



20  
10

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DEL DISTRITO DE  
CONETO DE COMONFORT, EDO. DE DURANGO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO GEOLOGO  
PRESENTA  
JOSE ANTONIO DE JESUS OLMEDO VERA  
MEXICO, D. F. 1979



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.

# CONTENIDO

	Página
<b>I. INTRODUCCION</b>	
I.1 Introducción.....	2
I.2 Objeto del Estudio .....	3
I.3 Historia Minera del Distrito .....	3
I.4 Trabajos Previos.....	7
I.5 Método de Trabajo.....	8
I.5.1 Trabajos de Campo.....	9
I.5.2 Trabajos de Gabinete.....	12
I.6 Situación Legal.....	14
<b>II. GEOGRAFIA</b>	
II.1 Localización y Extensión del Area .....	17
II.2 Acceso y Vías de Comunicación.....	17
II.3 Clima.....	19
II.4 Flora y Fauna.....	20
II.5 Población y Cultura.....	21
II.6 Fisiografía.....	22
II.6.1 Geomorfología .....	24
II.6.2 Orografía.....	26
II.6.3 Hidrografía.....	27
<b>III. GEOLOGIA</b>	
III.1 Geología Regional.....	32
III.2 Geología Local.....	39
III.2.1 Estratigrafía .....	39
III.2.1.1 Introducción.....	39
III.2.1.2 Secuencia de Rocas Volcánicas y Estratificadas.....	40
III.2.1.3 Secuencia de Rocas Intrusivas.....	51

III.2.2	Geología Estructural.....	54
III.2.3	Geología Histórica.....	58

#### IV. YACIMIENTOS MINERALES

IV.1	Introducción.....	63
IV.2	Formas, Dimensiones y Manifestaciones Superficiales.....	64
IV.3	Mineralogía.....	67
IV.3.1	Mineralización.....	67
IV.3.2	Minerales que constituyen las Vetas.....	68
IV.3.2.1	Minerales de Mena.....	69
IV.3.2.2	Minerales de Ganga.....	72
IV.4	Paragénesis, Sucesión y Zoncamiento.....	73
IV.5	Roca Encajonante y Alteraciones.....	77
IV.6	Clasificación y Génesis.....	78

#### V. GEOLOGIA DE MINAS

V.1	Controles de la Mineralización.....	83
V.1.1	Gufas Fisiográficas.....	83
V.1.2	Gufas Mineralógicas.....	85
V.1.3	Gufas Estratigráficas y Litológicas.....	87
V.1.4	Gufas Estructurales.....	88
V.2	Descripción de Obras Mineras y Cuerpos Mineralizados.....	89
V.2.1	Area La Bufa.....	90
V.2.2	Area La Palma.....	97
V.2.3	Area Durazno-Impulsora.....	104
V.2.4	Area Promontorio.....	110
V.2.5	Area Loma Verde.....	113
V.3	Cálculo de Reservas.....	114
V.3.1	Introducción.....	114
V.3.2	Definiciones y Métodos de Bloqueo.....	117

	Página
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI.1 Conclusiones.....	130
VI.1.1 Geológicas .....	130
VI.1.2 Geológico-Económicas.....	131
VI.2 Recomendaciones.....	133
VI.2.1 Generales .....	133
VI.2.2 Obras Directas .....	135
BIBLIOGRAFIA.....	137
APENDICE A - ANALISIS PETROGRAFICOS, PARAGE- NETICOS Y ESPECTROMETRICOS .....	Al final
APENDICE B - PRODUCCION.....	"
APENDICE C - FOTOGRAFIAS .....	"

## PLANOS E ILUSTRACIONES

<u>PLANOS</u>		Entre páginas
1	Localización y Vías de Acceso. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	16 y 17
2	Provincias Fisiográficas. República Mexicana	22 y 23
3	Provincias Metalogenéticas. Estado de Durango.....	23 y 24
4	Geocronométrico. Subprovincia de Altas Llanuras, Estado de Durango.....	38 y 39
5	Imagen de Satélite Ertis. Sierra de Coneto, Dgo. Esc. 1:1'000,000.....	54 y 55
6	Áreas Mineras - Coneto de Comonfort, Dgo. .	Al final
7	Geológico-Topográfico. Coneto de Comonfort, Durango.....	"
8	Secciones Geológicas. Coneto de Comonfort, Durango.....	"
9	Muestreo en Sección Longitudinal a rumbo de Veta Santo Niño. Diagramas de Variabilidad, Histogramas y Curvas de Frecuencia Acumulada. Área La Bufa. Coneto de Comonfort, - Durango.....	"
10	Muestreo en Sección Longitudinal a rumbo de Veta San Miguel. Diagramas de Variabilidad, Histogramas y Curvas de Frecuencia Acumulada. Área La Bufa. Coneto de Comonfort, Durango.....	"

PLANOS

11	Geológico del Nivel Cero Mina La Bufa. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	Al final
12	Geológico del Nivel 3 Mina La Palma. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	"
13	Sección Vertical Longitudinal Mina La Palma. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	"
14	Geológico. Vetas El Durazno y El Higo. Mina Impulsora. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	"
15	Muestreo en Sección Longitudinal, mostrando - Gráficas de Variabilidad, Curvas de Frecuencia y Cubicación de Reservas. Mina Impulsora. - Coneto de Comonfort, Dgo. ....	"
16	Geológico del Socavón El Nogalito. Planta y - Sección Vertical Longitudinal. Area Promontorio. Coneto de Comonfort, Dgo. ....	"

LAMINAS

1	Cuadro Estratigráfico.....	53 y 54
2	Cuadro de Vetas.....	66
3	Cuadro de Sucesión Mineralógica.....	75
4	Cálculo de Reservas Veta Santo Niño .....	94
5	Cálculo de Reservas Veta San Miguel.....	96
6	Cálculo de Reservas Mina Impulsora .....	109
7	Esquema de Cálculo de Reservas.....	127
8	Cuadro General de Reservas. Unidad Coneto de Comonfort.....	128

## I. INTRODUCCION

## 1.1 Introducción

México es un país tradicionalmente productor de minerales metálicos como lo muestran las grandes minas de plata, oro, plomo y zinc, que generaron gran riqueza y poder en la Época Colonial y en el siglo pasado. En la actualidad surge la necesidad de incrementar la exploración y desarrollo de la minería en todos sus niveles.

Dadas las necesidades de la industria minero metalúrgica el Gobierno Mexicano ha creado una serie de organismos públicos con financiamiento y asesoramiento técnico que se dedican en conjunto a desarrollar íntegramente la Minería Nacional, con el objeto de crear y preservar fuentes de trabajo y aumentar la producción comercial del país.

La minería a pequeña escala juega un papel económico y social muy importante en la economía actual y su estabilidad depende del apoyo que le brinden las instituciones públicas mencionadas.

El Consejo de Recursos Minerales a través de su Departamento de Contratos y Consultas a la Pequeña y Mediana Minería, se ha dedicado a proveer asistencia técnica y financiamiento a los pequeños y medianos mineros con el objeto de consolidar sus operaciones minero-metalúrgicas mediante la creación de reservas de mineral que permitan a su vez preservar la fuente de trabajo establecida en el

área, tal es el caso del Proyecto Coneto de Comonfort. Durango, objeto del presente estudio.

## 1.2 Objeto del Estudio

A solicitud de la Compañía Minera Comonfort, S.A., el Consejo de Recursos Minerales por medio de su Gerencia de Evaluación y Contratos y el Departamento de Contratos y Consultas a la Pequeña y Mediana Minería, realizó el presente estudio en el área amparada por las concesiones que controla dicha Compañía, en el Municipio de Coneto de Comonfort, Estado de Durango, con el objeto de cuantificar e incrementar las reservas existentes de mineral de oro, plata y fluorita, para evaluar la importancia económica y potencialidad del yacimiento y permitir así un programa de exploración y desarrollo, que sustente un ritmo de explotación suficiente para mantener en actividad óptima la planta de beneficio instalada en el Distrito Minero Coneto, la cual tiene una capacidad actual de 400 toneladas diarias.

## 1.3 Historia Minera del Distrito de Coneto

El mineral de Coneto ha sido explotado a través de varias etapas en la historia de México.

En la época precortesiana existen indicios que dan testimonio de que una tribu sedentaria contemporánea a los indios tepehuanos,

se dedicó al minado y beneficio de plata y estaño. En el paraje conocido como Coneto de Indios se han encontrado grasas de fundición utilizadas en aquellos tiempos; mientras que en la Veta Loma Verde, en un socavón labrado perfectamente, de dimensiones reducidas en sección trapezoidal (triángulo isósceles truncado un poco abajo de su vértice superior), se hallaron una serie de "metla pillis" (metlapiles), con los cuales estos indios molían el mineral. El mineral obtenido lo comerciaban con pueblos o zonas más populosas al sur. Se sabe que algunas culturas mexicanas utilizaban el estaño aleado con cobre, aleación que los españoles llamaban "Tumbaga", para la elaboración de varias de sus armas, herramientas, utensilios y ornamentos.

La historia escrita de estas tierras parte del año de 1554 cuando en una expedición capitaneada por Francisco de Ibarra y asesorada por Juan de Tolosa (notable descubridor de minas), se descubre el mineral de Coneto junto con los de Peñón Blanco y San Lucas de Ocampo. En esta expedición no se fundó ninguna población y no fue hasta el año de 1572, cuando se empezaron a explotar las minas de Coneto fundándose el Real de Coneto.

En primer lugar se debieron fundir minerales de oro y plata sin minerales de ayuda en hornos castellanos de simple construcción; posteriormente, perfeccionaron esta fundición con minerales de ayuda

traídos de otros minerales cercanos a Coneto. En segunda instancia implantaron el proceso de amalgamación; todavía existen ruinas de la hacienda principal y de una presa sobre el Arroyo de Coneto, con un cárcamo que tenía tres descargas; se nota aún el patio y sus piletas. (Aplicaron la modalidad de la amalgamación llamada "Proceso de Patio").

Desde la gran planta, río abajo y en las márgenes de éste, se observan ruinas de varios molinos de éfmera construcción que corresponden a pequeñas plantas de beneficio de rango familiar donde beneficiaron minerales de plata y oro, y en menor escala mercurio y estaño.

Se dice que hubo casa de moneda en Coneto, por lo tanto la plata y oro ya quintados y diezmos pudieron ser aprovechados de inmediato. Se dice que los españoles trabajaron seis minas: la Mina San Miguel, Mina La Palma, Mina El Tajo, Mina de Guadalupe, Mina de Urtadeña y La Pobre.

En cierta escala, el mineral de Coneto fue autosuficiente, aún en la época de la amalgamación pues el mercurio estaba a su alcance; leña, alimento y mano de obra estaban ahí mismo. En la época de fundición, la mayoría de los metales de oro y plata eran fáciles de flotar debido a su contenido de fluorita.

El método de extracción fue principalmente el de rebajes

abiertos. Los avances fueron pozos irregulares en veta y también socavones y frentes.

El tumbé y avances fueron hechos con picos, barras, barretas, cuñas y marros; es posible que hayan utilizado el tumbé con cal viva en algunos lugares.

Los minerales que disfrutaron los españoles, según se dice, tuvieron mucho oro libre, sin duda proveniente de la zona de oxidación de las vetas, tales como La Palma y San Miguel.

Se ignora cuando empezaron a usar la pólvora en estas minas, pero se supone que fue simultáneo a Guanajuato en 1727.

Existen varios relatos tendenciosos acerca del abandono de estas minas, pero la realidad es, que según datos fidedignos, los españoles abandonaron estas minas no tan solo por su lejanía e incomunicación, sino porque no pudieron con el agua de las minas; tal abandono lo hicieron en el año de 1790.

A fines del siglo XIX parece que volvieron a iniciarse las operaciones mineras en Coneto por una compañía extranjera, inglesa o norteamericana, que acondicionó las minas e instaló máquinas de vapor para mover malacates; no obstante abandonaron sus labores durante la Revolución de 1910.

En la década de los años 30, las minas fueron trabajadas y casi de inmediato abandonadas.

Posteriormente no se tienen datos acerca de la posible existencia de otras compañías mineras, lo que sí se puede garantizar es que las minas sufrieron una explotación selectiva a manera de gambusinaje, dejando las mismas en estado peligroso. No fue sino hasta el final de la década de los años 60 cuando una compañía norteamericana, volvió a arrancar estas minas instalando un molino de flotación y cerrando el negocio en 1973.

En 1976, empezó a operar la actual empresa Compañía Minera Comonfort, S.A.

#### 1.4 Trabajos Previos

Aunque el mineral de Coneto se conoce desde la época precortesiana, actualmente no existe ningún estudio formal del yacimiento mineral anterior al año de 1974. En este año aparece un estudio geohidrológico del área, hecho para la Comisión de Fomento Minero por el Ingeniero Mario Veytia Barba. El objetivo de tal estudio era el de investigar los recursos hidrológicos existentes, para resolver el problema de abastecimiento de agua a la planta de beneficio de la mina.

A partir de 1976 se han venido realizando una serie de trabajos de exploración minera a cargo del Consejo de Recursos Minerales, así como también la Compañía Minera Comonfort, S.A. ha realizado algunas exploraciones. Cabe mencionar que actualmente el Insti-

tuto Nacional de Energía Nuclear se encuentra efectuando estudios de exploración de minerales radioactivos en zonas aledañas a los fundos mineros concesionados a la Compañía Minera Comonfort, S.A., principalmente al sureste de los mismos, cerca del área de La Bufa.

A continuación se mencionan las principales referencias disponibles (todas inéditas), y que son en orden cronológico:

Informe de la visita realizada a la Mina El Durazno de la Cía. Minera Comonfort, S.A. Ing. Miguel L. Carrasco Centeno. Consejo de Recursos Minerales. 1976.

Informe Geológico-Minero Preliminar. Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Elaboración: Ing. Héctor Rodríguez M. Colaboración: Ing. Enrique Guzmán S. Supervisión Técnica: Ing. Alejandro Briones y García. Consejo de Recursos Minerales. Julio 15 de 1977.

Informe Geológico-Minero. Compañía Minera Comonfort, S.A., Unidad Coneto. Ing. Raúl Estrada C. Octubre de 1977.

Estudio Geológico del Distrito Minero de Coneto de Comonfort, Estado de Durango. Elaboración: José Antonio Olmedo Vera y Francisco Verdugo Díaz. Geología de Campo II. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 1978.

Estudio de Viabilidad del Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Ing. Alejandro Briones y García. Consejo de Recursos Minerales. Mayo de 1978.

## 1.5 Método de Trabajo

Para fines prácticos este capítulo se ha dividido en trabajos de campo y trabajos de gabinete. A continuación se describen brevemente los principales métodos utilizados en el presente proyecto.

tuto Nacional de Energía Nuclear se encuentra efectuando estudios de exploración de minerales radioactivos en zonas aledañas a los fundos mineros concesionados a la Compañía Minera Comonfort, S.A., principalmente al sureste de los mismos, cerca del área de La Bufa.

A continuación se mencionan las principales referencias disponibles (todas inéditas), y que son en orden cronológico:

Informe de la visita realizada a la Mina El Durazno de la Cía. Minera Comonfort, S.A. Ing. Miguel L. Carrasco Centeno. Consejo de Recursos Minerales. 1976.

Informe Geológico-Minero Preliminar. Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Elaboración: Ing. Héctor Rodríguez M. Colaboración: Ing. Enrique Guzmán S. Supervisión Técnica: Ing. Alejandro Briones y García. Consejo de Recursos Minerales. Julio 15 de 1977.

Informe Geológico-Minero. Compañía Minera Comonfort, S.A., Unidad Coneto. Ing. Raúl Estrada C. Octubre de 1977.

Estudio Geológico del Distrito Minero de Coneto de Comonfort, Estado de Durango. Elaboración: José Antonio Olmedo Vera y Francisco Verdugo Díaz. Geología de Campo II. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 1978.

Estudio de Viabilidad del Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Ing. Alejandro Briones y García. Consejo de Recursos Minerales. Mayo de 1978.

## I.5 Método de Trabajo

Para fines prácticos este capítulo se ha dividido en trabajos de campo y trabajos de gabinete. A continuación se describen brevemente los principales métodos utilizados en el presente proyecto.

### 1.5.1 Trabajos de Campo

#### a) Topografía

Se realizó el levantamiento topográfico de superficie con los métodos de poligonal cerrada con tránsito y cinta metálica y poligonal abierta con tránsito y estadía controlada en sus extremos por orientación astronómica. Además se realizó una triangulación de tercer orden. La poligonal abierta se completó con secciones paralelas equidistantes con el método de estadía.

Para obtener las cotas de los bancos de nivel se empleó el sistema de nivelación simple utilizando el tránsito como goniómetro vertical y en algunos casos el método de nivelación por tres hilos, método que alcanza precisiones al diezmilímetro, generalmente para comunicación de obras.

Para el caso de topografía de minas se utilizó el método de tránsito, cinta y flexómetro y en algunos casos brújula colgante y cinta.

#### b) Fotogeología

Se elaboró un mosaico fotogeológico preliminar a partir de fotografías aéreas escala 1:50,000 con la finalidad de detectar los principales rasgos geológicos regionales. También se observaron imágenes de Satélite Ertis escala 1:1,000,000.

### c) Geología Superficial

La geología superficial se realizó a partir de secciones hechas con brújula y cinta, apoyados con plano topográfico de la zona.

### d) Geología de Interior de Mina

La reconstrucción geológica de las minas se efectuó utilizando el levantamiento topográfico como base, refiriendo los datos a puntos topográficos fijos; en la medición de los datos geológicos se utilizó brújula brunton, cinta de lienzo y flexómetro. Además se hicieron secciones transversales que muestran el comportamiento especial de las estructuras.

### e) Muestreo

#### 1. Muestreo de Superficie

El muestreo de superficie se realizó por medio de un cateo. Para ello se utilizó dinamita y máquinas barrenadoras de motor de gasolina.

Se excavaron catas en superficie en lugares donde se presentaban manifestaciones de mineral y sobre las estructuras conocidas con el fin de determinar su continuidad y tomarlas de apoyo para la ubicación de reservas. (Ver Fotografía No. 1).

## 2. Muestreo de Mina

El muestreo se llevó a cabo en forma sistemática en todas las obras accesibles que fueron sobre veta, tomando muestras de canal y de tablas para observar la dilución a intervalos de 2.0 metros a rumbo de estructura.

También se tomaron muestras para estudios petrográficos y paragenéticos de las diferentes unidades litológicas y de material de veta, con el fin de comprobar las observaciones de campo con las de laboratorio.

### f) Obras Mineras

Primeramente se realizaron trabajos de desague, limpieza y desatierre de obras mineras antiguas inaccesibles con el objeto de rehabilitarlas e iniciar los trabajos de exploración con obra directa.

Los trabajos de exploración con obra directa tienen el objeto primordial de ubicar reservas de mineral positivo y probable, por lo que la mayoría de las obras, excepto cruceros de exploración, se han hecho a rumbos de estructura y sobre mineral para que a la vez sirvan de pilar para la preparación de las minas.

### I.5.2 Trabajo de Gabinete

#### a) Documentación

Consistió de un análisis y una síntesis de los trabajos que pudieron obtenerse del área, así como de una recopilación de planos y fotografías con el fin de tener un panorama general previo a los trabajos de campo.

#### b) Elaboración de Planos

En el gabinete se elaboraron los planos y las secciones geológico-mineras, de los levantamientos realizados en el campo, así como las proyecciones verticales de las obras mineras.

Posteriormente se elaboraron gráficas de variabilidad de las diferentes minas para observar el comportamiento de la mineralización a lo largo de las estructuras mineralizadas a rumbo de obra minera.

#### c) Cálculo de Reservas

Tomando como base el muestreo y las mediciones realizadas en las diferentes obras directas de exploración se efectuó el cálculo de reservas, con el método que se detallará en el capítulo correspondiente.

#### d) Programa de Exploración

Finalmente de acuerdo con el análisis económico-minero del yacimiento se fijó un programa de exploración que se mencionará brevemente al final del estudio y que constituirá la base de la siguiente etapa de exploración.

#### e) Laboratorio

A través del desarrollo de la exploración se han tomado muestras para:

Análisis químico cuantitativo

Análisis petrográficos y paragenéticos

Análisis espectrométricos por difracción de rayos X

Los resultados de los análisis químicos se encuentran representados en las gráficas de variabilidad de las diferentes minas y los resultados de los análisis petrográficos, paragenéticos y espectrométricos se localizan en el Apéndice A, situado al final del estudio.

#### f) Geoquímica

Actualmente, el Consejo de Recursos Minerales a través de su Gerencia de Estudios Especiales, está realizando investigaciones geoquímicas en el área de trabajo, utilizando principalmente el método de vapores de mercurio y oclusiones fluídas para conocer las anomalías

llas geoquímicas y las temperaturas de formación de los yacimientos minerales respectivamente.

#### 1.6 Situación Legal

La Compañía Minera Comonfort, S.A., es concesionaria directa de los siguientes fundos mineros:

<u>LOTE</u>	<u>TITULO</u>	<u>SUPERFICIE (Has.)</u>	<u>AGENCIA</u>
La Palma IV	150408	117. 1475	Durango, Dgo.
La Palma VI	150370	27. 2966	Durango, Dgo.
La Palma	147716	4. 7139	Durango, Dgo.
El Durazno	150091	173. 4528	Durango, Dgo.
Soledad I	152192	215. 7270	Durango, Dgo.
Soledad III	152194	254. 2730	Durango, Dgo.
Colemanito	152193	9. 9879	Durango, Dgo.

Los lotes antes mencionados se encuentran localizados en el Municipio de Coneto de Comonfort, Estado de Durango, la superficie titulada es de 802.5987 hectáreas y las sustancias concesionadas son oro, plata, plomo, zinc, cobre y fluoruro de calcio.

Los lotes que se enumeran a continuación, se encuentran en trámite de titulación:

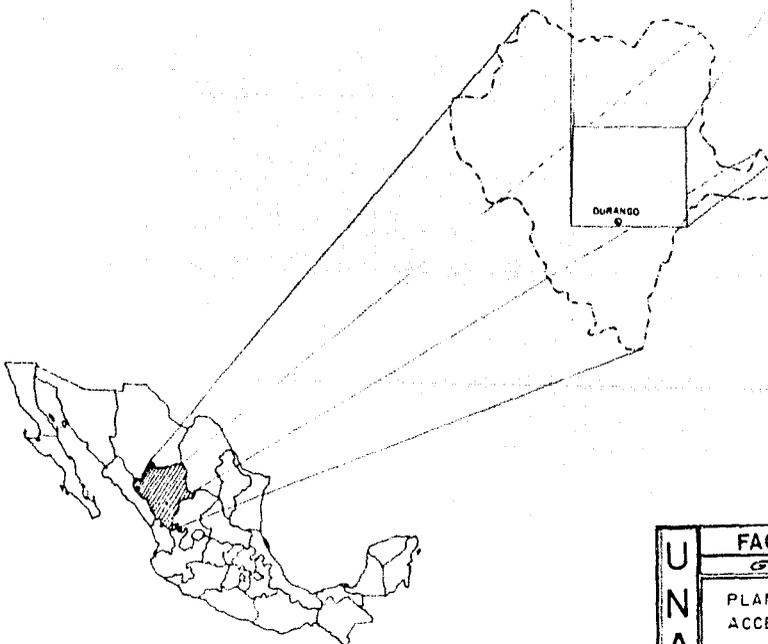
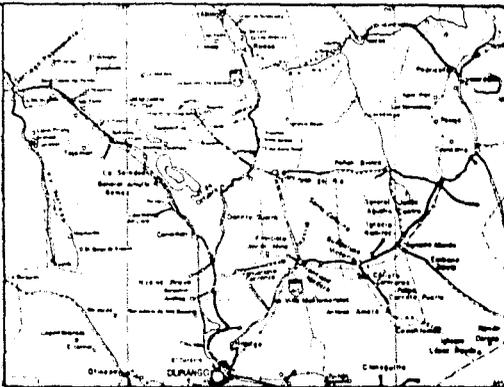
<u>LOTE</u>	<u>EXPEDIENTE</u>
El Indio	16075
El Tiburón	16010
Niña Querida I	16091
Niña Querida II	16092
El Durazno III	16003
Nueva Orcadeña	16009
Ampliación de Promontorio	16090
Promontorio	11901
La Pobre	10246
La Palma Dos	10385
La Palma Tres	10463
Sra. Delfa	15556
Fracción de La Fama	10951
La Fama	15019
Fracción NE de La Palma III	15774
La Palma Siete	15772
La Palma Cinco	15773
Fracción N de La Palma	15771
Loma Verde	12593

## II. GEOGRAFIA

# E X P L I C A C I O N

	Carretera Federal
	Carretera Estatal
	Camino
	Ferrocarril
	Aeropuerto
	Limite Estatal
	Capital de Estado
	Area Estudiantil
	Cabecera Municipal
	Poblacion

0 5 10 20 30 40



UNAM	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<i><b>GEOLOGIA</b></i>
	PLANO DE LOCALIZACION Y ACCESO
	CONETO DE COMONFORT, DGO.
	<i>TESIS PROFESIONAL</i>
	JOSE ANTONIO OLMEDO VERA   PLANO No 1   1978

## II.1 Localización y Extensión del Area

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte oriental del Estado de Durango, en terrenos pertenecientes al Municipio de Coneto de Comonfort, Durango.

La zona se localiza aproximadamente 120 Km al norte de la Ciudad de Durango y al noreste de la Laguna de Santiaguillo.

Geográficamente queda comprendida entre los paralelos correspondientes a los  $25^{\circ} 00'$  y  $24^{\circ} 57' 20''$  de latitud norte y entre los meridianos  $104^{\circ} 48'$  y  $104^{\circ} 44'$  de longitud oeste, con relación al meridiano de Greenwich. (Ver Plano de Localización).

La exploración geológico-minera se llevó a cabo en un área de  $42.5 \text{ Km}^2$  (ver Plano de Areas Mineras). Para fines prácticos la zona denunciada se ha dividido en 5 áreas que son a saber: La Bufa, Loma Verde, La Palma, Durazno-Impulsora y Promontorio.

## II.2 Acceso y Vías de Comunicación

El acceso al Distrito Minero de Coneto de Comonfort se efectúa de la manera siguiente: de la ciudad de Durango, se toma la Carretera Federal No. 45 con rumbo a la ciudad de Parral, Chih. y en el Km 106, un kilómetro adelante, a partir del entronque de la carretera que va a San Juan del Río, Dgo., se toma desviación a la izquierda

por un camino de terracería de 42 Km de desarrollo, transitable todo el año. Este camino conduce al poblado de Coneto de Comonfort; aproximadamente un kilómetro antes de llegar a esta población, se desvía a mano derecha para llegar a las instalaciones de la Compañía Minera Comonfort, S.A.

La comunicación de la Cabecera Municipal con sus rancherías se efectúa por medio de caminos de cuarto orden que son a saber: Coneto-San José-Sapioris y Coneto-Nogales-Rodeo. Estos caminos son muy difíciles de transitar en tiempo de aguas, pero nunca llegan a interrumpirse.

La estación de ferrocarril más cercana se encuentra en la población de Guatimapé, Municipio de Canatlán, Dgo., a 37 Km al suroeste de Coneto de Comonfort.

A 7 Km al suroeste de Coneto, existe una pista de aterrizaje para aviones pequeños, con longitud de 1,800 m.

El Municipio de Coneto de Comonfort cuenta con dos estaciones de radio de onda corta; un equipo es el municipal, con oficina en la Presidencia Municipal del lugar y su central en el Edificio de Gobierno de la ciudad de Durango. El otro equipo de radio es de servicio particular de la Cfa. Minera Comonfort, S.A., que enlaza la Unidad Minera con sus oficinas en la ciudad de Durango y en México, D.F.

Las instalaciones telefónicas de larga distancia más cerca-

nas, se encuentran en las poblaciones de San Juan del Río y Nuevo Ideal, Dgo. (a 48 y 59 Km de Coneto, respectivamente).

### II.3 Clima

De acuerdo con los datos de la carta de climas de DETENAL, el clima de la región de Coneto corresponde al símbolo BSkw, que significa semiseco, templado, con verano cálido. Régimen de lluvias de verano.

Temperatura media anual: 16°C.

Precipitación pluvial media en Coneto: 500 mm anuales.

$P/T$  (Precipitación/Temperatura) =  $500/16 = 31.2$ ,

que significa un bajo índice de aridez.

Las estaciones termo-pluviométricas más cercanas a la Sierra de Coneto son las de Guatimapé, Canatlán y Francisco Ibarra, que se localizan dentro de la misma zona climática.

En los meses de julio a octubre, llueve aproximadamente el 70% del total, y los meses de mayor precipitación pluvial son agosto y septiembre. El mes que presenta la máxima temperatura es junio y aunque no hay datos de evaporación, ésta debe ser más fuerte en los meses de invierno y primavera cuando no hay lluvias.

## II.4 Flora y Fauna

A consecuencia de las condiciones climáticas, edafológicas y topográficas de la región, la vegetación existente está constituida principalmente por plantas de tipo xerófilas, en la forma de matorrales, nopaleras y plantas espinosas; entre las más abundantes tenemos: gobernadora (Larrea divaricata), uña de gato (Acacia greggy), nopal (Opuntia ficusindica), maguey canizo (Agave ficusindica), biznaga (Echiva cactus), mezquite (Prosopis juliflora), chamizo (Adenostomia fasciculatum), palma (Yucca australis), huizache (Acacia tortuosa), orégano (Cereus sp), sotol (Desylerion sp), palma china (Yucca pilifera) y palma real (Yucca sp). No obstante en las partes altas de la Sierra de Coneto se encuentran variedades de la familia de las pináceas.

La fauna es propia de la región agreste y caracteriza el paisaje, entre las especies tenemos: zorro salvaje (Vulpes macrotis zinseyi), rata canguro (Dipodomys spectabilis), liebre (Lepus gaillardi), conejo (Sylvilagus andoboni), tlacuache (Didelphis mesoamericana), cacomixtle (Bassariscus astutus), coyote (Canis latrans depticus), camaleón (Phrynosoma orbiculare), lagartija (Seloporos microlepidotus), víbora de cascabel (Crotalus verdis), alondra chihuahuense (Eremophila alpostris aphpastles), cuilacoche grisáceo (Toxos tomo dorsela domosumm), gorrión de Chihuahua (Amphispiza bilineata contines), codorniz (Colinus

virgimanus aridus), aguililla (Butio lineatus elegaus), zopilote (Catharistes atratos), gavilán (Circus eyaneus hudsonius), paloma montés (Columa linia), correcaminos (Geococcyx mexicanus), alacrán (Androctonus occitanus), puma (Felis concolor) y pato (Anas platyrhynchos).

## II.5 Población y Cultura

La población de Coneto es cabecera de municipio, cuenta con 1,200 habitantes, de los cuales la mayoría se dedica a la minería, ya sea trabajando para la Compañía Minera Comonfort, S.A., o bien a la explotación de gambusínaje de los yacimientos minerales cercanos al poblado; la otra pequeña parte se dedica a la agricultura de temporal y a la ganadería en pequeña escala.

Salvo pocas construcciones coloniales en Coneto, que son de cal y canto y otras pocas "modernas" de ladrillo, todas las casas habitación son de adobe y lámina y están privadas totalmente de instalaciones sanitarias por carecer de sistemas de drenaje.

En el presente año se inauguró el servicio de distribución de energía eléctrica, factor que vino a mejorar la situación socioeconómica del pueblo.

La alimentación de la gran mayoría de los pobladores radica principalmente en arroz, maíz, frijol, chile y ocasionalmente comen carne; estos víveres son producto de la explotación de los recur-

esos que les proporcionan sus ejidos.

El pueblo cuenta con abastecimiento de agua potable, mediante un pozo situado en la plaza del mismo; tiene una serie de pequeños comercios que permite a los pobladores, abastecerse de alimentos, herramientas, medicinas, etc.

El nivel cultural de la población se ve restringido a los conocimientos que se imparten en la instrucción primaria.

Los eventos sociales característicos de la población son los bailes y las cantinas, aunque las autoridades municipales tienen las intenciones de limitar al máximo el alcoholismo, factor que agudiza aún más la raquítica economía de los pobladores.

El Municipio de Coneto cuenta con un pequeño centro de asistencia médica, donde se atiende a los habitantes del pueblo y de las zonas circunvecinas.

Por lo anteriormente expuesto se deduce que, el presente y futuro económico de la región está condicionado al desarrollo de la minería, ya que sin duda, es el recurso natural más favorable.

## II.6 Fisiografía

El Distrito Minero de Coneto de Comonfort, se encuentra enclavado en la ladera oriental de la Sierra de Coneto, que a su vez forma parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occiden-

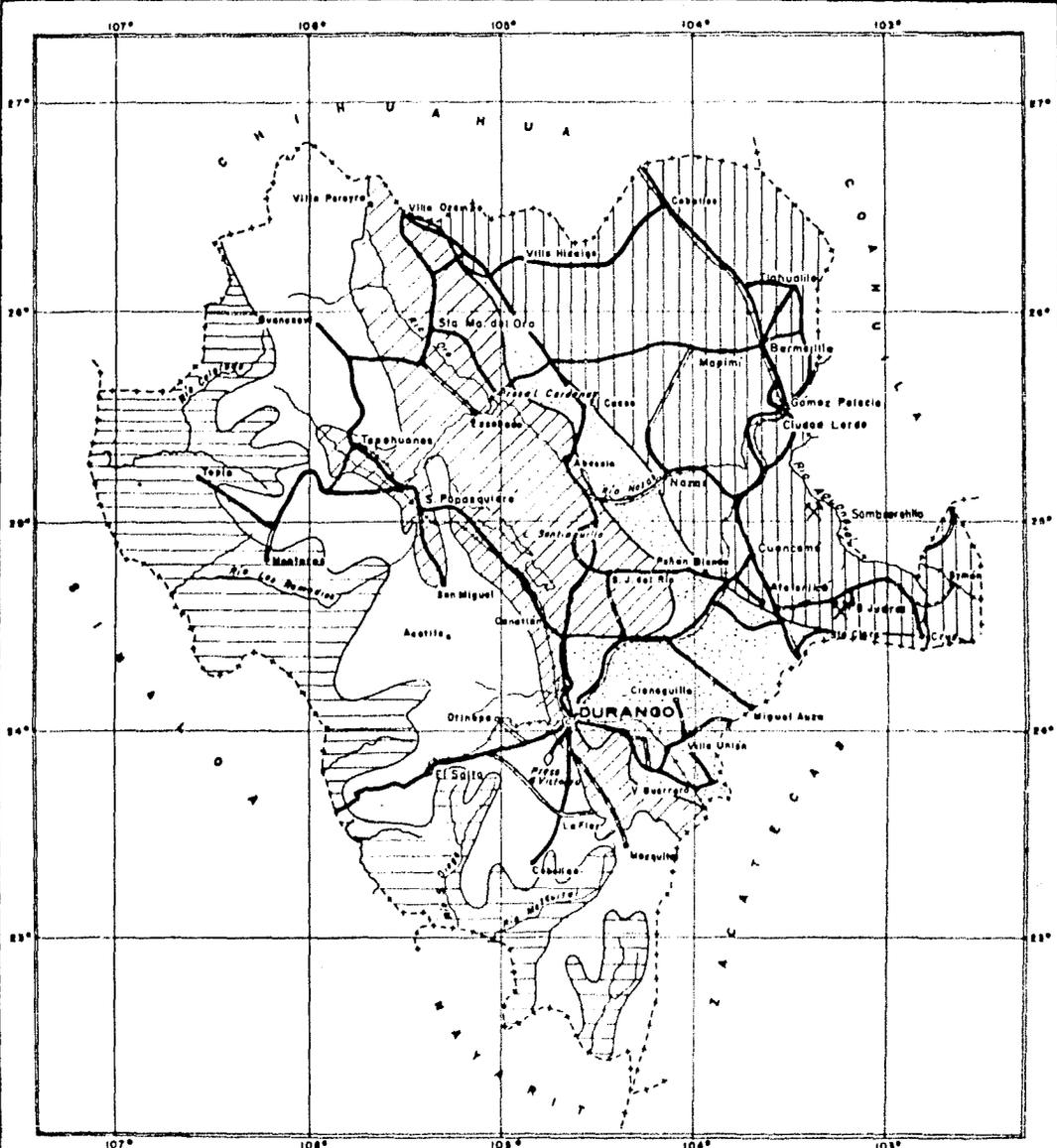


tal descrita por Raisz en 1959, y corre sensiblemente paralela a ella con un rumbo NW-SE.

La Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental está formada por un gran sistema de montañas, con un ancho total que llega en algunos lugares hasta 300 Km y con una longitud de aproximadamente 1,400 Km.

La altitud media de la Sierra Madre Occidental es más o menos de 2,100 a 2,200 m, aunque presenta elevaciones que alcanzan hasta 2,800 y 3,000 m sobre el nivel del mar. Las sierras componentes del sistema o sistemas de la Sierra Madre están muy próximas unas de otras, con sus altas crestas paralelas y uniformes separadas por cañones profundos, a veces con altos acantilados, todo en sus pendientes altas con varios colores y de gran belleza.

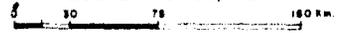
Esta provincia no tiene continuación directa con las regiones adyacentes en la dirección de su longitud, en el territorio de los Estados Unidos, puesto que la Mesa Central del Norte y el Desierto de Sonora se interponen cortándola paulatinamente hacia el norte. Hacia el extremo sur las condiciones fisiográficas cambian ya de tal modo que permitirían la creación de una sub-provincia, comprendiendo las porciones salientes de costas cercanas a la Bahía de Banderas y al Cabo Corrientes. Hacia el oeste y suroeste del Valle de Guadalajara la Provincia de la Sierra Madre Occidental se funde gradualmente con



**EXPLICACION:**

- Ferrocarril:
- Camino pavimentado:
- Camino revestido:
- Camino de terraceria:
  
- Sierra Madre Oriental:
- Mesa Central:
- Sierra Madre Occidental (Subprovincias):
- De Altas Llanuras:
- Atlixpencilo:
- Barrancas:

ESCALA 1:3,000,000



U N A M	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>GEOLOGIA</b>
	PROVINCIAS METALOGENETICAS DEL EDG. DE DURANGO
	<i>TESIS PROFESIONAL</i>
	JOSE ANTONIO OLMEDO VERA PLANO No 3 1978

NOTA: Tomado de CRISTÓBAL 1978.

la Mesa Central de México.

La Sierra Madre Occidental se ha subdividido en tres subprovincias que son:

- 1) Subprovincia de Barrancas (King, 1939).
- 2) Subprovincia de la Altiplanicie, descrita por Brand, (1937) y King (1939) en Chihuahua; y por Alvarez (1969).
- 3) Subprovincia de Altas Llanuras descrita por Raisz, (1959); Clark y de la Fuente, (1976). (Ver Plano No. 3).

Localmente el área de estudio se encuentra situada en la Subprovincia de Altas Llanuras que se define como el desnivel que marca la transición de la Sierra Madre Occidental con la Provincia de la Mesa Central de Ordóñez (1946). Este argumento es válido en la zona de interés ya que a partir de la Sierra de Coneto hacia el oriente, la fisiografía cambia gradualmente de altas serranías a pequeños lomeríos de poca elevación (100 a 200 m), separados por amplios valles de fondo casi plano en donde se desarrolla la agricultura y la ganadería de la región.

### II.6.1 Geomorfología

En general, la Sierra Madre Occidental se caracteriza por estar formada de rocas ígneas en su mayoría eruptivas de edad Terciaria, cubriendo y sepultando a masas ígneas más antiguas. Dichas

rocas aparecen distribuidas en macizos y sierras independientes o como montañas aisladas, siendo generalmente compuestas por dioritas, diabasas o andesitas porfídicas, las cuales se encuentran parcialmente cubiertas por lavas y tobas ignimbríficas de composición riolítica, y por algunos derrames de basalto.

En consideración del tamaño, forma y otras características la Sierra Madre Occidental constituye una morfoestructura de primer orden para la clasificación de Maescheriakov (1963) y para la clasificación de Jain (1973), como un elemento estructural de tercer orden (con movimientos profundos producidos en el Manto Superior).

Localmente la Geomorfología corresponde a la de montañas complejas en un ciclo de erosión juvenil, es decir una serie de montañas formadas por varios factores como son plegamientos, intrusiones y fallamientos.

En general en la región se observan ciclos geomorfológicos distintos, debido a que la Sierra de Coneto se encuentra segmentada en varios bloques fallados, los cuales han tenido movimientos verticales diferenciales, es decir unos han bajado o subido verticalmente con respecto a otros; dentro de este basculamiento el Bloque de Coneto subió con respecto a los bloques adyacentes lo que produjo un rejuvenecimiento geomorfológico diferencial y por lo tanto tuvo un ataque erosivo mayor; en consecuencia, en esta zona se han erosio-

nado casi totalmente las unidades litológicas superiores como son las tobas e ignimbritas que cubren la Sierra de Coneto, dejando al descubierto la unidad andesítica representada por lomeríos, cerros y mesetas de poca altura y pendiente suave, generalmente redondeadas por la erosión aunque ocasionalmente exponen partes acantiladas y escarpes.

Regionalmente se observa una clara tendencia de abrupto a suave en el paisaje a medida que aumenta la distancia de la sierra hacia la cercanía del Rfo Nazas.

Con respecto a la red de drenaje se puede decir que es de tipo dendrítico espaciado y que los arroyos principales como es el caso del Arroyo de Coneto, obedecen a patrones tectónicos definidos producto del fallamiento de los distintos bloques que comprende la región.

## II.6.2 Orografía

En general el mineral de Coneto está constituido por una serie de amplios valles suaves y lomeríos bajos bien redondeados con elevaciones menores a los 300 m y se encuentra limitado al oeste por los Cerros de Las Pilas, La Bufa y La Cantera; al suroeste por la Sierra de Coneto; al norte por los Cerros de Picacho, El Magueyal y

Los Martínez y al sureste por los Cerros de Picacho y El Colorado. La Sierra de Coneto y los Cerros de Picacho y El Magueyal presentan rumbos dominantes en NW-SE; siendo la primera la que presenta mayor altitud con respecto a las demás elevaciones.

### II.6.3 Hidrografía

La Sierra de Coneto es larga y angosta, su pendiente es más pronunciada en su flanco occidental. Esta sierra sirve de parteaguas hidrológico que delimita hacia el occidente a la cuenca endorreica de la Laguna de Santiaguillo y al oriente, las aguas constituyen la red hidrológica que alimenta y forma al Rfo Nazas.

En el área comprendida por el Distrito Minero de Coneto de Comonfort, en el flanco oriental de la sierra, se ubican varios arroyos de régimen torrencial con dirección genérica de NE 60° que vierten sus aguas al Arroyo de Coneto, el cual desde su nacimiento hacia el poblado de Coneto contornea la base de la sierra con un perfil francamente juvenil; y de Coneto toma un rumbo general hacia el oriente, donde su perfil va madurando a medida en que se aleja, hasta verter sus aguas al Rfo San Juan que es uno de los afluentes principales del Rfo Nazas. Este arroyo drena la mayor parte del agua que escurre en el área del Distrito y en menor escala lo hace el Rfo Basoco que fluye paralelo al de Coneto en la porción más oriental del distrito.

El área de la cuenca de captación del Arroyo de Coneto hasta la Presa de Miramar, se ha calculado en  $60 \text{ Km}^2$ . Considerando un coeficiente de escurrimiento de 30% se tiene que:  $0.3$  (coeficiente de escurrimiento)  $\times 60 \text{ Km}^2$  (área de captación) = 9 millones de metros cúbicos. (Datos según Ing. Mario Veytia Barba en su Informe Geohidrológico del Mineral de Coneto, 1974).

Por otra parte, debido a las características geohidrológicas de las unidades estratigráficas, se considera que éstas son impermeables en su mayoría y desfavorables para la captación de agua subterránea, exceptuando algunas fracturas, vetas y fallas de la región. Es decir, el patrón estructural es el que rige la infiltración de agua en el área. La posible permeabilidad primaria que pudiera haber existido en las andesitas, ha sido obscurecida por fenómenos secundarios de alteración hidrotermal, acompañantes de la formación de las vetas minerales. La silicificación vino a sellar las fracturas originales de la andesita dentro del área de influencia del yacimiento mineral, en tanto que la caolinización, que es un fenómeno más extenso, ha transformado parcial, o totalmente las masas rocosas en arcillas impermeables.

La mayoría de las minas de Coneto se encuentran parcialmente inundadas, factor que representa un problema para la exploración y explotación de los niveles profundos de las mismas.

Parecer ser que el agua dentro de las vetas, es alimentada solo a través de puntos definidos, en los sitios donde los crestones cortan el cauce de los arroyos. La Veta El Durazno, que está en contacto directo con el vaso de la Presa Miramar y está atravesada por el cauce de un arroyo grande, es la que, aparentemente, admite mayor recarga; su textura celular, junto con la presencia de huecos detectados por los barrenos de diamante hace que se pueda considerar esta veta como un acuífero prácticamente aprovechable.

#### OBRAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA

##### 1. - Noria en la población de Coneto

Se localiza en la plaza del pueblo.

Pozo a cielo abierto, que se comunica con obras mineras antiguas, nivel estático 3,50 m, tiene una bomba centrífuga con descarga de 1", motor de gasolina de 1 H.P. que descarga a un tanque elevado de 3,000 litros. Temperatura del agua 20°C. Agua potable de buena calidad química, pero fuertemente contaminada por desechos orgánicos que arrojan dentro.

##### 2. - Tiro El Durazno

Para abastecimiento de agua a la planta de beneficio, nivel estático 16.0 m. Temperatura del agua 22°C.

Bomba Fairbanks Morse de pozo profundo, descarga 4", motor eléctrico Newman de 25 H. P., actualmente abandonado. Enviaba el agua al tanque elevado, en la cabeza del molino con un desnivel aproximado de 50 m. Agua potable, de buena calidad química, no contaminada por metales pesados ni desechos orgánicos. Fuera de estas dos obras no hay noticias de que se aproveche agua subterránea en ningún otro lado, ni que exista otra obra de perforación de pozo profundo para captar agua subterránea en un radio de 10 Km a la redonda.

El agua potable que se extrae de estos pozos es aprovechada indistintamente tanto para usos domésticos como para la subsistencia del ganado. Solamente las aguas de temporal son las que se aprovechan en la agricultura, con excepción de algunas pequeñas represas, las cuales se utilizan para regar aguas abajo algunas parcelas ejidales.

### III. GEOLOGIA

### III.1 Geología Regional

En este capítulo se pretende enmarcar, dentro de un cuadro geológico general, la serie de eventos que dieron lugar a la provincia geológica de la Sierra Madre Occidental, dentro de la cual se encuentra la zona del presente estudio. (Ver Plano de Provincias Fisiográficas).

La Sierra Madre Occidental de México es un gran sistema montañoso que se extiende al sur de la provincia del Desierto de Sonora, limitada por la Mesa Central hacia el oriente y al poniente por la Llanura Costera del Pacífico. Dicha sierra está orientada en dirección NW-SE, con una longitud de más o menos 1,400 Km y con un ancho que llega en algunos lugares hasta 300 Km. La margen oeste de la sierra está constituida por un escarpe abrupto que ha sido intersecado por profundos cañones, producto de la erosión de los ríos que van a desembocar al pacífico.

La parte norte y este de la sierra está constituida por una serie de bloques afallados que da lugar a la provincia de Cuencas y Sierras.

La Sierra Madre Occidental está cubierta por una serie de rocas volcánicas del Terciario Medio. Estas rocas, denominadas en el presente estudio Supergrupo Volcánico Superior, consisten predo-

minantemente de tobas riolíticas y representan una parte importante del magmatismo circumpacífico. Constituyen la provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental; incluye también afloramientos aislados de rocas similares en los bloques afallados que se encuentran en ambos flancos de la sierra, también se han encontrado rocas de este tipo en el centro y sur del país, lo que parece indicar que se continúa por debajo del Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. Existen regiones volcánicas más pequeñas localizadas en el área de Trans-Pecos (occidente de Texas y sur de Nuevo México), sureste de Arizona y en Baja California que contienen rocas de constitución y edad similares, no obstante, su relación genética no ha sido plenamente demostrada.

La generación y emplazamiento de los magmas que dieron origen a las rocas mencionadas, han sido atribuidos a la convergencia de la placa de Norteamérica con las placas de Farallón y Cocos durante una parte del Terciario (Atwater, 1970); este vulcanismo está relacionado íntimamente con la historia de los movimientos de las placas tectónicas mencionadas. Seguramente estas relaciones tectónicas se pondrán en evidencia con estudios posteriores más detallados.

Como una primera aproximación se puede decir que la provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental es la prolongación sur de la expansión de las rocas volcánicas terciarias del oeste de los Es-

tados Unidos.

La diferencia fundamental que se ha encontrado en los estudios químicos y geocronológicos de las rocas del oeste de los Estados Unidos y la Sierra Madre Occidental estriba en que, la actividad volcánica de aquellas muestra una cierta continuidad, mientras que en la actividad volcánica de la Sierra Madre Occidental existe una evidente discontinuidad que se observa claramente en las regiones en que se han estudiado estas rocas (Lipman, 1972; McKee, 1971; Noble, 1972).

#### UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS

Unidades más antiguas que el Supergrupo Volcánico Superior.

Una gran variedad de rocas más antiguas se encuentran expuestas a lo largo de los flancos de la sierra y en las paredes de los cañones profundos que la intersectan. En el noroeste del país, se observan afloramientos de rocas precámbricas (Anderson y Silver, 1970) que no han sido observadas en la Sierra Madre Occidental. Localmente afloran en las márgenes septentrional y occidental de la sierra, rocas de bajo grado de metamorfismo que han sido atribuidas al Paleozoico (De Cserna y Kent, 1961; Fredrikson, 1971) y rocas sedimentarias fosilíferas de la misma era (King, 1939). En otras localidades

debajo del Supergrupo Volcánico Superior yacen rocas sedimentarias del Mesozoico.

Las unidades basales del Supergrupo Volcánico Superior descansan, en su mayoría, discordantemente sobre rocas intrusivas y volcánicas. Las rocas ígneas más antiguas se encuentran aflorando muy cerca de la ciudad de Mazatlán (Henry, 1972, 1975; Fredrikson, 1974). Las relaciones de campo indican que las rocas batolíticas y volcánicas son generalmente de la misma edad y representan un solo complejo magmático, al cual se le ha denominado Complejo Volcánico Inferior (McDowell y Keiser, 1977). Henry (1975), mediante estudios geocronológicos detallados, empleando los métodos K-Ar y U-Pb, estableció que la fase batolítica del complejo se formó por una actividad magmática continua, asignándole una edad de 100 a los 45 millones de años. La fase volcánica del complejo tiene una edad Cretácico Tardío determinada por el estudio de los fósiles que se han encontrado en las capas sedimentarias intercaladas con los derrames lávicos (Bonneau, 1971). En la margen oeste de la sierra se observa un potente espesor de rocas volcánicas alteradas de composición andesítica, las cuales se encuentran muy intrusionadas; debido a estos fenómenos intrusivos, el área se considera como una zona muy favorable para la formación de yacimientos minerales (Gabelman y Krusiewski, 1968; Clark y otros, 1973).

Una serie de rocas volcánicas de composición andesítica se encuentran aflorando a lo largo de toda la margen oriental de la sierra (Mauger, 1975; Swanson y otros, 1978), pero no se han encontrado rocas intrusivas asociadas. La mayoría de las rocas del Complejo Volcánico Inferior se encuentran muy alteradas; se han efectuado estudios geocronológicos de estas rocas (McDowell y Keiser, 1977), en un pozo perforado cerca de la ciudad de Durango, asignándoles una edad de 52 millones de años con el método de potasio-argón (K-Ar), aunque no cabe duda que el vulcanismo andesítico persistió por un considerable intervalo de tiempo en toda la sierra.

El Supergrupo Volcánico Superior está constituido en general, por una serie de rocas volcánicas extrusivas de composición riolítica que incluyen tobas riolíticas e ignimbritas, las que no tienen una distribución uniforme a lo largo de toda la sierra y generalmente descansan discordantemente sobre las rocas del Complejo Volcánico Inferior. Este supergrupo se ha subdividido en dos grandes grupos, uno llamado Secuencia Espinazo-El Salto que aflora en la parte meridional de la sierra comprendida entre El Espinazo del Diablo y El Salto y otro grupo denominado Secuencia Volcánica Durango que aflora en la parte oriental de la sierra. Se han hecho estudios geocronológicos (McDowell y Keiser, 1977) que revelan una edad de  $29.8 \pm 1.2$  millones de años para la Secuencia Volcánica Durango y una edad

de  $23.3 \pm 0.3$  millones de años para la Secuencia Espinazo-El Salto. La composición de ambas es similar (composición riolítica); no obstante, estudios mineralógicos y químicos (Waitt, 1970; Wahl, 1973; Swanson, 1974), han indicado que la temperatura de emplazamiento de la Secuencia Espinazo-El Salto fue mayor que la de la Secuencia Volcánica Durango.

Por último, sobre el Supergrupo Volcánico Superior existe una serie de basaltos que corresponden a la Formación Metates, la cual se formó por erupciones alcalinas durante el Mioceno.

A continuación se tratará de reconstruir en un marco histórico los diferentes eventos geológicos que ocurrieron en el Terciario, de acuerdo a las diferentes fuentes de información consultadas.

El período más temprano de la actividad ígnea está representado por el Complejo Volcánico Inferior, al cual se le ha estimado una edad de formación de los 100 a los 45 millones de años, como resultado de los extensos estudios geocronológicos realizados por Henry (1975) sobre los batolitos asociados a este complejo. El aparente hiatus que existe entre los 45 y los 32 millones de años es muy importante para explicar las relaciones existentes entre el magmatismo y la tectónica continental.

El período comprendido entre los 100 y los 45 millones de años ha sido relacionado con la convergencia de las placas tectónicas

de Norteamérica, Farallón y del Pacífico, época en la que se desarrolló una intensa actividad magmática.

Después entre los 45 y 32 millones de años cesó la actividad volcánica, lo que ha sido interpretado como la separación de dichas placas durante el Terciario Medio o bien como una subducción en rocas deshidratadas de la litósfera oceánica, en cuyo caso la expansión puede generar o no actividad ígnea (De Long y Fox, 1977). De los 32 a los 23 millones de años se depositó una fuerte secuencia volcánica de tipo ríolítico, la cual ha sido interpretada como la convergencia o unión de las grandes placas tectónicas con su consecuente período de expansión (Atwater y Molnar, 1973).

Resumiendo, la actividad magmática de la Sierra Madre Occidental atiende a los siguientes lineamientos: un período de magmatismo calco-alcálico durante el Cretácico Tardío y el Terciario Temprano, después viene un intervalo de inactividad ígnea, seguido de la nueva aparición del magmatismo calco-alcálico durante el Oligoceno; después tiene lugar un segundo período de calma para que al finalizar el Mioceno venga una actividad magmática de carácter basáltico. Todas estas etapas parecen coincidir con los movimientos de las grandes placas tectónicas, lo que hace indispensable un estudio tectónico más a fondo de esta región.



## III.2 Geología Local

### III.2.1 Estratigrafía

#### III.2.1.1 Introducción

Con el objeto de utilizar una nomenclatura apropiada para designar las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, se hace una correlación estratigráfica y cronológica con las unidades que han sido definidas por diversos autores en localidades cercanas al Distrito Minero. Las descripciones geológicas de las rocas estudiadas presentan gran similitud con las definiciones consultadas en varios estudios de autores nacionales y extranjeros que se encuentran registrados en una bibliografía de Durango hecha por Clark y Dow (1977).

No obstante, debido a la dificultad correlativa que presentan las rocas ígneas en general, en el presente estudio las unidades litoestratigráficas se definen de una manera local pero se infieren sus posibles correlaciones espacio-temporales.

Para la clasificación de las rocas que afloran en el área, se tomaron muestras tanto de superficie como de interior de mina y se analizaron en el Departamento de Petrografía del Consejo de Recursos Minerales, bajo la supervisión del Ing. Germán Arriaga G. Algunos resultados de estos análisis se encuentran en el Apéndice A, citado al final del estudio.

En el área del presente estudio la estratigrafía es relativamente sencilla (ver Cuadro Estratigráfico). Está constituida principalmente por una serie de rocas ígneas del Cenozoico de composición ácida e intermedia (riolitas y andesitas); las andesitas son las rocas más abundantes, en menor proporción se encuentran ignimbritas, tobas y algunos diques de composición intermedia, así como aluvión en las partes bajas de los márgenes de los arroyos. Los procesos hidrotermales trajeron como consecuencia intensos fenómenos de alteración en las rocas, dando como resultado grandes zonas de caolinización y silificación principalmente.

### III.2.1.2 Secuencia de Rocas Volcánicas y Estratificadas

#### ANDESITA

Es la unidad litoestratigráfica más antigua y la que tiene mayor área de afloramiento en la región ya que aflora en un 95% del total de la superficie y constituye la roca encajonante de los depósitos minerales de oro, plata y fluorita del distrito.

Localmente se pueden distinguir dos miembros dentro de esta unidad atendiendo a su coloración y su distribución espacial.

El miembro inferior está constituido por andesitas de coloración azul-verdosa por lo que se le ha denominado Andesita Azul (And A) y aflora en la parte central del distrito, en el Bloque de Comonfort; en

este lugar se encuentran la mayor parte de las estructuras mineralizadas conocidas. La textura del miembro inferior varía de porfídica a afanítica conforme se aproxima a la superficie; este fenómeno se debe probablemente a un enfriamiento diferencial debido a una continuidad en las coladas lávicas, lo que permite que las capas inferiores tengan un mayor tiempo de cristalización, mientras que las superiores sufren un enfriamiento más rápido de los cristales.

El miembro superior está constituido por andesitas afaníticas de color gris; por esta razón se denomina Andesita Gris (And G). El color de las andesitas varía de un tono gris claro a gris rojizo, factor que depende del grado de intemperismo y alteración hidrotermal desarrollado en la unidad.

La estructura del cuerpo andesítico varía de acuerdo con la intensidad de la alteración hidrotermal, así como del grado de meteorización alcanzados en las rocas. Generalmente se encuentra compacta, aunque hay algunos lugares donde el grado de alteración es de tal magnitud que la roca se encuentra en estado deleznable.

La unidad ha sufrido a través del tiempo geológico varios fenómenos de acción hidrotermal; esto ha producido algunos tipos de alteración de entre los cuales los principales son: silicificación, caolinitización, oxidación, propilitización, cloritización y sericitización.

En el Apéndice A, se presentan algunos estudios petrográficos practicados en muestras de esta unidad.

## CORRELACION

Esta unidad litoestratigráfica se correlaciona en espacio y tiempo con la llamada Serie Volcánica Inferior (McDowell y Keiser, 1973).

La Serie Volcánica Inferior aflora en la Subprovincia de Altas Llanuras como cuerpos de andesita y riolita indiferenciados y constituyen en esta región, la roca huésped para la mayoría de los depósitos en vetas de fisura de plomo, zinc y plata.

Esta secuencia ha sido señalada en diversas localidades, entre otros por: McKinstry (1927), Davidson (1932), Wisser (1940), Henshaw (1953), Randall (1972), Smith (1972), McDowell y Keiser (1973), Smith y Hall (1974) y Nemeth (1976). El espesor de la unidad varía entre 1450 y 2375 m, y ha sido intrusionada por grandes cuerpos dioríticos y granodioríticos.

La edad de la Serie Volcánica Inferior es muy variable y ha sido datada por varios investigadores, en el oeste de Durango, la secuencia no es muy conocida, debido al metamorfismo y a las alteraciones hidrotermales. El límite bajo, lo da la roca caliza Albiano-Aptiano ( $\pm$  110 m. a.) estratigráficamente abajo, mientras que el límite de arri-

ba es de 31 m. a. (McDowell y Keiser, 1973). Una determinación total de la roca de Guanaceví dió  $38.7 \pm 0.8$  m. a. Comparada con la edad de 52 m. a. cerca de la carretera Durango-Mazatlán mencionado por McDowell y Clabaugh (1976). A lo largo de la carretera Mezquital, Keiser (1974) menciona la edad como de 48 m. a. La Serie Volcánica Inferior en Durango, varía de 59-38 m. a. (Eoceno Temprano-Tardío) cuando menos, tomando en cuenta que el límite inferior lo dan las intrusiones de San José del Desierto que han metamorfoseado a las andesitas preexistentes. Debido a la complejidad cronológica existente se considera a la presente unidad comprendida entre el Cretácico Superior y el Eoceno, de acuerdo con McDowell y Keiser (1973); López Ramos (1971); Clark, Carrasco, Damon, Sandoval (1977).

#### CAPAS ROJAS

Se ha designado con este nombre a una serie de rocas sedimentarias de color rojizo que afloran en la parte septentrional del Distrito de Coneto.

Esta unidad descansa sobre el cuerpo andesítico y se encuentra cubierta en relación discordante por la serie ignimbrítica; localmente constituye un lente de aproximadamente 40 m de espesor y 100 m de extensión.

La unidad está compuesta de material detrítico de composi

ción andesítica, bien estratificado, dando a veces la impresión de verdaderas tobas. La coloración va de tonos lila a rojo ladrillo. Las capas varían en espesores de 1 cm a más de 1 m.

El color rojo se debe a la oxidación de los sedimentos que pudieron haber sido depositados en los bajos topográficos del terreno existente. Se considera a la Unidad Andesítica como roca madre de estos sedimentos.

#### CORRELACION

Las Capas Rojas que afloran en el área de estudio se pueden correlacionar tentativamente con las Capas Rojas Las Palmas (Davidson, 1932) de Tayoltita, Durango, cuya localidad y sección tipo ha sido ubicada en la cordillera de Las Palmas al norte del pueblo del mismo nombre.

Por otra parte en 1974, Fredrikson mapeó y correlacionó las Capas Rojas en Sinaloa y Henry (1975) continuó con la extrapolación.

En el área de La Libertad, Albinson (1975) reconoció capas rojas que cubren la andesita productiva y determinó que son de edad premineral.

De acuerdo con la mayoría de los autores mencionados, la edad que se le asigna a estos depósitos es de Oligoceno Temprano.

## RIOLITAS

En el presente estudio se ha denominado así a una potente serie volcánica constituida por tobas e ignimbritas que se encuentran descansando sobre la unidad andesítica.

Para fines prácticos se ha subdividido en dos miembros perfectamente diferenciables; un miembro inferior constituido por tobas riolíticas y un miembro superior formado por un cuerpo ignimbrítico homogéneo que constituye las partes altas de la Sierra de Coneto y que en general cubre la Sierra Madre Occidental.

## TOBAS RIOLITICAS

En el área estudiada esta unidad aflora como una capa irregular que descansa sobre la unidad andesítica, localmente se observa en las partes altas de los Cerros de Promontorio, Cerro Solo y La Bufa. Está constituida por una serie de tobas indiferenciadas de espesor variable que no excede de los 30 m.

Esta unidad probablemente actuó como roca sello de la mineralización ya que en algunas localidades se observan fenómenos de hidrotermalismo y las vetas que cortan el cuerpo sufren un angostamiento considerable hasta que desaparecen al contacto con las ignimbritas de edad post-mineral.

Las rocas riolíticas en general presentan una gran variedad

de texturas y estructuras. Por lo que a texturas se refiere, éstas son generalmente porfiríticas con fenocristales de cuarzo, sanidina o anortoclasa y biotita; la matriz es holohialina, hipocristalina o criptocristalina, existiendo entre estos dos aspectos toda una serie de transiciones.

La estructura esferulítica y el aspecto fluidal se pueden observar en varias localidades del distrito.

Las tobas riolíticas mencionadas son el producto de las fases explosivas del vulcanismo ácido que se desarrolló en la región y presentan en conjunto una pseudoestratificación bien definida, la cual en ocasiones adquiere un aspecto de estratificación cruzada.

Se recomienda ver los análisis petrográficos practicados en muestras de esta unidad en el Apéndice A.

## IGNIMBRITAS

Esta unidad consiste en un potente cuerpo homogéneo de ignimbritas (tobas soldadas), que forman grandes escarpes en la Sierra de Coneto y que alcanzan en la misma hasta 600 m de espesor. En general son de color blanco-rosado, aunque en algunas partes se observan de color amarillo verdoso.

De acuerdo a la clasificación basada en el tamaño y forma de los granos, se trata de tobas soldadas que varían de tobas lapilli ( $> 4 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$ ) a brechas volcánicas formadas por bloques angulosos ( $> 32 \text{ mm}$ ).

Por la naturaleza de las partículas las tobas se clasifican en tobas cristalino-vítreas-líticas, ya que están constituidas tanto por vidrio volcánico, cristales bien desarrollados y fragmentos de ellos, así como por fragmentos de roca de composición riolítica.

En general existe un zoneamiento en las tobas en un sentido vertical, ya que mientras las capas inferiores de la unidad son de grano más fino y poco consolidadas, en la parte superior se presentan de grano grueso y fuertemente cementadas.

El cementante que une los granos de las tobas es generalmente vidrio volcánico, aunque en algunas ocasiones donde existen fenómenos de silicificación, el cuarzo constituye el material adherente.

La composición de las tobas es francamente riolítica y son muy resistentes a la erosión (ver Fotografía No. 2).

Por último cabe mencionar que en esta unidad ignimbrítica se encuentran los yacimientos de estaño del distrito.

## CORRELACION

La unidad litoestratigráfica de tobas riolíticas e ignimbríticas se puede correlacionar con la llamada Serie Volcánica Superior, término asignado por McDowell y Keiser (1973).

"La mayor parte de la Provincia de la Sierra Madre Occidental está cubierta con ignimbríticas lo cual oculta los yacimientos minera

les del subsuelo" (Clark, Carrasco, Damon, Sandoval, 1977).

La secuencia ha sido ineludiblemente descrita por varios investigadores a través del tiempo, incluyendo a Buelna (1897), Davidson (1932), Córdoba (1963) y Wisser (1966). Sin embargo en los últimos años la secuencia terciaria volcánica en general y la secuencia ignimbrítica en particular, han sido investigadas en una serie de tesis escritas en la Universidad de Texas en Austin. La siguiente descripción resumida y breve, se ha tomado de las investigaciones de Waitt (1970), Wahl (1973), Keiser (1974), Swanson (1974) y Lyons (1975).

La secuencia consiste de capas de flujo de ceniza con varios grados de compresión y soldado, vidrios intercalados con flujos de riolita, toba depositada por aire y basalto ocasionalmente, todo cubriendo con discordancia a las rocas volcánicas más antiguas. Las capas de ignimbrita son subhorizontales aunque en algunos casos debido a fallas y plegamientos tienen inclinación.

De acuerdo con Waitt (1970) y Swanson (1974), existe una diferencia química en esta unidad, entre las rocas del oriente y las del poniente de la S. M. W., hacia el oriente son cálcicas, mientras que en el poniente son calcoalcalinas.

Las tobas riolíticas de la Subprovincia de Altas Llanuras particularmente donde se encuentran los depósitos de estaño, son probablemente de edad Oligoceno y correlacionadas con la Formación

Gamón de Roldán (1968).

En general la edad de la Serie Volcánica Superior en su totalidad en los Estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua cae entre el intervalo de 34 a 21 m. a. (McDowell y Keiser, 1973; McDowell y Clabaugh, 1976).

#### GRAVAS

Esta unidad aflora en el Cerro de La Ladera, Cañada de Las Piedras, en el Arroyo de Coneto y al norte de la Presa de Miramar.

Su espesor varía de 10 a 80 m y está formada por una serie de cantos rodados y fragmentos de roca de 40 cm de diámetro en pequeña proporción y en menor abundancia por guijas y guijarros de 5 a 15 cm de diámetro, así como fragmentos menores. El grueso de la unidad está constituido por rocas de composición riolítica derivada de las formaciones de la Serie Volcánica Superior, con cantidades menores de roca andesítica, esta unidad presenta una coloración rosa pálido variando a gris y en general se encuentra bien compactada y consolidada.

En el Arroyo de Coneto se encuentra muy compactada y cementada por arcilla, limo y óxidos de fierro. Los fragmentos son pequeños, subarredondeados, riolíticos y presentan una estratificación delgada y una pobre clasificación.

Desde el punto de vista geomorfológico, esta unidad se encuentra constituyendo colinas subarredondeadas y bien drenadas, aunque es común que ocupe las estribaciones de las sierras o rellene valles antiguos.

Se piensa (Pantoja, 1963) que esta unidad fue depositada por corrientes intermitentes debidas a lluvias torrenciales, depositando estos productos en antiguas cuencas lacustres.

La unidad se encuentra sobreyaciendo en discordancia angular sobre las formaciones andesíticas, mientras que su contacto superior es concordante con los depósitos aluviales.

## CORRELACION

La unidad de gravas se puede correlacionar con la Formación Sta. Inés definida en 1963 por Pantoja Alor J., de la siguiente manera: está formada por una secuencia de clásticos continentales que varían de grava poco consolidada a conglomerados, cementados por arcillas y limo. La Localidad Tipo se encuentra al sureste del pueblo de San Pedro el Gallo, Durango, cerca del poblado de Santa Inés.

La formación en esta área muestra espesores que varían de 50 a 300 m.

La edad de los depósitos de esta unidad únicamente se puede inferir por su posición estratigráfica y evidencias geomorfológicas.

En base a esto se ha propuesto una edad de Plioceno Temprano.

La Formación Santa Inés se puede correlacionar a su vez con la Formación de Los Llanos (Enciso de la Vega, 1968) definida al sur de Cuencamé, Dgo. La unidad está compuesta por depósitos clásticos continentales, gravas y arenas derivadas por rocas volcánicas de composición riolítica. Forma lomeríos bajos y escarpes verticales, su edad es probablemente pliocénica o pleistocénica.

#### DEPOSITOS ALUVIALES

Se encuentran ampliamente distribuidos y muestran una gran variación litológica; los productos dominantes son grava, arena y arcilla. Se observan formando abanicos aluviales y planicies de inundación, cubriendo tierras bajas y casi planas.

En algunas zonas del Arroyo de Coneto se presenta coluvión endurecido en lugares inclinados en donde se efectúa la depositación de talud o material grueso deslavado del flanco.

A estos depósitos se les ha asignado una edad de Pleistoceno Reciente.

#### III.2.1.3 Secuencia de Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas están distribuidas en la parte noroccidental del área y varían de diques a cuerpos irregulares con aflora-

mientos que fluctúan de 50 a 250 m y de 1 a 25 m; en los laboríos mineros no se han encontrado intrusivos.

Los cuerpos corresponden a dos tipos, de acuerdo a su composición y distribución temporal, los de tipo diorítico-andesítico que son los más antiguos y los de composición riolítica, más jóvenes.

## DIORITAS

Se han reconocido varios cuerpos de este tipo en forma de diques orientados hacia el N 40° W, en la zona correspondiente al bloque estructural de Las Pilas, particularmente en el flanco noroccidental del cerro del mismo nombre. La roca encajonante es la unidad Andesita Gris (And. G).

Los diques presentan una textura profética gruesa, observándose una textura más fina en los bordes de enfriamiento de los mismos.

Su color es gris verdoso contrastando con la roca oxidada de la Unidad Andesítica Gris (ver Fotografía No. 3).

Por otra parte, observando su mineralogía, tren estructural y la posición estratigráfica que ocupan, se puede inferir que son contemporáneos a la primera etapa de mineralización del área y que están relacionados con la misma.

Para el presente estudio se tomaron varias muestras de

estos cuerpos y se realizaron estudios petrográficos correspondientes, observándose gran similitud en los resultados (ver Apéndice A).

## CORRELACION

Debido a su posición estratigráfica y a su similitud con los cuerpos intrusivos de Tepehuanes (ver Plano de Localización) que han sido datados, se les asigna una edad de Oligoceno Temprano (Clark, Damon, Carrasco, Sandoval, 1977).

## PORFIDO RIOLITICO

Al occidente del Cerro de Las Pilas y al sur del Cerro de La Bufa se localiza el cuerpo intrusivo denominado "El Coralito Blanco", es un cuerpo pseudotabular que presenta un espesor de 25 m aproximadamente en su extremo suroccidental, y se va adelgazando hasta perderse unos 250 m, con rumbo N 45° W. (Ver Fotografía No. 4).

En el Río El Ejido aflora un cuerpo riolítico de sección circular de 20 m de diámetro que intrusióna las andesitas grises del área fracturándolas sensiblemente.

El cuerpo denominado "El Coralito Blanco" se ha clasificado como un pórfido riolítico. Se presenta de un color rosa claro a crema y su textura es pródica con grandes fenocristales de cuarzo y feldespatos potásicos.

## CUADRO ESTRATIGRAFICO

EDAD	ROCAS VOLCANICAS Y ESTRATIFICADAS	ROCAS INTRUSIVAS	MINERALIZACION	
<i>RECIENTE</i>	ALUVION	PORFIDO RIOLITICO	2ª ETAPA DE MINERALIZACION CaF <sub>2</sub> Plegamientos	
<i>PLEISTOCENO</i>				
<i>PLIOCENO</i>	GRAVAS			
<i>MIOCENO</i>	IGNIMBRITAS			
<i>OLIGOCENO</i>	TOBAS Y RIOLITAS			
<i>EOCENO</i>	CAPAS ROJAS			DIORITAS
	ANDESITA GRIS			
<i>PALEOCENO</i>	ANDESITA AZUL	1ª ETAPA DE MINERALIZACION Au, Ag. Intrusiones		

Se piensa que "El Coralito Blanco" sirvió como fuente de aprovisionamiento para algún miembro de la Serie Volcánica Superior, probablemente al inferior. Por lo anterior se le da una edad de Mioceno Temprano.

### III.2.2 Geología Estructural

La Sierra de Coneto en la zona objeto del estudio, las rocas piroclásticas presentan deformaciones características de las rocas sedimentarias, pues es frecuente observar pequeños pliegues de tipo anticlinal en el borde de la sierra. El patrón de orientación de estos pliegues es normalmente NW-SE con un ángulo que varía de los 35° a los 45° (ver Fotografía No. 5). Esta estructura estuvo sometida a intensos esfuerzos tectónicos que provocaron notables fallamientos en sus flancos y gran cantidad de fracturas. (Ver imagen de Satélite Ertis).

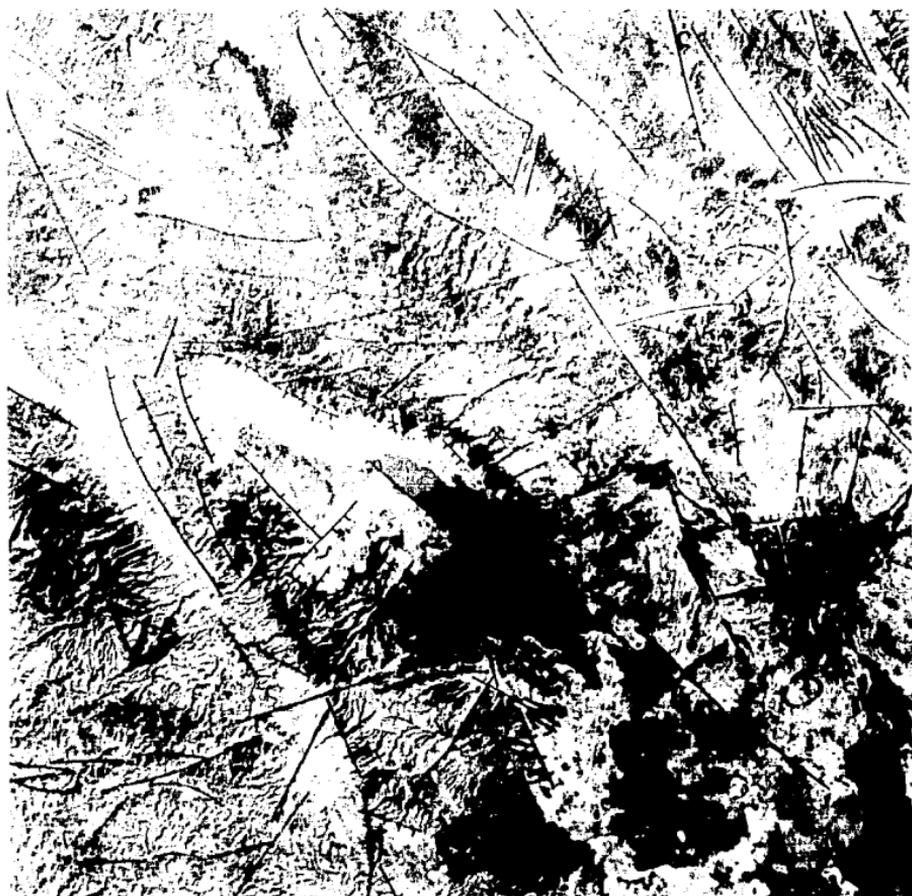
Para los fines descriptivos en relación con la mineralización, la zona estudiada se dividió en varios bloques estructurales los cuales son, entre los más importantes:

Bloque de Comonfort

Bloque de La Bufa y La Cantera

Bloque El Durazno

Bloque Las Pilas



SÍMBOLOS

- Mina 
- Falla o fractura 
- Falla Normal 
- Anomalia Tectónica 

<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<i>GEOLOGIA</i>
	INTERPRETACION TECTONICA DE LA REGION DE CONETO DE COMONFORT ESTADO DE DURANGO
	<i>TESIS PROFESIONAL</i>
	JOSE ANTONIO OLMEGO VERA - 442425 - 978

## Bloque VI

(Ver Plano Topográfico-Geológico General).

Estos bloques se encuentran limitados principalmente por fallas de orientación NW, SE y NS, que corresponden a los patrones regionales de fracturamiento y han sufrido basculamientos diferenciales entre sí, siendo el Bloque de Comonfort el más afectado.

Analizando las estructuras antes mencionadas se pueden deducir las siguientes conclusiones de acuerdo a cada bloque:

a) El Bloque de Comonfort ha sido levantado con respecto a los demás bloques por lo que presenta mayor volumen de roca erosionada, es precisamente en esta zona donde aflora la unidad litológica más antigua del distrito y es el que contiene la mayor parte de las vetas conocidas en el mismo.

Este bloque probablemente basculó hacia el NE ya que en el contacto con el Bloque VI, a través del Río de Coneto el cual, es la traza de la falla que los divide, se encuentra una brecha formada por fragmentos de las unidades litológicas superiores a la andesita basal y cuya estratificación buza hacia el NE, lo que hace suponer que el Bloque de Comonfort constituyó un pronunciado escarpe que se erosionó, produciéndose así la brecha que cubre gran extensión del Bloque VI.

b) El Bloque de La Bufa y La Caldera bajó con respecto al Bloque de Comonfort, y presenta formaciones más modernas.

c) El Bloque de Loma Verde se separa del Bloque de Comonfort por la falla que se muestra en el plano geológico y baja con respecto al mismo.

d) El Bloque de El Durazno baja con respecto al Bloque de Comonfort y muestra formaciones más modernas.

e) El Bloque de Las Pilas se separa de los Bloques de La Bufa y Comonfort por el Rfo de Coneto y otras fallas más pequeñas, y baja con respecto al de Coneto y Loma Verde pero subió con respecto al de La Bufa.

En general la continuidad de las vetas que pasan de un bloque a otro se pierde a simple vista, probablemente por el contacto litológico horizontal que presentan los diferentes bloques. Cuando se observan las continuidades éstas presentan variaciones en la mineralización en muchas ocasiones, y en espesor en otras, debido a que están en diferentes tipos de roca o bien en diferentes niveles de erosión, como es el caso de la Veta El Durazno, la cual en el Bloque de Comonfort alcanza potencias hasta de 12 m, mientras que en el Bloque El Durazno, en la Mina Impulsora no rebasa el 1,5 m de espesor, se encuentra en andesitas más jóvenes.

Haciendo un análisis de las principales estructuras mineralizadas y a partir de sus patrones de orientación se pueden establecer cuatro sistemas de fracturamiento que son:

1. - NW  $15^{\circ}$  -  $35^{\circ}$
2. - NE  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$
3. - NW  $40^{\circ}$  -  $50^{\circ}$
4. - E - W

De los cuales el más importante desde el punto de vista económico es el sistema NW  $15^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ , ya que el 60% de las vetas del distrito quedan comprendidas dentro de ese intervalo y tienen la característica de correr paralelamente a la Sierra de Coneto. (Ver Plano Geológico).

En cuanto al buzamiento de las vetas, se puede decir que la zona más fracturada funcionó como una dovela de un gigantesco arco. Las vetas más orientadas tienden a buzarse al poniente mientras que las más occidentales tienden a buzarse al oriente.

#### DIRECCION PROBABLE DE LOS ESFUERZOS

Las fuerzas que deformaron a la Sierra de Coneto fueron de tensión y normales a la elongación de la misma, y quizá seguidas por fuerzas endógenas cuya línea de acción fue el plano axial de la estruc-

tura y de abajo hacia arriba, constituyéndose así un pilar estructural o horst.

Los esfuerzos que posteriormente originaron los sistemas de bloques fallados probablemente tuvieron una dirección perpendicular a los anteriores, es decir paralelos al eje de la estructura.

Estos diferentes sistemas de esfuerzos se reflejan claramente en la manifestación espacial de las vetas mineralizadas del distrito y se deduce que en la primera etapa de esfuerzos se constituyen las vetas del sistema NW  $15^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ , principalmente y las E - W probablemente, mientras que en la segunda etapa se forman la mayoría de las vetas del sistema NW  $45^{\circ}$  -  $55^{\circ}$  el cual corta o interseca ostensiblemente al grupo anterior.

### III.2.3 Geología Histórica

En este capítulo se intenta reconstruir dentro de un marco histórico los diferentes eventos geológicos que se han sucedido en la región de acuerdo con las evidencias de campo y tomando en cuenta los datos de las diferentes fuentes de información consultadas.

Las rocas más antiguas que afloran en el área son andesitas que se han correlacionado con el Complejo Volcánico Inferior, al cual se le ha asignado una edad de formación entre los 110 y los 45 millones de años, es decir del Cretácico Superior a fines del Eoceno,

como resultado de extensos estudios geocronológicos realizados por Henry (1975), McDowell y Keiser (1973) sobre rocas ígneas intrusivas asociadas a este complejo. Este período corresponde a la formación del orógeno que resultó de la Orogenia Laramide cuya duración continuó hasta el Eoceno; este fenómeno ha sido asociado a la convergencia de las placas tectónicas de Norteamérica, Farallón y del Pacífico (Atwater y Molnar, 1973), época en la que se desarrolló una intensa actividad magmática.

Durante la parte final del Eoceno se registra un aparente hiatus en la depositación de rocas volcánicas y es cuando se origina el emplazamiento de grandes batolitos que elevan la Sierra Madre Occidental. Localmente se producen intrusiones de diques andesíticos y la primera etapa de Mineralización de la zona. Este intervalo, ha sido representado por De Long y Fox (1977), como la separación de las placas tectónicas o bien como una subducción en rocas deshidratadas de la litósfera oceánica, en cuyo caso la expansión puede generar o no actividad ígnea. Como consecuencia de la separación de las placas tectónicas y de las intrusiones se crean grandes esfuerzos de tensión que culminan con un fallamiento regional en el Oligoceno. Las fallas así formadas sirvieron como conductos para que escaparan grandes masas de roca ígnea que habían permanecido en las cámaras magmáticas de los batolitos. Al encontrar zonas de debilidad se intro

dujeron dando lugar a la potente secuencia de riolitas, tobas e ignimbritas que en general cubren la Sierra Madre Occidental y localmente se manifiestan coronando la Sierra de Coneto y elevaciones menores. Estos derrames tuvieron lugar en el Oligoceno y Mioceno (McDowell y Clabaugh, 1976).

Durante el Mioceno acaeció un segundo período de actividad tectónica que dió lugar a plegamientos, grandes fallas y fracturas casi verticales en la parte media del norte del país debido a la culminación del ajuste isostático iniciado en el Oligoceno, dando lugar a derrames basálticos y a la formación de fosas tectónicas.

Es durante este período cuando localmente, las unidades lávicas y piroclásticas ya consolidadas son sometidas a grandes presiones, la topografía empieza a cambiar radicalmente y se forma la Sierra de Coneto en la cual los esfuerzos tectónicos sobrepasan los límites de elasticidad de las rocas que la constituyen y se afallan en sus dos flancos, dando lugar a la creación de un horst o pilar estructural.

Esta descompensación estructural da lugar a dos cuencas a ambos lados del pilar (Sierra de Coneto), una al oeste constituye la Cuenca Endorreica o Cerrada de Guatimapé y al oriente la red hidrológica que constituye el Río Nazas.

Este ciclo de orogénesis tiene como consecuencia la formación de fallas y fracturas en el área de estudio, las cuales fueron utili

zadas como conductos de los líquidos residuales de las cámaras magmáticas originando así una serie de intrusivos riolíticos y una segunda etapa de mineralización, en la cual se forman nuevas vetas que cortan a las anteriores y al mismo tiempo, en algunos casos reabrieron notablemente estructuras antiguas.

La erosión sigue su ciclo, mientras la actividad volcánica ha cesado totalmente y fue probablemente en el Plioceno cuando un nuevo ciclo de presiones normales a las anteriores afectaron la región, formándose grandes fallas y fracturas que dividieron a la Sierra de Coneto en bloques fallados, los cuales tuvieron basculamientos diferenciales entre ellos y cortaron y desplazaron las vetas existentes.

Finalmente en épocas recientes, por efectos de erosión la zona se ha cubierto de una capa de aluviones y de suelo vegetal, adoptando la forma de planicie, quedando el área mineralizada expresada topográficamente por leves elevaciones residuales.

#### IV. YACIMIENTOS MINERALES

#### IV.1 Introducción

Los depósitos minerales que se ubican en el Distrito Minero de Coneto, comprenden varios tipos que se enumeran a continuación según su importancia:

- Depósitos auro-argentíferos
- Depósitos de fluorita
- Depósitos de mercurio
- Depósitos de estaño

Todos ellos se localizan en el flanco oriental de la Sierra de Coneto.

Los yacimientos de fluorita y auro-argentíferos son sin duda los más abundantes del área y constituyen el objeto del presente estudio.

Los depósitos de mercurio se localizan en la margen occidental de la franja mineralizada. No muestran caracteres espectaculares, no son muy grandes y han sido explotados en varias épocas por métodos de gambusinaje.

Los depósitos de estaño son de dos tipos:

- 1o.- Los in situ, bajo la forma de fracturas rellenas de óxidos de estaño (casiterita) que generalmente se encuentran en tobas ácidas (ver Fotografía No. 6), sugiriendo que la emisión mineralizado-

ra que acarreó los valores de estaño fue inmediata posterior a la emisión de la roca encajonante, y

2o. - Los de placer que se ubican en arroyos y lomas bajas de la sierra.

Ambos tipos de depósitos no han sido bien estudiados y por lo tanto no están bien cuantificados; son los más occidentales de la zona mineralizada de Coneto, pero también se ubican en gran proporción en la parte norte de esta región minera y en general son de gran interés en la Subprovincia de Altas Llanuras.

En la zona de estudio se han detectado más de 20 vetas formales. Las principales estructuras mineralizadas que en la actualidad se están explorando y/o explotando, son: Veta La Palma, El Roble, El Durazno, El Higo, Santo Niño y San Miguel (ver Plano Geológico Topográfico), que pertenecen a los primeros dos tipos de mineralización mencionados.

#### IV.2 Formas, Dimensiones y Manifestaciones Superficiales

Las formas en que se encuentran dispuestos los depósitos minerales del Distrito Minero de Coneto de Comonfort, son por excelencia filones de fisura o vetas de fisura, es decir de acuerdo con Bateman, "Un filón de fisura es una masa mineral tabular que ocupa una o más fisuras; dos de sus dimensiones son mucho mayores que la

tercera. Los filones de fisura son los rellenos de cavidades más difundidos e importantes y dan una gran variedad de minerales y metales. Constituye el tipo de yacimiento estudiado más antiguo y alrededor del mismo se ha ido formando toda la ciencia de la minería".

En general, en la región se observan filones simples y en conjunto forman 4 sistemas de fisuras en intersección descritos en capítulos anteriores.

Analizando los diferentes sistemas de fisuras se deduce que el grupo comprendido por el intervalo de orientación NW 45° - 55° es más joven y corta bruscamente a los demás sistemas conteniendo en algunos casos mineral de arrastre de filones más antiguos.

Las manifestaciones superficiales de las estructuras están representadas por una serie de crestones constituidos principalmente por calcedonia y fluorita. (Ver Fotografías Nos. 7, 8 y 9).

Las dimensiones de las vetas son muy variables, su longitud varía desde unos cuantos metros para unas a más de un kilómetro para otras; su espesor oscila entre hilos de unos cuantos milímetros a potencias de más de 10 m (ver Fotografía No. 10). En cuanto a profundidad que alcanzan resulta difícil especular debido a que las obras mineras actuales son en extremo superficiales, aunque cabe mencionar que existen registros de barrenos de diamante que detectan estructuras mineralizadas más allá de los 200 m de profundidad.

CUADRO DE VETAS - CONETO DE COMONFORT, DGO.

V E T A	RUMBO	ECHAIDO	ROCA ENCAJONANTE	LONGITUD
LA PALMA	N 15° W	70° al W	Andesita azul	600 m
EL TAJO	N 10° E	70° al W	Andesita azul	300 m
LOMA VERDE	N 30° W	80° al E	Andesita azul	900 m
LA GUADALUPANA	N 35° W	70° al W	Andesita azul	1 000 m
SANTO NIÑO BUFA	N 30° W	80° al E	Andesita gris	450 m
SAN MIGUEL BUFA	N 50° W	80° al E	Andesita gris	300 m
SEÑOR DE VILLASECA	N 30° W	80° al E	Andesita gris	300 m
VETA PRIETA	N 70° W	70° al S	Andesita azul	600 m
VETA TERRERO	N 10° E	80° al W	Andesita azul	200 m
VETA SAUCE	N 50° W	80° al W	Andesita azul	500 m
VETA ROBLE	N 80° W	70° al S	Andesita azul	600 m
VETA NORTE SUR	N 10° W	60° al W	Andesita azul	300 m
VETA EL DURAZNO	N 35° W	70° al W	Andesita gris	900 m
VETA EL HIGO	N 10° W	75° al W	Andesita gris	
VETA PROMONTORIO	N 50° W	75° al W	Andesita gris	300 m
VETA EL CURA	N 35° W	70° al E	Andesita azul	800 m
VETA 3 AMIGOS	N 70° W	70° al S	Andesita azul	200 m
VETA EL INDIO	N 35° W	70° al W	Andesita gris	900 m

### IV.3 Mineralogía

#### IV.3.1 Mineralización

La mayoría de los minerales económicamente explotables en las vetas auro-argentíferas de Coneto son primarios, sin embargo, una costra poco profunda en la superficie de estas vetas, la integran minerales típicamente secundarios.

En general, los minerales básicos son escasos como el cobre, plomo y zinc; la pirita se puede calificar más de escasa que de abundante, aunque los óxidos de fierro se encuentran muy difundidos.

La mineralización en algunas partes es homogénea con: cuarzo, sulfuros argentíferos, oro libre y fluorita diseminados; otras veces, los minerales de mena se encuentran rodeando fragmentos de brecha formando una estructura escarpelada y en otras ocasiones como en la Veta El Durazno se encuentran formando una estructura acicular donde se proyectan cristales salientes en las cavidades formando verdaderas drusas.

En las vetas de baja ley existe una relación de oro y plata de 1 gramo de oro por cada 100 gramos de plata, relación que no se sostiene para zonas de altas leyes (ver Diagramas de Variabilidad).

Los valores de plata y oro siempre se encuentran asociados al cuarzo, hay muy poca calcita y la pirita se presenta donde existen valores auro-argentíferos.

Existe fluorita en la gran mayoría de las vetas del distrito, pero se trata de una mena agregada y post-mineral como se explicará más adelante.

Se puede observar que en algunas vetas auro-argentíferas del distrito, existen minerales de antimonio, mercurio, estaño, cobre en forma de calcopirita y otros minerales de cobre, así como trazas de blenda y galena, aunque en general estos valores no constituyen elementos a explotar con utilidad económica.

En general, las vetas están compuestas por cuarzo denso, microcristalino de diferentes matices, con alternancia de cuarzo blanco y cuerpos de cuarzo gris oscuro, en los cuales se encuentran sulfuros, principalmente argentita y en menor cantidad pirita; la presencia de oro está íntimamente asociada a la plata y su tamaño es tan pequeño que no permite clasificar el agregado que forma, aunque localmente se observa en forma libre.

En las vetas de fluorita, el mineral se encuentra en forma masiva en ganga de cuarzo y calcita, observándose también pequeñas manifestaciones de minerales auro-argentíferos que igualmente se benefician durante el proceso de flotación.

#### IV.3.2 Minerales que constituyen las Vetas

En este capítulo se describirán los minerales que constituyen las vetas del Distrito Minero de Coneto, los cuales se observan a

simple vista, con lupa, microscopio petrográfico y mineragráfico y aparatos de rayos X, también se hará alusión a los minerales que por fuentes indirectas se sabe que hubo en la región.

Cabe mencionar que la clasificación mineralógica de las menas se ha visto dificultada debido a la granulometría que presentan los minerales, fenómeno típico de los yacimientos epigenéticos epitermales, por lo que se ha tenido que desarrollar análisis petrográficos, mineragráficos y espectrométricos detallados que han resuelto el problema de la clasificación para la mayoría de los minerales. excepto para los minerales secundarios de plata, los hipogénicos de oro y otros.

#### IV.3.2.1 Minerales de Mena

##### ORO NATIVO

El oro libre se observó en minerales provenientes de las vetas de Promontorio y principalmente de la Veta Santo Niño de la zona de La Bufa, este mineral no ha sido observado en la Veta La Palma y otras, debido probablemente a que estas vetas han sido labradas más allá de la zona de oxidación; su tamaño va desde granos que resuelve una lente de 20 aumentos, hasta el rango de un milímetro.

Se dice que en la época de la Colonia se obtuvo una gran cantidad de oro libre proveniente de las vetas que los españoles trabajaron en esta región.

## PLATA

En cuanto a la plata que aparece en las vetas de Coneto se han observado los siguientes minerales:

Plata Nativa  $\text{Ag}^0$

Debida probablemente a la oxidación de minerales argentíferos primarios como la argentita, proustita, polibasita, etc.

Argentita  $\text{Ag}_2\text{S}$

La argentita es sin duda el mineral argentífero más abundante del Distrito de Coneto, es de grano muy fino y se encuentra siempre asociada al cuarzo.

Grupo Querargirita

Se designa bajo este nombre a los haluros de plata, que se encuentran en las menas de Coneto y que son generalmente productos secundarios, formados por la alteración de los minerales primarios de plata como la argentita y se encuentran en la parte superior de los yacimientos, es decir en la zona de oxidación.

## ANTIMONIO

El antimonio es muy abundante en algunas vetas del distrito, como la Veta El Tajo y Loma Verde y se presenta bajo la forma de estibinita  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , sulfuro primario de antimonio siempre asociado al cuarzo. Existen otros minerales primarios de antimonio como la pi-

rargirita  $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ , que corresponde a las platas rojas que se observan localmente en las estructuras.

#### MERCURIO

Se han detectado vetas de mercurio en la margen occidental del distrito que tienen cinabrio y otros haluros de mercurio, pero éstas son muy pequeñas y sus valores son escasos, por lo que no constituyen yacimientos propiamente dichos.

#### ESTAÑO

En la Sierra de Coneto se encuentran pequeñas vetas de casiterita asociadas a las tobas riolíticas e ignimbritas.

La asociación blenda, pirita, galena y calcopirita existe sólo en trazas y de ningún modo constituyen formas explotables.

#### PIRITA $\text{Fe}_2\text{S}$

La pirita es muy fina y escasa en el distrito, no obstante constituye una excelente guía de mineralización auro-argentífera.

#### FLUORITA $\text{Ca F}_2$

La fluorita en las vetas auro-argentíferas se encuentra, en calidad de ganga, en agregados masivos y amorfos. En otros casos la fluorita llega a ser tan abundante que forma vetas de gran potencia que

se consideran como verdaderos yacimientos. (Ver Fotografía No. 10).

Este mineral se encuentra en varias formas que van desde la masiva hasta la cristalizada, y en algunas partes como en la Veta El Durazno, muestra una estructura francamente celular (Ver Fotografía No. 9). En los crestones de las vetas, así como en las cavidades de relleno de las rocas encajonantes, se observan hermosos ejemplares cúbicos de fluorita.

En relación al color que presenta la fluorita en las diversas estructuras del área, se puede decir que varía de incoloro a blanco, verde pálido, verde esmeralda, morado y finalmente pardo oscuro.

#### OXIDOS DE FIERRO Y MANGANESO

En los crestones de la mayoría de las vetas se notan claramente los tintes de los óxidos de hierro conocidos con el nombre genérico de limonita ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), y en las rocas encajonantes se observan alteraciones entre las cuales hay hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), algunos tintes de pirolusita ( $\text{MnO}_2$ ) y localmente ejemplares reniformes de óxidos de manganeso.

#### IV.3.2.2 Minerales de Ganga

El principal mineral de ganga es el cuarzo que forma la masa principal de las vetas auro-argentíferas, generalmente es microcristalino, aunque en los crestones se encuentran cuarzos euedrales

en las cavidades de relleno de las vetas o de la roca encajonante, su color es generalmente violáceo, aunque se encuentra de diferentes tonalidades que van del blanco lechoso al pardo oscuro.

Son muy abundantes también otras variedades de  $\text{SiO}_2$  como son la calcedonia y el ópalo que se distribuyen a lo largo de los crestos de las estructuras mineralizadas.

#### CALCITA $\text{CaCO}_3$

Hay muy poca calcita y se encuentra principalmente en las vetas de fluorita de la región constituyendo una buena guía mineralógica.

Finalmente cabe mencionar la presencia de algunos carbonatos de cobre como son la malaquita y azurita indicativos de zonas oxidadas.

#### IV.4 Paragénesis, Sucesión y Zonamiento

De acuerdo con Routhier, el término "paragénesis" fue creado por Breithaupt en 1849 para designar una asociación mineralógica que resulta de un proceso geológico o geoquímico dado.

Atendiendo a las observaciones de campo, estudios paragenéticos de laboratorio y trabajos de geoquímica resulta evidente la existencia de cuando menos 2 etapas de mineralización importantes en el distrito.

A continuación se mencionan las asociaciones mineralógicas correspondientes a las dos etapas de mineralización, así como su posición termométrica tentativa, a reserva de un estudio de temperaturas, actualmente en ejecución por parte de la Gerencia de Estudios Especiales del Consejo de Recursos Minerales.

En la primera etapa se depositan los minerales auro-argentíferos como la argentita, oro nativo y plata roja, así como la estibinita acompañados de cuarzo criptocristalino y fluorita subordinada.

Posteriormente sucede el emplazamiento de fluorita criptocristalina, radial y botroidal, acompañada de calcita escalenódrlica, así como de un enriquecimiento en valores de Au-Ag, lo que da como resultado la existencia de importantes clavos en las intersecciones de estructuras de diferentes etapas.

Según Bateman (1974) y de acuerdo con la termometría de la paragénesis del yacimiento mencionado se concluye que las temperaturas a las que se formó fueron bajas, menores a 200°C.

La sucesión mineral indica el orden de depositación de los diferentes minerales que constituyen un yacimiento. Este orden depende de la evolución de las condiciones físico-químicas acaecidas en el medio donde se formaron.

A continuación se muestra de una manera generalizada la sucesión de la mineralización atendiendo a las diferentes etapas de su formación.

## CUADRO DE SUCESION MINERALOGICA

MINERAL	P R I M A R I O S		SECUNDARIOS
	1a. ETAPA	2a. ETAPA	
ORO	---	---	
ARGENTITA	-----	---	
CALCOPIRITA	---		
GALENA	---		
BLENDA	---		
PIRITA	-----		
HALUROS DE PLATA			-----
ESTIBINITA		-----	
VALENTINITA Y CERVANTITA			-----
CINABRIO		-----	
FLUORITA		-----	
CUARZO	-----		
CALCITA	-	-----	-----
MALAQUITA			-----
AZURITA			-----

En 1965 un comité de la International Association on Problems of Post-magmatic Ore Deposition (en Park y MacDiarmid), definió el zoneamiento y lo contrastó con la paragénesis de la manera siguiente:

"El zoneamiento en los yacimientos minerales es cualquier rasgo regular en la distribución de los minerales o elementos en el espacio y lo pueden presentar un cuerpo mineral, un distrito minero o una región más extensa."

En el área de estudio se observa un zoneamiento mineralógico horizontal de la zona de La Bufa a Promontorio en un sentido NW-SE, representado por el aumento en los valores de fluorita y estibinita y en general de minerales de baja temperatura, lo que podría sugerir que el polo más caliente de la mineralización corresponde al área de La Bufa donde afloran los diques mineralizados, esto se podrá determinar en un futuro mediante un estudio termométrico detallado.

Con relación al zoneamiento vertical, no se han determinado variaciones tan importantes como en el sentido horizontal debido a la poca profundidad de mineralización conocida, de la cual sólo se puede decir que los valores de oro son más abundantes en la superficie, mientras que los de plata aumentan con la profundidad, siendo la fluorita omnipresente en el yacimiento.

#### IV.5 Roca Encajonante y Alteraciones

La gran mayoría de las estructuras auroargentíferas y fluoríferas del distrito están enclavadas en el horizonte de andesitas en ambos miembros, el inferior: andesita azul (And A) y el superior: andesita gris (And g); siendo el principal miembro el inferior.

En algunas zonas como La Bufa existen vetas muy próximas al horizonte superior constituido por tobas riolíticas (TR), y enclavadas dentro de ellas mismas. Finalmente el estaño en la sierra se encuentra en riolitas e ignimbritas exclusivamente.

La relación de edad entre las unidades rocosas y los yacimientos es la siguiente: las unidades andesíticas y riolíticas son anteriores a la primera y segunda etapas de mineralización de Au-Ag y  $\text{CaF}_2$ , mientras que la unidad ignimbrítica es posterior a la primera y contemporánea a la segunda.

Las alteraciones presentes en las rocas del Distrito Minero de Coneto, debidas a fenómenos hidrotermales y meteóricos son la caolinización, sericitización, silicificación, cloritización, propilitización, piritización y oxidación, principalmente, de las cuales las más difundidas en la región son las cinco primeras, mientras que la oxidación y piritización quedan restringidas a las inmediaciones de las estructuras auro-argentíferas.

Cabe mencionar la existencia de un zoneamiento de altera-

ción alrededor de las estructuras que en términos generales es el siguiente: el límite exterior del anillo de alteración lo constituye una etapa de caolinización, seguido de una silicificación abundante cuyo espesor va de acuerdo con la intensidad de los fenómenos hidrotermales ocurridos y por último, en la zona inmediata a la estructura se encuentra una zona de piritización y oxidación que refleja la presencia de sulfuros.

La mineralogía correspondiente a las alteraciones está constituida principalmente por caolín, sericita, clorita, hematita, limonitas, cuarzo, ópalo, calcedonia, epidota, calcita y fluorita.

En algunos lugares la intensidad de las alteraciones ha provocado serios problemas para el minado como son derrumbes y deslizamientos que obligan a reforzar las obras mineras.

#### IV.6 Clasificación y Génesis

El Distrito Minero de Coneto está constituido por filones de relleno de fisura que en conjunto forman sistemas en intersección, teniendo cuando menos dos etapas de mineralización perfectamente diferenciables.

En la primera etapa se formaron las vetas de Au-Ag en cuarzo microcristalino con pequeños valores de fluorita diseminados. Posteriormente se produjo una segunda etapa de mineralización que enriqueció las vetas antiguas y formó nuevas estructuras con valores fluoru

tíferos altos que cortaron y desplazaron en algunos casos a las anteriores.

De acuerdo con la clasificación de Von Cotta (en Lindgren, op. cit., pp. 203-204), el yacimiento cae dentro de los yacimientos regulares a manera de filones de fisura.

Según la clasificación utilitaria se trata de menas metálicas no ferrosas.

Dentro de las clasificaciones genéticas, de acuerdo con Lindgren (1933), los yacimientos en cuestión se consideran como depósitos epitermales, es decir temperatura de 50 a 200°C y presión moderada, formados por soluciones ascendentes calientes relacionados con la actividad ígnea, introducidos en fisuras preexistentes y depositados por procesos químicos.

Según Schneiderhöhn (1941), se trata de yacimientos hidrotermales representativos de asociaciones de Au-Ag.

Routhier (1963) coloca a la mayor parte de estos yacimientos dentro de un grupo que denomina "Depósitos asociados al vulcanismo y sub-vulcanismo", afirmando que el papel del vulcanismo en Metalogenia ha sido mal estimado, ya que cuando las mineralizaciones se localizan en rocas volcánicas, muy rara vez se puede demostrar que su fuente directa se encuentra en las mismas lavas.

De acuerdo con Petersen (1975) dentro de los yacimientos de

plata que se presentan en filones argentíferos en rocas volcánicas terciarias, los yacimientos de Coneto caen tentativamente dentro del tipo de Bonanza o en bolsadas, cuyo yacimiento tipo es la Mina Colquí en Perú; conteniendo plata nativa y sulfosales diversas.

De acuerdo con Moisen V. G., los yacimientos de oro-plata del tipo de Coneto tienen como estructura geotectónica un área joven eruptiva (terciaria), con una estructura interorogénica y postorogénica, como ambiente geológico estructural de la formación de los depósitos. Se tiene también una supuesta asociación de la mineralización con un complejo vulcano plutónico y con una morfología del cuerpo que corresponde a vetas.

El proceso de formación de los yacimientos de Coneto es sin duda el de relleno de cavidades, no existiendo rasgos de reemplazamiento metasomático.

En conclusión las vetas se formaron a partir de soluciones mineralizantes ascendentes que aprovecharon los rasgos estructurales o físicos secundarios existentes, como son las fisuras y fallas, cavidades de zonas de cizallamiento, brechas tectónicas y aberturas por alteración de las rocas; y que al depositarse cristalizaron y ampliaron los conductos actuando como cuñas.

## EDAD DE LOS DEPOSITOS MINERALES

La primera etapa de mineralización corresponde de acuerdo con Clark, Carrasco, Damon y Sandoval (1977), a los depósitos de vetas de fisura de Pb, Zn, Ag.

Se han hecho varios estudios geocronológicos en estos depósitos que sitúan la mineralización en ( $\pm$  39.5 m. a.), o sea en el Eoceno Temprano.

La segunda etapa de mineralización de fluorita principalmente, corresponde según Carrasco (1976), a los depósitos de fisura de  $\text{CaF}_2$  y los sitúan en el Mioceno (Clark, Carrasco, Damon y Sandoval, 1977).

Esta faja de depósitos en fisuras de fluorita, es probablemente una continuación de la faja en el área de Parral, Chih., y también con las varias minas pequeñas situadas en roca volcánica terciaria en la zona de transición entre la Mesa Central y la Provincia de la Sierra Madre Occidental en el sur central de Chihuahua (Pickard, 1975). Hacia el sur la faja se extiende hasta Zacatecas (Val Alstine, 1976).

## V. GEOLOGIA DE MINAS

## V.1 Controles de la Mineralización

"No hay que decir que se puede encontrar más simplemente y a menor costo la mena si se sabe donde hay que mirar por ella. Por tanto uno de los primeros objetivos del geólogo en un distrito es discernir las guías de la mena esto es, rasgos y condiciones estructurales, o de otra clase, que sirvan de pista para la localización de criaderos...." (Hugh Exton McKinstry, 1970).

A continuación se exponen las principales guías de mineralización que se observan en el Distrito Minero de Coneto de Comonfort.

### V.1.1 Guías Fisiográficas

En el Distrito Minero de Coneto de Comonfort, las expresiones topográficas de la mineralización constituyen el control más evidente de la misma.

Las vetas en un sentido general son silicatadas y por lo tanto la resistencia a la erosión de las mismas es mayor que la de las rocas encajonantes (andesitas), y por lo tanto constituyen eminencias que resaltan a simple vista, constituídas principalmente por cuarzo, calcedonia y fluorita (ver Fotografía No. 9).

La abundancia de crestones que presenta el distrito determina con seguridad la presencia de mineralización, aunque no cumple

con una relación directa con la cantidad de mineral presente, es decir las dimensiones de espesor no van en relación directa con el comportamiento de las vetas a profundidad, como es el caso de la Veta El Higo en la cual su expresión es muy ancha, pero la mineralización está constituida por pequeñas vetillas cuaríferas, mientras que el crestón de la Veta La Palma es más angosto y su potencia a profundidad es de dimensiones considerables.

Como ya se mencionó en el Capítulo de Geología Estructural y Geomorfología, el intenso tectonismo que ha sufrido el distrito ha causado el basculamiento de varios bloques que lo componen y por consecuencia los niveles de erosión varían, de una estructura a otra así como su paragénesis; es decir, algunas vetas de diferentes zonas situadas topográficamente al mismo nivel, presentan unas etapas de oxidación, otras enriquecimiento supergénico y finalmente las que se encuentran en la zona de sulfuros primarios.

Por otra parte, los niveles de oxidación de una zona a otra varían dependiendo de la estructura de las vetas, así como del grado alteración de las rocas encajonantes. Es decir si la estructura de las vetas es abierta como es el caso de la Veta El Durazno (ver Fotografía No. 9), almacenan agua y el nivel freático permanece constante y su grado de oxidación es mínimo; en cuanto al grado de alteración de las rocas encajonantes se puede decir que mientras más alterada se encuen

tra la roca encajonante, hay mayor filtración de agua y por lo tanto, mayor lixiviación; tal es el caso de la zona de Promontorio en la cual el grado de alteración es intenso, la roca se encuentra muy fracturada y en estado deleznable lo que ha producido lixiviación de sulfuros y formación de óxidos, a diferencia del área de La Bufa en la cual la alteración es mínima, así como la lixiviación de sulfuros.

### V.1.2 Guías Mineralógicas

De acuerdo a las experiencias que se tienen del distrito, se observan los siguientes controles mineralógicos que rigen en cierta forma el yacimiento mineral.

Estos parámetros mineralógicos se refieren principalmente a minerales de ganga y alteraciones de roca encajonante, ya que debido a la granulometría que presentan los minerales de mena, principalmente los auro-argentíferos, no permiten con observación de campo establecer parámetros definidos.

En cuanto a los minerales de ganga se observa que en las estructuras, mientras aumenta la calcita, aumenta la fluorita y disminuyen los valores de oro y plata. Cuando la ganga está constituida casi en su totalidad por cuarzo los valores auro-argentíferos son considerables. Por otra parte, la abundancia de fluorita refleja bajos valores de sulfuros auro-argentíferos como es el caso de la Veta El Durazno.

Se ha logrado establecer en el distrito que las zonas que presentan gran oxidación determinan la proximidad de vetas auro-argentíferas, debido a la oxidación de los metales.

La observación minuciosa de las estructuras mineralizadas ha permitido establecer la secuencia de alteración que indica la presencia de mineralización. El límite exterior del anillo de alteración lo constituye una zona de caolinización de la andesita, seguido de una silicificación abundante que de acuerdo a su espesor indica la intensidad de los fenómenos hidrotermales ocurridos y por último, en la zona inmediata a la estructura se encuentra una franja piritizada que refleja la presencia de sulfuros.

En general las alteraciones como son la caolinización, oxidación y silicificación se encuentran ampliamente distribuidas en el área de estudio por lo que resulta difícil establecer guías confiables para la detección de la mineralización, no obstante cuando en una franja de terreno reducida se observa la secuencia descrita anteriormente, la probabilidad de encontrar mineral es elevada.

Como ya se mencionó debido a la fineza de los minerales auro-argentíferos, resulta difícil establecer guías que nos permitan determinar la zona en la que se encuentran las estructuras.

Esta determinación se logra con el análisis de laboratorio petrográfico que se efectúa en las vetas, además la planta de beneficio

de la compañía reporta estos cambios al variar su recuperación ya que los minerales beneficiados son por excelencia sulfuros.

### V.1.3 Guías Estratigráficas y Litológicas

En el Distrito Minero de Coneto, la gran mayoría de las estructuras mineralizadas se encuentran enclavadas en el horizonte de andesitas, esta unidad ha sido postulada por varios autores como una guía de mineralización regional en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental.

Como ya se mencionó en el Capítulo de Yacimientos Minerales, las andesitas, en la primera etapa de mineralización sufrieron una considerable silicificación, aumentando así su competencia y friabilidad; por esta razón, en las zonas donde fue mayor la silicificación constituyeron las áreas más favorables para las siguientes etapas de mineralización.

Es decir, debido a la competencia de las andesitas silicificadas, en los períodos de fracturamiento se rompen como si fueran un material quebradizo. Se fracturan de tal modo que llegan a formar verdaderos canales permeables, por los cuales, pueden ascender con facilidad los fluidos mineralizantes. Además, su poca elasticidad tiende a evitar que las fracturas se cierren apretadamente, y si se rompen en la región adyacente a las paredes de la fractura es por desmoronamiento.

namiento, produciendo una mezcla de fragmentos que presentan grandes superficies a las soluciones mineralizantes. Cuando estas rocas se quiebran producen una red de fracturas interconectadas como es el caso de la Mina La Palma o bien una zona de brechamiento libre de salbanda, factor que se observa también en la zona de La Palma.

Por otra parte en las zonas donde la mineralización penetra en otras unidades litológicas como es el caso de La Bufa en la cual parte de las vetas penetran en riolitas, se observa que las estructuras decrecen notablemente en espesor, es decir se acuan, factor debido probablemente al contraste de esquemas de fracturamiento que existe entre las andesitas y las riolitas del área.

#### V.1.4 Guías Estructurales

El yacimiento mineral de Coneto de Comonfort pertenece a la clase de vetas de fisura, por lo que cabe esperar que las guías estructurales más directas sean precisamente las fracturas y fallas de la región.

En general como ya se mencionó, existen cuatro sistemas de fracturamiento bien definidos que controlan la mineralización del distrito que son a saber: NW 15° - 35°, NE 0° - 10°, NW 40° - 50°, E-W; de los cuales el más importante es el sistema NW 15° - 35°, ya que el 60% de las estructuras mineralizadas de la región quedan comprendidas

en ese intervalo; por lo tanto, se demuestra que el sistema de orientación de fracturamiento más favorable de mineralización del área es el correspondiente al rango NW 15° - 35°.

Por otra parte, observando el comportamiento de la mineralización en el distrito, se pueden establecer los siguientes controles estructurales confiables de mineralización económica que son, en orden de importancia:

- a) Intersección a rumbo de vetas
- b) Intersección a echado de vetas
- c) Cambios de inclinación de las estructuras
- d) Cambios bruscos de rumbo de las vetas

Cabe mencionar que, a través de la historia del distrito, las zonas más explotadas han sido las intersecciones de estructuras a rumbo, como es el caso de la unión de las Vetas El Roble, El Sauce, El Ciprés, El Fresno y Norte Sur con la Veta La Palma.

## V.2 Descripción de Obras Mineras y Cuerpos Mineralizados

El Distrito Minero de Coneto de Comonfort abarca varias áreas de interés económico donde se exploran y/o se explotan yacimientos de diferentes minerales como son: minerales auro-argentíferos, estaníferos, de mercurio, uranio, antimonio, fluorita, etc.

En el área comprendida por los fundos mineros de la Compañía Minera Comonfort, S.A., se distinguen cinco zonas mineras de importancia que son, a saber: A) Area La Bufa, B) Area La Palma, C) Area Durazno-Impulsora, D) Area Promontorio y E) Area Loma Verde. El nombre de las diferentes áreas se debe principalmente a estructuras mayores o bien a rasgos topográficos.

A continuación se describen las áreas mineras que están siendo exploradas actualmente por el Consejo de Recursos Minerales y que constituyen el objeto fundamental del presente estudio.

#### V.2.1 Area La Bufa

##### a) Localización

El área de La Bufa se encuentra localizada en la porción NE de los fundos, a una distancia aproximada de 3.5 Km del Tiro General (ver Plano Geológico General).

##### b) Obras Mineras y Rasgos Geológico-Mineros

Actualmente en esta zona el Consejo de Recursos Minerales se encuentra desarrollando dos frentes y un tiro de exploración sobre estructura mineralizada. El acceso a los mismos se efectúa por medio de un socavón de 80 m conocido con el nombre de Socavón Cero, realizado a través de roca andesítica.

La Frente Santo Niño cuenta con un desarrollo lineal de 290 m en la estructura mineralizada conocida con el mismo nombre, y que tiene un rumbo genérico de NW 40° con buzamiento promedio de 80° al NE.

Esta frente constituye un solo nivel, en el cual se está realizando un tiro fuera de estructura de 50 m de desarrollo cuya finalidad principal es la de ventilar el nivel y profundizar la obra minera, el encape de este nivel es de 40 m en promedio.

La mineralización de la veta consiste principalmente de sulfuros y minerales oxidados auro-argentíferos, en una ganga de cuarzo criptocristalino.

La Veta Santo Niño tiene una potencia media de 70 cm y constituye la estructura mineralizada más importante de la mina por las anomalías auro-argentíferas favorables que presenta.

La roca encajonante de las estructuras la constituye la andesita gris (And g) en la cual se presenta un fracturamiento perpendicular a los planos de pseudoestratificación de las diferentes coladas andesíticas, la roca se encuentra alterada en la proximidad de la mineralización por fenómenos de caolinización, silicificación, propilitización y piritización principalmente.

La Frente San Miguel presenta un desarrollo lineal de 113.20 m, y está desarrollada siguiendo la Veta San Miguel cuyo rum

bo genérico es de NW 50° y el buzamiento es de 75° al NE.

La mineralización que presenta la Veta San Miguel es del mismo tipo que la anterior, su potencia media es de 1.00 m teniendo en cuenta que sus valores son menores aunque más constantes, los minerales auro-argentíferos se presentan a simple vista como pequeños puntos negros en una masa de cuarzo criptocristalino, la roca encajonante de la estructura está constituida en un principio por andesita gris (And g), y posteriormente por tobas riolíticas, notándose en ésta una disminución en la potencia de la veta.

Las alteraciones de la roca encajonante son en esencia las mismas que se presentan en la Frente Santo Niño.

La Frente San Miguel presenta un tiro sobre la estructura mineralizada, cuyo desarrollo hasta la fecha es de 50 m, y su objetivo es el de crear otro nivel más profundo, así como observar el comportamiento de la mineralización y cubicar reservas positivas con la creación de un futuro nivel.

Ambos frentes presentan pequeños labrados antiguos que corresponden con los clavos mineralizados (ver Gráficas de Variabilidad).

### c) Muestreo

El muestreo en esta mina se efectuó de modo sistemático cada dos metros, del tipo de canal perpendicular a las estructuras

con cuña y marro recibiendo la muestra en lona.

Cada muestra se tomó del bajo al alto, dividiendo en algunos casos el canal en tres secciones dependiendo del criterio geológico que se tenga de la variación en la estructura mineralizada.

Se han tomado un total de 310 muestras a lo largo de toda la mina para análisis químico cuantitativo, distribuidas de la siguiente manera:

VETA SAN MIGUEL	94
VETA SANTO NIÑO	158
SOCAVON CERO Y CRUCEROS DE REGISTRO	58

Las muestras se ensayaron por Ag, Au y  $\text{CaF}_2$ , siendo este último insignificante en la mineralización, razón por la cual no aparece en los planos de muestreo.

Se tomaron un total de 12 muestras para análisis petrográficos, paragenéticos y espectrométricos; algunos resultados de estos análisis aparecen en el Apéndice A.

#### d) Cálculo de Reservas

##### VETA SANTO NIÑO

Se han cubicado 2 bloques de reservas probadas y 2 bloques de reservas probables (ver Lámina No. 4).

**CALCULO DE RESERVAS  
VETA SANTO NIÑO**

BLOCK No	TONELADAS	ANCHO PROMEDIO (m)	LEY MEDIA			CLASE
			Au (grs/ton)	Ag (grs/ton)	Ca F (%)	
I	6899	0.65	3.3	276	-----	PROBADAS
II	3979	0.96	2.9	196	-----	PROBADAS
TOTAL	10878	0.80	3.1	246	-----	PROBADAS
III	6468	0.65	3.3	276	-----	PROBABLES
IV	2772	0.96	2.9	196	-----	PROBABLES
TOTAL	9240	0.80	3.1	246	-----	PROBABLES
GRAN TOTAL	20110	0.80	3.1	246	-----	PROBADAS + PROBABLES

lamina no. 4

## VETA SAN MIGUEL

Se tienen 6 bloques, 3 de reservas probadas y 3 de reservas probables (ver Lámina No. 5).

Las reservas se han calculado de acuerdo a los criterios de cubicación de reservas (Capítulo V.3).

Los datos expuestos en las Láminas de Cubicación de Reservas se refieren al mineral in-situ, es decir no se ha calculado la dilución, impuestos, pérdidas metalúrgicas, etc. Por el momento se estudia el sistema de explotación más adecuado que pueda minimizar la dilución.

### e) Resultados del Muestreo

Los análisis químicos cuantitativos de las 310 muestras tomadas, fueron realizados por la Compañía Minera Comonfort, S.A., en el laboratorio de la misma, situado en las instalaciones de la Unidad Coneto, Coneto de Comonfort, Dgo.

Con la finalidad de representar de una manera más objetiva los resultados del muestreo, el suscrito elaboró las gráficas de variabilidad en las secciones longitudinales a rumbo de estructura de las dos vetas, proyectando el muestreo en una sección horizontal y los resultados o leyes de muestreo en escala vertical.

Además los diagramas de variabilidad justifican en cierto

**CALCULO DE RESERVAS  
VETA SAN MIGUEL.**

BLOCK No	TONELADAS	ANCHO PROMEDIO (m)	LEY MEDIA			CLASE
			Au (grs/ton)	Ag (grs/ton)	CoF (%)	
I	936.00	1.04	2.00	195	-----	PROBADAS
II	731.42	1.29	0.90	76	-----	PROBADAS
III	554.65	1.24	2.30	153	-----	PROBADAS
TOTAL	2222.07	1.19	1.71	140	-----	PROBADAS
IV	1170.00	1.04	2.00	195	-----	PROBABLES
V	1306.12	1.29	0.90	76	-----	PROBABLES
VI	999.45	1.24	2.30	153	-----	PROBABLES
TOTAL	3470.57	1.19	1.71	140	-----	PROBABLES
GRAN TOTAL	5692.64	1.19	1.71	140	-----	PROBADAS PROBABLES

modo los bloques de cubicación de reservas, así como resaltan las zonas de clavos mineralizados.

## V.2.2 Area La Palma

### a) Localización

El acceso a la bocamina de la Mina La Palma se efectúa por el Socavón Las Estrellas, Socavón Las Elenas y Tiro General, este tiro se encuentra aproximadamente a 500 m al sureste de la planta de beneficio de la Compañía Minera Comonfort, S.A., y a 1 Km en línea recta al sureste del poblado de Coneto de Comonfort (ver Plano Geológico General).

### b) Obras Mineras

En esta mina existen 3 niveles formales que son a saber: Nivel 2 ó Las Elenas, Nivel 3 ó Las Estrellas y Nivel 4. Cuenta con 5 subniveles a partir del Nivel de Las Estrellas que conforme se profundizan son: Subnivel +1, -1, -2, -3 y -4.

En la zona se observan 6 tiros exteriores que son de norte a sur los siguientes: Tiro Norte, Fortuna, Sur, General, Exterior y El Roble. También existe un tiro interior (pozo), denominado Tiro Prieto.

El desarrollo lineal horizontal que presenta la mina, sin to

mar en cuenta los cruceros de registro, tiros, pozos y contrapozos es el siguiente:

Nivel 2.....	318 m
Nivel 3.....	1016 m
Nivel 4.....	80 m
Subnivel + 1 .....	72 m
Subnivel - 1 .....	63 m
Subnivel - 2 .....	75 m
Subnivel - 3 .....	134 m
Subnivel - 4 .....	146 m
Total .....	1904 m

Para observar las obras mineras se recomienda ver la sección vertical longitudinal de la Mina La Palma.

La Mina La Palma ha sido explorada y explotada desde la época precortesiana hasta la fecha y presenta muchos labrados de importancia, no obstante estos labrados se observan hasta el nivel 3, por lo que la exploración a cargo del Consejo de Recursos Minerales está enfocada a la prospección de niveles más profundos.

A continuación se describen las obras directas de exploración realizadas hasta la fecha por el Consejo de Recursos Minerales en la Mina La Palma.

Se han desarrollado 130 m de obra directa, distribuidos de

la siguiente manera:

1) Sobre Veta El Sauce:

- i. - Se dió cruceo de 11.50 m, con el fin de detectar la continuación de la Veta El Sauce.
- ii. - Frente El Sauce, una vez detectada la Veta El Sauce se rompió una frente de 12 m sobre la estructura hacia el norte, reflejando valores bajos en el muestreo.

2) Sobre Veta El Roble:

- i. - Debido al abandono de las frentes de los subniveles -1 y -2 en la estructura El Roble, se dió un cruceo de 27 m con la finalidad de detectar su continuidad cumpliendo satisfactoriamente su objetivo.
- ii. - Frente Sur en el Nivel 3, se colaron 35 m de obra sobre estructura detectándose bajo el muestreo.
- iii. - Frente Norte. - Se llevan colados 21.5 m hasta la fecha y tiene la finalidad de llegar a la intersección que la Veta El Roble hace con la Veta El Ciprés, dado que como regla general en el distrito las intersecciones de estructura son notables por su enriquecimiento en valores.

3) Zona de Tiro Prieto

En la zona de Tiro Prieto, pozo situado en el Nivel 3, se lleva un cuele de 25 m sobre material estéril habiendo alcanzado la cota

del Nivel 4, por lo que se va a proceder a colar un crucero que tiene como finalidad cortar la zona en donde se intersectan las Vetas El Roble, El Fresno y La Palma (ver Plano Geológico Nivel 3, Mina La Palma), lugar en el cual se tiene una zona de enriquecimiento en los niveles superiores, además cabe la posibilidad de un enriquecimiento supergénico de valores de plata y que éstos tienden a lixivarse en los Niveles 2 y 3 que se encuentran en zona de oxidación.

#### c) Rasgos Geológico-Mineros

El levantamiento geológico de Interior de mina revela la existencia de varias estructuras que se intersectan o se desprenden de la veta principal denominada La Palma y que son a saber, de norte a sur: Veta Norte Sur, El Sauce, El Ciprés, El Roble, El Fresno y otras de menor importancia.

La roca encajonante consiste de andesita (And a) de color azul verdoso, la cual conforme se profundiza en la mina varía su textura de afanítica a porfirica, debido probablemente a la continuidad de las coladas de lava andesítica.

Las alteraciones más comunes se encuentran formando un anillo de alteración paralelo a las estructuras mineralizadas, siendo la más exterior la caolinización, seguida de silicificación y en la proximidad inmediata de las vetas, piritización; cabe mencionar que, en

algunas vetas se encuentra una zona de brechamiento con salbanda que indica que son estructuras de cizalla.

En el área de La Palma se observan las siguientes vetas de cizalla que muestran brechamientos paralelos en una o en ambas tablas y que son: Veta La Palma, Veta El Roble y El Sauce.

Las vetas de relleno de fisuras sin movimiento que se observan son la Veta Norte Sur y El Fresno.

Existe un fracturamiento muy notorio en la zona comprendida entre la intersección de la Veta El Sauce con la Veta La Palma y Tiro General que se manifiesta por una serie de fracturas normales a la estructura La Palma.

En el área comprendida entre Tiro Sur y Tiro Fortuna se localiza una falla inversa que desplaza a la Veta La Palma tanto horizontal como verticalmente.

Los minerales de mena que constituyen la mayoría de las vetas son sulfuros de plata como la argentita, haluros como la querargirita y sulfoantimoniuros como es el caso de la polibasita, además de la existencia de telururos de oro y plata así como oro libre en pequeñas cantidades.

Por otra parte se observa que en algunas vetas como es el caso de La Palma los minerales auro-argentíferos se encuentran diseminados en fluorita de colores claros y cuarzo cristalino, y se han en u

contrado zonas brechadas constituídas por fragmentos de cuarzo con sulfuros en una matriz de fluorita de tonalidades más oscuras, lo que permite suponer dos etapas de mineralización, siendo la última la de menor temperatura.

Por último, se observa un cierto zoneamiento horizontal en la mineralización de la mina, pues mientras que en su parte NE no existen altos valores de fluorita, al SW tienen importancia económica.

#### d) Muestreo

En la Mina La Palma se han tomado un total de 403 muestras para ser ensayadas por Au, Ag y Ca F<sub>2</sub> mediante análisis químico cuantitativo y cuya distribución espacial es la siguiente:

Nivel 2 ó Las Elenas .....	15
Nivel 3 ó Las Estrellas .....	177
Nivel 4 .....	41
Subnivel -1 .....	13
Subnivel -2 .....	22
Subnivel -4 .....	46
Total .....	403

También se han tomado 11 muestras para análisis petrográficos, paragenéticos y espectrográficos de las diferentes estructuras que se localizan en la mina así como de roca encajonante.

#### e) Cubicación de Reservas

La cubicación de reservas en la Mina La Palma resulta difícil de establecer debido a que las zonas bonancibles que presenta han sido explotadas en su totalidad en épocas pasadas, lo que lleva a definir como zona estéril al espacio comprendido entre el Nivel 3 y la superficie.

En la actualidad el Consejo de Recursos Minerales está enfocando la exploración del área a niveles más profundos con obra directa y con barrenación de diamante con el fin de comprobar la continuidad de las estructuras y ubicar reservas.

Por el momento, la cubicación de reservas se limita a calcular mineral probable mientras no existan los elementos de juicio necesarios para establecer bloques positivos.

En el área de Tiro Prieto se ha estimado un bloque de reservas probables de 12,000 toneladas métricas, con un ancho promedio de 1.10 m y ley media de Ag de 218 grs/ton y 2 grs/ton de Au.

#### f) Resultados del Muestreo

Los análisis químicos cuantitativos han sido realizados por la Cfa. Minera Comonfort, S.A., en el laboratorio de la Unidad Coneto, Dgo.

### V.2.3 Area Durazno-Impulsora

#### a) Localización

La Zona Durazno-Impulsora se define como el área que ocupan las obras de exploración y explotación de la Veta El Durazno y se localiza a 1.3 Km al SE de la planta de beneficio de la Cía. Minera Comonfort, S. A. (Ver Plano de Localización de Areas Mineras).

#### b) Obras Mineras

El área Durazno-Impulsora se divide en dos zonas de importancia económica.

La veta El Durazno en su porción noroeste, aproximadamente a 320 m al NW del pozo del mismo nombre, presenta un rebaje a cielo abierto de 110 m, que ha constituido la principal fuente de materia prima para las campañas de explotación de fluorita realizadas por la Compañía Minera Comonfort (ver Fotografía No. 11).

En la zona sureste, del otro lado de la Presa de Miramar, la veta El Durazno presenta obras subterráneas que en conjunto constituyen la Mina Impulsora, en la cual el Consejo de Recursos Minerales está realizando importantes obras de exploración. A continuación se describe la Mina Impulsora.

La Mina Impulsora constituye un solo nivel que ha sido desarrollado de la siguiente manera:

En primera instancia se abrió un crucero o socavón de 50 m de longitud a partir de la cota 1918.00 m, con un rumbo de N 75° E, con el fin de cortar la estructura mineralizada de El Durazno, la cual presenta una orientación que oscila entre N 45° W - N 15° W con buzamientos del orden de los 70° al SW, observándose un incremento en la inclinación conforme se avanza al sur.

En la zona de intersección la Veta El Durazno presenta un espesor de 9.00 m, observándose en el bajo de la misma una brecha andesítica cementada por fluorita con una potencia de aproximadamente 7 m.

A partir de la intersección del socavón con la estructura se coló una frente hacia el SE, sobre mineral continuándola una longitud de 90 m hasta llegar a la intersección de la Veta El Durazno con otra estructura denominada Veta El Higo sobre la cual se llevan 50 m colados.

En el área de intersección de las dos vetas se desarrolló un contrapozo sobre mineral de 52 m, comunicando el nivel con superficie. Actualmente en esta misma zona se está desarrollando un tiro sobre la Veta El Higo que tiene por objeto comprobar la intersección de las estructuras a profundidad ya que en el nivel 0 los valores auro-argentíferos y de fluorita son muy elevados.

### c) Rasgos Geológico-Mineros

En el rebaje a cielo abierto la roca encajonante es andesita azul (And a) y en la Mina Impulsora la constituye la andesita gris (And g), presentando las siguientes alteraciones: caolinización que se manifiesta en superficie, piritización conforme se acercan las estructuras y finalmente silicificación en contacto con las vetas.

La Veta El Durazno tiene una potencia media de 1.20 m y presenta una zona brechada al bajo de la estructura cementada con fluorita, la cual se acuña a los 90 m en el nivel 0, donde se interseca con la Veta El Higo que tiene una potencia media de 0.70 m.

En lo que se refiere a mineralogía, los minerales de mena de la Veta El Durazno los constituyen en orden de importancia fluorita, sulfuros y haluros de plata y oro libre, mientras que en la Veta El Higo son sulfuros y haluros de plata y oro libre.

El crestón de la Veta El Durazno está constituido por calcedonia, fluorita cúbica transparente y cuarzo amatista siendo estos últimos de relleno de cavidades formando verdaderas drusas en los huecos de la calcedonia (ver Fotografía No. 9).

La relación de oro a plata es aproximadamente 1:100, es decir por cada gramo de oro existen 100 gramos de plata, mientras que la fluorita varía indistintamente, presentándose en mucho mayor proporción en la Veta El Durazno.

Los minerales accesorios son: calcita, piritita, malaquita y azurita, siendo la calcita más abundante en la Veta El Durazno.

El mineral de ganga más representativo en ambas estructuras es el cuarzo criptocristalino incoloro y calcedonia en los crestosnes así como fluorita anedral cúbica en los mismos.

Por último, existe un zoncamiento mineralógico en el área debido probablemente a que las dos estructuras que aparecen en la mina pertenecen a diferentes etapas de mineralización, pues mientras que en la Veta El Durazno la fluorita es abundante, en la Veta El Higo es escasa; los valores auro-argentíferos son más altos en la segunda veta.

Dicho de otra manera, la Veta El Durazno esencialmente fluoritífera corta a la Veta El Higo que pertenece a la etapa de mineralización auro-argentífera anterior a ésta; aunque también, es probable que las dos sean de la misma etapa auro-argentífera, siendo la Veta El Durazno reabierta en la segunda etapa de mineralización. Este factor se observa en la brecha que presenta la Veta El Durazno en el bajo, ya que existen fragmentos con mineralización de oro y plta cementados de fluorita.

#### d) Muestreo

El muestreo que se lleva a cabo en la Mina Impulsora es de tipo sistemático con espaciamiento de cada dos metros.

Se han tomado un total de 219 muestras para análisis químico cuantitativo, distribuidas de la siguiente manera:

VETA EL DURAZNO.....	159
VETA EL HIGO.....	36
VETA EL HIGO Y EL DURAZNO (contrapozo)	24
Total de muestras .....	219

Por otra parte se han tomado 12 muestras para análisis petrográficos, paragenéticos y espectrográficos tanto de las estructuras mineralizadas como de la roca encajonante.

#### e) Cálculo de Reservas

Se han calculado un total de 5 bloques de reservas positivas y 5 bloques de reservas probables (ver Lámina No. 6).

#### f) Resultados de Muestreo

Con el objeto de representar los resultados de los análisis químicos de una manera más objetiva, el suscrito elaboró las gráficas de variabilidad convenientes proyectando los lugares geométricos de las muestras en la sección vertical longitudinal de la Mina Impulsora, estableciendo los lugares bonancibles y delineando los bloques de reservas.

## CALCULO DE RESERVAS MINA IMPULSORA

BLOCK No	TONELADAS	ANCHO PROMEDIO (m)	LEY MEDIA			CLASE
			Au (grs/Ton)	Ag (grs/Ton)	CaF (%)	
I	7196	3.29	0.7	69	20.4	PROBADAS
II	3630	2.47	0.7	63	4.5	PROBADAS
III	2283	1.45	1.6	111	14.6	PROBADAS
IV	1469	1.10	0.9	77	10.6	PROBADAS
V	2315	0.94	2.6	295	--	PROBADAS
TOTAL	16893	1.85	1.05	98	12	PROBADAS
VI	7772	3.29	0.7	69	20.4	PROBABLES
VII	3501	2.47	0.7	63	4.5	PROBABLES
VIII	2055	1.45	1.6	111	14.6	PROBABLES
IX	1279	1.10	0.9	71	10.6	PROBABLES
X	1923	0.94	2.6	295		PROBABLES
TOTAL	16530	1.85	1.05	98	12	PROBABLES
GRAN TOTAL	33423	1.85	1.05	98	12	PROBADAS + PROBABLES

#### V.2.4 Area Promontorio

##### a) Localización

La zona de Promontorio se localiza en la parte SE de los fundos mineros, aproximadamente a 3 Km de la planta de beneficio. (Ver Plano de Localización de Areas Mineras).

##### b) Obras Mineras

En esta zona se encuentran gran número de catas de exploración y explotación antiguas hasta de 20 m de profundidad, localizadas principalmente sobre la Veta Promontorio. (Ver Fotografía No. 12).

Además de las catas mencionadas existe un socavón antiguo, denominado Socavón El Nogalito que está siendo continuado por el Consejo de Recursos Minerales y consiste en un crucero de 206 m de longitud colado sobre roca andesítica y riolítica sumamente alterada por fenómenos hidrotermales y meteóricas.

Esta obra ha tenido graves problemas en su desarrollo debido principalmente a la baja competencia de las unidades litológicas que atraviesa por lo que se ha tenido que ademar con madera y separaciones de marcos cerrados a cada 1.50 m y costillaje, aparte de retacar de una manera adecuada para evitar derrumbes que acaben con el ademe.

Por otra parte el socavón ha cortado dos estructuras a la fecha y se piensan desarrollar dos frentes sobre mineral con el objeto de muestrear la veta más favorable y llegar a la intersección que hace con la otra estructura.

### c) Rasgos Geológico-Mineros

Desde el punto de vista geológico el Area de Promontorio se considera con perspectivas económicas muy favorables ya que superficialmente se observa que en el lugar llegan a intersectarse varias estructuras mineralizadas, de entre las cuales se pueden citar la Veta Promontorio, la continuación de La Palma y El Durazno.

Los crestones son muy abundantes como se puede ver en la Fotografía No. 7.

En superficie se observa que unos metros antes de llegar a la cima del Cerro de Promontorio, aflora un cuerpo riolítico que constituye un vestigio de las riolitas que en un tiempo cubrieron gran parte de la región pero que ya han sido erosionadas casi en su totalidad.

El levantamiento geológico de interior mina revela la existencia de grandes zonas de caolinización en la andesita que atraviesa, así como extensos fenómenos de oxidación y otras alteraciones producidas probablemente por la acción del hidrotermalismo que produjo la mineralización en el área, seguido de una continua meteorización so-

bre las estructuras y roca encajonante.

Actualmente se han cortado dos estructuras mineralizadas que revelan valores económicos muy bajos, debido probablemente a que éstos se han lixiviado a niveles inferiores dado que la zona en conjunto presenta una gran permeabilidad secundaria producida por la abundante alteración mencionada, por lo que se puede esperar un enriquecimiento supergénico a profundidad.

#### d) Muestreo

En el Socavón El Nogalito se han tomado 30 muestras para análisis químico cuantitativo; estos estudios revelan valores muy bajos de oro, plata y fluorita debido probablemente a que como es una zona de gran alteración meteórica, las aguas han lixiviado los metales a niveles más profundos dejando pequeños vestigios de mineralización en superficie.

Por otra parte, se han realizado estudios petrográficos y paragenéticos que revelan que las alteraciones que ha sufrido la roca huésped son principalmente caolinización y oxidación, como resultado de la combinación de extensos fenómenos hidrotermales y meteóricos. Hasta la fecha no se han detectado minerales de mena siendo el cuarzo el mineral constituyente de la posible ganga de las estructuras.

#### e) Cubicación de Reservas

Debido a que el área se encuentra en las primeras etapas de exploración, no se tienen aún suficientes elementos de juicio que sustenten cálculos de reservas minerales.

### V.2.5 Area Loma Verde

#### a) Localización

Se ha denominado Area de Loma Verde a una extensa zona situada al poniente del poblado de Coneto, y que estructuralmente constituye el bloque de Loma Verde. (Ver Plano de Localización de Areas Mineras).

#### b) Obras Mineras

El Area de Loma Verde cuenta con varias obras mineras de importancia alojadas siguiendo las principales estructuras de la zona como son la Veta Loma Verde, La Guadalupana, El Cura y Santo Niño.

En el presente proyecto no se han explorado esas vetas ni sus obras mineras. Estas, en su mayoría son inaccesibles por estar en condiciones peligrosas y muchas veces aterradas.

#### c) Rasgos Geológico Mineros

Como se puede observar en el Plano Geológico General, esta

área pertenece a un bloque tectónico que ha basculado con respecto al de Coneto a través de la falla del río del mismo nombre.

Estratigráficamente hablando, el área se encuentra cubierta en su mayor parte por andesita gris (And g), observándose tobas e ignimbritas en las partes altas de las eminencias topográficas, como testigos residuales de la erosión que ha sufrido la región.

En esta área se muestra un zonamiento mineralógico, puesto que en el extremo sur, las estructuras presentan abundancia de estibinita, mientras que hacia el norte se van haciendo francamente auríferas con ganga de fluorita.

En la actualidad no se han hecho trabajos de exploración en el área debido principalmente a la dificultad de acceso que muestran las obras mineras antiguas, no obstante las estructuras de la zona presentan características económicas muy favorables, lo que hace indispensable un programa de exploración a detalle de la misma.

### V.3 Cálculo de Reservas

#### V.3.1 Introducción

Las reservas minerales constituyen el balance económico del negocio minero. La magnitud y calidad de éstas, así como el precio y la demanda en el mercado, permite decidir a la empresa las políticas futuras de inversión. Los conceptos utilizados en el presen

te trabajo son:

#### MINERAL ECONOMICO

Es un agregado de uno o más minerales que en un determinado tiempo y lugar pueden ser extraídos y vendidos con utilidad económica.

#### MINERAL PROBADO

Es el mineral sobre el cual se calcula un tonelaje y ley basándose en dimensiones reveladas en afloramientos, trincheras, trabajos subterráneos o barrenaciones y/o con un muestreo en forma adecuada. El espaciamiento de los lugares para inspección, muestreo y medida es lo necesariamente cerrado, y el carácter geológico es tan bien conocido que, el tamaño, forma y contenido mineral pueden ser perfectamente establecidos; el tonelaje y la ley deben poderse juzgar dentro de límites de precisión claramente establecidos.

#### MINERAL PROBABLE

Es el mineral cuyo tonelaje y leyes son computados con información obtenida, en parte de mediciones específicas, muestreo o datos de producción y en parte, basándose en evidencias geológicas; los puntos que son accesibles para ser inspeccionados, medidos y muestreados, se encuentran distanciados entre sí en forma poco pro-

picia como para establecer certeramente una continuidad del material y la ley a través de la estructura.

#### MINERAL POSIBLE

Es el mineral para el que las estimaciones cuantitativas son basadas principalmente sobre un conocimiento amplio del carácter geológico del yacimiento y para el que existen pocas o ninguna muestras o medidas. Estas estimaciones son basadas en una continuidad y repetición supuestas para las cuales hay indicaciones geológicas razonables, las cuales pueden incluir comparaciones con depósitos de tipo semejante, cuerpos completamente cubiertos o tapados pueden ser incluidos si para ellos existen evidencias específicas.

El geólogo infiere este mineral basado únicamente en conceptos geológicos, en su conocimiento de la geología de los cuerpos y si acaso en algún barrenos u obra donde se puede medir y muestrear. Debe estimarse en decenas de miles de toneladas, puede o no tener leyes estimadas y no debe ser incluido en las reservas de mineral, pero sí debe ser mencionado como una cifra especulativa.

#### MINERAL MARGINAL

Es el mineral probado, cuyo valor en moneda es igual o ligeramente más bajo que el límite económico de la operación minero-metalúrgica y no generaría flujo de efectivo, pero un aumento de los

precios del mineral, una baja en los costos de operación o una mejora en su concentración pueden hacer este mineral costeable en cualquier momento.

### V.3.2 Definiciones y Método de Bloqueo

Al final del capítulo se presenta un cuadro tipo de cubicación de reservas utilizado en el presente proyecto, definiendo los diferentes aspectos considerados en el mismo y los principales criterios utilizados.

#### a) Tipos de Mineral

Los tipos de mineral están clasificados de acuerdo a su tratamiento metalúrgico, lo que implica diferentes procesos de concentración o fundición y diferentes costos de operación. Los tipos de mineral que se trabajan en Coneto de Comonfort son:

#### SULFUROS

Sulfuros y sulfosales de Ag, con valores de Au, concentrados por flotación.

#### FLUORITA DE GRADO ACIDO

Fluorita de ley variable, concentrada a  $> 97\%$  por flotación.

## b) Cuerpo Mineralizado

Es una masa continua de mineral económico de forma y tamaño extremadamente variable, que puede incluir mineral de baja ley, ganga y roca estéril, pero cuyo contacto, ya sea bien definido o gradacional la individualiza de la roca huésped. Ejemplo: vetas, mantos, cuerpos lenticulares, chimeneas, etc.

En Coneto, los cuerpos mineralizados los constituyen vetas.

## c) Método de Bloqueo

En este aspecto, sólo se establecerán aquí, lineamientos generales. Los principales criterios que debe tener en cuenta el geólogo para delinear los bloques de mineral son:

Calidad de Información: Frentes, cruceros y contrapozos desarrollados dentro del cuerpo. Barrenos de diamante y su posición con respecto a la forma y orientación del cuerpo. Barrenos de golpe (chundrill), de barras de extensión, etc., y su posición con respecto al cuerpo.

Cantidad de Información: Abundancia de obras desarrolladas dentro del cuerpo, cada una de ellas deberá estar muestreada sistemáticamente. Densidad de barrenos de diamante u otros y posible combinación de obras con barrenos.

Geología del Cuerpo Mineralizado: A través de toda la in-

tormación anterior y los planos geológicos, el geólogo debe tener un conocimiento cabal del cuerpo en lo que se refiere a continuidad, distribución de valores, tendencia de mineralización, controles, etc.; en este aspecto estará asisitido por planos geológicos, planos de ensaye, contornos estructurales, contornos de isovalores, contornos de cocientes metálicos, planos isopacos, secciones geológicas, longitudinales y transversales, modelos isométricos y maquetas o modelos transparentes.

Debido a la naturaleza de los cuerpos mineralizados se considerarán los métodos de bloqueo aplicables a cuerpos mineralizados tabulares.

Primordialmente se deberán distinguir dos casos: vetas constantes en ancho y contenido y vetas irregulares.

#### VETAS CONSTANTES

Cuando la veta está desarrollada en dos niveles consecutivos, el bloque se tomará de nivel a nivel. Para la altura de bloques en el último nivel superior o inferior de la veta, se tomará  $1/3$  de la longitud hasta 90 m para formar un bloque probado y  $1/3$  para el bloque probable. Para longitudes de más de 90 m se tomará  $1/4$  para formar un bloque probado o positivo y  $1/4$  para probable.

## VETAS IRREGULARES

Cuando la veta está desarrollada en dos niveles consecutivos, el bloque se tomará de nivel a nivel. Para la altura de bloques en el último nivel superior o inferior de la veta, se tomará  $1/4$  para cada bloque para longitudes hasta de 70 m,  $1/5$  para cada bloque para longitudes de 70-120 m, y  $1/6$  para cada bloque considerando longitudes de más de 120 m. En los puntos de cambio de una fracción a otra, el geólogo usará su criterio para decidir cual fracción usar.

Donde existan clases de mineral conocidas con cierta inclinación de sus lados, sólo se toma en cuenta cuando la inclinación es hacia el bloque, siendo el límite del bloque una línea inclinada, y no se toma en cuenta cuando la inclinación es hacia afuera del bloque siendo el límite del bloque una línea vertical. En sentido lateral los bloques tendrán una longitud igual a la usada en los rebajes.

### d) Clases de Mineral Económico

El mineral económico como ya se mencionó se clasifica de acuerdo al grado de certeza y seguridad de su existencia, en: probado o positivo, probable y posible. Esta clasificación de los parámetros enunciados en el inciso "c", que son: calidad de información, cantidad de información y conocimiento de la geología del cuerpo mineralizado.

#### e) Accesibilidad

Es una clasificación de los bloques de mineral económico de acuerdo a su disponibilidad y prontitud con que pueden ser explotados, teniendo en cuenta la inversión en dinero y tiempo que se necesita para empezar su explotación.

La mayoría de los bloques cubicados hasta la fecha en el proyecto tienen una accesibilidad mediata, es decir que el mineral requiere cierta cantidad de trabajo (dinero y tiempo) para empezar su explotación como es el desarrollo de contrapozos, pozos, frentes de extracción en tepetate, etc.

Por otra parte, en el caso de las reservas de mineral probable que se tiene, resulta inaccesible es decir que se requiere una gran cantidad de trabajo (dinero y tiempo) para empezar su explotación, razón por la cual la mayoría de las obras directas programadas son sobre mineral, a rumbo y echado de estructuras para darle mayor accesibilidad al mineral.

#### f) Cálculo de Volumen

Para el cálculo de volumen se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = \text{Area} \times \text{ancho de veta (diluído)}$$

### g) Dilución

Es un factor muy importante a tomar en cuenta en el proceso de cálculo de reservas. Es el volumen medido o estimado de material estéril, que acompañará al mineral económico, generalmente por desprendimientos de las tablas, durante la explotación y extracción del bloque. La dilución depende primordialmente del tipo de explotación usado, el que a su vez es función del tipo de depósito mineral.

En el Mineral de Coneto se emplean los métodos de tumba sobre carga y corte y relleno, donde se llevan registros de muestreo y ensaye, ancho de veta y el ancho del rebaje para calcular la dilución mensual o semanal.

### h) Peso Específico

Es otro factor importante en el cálculo de tonelaje, para cuerpos nuevos se deben tomar no menos de 50 muestras de unos 15 cm de diámetro para hacer mediciones de peso específico por pesaje en el aire y medición del volumen de agua desplazado de la cubeta de vidrio graduada. Las muestras deberán ser tomadas en lo posible en forma sistemática en todo el cuerpo. En el caso de mineral poroso se deberá tener especial cuidado en tomar fragmentos más grandes por lo frágil de la muestra y quizá un número mayor de muestras.

## i) Tonelaje

El tonelaje se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$T = V \times P. E.$$

Siendo:

T = Tonelaje en toneladas métricas

V = Volumen en metros cúbicos

P. E. = Peso específico = peso x unidad de volumen, en  $\text{ton/m}^3$

En el presente proyecto se consideró un valor absoluto de 2.5 debido a las características de porosidad y permeabilidad de la estructura mineralizada.

## j) Ley Media

Para calcular las leyes medias de los bloques se siguieron los siguientes pasos (ver Lámina No. 7):

- 1.- Longitud de frecuencia de las muestras por la potencia media de la misma por ley representativa.
- 2.- Suma aritmética de los productos obtenidos.
- 3.- Suma aritmética de los productos de longitud por potencia de las muestras.
- 4.- Suma aritmética de los productos (2), dividido entre suma aritmética de los productos de longitud por potencia (3).

5.- Suma aritmética de las longitudes entre el número de ellas = longitud promedio.

6.- Suma aritmética de las potencias entre el número de ellas = potencia media.

Dicho de otro modo:

$$\text{Ley Media} = \frac{(l_1 \times P_1 \times L_1) + (l_2 \times P_2 \times L_2) + \dots + (l_n \times P_n \times L_n)}{(l_1 \times P_1) + (l_2 \times P_2) + \dots + (l_n \times P_n)}$$

de donde:

$l_i$  = Longitud de frecuencia de muestras con determinada ley.

$P_i$  = Potencia promedio de muestras con determinada ley.

$L_i$  = Ley del intervalo de muestras.

Lo anterior se aplicó a cada uno de los lados muestreados de cada bloque que aparece en el Cuadro de Cubicación de Reservas al final del capítulo.

En el presente proyecto se ha introducido la modalidad de tomar en cuenta la longitud de frecuencia de ley, con lo cual los cálculos de ley media se aproximan más a la realidad del yacimiento.

#### k) Castigos

Los castigos se refieren a la dilución que sucede en los rebajes y son el resultado de multiplicar el ancho de dilución por la leyes medias del bloque.

l) Cabeza de Mina

Son las leyes promedio después de descontar los castigos, y son el ancho de mineral y leyes que se espera producir como cabeza de mina.

m) Pérdidas Metalúrgicas

Estos porcentajes se dan para cada metal y reúnen todas las pérdidas metalúrgicas de flotación y de fundición y además los cargos de maquila, impuestos, descuentos por humedad, insolubles y créditos por subsidios.

n) Leyes Recuperables

Son el resultado de sustraer pérdidas metalúrgicas de las leyes de cabezas de mina.

o) Valor en Pesos/Ton

Es la suma de los productos de ley recuperables por el precio de cada metal. Este valor de mineral en moneda es el valor del mineral que ya ha sufrido pérdidas de proceso metalúrgico y ha pagado sus costos y castigos de fundición y está listo para ser comparado con el total de costos de la Unidad. Esta cifra dará una idea de cuán económico es el bloque.

p) Contenidos

Son los valores metálicos que resultan de multiplicar el tonelaje del bloque por las leyes de cabeza de mina.

q) Esquema

En el espacio inferior izquierdo de la Lámina No. 7 se dibuja la forma del bloque en cuestión.

Por último se muestra el Cuadro General de Reservas Cubicadas hasta noviembre de 1978 de las vetas exploradas por el Consejo de Recursos Minerales (ver Lámina No. 8). La distribución de los bloques por vetas se muestra en el Capítulo de Descripción de Minas.

proyecto:		tipo:	cuerpo:		clases:			CUADRO DE CUBICACION DE RESERVAS							
nivel:		accesibilidad:			calculado por:										
block n°:			fecha:												
largo:	altura:	referencias		long	ancho	long x ancho	Ag grs/ton	Ag grs/ton							
area:															
volumen:															
gravedad esp.															
tons. metricas:															
tonelaje del block		valor en pesos x k		totales											
				promedio											
precios de metales:				castigos											
				cabeza de mina											
				perdidas metalurgicas											
				leyes recuperables											
								contenidos							

## CUADRO GENERAL DE RESERVAS UNIDAD CONETO DE COMONFORT

VETAS	TONELADAS	ANCHO PROMEDIO (m)	LEY MEDIA			CLASE
			Au (grs/ton)	Ag (grs/ton)	CaF (%)	
SAN MIGUEL	2222.07	1.19	1.71	140	-----	PROBADAS
SANTO NIÑO	10878.00	0.80	3.1	246	-----	PROBADAS
EL DURAZNO	16893.00	1.85	1.05	98	-----	PROBADAS
TOTAL	29993.07	1.28	1.68	142	-----	PROBADAS
SAN MIGUEL	5692.64	1.19	1.71	140	-----	PROBABLES
SANTO NIÑO	9240.00	0.80	3.1	246	-----	PROBABLES
EL DURAZNO	16530.00	1.85	1.05	98	-----	PROBABLES
LA PALMA	12000.00	1.10	2.0	218	-----	PROBABLES
TOTAL	43462.64	1.23	1.75	159	-----	PROBABLES
GRAN TOTAL	73455.71	1.25	1.71	151	-----	PROBADAS PROBABLES

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## VI.1 Conclusiones

### VI.1.1 Geológicas

- a) El área de estudio está cubierta por una serie de rocas ígneas terciarias de composición ácida e intermedia (riolitas y andesitas); las andesitas son las más abundantes de la zona y constituyen la unidad inferior de la columna litológica. En menor proporción se encuentran ignimbritas, tobas y algunos diques mineralizados de composición intermedia, así como aluvión en las partes bajas de los arroyos.
- b) La unidad andesítica constituye una verdadera guía de mineralización regional, ya que son las que abrigan la mayor parte de los yacimientos minerales descubiertos en esta provincia.
- c) Los procesos hidrotermales y meteóricos trajeron como consecuencia intensos fenómenos de alteración en las rocas, dando como resultado grandes zonas de caolinización y silicificación principalmente.
- d) La Sierra de Coneto se encuentra segmentada en varios bloques estructurales, entre los cuales se encuentra el Bloque de Coneto.
- e) El Bloque de Coneto se subdivide en varios bloques que han su-

frido basculamientos diferenciales entre sí a través de grandes fallas que provocaron ciclos erosivos diferentes.

- f) El Bloque de Comonfort basculó, levantándose con respecto de los demás bloques, constituyendo un pilar estructural o horst, el cual se ha erosionado profundamente quedando al descubierto la unidad andesítica basal (And g) y es el que contiene la mayor parte de las estructuras mineralizadas.
- g) Se determinaron cuatro sistemas de fracturamiento principales que son: 1) NW 15°-35°; 2) NE 0°-10°; 3) NW 40°-50°; 4) E-W. Siendo el primero el más importante desde el punto de vista económico.
- h) Los sistemas NW 15°-35°, NE 0°-10° y E-W se formaron primero, mientras que el sistema NW 40°-50° es posterior y corta o interseca a los primeros.

#### VI.1.2 Geológico-Económicas

- a) Existen 4 sistemas de vetas correspondientes a los sistemas de fracturamiento.
- b) Se determinaron dos etapas de mineralización importantes en el distrito, siendo la primera constituida por minerales auro-argentíferos principalmente y la segunda representada por fluorita con valores de Au-Ag.

- c) Los minerales de mena presentan grano muy fino característico de depósitos epitermales.
- d) De acuerdo con la paragénesis del yacimiento se considera de tipo epitermal con texturas de rellenos de cavidades. Los datos disponibles de los estudios geoquímicos indican que la mineralización ocurrió únicamente a 250°C y que fue bajando a 200°C.
- e) Se observa un zoneamiento horizontal de La Bufa a Promontorio en un sentido NW-SE, representado por el aumento en los valores de fluorita, estibinita y en general de minerales de baja temperatura, lo que podría sugerir que el área de La Bufa es la zona más caliente de mineralización y corresponde además al área donde afloran los diques mineralizados del distrito.
- f) Las vetas importantes del distrito presentan un rumbo generalizado N35° W e inclinaciones variables de 70° a casi verticales.
- g) El yacimiento es del tipo de bonanza o sea que el mineral se encuentra en bolsadas.
- h) Las vetas con ganga de calcita contienen valores más bajos de oro y plata.
- i) La Compañía reporta una relación de 1:100 en gramos de Au a Ag en el tratamiento de las cabezas de mina.

- j) El control estructural es el más fuerte en los yacimientos del distrito y es viable esperar mineralización económica en 4 sitios que en orden de importancia son:
- 1.- Intersección a rumbo de vetas.
  - 2.- Intersección a echado de vetas.
  - 3.- Cambios de inclinación de las estructuras.
  - 4.- Cambios bruscos de rumbo de las vetas.
- k) Las zonas de clavos actuales corresponden a intersecciones de estructuras mineralizadas.
- l) En el ejercicio del programa de exploración correspondiente al año de 1978, se desarrollaron un total de 1543 m de obra directa (tiros, pozos, contrapozos, frentes, cruceros y rebajes) y se han cubicado un total de 25,500 toneladas de reservas positivas económicas, que diluidas a las necesidades de la Compañía Minera Comafort dan una ley de 2.0 grs/ton Au y 188 grs/ton Ag.

## VI.2 Recomendaciones

### VI.2.1 Generales

- a) Elaborar un programa de exploración con barrenación de diamante tendiente a detectar la continuidad y los cambios de mineralización de las estructuras a profundidad haciendo hincapié en las

zonas de intersección de vetas (clavos).

- b) Programar un estudio geofísico adecuado al tipo de mineralización existente (diseminado), que permita detectar la continuidad de las estructuras, así como localizar posibles vetas ciegas.
- c) Encargar a la Comisión de Fomento Minero estudios de caracterización de muestras para optimizar las operaciones de la planta de beneficio de la Compañía que actualmente obtiene recuperaciones bajas.
- d) Elaborar a detalle un programa de preparación y explotación de las reservas minerales actuales para obtener la máxima producción de la planta de beneficio calculada para procesar 400 toneladas diarias.
- e) Dado que el yacimiento es de tipo de bonanza se recomienda explorar a detalle las zonas de intersecciones a rumbo y a echado de vetas así como los cambios de inclinación o rumbo de las mismas.
- f) Se recomienda explorar más allá del Bloque de Coneto ya que a simple vista se observan extensos crestones de vetas que pueden llegar a constituir yacimientos minerales importantes, además de las posibles estructuras sepultadas por las ignimbritas que cubren grandes extensiones territoriales.

### VI.2.2 Obra Directa

- a) Se recomienda elaborar un programa de exploración con obra directa cuya finalidad inmediata sea la cubicación de reservas positivas, factor indispensable para el desarrollo integral de la Compañía Minera Comonfort.
- b) Mina La Palma. - Se recomienda continuar las obras mineras que se están realizando actualmente, así como profundizar la exploración programando un quinto nivel, 50 m abajo del Nivel 4, haciendo hincapié en las zonas de Tiro Prieto, Tiro General y Tiro Fortuna, aprovechando la infraestructura minera existente.
- c) Mina La Bufa. - Profundizar las obras en las vetas Santo Niño y San Miguel creando un segundo nivel que permitiría cubicar reservas positivas que probablemente tengan alta ley debido a que el nivel o el muestreo refleja valores económicos.
- d) Mina Impulsora. - Se recomienda profundizar las obras, creando un segundo nivel a partir de la zona de Intersección de las Vetas El Durazno y El Higo.
- e) Area Promontorio. - Se recomienda suspender temporalmente las obras mineras directas debido a los bajos valores encontrados.

En esta zona es muy probable que los minerales de mena se hayan lixiviado a niveles inferiores debido a sus condiciones geológicas como son la alteración y el intenso fracturamiento.

Por lo tanto, se recomienda programar barrenos de diamante a diferentes profundidades que permitan observar el comportamiento de la mineralización en las estructuras existentes en el área.

- f) Area Loma Verde. - Se recomienda desaterrar y rehabilitar las obras mineras antiguas para estudiar con muestreo detallado la potencia de la mina.

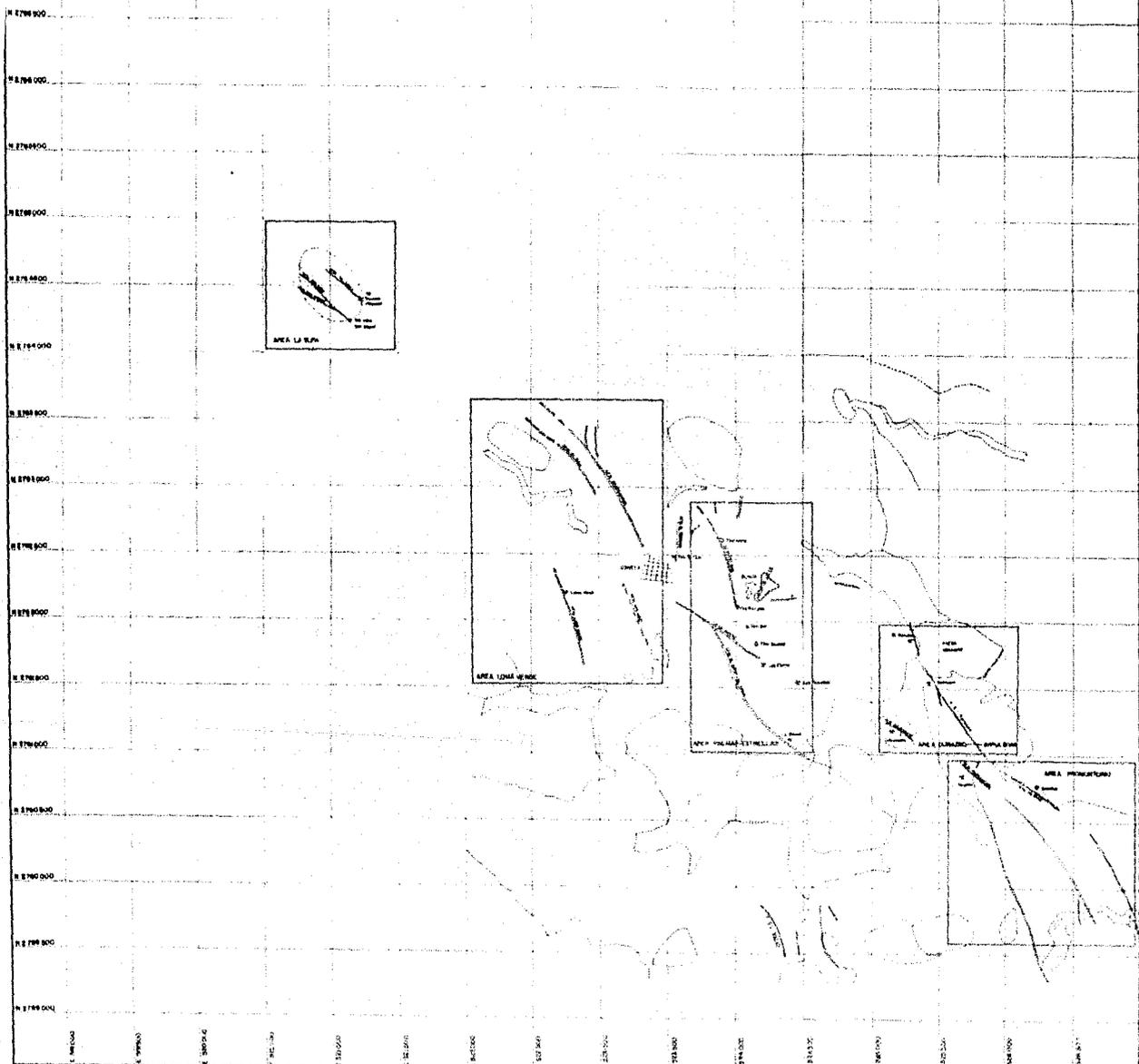
## BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, Manuel Jr. 1958 Tectónica profunda de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. 10; Nums. 3 y 4.
- Alvarez, Manuel Jr. 1972 Geología de México. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
- Arriaga, G.G. 1977 Apuntes de Geología de Minas. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inéditos.
- Atwater, T. 1970 Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of Western North America. Geol. Soc. America. Bull.; Vol. 81; pp. 3513-3536.
- Bateman, Alan M. 1968 Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Ed. Omega. Tercera Edición.
- Bonneau, M. 1971 Una nueva área cretácica fosilífera en el Estado de Sinaloa. Soc. Geol. Mexicana, Bol.; Vol. 32; pp. 159-167.
- Briones y García, Alejandro 1978 Estudio de Viabilidad del Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Consejo de Recursos Minerales. Informe Inédito.
- Carrasco C., M.L. 1976 Informe de la visita realizada a la Mina El Durazno de la Cfa. Mina Comonfort, S.A. Consejo de Recursos Minerales. 4 p. Inédito.
- Cepeda, D.L. 1975 Apuntes de Yacimientos Minerales. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M.

- Clark, K. F. and De la Fuente L., F.E. 1976 Distribution of mineralization in time and space in Chihuahua with particular reference to Sierra Madre Occidental Province. XXV. Intl. Geol. Congr., Sidney, -- (abstract).
- Clark, K. F., and Dow, R.R. 1977 Bibliografía Geológica del Estado de Durango. Inf. no publ., 28 p.
- Clark, K. F., Carrasco C., M.L., Damon, P.E., Sandoval, S.H. 1977 Posición Estratigráfica y Distribución en Tiempo y Espacio de Mineralización en la Provincia de la Sierra Madre Occidental, en Durango, México. A.I.M.M. G.M., Mem. Tec. XII, p. 197-244.
- Dana, S. E. 1932 A Textbook of Mineralogy Fourth Edition revised and enlarged by William E. Ford. Ed. John Wiley and Sons Inc., Printed in U.S.A.
- De Cserna, Z. y Kent, B. 1961 Mapa geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y El Fuerte, Estados de Sinaloa y Sonora. Inst. de Geología Mexicana, Cartas Geológicas y Mineras No. 4.
- De Cserna, Zoltan 1976 México. - Geotectonics and Mineral Deposits. New Mexico Geological Society, Special. Pub. No. 6. pp. 18-25.
- DETENAL Plano Geológico Topográfico. Hoja Guatimapé, Durango.
- Estrada C., Raúl 1977 Informe Geológico-Minero. Cfa. Minera Comonfort, S.A. Unidad Coneto. Informe Inédito.

- Guzmán, Eduardo J. and De Cserna, Zoltan Tectonic History of Mexico. Am. Assoc. Petrol. Geologists. Mem. 2, pp. 113-119.
- Heinrich, E. W.M., 1972 Petrografía Microscópica. Segunda Edición. Ed. Omega España.
- Huang, W.T. 1968 Petrología. Ed. UTEHA. Primera Edición. México.
- Keiser, R.P. 1974 Volcanic Stratigraphy, Structural Geology and K-Ar geochronology of the Durango Area, Durango, Mexico. Unpublished M.A. Thesis, Univ. Texas, Austin, U.S.A., 91 p.
- King, R.E. 1939 Geological Reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico. Geol. Soc. America. Bull.; Vol. 50; pp. 1625-1722.
- Mc Dowell, F.W., and Clabaugh, S.E. 1976 Relation of ignimbrites in the Sierra Madre Occidental to the tectonic history of western Mexico. Geol. Soc. Amer. Rocky Mtn. Sec. Mtg. Prgm. pp. 609-610 (Abstract).
- Mc Dowell, F.W., and Keiser, P. 1977 Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan, Mexico. Geological Society of America Bull; Vol. 88; pp. 1479-1487.
- Mc Kee, E.H. 1971 Tertiary igneous chronology of the Great Basin of Western United States. Implications for tectonic models. Geol. Soc. America Bull; Vol. 82; pp. 3497-3502.

- |                              |      |   |
|------------------------------|------|---|
| McKinstry, H.E.              | 1970 | Geología de Minas. Ed. Omega. España.   |
| Molina, Claudio              | 1977 | Apuntes de Geohidrología. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inéditos.  |
| Olmedo, J.A. y Verdugo, F.J. | 1977 | Estudio Geológico del Distrito Minero de Coneto de Comonfort, Estado de Durango. Geología de Campo II. Fac. Ing. U.N.A.M.                         |
| Pantoja A., Jerjes           | 1963 | Hoja San Pedro del Gallo 13 R-K (3), Resumen de la Geología de la Hoja San Pedro del Gallo, Estado de Durango. Inst. Geol. Méx. Series 1:100,000. |
| Ragan, Donald M.             | 1973 | Structural Geology. Ed. John Wiley and Sons, Inc. Second Edition.   |
| Rodríguez M., Héctor         | 1977 | Informe Geológico-Minero Preliminar. Proyecto Coneto de Comonfort, Dgo. Consejo de Recursos Minerales. Inf. Inédito.                              |
| Terrones L., Alberto         | 1940 | Estudio Geológico de la Zona Noroeste del Distrito Minero de Guanaceví, Dgo. Tesis Profesional, U.N.A.M.  |
| Veytia B., Mario             | 1974 | Estudio Geohidrológico del Mineral de Coneto, Dgo. Comisión de Fomento Minero. Informe Inédito.   |

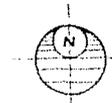
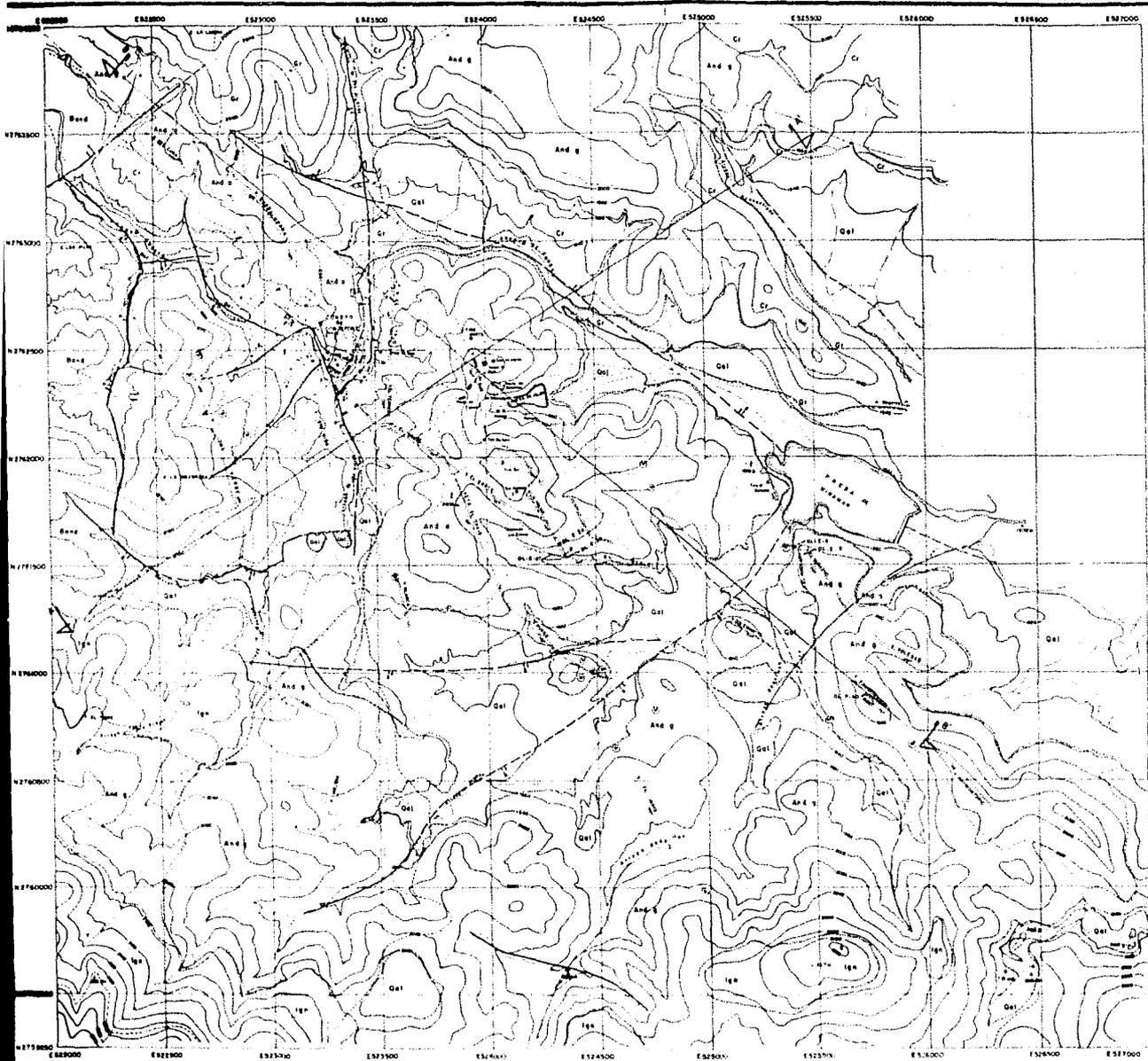


**EXPLICACION**

- ALUVION
- GRAVAS
- TENDRILITAS
- TORMAS Y ROLITAS
- CAPAS ROJAS
- ANDERITA BRIL
- ANDERITA AZUL
- VETA
- VETA CLASICA
- VETA SUPERFICIAL
- VETA MINERAL EN PLAZAS SUPERFICIALES
- ZONA DE RYDING
- AREA DE INTERFERENCIA DE DRENAJE Y RYDING



<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>GEOLÓGICA</b>
	<b>PLANO DE AREAS MINERAS</b>
	<b>COMETO DE COMFORT, DGO</b>
<b>ESCALA PROPORCIONAL</b>	
<small>UNA UNIDAD CUADRO 1980 (PLANO D-2) 1977</small>	



**EXPLICACION**

**SIMBOLOS TOPOGRAFICOS**

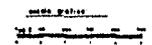
- POBLACION
- CAMINO DE TERRACERA
- BRECHA
- VEREDA
- CERCA
- RIO O ARROYO
- MIRA O CATA
- VERTICE DE TRIANGULACION
- CURVAS DE NIVEL
- PIEZA

**SIMBOLOS GEOLOGICOS**

- CONTACTO MW
- CONTACTO MW
- VETA
- FALLA
- FRACATURA

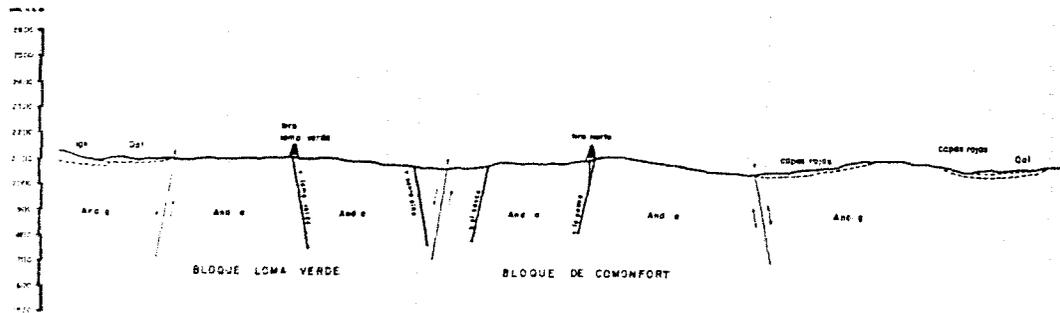
**COLIMANA LITOLOGICA**

- GAL ALUVION
- GR GRAVAS
- CR ARENIBRITAS
- AND g TOBAS Y LIGULITAS INDEFERENCIADAS
- CR CAPAS ROJAS
- AND g ANDESITA GRIS
- AND s ANDESITA AZUL

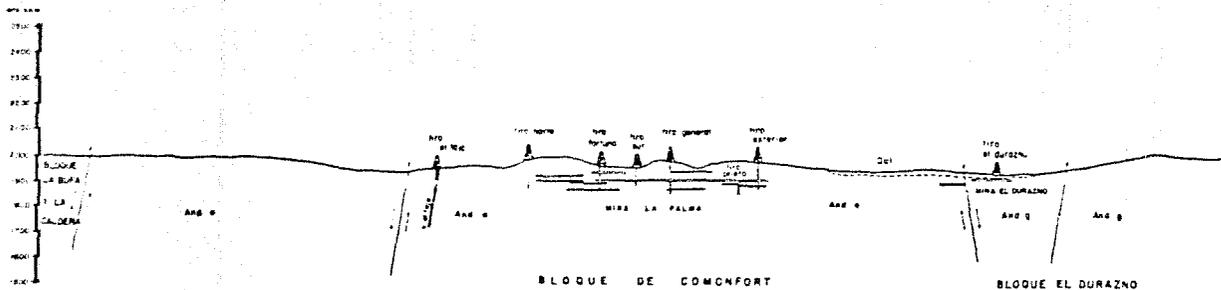


**UNAM**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**PLANO GEOLOGICO-TOPOGRAFICO**  
 CONEJO DE GUERRERO  
 DEL ESTADO DE GUERRERO  
 1913



SECCION N 56°E - S 56°W VIENDO AL NW



SECCION N 40°W - S 40°E VIENDO AL NE

**EXPLICACION**

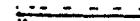
**SIMBOLOS GEOLOGICOS**

- CONTACTO INF \_\_\_\_\_
- YETA \_\_\_\_\_
- FALLA \_\_\_\_\_
  
- MINAS**
- OBRAS MINERAS \_\_\_\_\_
- TIROS \_\_\_\_\_

**COLUMNA LITOLOGICA**

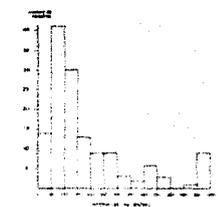
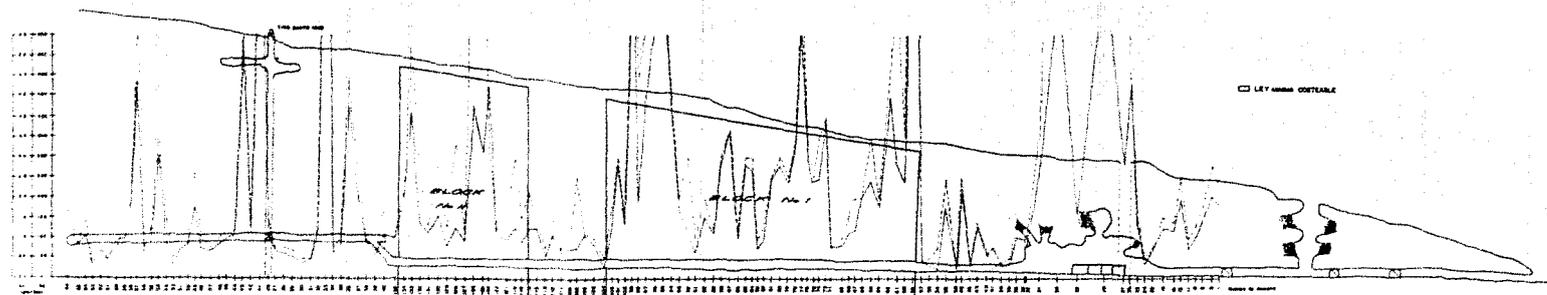
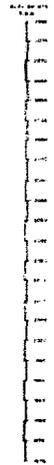
- Del ALUVION
- Gr GRAVAS
- Ign IGIMBRITAS
- TR ml TOBAS Y MOLTAS INDIFERENCIADAS
- Cr CAPAS ROJAS
- And. G ANDESITA GRIS
- And. A ANDESITA AZUL

escala grafica:

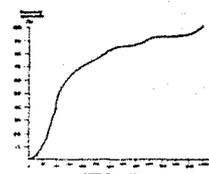


UNAM	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>GEOLOGIA</b>
	PLANO DE SECCIONES GEOLOGICAS
	CONETO DE COMONFORT
	DURANGO
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	JOSE ANTONIO OLMEDO VERA, F. AND. N. 2, 1978

DIAGRAMA DE VARIABILIDAD Y CALCULO DE RESERVAS, VETA SANTO NIÑO.



HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



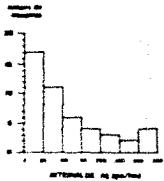
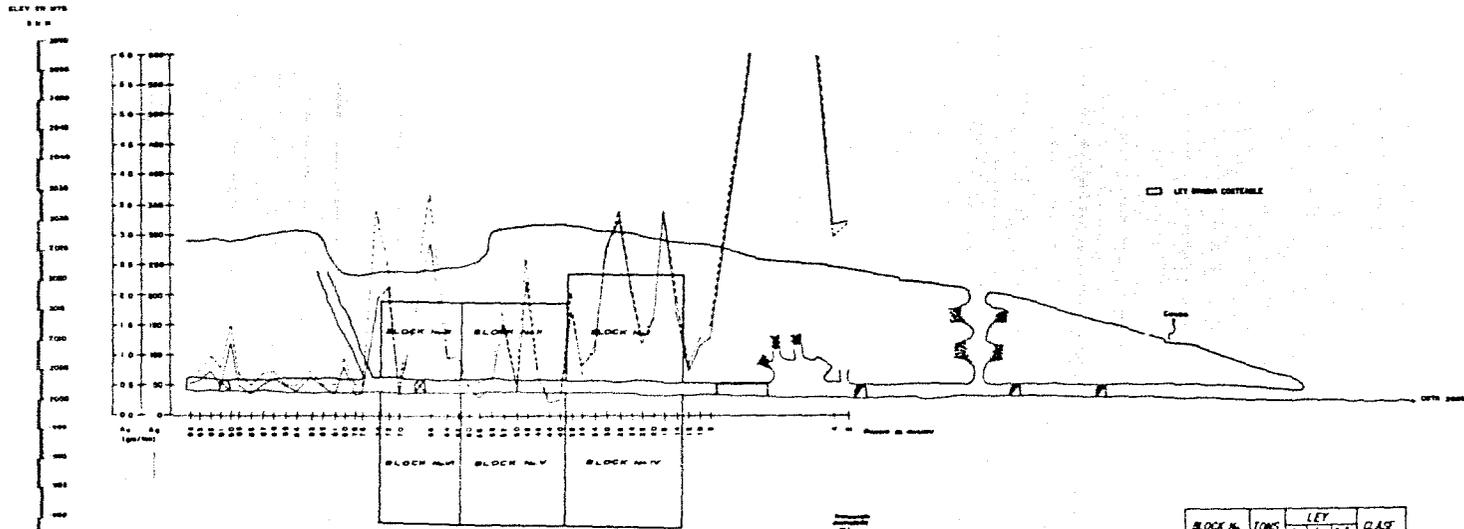
CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA

BLOQUE	FORMA	LEY	CLASE
I	Normal	Normal	Normal
II	Normal	Normal	Normal
III	Normal	Normal	Normal
IV	Normal	Normal	Normal

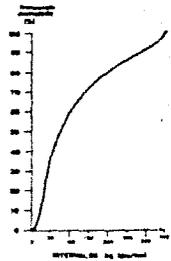
LEY NORMAL COSTABLE

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MINAS  
 CÁLCULO DE RESERVAS  
 PARA LA VETA  
 SANTO NIÑO

# DIAGRAMA DE VARIABILIDAD Y CALCULO DE RESERVAS, VETA SAN MIGUEL.



HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA

BLOQUE N°	TONS	LEY		CLASE
		g	g <sup>2</sup>	
I	876	2.0	7.0	PRECORRIENTE
II	731	4.0	7.6	PRECORRIENTE
III	594	2.3	7.5	PRECORRIENTE
IV	470	2.0	8.0	PRECORRIENTE
V	1098	0.9	7.6	PRECORRIENTE
VI	907	2.3	7.5	PRECORRIENTE



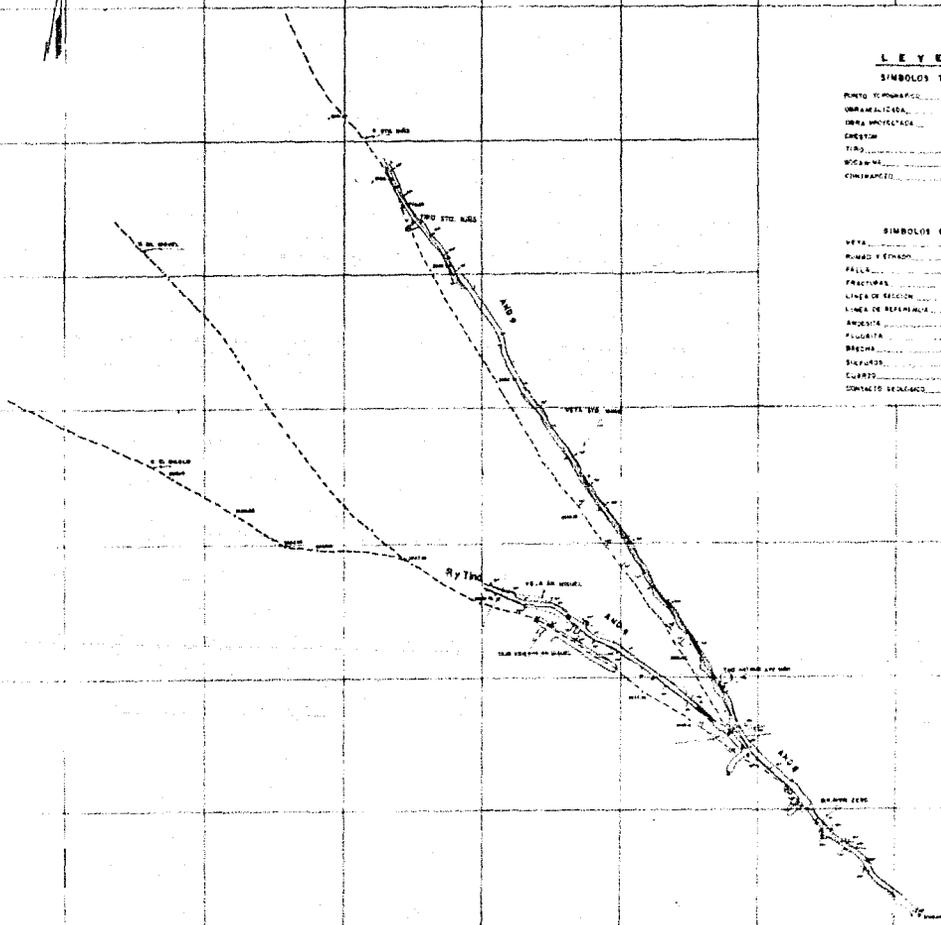
**LEYENDA**

**SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS**

- PUNTO TOPOGRÁFICO
- UMBRALES DE AGUA
- DEPRESIÓN
- CRESTA
- TIPO
- MOCHILAS
- CHIMBARRITO

**SÍMBOLOS GEOLÓGICOS**

- VEJA
- MUJAL Y ETRON
- FALDA
- FRACTURA
- LÍNEA DE SECCION
- LÍNEA DE RESERVA
- ANDESITA
- PLACER
- BRONZA
- SILICIOSO
- CUARTO
- CONTACTO GEOLÓGICO



**UNAM**

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO GEOLÓGICO

MINA LA BUFA

AREA: LA BUFA

1954

W 1510

W 1520

W 1530

W 1540

W 1550

W 1560

W 1570

W 1580

H 2400

H 2350

H 2300

H 2250

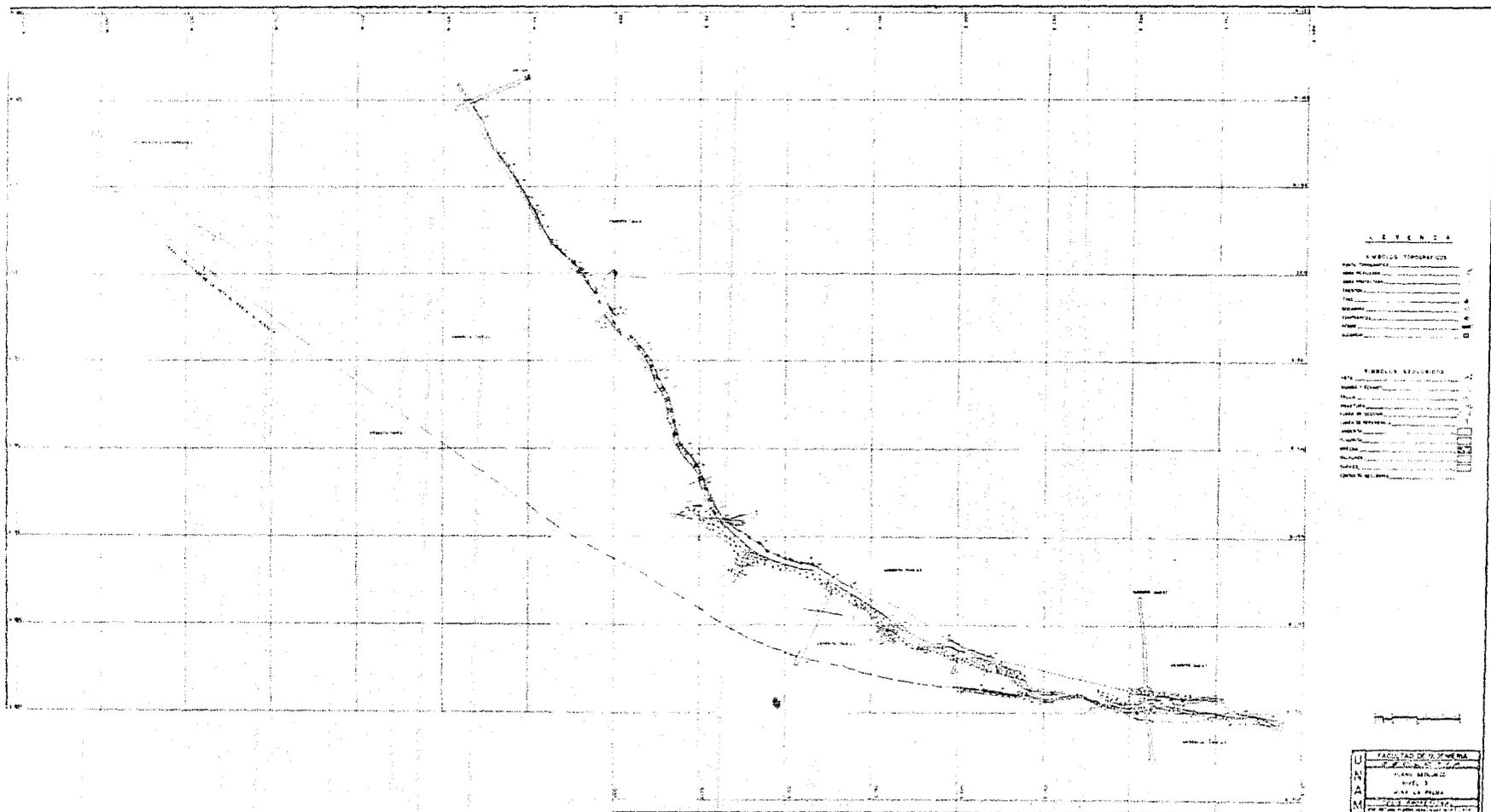
H 2200

H 2150

H 2100

H 2050

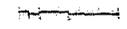
H 2000



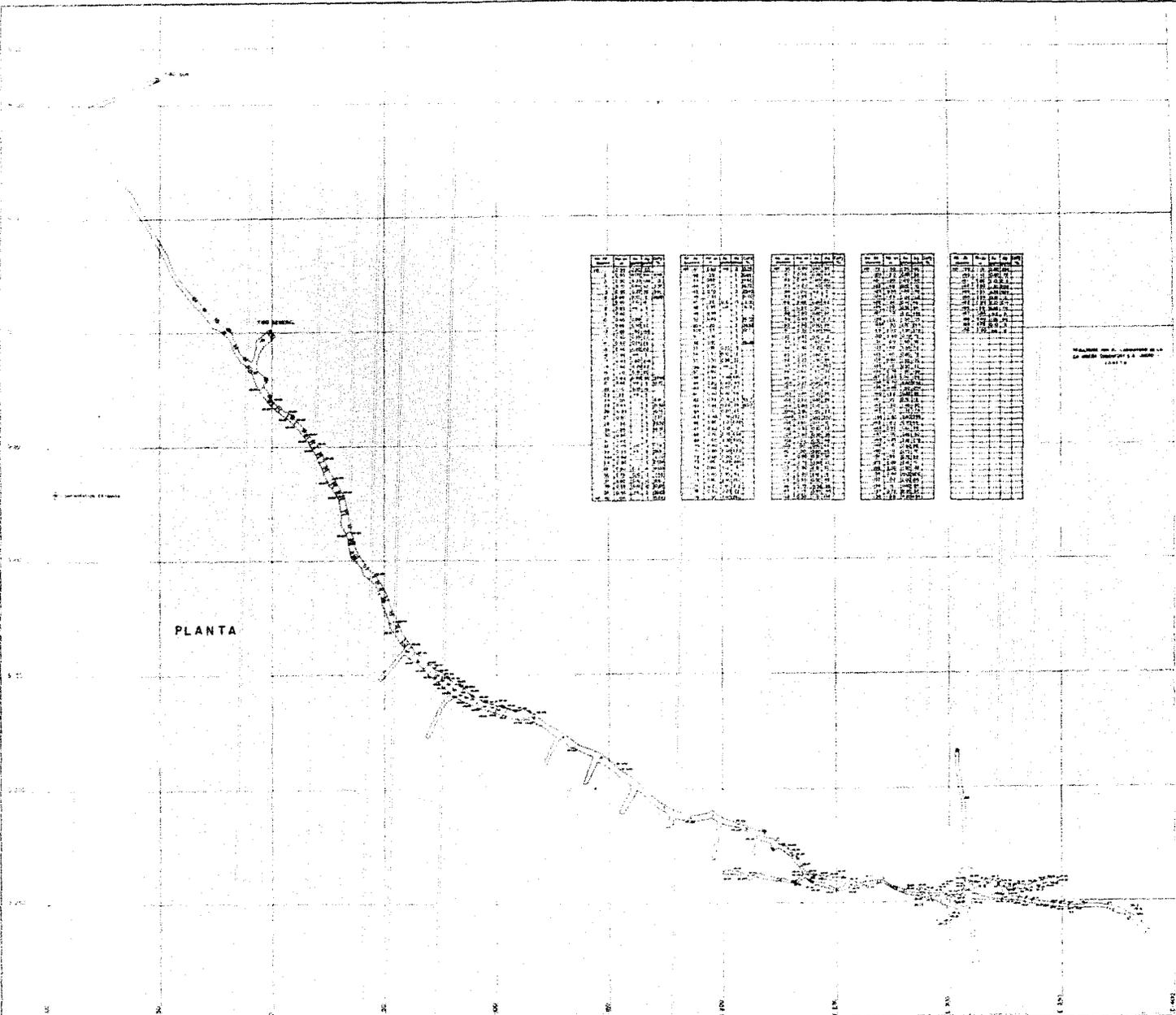
**LEYENDA**

- SEÑALES TORNEROS**
- SEÑAL TORNERO
  - SEÑAL TORNERO

- SEÑALES RECTAS**
- SEÑAL RECTA
  - SEÑAL RECTA



U FACULTAD DE INGENIERIA  
 N DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
 A PLAN DE CALLES  
 M DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS  
 1950



ESTACION	ELEVACION								
1	2.580	11	2.570	21	2.560	31	2.550	41	2.540
2	2.575	12	2.565	22	2.555	32	2.545	42	2.535
3	2.570	13	2.560	23	2.550	33	2.540	43	2.530
4	2.565	14	2.555	24	2.545	34	2.535	44	2.525
5	2.560	15	2.550	25	2.540	35	2.530	45	2.520
6	2.555	16	2.545	26	2.535	36	2.525	46	2.515
7	2.550	17	2.540	27	2.530	37	2.520	47	2.510
8	2.545	18	2.535	28	2.525	38	2.515	48	2.505
9	2.540	19	2.530	29	2.520	39	2.510	49	2.500
10	2.535	20	2.525	30	2.515	40	2.505	50	2.495

Escala: 1:1000  
 La escala original es de 1:5000  
 1958

**LEYENDA**

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

Tubo	—	73
Pozo	○	74
Centranéico	⊙	75
Muro	—	76
Arco	—	77
Alfilería	—	78
Pared formateada	—	79
Me de muestra	—	80
Muestra geológica	—	81

UNAM  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 GEOLOGIA  
 PLANO DE MUESTREO  
 NIVEL 3  
 MINA LA PALMA  
 TESIS PROFESIONAL  
 DR. ANTONIO CLAUDIO VILLALBA

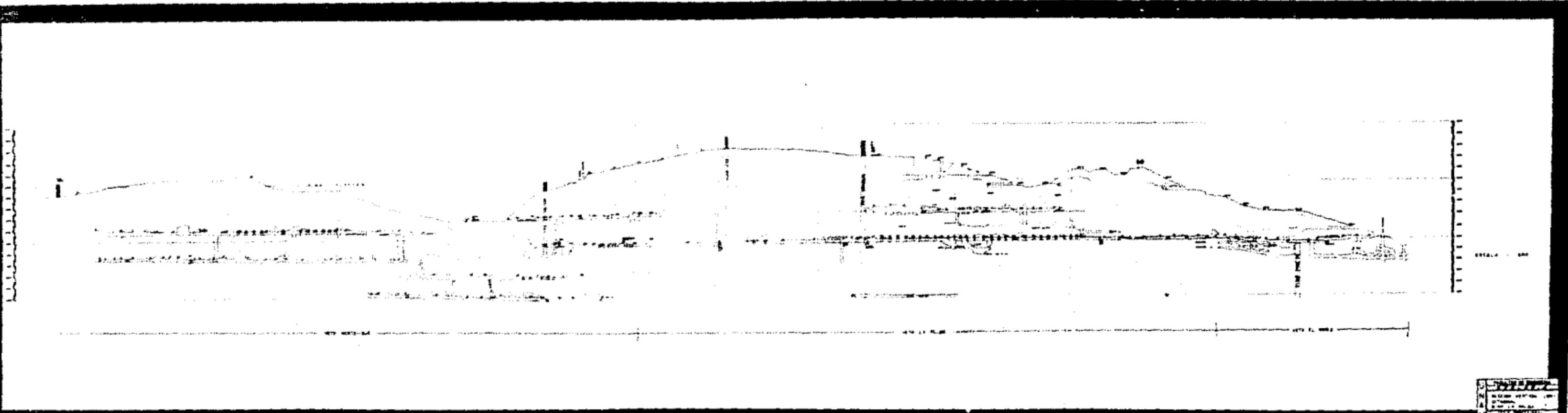
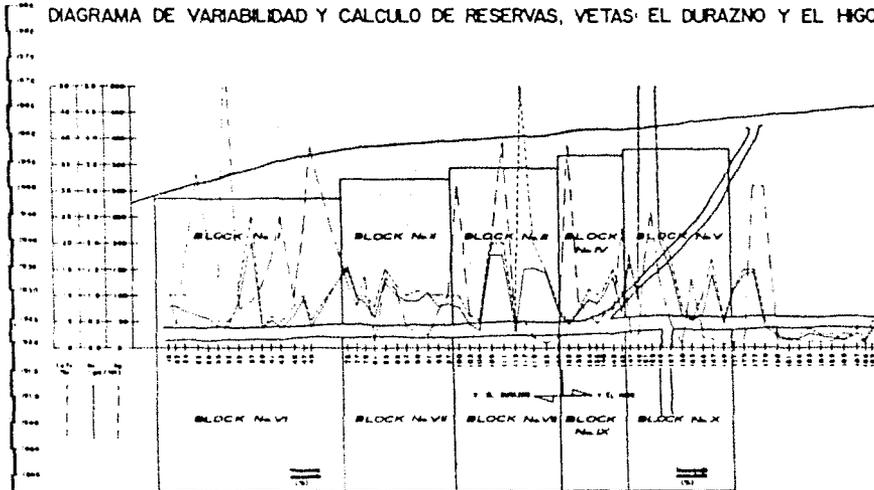
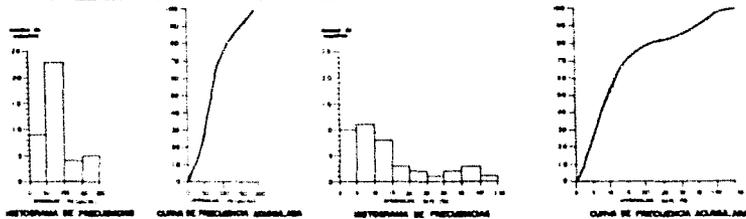
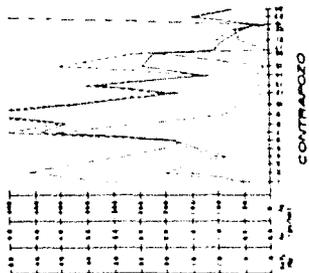




DIAGRAMA DE VARIABILIDAD Y CALCULO DE RESERVAS, VETAS: EL DURAZNO Y EL HIGO

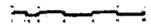
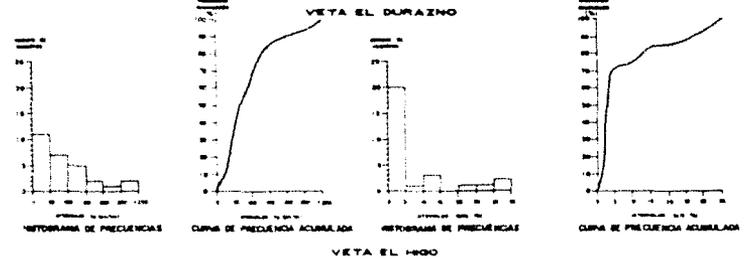


□ LÍNEA DE VETA



BLOCK No.	DMS	LEY	QAV
1	100	100	100
2	100	100	100
3	100	100	100
4	100	100	100
5	100	100	100
6	100	100	100
7	100	100	100
8	100	100	100
9	100	100	100
10	100	100	100

□ LÍNEA DE VETA



UNAM

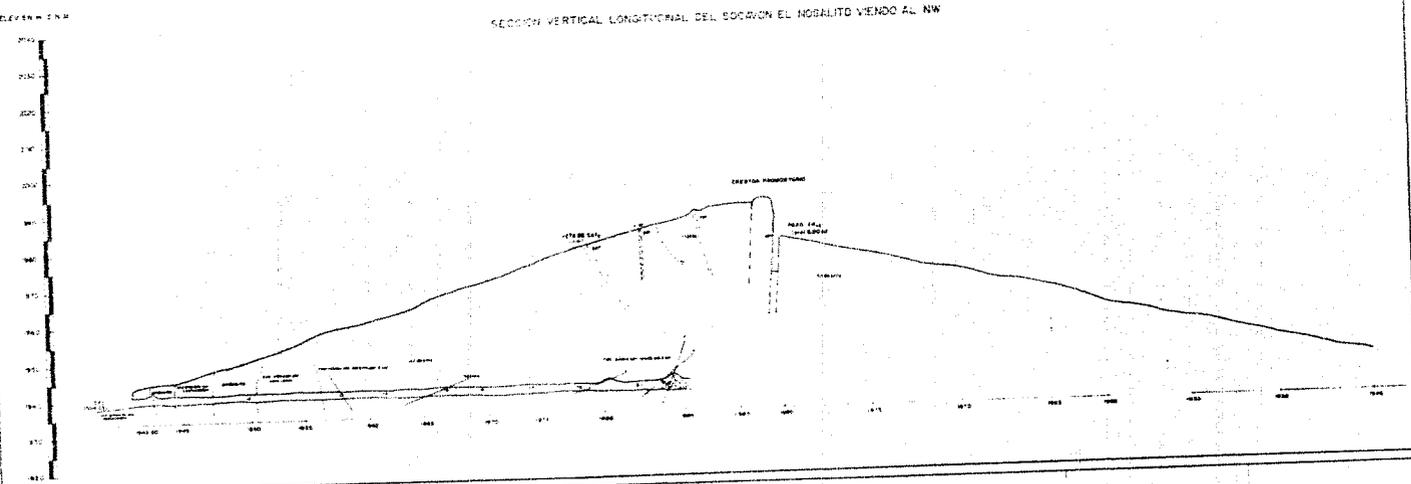
FACULTAD DE INGENIERIA

DIAGRAMA DE VARIABILIDAD  
CALCULO DE RESERVAS  
VETA: IMPULSORA

1963



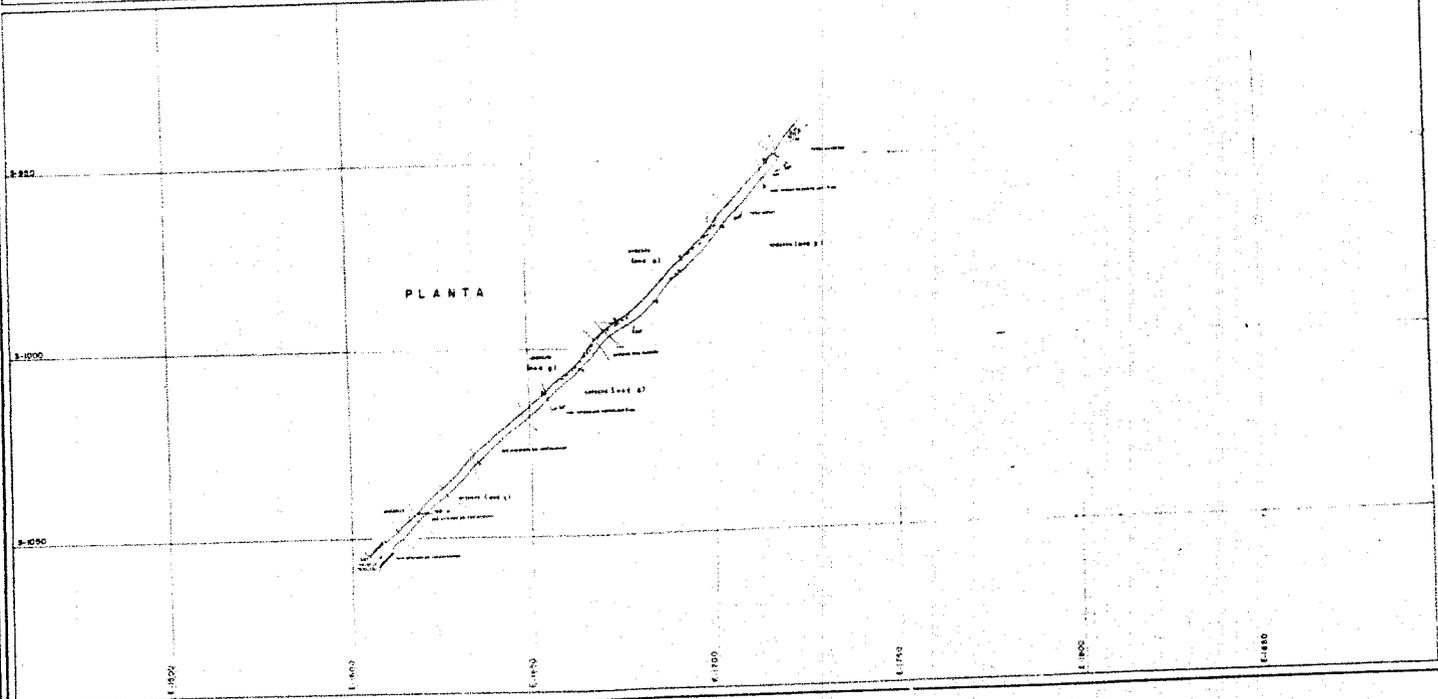
SECCION VERTICAL LONGITUDINAL DEL SOCAVON EL NOGALITO VIENDO AL NW



LEYENDA

- SIMBOLOS TOPOGRAFICOS**
- COTA TOPOGRAFICA ————
  - PUNTO TOPOGRAFICO ————
  - POZO ————
  - ESTACA DE LUBIA ————
- SIMBOLOS GEOLOGICOS**
- VETA ————
  - VETA INFERIDA ————
  - FRACTURA ————
  - FALLA ————
  - CONTACTO GEOLOGICO ————
  - ANDESITA ————
  - ANDESITA ALTERADA (metamorfizada) ————
  - MOLITA ————
  - MUESTRA PETROGRAFICA ————

PLANTA



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	<i>GEOLOGIA</i>
	PLANO GEOLOGICO
	SOCAVON EL NOGALITO
	AREA PROMONTORIO
TESIS PROFESIONAL	
JOSE ANTONIO OLMEDO VERA 12,487, 42,16 1978	

APENDICE A

ANALISIS PETROGRAFICOS, PARAGENETICOS  
Y ESPECTROMETRICOS

A continuación se presentan algunos resultados de análisis petrográficos, paragenéticos y espectrométricos practicados en muestras del Distrito Minero de Coneto.

La localización de las muestras se puede observar en el Plano Geológico General, tomando en cuenta el número que se ha asignado a cada una de ellas.

## I. MUESTRAS DE ROCAS

### MUESTRA No. 1

#### ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Azul verdoso

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Deleznable, afanítica.

MINERALES: Feldespatos, clorita, óxidos.

#### ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Microfítica Porfídica de Reliquia.

MINERALOGIA: Esenciales: Feldespatos alterados.

Accesorios: Ferromagnesianos alterados, magnetita.

Secundarios: Cuarzo, sericita, clorita, piritita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Andesita alterada

ORIGEN: Extrusiva con alteración hidrotermal y dinamometamorfismo.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada.

UNIDAD: Andesita Azul (And a)

MUESTRA No. 2

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris verdoso con rojo.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: Cuarzo, fluorita, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cataclástica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, fragmentos de rocas andesíticas, clorita, sericita, pirita, hematita, limonita y minerales arcillosos con pequeñas cantidades de fluorita relleno de cavidades. El cementante de la brecha es cuarífero.

CLASIFICACION: Brecha andesítica mineralizada.

ORIGEN: Dinamometamorfismo e hidrotermalismo a partir de rocas andesíticas.

OBSERVACIONES: 1. - Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

2. - En ésta se observó pirita.

UNIDAD: Andesita Azul (And a)

MUESTRA No. 3

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris claro.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: Feldespatos, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Holocristalina porfídica de reliquia

MINERALOGIA: Esenciales: Feldespatos alterados.

Accesorios: Ferromagnesianos alterados, magnetita.

Secundarios: Clorita, cuarzo, sericita, limonita.

CLASIFICACION: Andesita Porfídica

ORIGEN: Extrusivo con fuerte hidrotermalismo.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada.

UNIDAD: Andesita Gris (And g)

MUESTRA No. 4

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris rojizo

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, afanítica.

MINERALES: Feldespatos, ferromagnesianos, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Microlítica porfídica

MINERALOGIA: Esenciales: Oligoclasa, andesina.

Accesorios: Augita

Secundarios: Sericita, clorita, hematita, limonita  
y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Andesita porfídica

ORIGEN: Extrusiva

- OBSERVACIONES: 1. - Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.
2. - En ésta, se observaron óxidos de fierro.

UNIDAD: Andesita Gris (And g)

MUESTRA No. 5

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris rojizo

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, afanítica.

MINERALES: Cuarzo, óxidos, clorita, sericita.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Piroclástica alterada

MINERALOGÍA: Primarios: fragmentos de cuarzo, fragmentos de roca, fragmentos de feldespatos en una matriz desvitrificada y oxidada. Secundarios: biotita, clorita, vetillas de cuarzo, hematita, limonita y minerales arcillosos, pirita oxidada.

CLASIFICACION: Toba alterada.

ORIGEN: Piroclástico con fuerte hidrotermalismo y oxidación.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada.

UNIDAD: Tobas riolíticas (TR ind).

MUESTRA No. 6

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris rojizo

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, brechoide.

MINERALES: Cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Piroclástica

MINERALOGIA: Primarios: Fragmentos de cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca; en una matriz de vidrio parcialmente desvitrificado.

Secundarios: Abundante hematita, limonita, minerales arcillosos, sericita.

CLASIFICACION: Ignimbrita

ORIGEN: Piroclástico

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada.

UNIDAD: Ignimbritas (Ign).

#### MUESTRA No. 7

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Blanco con vetillas negras

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, fanerítica

MINERALES: Cuarzo, minerales arcillosos, óxidos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Piroclástica.

MINERALOGIA: Primarios: Fragmentos de cuarzo, fragmentos de feldespatos, vidrio parcialmente desvitrificado (esferulitas).

Secundarios: Sericita, calcedonia, clorita, biotita, hematita, limonita, minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Ignimbrita

ORIGEN: Piroclástico.

OBSERVACIONES: 1. - Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

2. - En ésta se observó: Óxidos de fierro.

UNIDAD: Ignimbritas (Ign).

#### MUESTRA No. 8

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris rojizo oscuro.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, fanerítica.

MINERALES: Feldespatos, cuarzo, máficos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Microítica Porfídica

MINERALOGIA: Esenciales: Oligoclasa, andesina.

Accesorios: Augita, magnetita.

Secundarios: Clorita, sericita, calcita, hematita, limonita, minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Pórfido Andesítico de Augita

ORIGEN: Hipabisal.

OBSERVACIONES: 1. - Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

2. - En ésta se observaron Óxidos de fierro.

UNIDAD: Dioritas

MUESTRA No. 9

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris blanquecino.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta, porfídica.

MINERALES: Feldespatos, cuarzo, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Holocristalina porfídica

MINERALOGIA: Esenciales: Microclina, cuarzo, andesina, oligoclasa.

Accesorios: Ferromagnesianos alterados, magnetita.

Secundarios: Clorita, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Pórfido riolítico

ORIGEN: Hipabisal

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada.

UNIDAD: Pórfido riolítico

## II. MUESTRAS DE VETAS

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-B-20. L-78-1220. S/P-78-341

PROCEDENCIA: Nivel O. La Bufa.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético.

DESCRIPCION AFLORAMIENTO: Veta Santo Niño

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Blanco con manchas rojas.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: CUARZO, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina Xenomórfica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, sericita, hematita,  
limonita y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Material de mena.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie  
pulida.

## ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-B-20. 16055-78.

PROCEDENCIA: Nivel O. La Bufa. Veta Santo Niño.

ANALISIS: Cuarzo, plagioclasas, hematita.

Fe, Ag, Zn, Ca, Mn, Ti, Cu, As, Rb, Cr?, Ni?, Mo?.

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-B-14. L-78-1217. S/P-78-340

PROCEDENCIA: Nivel O. La Bufa.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta San Miguel

**ASPECTO MEGASCOPICO**

**COLOR:** Gris claro con rojo

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** Compacta afanítica.

**MINERALES:** Cuarzo, óxidos.

**ESTUDIO MICROSCOPICO**

**TEXTURA:** Cristalina xenomórfica.

**MINERALOGIA:** Agregado cristalino de cuarzo, sericita, clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

**CLASIFICACION:** Material de mena.

**ORIGEN:** Hidrotermal.

**OBSERVACIONES:** Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

**ANALISIS ESPECTROMETRICO**

**MUESTRA MARCADA:** OL-B-14. 16056-78.

**PROCEDENCIA:** Nivel O. La Bufa. Veta San Miguel.

**ANALISIS:** Cuarzo, hematita.

Fe, Ag, Zn, Cu, Mn, Ca, As, Cr?, Ni?, Mo?.

**OBSERVACIONES:** Método empleado: Concentración en bromoformo de la parte pesada, fluroescencia y difracción de rayos X

**NOTAS DE CAMPO**

**MUESTRA MARCADA:** OL-E-24. L-78-1223, S/P-78-343

**PROCEDENCIA:** Nivel Las Estrellas, Mina La Palma.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta La Palma.

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris claro

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica

MINERALES: Cuarzo, óxidos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina xenomórfica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, limonita, pirita y  
minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Material de mena.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie  
pulida.

ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-E-24. 16058-78.

PROCEDENCIA: Mina La Palma. Nivel 3 Veta La Palma.

ANALISIS: Cuarzo, hematita, fluorita.

Fe, Ca, Mn, Mo, As, Cu, Ag, Zn, Cr, Ti, Ni?, Sr?

NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-E-27. L-78-1225. S/P-78-345.

PROCEDENCIA: Nivel Las Estrellas, Mina La Palma.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta El Roble.

ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris claro.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica

MINERALES: Cuarzo, óxidos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina xenomórfica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos, piritita limonitizada con cuarzo y adularia.

CLASIFICACION: Material de mena.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-E-27. 16058-78.

PROCEDENCIA: Mina La Plama. Nivel 3. Veta El Roble.

ANALISIS: Cuarzo, fluorita, hematita, calcita, ilmenita.

Fe, Mn, Ca, Zn, Cu, As, Cr, Mo, Ag, Ti, Ni?

OBSERVACIONES: Método empleado: Concentración en bromoformo de la parte pesada fluorescencia y difracción de rayos X.

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-E-26. L-78-1224. S/P-78-344

PROCEDENCIA: Nivel Las Estrellas. Mina La Palma.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Brecha mineralizada.

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris verdoso con rojo

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: Cuarzo, fluorita, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cataclástica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, fragmentos de andesita, clorita, sericita, pirita, hematita, limonita y minerales arcillosos con pequeñas cantidades de fluorita relleno de cavidades y actuando como cementante de la brecha.

CLASIFICACION: Brecha mineralizada

ORIGEN: Dinamometamorfismo e hidrotermalismo a partir de rocas andesíticas.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-I-6. L-78-1212. S/P-78-338

PROCEDENCIA: Mina Impulsora.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta El Durazno.

## ASPECO MEGASCOPICO

COLOR: Gris rojizo.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: Cuarzo, fluorita, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina xenomórfica

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, fluorita, sericita, clorita, piritita y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Mena de fluorita.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

## ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-I-6. 16053-78.

PROCEDENCIA: Mina Impulsora. Veta El Durazno.

ANALISIS: Cuarzo, hematita, piritita, fluorita, Fe, Ca, Zn, Ag, Mn, As, Cu, Sr, Cr?, Ni?, Ti?, Mo?.

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-I-8. L-78-1214. S/P-78-339

PROCEDENCIA: Mina Impulsora.

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y paragenético

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta El Higo.

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris oscuro.

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta afanítica.

MINERALES: Cuarzo, óxidos.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina xenomórfica

MINERALOGIA: Cuarzo, calcita, clorita, sericita, minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Material de mena.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

## ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-I-8. 16054-78.

PROCEDENCIA: Mina Impulsora. Veta El Higo.

ANALISIS: Cuarzo, hematita, Fe, Mn, Cu, Ag, As, Mo, Zn, Ca, Cr, Sr, Ni?

OBSERVACIONES: Método empleado: Concentración en bromoformo de la parte pesada, fluorescencia y difracción de rayos X.

## ANALISIS PETROGRAFICO

## NOTAS DE CAMPO

MUESTRA MARCADA: OL-P-40. L-78-1229. S/P-78-348.

PROCEDENCIA: Zona Promontorio

ESTUDIO REQUERIDO: Petrográfico y Paragenético

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Veta Promontorio

## ASPECTO MEGASCOPICO

COLOR: Gris

ESTRUCTURA Y TEXTURA: Compacta fanerítica.

MINERALES: Cuarzo, feldespatos, sulfuros.

## ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURA: Cristalina xenomórfica.

MINERALOGIA: Agregado cristalino de cuarzo, adularia, sericita, clorita, piritita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

CLASIFICACION: Material de mena.

ORIGEN: Hidrotermal.

OBSERVACIONES: Ejemplar estudiado en lámina delgada y superficie pulida.

## ANALISIS ESPECTROMETRICO

MUESTRA MARCADA: OL-P-40. 16060-78.

PROCEDENCIA: Zona Promontorio. Veta Promontorio.

ANALISIS: Cuarzo, fluorita, piritita, hematita, feldespatos.

Fe, Ca, Zn, Ag, Cu, Mn, As, Cr?, Ni?, Mo?, Rb?.

OBSERVACIONES: Método empleado: Concentración en bromoformo de la parte pesada, fluorescencia y difracción de rayos X.

APENDICE B

PRODUCCION

La Compañía Minera Comonfort inició sus actividades en el segundo semestre de 1976 y ha sostenido su proceso de producción a la fecha, enfrentando situaciones difíciles en dicho proceso debido a las siguientes causas:

- 1.- Falta de reservas de mineral exploradas y preparadas.
- 2.- Infraestructura incompleta para operar en forma continua.

Respecto al primer punto se han hecho obras en todos aquellos lugares que presentan mineral logrando abastecer la planta; no obstante, en conjunto el problema persiste en cuanto a los programas de producción establecidos.

A pesar de ello se presenta la producción obtenida del Distrito Minero de Coneto durante el período citado, la cual es:

#### AÑO 1976

##### a) Mineral Auroargentífero

###### 1.- Mineral natural

2,509 T.M. con leyes de: 2.05 Au grs/ton  
152 Ag grs/ton

###### 2.- Concentrado de mineral

22.052 T.M. con leyes de: 143 Au grs/ton  
11,399 Ag grs/ton

AÑO 1977

## a) Mineral Auroargentífero

## 1.- Mineral natural

17,812 T.M. con leyes de: 1.56 Au grs/ton  
159 Ag grs/ton

## 2.- Concentrado de mineral

144.79 T.M. con leyes de: 119 Au grs/ton  
10,721 Ag grs/ton

## b) Mineral Fluoroauroargentífero

## 1.- Mineral natural

15,335 T.M. con leyes de: 0.55 Au grs/ton  
55.00 Ag grs/ton  
29.50% Ca F<sub>2</sub>

## 2.- Concentrado de mineral

60,867 T.M. con leyes de: 92 Au grs/ton  
7,721 Ag grs/ton

1,922.542 T.M. Fluorita grado ácido

AÑO 1978

## a) Mineral Auroargentífero \*

## 1.- Mineral natural

10,378 T.M. con leyes de: 1.64 Au grs/ton  
147.00 Ag grs/ton

---

\* Incluye mineral de terreros enero a mayo de 1978

## 2. - Concentrado de mineral

76.166 T.M. con leyes de: 142 Au grs/ton  
11,903 Ag grs/ton

## b) Mineral fluorauroargentífero \*

## 1. - Mineral natural

10,589 T.M. con leyes de: 0.92 Au grs/ton  
64.00 Ag grs/ton  
21.70% Ca F<sub>2</sub>

## 2. - Concentrado de mineral

68.610 T.M. con leyes de: 95.5 Au grs/ton  
5,689 Ag grs/ton

1,292.421 Fluorita grado ácido

Lo anterior representa lo siguiente:

## a) Mineral Auroargentífero

1. - Concentrado de oro y plata: 243,008 T.M.

## b) Mineral fluorauroargentífero

1. - Concentrado de oro y plata: 129,477 T.M.

2. - Concentrado de fluorita grado ácido: 3,214,963 T.M.

Para contenidos metálicos de:

Toneladas de fluorita grado ácido:	3,214,963
Kilogramos de oro:	31,198
Kilogramos de plata:	2,710,267

\* Datos hasta noviembre de 1978

**APENDICE C'**

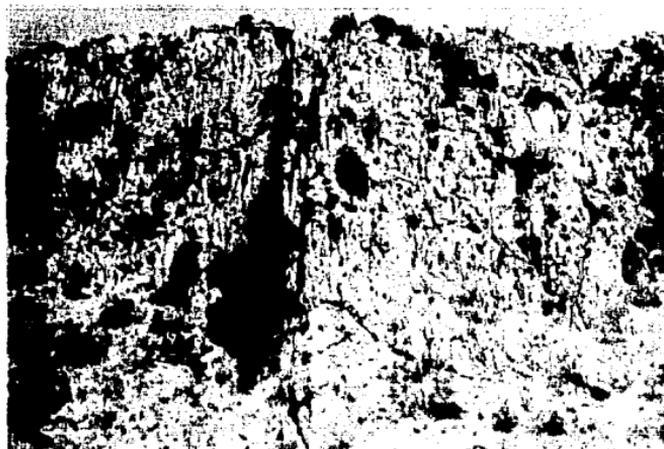
**FOTOGRAFIAS**

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

- FOTOGRAFIA No. 1. - Muestreo de Superficie.
- FOTOGRAFIA No. 2. - Ignimbritas coronando la Sierra de Coneto.
- FOTOGRAFIA No. 3. - Pórfido diorítico.
- FOTOGRAFIA No. 4. - Pórfido riolítico "El Corralito Blanco".
- FOTOGRAFIA No. 5. - Plegamientos en la Sierra de Coneto.
- FOTOGRAFIA No. 6. - Pequeñas catas donde se extrae estaño en tobas riolíticas.
- FOTOGRAFIA No. 7. - Vetas.
- FOTOGRAFIA No. 8. - Crestón de la Veta El Durazno.
- FOTOGRAFIA No. 9. - Crestón de fluorita y cuarzo.
- FOTOGRAFIA No. 10. - Veta El Durazno.
- FOTOGRAFIA No. 11. - Veta El Durazno.
- FOTOGRAFIA No. 12. - Area Promontorio.



FOTOGRAFIA No. 1. - Muestreo de Superficie. En esta lámina se observa el método de cateo con máquina barrenadora de motor de gasolina.



FOTOGRAFIA No. 2. - Ignimbritas coronando la Sierra de Coneto. En esta lámina se observa el fracturamiento vertical, perpendicular a los planos de pseudoestratificación.



FOTOGRAFIA No. 3. - Diorito intrusivo. En esta fotografía se observa el contacto entre la Unidad de Andesita Gris (And g) y un intrusivo diorítico, en el Arroyo El Ejido.



FOTOGRAFIA No. 4. - Pórfido riolítico "El Corralito Blanco".  
En esta imagen se observa el contacto entre las tobas riolíticas  
y el intrusivo riolítico.



FOTOGRAFIA No. 5. - Playa de arena en la Sierra de Coneto.  
En esta imagen se observa un pequeño plegamiento de tipo anticlinal  
en la Unidad de Ignabritys.



FOTOGRAFIA No. 6. - Pequeñas catas donde se extrae estaño en robas riolíticas.



FOTOGRAFIA No. 7. - Vista general de las vetas que se unen en el centro de los promontorios.



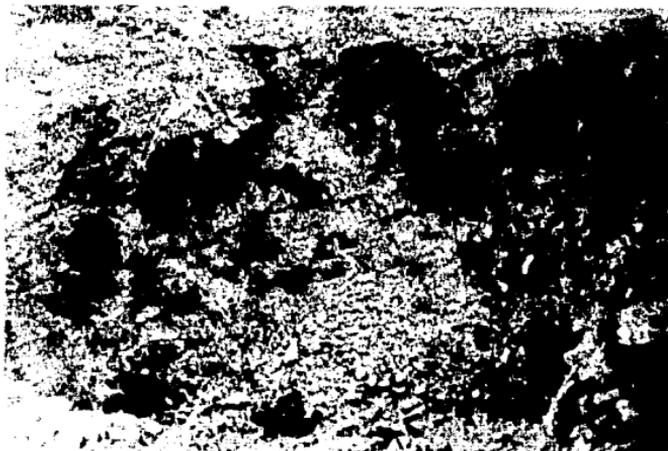
FOTOGRAFIA No. 8. - Crestón de la Veta El Durazno.



FOTOGRAFIA No. 9. - Detalle de la Veta Durazno. Se observa el aspecto cristalino de la roca, así como los agregados de cuarzo en el trazo anastomótico.



FOTOGRAFIA No. 10. - Veta El Durazno. En esta fotografía se aprecia el frente del rebaje; nótese su forma tabular y sus dimensiones así como la alteración de la roca encajonante.



FOTOGRAFIA No. 11. - En esta lámina se observa el frente de explotación a cielo abierto de la Veta El Durazno.



FOTOGRAFIA No. 12. - Antigua mina de la Veta Progreso, debajo antiguo sobre Veta Progreso.