

2ej  
12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA Y PROSPECCION MINERA DE LA  
MINA "LA FORTUNA"  
EN EL MUNICIPIO DE TAMAZULA, DURANGO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A :  
GUADALUPE GONZALEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.,

1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

PAGINA

	<b>RESUMEN</b>	
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	
	I.1. Antecedentes históricos .....	2
	I.2. Trabajos previos .....	2
	I.3. Objetivos de estudio .....	3
	I.4. Métodos de trabajo .....	4
<b>II.</b>	<b>GEOGRAFIA</b>	
	II.1. Localización y extensión del área .....	6
	II.2. Vías de comunicación .....	6
	II.3. Infraestructura .....	8
<b>III.</b>	<b>FISIOGRAFIA</b>	
	III.1. Orografía .....	11
	III.2. Hidrografía .....	12
<b>IV.</b>	<b>GEOLOGIA DEL AREA DE "LA FORTUNA"</b>	
	IV.1. Marco geológico regional .....	14
	IV.2. Litología y estratigrafía del área .....	19
	IV.3. Geología estructural .....	30
	IV.4. Historia geológica .....	31
<b>V.</b>	<b>GEOLOGIA DE MINA</b>	
	V.1. Obra minera .....	35
	V.2. Barrenación de diamante .....	39
<b>VI.</b>	<b>YACIMIENTOS MINERALES</b>	
	VI.1. Rasgos generales .....	48
	VI.2. Paragénesis, sucesión y zoneamiento ....	49
	VI.3. Gufas de mineralización .....	54
	A) Mineralización hipogénica .....	54
	B) Mineralización supergénica .....	54
	C) Alteraciones hipogénicas .....	55
	D) Alteración supergénica .....	58

**PAGINA**

VI.4. Guías litológicas .....	58
VI.5. Guías estructurales .....	59
VI.6. Hipótesis genética .....	59

**VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

## I L U S T R A C I O N E S

FIGURA No.		PAGINA
1	Mapa de localización y acceso .....	7
2	Mapa de provincias fisiográficas .....	10
3	Mapa hidrográfico .....	13
4	Batolito granítico de Sinaloa .....	16
5	Sección esquemática a través de la S.M.O. ....	18
6	Tabla de correlación estratigráfica .....	29
7	Esquema de zonas de subducción .....	32
8	Resumen de barrenación de diamante .....	42

## A N E X O S

9	Mapa geológico superficial del área
10	Mapa geológico de la mina "La Fortuna", nivel 0
11	Mapa geológico de la mina "La Fortuna", nivel 1
12	Mapa geológico de la mina "La Fortuna", nivel 2
13	Mapa geológico de la mina "La Fortuna", nivel 3
14	Mapa geológico de la mina "La Fortuna", nivel 4 y 5
15	Estudio petrográfico del barreno No. 4
16	Estudio petrográfico del barreno No. 7
17	Estudio petrográfico del barreno No. 10
18	Estudio petrográfico del barreno No. 11
19	Distribución de las alteraciones de los barrenos 2,3 y 4
20	Distribución de las alteraciones de los barrenos 11, 12, 13 y 14.

## R E S U M E N

La región en que se ubica la mina "La Fortuna" se localiza en la porción NW del estado de Durango, cerca de los límites eg tatales con Sinaloa y Durango; se enclava en la provincia fisio gráfica de la Sierra Madre Occidental (Erwin Raisz, 1964).

En la zona en cuestión aflora un cuerpo intrusivo de compo sición granítica, probablemente perteneciente al gran batolito de la costa del Pacífico, cuya edad data del Cretácico Superior Terciario Interior.

El plutón dominante en el lugar se encuentra intrusionado por diques de composición ácida a intermedia posiblemente del Oligoceno.

A las rocas plutónicas sobreyacen rocas andesíticas que - afloran al NW del área de estudio. Posteriormente, se tienen - rocas ácidas correspondientes a la Serie Volcánica Superior - (Oligoceno-Mioceno), representadas por tobas riolíticas (ignim- britas).

Los materiales del Reciente están compuestos por aluvión y depósitos de talud.

Estructuralmente la superficie que se exploró presenta - tres sistemas de fallas y fracturas; uno con orientación NW-SE; otro NE-SW y uno casi E-W, que controlan el emplazamiento de - los cuerpos mineralizados y diques.

Los minerales de rendimiento económico en el área son: oro y plata nativos, acantita, calcopirita, galena y esfalerita. - La mineralización aurífera se encuentra en forma diseminada en greisenes, pneumatolitas, vetas de forma lenticular o en stock-work y en granitos calcoalcalinos-cuarzomonzonitas turmaliniza- dos, en ocasiones milonitizados.

Los yacimientos guardan cierto paralelismo con diques que afectan a las rocas plutónicas; éstos se consideran postmineralización, ya que en algunos lugares se observan que intrusionan a las estructuras mineralizadas.

La génesis de los yacimientos en el área se consideran de desprendimiento ácido, con tres etapas de mineralización por lo menos. La primera fue de tipo pneumatolítico y originó turmalinización en las rocas huésped y dio lugar a greisenes y pneumatolitas; la mineralización en esta etapa es de oro y wulframio (scheelita), la cual se encuentra diseminada irregularmente en las rocas antes mencionadas.

La segunda mineralización corresponde a un hidrotermalismo, con fase de temperaturas bajas y presiones moderadas. Las soluciones que precipitaron principalmente son plata, cobre, plomo y zinc.

La tercera corresponde a un enriquecimiento supergénico, la representan minerales como acantita y covelita.

Los minerales de ganga del yacimiento son cuarzo, turmalina, pirita y hematita. Los minerales secundarios son limonita, hematita, malaquita, azurita, calcita y minerales arcillosos.

I. I N T R O D U C C I O N .



## I. INTRODUCCION.

En las últimas décadas México ha sufrido una serie de problemas económicos que han afectado la economía del pueblo, por lo que es imprescindible enfocar los esfuerzos hacia otras fuentes de ingreso, que sirvan para el fortalecimiento de la economía nacional, como puede ser el caso de la exploración y explotación de yacimientos que contengan oro y plata, que son minerales que tienen un potencial económico y deben ser aprovechados como un apoyo más para solventar la crisis económica del país.

Para la localización de estos yacimientos es de gran importancia, contar con el apoyo financiero y económico que de fortalecimiento a las exploraciones; en general, éste es incompleto y da como resultado exploraciones insuficientes, sin aprovechamiento óptimo. La mayor parte de esas exploraciones se queda en un estado de reconocimiento de indicios de mineralización.

Por esta razón el presente trabajo, pretende contribuir a la prospección de yacimientos de desprendimiento ácido, con la finalidad de que la metodología propuesta sirva como apoyo para incrementar las posibilidades de éxito en el descubrimiento de los mencionados cuerpos mineralizados, en los que pueden existir minerales económicamente redituables como son: oro, plata, cobre, plomo, zinc, estaño y minerales de tierras raras.

La realización de este trabajo es principalmente a nivel geología de mina; en la exploración se aplicaron técnicas ó - criterios de la prospección minera con objeto de generar guías mineralógicas que sirvan en un futuro para la detección de cuerpos mineralizados, tanto en la misma zona, como en áreas similares donde existan estos tipos de rocas y minerales. Para la obtención de los criterios apropiados se realizaron muestreos de subsuelo, obra minera, barrenación de diamante y se efectuaron los estudios correspondientes de petrografía, mine-

ragrafía, microsonda electrónica y difracción de rayos "X".

### I.1. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Los antecedentes más antiguos que se tienen en la historia minera del área San Fernando, municipio de Tamazula, Dgo., en la cual se ubica la mina "La Fortuna", objeto de este estudio, datan de la época colonial (Siglos XVI y XVII). En ese entonces, México se encontraba bajo el dominio del imperio español; los barcos de la Armada Real arribaban a las costas del Pacífico para recibir grandes cargamentos de oro y plata procedentes de las minas de la región. Es muy probable, que antes de los españoles, los indígenas ya explotaban estos recursos en forma muy rudimentaria; sin embargo, se tienen muy pocos datos de estos trabajos.

Posteriormente, en el último tercio del siglo XVIII los españoles abandonaron la zona debido a que los indígenas que poblaban la Sierra Madre constantemente los atacaban.

Hasta los inicios del siglo XIX las minas del área estuvieron abandonadas; muchas de ellas, estaban inundadas y/o derrumbadas y solamente algunas eran explotadas rudimentariamente por gambusinos.

Tiempo después, la mina "La Fortuna" perteneció a la compañía minera San Fernando (por esto es conocida como la mina "San Fernando"), una sociedad americana con residencia en Boston, - Mass.

### I.2. TRABAJOS PREVIOS.

Las primeras investigaciones geológico-mineras que llevó a cabo el Consejo de Recursos Minerales en la región, se iniciaron en el año de 1974, en el área denominada reserva minera na-

cional "San Fernando", cuya superficie es de 17,460 has., dentro de la cual se ubica la mina "La Fortuna".

A continuación se hace una breve reseña de los estudios - que con posterioridad ha realizado el C.R.M. en la reserva nacional:

- En el año de 1975, se realizaron trabajos geológico-mineros y geoquímicos en el área San Fernando.
- En 1979 se efectuó un estudio geológico del área denominada "Los Pirindongos", ubicada dentro de la reserva.
- En 1980 se realizaron trabajos de exploración para el fondo "La Fortuna".
- En 1982 se hizo un estudio geológico-minero en el área de "La Higuera".
- En 1984 se efectuó un estudio geológico-minero en el área "La Ramada", también dentro de San Fernando.
- En 1985 se iniciaron estudios geológico-mineros de exploración directa con obra minera y barrenación de diamante en las áreas denominadas "El melón", "El meloncito" y "La tocaya" (60 hectáreas), ubicadas en la parte central de la reserva minera nacional "San Fernando" (mina "La Fortuna" y sus alrededores).

A la fecha la mina "La Fortuna" constituye una zona mineralizada importante de la cual se extraen principalmente oro, plata y cobre. En el presente trabajo se hace especial referencia a las actividades exploratorias que se realizaron en las áreas - "El melón", "El meloncito" y "La tocaya".

### 1.3. OBJETIVOS DE ESTUDIO.

Los objetivos principales que integran el presente estudio son:

- Determinar la paragénesis, sucesión y zoneamiento de los

minerales en el área

- Determinar la distribución de las alteraciones para saber si pueden ser utilizadas como guías en la localización de cuerpos mineralizados similares.
- Determinar la posible relación entre la mineralización de oro y las estructuras turmalinizadas.
- Verificar la existencia de "greisenes" en la zona.
- Establecer el modelo del yacimiento para poder orientar adecuadamente la prospección minera en la región.
- Señalar las posibilidades de continuidad en las estructuras cercanas a la mina y comprobar la existencia de mineralización económica fuera del fundo.

#### 1.4. MÉTODOS DE TRABAJO.

El método de trabajo comprendió una etapa preliminar de documentación o consulta de material bibliográfico existente; posteriormente se hicieron trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

##### A) DOCUMENTACION.

Se consultaron los informes elaborados en el C.R.M. de trabajos que se relacionan con la región, cuya información está dirigida a la exploración minera.

##### B) TRABAJO DE CAMPO.

Se efectuó un reconocimiento geológico en la superficie con la finalidad de visualizar las principales estructuras geológicas y familiarizarse con las unidades litológicas que conforman el área.

En la mina "La Fortuna". se efectuaron muestreos de mena, ganga y roca encajonante de algunos niveles; asimismo, se coleccionaron muestras de núcleos de barrenos con el fin de poder defi-

nir las etapas de mineralización, variaciones litológicas y - comportamiento de las estructuras mineralizadas.

### C) TRABAJOS DE LABORATORIO Y GABINETE

El trabajo de laboratorio comprendió la selección y preparación de muestras, con el propósito de ser estudiadas mediante petrografía, minerografía, difracción y fluorescencia de rayos "X" y microsonda electrónica. Con estas técnicas se aportaron ideas generales acerca de las características físico-químicas de la mineralización, así como la paragénesis, sucesión y - zoneamiento de la misma, junto con las características petrográficas y alteraciones de las distintas unidades litológicas.

En gabinete se interpretaron los resultados obtenidos de los estudios realizados y se redactó el texto correspondiente.

II. G E O G R A F I A .

## II. GEOGRAFIA.

### II.1. LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA.

El área de estudio se localiza en la porción NW del estado de Durango, aproximadamente a 65 km en línea recta al NE de la ciudad de Culiacán, Sinaloa y a 280 km, en línea recta el NW de la ciudad de Durango. Sus coordenadas geográficas son:

25° 18' 54" y 25° 19' 27" de latitud Norte.  
107° 04' 34" y 107° 05' 00" de longitud Oeste.

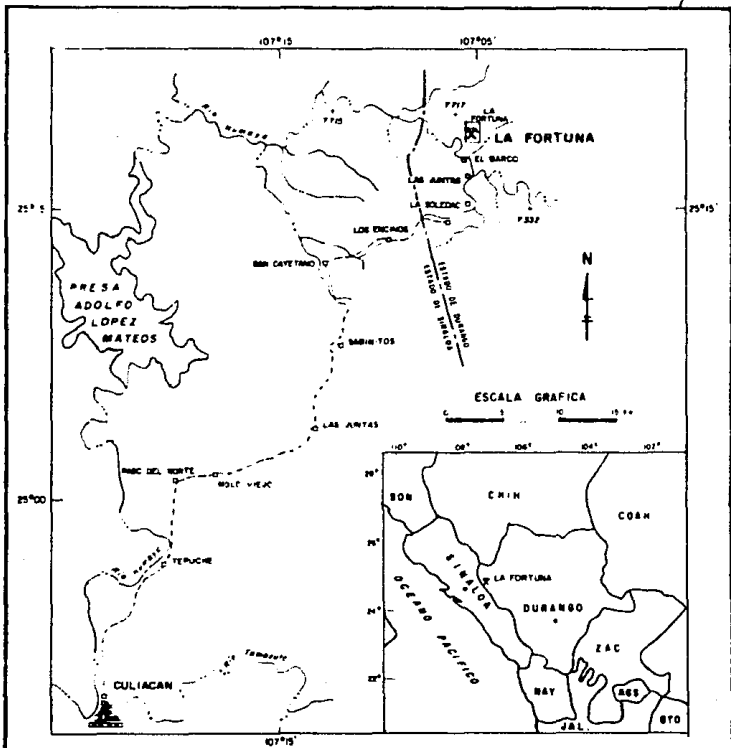
Tiene forma rectangular con dimensiones de 600.0 m de ancho por 1.0 km de largo, con una superficie de 60 hectáreas. - Dentro de dicha extensión se encuentra el fundo "La Fortuna" - que comprende 6.0 hectáreas.

Políticamente la región pertenece a la sindicatura de Copalquín, municipio de Tamazula, en el estado de Durango.

### II.2. VIAS DE COMUNICACION.

El acceso al lugar puede lograrse más fácilmente por la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Rumbo a Copalquín por un camino de terracería que pasa por el poblado de Tepuche, continúa por las rancherías Paso del Norte, Molo Viejo, Las Juntas, Sabinitos, San Cayetano y los Encinos, en el estado de Sinaloa; La Soledad, Las Juntas y El Barco (esta última a orillas del río Humaya), en el estado de Durango (Fig. No. 1). Se efectúa un recorrido total aproximado de 115.0 kilómetros en vehículo, el camino es intransitable en épocas de lluvia.

También es posible llegar a las cercanías del área por avioneta, para tal fin se cuenta con una pequeña pista de aterrizaje, la cual se encuentra en la ranchería El Barco, a 4 km



**EXPLICACION**

- POBLADO O RANCHERIA  □
- CAMINO DE TERRACERIA  - - -
- RIO O ARROYO  ———
- MINA  ✕
- LIMITE ESTATAL  ———
- ZONA DE ESTUDIO  □

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	MAPA DE LOCALIZACION Y ACCESO
	BORGALLUPPE GONZALEZ    1964    11    11



de distancia de la mina "La Fortuna", denominada Mesa Colorada.

Los servicios de comunicación en la zona son radio, correo y unidades de transporte llamadas "tranvías" que transitan desde la ranchería El Barco hasta la ciudad de Culiacán, Sinaloa. En temporada de lluvias la comunicación por este último medio se interrumpe, en ocasiones, hasta por semanas, debido a las ma las condiciones en que quedan los caminos.

### II.3. INFRAESTRUCTURA.

Las rancherías más cercanas al área de estudio son El Barco y La Soledad, las cuales cuentan con una población de 300 a 400 habitantes aproximadamente, carecen de los servicios públicos tales como agua potable, luz eléctrica, teléfono y solamente cuentan con el servicio médico de las brigadas del ejército pertenecientes a la Operación Cóndor. Asimismo, la ranchería El Barco cuenta con una planta de flotación privada que se encuentra en operación y tiene una capacidad actual de 70 tons/día.

III. F I S I O G R A F I A .

### III. FISIOGRAFIA.

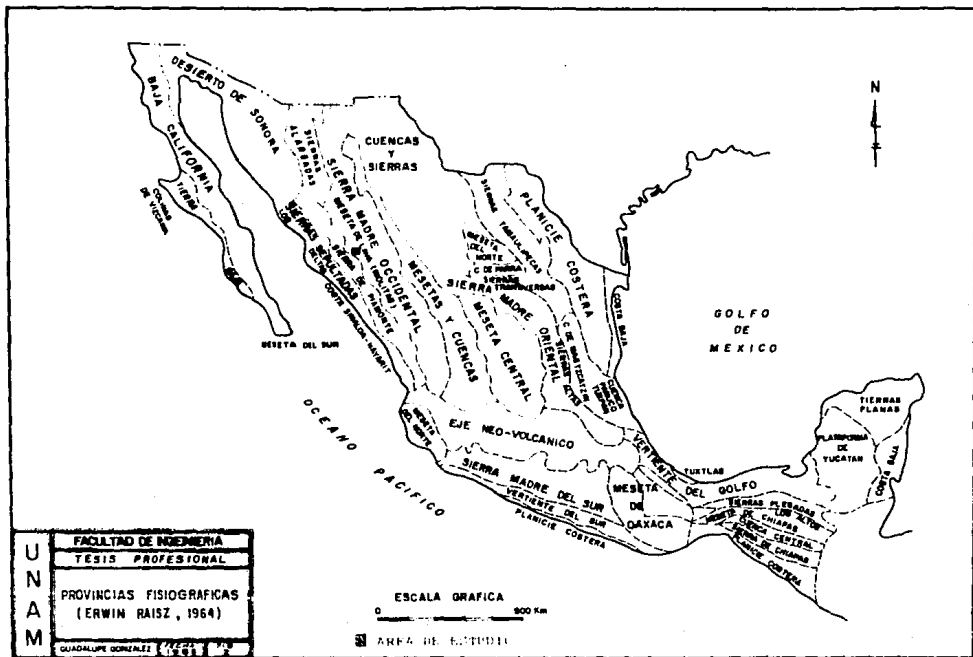
Fisiográficamente el área de estudio se encuentra localizada en la porción media de la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Occidental (Erwin Raisz, 1964. Fig. No. 2), dentro de la subprovincia de Barrancas (King, 1939).

Esta provincia se extiende en dirección NW-SE desde los Estados Unidos de Norteamérica hasta el paralelo 21°, donde se encuentra con la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, - tiene una longitud aproximada de 1 500 km por 300 km de ancho.

Geológicamente la Sierra Madre Occidental es de contextura variable; de acuerdo con su fisiografía consiste en una gran elevación sobre el nivel del mar y tiene desniveles promedio sobre la Planicie Costera de 1 500 a 2 500 m. La erosión ha modelado gruesas secuencias volcánicas de edad Cenozoica, tales como riolitas, tobas, ignimbritas y andesitas intercaladas, que en una actitud casi horizontal, forman una gran mesa o plateau que es el rasgo dominante en toda la provincia. Esta secuencia descansa sobre un basamento más antiguo compuesto por rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas intrusivas.

Ordoñez (1936), la describe como: "Sierras muy próximas - unas con otras con alturas medias de 2 100 m, pero con picachos que alcanzan hasta 3 000 m sobre el nivel del mar; sus altas crestas son casi paralelas y uniformes y están separadas por profundos cañones a veces con altos acantilados que presentan diversos colores y tienen una gran belleza".

Tanto fisiográficamente como estructuralmente la Sierra Madre Occidental es más coherente y homogénea en su fisiografía y composición litológica en el área de Sinaloa hacia el SE que en el NW y es de gran importancia económica ya que en algunas partes de ésta se encuentran las rocas mineralizadas.



### III.1. OROGRAFIA,

Los rasgos orográficos de la Sierra Madre Occidental son el resultado directo tanto de la tectónica como de la actividad ígnea de la región. El relieve topográfico es el producto de la actividad erosiva de los arroyos y ríos que fluyen hacia el SW y que han modelado a las rocas de un modo diferencial.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de sierras alargadas con orientación NW-SE, con actitudes variables; - se observa una topografía accidentada que a veces remata en escarpes muy abruptos.

Las formas topográficas positivas se localizan principalmente al norte, entre las cuales se citan al Cerro del Chanteco y - La Cumbre, constituidas principalmente por derrames volcánicos, con elevaciones hasta de 3 000 m.s.n.m.

En el oriente sobresalen elevaciones con alturas de 3 150 m. s.n.m.; en el centro y oeste las elevaciones tienen 2 500 m.s.n. m. y disminuyen gradualmente hasta llegar a la Planicie Costera.

Las sierras y mesetas del suroeste, disectadas por cañones que llegan a alcanzar profundidades de 2 000 m, están constituidas por material piroclástico y derrames de composición ácida - originados durante el Oligoceno-Mioceno (Hoja "Pericos", INEGI, 1981).

Existen también prominencias notables hacia el SW, tales - como el Cordón de San Fernando, Cordón El Roble, etc., en esta última se enclava la zona de estudio.

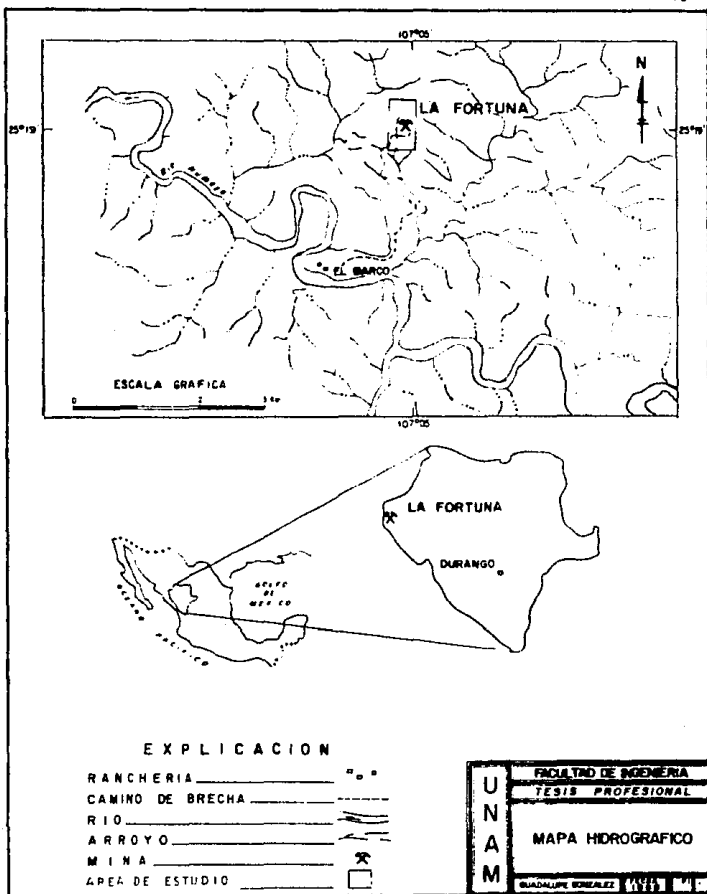
Geomorfológicamente el área donde se ubica la mina "La Fortuna", se encuentra en una etapa juvenil, cuyo drenaje es de tipo dendrítico.

### III.2. HIDROGRAFIA.

El sistema fluvial de la región pertenece a la vertiente del Pacífico. Según Terrones Langoné (Tesis profesional, 1940), las corrientes de agua que forman la vertiente del Pacífico escurren en estrechos valles de gran profundidad llamados "quebradas" los que se amplían al penetrar en la angosta llanura Costera del Pacífico.

Hidrográficamente el área pertenece a la cuenca del río Humaya, que vierte sus aguas en el océano Pacífico, cuyo sistema hidrográfico está compuesto principalmente por los ríos de régimen perenne, Mohinora-Sinaloa, Colorado-Humaya, del Valle de Topia, Sianori y Tamazula; los cuales son alimentados por numerosos y caudalosos afluentes del mismo régimen y algunos intermitentes; en general el área presenta un drenaje con arreglo de tipo dendrítico bien integrado y controlado por las características tectónicas y litogeomorfológicas del lugar (Fig. No. 3).

La corriente del río Humaya al penetrar en el estado de Sinaloa recibe numerosos afluentes, sigue su cauce hacia el oeste hasta desembocar en el vaso de la presa Lic. Adolfo López Mateos (Sinaloa), que tiene una capacidad de 3 000 millones de m<sup>3</sup>, que permite el riego de los cultivos por medio de canales de irrigación de una parte de Culiacán, Sinaloa.



IV. GEOLOGIA DEL AREA DE "LA FORTUNA"



#### IV. GEOLOGIA DEL AREA DE "LA FORTUNA".

##### IV.1. MARCO GEOLOGICO REGIONAL.

La provincia geológica de la Sierra Madre Occidental está formada en gran parte por una extensa meseta volcánica que se extiende desde Sonora en el norte, hasta la provincia del Eje Neovolcánico al sur, hacia el oriente, por la Mesa Central y - al occidente por la Llanura Costera del Pacífico.

La Sierra Madre Occidental en su porción media y sur se - forma de dos grandes secuencias de rocas ígneas, ambas de composición calcoalcalina con numerosos derrames de tipo riolítico. La parte inferior de la sierra, la constituyen rocas batolíticas hacia la parte occidental y abundantes andesitas suprayacentes a todo lo largo de la provincia. Las rocas superiores son predominantemente riolíticas piroclásticas y constituyen una de las provincias ignimbríticas mas grandes del mundo. Las lavas de composición basáltica coronan a esta secuencia.

La formación y el emplazamiento de los magmas que dieron origen a esta provincia volcánica se encuentran relacionadas a la zona de subducción formada entre la placa Norteamericana y las placas Farallón y Cocos durante una parte del Terciario.

Según Mc Dowell y Clabaugh (1979) la Sierra Madre Occidental está integrada por dos importantes secuencias ígneas correspondientes a dos períodos magmáticos, los cuales estuvieron activos durante los 100 y 45 m.a. y los 32 y 23 m.a. antes del - presente.

A continuación se hace una breve descripción de cada una - de ellas:

- COMPLEJO VOLCANICO INFERIOR (100 a 45 m.a.)

Las rocas del episodio magmático más antiguo, denominadas informalmente Complejo Volcánico Inferior, han sido descritas por diferentes autores en lugares aislados como Tayoltita (Nemeth, 1976), Topia (Lemish, 1955), San Miguel del Cantil (Carrasco y otros, 1977) y en Guanaceví (Pinedo, 1970), están representadas por derrames y unidades piroclásticas intercaladas, ambas de composición andesítica, las rocas andesíticas se encuentran muy alteradas e intrusionadas por cuerpos de composición granítica, principalmente de edad Cretácico Tardío-Eoceno Superior.

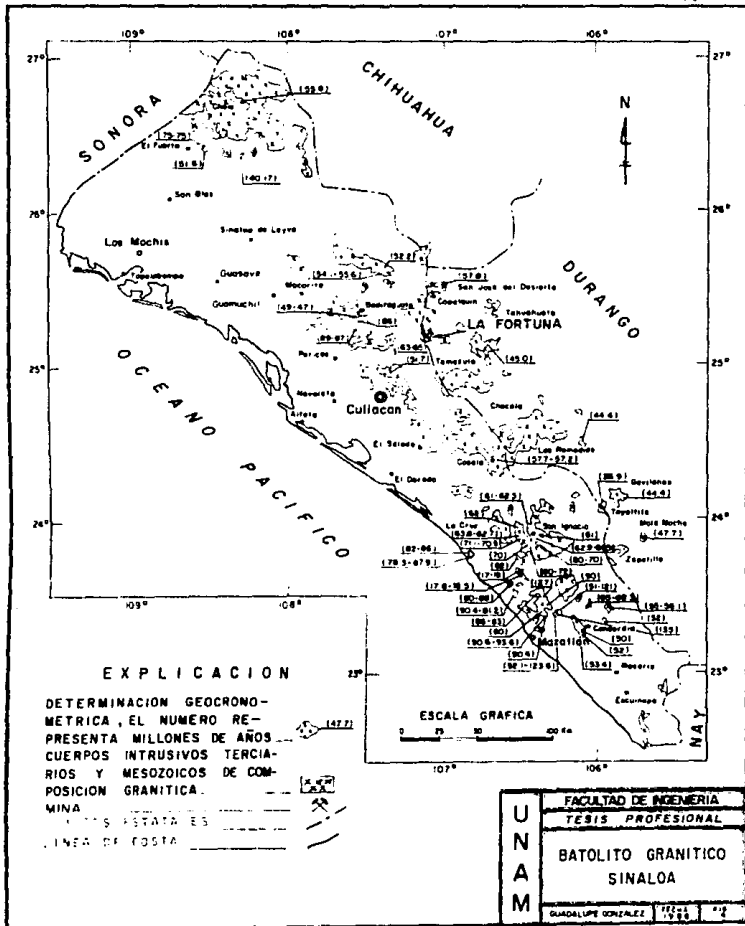
En la Fig. No. 4 se pueden apreciar numerosos intrusivos - de composición granítica que afloran a lo largo de la Sierra Madre Occidental (batolito granítico de Sinaloa), cuyas edades se pueden relacionar genéticamente con una de las últimas etapas - del período magmático que dio origen a las andesitas de este - complejo.

- SERIE VOLCANICA SUPERIOR (32 a 23 m.a.)

Esta serie volcánica sobreyace discordantemente al Complejo Volcánico Inferior, está constituida por rocas, que pertenecen al período volcánico más reciente, son rocas cuya composición varía de riolítica a riodacítica, incluyen: ignimbritas, - riolitas, riodacitas, tobas riolíticas, lavas ácidas, brechas y aglomerados.

La Serie Volcánica Superior generalmente se presenta inalterada, aunque afallada a lo largo de los márgenes oriental y - occidental de la sierra.

La Serie Volcánica Superior se ha subdividido en dos grandes cuerpos, uno que se denomina 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.

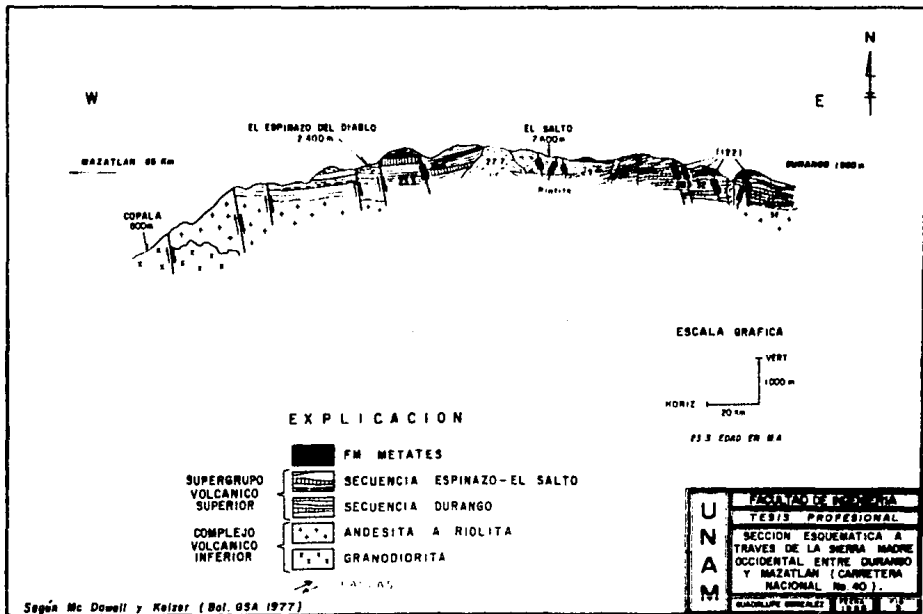
Estudios geocronológicos (Mc Dowell y Keiser, 1977), revelan una edad de  $29.8 \pm 1.2$  m.a. para la Secuencia Volcánica Durango y una edad de  $23.3 \pm 0.3$  m.a. para la Secuencia Espinazo-El Salto.

La Serie Volcánica Superior se presenta en las partes altas de la sierra en las cuales forma mesetas con bordes escarpados.

En el esquema No. 5 se aprecia una sección entre Durango y Mazatlán, donde puede observarse el aspecto general de la morfología de la sierra.

Nos se tiene información de lo que sucedió entre principios del Terciario (60 m.a.), hasta el Oligoceno Temprano (32 m.a.), ya que el vulcanismo ignimbrítico dominante empezó casi simultáneamente a lo largo de la actual sierra hace 32 m.a., posiblemente debido a cambios que se acentuaron en la zona de interacción de las placas tectónicas. De acuerdo con los datos radiométricos disponibles, varias intrusiones desde batolitos hasta troncos, continuaron su movimiento que se inició a principios del Terciario; esto dio lugar a mineralizaciones muy importantes (oro, plata), como en la región de Tayoltita, Durango y otras.

Se estima que la actividad volcánica empezó en el Eoceno y duró parte del Oligoceno; llegó a su culminación a fines del Oligoceno y principios del Mioceno; sin embargo, se sabe que existen andesitas e ignimbritas de edad Mioceno Medio y Superior. En consecuencia, es posible que la actividad volcánica haya continuado a través del Mioceno hasta principios del Plioceno.



En resumen, se puede decir que: tal parece que el vulcanismo en esta parte de México, principió durante el Oligoceno, llegó a su máximo durante el Mioceno y perdió intensidad al final del Plioceno.

#### IV.2. LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA DEL AREA.

El área de estudio está constituida por un cuerpo plutónico de composición granítica con variaciones locales de granito calcoalcalino, cuarzomonzonita y granodiorita; sus dimensiones se consideran batolíticas, porque además de cubrir el área de estudio se extiende varios kilómetros fuera de ella. En esta roca se encuentran emplazados diques cuya composición varía de ácida a intermedia (microgranitos, microcuarzomonzonitas, microdiorita, dacitas, andesitas y tonalitas), así como greisenes y pneumatolitas que afloran con un rumbo preferencial NW-SE; se observan también en dirección NE-SW y casi E-W. (Fig. 9).

A los greisenes y pneumatolitas se asocia una mineralización de oro, plata, cobre, plomo y zinc.

Los diques de composición intermedia no presentan mineralización y se observa que cortan en algunos lugares a los cuerpos mineralizados por lo que se consideran posteriores a la mineralización.

Al NE del área se observan rocas volcánicas piroclásticas que constituyen la Serie Volcánica Superior (Oligoceno-Mioceno); ocupan las zonas topográficamente más elevadas y cubren discordantemente a los derrames andesíticos y cuerpos intrusivos del Complejo Volcánico Inferior.

Los depósitos aluvionales se observan en las partes topográficamente más bajas, están constituidos en gran parte por partículas del tamaño de la arena, el limo y la arcilla.

A continuación se hace una descripción de las rocas encontradas en el área de estudio:

### ROCAS INTRUSIVAS

#### - GRANODIORITA

La granodiorita es una roca frecuente en el área de estudio, se encuentra asociada a granitos calcoalcalinos y cuarzo-monzonitas.

Megascópicamente la roca presenta un color blanco grisáceo con pequeños puntos negros, su estructura es compacta y tiene una textura fanerítica de grano fino a medio. Los minerales observables son cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos.

Al microscopio se observó una textura holocristalina, hipidiomórfica con la siguiente mineralogía:

- Minerales esenciales: Cuarzo, oligoclasa, andesina, microclina.
- Minerales accesorios: Hornblenda, biotita, esfena, apatita, zircón.
- Minerales secundarios: Sericita, clorita, epidota, calcita, turmalina, hematita, limonita, pirita y minerales arcillosos.

#### - GRANITO CALCOALCALINO-CUARZOMONZONITA

La roca dominante en el área está representada por un cuerpo intrusivo de forma irregular que presenta facies plutónicas de granito calcoalcalino a cuarzo-monzonita.

Megascópicamente la roca presenta un color blanco grisáceo a pardo rosado, tiene una estructura compacta y una textura fa-

nerfítica de grano medio a fino, en la cual se observan claramente minerales como cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos.

Al microscopio se observa una textura holocristalina, hipidiomórfica, en ocasiones sumamente alterada; presentan la siguiente mineralogía:

- Minerales esenciales: Cuarzo, microclina, oligoclasa, andesina, perfitita.
- Minerales accesorios: Hornblenda, biotita, esfena, apatita, zircón, magnetita.
- Minerales secundarios: Sericita, clorita, epidota, calcita, turmalina, hematita, limonita, piritita y minerales arcillosos.

La roca está constituida por cristales subedrales de plagioclasa de composición intermedia (oligoclasa-andesina), los cuales se observan en algunos casos alterados a sericita y minerales arcillosos y en ocasiones parcialmente reemplazados por calcita; el feldespato potásico se presenta en su variedad microclina con alteración a minerales arcillosos.

Se presentan inclusiones de plagioclasa en finos cristales dentro de la microclina y constituyen intercrecimientos perfitíticos.

Como la proporción de la plagioclasa con respecto al feldespato potásico es variable hace que la clasificación de la roca varíe localmente; comprenden de granitos calcoalcalinos a cuarzomonzonitas.

El cuarzo se presenta en cristales anedrales con extinción recta y generalmente como relleno de intersticios entre los feldespatos. Se observan intercrecimientos con feldespatos que forman agregados mirmequíticos. Existe una segunda generación



de cuarzo en cristales anedrales más pequeños que rellenan delgadas vetillas.

La hornblenda se presenta en cristales euedrales y subedrales a menudo alterados a clorita, calcita, hematita, limonita - con inclusiones de apatita.

La biotita ocurre en cristales subedrales con hábito tabular, parcial o totalmente alterada a clorita y epidota.

La esfena se presenta en cristales subedrales en forma de rombos con relieve alto y birrefringencia notable, algunas veces los cristales están recubiertos por clorita.

La apatita se observa en finos cristales euedrales y subedrales diseminados en la roca y como inclusiones dentro de los ferromagnesianos.

La turmalina se presenta en su variedad ferrífera "chorlo", en cristales tabulares diseminados o en forma masiva y como relleno de pequeñas vetillas. En los granitos calcoalcalinos la presencia de turmalina es muy frecuente.

La magnetita se encuentra en cristales anedrales y subedrales diseminados, parcialmente alterados a hematita.

La pirita se presenta en cristales pequeños euedrales y anedrales diseminados en la roca con alteración incipiente a hematita principalmente en sus contornos, asimismo rellenan vetillas.

En general, esta roca se clasifica como granito calcoalcalino o cuarzomonzonita, ya que varía en cuanto al contenido de feldespatos, debido probablemente a la diferenciación magmática.

Estas rocas se forman por emplazamiento plutónico y es evi-

dente que en algunas zonas sufrió fenómenos pneumatolíticos e hidrotermales que son el resultado que producen los gases y - fluidos emanados del mismo magma y que fueron transportados - hacia las zonas de menor presión del intrusivo y que ocasionan pseudobrechamiento y fenómenos de pneumatólisis.

### ROCAS DE DESPRENDIMIENTO ACIDO

#### - PNEUMATOLITA

Esta roca presenta un color gris oscuro con zonas blancas, su estructura es compacta y presenta una textura afanítica.

Al microscopio se observa una textura holocristalina de ane dral a subedral con la siguiente mineralogía:

Minerales esenciales:	Cuarzo, turmalina.
Minerales accesorios:	Apatita, zircón, biotita.
Minerales secundarios:	Epidota, clorita, feldespato potásico, pirita, hematita, limonita, calcopirita, minerales arcillosos y scheelita.

La roca está compuesta esencialmente por cristales de cuarzo anedral y turmalina en forma tabular, agujas o masiva.

La epidota se presenta como relleno en pequeñas fracturas - en la roca.

En ocasiones las pneumatolitas presentan, una cierta altera ci ón potásica.

La pirita existe como cristales euedrales y subedrales dis minados.

## - GREISEN

Estas rocas, al igual que las pneumatolitas, se encuentran emplazadas en el cuerpo granítico plutónico. Megascópicamente - presentan un color gris oscuro, su estructura es compacta con una textura fanerítica de grano fino, en la cual se observan minerales como cuarzo, epidota, pirita y óxidos.

En el microscopio se observa una textura holocristalina de anedral a subedral con la siguiente mineralogía:

Minerales esenciales: Cuarzo, muscovita.  
 Minerales accesorios: Apatita.  
 Minerales secundarios: Turmalina, epidota, clorita, piri-  
 ta, hematita, calcita, scheelita.

Estas rocas forman cuerpos bandeados y veteados con márgenes indefinidas que gradúan a granito calcoalcalino o cuarzomonzonita; indudablemente fueron formadas por flujos de soluciones y vapores mineralizantes a través de fallas y fracturas.

La mineralización económica interesante de estos cuerpos - pneumatolíticos corresponde a oro, plata y cobre; tales elementos fueron detectados por análisis químicos, difracción de rayos "X" y microsonda electrónica.

ROCAS HIPABISALES

Una generación de diques de composición ácida a intermedia, parece culminar la actividad magmática en el área, como estos - diques intrusionan al cuerpo granítico y además en algunas partes a los diques mineralizados, se consideran post-mineralización.

- MICROGRANITO - MICROCUARZOMONZONITA

Megascópicamente las rocas presentan un color blanco grisáceo con estructura compacta y textura porfídica, en la cual se observan minerales como el cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos.

Al microscopio se observa una textura holocristalina porfídica, con la siguiente mineralogía:

Minerales esenciales: Cuarzo, microclina, oligoclasa, andesina.  
 Minerales accesorios: Apatita, ferromagnesianos alterados.  
 Minerales secundarios: Clorita, epidota, sericita, calcita, pírta, minerales arcillosos, hematita, limonita.

La matriz de esta roca está compuesta principalmente de cuarzo y feldespato potásico con fenocristales subdrales de oligoclasa-andesina, parcialmente reemplazados por sericita, minerales arcillosos, epidota y calcita. Los ferromagnesianos están alterados a clorita.

Estas rocas se encuentran emplazadas en el plutón dominante en el área y se clasificaron como microgranitos calcoalcalinos y microcuarzomonzonitas.

- MICRODIORITA

Megascópicamente la roca presenta un color verdoso con pequeños puntos blancos, su estructura es compacta y su textura porfídica.

Al microscopio se observa una textura microfítica porfídi-

- MICROGRANITO - MICROCUARZOMONZONITA

Megascópicamente las rocas presentan un color blanco grisáceo con estructura compacta y textura porfídica, en la cual se observan minerales como el cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos.

Al microscopio se observa una textura holocristalina porfídica, con la siguiente mineralogía:

- Minerales esenciales: Cuarzo, microclina, oligoclasa, andesina.
- Minerales accesorios: Apatita, ferromagnesianos alterados.
- Minerales secundarios: Clorita, epidota, sericita, calcita, pirita, minerales arcillosos, hematita, limonita.

La matriz de esta roca está compuesta principalmente de cuarzo y feldespato potásico con fenocristales subedrales de oligoclasa-andesina, parcialmente reemplazados por sericita, minerales arcillosos, epidota y calcita. Los ferromagnesianos están alterados a clorita.

Estas rocas se encuentran emplazadas en el plutón dominante en el área y se clasificaron como microgranitos calcoalcalinos y microcuarzomonzonitas.

- MICRODIORITA

Megascópicamente la roca presenta un color verdoso con pequeños puntos blancos, su estructura es compacta y su textura porfídica.

Al microscopio se observa una textura microfítica porfídica.

ca con la siguiente mineralogía:

- Minerales esenciales: Oligoclasa, andesina, feldespatos - potásico.
- Minerales accesorios: Ferromagnesianos alterados (hornblenda, augita, biotita), apatita, cuarzo.
- Minerales secundarios: Clorita, sericita, calcita, hematita, limonita, pirita, epidota y minerales arcillosos.

Esta roca se forma principalmente de un agregado de finos microlitos de plagioclasa de composición intermedia (oligoclasa, andesina), con fenocristales eudrales y subdrales de la misma composición, en ocasiones alterados a epidota.

Estos minerales se encuentran frecuentemente alterados, reemplazados total o parcialmente por sericita y minerales arcillosos. Los ferromagnesianos son alterados a clorita.

Se observan pequeñas vetillas rellenas de calcita que cortan a los microlitos y fenocristales de plagioclasa.

Estas rocas se clasificaron como microdioritas, andesitas, microtonalitas y dacitas, por la relación de la cantidad de feldespato y cuarzo existente en ellas, así como por su textura.

Los diques que se mencionan anteriormente presentan una amplia distribución en la región, con orientaciones subparalelas al NW y echados al SE, forman parte del cortejo filoniano del granito calcoalcalino-cuarzomonzonita (satélites filonianos). Estas estructuras intrusionan al granito calcoalcalino, granodioritas, pneumatolitas y greisenes existentes en el área de estudio.

ROCAS DE METAMORFISMO DINAMICO

## - CATACLASITA

Megascópicamente la roca presenta un color blanco con puntos verde oscuro, con estructura compacta y textura fanerítica de grano medio, los minerales observables son cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos.

Al microscopio petrográfico se observa una textura cataclástica con la siguiente mineralogía:

Minerales esenciales: Cuarzo, oligoclasa, andesina, microclina.

Minerales accesorios: Hornblenda, biotita, apatita.

Minerales secundarios: Biotita, clorita, sericita, calcita, turmalina, epidota, hematita.

En esta roca las plagioclasas se encuentran deformadas debido a dinamometamorfismo, no presentan reconstitución química y aún es evidente la naturaleza de la roca original por la mineralogía y textura de numerosos fragmentos que escaparon a la destrucción, por lo cual se clasificó como "cataclasitas" formadas a partir de rocas cuarzo-feldespáticas (granitos calcoalcalinos, cuarzomonzonitas o granodioritas).

## - MILONITA

A simple vista la roca presenta un color blanco con puntos verde oscuro, textura fanerítica de grano fino, los minerales observables son cuarzo y feldespatos.

Microscópicamente se observa una textura cataclástica y la siguiente mineralogía:

Minerales esenciales: Feldespatos alterados a sericita y minerales arcillosos, cuarzo,  
 Minerales secundarios: Epidota, clorita, sericita y minerales arcillosos.

Estas rocas son producto de metamorfismo por dislocación - sin reconstitución química notable de los minerales granulados, derivadas probablemente de rocas cuarzo-feldespáticas.

En las rocas milonitizadas es frecuente la alteración de - las plagioclasas a epidota.

#### ROCAS DE METAMORFISMO DE CONTACTO

##### -HORNFELS BANDEADO

Megascópicamente la roca presenta un color blanco con puntos verdes, su estructura es compacta y bandeada, su textura es fanerítica de grano muy fino. La mineralogía observada es cuarzo, feldespatos, epidota y pirita.

Clase química: Cuarzo-feldespática.  
 Facies: Albita-epidota  
 Zona de metamorfismo: Bajo (epizona)

Roca no esquistosa formada por un mosaico de granos equidimensionales de cuarzo y feldespatos que presentan bandeamiento, producto de metamorfismo de contacto.

Con base en los estudios y observaciones realizados en el área, así como en áreas similares cercanas, se propone la siguiente tabla de correlación estratigráfica (Fig. No. 6 ).



TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	PERIODO	EPOCA	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	AREA SAN FERNANDO
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		
		PLEISTOCENO		
	TERCIARIO	MIOCENO	SERIE VOLCANICA SUPERIOR	
		OLIGOCENO		
		EOCENO	COMPLEJO VOLCANICO INFERIOR	
		PALEOCENO		
		SUPERIOR		
CRETACICO	MEDIO	BASAMENTO	BASAMENTO	
	INFERIOR			

EXPLICACION



ALLUVIA



DIQUES DE COMPOSICION ACIDA A INTERMEDIA



ANDESITAS (AFLOJAN AL NE DEL AREA DE ESTUDIO)



INTRUSIVO GRANITICO DOMINANTE EN EL AREA SAN FERNANDO



NO DEPOSITO EN EL AREA

COMPLEJO VOLCANICO INF (45 - 100 M.A.)

SERIE VOLCANICA SUPERIOR (27 - 34 M.A.)

U  
N  
A  
M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TABLA DE CORRELACION  
ESTRATIGRAFICA

GUADALUPE BONZALEZ

FECHA PRIMERA  
1988 6

### IV.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El intrusivo en que se encuentra emplazada la zona mineralizada de la mina "La Fortuna", se extiende por varios kilómetros, por lo que sus dimensiones se consideran batolíticas.

Los rasgos estructurales en la zona son complejos, ya que se presentan varios períodos de fallamiento en la región. Los elementos estructurales que afectan al cuerpo intrusivo de composición granítica dominante en el área están representados - principalmente por tres sistemas que dieron lugar a fallamiento normal y fracturas.

En general las fallas y fracturas se pueden agrupar en - los siguientes sistemas: uno que agrupa las estructuras con - rumbo NW-SE; otro comprende las orientadas NE-SW y por último las que son predominantemente casi E-W.

El sistema de fallas y fracturas es anterior al evento de mineralización y por tanto económicamente más interesante, ya que fue el que proporcionó los conductos que sirvieron de receptáculo a las soluciones mineralizantes, comprenden a las estructuras con rumbo NW-SE y NE-SW, con echados al SW y SE respectivamente.

La totalidad de las fallas en el área son normales, es de cir, de esfuerzos de tensión de la corteza, se observan en el area "La tocaya", así como en el arroyo "El infiernillo" y la parte alta de la mina "La Fortuna".

Las características estructurales menores relacionadas a los principales rasgos incluyen fracturas, diaclasas y brechas tectónicas. Las fracturas son abundantes y van desde metros hasta kilómetros de longitud (fotografías aéreas) y siguen un patrón NW que es el más persistente aunque también se observan

en dirección NE y casi E-W,

Las diaclasas se observan ampliamente desarrolladas y afectan al cuerpo plutónico que aflora en el área, ellas se agrupan en dos sistemas conjugados, uno de los cuales es más persistente el cual presenta rumbo NW, el otro es perpendicular a éste, Estas estructuras actuaron como conductos propicios que permitieron el emplazamiento de diques de pequeñas dimensiones.

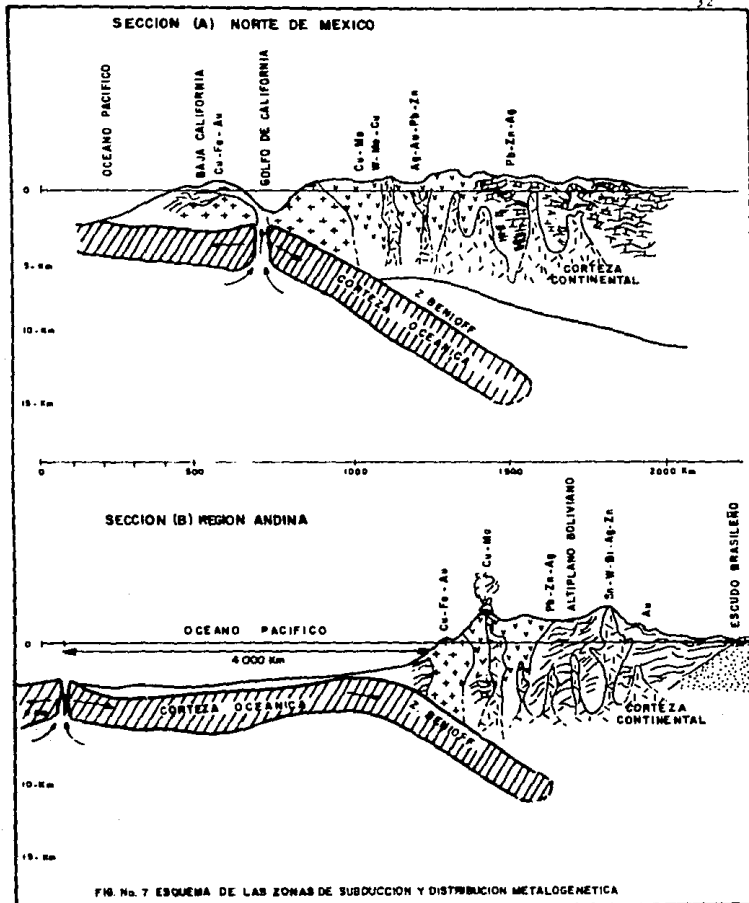
Las brechas tectónicas no tienen una distribución regular ni espesor constante, ocurren esporádicamente a lo largo de fallas y afectan al gran intrusivo.

#### IV.4. HISTORIA GEOLOGICA.

Los eventos magmáticos y tectónicos hacen compleja la zona de estudio, por lo que resulta difícil su interpretación; sin embargo, mediante correlaciones indirectas con unidades litoestratigráficas conocidas en localidades inmediatas se ha interpretado la secuencia de eventos geológicos que tuvieron lugar en el área.

A finales de la era Mesozoica y principios de la Cenozoica (Terciario Inferior), ocurren importantes emplazamientos plutónicos en la región, también a esta época corresponden los primeros episodios volcánicos que constituyeron a la Sierra Madre Occidental.

Al parecer esta actividad fue provocada por la colisión entre las placas oceánicas Farallón, del Pacífico y la continental Norteamericana que dieron lugar a un fenómeno de subducción de tipo andino en el borde occidental de México (Atwater, 1970); esto originó la deformación marginal occidental de la placa continental y la formación de un magmatismo con emplazamientos plutónicos (Fig. No. 7).



De acuerdo con Atwater, el Complejo Volcánico Inferior constituye un típico Arco Magmático de carácter calcoalcalino que se relaciona con una margen continental convergente (fenómeno de subducción) en donde la placa Farallón se hundía debajo de la corteza continental de México.

Sin embargo, la interrupción del magmatismo en el intervalo 45-34 m.a. (Eoceno), manifiesta una irregularidad en la continuidad de estos procesos.

Evidencias de este arco magmático son las rocas intrusivas de dimensiones batolíticas que se encuentran aflorando en algunas regiones de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango (El Cuarenta, Magistral del Oro, San Fernando, etc.), Jalisco, Nayarit y Michoacán.

El plutón del lugar de estudio puede ser correlacionado con los existentes al norte en San José del Desierto y al SE con el de Topia.

En un estudio geocronológico que llevó a cabo Damon (1981), llegó a la conclusión de que estos cuerpos plutónicos pertenecen al Terciario Inferior. Tentativamente el plutón de San Fernando se ubica en este período geológico.

Como el plutón del área San Fernando se extiende por varios kilómetros puede considerarse que pertenece a un batolito que - Gastil (1976) divide en 3 subzonas petrológicas que son: subzona del gabro, subzona de tonalita y subzona de adamelita, en esta última se ubica la superficie de estudio.

Damon (1981) y Gastil G. (1976), consideran el emplazamiento del batolito hace 145 m.a. con una duración en la zona de 60 m.a.; continua su levantamiento y enfriamiento por 5 a 20 m.a. y genera cuerpos subvolcánicos como los que se aprecian en San Ferr

nando,

Si se toma en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se tie  
ne la siguiente secuencia de acontecimientos:

- a) Sobre un basamento paleozoico se depositó el Complejo - Volcánico Inferior.
- b) Emplazamiento de intrusivo de composición granítica.
- c) Fracturamiento de la zona debido a esfuerzos de tensión.
- d) Alteraciones pneumatóliticas - hidrotermales con minera lización de oro, plata y cobre principalmente.
- e) Depósito de la Serie Volcánica Superior.
- f) Segundo período de fracturamiento y fallamiento regional.
- g) Intemperismo y erosión.

V. GEOLOGIA DE LA MINA "LA FORTUNA".

## V. GEOLOGIA DE LA MINA "LA FORTUNA"

### V.1. OBRA MINERA

Actualmente la mina "La Fortuna" tiene labrados de aproximadamente 1 100 m, cuenta con los niveles 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, en un intervalo vertical de 200 m. El nivel inferior es el No. 7 que se ubica en la cota 580 m.s.n.m., el superior corresponde al nivel 0, cuya cota es 780 m.s.n.m.

El nivel No. 2 es el que cuenta con el mayor desarrollo - (846.0 m); siguen los niveles No. 3 (421.0 m), No. 7 (220.0 m), No. 4 (209.0 m) y el nivel 0 (165.0 m).

El nivel No. 5 tiene aproximadamente 30.0 m de labrados, - fue hecho con el fin de cargar mineral extraído de los niveles superiores.

Los niveles Nos. 1, 2, 3 y 4 se comunican por contrapozos con un desnivel aproximado de 30.0 m entre nivel y nivel. Todas las obras mineras presentan mayor desarrollo de sur a norte.

A continuación se hace una descripción de los niveles que se exploraron en la mina "La Fortuna".

#### - NIVEL 0

Consta de dos socavones separados 95.0 m. En el primer socavón se empieza con granito calcoalcalino (cuarzomonzonita), y a los dos metros se corta el greisen mineralizado el que se extiende por 30.0 m, enseguida la pneumatólisis disminuye con el granito turmalinizado y finalmente se encuentra el granito sano.



Las rocas mineralizadas presentan una orientación promedio NW 23° SE. Estas rocas son intrusionadas en algunas ocasiones en su extremo NW por diques de composición intermedia que guardan una orientación NE 55° SW con echados de 55° a 30° al NW con espesores de 1.0 a 10.0 m aproximadamente

En el segundo socavón se entra en el granito sano (23.0 m), para luego cambiar a greisen (17.0 m); después se corta un cuerpo de granito sano con 5.0 m. En esta obra minera existe escaso fracturamiento con rumbos NW-SE y NE-SW con echados de 35° a 50° al NE (Ver anexos, Fig. No. 10).

#### - NIVEL 1

En general se extiende sobre el greisen, únicamente en su inicio, corta al granito sano a lo largo de 15.0 m; enseguida se encuentra el granito turmalinizado del cual se cortaron 8.0 m, para continuar con el greisen mineralizado unos 2.5 m. Hacia el sur de la bocamina de este nivel se localiza otro pequeño socavón con 10.0 m de longitud accesible, el cual se encuentra aterrado y posiblemente comunique con la principal obra del nivel No. 1 (Ver anexos, Fig. No. 11).

A los 95.0 m de longitud hacia el interior de la entrada del socavón se localiza un pequeño cuerpo de granito turmalinizado, tal parece que forma una aureola entre granito sano y el greisen.

Se observa que el cuerpo que se logró cortar en el nivel 0 de granito calcoalcalino sano, desaparece y en su lugar se encuentra un granito turmalinizado y greisen. Ambos cuerpos se desarrollan con rumbos NW 25° SE aproximadamente. El fracturamiento es débil y se orienta generalmente con rumbo NE 40° SW.

## - NIVEL 2

Las obras mineras casi en su totalidad se encuentran ubicadas dentro de rocas mineralizadas, el granito calcoalcalino turmalinizado parece envolver al greisen que se presenta en cuerpos menores, este nivel presenta un mayor número de diques con rumbo general NW-SE y con anchos que varían desde 2.0 a 10.0 m aproximadamente. El fracturamiento presenta rumbos NW-SE y NE-SW, además las rocas mineralizadas se extienden hacia la porción N-NW y S-SE en el nivel 2. En éste se localizaron 3 vetas con rumbos paralelos generalmente de N 30°W y echados de 60°NE. Estas vetas o zonas de fracturamiento tienen forma lenticular; presentan como mena: oro, calcopirita, escasa galena y blenda; como ganga pirita, cuarzo, turmalina; como minerales supergénicos malaquita, azurita, y óxidos de fierro (limonita, hematita), así como jarosita. A estas vetas se les determinaron longitudes de 100.0 a 2.0 m por medio de algunos cruceros que logran cortarlas (Ver anexos, Fig. No. 12).

## - NIVEL 3

Se ubica casi en su totalidad en el granito turmalinizado, con una orientación hacia el NW-SE, se encuentran a lo largo de este socavón tres pequeños cuerpos de granito sano; a la entrada se cortan 30.0 m de granito sano. Puede observarse que el cuerpo de greisen mineralizado se presenta con rumbo NW-SE, haciéndose más amplio al NW según lo comprueban los cruceros que presenta este nivel. En ellos se localizan diques de composición intermedia de 2.0 a 4.5 m de ancho con rumbo N 25°W que cortan al greisen, además se localizaron 2 estructuras de forma tabular, ambas con rumbos paralelos de N 30°W y echados de 65° a 70°SW los que presentan espesores de 0.5 a 1.0 m, se les determinó una longitud de 50.0 a 120.0 m (Ver anexos, Fig. No. 13).

## - NIVELES 4 y 5

Se observa una alternancia de cuerpos de granito calcoalcalino, granito turmalinizado y cuerpos de greisen; predomina el granito turmalinizado; después le sigue el greisen y en menor proporción el granito sano. Estos cuerpos se orientan con rumbos  $N 40^{\circ}W$  generalmente. La exploración a través de los niveles 4 y 5 confirman que el depósito de mineral existente en la mina "La Fortuna" continúa hacia la porción SW, ya que hacia estas partes es donde se observan las rocas de interés económico como son greisenes y granitos turmalinizados.

En el nivel 4 se localizan 6 estructuras con rumbo  $N 10^{\circ}a 40^{\circ}W$ , con echados que varían de  $35^{\circ}a 85^{\circ}NE$ . Estas estructuras presentan formas tabulares generalmente; según se observó, ya que están cortadas perpendicularmente por el socavón principal del nivel 4; de las 6 vetas sólo a una se le comprobó una longitud de 28.0 m y ancho variable de 0.5 a 1.0 m (Ver anexos, Fig. No. 14).

En cuanto a las leyes medias calculadas a continuación se presenta una tabla que incluye las leyes medias calculadas de los niveles 0, 1, 2, 3, 4 y 5.

No. de Nivel	Ors grs/ton.	Plata grs/ton.	Cobre	Plomo	Zinc
0	4.0	32.154	0.245	0.0679	0.3496
1	7.084	43.018	0.546	0.685	0.121
2	4.314	22.64	0.162	0.0442	0.0687
3	2.70	16.88	0.1478	0.041	0.111
4	0.120	2.912	0.123	-	-
5	0.0	0.44	0.0028	-	-

De acuerdo con lo anterior puede deducirse que la ley baja a mayor profundidad.

## V.2. BARRENACION DE DIAMANTE

Las zonas de estudio en las que se empleó barrenación de diamante son las denominadas "El Melón", "El Meloncito" y "La Tocaya". A continuación se describen los rasgos más importantes de cada una:

### - "EL MELON"

En su parte central se encuentra la mina "La Fortuna", es la mejor mineralizada, por lo cual se encuentra en explotación.

El fundo se localiza en un intrusivo granítico; es en esta unidad rocosa donde se encuentran emplazadas las estructuras mineralizadas de tipo económico, que son formadas principalmente por rocas pneumatolíticas. Existen también diques de composición intermedia carentes de mineralización que guardan un cierto paralelismo con las estructuras mineralizadas; en ocasiones estos cuerpos hipabisales bisectan las estructuras mineralizadas, en las que se producen desplazamientos, acuñamientos y complejos fracturamientos secundarios.

En esta superficie se realizaron 8 barrenos (números 1, 2, 3, 4, 5, 7, 17 y 18), que se describen brevemente al final de este capítulo.

### - "LA TOCAYA"

Se localiza a escasos 150.0 m al NE de la mina, sobre el lado izquierdo del camino que comunica "El Barco" con "La Higuierita".

Geológicamente el lugar forma parte del intrusivo granítico dominante en el área; en superficie se observa una oxidación local, en la cual se alojan dos cuerpos tabulares tipo "V" de cuar

zo y turmalina que presentan rumbos NE 50° y 80°SW, con echados - de 17° y 60° al NW, que se digitan y muestran espesores de 1,5 m, al SE se desplazan en forma escalonada y presentan valores económicos a lo largo del material fracturado y afallado (35,0 m),

En este lugar se encuentra un crucero de 200.0 m de desarrollo que corta el ancho del cuerpo.

En esta superficie se realizaron 4 barrenos (números 6, 8, 9 y 10), que se describen al final de este capítulo.

- "EL MELONCITO"

En el Meloncito se encuentran cuerpos de cuarzo y turmalina paralelos a los del Melón y la Tocaya, los cuales presentan una zona de oxidación, en donde predomina la limonita con tonalidad amarillenta y hematita de color pardo rojizo.

El área se ubica a 800.0 m al SE del fundo "La Fortuna" y a escasos 500.0 m al SW del rancho "El Melón", dentro de ésta existen 5 obras principales que se denominan "Meloncito 0, I, II, III y obra Infiernillo", esta última ubicada abajo del arroyo - del mismo nombre.

La mina "Meloncito 0", consiste en un crucero de 5.0 m de longitud, con un pequeño registro de 1.5 m; "El Meloncito I" forma un socavón de 10.0 m de longitud, el cual presenta en su tope un pequeño pozo de 2.5 m de profundidad por 1.0 m con un registro de 3.0 m. "El Meloncito II", consiste en un socavón de 2.0 m de desarrollo. "El Infiernillo" consiste en un crucero de -- 66.0 m de desarrollo, en el cual se observan tres cuerpos de - cuarzo y turmalina, que presentan en su tope una frente de 8.5 m de cuele y un pequeño pozo de 3.0 m de profundidad por 1.5 m de ancho.

En esta área se realizaron 5 barrenos (números 11, 12, 13, 14 y 15), que se describen al final del capítulo.

En general las superficies anteriores corresponden a un cuerpo plutónico de composición granítica, que almacena a los cuerpos de cuarzo y turmalina, los cuales al igual que su roca encajonante fueron intrusionados por diques de composición intermedia.

Los cuerpos pneumatolíticos presentan formas tabulares con anchos de 1.0 a 1.5 m, con afloramientos longitudinales desde 130.0 a 3.5 m, e incluso simples lentejones de 30.0 m a 20.0 m, pero todas ellas al igual que los diques presentan un paralelismo bien definido con una orientación general NW 20° a 30°SE, con echados de 36° a 80° al NE y algunos de 75° a 85° al SW.

El fracturamiento secundario presenta una orientación preferencial de NW 20° a 40°SE con echados de 36° a 85° al NE y SW.

En la tabla de la siguiente página se presenta un resumen de la barrenación en el lugar de estudio (Fig. No. 8).

A continuación se efectúa una breve descripción de cada uno de los barrenos:

- BARRENO No. 1

Este se ubica en la cota 710.0 m.s.n.m., se programó paralelo al nivel 7, con la finalidad de investigar la litología del nivel, ya que es inaccesible. El barreno no cortó ninguna estructura mineralizada de importancia.

- BARRENO No. 2

Se sitúa en la cota 675.0 m.s.n.m., se realizó con el propósito

FIG. No. 8 . RESUMEN DE BARRENACION DE DIAMANTE.

Barreno No.	Diámetro	Nivel de - superficie (m.s.n.m.)	Coordenadas		Rumbo	Inclinación	Prof. (m.)	Recuperación		Area
			X	Y				(m.)	%	
1	NQ-BQ	710.0	25° 19' 04"	107° 04' 52"	N 65° E.	- 61°	209.6	171.1	81.63	El Melón
2	BQ	675.0	25° 19' 01"	107° 04' 42"	S 75° W	- 50°	145.0	130.9	90.27	El Melón
3	BQ	715.0	25° 19' 04"	107° 04' 47"	S 75° W	- 50°	120.4	105.85	87.91	El Melón
* 4	IAW	800.0	25° 19' 22"	107° 04' 49"	N 60° E.	- 50°	93.0	74.5	80.11	El Melón
5	IAW	815.0	25° 19' 24"	107° 04' 48"	S 70° W	- 60°	91.4	67.5	73.85	El Melón
6	BQ	715.0	25° 19' 23"	107° 04' 34"	S 60° W	- 45°	146.15	125.4	86.48	La Tocaya
* 7	IAW	725.0	25° 19' 01"	107° 04' 47"	S 75° W	- 80°	50.25	31.8	63.28	El Melón
8	NQ-BQ	705.0	25° 19' 20"	107° 04' 35"	S 75° W	- 50°	60.0	53.0	88.33	La Tocaya
9	NQ-BQ	705.0	25° 19' 20"	107° 04' 35"	S 75° W	- 90°	43.3	32.55	75.17	La Tocaya
* 10	NQ-BQ	715.0	25° 19' 20"	107° 04' 35"	S 30° W	- 40°	45.65	28.7	62.86	La Tocaya
* 11	IAW	630.0	25° 18' 55"	107° 04' 55"	N 70° W	- 80°	38.1	20.4	53.54	El Meloncito
12	IAW	630.0	25° 18' 55"	107° 04' 55"	N 70° W	- 40°	41.4	18.6	44.92	El Meloncito
13	BQ	605.0	25° 18' 54"	107° 04' 54"	S 70° W	- 65°	72.8	64.65	88.8	EL Meloncito
14	BQ	645.0	25° 18' 24"	107° 04' 55"	S 68° W	- 50°	84.0	55.15	65.65	El Meloncito
15	IAW	660.0	25° 18' 26"	107° 04' 55"	S 60° W	- 50°	73.0	61.15	83.76	El Meloncito
17	IAW	690.0	25° 19' 07"	107° 04' 52"	S 60° W	- 60°	47.45	27.7	58.37	El Melón
18	BQ	700.0	25° 19' 09"	107° 04' 53"	S 82° W	- 65°	119.35	92.75	77.71	El Melón

\* Barrenos ilustrados. ( Ver Anexos.).

sito de observar el comportamiento de los cuerpos pneumatolíticos del nivel 2 en su prolongación hacia el NE, corta las estructuras a diversas profundidades, pero el muestreo de núcleos de barrenos dio valores de oro prácticamente nulos.

- BARRENO No. 3

Se localiza en la cota 715.0 m.s.n.m.; con él se comprobó - que los cuerpos de cuarzo y turmalina buzan hacia el NE; logra - cortar estructuras mineralizadas, pero sin valores auríferos económicos.

- BARRENOS Nos. 4 y 5

Están ubicados en las cotas 800.0 y 815.0 m.s.n.m. respectivamente. Se efectuaron para determinar la continuidad de los - cuerpos mineralizados de los niveles 0 y 1 en su prolongación hacia el NW, con resultados positivos.

El sondeo de mayor importancia es el No. 4, el cual arrojó - valores de oro diseminado que varía de 1.0 a 5.0 grs/ton.

- BARRENO No. 7

Se ubica en la cota 725.0 m.s.n.m., se realizó sobre el cuerpo pneumatolítico más potente del área, con objeto de conocer su comportamiento a profundidad; se observa que éste tiende a estrecharse a medida que se profundiza. No presentó valores de oro.

- BARRENO No. 17

Se encuentra en la cota 690.0 m.s.n.m. Se hizo con el objeto de reconocer los cuerpos mineralizados. Se considera a los - cuerpos cortados como desprendimientos del cuerpo mineralizado del área denominada "El Meloncito", por hallarse similitud con éste.



- BARRENO No. 18

Se localiza en la cota 700.0 m.s.n.m.; se realizó con el propósito de saber el comportamiento a profundidad de los cuerpos de cuarzo y turmalina que se juntan en superficie, cuya potencia alcanza 55.0 m. Su orientación es paralela a las de las estructuras principales de la mina (NW-SE). Se logró cortar los cuerpos pneumatolíticos, pero no presentan valores de oro.

- BARRENO No. 6

Se realizó sobre el camino de terracería que va de las rancherías "El Barco" a "La Hiquerita", en la cota 715.0 m.s.n.m., su propósito fue cortar cuerpos mineralizados, en su prolongación hacia el NW y determinar su comportamiento a profundidad, ya que en la parte alta del cerro se presenta un crucero de 20.0 m de longitud. Los resultados obtenidos de este barreno fueron desfavorables; la estructura mineralizada fue fallada y desplazada por fallas escalonadas.

- BARRENOS Nos. 8, 9 y 10

Se localizan sobre el mismo camino de terracería, en la cota 705.0 m.s.n.m. (barrenos 8 y 9) y en la 715.0 m.s.n.m. (barreno 10). El barreno No. 8 se proyectó para cortar el cuerpo de cuarzo y turmalina en su parte central, pero por el alto grado de fallamiento se cortó solamente en un pequeño filón de fisura, sin valores económicos; por tanto, la estructura mineralizada se hundió más cerca de la vertical y se programó el barreno No. 9, con el propósito de interceptarla a mayor profundidad sin resultados favorables.

Como los resultados del muestreo en superficie fueron atractivos y como el pronunciado fallamiento no hace muy confiable la interpretación geológica, se programó el barreno No. 10, con una

orientación e inclinación diferentes a las anteriores, pero los resultados fueron igualmente negativos.

- BARRENOS No. 11 y 12

Estos se localizan en la cota 630.0 m.s.n.m., se programaron con el objeto de cortar el cuerpo principal de cuarzo y turmalina en forma diagonal y obtener mayor cantidad de núcleos para que el muestreo fuera más confiable.

En ambos barrenos se logró su objetivo y se interceptó a los cuerpos de cuarzo y turmalina; se observó que a profundidad tienden a digitarse.

La estructura mineralizada presenta trazas de galena, blenda y calcopirita; los valores de oro y plata fueron nulos.

- BARRENO No. 13

Se localiza en la parte inferior del cuerpo principal en la cota 605.0 m.s.n.m.; se realizó con el propósito de comprobar la profundidad de la zona de óxidos de fierro con valores de oro y determinar el comportamiento de los cuerpos pneumatolíticos a profundidad.

Se comprobó por medio de los núcleos del barreno que los valores auríferos no profundizan; se trata sólo de un pequeño clavo mineralizado.

- BARRENOS No. 14 y 15

Se ubica en la parte central del área en las cotas 645.0 y 660.0 m.s.n.m., respectivamente; se efectuaron con el propósito de definir el comportamiento real a profundidad de las ramificaciones del cuerpo pneumatolítico, desafortunadamente el mues-

treo de núcleos dio como resultado ausencia de valores de oro y plata.

Para cortes litológicos representativos del área de estudio ver anexos Nos. 15, 16 17 y 18.

#### CONCLUSIONES DE LA BARRENACION DE DIAMANTE

De acuerdo con los resultados del muestreo de los barrenos, se concluye que en el área "El Melón" los cuerpos de cuarzo y - turmalina hacia del SE disminuyen en su potencia a medida que - se profundiza y carecen de valores de oro, mientras que hacia el NW (parte más alta del área), se localiza el mineral de tipo - económico; ésto se corrobora en estudios anteriores, los que demuestran que en el fundo "La Fortuna" los mejores valores de oro se localizan en los niveles superiores y decrecen en los inferiores, motivo por el cual las estructuras mineralizadas se reconocieron con los barrenos Nos. 4 y 5 hasta la profundidad vertical de 800.0 m o sea muy cercanos a la cota del nivel 2.

Esta porción NW del área se considera atractiva ya que los núcleos del barreno No. 4 presentan valores dispersos de oro del orden de 1.0 a 5.0 grs/ton.

En el área de "La Tocaya" se obtuvieron resultados positivos en superficie, así como en los materiales de fallas, se calculó la siguiente ley media en un ancho que se seleccionó:

ANCHO	Au grs/ton	Ag grs/ton	$\frac{1}{2}$ Pb	$\frac{1}{2}$ Cu	$\frac{1}{2}$ Zn
35.0 m	2.1	23.8	0.05	0.058	0.924

Los resultados cuantitativos del área "El Meloncito" en superficie - fueron positivos en "El Meloncito 0 y 1", se obtuvieron las siguientes leyes medias:

OBRA	ANCHO (m)	LABORATORIO DE AMECA, JALISCO		LABORATORIO DE HERMOSILLO, SON.	
		Au grs/ton	Ag grs/ton	Au grs/ton	Ag grs/ton
Rebaje del Meloncito 0 y 1	1.0	3.2	3.2	3.2	3.5
Nivel 0 "El Meloncito"	1.0	3.5	4.1	4.8	4.7
Nivel 1 "El Meloncito"	1.0	2.0	2.8	2.4	2.8

En resumen se puede concluir que la barrenación de diamante logró su objetivo al cortar los cuerpos turmalinizados en mayor o menor grado, sólo que dichas estructuras en ocasiones carecen de valores auríferos económicamente explotables.

VI. YACIMIENTOS MINERALES.

## VI. YACIMIENTOS MINERALES.

### VI.1. RASGOS GENERALES.

La mineralización de interés económico en el área está emplazada en cuerpos pneumatolíticos, greisenes y vetas de dimensiones variables con rumbo preferencial NW, los que generalmente tienden a digitarse y acuñarse a profundidad, así como en la roca encajonante afectada por los fenómenos pneumatolíticos; - asimismo, se observa un enriquecimiento supergénico en algunas zonas.

La mineralización se encuentra constituida por oro libre, wolframio (scheelita), calcopirita, acantita, tetraedrita, pequeñas cantidades de bornita; los minerales de ganga son: cuarzo, turmalina y calcita.

Los greisenes y pneumatolitas adoptan estructuras de forma tabular que parecen desprenderse de un cuerpo de forma alargada con rumbo N-NW y S-SE y echados entre 45° y 60° al SW. Las vetas que se localizaron en la mina "La Fortuna" están orientadas con rumbo NW 30°SE generalmente con echados de 85° al NE; como promedio, los anchos de estas vetas varían desde 0.5 m - hasta 2.0 m y presentan estructuras de relleno de cavidades.

Los muestreos de las estructuras o vetas localizadas en el cuerpo plutónico, indican leyes bajas de oro y plata; la principal gúfa de mineralización es la turmalina y el intenso fracturamiento.

Es común observar una arborescencia en las estructuras mineralizadas que da lugar a vetillas con anchos que van de 0.20 m a 0.30 m; así se evidencia el intenso fracturamiento de la roca encajonante. Cuando la arborescencia está muy desarrollada llega a constituir zonas de stockwork. Todas las estructu-

ras se encuentran alojadas en el cuerpo plutónico aflorante en el área.

Se presentan brechas tectónicas difíciles de observar en su superficie por encontrarse cubiertas por suelo y vegetación: sin embargo, fueron reconocidas mediante los núcleos de barreno, los cuales contienen mineralización de sulfuros primarios, principalmente de Fe, Cu, Zn y Pb que ocurren como diseminaciones.

La mina "La Fortuna" proporciona una mayor información en el estudio de los cuerpos mineralizados, ya que a través de las obras mineras permite una interpretación del comportamiento de la mineralización aurífera en los niveles 0, 1, 2 y 3; se utiliza para tal interpretación el muestreo aplicado a las obras transversales al rumbo de los cuerpos mineralizados, en el que se observa irregularidad en la presencia de oro. Se puede observar que los cuerpos mineralizados presentan determinado ancho en el nivel 0; aumentan en su parte central (nivel 1); llegan a su máximo en el nivel 2, para después volver a reducirse en el nivel 3.

#### VI.2. PARAGENESIS, SUCESION Y ZONEAMIENTO.

En el área de estudio, el análisis de las relaciones texturales que presentan los minerales de mena y ganga, aunados con la sucesión establecida para los minerales que existen en yacimientos originados por procesos magmáticos, ha permitido establecer la paragénesis y la sucesión del yacimiento.

En los cuerpos mineralizados se reconoció a nivel megascópico y microscópico una mineralización variada constituida por minerales de origen pneumatolítico, hidrotermal y de enriquecimiento supergénico.

Se establece una asociación de minerales que con seguridad

fue la primera en emplazarse (paragénesis hipogénica), la asociación está constituida por:

**ORO (Au).** Este mineral se detectó por medio de microsonda electrónica y análisis químicos en escasa proporción, en algunas muestras se presenta diseminado en la pirita.

**SCHEELITA (Ca W O<sub>4</sub>).** Se presenta en forma diseminada - principalmente en las pneumatolitas, greisenes y granitos calcoalcalinos turmalinizados.

**CALCOPIRITA (Cu Fe S<sub>2</sub>).** Se observa en asociación con la blenda como inclusiones en ella, en ocasiones con textura de exsolución y en pequeñas vetillas, lo que indica que estos minerales son en parte contemporáneos; la calcopirita se encuentra en cristales anedrales diseminados, en la zona de enriquecimiento supergénico se encuentra parcial o totalmente reemplazada por covelita; algunos cristales de calcopirita contienen tetraedrita y se considera que ésta es posterior a la formación de la calcopirita, la que se observa en ocasiones intercrecida con galena.

En las partes donde aparece calcopirita se presenta también bornita y los muestreos indican que la zona donde predomina la calcopirita aumentan las leyes de oro y también los de plata.

**BLENDA (Zn S).** Se encuentra en asociación con la galena, generalmente más abundante y en cristales anedrales diseminados, en ocasiones contiene exsolución tipo emulsión de calcopirita, algunos cristales están fracturados o reemplazados en sus bordes y fracturas por galena, bornita, calcopirita y covelita; esto último en zonas de enriquecimiento supergénico.

**GALENA (Pb S).** Existe en diseminaciones de grano fino, -



reemplazando a blenda y calcopirita, asociada a bornita, tetraedrita y acantita.

**BORNITA** ( $\text{Cu}_5 \text{FeS}_4$ ). Se presenta en pequeñas cantidades - como reemplazamiento de calcopirita, en cristales anedrales aislados a lo largo de fracturas, lo que indica un enriquecimiento del cobre.

**TETRAEDRITA** ( $\text{Cu, Fe}_{12} \text{Sb}_4 \text{S}_{13}$ ). Se observa en cristales anedrales aislados y asociados a la calcopirita.

**PIRITA** ( $\text{FeS}_2$ ). Es un mineral que se presenta en cristales con tamaño no mayor de 3 mm, se observa tanto en los cuerpos mineralizados como en la roca encajonante. Se observa en cristales anedrales, subedrales y euedrales finamente diseminados y en vetillas asociado en algunas muestras con turmalina.

**TURMALINA** (Silicato complejo de boro y aluminio). Ocurre - en su variedad ferrífera (chorlo) y está ampliamente distribuida en los cuerpos mineralizados y parte de la roca encajonante. En ésta aparece en cristales tabulares o en forma masiva. En los - cuerpos mineralizados su hábito es en agujas asociada a piritita.

**CUARZO** ( $\text{SiO}_2$ ). Es el principal constituyente de la ganga en los cuerpos mineralizados.

**CALCITA** ( $\text{CaCO}_3$ ). Principalmente se le encuentra como relleno de fracturas en forma de vetillas.

Se observa también clorita, epidota, sericita y hematita - asociada con los minerales descritos anteriormente.

Aparte de los minerales mencionados se presentan otros minerales de origen supergénico que a continuación se enumeran:

**COVELITA** ( $\text{CuS}$ ). Este mineral se presenta en pequeñas can

tidades, reemplaza a la calcopirita y a la bornita a través de sus bordes y fracturas, se observa como finas escamas.

ACANTITA ( $Ag_2 S$ ). Se observa en forma incipiente en inclusiones microscópicas dentro de la galena y pirita.

PLATA NATIVA (Ag). Se detectó por medio de microsonda electrónica y análisis químicos, se encuentra en pequeñas cantidades muy finas y diseminadas en algunas muestras.

MALAQUITA ( $Cu_2 (CO_3) (OH)_2$ ) y AZURITA ( $Cu_3 (CO_3)_2 (OH)_2$ ). Estos carbonatos se presentan en la zona de alteración supergénica; alteran a los sulfuros de cobre (calcopirita y bornita); se presentan en cristales anedrales.

MAGNETITA ( $Fe O . Fe_2 O_3$ ). Se observa en escasos cristales subedrales en forma diseminada y aislada.

HEMATITA ( $Fe_2 O_3$ ). Se presenta junto con la limonita intercrecidas y sin arreglo definido en algunas muestras y en otras se observa en su variedad especular.

LIMONITA ( $Fe O . n H_2 O$ ). Generalmente se le encuentra en forma terrosa en la zona de oxidación y asociada a hematita y jarosita, rellenando huecos.

Las características observada en los minerales antes mencionados, permiten considerarlos como un grupo formado contemporáneamente durante la etapa del evento de mineralización hidrotermal.

De acuerdo con los estudios de muestreos que se efectuaron en el laboratorio y a las estructuras que se observaron en campo, se propone la sucesión mineralógica que se presenta en la tabla siguiente:

SUCESION MINERALOGICA DE LA MINA  
"LA FORTUNA"

MINERAL	ETAPAS DE DEPOSITO		
	PNEUMATOLITICA	HIDROTHERMAL	SUPERGENICA
Cuarzo			
Pirita			
Blenda		-----	
Galena		-----	
Calcopirita		-----	
Bornita		-----	
Tetraedrita		-----	
Clorita	-----		
Sericita	-----		
Turmalina			
Minerales arcillosos		-----	
Oro			
Scheelita	-----		
Calcita		-----	
Epidota	-----		
Acantita			
Covelita			
Malaquita			
Azurita			
Hematita			
Limonita			
Jarosita			

### VI.3. GUIAS DE MINERALIZACION.

Dentro de este tipo de guías se consideró la mineralización hipogénica in situ, la alteración hipogénica depende en buena parte de la mineralogía de los sulfuros hipogénicos y su presencia indica la existencia de sulfuros primarios cerca de dichos lugares en donde se localizan estas alteraciones.

Los minerales más abundantes en la mina son la turmalina y el cuarzo de origen hipogénico, la presencia de éstos en la roca resulta ser buena guía de mineralización.

#### A) MINERALIZACION HIPOGENICA

Existe en el área de estudio una fuerte alteración pneumatolítica de alta temperatura que dio origen a rocas como el greisen y las pneumatolitas, que presentan primordialmente cuarzo, muscovita y turmalina. Estas rocas se encuentran circundadas por un halo de alteración, el cual se representa por granito calcoalcalino sano que pasa a un granito turmalinizado. Asimismo, se observan rasgos hidrotermales como alteración propilítica, argílica y silicificación.

Cabe aclarar que en las rocas donde existe turmalinización no se presenta propilitización y viceversa (Ver esquema de distribución de las alteraciones Fig. No. 19 y 20.

La mineralización hipogénica es de oro, wolframio (scheelita), plata, cobre, plomo, zinc y fierro.

#### B) MINERALIZACION SUPERGENICA

Los minerales supergénicos se producen como consecuencia de un enriquecimiento secundario producto de la oxidación y acumulación en la zona de sulfuros primarios.

Los minerales que constituyen este tipo de mineralización - son los carbonatos de cobre como la malaquita y la azurita que - se presentan en delgadas costras en las paredes de algunos de - los niveles de la mina (principalmente en el nivel 2). Asimismo, se presentan óxidos de fierro como hematita, limonita y jarosita.

Al microscopio se aprecia un enriquecimiento supergénico - con minerales como covelita, acantita y plata nativa.

### C) ALTERACIONES HIPOGENICAS

Las altas temperaturas del cuerpo granítico, así como las - diferentes reacciones químicas que tuvieron lugar durante la in- trusión de las soluciones pneumatolíticas - hidrotermales, dier- ron lugar a que la roca encajonante sufriera cambios y alteraci- nes que afectan a las rocas que están en contacto con los yaci- mientos minerales. Asimismo, existen modificaciones de la mine- ralización por fenómenos supergénicos.

En la vecindad de los cuerpos mineralizados, de las altera- ciones pneumatolíticas - hidrotermales, destacan las siguientes:

#### - TURMALINIZACION

Esta alteración se caracteriza por la presencia y abundan- cia de turmalina, como resultado de la acción de vapores minera- lizados de un magma. Se presenta en las rocas pneumatolíticas, así como en los granitos calcoalcalinos.

La turmalina se presenta en su variedad ferrífera denomina- da chorlo, con hábito tabular en forma masiva o de agujas.

#### - PROPILITIZACION

Se caracteriza por la presencia de los siguientes minera- les secundarios: epidota, clorita, calcita y pirita. Esta alte

ración hidrotermal se observa en algunas rocas tanto de composición intermedia como de composición ácida.

La propilitización genera cambios importantes en la roca ya que afecta a los feldespatos, los cuales algunas veces sufren -reemplazamientos de epidota y calcita, asimismo, los ferromagnesianos originales son sustituidos por epidota, pirita y algunas veces por calcita.

Se considera una buena guía hacia otra alteración (silicificación).

#### - SILICIFICACION

En el área este fenómeno es común, pero sólo en los contactos con las vetas y en los diques ácidos. La alteración se encuentra en las zonas adyacentes a las vetas, significa que, a medida de que se aproxima más a la veta, la roca fracturada pierde progresivamente su textura original. La silicificación puede continuar a profundidad y se considera como una buena guía de mineralización.

Las rocas encajonantes silicificadas son más resistentes a la erosión por lo que aflora en forma persistente.

#### - CLORITIZACION

Esta alteración tiene amplia distribución en el área de estudio, afecta a casi todas las rocas en mayor o menor grado. La clorita se presenta en cristales anedrales; reemplaza a los ferromagnesianos. En la zona, la clorita se considera una guía hacia otra alteración.

#### - EPIDOTIZACION

La epidota representa una fase pre-pneumatolítica asociada

a los esfuerzos tectónicos; está particularmente distribuida en zonas donde existe dinamometamorfismo (milonitas, cataclásitas), también ocurre con cierta frecuencia en las rocas pneumatolíticas. En las rocas milonitizadas es frecuente la alteración de plagioclasas a epidota.

#### - ALTERACION FILICA

Esta alteración afecta a las rocas graníticas, su presencia se determina por la aparición de silicatos de alta temperatura - como son la turmalina, sericita y minerales arcillosos. El grado de alteración está definido por la persistencia o destrucción de la textura original de la roca.

#### - ARGILITIZACION

Se observa en las rocas más próximas a la superficie, afecta sobre todo a los feldspatos de las rocas; los feldspatos - potásicos sufren caolinización y las plagioclasas montmorillonitización.

La argilitización está a menudo asociada a las áreas oxidadas y por tanto puede ser una buena guía superficial de exploración, ya que localizada dentro del depósito es posible seguir la traza de las estructuras.

En el granito calcoalcalino la alteración principal es la - argilitización.

#### - PIRITIZACION

Se considera buena guía por su aporte de azufre de origen - hipogénico.

## D) ALTERACION SUPERGENICA

### - OXIDACION

Constituye una excelente guía para la prospección minera, - se manifiesta por la presencia de óxidos, hidróxidos y sulfatos de fierro (hematita, limonita y jarosita), dan lugar a zonas oxi dadas, que presentan un color que va del pardo rojizo al pardo - ocre. En superficie forman sombreros de fierro como se observa - en el área "El Melón" y "La Tocaya".

### VI.4. GUIAS LITOLÓGICAS.

Las rocas que se encuentran asociadas directa o indirectamente a la mineralización en la zona y que por tanto constituyen una guía litológica importante en la prospección minera son:

#### - GRANITO CALCOALCALINO (CUARZOMONZONITA).

Cuerpo plutónico en el cual se encuentran emplazados los - cuerpos mineralizados, probablemente su origen tiene relación - con los fenómenos posttectónicos del Cretácico Superior-Terciario inferior; presenta alteraciones tanto pneumatóliticas como hidro termales. En algunas zonas se observa dinamometamorfismo, clas ificándose la roca como: cataclasita o milonita de acuerdo con la textura que presenta.

#### - GREISEN

Esta roca representa la etapa final de los fenómenos magmáticos, se observan como minerales esenciales en ellas cuarzo y mus covita. Esta roca se presenta en el fondo de "La Fortuna" asociada a granitos calcoalcalinos-cuarzomonzonitas.

El greisen forma cuerpos tabulares que siguen una orientación preferencial NW - SE.



ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

- PNEUMATOLITA

Son rocas constituidas esencialmente por minerales como cuarzo y turmalina, se forman por alteraciones deutéricas en las etapas finales de consolidación de un magma (etapas de desprendimiento ácido del cuerpo plutónico).

VI.5. GUIAS ESTRUCTURALES.

Si se toma en cuenta que la mineralización se encuentra en greisenes, pneumatolitas, brechas de falla y vetas de fisura con espesores variables que forman un sistema con una orientación preferencial NW - SE; este sistema puede emplearse como una guía estructural.

Respecto a los diques de composición intermedia que afectan al plutón y que siguen un patrón general NW - SE y que a menudo cortan los cuerpos mineralizados se considera que no tienen relación con la mineralización de la zona, por lo cual son posteriores a la mineralización.

VI.6. HIPOTESIS GENETICA.

Con base en los resultados de los estudios que se realizaron en el área que comprendieron trabajos de campo, laboratorio y gabinete, se discierne que la génesis del yacimiento puede estar estrechamente relacionada a su roca encajonante (granito calcoalcalino-cuarzomonzonita), por lo que se trata de un yacimiento cognado, es decir que la fuente mineral y la roca encajonante son las mismas. Por tanto, el yacimiento está relacionado a una actividad magmática calcoalcalina, cuyo desarrollo se debió a una zona de subducción que estuvo activa hasta mediados del Terciario.

De acuerdo a las asociaciones de minerales y rocas presentes en la zona, los yacimientos minerales pueden deberse a una

fase de desprendimiento ácido de las rocas graníticas de la región.

Este tipo de yacimientos no están clasificados ni denominados de la misma manera por los diferentes autores. En Francia, siguiendo a De Launay se les clasifica de "desprendimiento ácido" y se les considera como una parte de las pneumatolitas. Es igualmente, el punto de vista de Schneiderhohn, quien las clasifica de pneumatolitas "sensu strictu", por oposición con las pneumatolitas de contacto o pirometasomáticas. Pero los autores americanos Beteman por ejemplo, las considera como hidrotermales de temperatura elevada (hipotermiales).

Por otra parte el papel de los halógenos y el boro en la formación de estos yacimientos es muy clara.

A. E. Fersman (1931), distingue a los yacimientos pneumatolíticos en una fase anterior a los hidrotermales; para él, estos yacimientos han tenido lugar a partir de fluidos ricos en mineralizadores que se desprenden de magmas residuales durante el fin de la cristalización de los minerales del granito. Se distinguen de estos últimos por la ausencia de feldespatos y la riqueza en minerales como el cuarzo y la turmalina tal como sucede en el área de estudio.

La actividad magmática provocó intrusiones graníticas y sus diferenciados, durante estas intrusiones se llevaron a cabo pulsaciones generadas por la liberación de presiones que originan el desarrollo de fallas, fracturas y brechas tectónicas hacia el techo de los intrusivos. Contemporáneamente aportan soluciones hipogénicas que nacen a partir de destilados del magma residual en distintos momentos y dan lugar a cuerpos mineralizados con ausencia de feldespatos (greisenes), que se alojan en fracturas y zonas de menor presión.

Los flúidos que se producen en los fenómenos de desprendimiento ácido suelen ser ricos en  $C O_2$ , S, H, Cl, F, B, etc.

Es importante hacer notar que estos cuerpos pasan a un relleno hidrotermal que comporta sulfuros como pirita, blenda y galena.

A continuación se propone una secuencia de acontecimientos que dieron lugar a la mineralización del área de estudio:

1. Emplazamiento de la granodiorita
2. Movimientos orogénicos
3. Emplazamiento del granito calcoalcalino - cuarzomonzonita.
4. Epoca de esfuerzo (milonitización, epidotización).
5. Aporte pneumatolítico boratado, metasomatismo de las paredes y turmalinización a partir de las zonas de fisura (mineralización).
6. Satélites filonianos del granito calcoalcalino-cuarzomonzonita.
  - a) Aplitas (microgranitos calcoalcalinos).
  - b) Microcuarzomonzonitas
  - c) Microdioritas, andesitas
7. Vulcanismo alcalino
8. Oxidación y enriquecimiento supergénico.

**VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Con base en los estudios que se realizaron en el área, - se llega a las siguientes conclusiones:

1. El episodio magmático en el área lo constituyen un - cuerpo plutónico, cuya composición varía de granito - calcoalcalino - cuarzomonzonita (probablemente del - Cretácico superior - Terciario inferior), el cual fue intrusionado por cuerpos hipabisales en forma de diques de composición ácida a intermedia (satélites filonianos del granito).
2. Se tienen tres patrones de fallas y fracturas en la - región; uno con orientación NW - SE; otro NE - SW y - uno menos persistente orientado E - W, que controlan el emplazamiento de los diques mencionados y las estructuras mineralizadas.
3. La mineralización aurífera del área "San Fernando", - está alojada en greisenes, pneumatolitas y granitos - calcoalcalinos - cuarzomonzonitas, en ocasiones milonitizados; sin embargo, las rocas donde se tienen los mejores valores son greisenes y pneumatolitas.
4. Las estructuras de los depósitos minerales son:
  - a) Diseminaciones irregulares de oro en greisenes y pneumatolitas.
  - b) Vetas en ocasiones con tendencia lenticular o
  - c) Stockwork
  - d) Diseminaciones irregulares en brechas de falla (milonitas, cataclasitas).

Dichas estructuras se encuentran alojadas en el plutón granítico dominante en el lugar.

5. Desde el punto de vista fislográfico los yacimientos de tipo económico del área, están presentes en las partes topográficamente más altas (niveles 0, 1 y 2 de la mina "La Fortuna"), pero a medida que se desciende comienzan a disminuir sus valores, según lo demuestran los valores obtenidos en los niveles Nos. 3 y 4, así como la ausencia de valores en los núcleos de barrenos.
  
6. Se consideran como guías litológicas importantes en la prospección minera las siguientes:
  - a) Granito calcoalcalino-cuarzomonzonita (roca encajonante).
  - b) Greisenes
  - c) Pneumatolitas
  - d) Milonitas, cataclasitas
  
7. Las guías mineralógicas son:
  - a) Guías hipogénicas
 

Los minerales más abundantes son el cuarzo, la turmalina y la muscovita, que dieron origen a rocas como - pneumatolitas y greisenes, que presentan diseminaciones irregulares de oro, wolframio (scheelita), plata, cobre, plomo, zinc y fierro.
  - b) Guías supergénicas
 

Los minerales que constituyen este tipo de mineralización son los carbonatos como malaquita y azurita, así como óxidos de fierro como la limonita, hematita y sulfatos de fierro como la jarosita. Al microscopio se observan minerales como covelita, acantita y plata nativa.
  
8. Los yacimientos del lugar de estudio se consideran de des

prendimiento ácido con un posterior enriquecimiento supergénico. Las soluciones mineralizadas trajeron consigo oro wolframio, plata, cobre, plomo zinc y fierro.

9. El evento de separación ácida se representa por la asociación:
  - Cuarzo - turmalina (pirita - calcopirita),
  - Cuarzo - muscovita (pirita - calcopirita),
  - que ocurre en las estructuras tabulares.
  
10. El sistema hidrotermal se conforma por las siguientes para génesis:
  - Cuarzo - pirita - blenda - calcopirita - escasa galena,
  - Cuarzo - pirita - blenda - calcopirita - bornita - galena-tetraedrita,
  - Cuarzo - pirita - galena,
  - Cuarzo - calcita,
  - ocurren en vetas, cementan brechas o rellenan fracturas.
  
11. El enriquecimiento supergénico lo representan minerales como: covalita y acantita.
  
12. En la parte SE del área "El Melón" se comprobó con los núcleos de barrenos, que los cuerpos de cuarzo y turmalina presentan una disminución en su potencia y valores a medida que se profundiza.
  
13. En "La Tocaya" los núcleos de barrenos que se estudiaron demuestran que a mayor profundidad menor potencia de cuerpos turmalinizados, de aquí que las posibilidades de encontrar mineral de carácter económico se reducen a medida que se profundiza.
  
14. En "El Meloncito", la barrenación de diamante logró sus objetivos al interceptar los cuerpos turmalinizados en mayor o menor grado, sólo que dichas estructuras carecen

de valores económicos.

15. Se considera que la parte NW del área "El Helón" - "La Tocaya" es la que ofrece mayores perspectivas para poder encontrar mineral económicamente explotable.
16. Tentativamente el lugar de estudio puede estar genéticamente relacionada a yacimientos de tipo pórfido cupriferro, ya que hay lugares con alto contenido de cobre y bajos en plomo y zinc.

#### RECOMENDACIONES

1. Recopilar toda la información que se tiene de las estructuras geológicas de la reserva minera nacional "San Fernando", con la finalidad de establecer el patrón estructural de la probable mineralización.
2. Reconocer y mapear a detalle los distintos tipos de alteraciones (turmalinización), para que puedan determinarse las superficies mineralizadas.
3. Realizar trabajos de exploración a detalle al NW del área "El Helón" y "La Tocaya", para obtener un mayor conocimiento del yacimiento y poder realizar una evaluación real, lo cual puede lograrse:
  - a) Continuando la frente de los niveles 1 y 3 de la mina "La Fortuna", los cuales salen del denuncia, o
  - b) Realizar un crucero a partir de la superficie del terreno que comunique con las obras antes mencionadas, ya que si los valores de oro persisten como en el muestreo realizado en superficie la inversión se paga con los valores de oro que se recuperen.



## B I B L I O G R A F I A

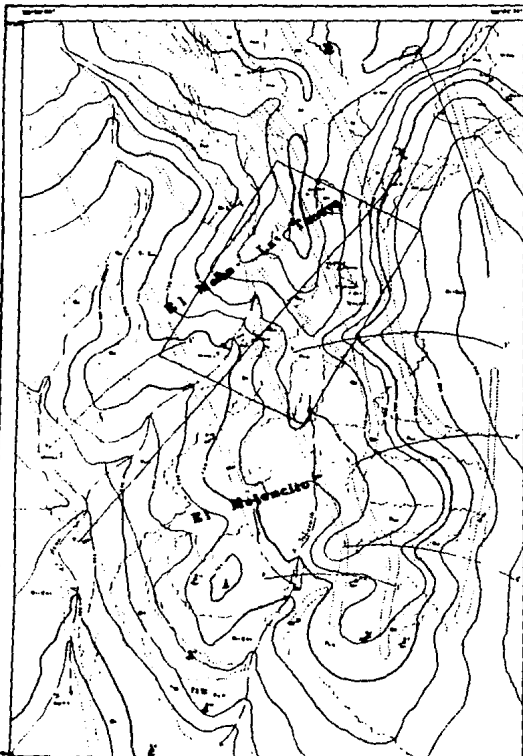
## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, T. H. and Silver, L. T. Late Cretaceous plutonism in Sonora, Mexico, and it's relationship to Circumpacific magmatism. Geol. Soc. America. (1974). Abs. V-6, p-484.
- ARRIAGA, G. G. Estudio metalogenético del distrito minero - de Tahuehueto, Dgo. C.R.M. México, D.F. (1981). Inédito.
- Apuntes de minerografía. 2a. parte. UNAN, Facultad de Ingeniería. México, D.F. (1977).
- Algunas consideraciones sobre la clasificación de yacimientos minerales y sus relaciones con la roca encajonante en México. VIII Seminario Interno sobre la exploración geológico minera. C.R.M. México, D.F. (1980).
- ATWATER, T. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western north America. Bull. Geol. Soc. America. (1970). V-81, p. 3513-3536.
- BATEMAN, Alan M. and Jensen, M. L. Economic mineral deposits. John Wiley & Sons, New York. (1981).
- BARNES, H. L. Geochemistry of Hydrothermal ore deposit. John Wiley & Sons, New York. (1979).
- BILLINGS, M.P. Geología Estructural, 3a. edición. Eudeba editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina. - (1972).
- CARRASCO, C. M. Carta de Provincias Metalogenéticas del estado de Durango. C.R.M. México, D.F. (1980).
- CEPEDA Dávila Leovigildo. Apuntes de yacimientos minerales. UNAM. Facultad de Ingeniería. México, D.F. (1974 ).
- HEINRICH, E. W. M. Identificación microscópica de los minerales. URBO, S.A. de ediciones Bilbao, España. (1972)

- HUANG, W. T. Petrología. UTEHA, México. (1981).
- KERR, P. E. Optical Mineralogy. Mc. Graw-Hill Book Company. - New York. (1977).
- KING, R. E. Geological Reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico, Geol. Soc. of Am. Bull - (1939).
- LEMISH, J. The geology of the Topia mining district, Topia - Durango, Mexico. Pbl. Ph. D. Dissertation, Univ. - de Michigan, USA. (1955).
- LOPEZ, I. Fco. Javier. Prospección geológica minera en el área de 5 de mayo, Tahuehueto, Dgo. Tesis profesional -- UNAM, México, D.F. (1982).
- LOPEZ R. E. Geología de México, 3a. edición. Tomo II. (1982).
- Mc DOWELL, W. F. and Clabaugh, S. Edades potasio-argón de rocas volcánicas en la sierra Madre Occidental al NE de Mazatlán, Sin., México. II Convención Nat. Soc. Geol. Mex. Bull. (1972). p. 182-185.
- Mc DOWELL, W. F. and Keiser, R. P. Timing of Mid - Tertiary volcanism in the sierra Madre Occidental between Durango city and Mazatlán, Mexico. Geol. Soc. America. - Bull. (1977). p. 1479-1487.
- Mc KINSTRY, H. E. Geología de minas, 4a. edición. Barcelona - España. (1977).
- MEDINA E. F. y Ortíz H. L. E. Estudio peragenético de los prospectos El Crestón, 5 de mayo y El Rey, distrito minero de Tahuehueto, municipio de Tahuehueto, Durango, México. Tesis profesional UNAM. México, D.F. (1983).
- MILOS Kuzvart and Miloslav Bhome. Prospecting and exploration of mineral deposits. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam-Oxford-New York. (1978).

- MORAN Zenteno D. Geología de México. INEGI. México (1984).
- NEMETH, K. E. Petrography of de lower volcanic Tayoltita group San Dimas District Durango, Mexico. (M.A. - Thesis). Austin Univ. Texas, USA. (1976). p' 141.
- PINEDA, R.A. y Carrasco, C.M. Estudio geológico minero de las minas ubicadas en Tahuehueto el alto, Dgo. México. C.R.M. (1971). Inédito.
- ROUTHIER, P. Les gisements métallifères géologic et principes de recherches. Tome I. Masson et Cié. Parfs. Francia (1963). p. 519 - 554.
- RAISZ, Edwin L. Physiographic provinces and landforms of Mexico. Office of naval research, Cambridge Mass. - USA (1964).
- SALAS Guillermo P. Cartas y provincias metalogenéticas de la República Mexicana. C.R.M. México (1980). Publicación 21 - E, 2a. edición.
- SMIRNOV, V. I. Geología de yacimientos minerales. Editorial - Mir Moscú (1982). Cap. 4, 8 y 9.

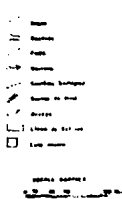
ANEXO DE MAPAS Y FIGURAS.



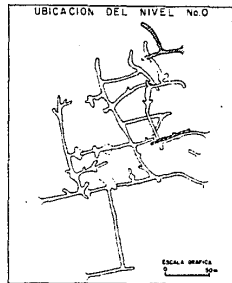
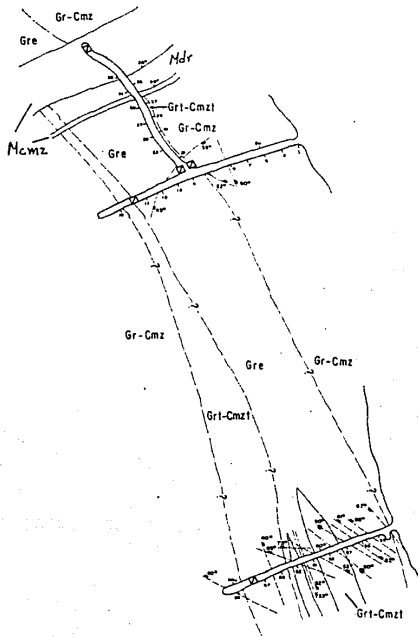
**EXPLICACION**



**SIMBOLOGIA**



U FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 N MAPA GEOLOGICO LOCAL DEL  
 A AREA "LA FORTUNA", MPIO.  
 DE TANAZULA, DURANGO,  
 M. GUADALUPE GONZALEZ [1985] F9



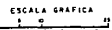
### EXPLICACION

#### LITOLOGIA

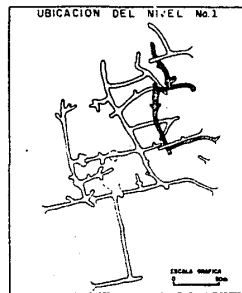
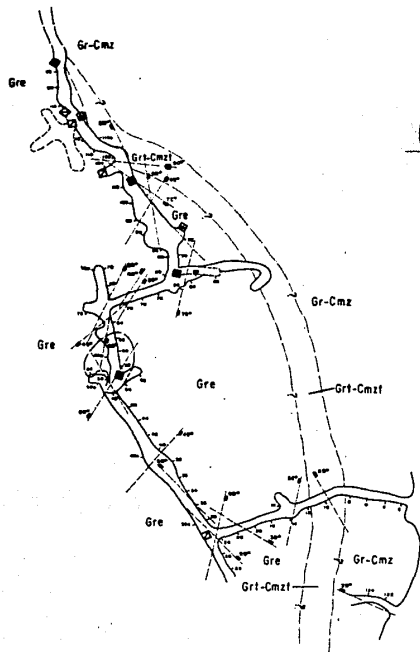
Gr-Cmz	GRANITO CALCOALCALINDO-CUARZOMONZONITA
Gr-Cmzt	GRANITO CALCOALCALINDO TURMALINIZADO-CUARZOMONZONITA TURMALINIZADA
Mdr	MICRODIORITA
Mcmz	MICROCUARZOMONZONITA
Gre	GREISEN

#### SIMBOLOGIA

	SOCAVON
	UBICACION Y NUMERO DE MUESTRA
	CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
	FRACTURA INCLINADA
	FRACTURA VERTICAL
	POZO
	CONTRAPOZO
	ALCANCIA



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	MAPA GEOLOGICO DE LA MINA "LA FORTUNA"
	NIVEL No.0
	GUADALUPE GONZALEZ
	FECHA: 1988
	FIGURA: III



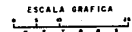
### EXPLICACION

#### LITOLOGIA

- Gr-Cmz** GRANITO CALCOALCALINO-CUARZOZONITA
- Grt-Cmzt** GRANITO CALCOALCALINO TURMALINIZADO-CUARZOZONITA TURMALINIZADA

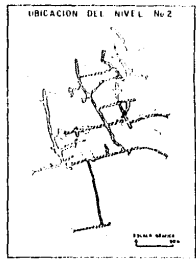
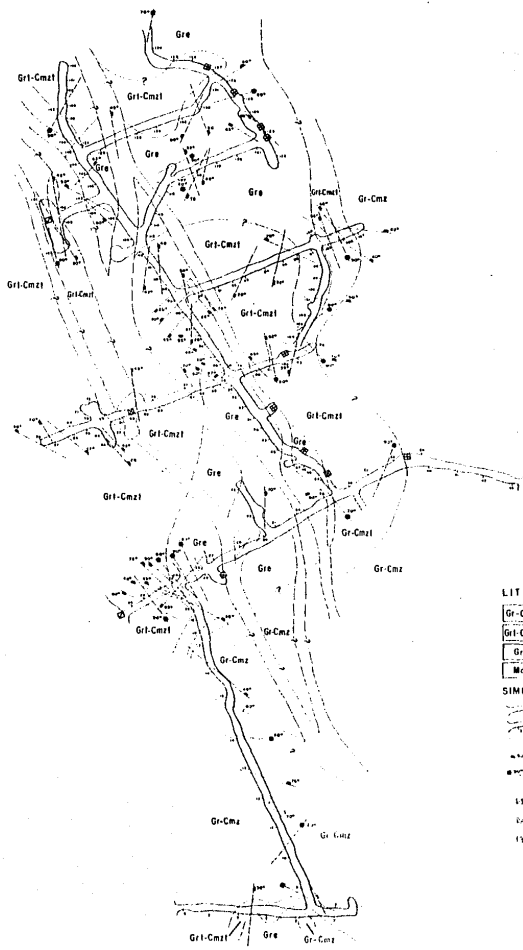
#### SIMBOLOGIA

- Gre** GREISEN
- SOCAVON
- CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
- FRACTURA INCLINADA
- FRACTURA VERTICAL
- POZO
- CONTRAPOZO
- ALCANTARIA



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	MAPA GEOLOGICO DE LA MINA "LA FORTUNA"
	NIVEL No.1
	GUADALUPE GONZALEZ
	FECHA: FEB 1981





**EXPLICACION**

**LITOLOGIA**

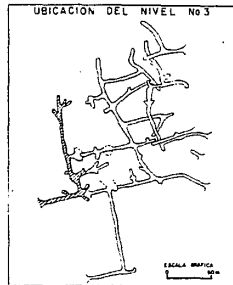
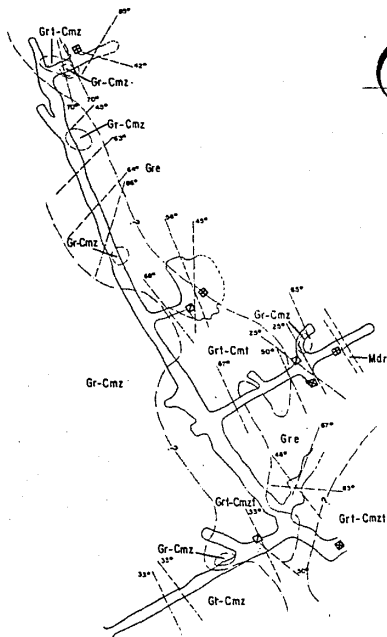
- Gr-Cm2** GRESO CALICOLALMO, CUARZOSOMONITA
- Gr-Cm1** GRESO CALICOLALMO TURMALINIZADO, CORNEZIMONITA TURMALINIZADA
- Gre** GRESO
- Md** MICHODONITA

**SIMBOLOGIA**

- SOLICION
- UBICACION Y NUMERO DE MUESTRA
- CONTACTO GEOLOGICO INTERIO
- FRACTURA INCLINADA
- FRACTURA VERTICAL
- 11 FOLIO
- 15 CONTRAFOLIO
- 15 L. CANCHA



UNIVERSIDAD DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**TESIS PROFESIONAL**  
**MAPA GEOLOGICO DE LA MINA**  
**"LA FORTUNA"**  
**NIVEL No. 2**  
 DADA: LUIS GONZALEZ



## EXPLICACION

### LITOLOGIA

Gr-Cmz	GRANITO CALCOALCALINO-CUARZOMONZONITA
Gr-Cmz1	GRANITO CALCOALCALINO TURMALINIZADO-CUARZOMONZONITA TURMALINIZADA
Mdr	MICRODORITA
Gre	GREISEN

### SIMBOLOGIA

	SOCAVON
	UBICACION Y NUMERO DE MUESTRA
	CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
	FRACTURA INCLINADA
	FRACTURA VERTICAL
	FALLA NORMAL
	POZO
	CONTRAPOZO
	ALCANCIA

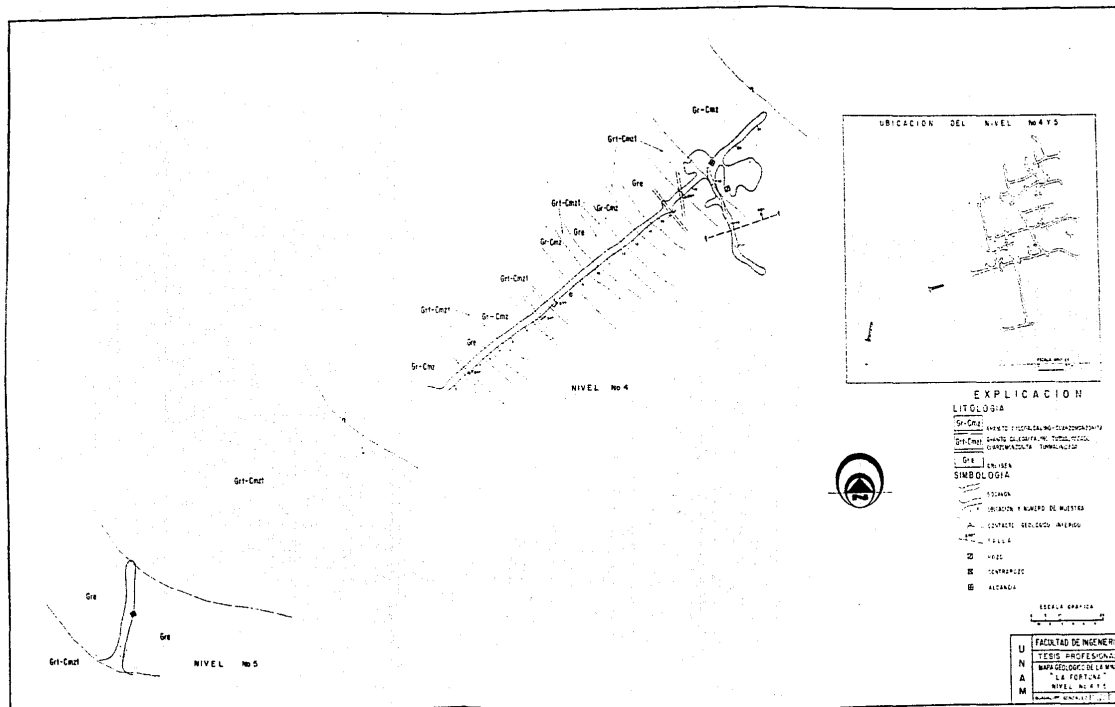
ESCALA GRAFICA



<b>U</b> <b>N</b> <b>A</b> <b>M</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	MAPA GEOLOGICO DE LA MINA "LA FORTUNA" NIVEL No.3
	FECHA QUADALUP GUZMÁN

FECHA  
1998

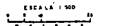
FOLIO  
13



PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACION		No DE VUESTRAS	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCION				OBSERVACIONES
	INTERVALO (m)	% DE APTOSIDAD			LITOLOGIA Y TEXTURA	MINERALOGIA	MINERALES	ALTERACIONES (ver clave)	
17.5	0.0 - 0.9	84/13	1		<p>Grano grueso</p> <p>Grano mediano</p> <p>Taloso metamórfico metamórfico</p> <p>Grano grueso, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>12, 4, 9, 5, 10, 10, 10, 10, 8</p>	
18	0.9 - 1.8	84/14	2		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>7, 4, 5, 10</p>	
20	1.8 - 2.7	84/15	3		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>11, 12, 9</p>	
31	2.7 - 3.6	84/16	4		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>11, 12</p>	
41	3.6 - 4.5	84/17	5		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>4, 5, 10</p>	Presencia de metamorfismo
70	4.5 - 5.4	84/18	6		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>4, 7, 5, 10</p>	
93	5.4 - 6.3	84/19	7		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>14, 10, 5</p>	
110	6.3 - 7.2	84/20	8		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>4, 12, 5, 9</p>	
127	7.2 - 8.1	84/21	9		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>12, 10</p>	
144	8.1 - 9.0	84/22	10		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>4, 5, 7, 10</p>	
161	9.0 - 9.9	84/23	11		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>7, 4, 0</p>	Presencia de metamorfismo
178	9.9 - 10.8	84/24	12		<p>Grano grueso</p> <p>Taloso metamórfico, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p> <p>Grano grueso, granofelita, granofelita, granofelita</p>	<p>3, 4, 2, 10</p>	

**EXPLICACION**

- MUELA GENERAL
  - ROCAS PLUTONICAS
  - AMFIBOL
  - BIOTITA
  - CLORITA
  - GRANATE
  - CUARZO
  - EPIDOTO
  - HORNBLENDA
  - ORTOPIROXENO
  - CLINOPIROXENO
  - AMFIBOL CALCICO
  - ACTINOLITA
  - HORNBLENDA
  - ORTOPIROXENO
  - CLINOPIROXENO
  - AMFIBOL CALCICO
  - ACTINOLITA
- CLAVE DE ALTERACIONES**
- 1. AMPLIBOLIZACION
  - 2. BIOTITIZACION
  - 3. CLORITIZACION
  - 4. EPIDOTIZACION
  - 5. HORNBLENDEZACION
  - 6. HORNBLANDIZACION
  - 7. PIRITA
  - 8. SERICIZACION
  - 9. SODICIZACION
  - 10. SODICIZACION
  - 11. SODICIZACION
  - 12. SODICIZACION
  - 13. SODICIZACION
  - 14. SODICIZACION
  - 15. SODICIZACION
  - 16. SODICIZACION



DATOS GENERALES	
LOCALIDAD	23° 32' 22" SOTA
ACTIVIDAD	10° 24' 24" SOTA
INCLINACION	10° 24' 24" SOTA
PROFUNDIDAD	10.8 m
RECUPERACION TOTAL	10.8 m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
**TESIS PROFESIONAL**  
**ESTUDIO PETROGRAFICO DEL BARRENO DE DIAMANTE No. 4**  
 MANUEL GONZALEZ PÉREZ



INDICE DE RECUPERACION INTERNA (%)		No DE CORTE		DESCRIPCION			OBSERVACIONES			
EDAD (a)	%	DC	A	MUESTRA	LITOLOGIA	LITOLOGIA Y TEXTURA		MINERALOGIA	MIENA	ALTERACIONES (Por Clases)
10	100	10	10	10-10	10-10	Gravos granodioricos. Textura microcristalina, basobasaltica	Caolinita, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita		4, 9, 7,	
20	100	10	10	10-10	10-10	Granodiorita. Masas granoclasas, basobasalticas intergranulares. Textura porfiroica	Caolinita, microclino, ortoclasa, biotita Cuarzo, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita, anfibolita		4, 10, 5, 10, 9 4, 9, 10, 9	
30	100	10	10	10-10	10-10	Gravas granodioricas de basita y hornblenda intergranulares	Caolinita, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita, microclino, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita, anfibolita	Traces de gema, epidotita y microclino	4, 5, 10, 10, 1	
40	100	10	10	10-10	10-10	Microclino. Textura porfiroica Gravas granodioricas de basita y hornblenda intergranulares	Caolinita, microclino Caolinita, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita, microclino, epidotita, ortoclasa, biotita, anfibolita, ortoclasa		5, 10, 10 4, 2, 10	

### EXPLICACION

#### ROCAS PLUTONICAS

XXXX GRANITO (CALDENAS, MOCUMBE, HONONTE)

XXXX GABRIOLITA

XXXX DIQUES DE COMPOSICION ACIDA

XXXX MICRODIKITA

XXXX DIQUES DE COMPOSICION INTERMEDIA

XXXX DIKITA

XXXX ANCISTA-PROTEROITA

#### CLAVE DE ALTERACIONES

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. AMPLIFICACION  | 8. ARENIZACION    |
| 2. IDENTIFICACION | 9. CLORITACION    |
| 3. SARRONIZACION  | 10. SARRONIZACION |
| 4. CLORITACION    | 11. IMPACTACION   |
| 5. SARRONIZACION  | 12. SARRONIZACION |
| 6. SARRONIZACION  | 13. SARRONIZACION |
| 7. FONGIA         | 14. FONGIA        |

ESCALA 1:500


0 1 2 3 4 5

DATOS GENERALES			
LOCALIZACION	4 250 M 27	COTA	1 1000 M 10 100
ACTITUD	-45°	RUMBO	135°
PROFUNDIDAD TOTAL	45.65 M		
RECUPERACION TOTAL	107.7 M 6.65 M		

UNAMA	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	ESTUDIO PETROGRAFICO DEL BARRENO DE DIAMANTE No. 10
	DONALDO JONKER 1988

### EXPLICACION

#### ROCAS INTRUSIVAS

 GRANITO CALCALCALMO

 DIORITO

 INDICES DE COMPOSICION INTERMEDIA

 VENA

 MINERAL DE VENA

 CUARZO, TURMALINA

#### CLAVE DE ALTERACIONES

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 1 - ANHIDRIZACION    | 8 - SALENICACION       |
| 2 - DIFUSION         | 9 - OXIDACION          |
| 3 - CARBONATACION    | 10 - SULFATACION       |
| 4 - CLORITIZACION    | 11 - FOSFATACION       |
| 5 - SERPENTINIZACION | 12 - SODIFICACION      |
| 6 - FELDSPATHIZACION | 13 - SULFIDACION       |
| 7 - FUSION           | 14 - FORMACION DE VENA |

ESCALA 1:500



#### DATOS GENERALES

LOCALIZACION	2 - 100 - 35 - 35	COTAS	1000 - 1000
ACTITUD	100°	RUMBO	100°
PROFUNDIDAD TOTAL: 30.10 m		RECUPERACION TOTAL: 20.40 (67.77%)	

PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACION INTERVALO		No DE MUESTRA	CORTE A	LITOLOGIA	DESCRIPCION					
	%	PLACAS				LITOLOGIA Y TEXTURA	MINERALOGIA	MENA	ALTERACIONES (Ver Clave)	OBSERVACIONES	
0-10	100	100	8118-07	10	Granito	Granito, granito					
10-15	100	100	8118-08	10	Granito	Granito, granito, mica, cuarzo, feldspato, biotita, apatita, zircon				5, 8, 10	
15-20	100	100	8118-09	10	Granito	Granito, granito, mica, cuarzo, feldspato, biotita, apatita, zircon				5, 4, 7, 13	
20-25	100	100	8118-10	10	Granito	Granito, mica, mica, biotita, feldspato, cuarzo, apatita, zircon				11, 4, 9	
25-30	100	100	8118-11	10	Granito	Granito, mica, mica, biotita, feldspato, cuarzo, apatita, zircon				4, 5, 10, 9	
30-35	100	100	8118-12	10	Granito	Granito, mica, mica, biotita, feldspato, cuarzo, apatita, zircon				12, 11	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 ESTUDIO PETROGRAFICO  
 DEL BARRIO DE  
 DIAMANTE No. 11  
 BUCAPUS, SMO. E. J. 1970





**BARRENO 11**
**PORCENTAJES DE MINERALES DE ALTERACION**

NO DE MUESTRA	CLASIFICACION	PROFUNDIDAD	TURMALINA	SERICITA	DIORITA	CLORITA	EPIDOTA	CALCITA	PIRITA	SILICE	FELESMON	AROLLAS	MILONITA	NEFELITA	WONITA	OBSERVACIONES
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-10	10-20	20-30	
B11 / M 127	MINERAL DE VETA	6.80														
128	Gr	13.0														
129	Gr DE BIOTITA	21.2														
130	Gr DE AURITA	23.0														
131	Gr	32.8														
132	Gr DE BIOTITA	38.1														

**EXPLICACION**
**ALTERACIONES**

	ANGLITIZACION		SERICIZACION
	BIOTITIZACION		OXIDACION
	CARBONATACION		PIRITIZACION
	CLORITIZACION		PROLIFERACION
	EPIDOTIZACION		SERICITIZACION
	FELESMATIZACION		SILICIFICACION
	FILICA		TURMALINIZACION

**CLAVES DE ROCAS**

Gr	GRANITO CALCALCALINO	Pa	P. NEFELITOLITA
Gr	GRANODIORITA	Gr	GREISEN
Ang	ANGESITA	Tor	TORNA
Mil	MILONITA	Gr + TOR	GRANITO-TORNADITA
P	POFIRIO	Mil +	MICRODIORITA
Cat	CATACLASITA	Gr +	MICRO GRANITO CALCALCALINO
Tm	TORNALITA	Liq	LITIO
Dac	DACITA	Dc	DIORITA

PORCENTAJE APROXIMADO DE MINERAL EN LA MUESTRA - 0-25 25-50 50-75 75-100

**BARRENO 12**

NO DE MUESTRA	CLASIFICACION	PROFUNDIDAD	TURMALINA	SERICITA	DIORITA	CLORITA	EPIDOTA	CALCITA	PIRITA	SILICE	FELESMON	AROLLAS	MILONITA	NEFELITA	WONITA	OBSERVACIONES
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-10	10-20	20-30	
B12 / M 133	Pa	18.0														
134	Pa	18.0														
135	Pa	22.0														
136	Pa	25.0														
137	Pa	30.0														
138	MILONITA	36.0														
139	MILONITA	37.0														
140	MILONITA	39.0														
141	MICRODIORITA	41.6														

**BARRENO 13**

NO DE MUESTRA	CLASIFICACION	PROFUNDIDAD	TURMALINA	SERICITA	DIORITA	CLORITA	EPIDOTA	CALCITA	PIRITA	SILICE	FELESMON	AROLLAS	MILONITA	NEFELITA	WONITA	OBSERVACIONES
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-10	10-20	20-30	
B13 / M 1	Gr	9.0														
2	Ang	8.0														
3	Gr	22.0														
4	Ang	23.0														
5	Gr	36.0														
6	Pa	35.0														
7	Gr	52.0														
8	Ang	54.0														
9	Gr	55.0														
10	Gr	58.0														
11	Pa	62.0														
12	Gr	63.0														
13	GRANITO-MILONITIZADO	68.0														
14	Gr	70.0														

**BARRENO 14**

NO DE MUESTRA	CLASIFICACION	PROFUNDIDAD	TURMALINA	SERICITA	DIORITA	CLORITA	EPIDOTA	CALCITA	PIRITA	SILICE	FELESMON	AROLLAS	MILONITA	NEFELITA	WONITA	OBSERVACIONES
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-10	10-20	20-30	
B14 / M 142	Gr	19.0														
143	Ang	21.0														
144	Gr	24.0														
145	Pa	29.0														
146	Pa	31.0														
147	CATACLASITA	32.0														
148	Pa	40.0														
149	Pa	42.0														
150	Pa	45.0														
151	CATACLASITA	48.0														
152	Gr	50.0														
153	Pa	51.0														
154	CATACLASITA	52.0														
155	Gr	53.0														
156	CATACLASITA	56.0														
157	Pa	57.0														
158	CATACLASITA	58.0														
159	Pa	59.0														
160	CATACLASITA	60.0														
161	Pa	63.0														
162	Gr	64.0														
163	Pa	65.0														
164	Gr	70.0														
165	CATACLASITA	73.0														
166	Pa	74.0														
167	CATACLASITA	75.0														
168	Pa	76.0														
169	Gr	77.0														
170	CATACLASITA	82.0														
171	Mil	83.0														