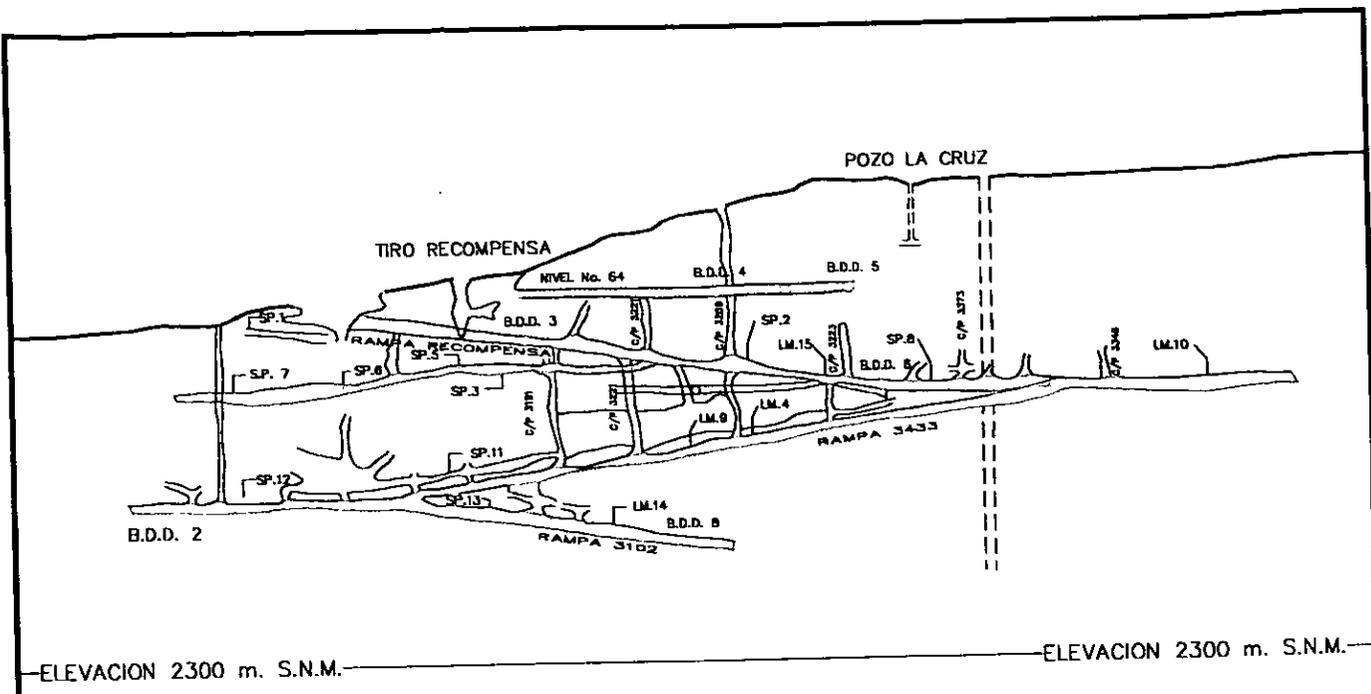


SECCION A- A' VIENDO AL SW

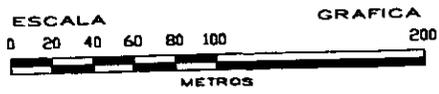


Nota: El significado de los colores se indica en la fig. 4a

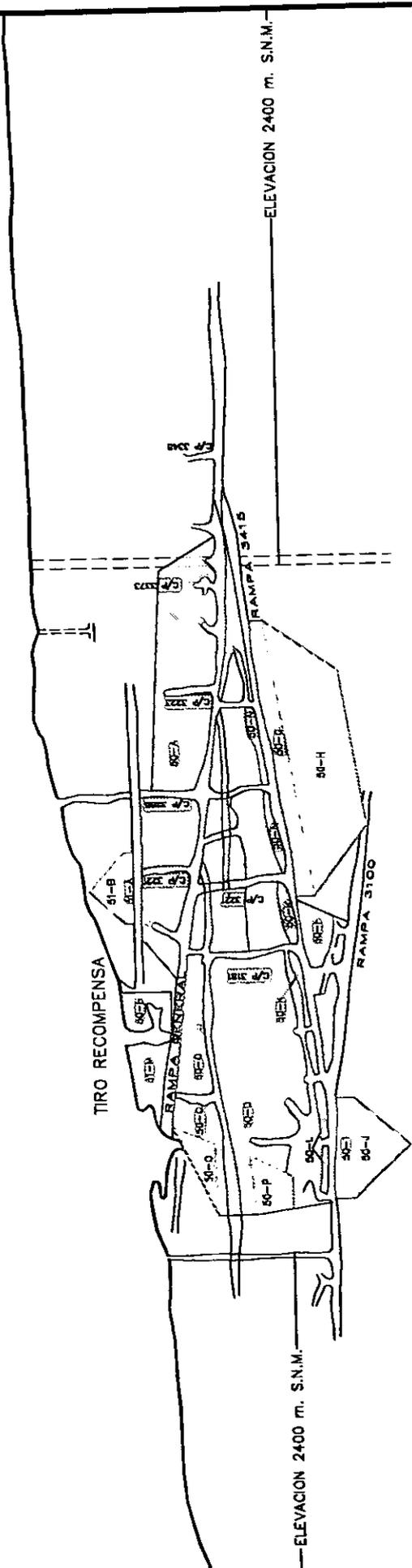
UNAM	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA	
PLANO MOSTRANDO SECCIONES A-A' Y B-B'	
TOMADO DE CIA. MINAS LA COLORADA S.A. DE C.V.	
FILIBERTO GARCIA M.	ESC: 1 : 5000
FECHA 1987	FIGURA No. 4b



Nota: Cada color indica al mismo nivel o rampa, en sección longitudinal y planta.



UNAM			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA			
SECCION LONGITUDINAL			
PLANO DE LOCALIZACION DE MUESTRAS			
TOMADO DE CIA. MINAS LA COLORADA S.A. DE C.V.			
FILIBERTO GARCIA M.	ESC: 1 : 2000	FECHA 1997	FIGURA No. 8



RESERVAS PROBADAS						
BLOQUE	TONS	Au	Ag	Pb	Zn	Ap
		grs / tons			%	mts
50-A	22687	0.80	426	0.85	0.22	1.40
50-B	755	0.50	548			0.50
50-C	8151	0.10	385	0.23		1.60
50-D	20526	0.10	410	0.22		1.80
50-E	3393	0.00	498			1.60
50-F	1814	0.20	308			2.80
50-G	8982	0.00	325			2.50
50-I	1853	0.10	446			2.5
50-L	2227	0.10	320			3.00
50-K	1147	0.20	355			2.40
50-M	868	0.10	338			0.80
51-A	587	0.00	307			1.00
	76838	0.10	404	0.37		0.08

RESERVAS PROBABLES						
BLOQUE	TONS	Au	Ag	Pb	Zn	Ap
		grs / tons			%	mts
50-H	16200	0.00	304			1.50
50-J	1822	0.10	446			2.50
50-O	2840	0.10	395			1.60
50-P	3037	0.10	421			1.80
51-B	845	0.00	307			1.00
	24944	0.10	337			

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA, MINA LA RECOMPENSA

PLANO MOSTRANDO LAS RESERVAS

AL 31 ENERO DE 1997

TOMADO DE CIA. MINAS LA COLORADA S.A. DE C.V.

FILIBERTO GARCIA M. ESC: 1 : 2000 FECHA 1997 FIGURA No. 9

RESERVAS PROBADAS Y DISPONIBLES

RESERVAS PROBABLES