



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA Y MINERALIZACIONES DEL AREA DE  
"EL COCO" MUNICIPIO DE CONCORDIA,  
ESTADO DE SINALOA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O G E O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**GUSTAVO GUZMAN HERNANDEZ**



<sup>ojo</sup>  
Incluye cartografía por sepa-  
rada

C. U. México, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

## INDICE

### Resumen

#### 1. Generalidades

- 1.1 Objetivos de Estudio
- 1.2 Trabajos Previos
- 1.3 Método de trabajo
- 1.4 Localización y Vías de Comunicación
- 1.5 Clima
- 1.6 Vegetación y Fauna
- 1.7 Cultura y Economía

#### 2. Fisiografía

- 2.1 Geomorfología
  - 2.1.1 Formas del Relieve
  - 2.1.2 Erosión
  - 2.1.3 Suelo
  - 2.1.4 Intemperismo
  - 2.1.5 Hidrografía
  - 2.1.6 Procesos Geomórficos

#### 3. Geología

- 3.1 Estratigrafía
- 3.2 Serie Volcánica Inferior
  - 3.2.1 Andesita Porfídica
  - 3.2.2 Toba Brecha Andesítica
  - 3.2.3 Toba Cristalina Acida
  - 3.2.4 Toba Soldada
- 3.3 Serie Volcánica Superior
  - 3.3.1 Paquete Tobáceo Superior
- 3.4 Rocas Intrusivas
  - 3.4.1 Intrusivo Diorítico
  - 3.4.2 Intrusivo Granodiorítico
  - 3.4.3 Diques Riolíticos
- 3.5 Evolución Tectónica

#### **4. Yacimientos Minerales**

**4.1 Geología Estructural**

**4.2 Controles de la Mineralización**

**4.3 Veta Animas-Refugio**

**4.4 Veta Santa Federica**

**4.5. Veta Santa Dolores**

**4.6 Hipótesis Genética**

#### **5. Conclusiones y Recomendaciones**

**Bibliografía**

**Índice de Figuras**

**Apéndice Fotográfico**

**Apéndice Petrográfico**

**Apéndice Minerográfico**

## RESUMEN

La zona de estudio, aledaña al poblado de "El Coco", pertenece al prospecto Copala de la Cía. Minas de Bacis, S.A. de C.V.; se ubica en la parte sur-centro del estado de Sinaloa, en los límites SW de la Sierra Madre Occidental, en la subprovincia de Altas Mesetas Riolíticas. Afloran en la zona, un conjunto de rocas ígneas, tanto intrusivas como extrusivas, pero que varían en su composición. Su edad no está definida, pero se sabe que pertenecen al Complejo Volcánico Inferior de la mencionada sierra (Terciario). Las rocas más antiguas del lugar, son intrusivas de naturaleza diorítica y granodiorítica; posteriormente se suceden rocas extrusivas que varían en su composición, desde andesitas, hasta rocas tobáceas riolíticas. El último evento ígneo, del cual no se sabe si es pre o postmineralización, está representado por diques riolíticos. Entre todas las litologías, los contactos son discordantes y aparecen las más antiguas en las zonas topográficamente bajas y las más jóvenes en los puntos altos. La variación de composición de las rocas expuestas en la zona, representa una evidencia de una bimodalidad magmática que se manifestó en toda la Sierra Madre Occidental.

La zona presenta dos sistemas de fracturamiento preferenciales, uno mayor de N 30° a 45° W y otro menor de N 00° a 15° W; las fallas que se reconocieron coinciden con estas tendencias, incluso las estructuras mineralizadas, también las presentan; en todos los casos, los buzamientos son hacia el WSW, con valores de 40° a 70°. Algunas fallas normales, al igual que las fracturas, son premineralización y otras son postmineralización; las primeras son de gran desarrollo y potencia, mientras que las últimas son de carácter local y en ocasiones afectan a las primeras.

Las mineralizaciones están representadas por tres vetas-falla (Animas-Refugio, Sta. Federica y Sta. Dolores), las cuales tienen las tendencias antes mencionadas y por tanto, presentan paralelismo. De las vetas, la Animas-Refugio es la de mayor desarrollo; la Sta. Federica es una derivación de ésta y presenta buenos valores. La Sta. Dolores tiene una aparente falta de valores de metales preciosos, además de ser corta y tener una flexión simoide hacia el W.

La textura de relleno de fisuras y crustificación predomina en las vetas-falla de la zona y están compuestas por dos eventos de mineralización. El primero de grano grueso, está formado por cuarzo incoloro a lechoso y adularia en proporción 1:2, con clorita, arcillas y sulfuros diseminados poco abundantes. Brechando el anterior mosaico, se localiza otro de cuarzo-adularia criptocristalina en proporción 1:3 con clorita, arcillas y sulfuros diseminados (pero más abundantes que en el primero). Dentro de este segundo evento, además se presentan fragmentos de dioritas y andesitas argilitizadas. El oro junto con las platas rojas en general, son los minerales de rendimiento económico, el primero tiene una mayor abundancia en el segundo evento mineralizante, mientras que las platas rojas están presentes hacia los niveles relativamente profundos. Por la mineralización encontrada y las texturas presentes, se infiere que la mineralización se llevó a cabo por encima del nivel de ebullición, como resultado de un fracturamiento y sellamiento alternante de los sistemas. Los metales base están presentes en estos niveles y se cree que puedan ser más abundantes hacia zonas más profundas, por debajo del nivel de ebullición.

La alteración más significativa es la silicificación, fuerte hacia ambas tablas, pero más al alto de las estructuras mineralizadas.

Conforme al marco geológico y la prospección minera, la zona, presenta un potencial minero halagador, lo cual deberá ser

comprobado con muestreos, cartografía e incluso, con el apoyo de métodos indirectos.

Los depósitos minerales del lugar, probablemente están genéticamente asociados con las fases tardías de la evolución de una cámara magmática, cuando la última etapa de intrusión tuvo lugar, esto permitió la generación de un sistema hidrotermal, el cual emplazó la mineralización a través de un sistema preexistente de fracturamiento y fallamiento normal.

En general, la mineralización se asocia a la migración del magmatismo de la Sierra Madre Occidental hacia el oeste.

## CAPITULO I



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos fundamentales de este estudio, consisten en establecer los rasgos geológicos y metalogénicos del área de "El Coco", en el Municipio de Concordia, Sin., a fin de delimitar zonas que puedan contar con potencial económico-minero, así como identificar los sectores que requieren una evaluación geológica de mayor detalle.

### 1.2 TRABAJOS PREVIOS

En realidad debe existir suficiente información de esta zona minera, la cual se encuentra en manos de algunas compañías mineras; es evidente que el carácter de estos datos es confidencial, por lo que la disposición de la información es bastante limitada. No obstante, se sabe que el Instituto Geológico de México, en 1927, efectuó un estudio de esta zona, el cual publicó en su informe: "Geología Minera de la Región comprendida entre Durango y Mazatlán, a uno y otro lado de la carretera en proyecto entre esas ciudades".

En 1971 Göran Fredrison, levantó la geología regional en un área de 8000 km<sup>2</sup> para el Instituto de Geología de la UNAM, habiendo realizado también varias determinaciones geocronométricas del batolito granítico, que aflora en la región, en colaboración con Christopher Duval Henry.

En 1971, el entonces Consejo de Recursos Naturales No Renovables (CRNNR), realizó el estudio de la zona minera de "El Arco", que está cerca del área de trabajos.

En 1973, al iniciar sus labores la residencia del CRNNR en el estado de Sinaloa, se llevó a cabo una prospección aérea con helicóptero sobre la zona de Copala, detectando varias anomalías de color.

En 1975, el CRNNR desarrolló un estudio para determinar las posibilidades del distrito minero Pánuco, habiéndose analizado toda la información disponible, con miras a estructurar un programa de exploración, tendiente a aumentar las reservas positivas de este distrito.

En 1976, el CRNNR efectuó el estudio geológico minero de reconocimiento del distrito Pánuco-Copala, con la finalidad de obtener un panorama sobre las posibilidades del área.

En 1977, W. McDowell y P. Keiser, realizaron un estudio del vulcanismo entre la ciudad de Mazatlán y Durango.

Por último, el CRNNR, ha realizado estudios geológico-mineros del área en 1978 y 1981.

### 1.3 METODO DE TRABAJO

Se realizó un levantamiento geológico y prospección minera 200 m al alto y al bajo de la veta Animas-Refugio, en una escala 1:1000, cubriendo una superficie de 36 hectáreas, en el lote minero denominado "Ampliación Nuevo Refugio I".

Este trabajo fue complementado gracias al apoyo de técnicas de laboratorio, tales como la petrografía y mineragrafía de las muestra colectadas en campo en las diversas rocas y estructuras mineralizadas.

Por último, se realizaron un par de mapas, secciones y el presente trabajo escrito, el cual incluye las interpretaciones en torno a lo observado, tanto en el campo como en el laboratorio.

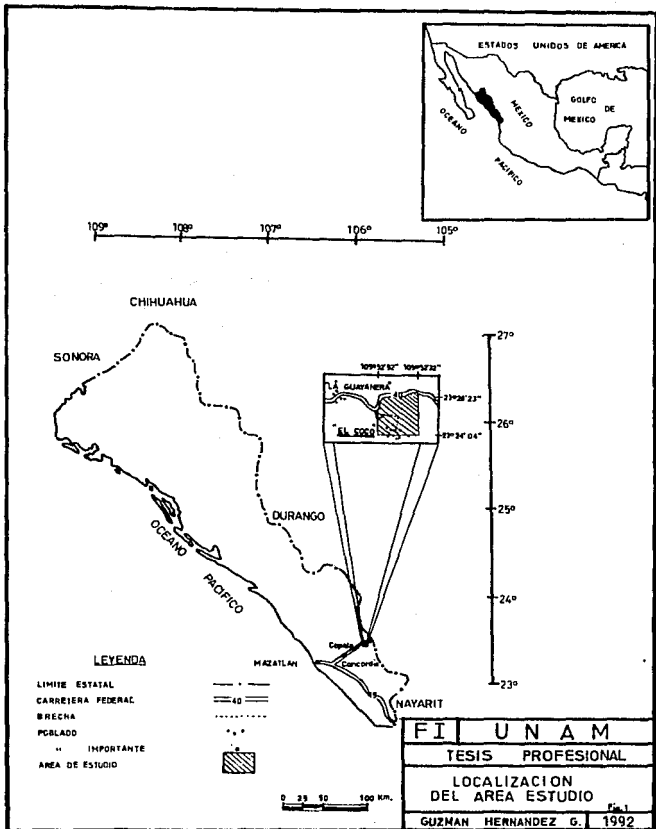
#### 1.4 LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

El lote minero "Ampliación Nuevo Refugio I", en el cual se realizó el trabajo de campo, está localizado hacia la zona sur-centro del estado de Sinaloa.

El área de actividades se encuentra delimitada aproximadamente según las siguientes coordenadas geográficas: 23°24'04" a 23°24'23" de latitud norte y 105°52'32" a 105°52'52" de longitud oeste, es decir, forma un cuadrado de 600 m de lado (fig. 1), (Foto I).

Hacia la zona suroeste del área de trabajo, se localiza el poblado denominado "El Coco", al cual se llega, (al igual que a la zona de estudio), a través de una terracería de 1 km de largo, a partir de la carretera Federal No. 40 Durango-Mazatlán; esta terracería es posible transitarla todo el año, sobre todo en época de estiaje. Esta misma terracería, conduce a la unidad minera llamada "El Coco", la cual pertenece a la Comisión de Fomento Minero, quien maquila el mineral producido por los pequeños mineros de la región (Foto II).

La carretera No. 40 permite a la gente del poblado, a los trabajadores y a los usuarios de la unidad "El Coco", comunicarse con otros poblados (La Guayanera, Copala, Chupaderos, etc), y con la unidad "Copala" de Minas de Bacis, a 2 km antes de Chupaderos y aún con la cabecera municipal Concordia o hasta Villa Unión (a 49 km) y Mazatlán (a 55 km), todos dentro del estado Sinaloa (fig. 2).



Algún otro tipo de medio de comunicación, como ferrocarril o vía aérea (aeropuerto), se encuentran en la Cd. de Mazatlán, formando parte de los medios y vías de comunicación principales del estado de Sinaloa.

Los servicios postal y telegráfico sólo llegan hasta la cabecera municipal (Concordia), en la cual se concentra toda comunicación a este respecto de los pequeños poblados aledaños.

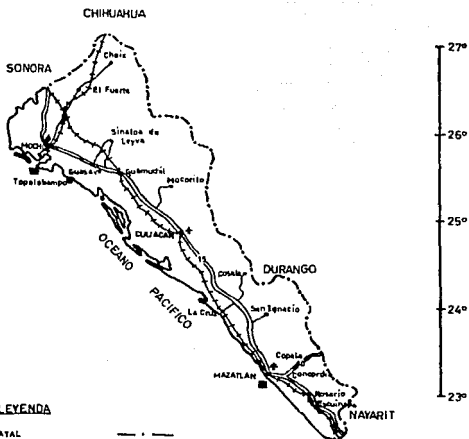
### 1.5 CLIMA

El clima que prevalece en la zona de "El Coco", es consecuencia del efecto combinado de la latitud y altitud. Por latitud, la zona se localiza dentro del área tórrida, hacia el sur del Trópico de Cáncer y por altitud, se encuentra entre los 820 y 920 m.s.n.m., lo que resulta en un clima llamado "SABANA TROPICAL" (Amador, 1990).

Debido a que la temperatura promedio de la zona de "El Coco" es de 24.9° C (García et al, 1984), ésta se encuentra dentro del grupo de zonas de temperatura calurosa, las cuales presentan una variación térmica anual entre el mes más frío y el más caluroso de 10°C (Bassols, 1985).

Las precipitaciones pluviales principalmente son del tipo de relieve, producto del choque de los vientos húmedos con las tierras elevadas, que al enfriarse descargan su contenido de humedad en forma de lluvia, y en menor proporción pero no menos importantes, las lluvias ciclónicas, sobre todo en invierno, dado que la zona se encuentra dentro de la trayectoria continental que siguen las lluvias producidas por los ciclones; todo esto resulta en un régimen pluviométrico anual de 896 mm, que es propio de un régimen "tropical-estepario".

109° 108° 107° 106° 105°



**LEYENDA**

- LIMITE ESTATAL
- CARRERA FEDERAL
- " ESTATAL
- FERROCARRIL ||
- POBLADO IMPORTANTE
- AEROPUERTO INTERNACIONAL
- " NACIONAL
- PUERTO

0 25 50 100 km

FI	U	N	A	M
TESIS PROFESIONAL				
VIAS DE COMUNICACION				
			MS. 2	
GUZMAN HERNANDEZ G.			1992	

Los vientos dominantes se orientan en dirección suroeste, a una velocidad promedio de un metro por segundo.

Tomando en consideración todas estas características o elementos climáticos, se observa que el clima que prevalece en la zona, según la clasificación que para ello estableció Köppen (Sáenz, 1986), es un clima Aw, es decir, "Sabana Tropical con invierno seco", o sea transicional entre el tropical (Af) y estepario (Bs).

#### 1.6 VEGETACION Y FAUNA

En la zona en cuestión, se presenta una asociación vegetal sumamente variada. Son comunes en época de lluvias, las plantas y arbustos de talla mediana y pequeña, plantas trepadoras de todos tamaños, que proporcionan al paisaje un aspecto de selva baja; sin embargo, también existen árboles de talla grande como los abetos, encinos, robles, etc, frutales como el guayabo, papayo, etc. y hasta en ocasiones las plantas xerófitas como pequeños nopalillos y cactus.

La zona de trabajo recibe dos denominaciones, conforme a la asociación vegetal que presenta:

- "Sabana Tropical", término que designa a una asociación vegetal que es propia de regiones cálidas y en donde la época de sequías llega a ser importante y bien marcada (García et al., 1984).

- "Bosque Tropical Caducifolio" (Rzedowsky y Equihua, 1987), bosque característico de regiones de clima cálido con una marcada temporada de sequía y de lluvias. Se distingue por ser relativamente bajo y sus árboles con frecuencia tienen copas cuyo diámetro iguala o sobrepasa su altura. En general este bosque es típico de la vertiente pacífica, se localiza hasta los 1900 m de

altitud y su característica más prominente es la pérdida de sus hojas en casi su totalidad durante un lapso de 4 a 6 meses.

La vegetación presenta dos aspectos fuertemente contrastantes; el parco, pardo cobrizo con tonos grises de la seca y el verde y vital de la época de lluvias. Sin embargo, a mediados y finales de la época de secas, muchas plantas leñosas del bosque, se cubren de flores de gran belleza.

El bosque de la zona de "El Coco", es una comunidad densa. La altura que alcanzan sus árboles fluctúa entre los 5 y 15 m, aunque en ocasiones existen individuos aislados de altura mayor. Muchas especies cuentan con cortezas de colores llamativos y superficies lustrosas (Foto III).

Algunos ejemplos de vegetales son los siguientes: Cuajote colorado (*Bursera lancifolia*), Cuajote (*Bursera morelensis*), Liabum (*Liabum glabrum*), Linaloe (*Bursera aloexylon*), Copal o Palo cuchara (*Bursera palmeri*), Guaje (*Leucaena esculenta*), Copaljiote (*Pseudosmodingium perniciosum*), Zacate cadilla (*Oplismenus burmannii*), Ocotillo (*Salvia sessei*), Pochote (*Ceiba aesculifolia*), Cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), Palo blanco (*Conzattia multiflora*), Tescalama (*Ficus petiolaris*), Bonete (*Pileus mexicanus*), Pongolote (*Cochlospermum vitifolium*), Picapica (*Mucuna pruriens*), Ayoyote (*Thevetia thevetioides*), Chichicastle (*Gronovia scandens*), Palo de muerto (*Galphimia glauca*), Chamal (*Dioon edule*), Capitaneja (*Verbesina crocata*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), etc.

En lo que respecta a las especies animales que prevalecen en la zona, la más abundante (restringida a la época de lluvias) son los insectos; existen un sin número de mariposillas, escarabajos, avispas, abejas, hormigas; todos de tamaños y colores variados, sin embargo, los que más se conservan son los más ponzoñosos, es decir, los arácnidos, tarántulas y alacranes; existen aves de



diversos tipos, desde las clásicas domésticas, pato y guajolote, hasta las rapaces y carroñeras como el zopilote principalmente; otros animales salvajes son el jabalí, venado cola blanca, etc. Los reptiles más característicos de la zona son las iguanas de diversos tamaños y las serpientes, principalmente las llamadas culebras negras (zencuate) y de cascabel, dominantes durante todo el año. Los predadores carnívoros que existen son el jaguar, puma y la onza

Los animales propios de la ganadería (vacas, cabras, borregos y burros), son especies que el hombre ha dejado libres en la zona, con los cuales es frecuente encontrarse.

#### 1.7 CULTURA Y ECONOMIA

El poblado más importante es conocido como "El Coco", cuyo número de habitantes asciende aproximadamente a los 200. Cuenta con una escuela de educación primaria, en donde se imparten los cursos de acuerdo a la demanda estudiantil.

La economía se basa principalmente en la minería, ya sea en la unidad de Fomento Minero o como pequeños mineros e incluso como gambusinos; la ganadería y la agricultura son muy restringidas y prácticamente dirigidas al autoconsumo; las siembras son de temporal, y se llevan a cabo en lugares de difícil acceso, debido a las condiciones topográficas. En el poblado existen cuando mucho 2 ó 3 comercios, en los cuales se expenden los artículos más necesarios para sus habitantes.

## CAPITULO II

## 2. FISIOGRAFIA

De acuerdo a la clasificación de las provincias fisiográficas para la República Mexicana (Fig. 3), hecha por E. Raisz (1959), se establece que el estado de Sinaloa queda comprendido por los siguientes rasgos:

1. Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental
  - a. Subprovincia de Altas Mesetas Riolíticas
2. Provincia Fisiográfica de las Sierras Sepultadas
  - a. Subprovincia de Sierras de Pie de Monte
  - b. Subprovincia de Deltas y Planicie Costera

El lote minero Ampliación Nuevo Refugio I del prospecto Copala, se encuentra en la subprovincia de Altas Mesetas Riolíticas, en lo que representa su transición con la subprovincia de Sierras de Pie de Monte (Fig. 4). La primera se caracteriza por mesetas que llegan hasta los 2400 m.s.n.m, constituidas por emisiones y piroclastos riolíticos que presentan ligeras ondulaciones e inclinaciones en dirección oeste; y la segunda se extiende paralela a las Altas Mesetas Riolíticas, consiste de montañas parcialmente sepultadas por detritos provenientes de las partes altas, de tal manera que sólo las cimas y los picos sobresalen. En esta zona los ríos siguen un patrón estructural de rumbo NW-SE, debido a fallamiento normal.

### 2.1 GEOMORFOLOGIA

#### 2.1.1 Formas del Relieve

La Planicie Costera y Sierra Madre Occidental, dividen al estado de Sinaloa en 2 grandes regiones (Amador, 1980). La zona de estudio se localiza en una de las numerosas serranías que



constituyen la Sierra Madre Occidental. La región se caracteriza por un complejo de montañas bajas, las cuales tienen entre 700 y 1200 m de altura (Sáenz, 1986), llamadas localmente "cordones" y de orden III según Piotrovsky, (1977 en Lugo, 1988); éstas cuentan con pendientes superiores a los 50°, sin embargo existen tramos oscilando entre los 20° y 40°. Sobresalen crestones cristalinos de cuarzo que forman las vetas y rocas silicificadas, en parte por sus características físicas y gracias a una erosión diferencial (Fotos XIII, XV y XVI). Estas prominencias forman rupturas de pendiente debidas a causas litológicas, pero también existen otras de carácter tectónico, marcadas por la presencia de fallas. Dichas rupturas de pendiente son del tipo "Hog-Backs", mientras que otras formas de relieve son las mesas coronadas por ignimbritas, como el cerro "El Narizón" (Foto IV), localizado al este de la zona de trabajo, de tal forma que a los costados del complejo de montañas bajas se tienen flancos escarpados y barrancos.

### 2.1.2 Erosión

En lo que respecta a la erosión, la zona se encuentra en una etapa juvenil del ciclo propuesto por W. M. Davis (Viers, 1985) y presenta un sistema de erosión intertropical, parecido por sus características morfológicas, al presente en selvas, sobre todo en la temporada lluviosa. Se presentan movimientos rápidos del terreno, gracias a la fuerte infiltración de agua y las altas pendientes que provocan la movilización de grandes cantidades de material rocoso, suelo y plantas, los cuales en múltiples ocasiones obstruyen las vías de comunicación terrestre.

### 2.1.3 Suelo

Según la clasificación de Bassols (1985), el suelo de la zona es de tipo laterítico, suelo en el cual sólo quedan minerales arcillosos empobrecidos en sílice, materiales insolubles de alúmina y óxidos de hierro, en lo que se denomina descomposición ferralítica (Derrau, 1987), (Foto IV).

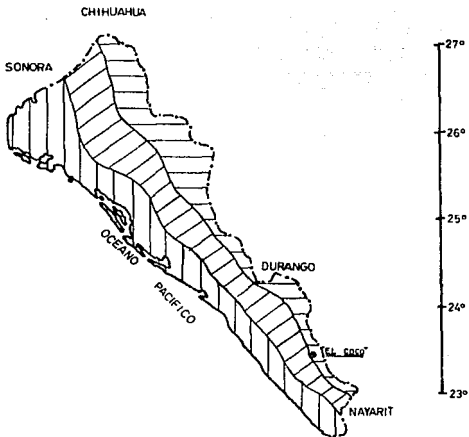
### 2.1.4 Intemperismo

En el área de estudio, el intemperismo químico domina y con mucho sobre el de tipo físico, como resultado de lo anterior, la hematita predomina sobre la limonita, lo que explica el fuerte color rojizo del suelo (Foto IV), principalmente en los lugares en donde la roca madre es de tipo intermedio; este fenómeno es más importante en la temporada de lluvias, deteniéndose en la época de sequía, por lo cual se desarrolla una corteza ferruginosa. La alteración es más fuerte en las zonas en donde los movimientos en masa del terreno han acumulado más material, teniéndose espesores superiores a los 3 m, en comparación con los lugares de pendiente fuerte donde la roca está casi o totalmente desnuda, de esta forma se presenta una exageración de los contrastes morfológicos.

### 2.1.5 Hidrografía

En lo que respecta a los arroyos de la zona, éstos son de primero y segundo orden según la clasificación de la red fluvial de Strahaler (Lugo, 1988), es decir, forman una red muy joven y sencilla con valles de formación incipiente. Dichos arroyos son arreicos o de carácter intermitente, los cuales cuando tienen agua, erosionan de forma remontante, presentando alternancia de rápidos y remansos, en las fuertes pendientes y bajos de las

109° 108° 107° 106° 105°



PROV. DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

SUBPROV. DE ALTAS  
MESETAS RIOLITICAS

PROV. DE SIERRAS SEPULTADAS

SUBPROV. DE SIERRAS  
DE PIE DE MONTE  
SUBPROV. DE DELTAS  
Y PLANIE COSTERA

0 25 50 100 Km.

Temas de Guzmán, 1988

FI U N A M

TESIS PROFESIONAL

PROV. FISIOGRAFICAS  
DE SINALOA

FIG. 1

GUZMAN HERNANDEZ G. 1992

lomas respectivamente y como respuesta también a la erosión diferencial de una base irregular en su descomposición (Derrau, 1987); sin embargo cuando la temporada de lluvias cesa, el caudal baja notablemente hasta agotarse del todo.

El tipo de drenaje que se manifiesta es rectangular-angular, dado que los ángulos que forman los arroyos respecto a otros más grandes son agudos pero tienden a ser rectos (Guerra, 1980).

El arroyo de mayor orden (cuarto), es el arroyo Río Florido, en el cual desemboca el arroyo Cicoro (tercer orden), ambos perennes y al sur de "El Coco". A este último, tributan sus aguas intermitentes los arroyos de la zona de estudio.

A nivel regional, las corrientes mayores presentan un patrón paralelo que corresponde con un control estructural (probablemente fallas).

La zona presenta una cantidad relativamente abundante de fracturas, sin embargo, no tienen una expresión topográfica marcada, dadas sus dimensiones pequeñas; a pesar de ello, es posible que tengan cierta influencia en el trazo rectilíneo de algunos pequeños arroyos.

#### 2.1.6 Procesos Geomórficos

Globalizando la influencia de los procesos modificadores del relieve, los de carácter endógeno (vulcanismo y magmatismo intrusivo) dominan aún sobre los procesos exógenos (intemperismo físico, químico y bioquímico, erosión, movimientos en masa, etc.), a pesar de que ya hace tiempo, los primeros han dejado de actuar.



### **CAPITULO III**

### 3. GEOLOGIA

#### 3.1. ESTRATIGRAFIA

La unidad litológica más antigua de la región (subestrato preigneo), no aflora en el lote minero Ampl. Nvo. Refugio I, sin embargo se sabe que ésta es una secuencia de lutitas negras físilas apizarradas, las cuales fueron observadas hacia el NW, en el lote "Los Remedios", predio concesionado a exploración superficial a la compañía Minas de Bacis. S.A. de C.V.; de dicha unidad rocosa, se desconoce su límite inferior y por tanto su espesor total. Subyace en contacto discordante erosional a la secuencia ígnea. Esta litología no será descrita, dado que no se localizó en los terrenos de "El Coco".

En la zona de trabajo se definen eventos ígneos magmáticos intrusivos de composición intermedia-ácida (dioritas y granodioritas). Dos eventos dioríticos fueron los primeros en emplazarse, debido a que se encuentran xenolitos de diorita en diorita; y la granodiorita presenta xenolitos de aquéllas, sin embargo es difícil saber a cuál de los dos eventos pertenecen. Ambas litologías sirvieron como paleotopografía de depósito para las rocas producidas por eventos volcánicos posteriores. Dicha actividad volcánica fue variando en el tiempo en cuanto a su carácter composicional y mecanismo de emplazamiento; la primera manifestación volcánica está representada por andesitas porfídicas, le siguen una brecha andesítica, toba porfídica cristalina, toba ignimbrítica y un paquete tobáceo en la parte superior; según lo indican las relaciones de campo, todas estas rocas son premineralización y discordantes entre sí. El último evento ígneo está representado por diques riolíticos, cuya relación con la mineralización no puede establecerse con certeza, dado que en toda la zona de "El Coco", no se encontraron relaciones estructurales entre los diques y las vetas o alteraciones asociadas.

Todos los eventos ígneos mencionados pertenecen al Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

### 3.2 SERIE VOLCANICA INFERIOR

#### 3.2.1 ANDESITA PORFIDICA

##### 3.2.1.1 Generalidades

Las rocas que conforman este paquete, no fueron inicialmente distinguidas en el campo, sino por estudios en el laboratorio de láminas delgadas. Es una unidad bastante restringida en cuanto a su distribución y que fácilmente se confunde, por su aspecto granudo-porfídico, con dioritas alteradas medianamente o granodioritas igualmente alteradas.

Se encuentra bastante cubierta por la capa de suelo y vegetales y no se observan rasgos geológicos de ningún tipo.

##### 3.2.1.2 Afloramientos

La distribución de esta roca es bastante restringida, realmente está bien delimitada en la zona centro-sur, en el costado este de un arroyo, que corre aproximadamente en dirección norte-sur, desde su parte profunda hasta casi la cima del mismo costado. Otros afloramientos son dudosos y sumamente aislados, uno de ellos en la cima de un cordón, cubriendo a dioritas, en el centro del área de trabajo (mapa No. 1, geológico).

### 3.2.1.3 Características Litológicas Macroscópicas

La roca presenta un color gris muy claro, ligeramente verdoso, moteado de blanco por los fenocristales y en ocasiones con pequeños puntos oscuros de ferromagnesianos. El tono de color demasiado claro, lo adopta por la presencia de una alteración argílica algo avanzada, y el tono verdoso por la presencia de clorita abundante en la matriz.

Texturalmente la roca presenta fenocristales, en ocasiones de más de 3 mm de largo, de plagioclasas fuertemente argilitizadas, a veces, envueltos en una masa afanítica de tono gris verdoso; esto, en general le confiere a la roca una textura porfídica.

La mineralogía la complementan, aparte de los fenocristales de plagioclasas, y la masa afanítica, cuarzo secundario rellenando las fracturas, acompañado de óxido de hierro (limonita).

En las zonas en donde la argilitización es intensa, se presenta hematita muy brillante, que reemplaza a las plagioclasas o tiene cierta preferencia a alojarse en los huecos dejados por ellas, lo cual también indica, su íntima asociación con la argilitización de éstas. La bornita es más escasa que el anterior mineral y ambos minerales se encuentran presentes en cantidades pequeñas.

La silicificación en vetillas de orientación aleatoria, es otro rasgo importante que conforma la roca, pero no es una característica de amplia distribución en la misma.

### 3.2.1.4 Relaciones Texturales y Alteraciones.

La naturaleza intermedia de esta roca es delatada por fenocristales de andesina eudral a subedral, con tamaños promedio de 3.47 mm a 1.52 mm y en un promedio del 42%; muy escasos fenocristales de ortoclasa subedrales, con tamaños variables de 0.43 mm a 0.35 mm y concentración promedio del 1% máximo; por último, los minerales opacos son hematita y bornita, principalmente el primero, constituyendo el 7% en abundancia. Probablemente existió hornblenda, la cual ha sido totalmente reemplazada por clorita. La matriz afanítica promedia el 50% restante y se encuentra compuesta por cristales criptocristalinos de andesina y cuarzo, y vidrio que no excede el 5% de dicha matriz.

En términos generales, esta roca presenta una textura porfídica, holocristalina, inequigranular y en ocasiones traquítica y localmente glomeroporfídica.

De acuerdo a las características mineralógico-texturales, la roca se puede clasificar como una andesita porfídica, en la cual se distinguen dos etapas de formación, la primera de cristalización lenta y posteriormente un enfriamiento rápido (muestras 296, 299 y 360. en anexo petrográfico y mapa No. 1, geológico).

En las zonas más bajas topográficamente, la roca se presenta cloritizada; bajo estas condiciones comúnmente las plagioclasas y posiblemente la hornblenda (?), manifiestan un reemplazamiento total o parcial por clorita y sólo en ocasiones por epidota; esta alteración es acompañada por cuarzo-adularia, asociados al evento hidrotermal.

Hacia zonas más someras, se manifiesta silicificación marcada por un mosaico anhedral inequigranular de cuarzo-

adularia, que ocupan vetillas, oquedades y espacios intergranulares; muy probablemente el sílice de esta alteración proviene de la disolución de la matriz de la roca y posterior precipitación como cuarzo-adularia.

La silicificación comúnmente es cortada o traslapada por argilitización, producto de reemplazamiento en los bordes y en la superficie de los feldespatos, por arcillas; esta argilitización atraviesa zonas silicificadas o rellena espacios dejados después de que la silicificación ocurrió (mapa No. 2, alteraciones).

#### 3.2.1.5 Contactos

Esta unidad se presenta limitada, tanto en la base como en su cima, por contactos discordantes y erosivos; en la base, cubre a la diorita y en la cima, se pierde por debajo de tobas y de brechas andesíticas (Foto VII).

#### 3.2.1.6 Origen

La andesita porfídica se originó como resultado de dos procesos de enfriamiento de un magma intermedio; el primero, aparentemente lento que permitió el crecimiento de las plagioclasas de manera fenocristalina, pero después súbitamente la velocidad de enfriamiento aumentó, provocando la formación de una matriz afanítica, que sin embargo, se comportó antes de solidificarse, de manera burdamente fluidal, como lo indican la orientación de los cristales de la matriz.

Su estado actual, se debe a la influencia que sobre ella tuvieron los fluidos hidrotermales, principales causantes de la argilitización de las plagioclasas, la silicificación y la

precipitación de la hematita y bornita, principalmente asociados con la primera alteración.

### 3.2.2. TOBA BRECHA ANDESITICA

#### 3.2.2.1 Generalidades

Este nombre engloba una litofía bastante extendida en la zona, sobre todo hacia las cercanías del poblado "El Coco", hacia el SW, muy cercana al centro del área de estudio. Es una unidad bastante fácil de identificar por su textura brechoide, que contiene fragmentos rocosos de hasta 10 cm de largo; tonos de color verde claro y facilidad para disgregarla hasta con la mano; por sus bajas propiedades mecánicas en general, principalmente un comportamiento homogéneo al esfuerzo, no presenta un patrón de fracturamiento definido claramente.

La mayoría de los fragmentos de roca tienen tamaños de arena gruesa y ocasionalmente son mayores, por lo tanto le corresponde un carácter lapillítico, mientras que la matriz en general conserva el tamaño de arena muy fina.

#### 3.2.2.2 Afloramientos

Esta roca se encuentra bastante difundida en la región; sus afloramientos son continuos y observables en toda la periferia del poblado "El Coco", a lo largo del camino que conduce hacia el mismo, a partir de la carretera federal, pero sólo se encontró en el tramo central de la zona de estudio; también se observó a lo largo de un arroyo con rumbo casi paralelo al camino y aún por encima de éste, hasta perderse por debajo de otras litologías (mapa No. 1, geológico).

### 3.2.2.3 Características Litológicas Macroscópicas

En general, la roca presenta un color verde olivo ligeramente amarillento; en ocasiones con un tono grisáceo, cuando la silicificación es fuerte. Presenta tonos rojizos en algunos lugares en donde existe oxidación, siempre favorecida por fracturas.

La roca presenta abundantes fragmentos, de rocas extrusivas de composición andesítica; los fragmentos son angulosos y con tamaños predominantes de lapilli; además presenta fragmentos de cuarzo de tamaños variables y fenocristales de plagioclasas, todos envueltos en una matriz afanítica de coloración predominantemente verde olivo; todo lo anterior le confiere a la roca una textura brechoide piroclástica (Foto VIII).

En cuanto a su mineralogía, se pueden observar cristales de plagioclasas en la masa afanítica (aparte de las observadas en los fragmentos de andesitas) y clastos de cuarzo; por otro lado, se localizan pequeños cristales diseminados de pirita y calcopirita, con un halo de oxidación, principalmente asociados a la alteración propilítica, marcada por la presencia de epidota, calcita y clorita. Complementan la mineralogía, los óxidos de hierro (hematita especular y limonita) y cuarzo secundario, presentes en pequeñas grietas.

Un vetilleo aleatorio de cuarzo de hasta 3 mm de espesor cruzando algunos cristales de aspecto terroso, indican que la argilitización se presentó antes que la silicificación; la primera moderada y la segunda moderada a fuerte; no obstante la propolitización es la alteración más difundida.

Por último, la roca presenta una estructura compacta en donde la silicificación es mayor, mientras que es muy disgregable cuando ésta es baja o inexistente. Asimismo, la presencia de



pirita y calcopirita es más abundante cuando la silicificación y la propilitización están presentes.

#### 3.2.2.4 Relaciones Texturales y Alteraciones.

Esta roca presenta una textura brechoide en donde los líticos constituyen el 50% del total de la roca y están formados por fragmentos angulosos y mal clasificados de andesitas, posiblemente dioritas y líticos formados por agregados de cuarzo anedral; también se observan cristales anedrales a subedrales de andesina, cuyos tamaños son bastante variables con abundancia del 30%. Los líticos y cristales se encuentran embebidos en una matriz de vidrio, con abundancia del 20%, con relieve intermedio al microscopio, lo que indica su composición intermedia.

Es común que los cristales de la matriz presenten textura traquita orientada en diferentes direcciones, lo cual sugiere flujos (Tyrrell, 1984), durante el emplazamiento de esta roca, además de producir rotación a los cristales y líticos (muestras 337, 343, K4, K1, en el anexo petrográfico).

Las características anteriores permiten definir a la roca como una toba brecha andesítica.

La alteración más extensiva en esta roca es la propilitización, la cual está manifiesta por los desarrollos de clorita-epidota-calcita. Las plagioclasas presentan corrosión por reemplazamiento en sus bordes y en su superficie por clorita y epidota. El vidrio comúnmente está cloritizado; también se encuentra cuarzo acompañando a la alteración propilitica y está reemplazando a las plagioclasas y en ocasiones al vidrio. La zona propilitizada en ocasiones es cortada por numerosas vetillas y drusas de cuarzo-adularia-arcillas. Existe también una silicificación intensa, la cual se sobrepone siempre a la

propilitización. La silicificación llega a ser tan penetrativa que absorbe parte de la roca encajonante o la corta por un extremo vetilleo; está representada por cuarzo y en menor proporción, adularia (?) y arcillas (mapa No. 2, alteraciones y reportes correspondientes en el anexo petrográfico).

En lo que respecta a los minerales opacos (pirita y calcopirita), éstos se localizan en diseminaciones en las zonas en donde la propilitización es más abundante.

La presencia de fragmentos conformados por un mosaico de cuarzo, posiblemente puede sugerir dos aspectos:

- Es probable que existiera un evento de mineralización más antiguo que la brecha.
- Posiblemente hubo un aporte de sílice (por diferenciación) asociada a las intrusiones dioríticas más antiguas (marcadas por xenolitos) y que posteriormente formaron parte de las brechas.

### 3.2.2.5 Contactos

La brecha andesítica cubre a la diorita de manera discordante erosional, en el arroyo cercano al pueblo de "El Coco", esto es expresado por la irregularidad que se observa en el contacto entre ambas litologías. En la prolongación del mismo arroyo hacia aguas arriba, la brecha andesítica se pierde por debajo de tobas, constituyendo también una discordancia erosional.

Otro contacto de esta unidad, es el formado por el alto de la veta "Animas-Refugio", la cual define una falla normal que coloca en contacto tectónico a la brecha con la misma diorita y con las tobas superiores (mapa No.1, geológico).

### 3.2.2.6 Origen

Esta roca se formò como resultado de una manifestaciòn volcànica explosiva de caràcter violento, la cual ocasionò el rompimiento de litologías anteriores (dioritas y andesitas), que se manifiestan englobadas como fragmentos en una matriz vítrea, que tambièn expresa texturalmente, flujos en su emplazamiento. La presencia de fragmentos de un mosaico de cuarzo indica que èsta roca en su formaciòn, tambièn rompiò algunos aportes de sílice cuando las dioritas fueron emplazadas, principalmente las màs antiguas; esto es evidenciado por los xenolitos de diorita en diorita.

### 3.2:3 TOBA CRISTALINA ACIDA

#### 3.2.3.1 Generalidades

Esta litología es la primera manifestaciòn de magmatismo extrusivo àcido de caràcter explosivo, que se presentó en la zona de estudio, posteriormente se presentarían otros màs, pero diferentes en su forma de manifestarse.

Es una unidad litològica de distribuciòn no muy amplia, cuyo rasgo màs característico es el desarrollo de fenocristales de feldespatos potàsicos y plagioclasas, que le confieren la textura porfídica.

Otra característica es una silicificaciòn muy avanzada y por lo mismo se presenta como una roca de estructura muy compacta; ademàs presenta fracturamiento paralelo (NW-SE) y un típico color rojizo.

### 3.2.3.2 Afloramientos

En los lugares donde fue observada esta roca, se presenta como promontorios que destacan notablemente del relieve circundante y en los arroyos que corren aproximadamente norte-sur; dichos lugares se localizan en la parte centro-oeste del área de trabajo y son bastante fáciles de distinguir. No obstante, en ocasiones se pierden un poco por la presencia de suelo y vegetación, provocando discontinuidad en la aparición de sus afloramientos (mapa No. 1, geológico).

### 3.2.3.3 Características Litológicas Macroscópicas

Las tobas presentan variaciones en su color de acuerdo con la alteración; su color al fresco es rosa ligeramente rojizo, el cual es más intenso hacia las "costras" superficiales, por una oxidación más o menos fuerte.

La silicificación intensa en la matriz está manifiesta por una tonalidad gris azulosa, mientras que la argilitización se denota en un tono amarillento crema en la misma matriz.

La primera alteración es abundante hacia las zonas bajas topográficamente; aparte de presentarse en la matriz, se expresa por un vetilleo aleatorio pero muy abundante, de hasta 3 mm de espesor, que en ocasiones forma rejillas y a veces es tan abundante, que semeja un brechamiento o un rompimiento de la roca, producido por los fluidos al introducirse en la misma.

La argilitización se presenta principalmente hacia las partes altas del relieve.

En general, presenta fenocristales de plagioclasas de hasta 4 mm de largo (casi subedrales), sanidino (?) y cuarzo, envueltos

en una matriz criptocristalina-vítrea, resultando así, en una textura porfídica.

La mineralogía la complementan cuarzo, hematita y limonita secundarios; en fracturas, matriz y fracturillas existe pirita diseminada, sobre todo cuando la silicificación es muy fuerte; el cuarzo suele presentarse en forma de pequeñas drusas, de hasta 1,5 cm de largo, cuando la argilización es muy fuerte. No obstante las diversas alteraciones, la roca es muy dura y compacta.

#### 3.2.3.4 Relaciones Texturales y Alteraciones

Esta roca es de carácter ácido y de tipo extrusivo; en términos generales está constituida por fenocristales de cuarzo, plagioclasas y sanidino y de tamaños promedio de 3.06 mm. con porcentajes de concentración de un 29%, 35% y 5% en promedio respectivamente y formas subdrales en general. Los minerales opacos (hematita), están presentes a manera de vetillas y diseminado en tamaños de 0.5 mm y una abundancia del 3%. El vidrio se encuentra en un 19% como máximo y los líticos en general de composición andesítica suman el 9% restante.

Otros minerales que complementan la mineralogía son la epidota, arcillas, vidrio en esferulitas y trazas de circón; la gran mayoría de ellos, relacionados con una alteración característica.

En términos generales esta roca presenta una textura piroclástica, característica de las tobas, pero firmemente sostenida por un esqueleto cristalino(cuarzo-feldespático)-vítreo.

De acuerdo a las características encontradas y a las relaciones de campo, la roca ha sido definida como una toba cristalina ácida (muestras 277, 280, G3, G7 y K4+5i, en anexo petrográfico).

La alteración más difundida es la silicificación, la cual se presenta a manera de vetillas compuestas por cuarzo, oligoclasa y adularia; dicha alteración muestra relleno de cavidades (probablemente secundarios) y reemplaza la matriz de la toba. Sin embargo, la argilitización coexiste con la silicificación; aparentemente ésta es posterior. La propilitización apenas está presente (mapa No. 2, alteraciones).

Los minerales alcalinos presentan un estado poroso en la mayoría de las ocasiones, lo cual indica una lixiviación ácida, corroborado por la porosidad completa (espacios vacíos), dejada por la disolución de feldespatos potásicos (?).

#### 3.2.3.5 Contactos

La roca siempre se observó en contacto discordante erosional, por encima de la toba brecha andesítica descrita en el apartado anterior (III.5), este fenómeno fue bastante claro en el campo (mapa No. 1, geológico).

Su contacto superior es del mismo tipo que el de la base, ya que esta toba, desaparece por debajo de la toba soldada (la cual será descrita en el siguiente apartado).

#### 3.2.3.6 Origen

La roca por su propia naturaleza, es producto de vulcanismo explosivo de naturaleza ácida. Por las características observadas

al microscopio, se evidencia el desarrollo de un número reducido de núcleos de cristalización (justo al depositarse) y que se desarrollaron hacia las partes internas del paquete, al abrigo de una capa que los aisló de la atmósfera y evitó un enfriamiento muy rápido; sin embargo, la pérdida de calor por difusión fue mayor, por ello la matriz compuesta por pequeños cristales, no alcanzó a desarrollarse en forma completa. Para este caso, se cree no sucedió una cristalización primaria antes de la emisión piroclástica, dado que los fenocristales no se manifiestan totalmente rotos o quebrados, sino relativamente bien desarrollados, ya que en general son subedrales.

### 3.2.4 TOBA SOLDADA (IGNIMBRITA)

#### 3.2.4.1 Generalidades

Con este nombre se engloba a una litología que, aún siendo de carácter ácido, se encuentra en medio de dos paquetes, también ácidos, pero de los cuales se diferencia, por su textura y comportamiento ante la erosión e intemperismo.

Esta roca se presenta bastante compacta y sólo una cáscara superficial está alterada por intemperismo; por lo mismo, forma escarpes (de unos 3 m de altura), que han sido aprovechados por los lugareños como pared que protege una vereda. Por su grado de solidez, presenta una buena expresión topográfica y está afectada por una serie de fracturas y pequeñas fallas normales. Sin embargo, siguiendo la litología hacia el oeste, dicha roca presenta una argilitización extrema en un afloramiento de unos 20 m de ancho.

#### 3.2.4.2 Afloramientos

Esta litología aparece en arroyos y por una distancia de unas decenas de metros al costado del camino (vereda) mencionado en el apartado 3.2.4.1, estos afloramientos son mas o menos continuos y se localizan en la zona centro-oeste del área de trabajo, un poco hacia el norte (mapa No. 1, geológico).

#### 3.2.4.3 Características Litológicas Macroscópicas

La roca presenta un color verde claro, en ocasiones teñido de rojo por la oxidación, la cual es favorecida por el fracturamiento. En general su color y aspecto indican una alteración argílica moderada a fuerte, que le provoca un estado terroso y de fácil disgregación.

Mineralógicamente engloba fenocristales de cuarzo, feldespatos potásicos abundantes, unos cuantos ferromagnesianos y hematita especular muy pequeña y escasamente diseminada, envueltos en una matriz ligeramente verdosa y completamente afanítica; limonita terrosa y óxidos de manganeso secundarios, complementan la mineralogía. Sin embargo, lo más abundante son los fragmentos angulosos a subangulosos de rocas tobáceas ácidas de diversos tamaños, de formas angulosas de 2 a 3 cm de largo, los cuales, junto con los cristales, aparentan un burdo alineamiento, esto es, presenta una textura vermicular.

En cuanto a su estructura, la roca es disgregable debido a la alteración y presenta unos huecos aparentemente de textura vesicular, que le proporcionan una baja porosidad.



#### 3.2.4.4 Relaciones Texturales y Alteraciones

La roca está constituida por un esqueleto cristalino-vítreo, cuyo tamaño no excede los 5 mm de diámetro en general,, donde se hospedan fenocristales anedrales de cuarzo, oligoclasa, sanidino y fragmentos líticos de tobas porfídicas y tobas vítreas.

Para esta roca, las abundancias relativas son: cristales 40%, líticos 30% y vidrio 30%.

Se trata de una ignimbrita rica en líticos, en la cual se define claramente su carácter piroclástico y que cuenta además con vidrio de comportamiento eutaxítico. Los componentes de esta roca presentan tamaños variables, siendo principalmente de 5 mm de diámetro como máximo (60% del total de la roca).

Se presenta orientación burda de vidrio y de fenocristales, lo cual sugiere el desarrollo de flujos piroclásticos.

Las muestras colectadas (anexo petrográfico, muestras 266), manifiestan muy ligera argilitización, debido al reemplazamiento de feldespatos y vidrio, presentándose corroídos y devitrificado respectivamente. Sin embargo, las relaciones de campo permiten definir zonas en donde esta roca está fuertemente argilitizada (mapa No.2, alteraciones), lo cual se encuentra expresado por el desarrollo abundante de arcillas.

#### 3.2.4.5 Contactos

La roca presenta contactos discordantes erosionales tanto en su cima como en su base con sendos paquetes volcánicos tobáceos de composición ácida; quizás el contacto más claro, lo representa el superior, perdiéndose por debajo de uno de los paquetes mencionados, a través de un línea completamente irregular en su

trazo en perfil, es decir, con curvas y rectas que manifiestan la formación de un paleorrelieve, antes del depósito del paquete superior (mapa No. 1, geológico).

#### 3.2.4.6 Origen

La roca es un ejemplo bastante claro de un evento piroclástico explosivo ácido con flujos en su emplazamiento.

En definitiva, las evidencias indican un movimiento de material a manera de flujo de piroclásticos o a través de una nube ardiente. Si se considera la emisión de este cuerpo rocoso como una evolución magmática, es evidente un aumento en la explosividad de esta emisión, respecto a la que representa la litología anterior (apartado 3.2.3).

### 3.3 SERIE VOLCANICA SUPERIOR

#### 3.3.1 PAQUETE TOBACEO SUPERIOR

##### 3.3.1.1 Generalidades

De las unidades rocosas descritas y de toda la zona de estudio, este cuerpo rocoso es el más grande, principalmente en lo que a área de cobertura se refiere.

Este paquete está formado por constituyentes minerales que han sido fácilmente intemperizados, por lo que se dificulta el hallar un buen afloramiento; de hecho, es difícil establecer que tanta influencia tuvieron los fluidos hidrotermales, debido al enmascaramiento que producen los efectos del intemperismo.

En general, presenta una expresión topográfica aplanada o redondeada, coloración blancusca en el suelo y muy deleznable.

Se observa una burda "gradación" inversa, visible por el contenido de líticos que, siendo en la base inexistentes, hacia la cima aumentan, pero nunca llegan a ser muy abundantes.

#### 3.3.1.2 Afloramientos

El paquete rocoso aflora en todo el norte del área de estudio, parte que corresponde a la zona más prominente. Sus afloramientos son continuos, coronando a las máximas elevaciones y sólo se pierden bajo una cubierta de suelo, el cual es a veces muy abundante y de color blanquecino, o por debajo de un pastizal que lo cubre (mapa No. 1, geológico).

#### 3.3.1.3 Características Litológicas Macroscópicas

El paquete rocoso cuenta con dos miembros:

El primero, miembro inferior, es una roca que muestra un color gris claro en ocasiones verdusco, esto obedece a la alteración predominante (argilitización y silicificación).

Se observan tonos rojizos por oxidación, sobre todo en fracturas y en superficies en contacto con el ambiente.

Texturalmente es una roca afanítica a la que se le observan pequeñísimos cristales de feldspatos, cuarzo y algunos opacos; en un caso extraordinario de argilitización, ésta deja ver algunos cristales de plagioclasas más grandes y una tonalidad amarillenta blancusca.

Por su aspecto y por sus relaciones de campo, este miembro inferior del paquete, presenta una textura tobácea.

Mineralógicamente es imposible ver a simple vista los componentes de la roca, pero con la ayuda de la lupa se logran distinguir pequeños cristales de cuarzo, feldespatos y hematita especular, distribuida de manera aleatoria. Limonita de carácter secundario en fracturas, complementan la mineralogía visible; por otro lado se infiere la existencia de clorita y epidota, por el tono verdoso que en ocasiones se observa.

La roca es generalmente sólida, sobre todo cuando está relativamente sana o presenta silicificación o aún, con propilitización, no así cuando la argilitización está presente siendo deleznable, fácil de romper y muestra un tono blancusco amarillento.

El miembro superior, es muy semejante al primero, sólo diferente por su contenido de líticos, los cuales aumentan conforme es más joven la roca. Dichos líticos son fragmentos de andesitas y tobas cristalinas ácidas, así como de la toba brecha andesítica (Foto IX).

#### 3.3.1.4 Relaciones Texturales y Alteraciones

En el miembro inferior y la base del superior, la roca presenta una textura piroclástica, en forma de cristales equigranulares con tamaños para el cuarzo de 0.67 mm y oligoclasa de 0.52 mm en promedio y algunos cristales de sanidino, constituyendo el 26%, 30% y 14% respectivamente del total de la roca; estos minerales están embebidos en una matriz vítrea que totaliza el 10% restante. Todos los cristales son subdrales en general y no presentan ninguna orientación apreciable. Los

líticos tobáceos y con tamaños que no rebasan los 3 cm de diámetro, alcanzan un máximo del 10% en general.

Lo anterior permite clasificar a la roca como una toba cristalina ácida (muestras 240-241, 252, 258, 259, 270, 300, 308, 309), cuyas abundancias relativas son: cristales 80%, líticos 10% y vidrio 10%.

Complementando la mineralogía, están presentes opacos en porcentajes de hasta un 10% y que se aglomeran en algunas zonas y tienen bordes corroídos. Otros minerales como la clorita-epidota y arcillas, se relacionan directamente con la alteración propilitica. Existe también cuarzo secundario, rellenando algunas fracturas acompañado de óxidos de manganeso y hematita.

El cuarzo y plagioclasas presentan bordes corroídos, teniendo un aspecto poroso, debido al desarrollo de clorita-epidota y arcillas, favorecida en ocasiones por un microfracturamiento que evoca una textura de continentes e islas.

En realidad no existe ninguna alteración que sea más predominante; en ocasiones la propilitica es la más intensa, sobre todo en las zonas cercanas a las vetas y en las zonas de bajos topográficos, mientras que hacia las partes altas y alejadas, la argilitización es la más desarrollada, e incluso se traslapa con la silicificación y propilitización (mapa No. 1, geológico).

La presencia de corrosión en plagioclasas, feldespatos potásicos y cuarzo, tanto en los bordes como en medio de ellos, sugiere la existencia en el medio de una lixiviación ácida, lo cual se ve corroborado por la coexistencia de argilitización extrema con porosidades en los cristales.

Lo único diferente para la parte más alta del miembro superior, es su contenido en aumento progresivo, de líticos de la toba ignimbrítica anterior y de tobas ácidas, los cuales tienen tamaños variables entre 3 mm y algunos centímetros de largo. Estos fragmentos son angulosos y llegan a constituir hasta un 30% de la roca como máximo. Presentan una argilitización avanzada; otro rasgo importante para la parte más superior de este miembro, es la presencia de huecos bien rectangulares en la mayoría de los casos, los cuales están parcialmente rellenos de óxidos de hierro y que sugieren los efectos de una lixiviación ácida sobre los feldespatos y un relleno secundario de productos de oxidación o en el último de los casos se puede hablar de un "box-work" de pirita, sin embargo la forma consistentemente rectangular de los huecos no apoya esta idea.

#### 3.3.1.5 Contactos

Esta unidad rocosa presenta sólo contacto inferior de tipo discordante, sobreyaciendo a la toba ignimbrítica del apartado anterior (3.2.4).

Aún dentro de los dos miembros que se pueden distinguir, el contacto aparentemente es también discordante erosional (mapa No. 1, geológico).

#### 3.3.1.6 Origen

De acuerdo a las características litológicas que presenta esta unidad, su génesis está asociada a una actividad extrusiva, de composición ácida; así mismo, es manifiesto la naturaleza piroclástica, lo cual expresa un vulcanismo explosivo de carácter progresivo, tomando como referencia los eventos anteriores.

Aún cuando se definen dos miembros dentro del paquete rocoso, el primero y la base del segundo, son similares en cuanto a su composición; están separados por una superficie erosiva y son diferenciables sólo en el laboratorio; todo el paquete tiene un origen muy similar a los productos extrusivos de un ambiente de caldera.

### 3.4 ROCAS INTRUSIVAS

#### 3.4.1 INTRUSIVO DIORÍTICO

##### 3.4.1.1 Generalidades

Con este nombre informal se pretende identificar al intrusivo que se supone es el más antiguo en la zona; presenta xenolitos de otro intrusivo diorítico. Aquí, sólo se hará referencia a la intrusión principal; los fragmentos rocosos englobados, constituyen una evidencia de un anterior evento intrusivo de naturaleza similar. Otra característica que presenta, es la alteración en bloques redondeados o esferoides, por la degradación en las aristas de los pequeños bloques cúbicos, a manera de costras concéntricas que protegen el centro en buen estado, lo cual en un principio fue motivo de confusión, pensando en que estos eran xenolitos, sin embargo su abundancia, comportamiento y aspecto, los diferencian de los verdaderos (Foto V).

En general, la roca se presenta bastante fracturada y su expresión en bajos topográficos no es muy indicativa de su emplazamiento; lo que sí es sintomático de su existencia, es la presencia de un suelo muy rojizo y abundante.

Dadas las características climáticas del lugar, el grado de alteración de la roca por intemperismo es tal, que en ocasiones es fácil confundirla hasta con una toba cristalina.

#### 3.4.1.2 Afloramientos

Los mejores afloramientos de esta roca se localizan sobre los arroyos, principalmente hacia las zonas más bajas; dichos afloramientos se localizan hacia el SE y SW de la zona de trabajo, en los alrededores de "El Coco" y se manifiestan de manera irregular hacia la zona sur-centro, en todos los casos desapareciendo por debajo de las andesitas, brecha andesítica o son enmascaradas por una gruesa cubierta de suelo y vegetales.

#### 3.4.1.3 Características Litológicas Macroscópicas

Las dioritas presentan variaciones de color de acuerdo al grado y alteración presente en la roca. Al fresco, la roca es gris azul-verdosa oscura y varía hasta tornarse gris con ligeros tonos verde-amarillentos, en donde la combinación de alteraciones (propilítica y argílica) junto con el intemperismo le dan un aspecto parecido al de una toba.

Mineralógicamente son visibles abundantes plagioclasas bien desarrolladas y casi euedrales (60%), las cuales al avanzar el grado de alteración se tornan amarillentas e incluso de carácter terroso; anfíboles y/o piroxenos (muy probablemente augita), están presentes en un 20%, los cuales conforme avanza la alteración dejan de existir. La matriz complementa el resto de la roca, es microcristalina y de tonalidad oscura (20%); su color es gris claro cuando la alteración es alta. En ocasiones se aprecian pequeños cristales de epidota rodeados de clorita. Existen cuarzo y óxidos de hierro secundarios rellenando algunos



huecos. Complementan la mineralogía, pequeños granitos de pirlita y calcopirlita diseminados, en las zonas en donde están los ferromagnesianos y en cantidades muy pequeñas, sin embargo sólo están presentes en los grados intermedios de alteración.

El aspecto granudo de la roca se debe al desarrollo de los fenocristales, principalmente de plagioclasas y piroxenos, embebidos en una matriz macrocristalina afanítica, formando así una textura porfídica en sentido estricto.

La roca se manifiesta sólida cuando su estado es poco alterado y disminuye su solidez conforme la alteración es más prominente, llegando en ocasiones a desmoronarse con relativa facilidad.

#### 3.4.1.4 Relaciones Texturales y Alteraciones.

La composición mineralógica y textural de la roca manifiesta variaciones transicionales en direcciones este a oeste, al este del área de trabajo, la roca es holocristalina de carácter porfídico; está constituida por fenocristales de andesina de forma euedral a subedral, de tamaño promedio variable de 1mm a 0.6 mm y con una abundancia relativa del 60%; augita con formas muy variables de euedral a anedral y tamaño variable de 0.7 mm a 0.4 mm y con abundancia del 30 %; minerales opacos (magnetita), están en un 10%; sólo en ocasiones, se observaron trazas de olivino. Hacia el oeste, la plagioclasa se manifiesta en fenocristales más grandes de 3 mm a 1.7 mm, (cuya composición varía de labradorita a andesina), en una proporción relativa del 70%; la augita es anedral y más pequeña (de 2mm a 1.3 mm), presentándose en un 12%, hornblenda en un 9%, existen cristales de cuarzo anedral con una abundancia del 1% y los minerales opacos se mantienen en un 8%.

Las características mineralógicas y texturales permiten clasificar a la roca como una diorita de augita.

Es común la alteración propilitica en la dioritas, en donde la plagioclasa presenta reemplazamientos por epidota, calcita, clorita y pirlita. Los ferromagnesianos comúnmente están cloritizados y serpentizados en sus bordes o son reemplazados totalmente. Acompañando a esta alteración, son comunes las vetillas de cuarzo-clorita-epidota y en menor cantidad calcita. Hacia la zona oeste, la propilitización es menos intensa y en ocasiones coexiste con una silicificación (cuarzo-adularia (?)). Para más detalles, ver anexo petrográfico, láminas 305, 295 y 305 XEN y el plano de alteraciones.

#### 3.4.1.5 Contactos

La diorita sirve como paleotopografía sobre la cual se acumularon las rocas ígneas extrusivas posteriores, de tal forma, guarda con ellas un contacto discordante de tipo erosional.

Dentro del área, el contacto de la diorita con la brecha andesítica es además de carácter tectónico y está definido por una falla de tipo normal, la cual fue aprovechada por los fluidos mineralizantes para formar la veta Animas-Refugio (mapa No. 1, geológico), ya que como se mencionó anteriormente (apartado 3.2.2.5), la toba brecha andesítica cubre a la diorita de manera discordante erosional.

#### 3.4.1.6 Origen

De acuerdo con las relaciones de campo y de laboratorio se determinó que la roca es una intrusión hipabisal múltiple, ya que por lo menos existen 2 eventos, debido a la presencia de

xenolitos de diorita en diorita y una textura porfídica predominante.

Por otro lado, al parecer se manifestó una muy ligera diferenciación zonal de este a oeste, dado que en la primera zona, las plagioclasas son de menor tamaño, mientras que en el oeste, éstas son de tamaños mayores. Lo anterior se refiere a una posible diferenciación magmática o zonación, marcada por dicha variación en los tamaños de los cristales.

### 3.4.2 INTRUSIVO GRANODIORITICO

#### 3.4.2.1 Generalidades

Con este nombre se identifican los afloramientos poco distribuidos de una roca de aspecto granudo y fuertemente alterada. Se observó exclusivamente en tres lugares, en dos de ellos, al norte del área de trabajo, la roca muestra intemperismo intenso. En el otro lugar (hacia el SE), su estado es más fresco, muestra xenolitos de diorita y en el contacto de los dos intrusivos se aprecia una veta de unos 8 cm de espesor de hematita (mapa No. 1, geológico).

Estas rocas manifiestan intenso fracturamiento y realmente no tienen una expresión topográfica característica; sin embargo, al igual que las dioritas, son identificables, por su intemperismo esférico y una típica cubierta de suelo rojizo.

Por su intenso intemperismo, es fácil confundirla con las tobas del paquete tobáceo superior.

#### 3.4.2.2 Afloramientos

Se localizó en sólo tres afloramientos; en los afloramientos correspondientes a las muestras 258 y 259, al norte de la zona de estudio, la roca se encuentra muy alterada, tanto hidrotermal como meteóricamente. En contraste, hacia la porción SE, en el afloramiento que corresponde a la muestra 310 Grd, la roca es más fresca y presenta xenolitos de diorita.

En todos los afloramientos la roca desaparece por debajo de una capa gruesa de suelo rojizo.

#### 3.4.2.3 Características Litológicas Macroscópicas

Es una roca que presenta un color al fresco gris-verde que varía del amarillento al negrusco, de acuerdo a la alteración que predomina (argílica en el primer caso), en donde las plagioclasas existen en un 65%; mientras que el tono verde negrusco lo adquiere la roca debido a la proliferación de epidota y clorita (5%). La mineralogía complementa cuarzo (20%); anfíboles, probablemente hornblenda (8%) y hematita (2%) en forma de pequeños gránulos agrupados y en forma de vetillas que parten de ellos, en donde coinciden con la presencia de epidota y clorita. Otros minerales presentes pero en cantidades muy pequeñas son la limonita y la hematita (que tiñen de anaranjado algunas zonas de la roca) y pirita diseminada, manifiesta por pequeños cristales diseminados acompañados de epidota, clorita y hematita (Foto VI).

El desarrollo de los cristales esenciales le proporcionan a la roca una textura fanerítica; sin embargo, las plagioclasas son ligeramente mayores en tamaño al cuarzo y anfíboles.

En lo que respecta a su estructura, la roca es más fácilmente disgregable cuando presenta la tonalidad amarillenta

(alteración argílica intensa), mientras que es más compacta cuando la alteración propilítica y el tono gris verdoso oscuro están presentes (mapa No. 2, alteraciones).

#### 3.4.2.4 Relaciones Texturales y Alteraciones.

La oligoclasa presenta una forma variable de euedral a subedral, con una abundancia promedio del 58% y con un tamaño promedio de 2.02 mm. La microclina y plagioclasa sódica (albita), con tamaño promedio de 1.75 mm y forma variable de subedral a anedral en conjunto constituyen el 22% de la roca; en todos los casos, el cuarzo es subedral, debido a que cristaliza posteriormente a la oligoclasa y alcalinos, para ocupar los espacios dejados por estos; su abundancia es del 20% y con un tamaño de 1.01mm. Se observaron también, trazas de hornblenda subedral.

En términos generales, se manifiesta una trama inequigranular de grano grueso; las condiciones físico-químicas, durante la génesis de la roca, permitieron el desarrollo de una textura fanerítica holocristalina. Las características anteriores permiten clasificar a la roca como una granodiorita; de acuerdo a las observaciones microscópicas y de campo, esta roca está afectada por alteraciones hidrotermales y supergénicas.

En zonas argilitizadas, los feldespatos (plagioclasas y microclina) principalmente, presentan bordes e islas de reemplazamiento por arcillas; acompañando a dichas arcillas, pero en menor proporción, se presenta un mosaico de grano grueso de cuarzo anedral; posiblemente existe disolución de cuarzo primario, contemporáneo al evento hidrotermal y reprecipitado como un mosaico de cuarzo de grano fino, se presentan así mismo, pequeños cristales aislados y vetillas de hematita hidrotermal.

Cuando la alteración es propilítica, las plagioclasas presentan reemplazamiento en sus bordes y en su superficie por epidota, clorita y en menor proporción, un mosaico de grano fino de adularia-cuarzo. Es normal la presencia de vetillas de clorita y hematita asociadas al evento hidrotermal, así como la solución-reprecipitación de cuarzo. Por su parte, los minerales opacos son principalmente hematita y trazas de pirita, ambos de origen hidrotermal, presentándose siempre en racimos en zonas donde la alteración es más intensa (anexo petrográfico muestras 258, 259 y 310 Grd).

#### 3.4.2.5 Contactos

La granodiorita presenta xenolitos de diorita, principalmente cerca del contacto con ésta, el cual se manifiesta de diversas formas, a veces difuso e irregular, observándose una zona de mezcla de ambos tipos de roca, otras veces de manera franca se pasa de uno a otro cruzando una veta de unos 10 cm de espesor en general de hematita que los delimita; por otro lado, al igual que parte de las dioritas, la granodiorita sirve de base para la acumulación de las rocas extrusivas más jóvenes, estando en contacto con ellas en forma de una discordancia erosional.

Esta roca también estuvo en contacto con las tobas superiores por el efecto de una falla normal (contacto tectónico), pero el espacio fue aprovechado por los fluidos mineralizantes, cuyos productos de alteración se interpusieron entre las litologías.

#### 3.4.2.6 Origen

La roca es el típico resultado intrusivo de un magma ácido, en donde se desarrolló de manera ininterrumpida la textura

fanerítica de acuerdo al orden de cristalización de sus componentes, a partir de sus propiedades fisicoquímicas.

Su alteración obedece a la influencia de los fluidos hidrotermales, alterándola hasta en dos ocasiones y después, sufriendo una alteración supergénica.

### 3.4.3 DIQUES RIOLITICOS

#### 3.4.3.1 Generalidades

Con este nombre se abarcan rocas y afloramientos que muestran una dureza bastante marcada y una expresión topográfica sobresaliente; sus dimensiones son en la mayoría de los casos, perfectamente medibles, por lo menos, en la parte que afloran, presentando formas alargadas rectangulares en general.

Se presentan fracturados e incluso son cruzados por pequeñas fallas locales. No muestran efectos hidrotermales importantes hacia el contacto con las rocas encajonantes, probablemente por estar en contacto con tobas ácidas. Se infiere que estos cuerpos son los más jóvenes de toda la secuencia e incluso, más jóvenes que las vetas, aún cuando esto no es totalmente cierto, debido a que no se localizaron relaciones cortantes entre éstos y las mineralizaciones. Aparentemente no presentan ningún control estructural en su emplazamiento.

#### 3.4.3.2 Afloramientos

Estas rocas se presentan esporádicamente en forma de manifestaciones ígneas, provenientes de un mismo origen. Tres afloramientos de tamaño medio, se localizan hacia el NW del área

de trabajo, separados por unas decenas de metros. Dos de dimensiones pequeñas, se encuentran hacia la zona centro, tendiendo al oeste y el último y más grande, aflora en la zona centro-este y presenta una orientación general hacia el NE (mapa No. 1, geológico), (Foto X).

#### 3.4.3.3 Características Litológicas Macroscópicas

Están representadas por rocas que manifiestan diversos colores claros, que van desde el amarillento pálido, hasta el gris ligeramente verdoso; esto obedece al grado de alteración. El tono amarillento pertenece a una intensa argilitización, mientras que el tono gris verdoso, se debe a una ausencia casi completa de ésta. En ambos casos, la silicificación se manifiesta como la alteración más desarrollada y se presenta en forma de vetillas (que no exceden los 2 ó 3 mm de espesor) y como un reemplazamiento de la matriz.

la roca se compone de fenocristales de cuarzo cristalino (25%), plagioclasas (15%) y feldespatos potásicos (20%); éstos últimos en ocasiones de aspecto poroso y de color ligeramente verde, envueltos en una matriz (40%), totalmente afanítica. Como minerales accesorios, se presentan trazas de pirita, calcopirita, bornita, hematita especular y óxidos de manganeso, en ocasiones diseminados y en otras formando aglomerados, pero siempre asociados a la silicificación. En fracturas existe cuarzo secundario y limonita.

La textura de la roca es típicamente porfídica con grandes fenocristales de cuarzo, plagioclasas y feldespatos potásicos, envueltos en una matriz afanítica, que resulta en una estructura muy compacta.



#### 3.4.3.4 Relaciones Texturales y Alteraciones

La roca está conformada por fenocristales euhedrales a subedrales de oligoclasa que presentan un tamaño promedio de 2.08 mm y con una abundancia relativa del 18%; fenocristales de ortoclasa de forma euedral a subedral, con tamaños promedio de 2.4 mm y con una abundancia de 24% y cuarzo anedral cuyo tamaño promedio es de 1.92 mm y abundancia de 18%; los fenocristales se encuentran embebidos en una matriz cuarzo-feldespática criptocristalina.

Se presenta una textura porfídica felsosídica, constituida por un 60% de fenocristales y 40% de matriz; también es común el desarrollo de intercrecimientos marcados por una textura granofídica y burdamente mirmekítica.

Los rasgos mineralógico-texturales, permiten definir un cambio brusco de las condiciones fisicoquímicas durante la formación de la roca, creándose primero los fenocristales (oligoclasa, ortoclasa y cuarzo) y posteriormente la matriz cuarzo-feldespática (anexo petrográfico, muestras 260, 289 y H1).

Todos los rasgos anteriores permiten clasificar a la roca como un intrusivo hipabisal de naturaleza riolítica. Se encontró que en todos los casos la alteración fundamental es la silicificación.

En las zonas silicificadas se puede observar que la oligoclasa, ortoclasa y cuarzo en menor proporción, presentan bordes e islas corroídos, esto indica que existió disolución de dichos minerales, que provocó el aporte de sílice al sistema con la consecuente reprecipitación en los espacios disponibles; esta característica se manifiesta por un esqueleto de grano fino de cuarzo anedral relleno de cavidades en los fenocristales y por la fuerte porosidad de los mismos. Parte del sílice también debió

haber sido proporcionado por las soluciones hipogénicas, cubriendo los espacios intercristalinos.

Acompañando a la silicificación, es común la presencia de vetillas de cuarzo-adularia (mapa No. 2, alteraciones).

#### 3.4.3.5 Contactos

Los contactos son discordantes ya que debido a su naturaleza intrusiva atraviesan toda la secuencia; sin embargo, no se aprecia ningún efecto de estas intrusiones sobre las rocas encajonantes en cuanto a hidrotermalismo fuerte, sólo un ligero fracturamiento hacia las tablas.

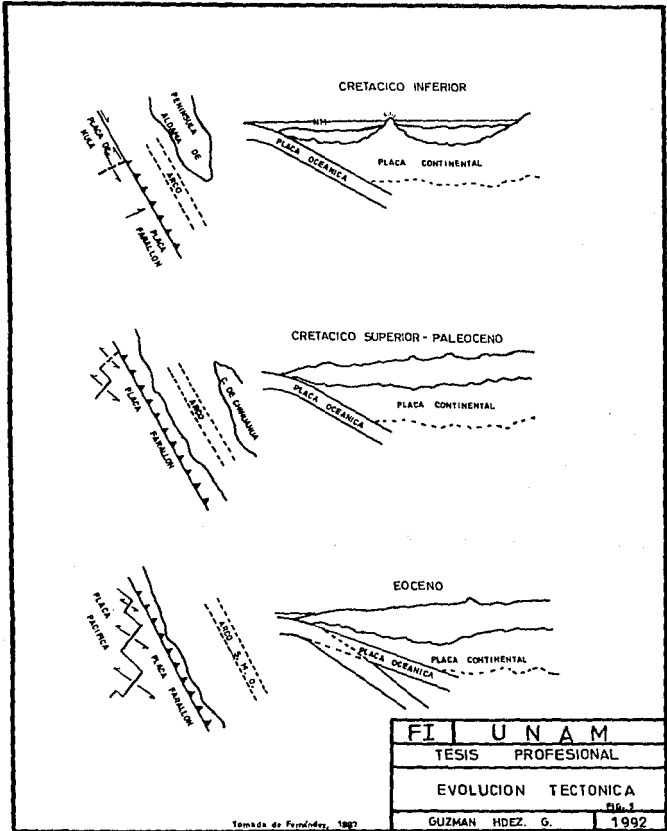
#### 3.4.3.6 Origen

Estos cuerpos se manifiestan como productos intrusivos hipabisales, provenientes de un magma ácido o diferenciado. Por sus características texturales, se presentan dos etapas de cristalización, una primaria en condiciones de poca pérdida de calor por difusión, que permitió la formación de fenocristales y una posterior, en la cual el enfriamiento rápido provocó la alta nucleación y la creación de cristales microscópicos que conforman el esqueleto restante de la roca.

En general, son el resultado intrusivo hipabisal de fluidos residuales de un magma muy diferenciado.

### 3.5 EVOLUCION TECTONICA

En la zona en cuestión, se identificaron algunos fenómenos



Tomada de Forandner, 1967

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
EVOLUCION TECTONICA	
Fig. 1	
GUZMAN HDEZ. G.	1992

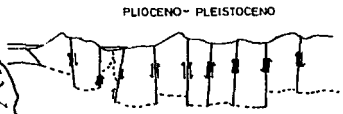
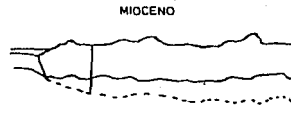
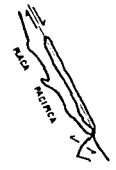
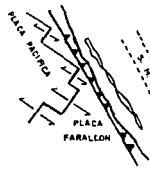
que definitivamente se relacionan con los distintos eventos metalogénicos que se desarrollaron en la región.

Aùn cuando no se cuenta con datos de fechamientos isotópicos en el área, a través de correlaciones con otras zonas aledañas, se pudo establecer la historia tectónica de la región.

El episodio más antiguo, posiblemente se manifestó por la depositación de los sedimentos que forman a las lutitas físciles apizarradas, a unos 15 km en línea recta al NW de la zona de estudio. Estas rocas pueden estar debajo de la cubierta volcánica y ser el subestrato de los depósitos volcánicos del complejo volcánico inferior, su edad es desconocida, ya que no existen datos certeros de su posición en el tiempo; dichas rocas sedimentarias podrían ser consideradas como cretácicas o preterciarias, cuyo depósito aconteció en una cuenca que según Gastil (1976), pudo haber sido de Post-arco, generada por la colisión de la paleoplaca Farallón y la placa Norteamericana.

El arco del que se habla, corresponde con una fase calcoalcalina cretácica, de la que se tienen vestigios en Sonora y Sinaloa y se edificò a menos de 100 km de la paleotrinchera, migrando hacia el este aproximadamente a 0.7 cm/año (Coney y Reynolds, 1977).

Durante el Cretácico Superior y principios del Terciario, en el marco de la convergencia de las placas, se desarrollò una etapa de deformación (probable orogenia Laràmide), en donde la cubierta sedimentaria, seguramente estuvo sujeta a esfuerzos compresivos; casi al mismo tiempo, se inicia la historia típicamente continental de Sonora y Sinaloa. Los esfuerzos compresivos originaron los pliegues, que a nivel regional, se observan en el flanco poniente de la sierra, de NW a SE; mientras que la evolución continental queda marcada por el inicio del emplazamiento de los plutones, que migran hacia el este,



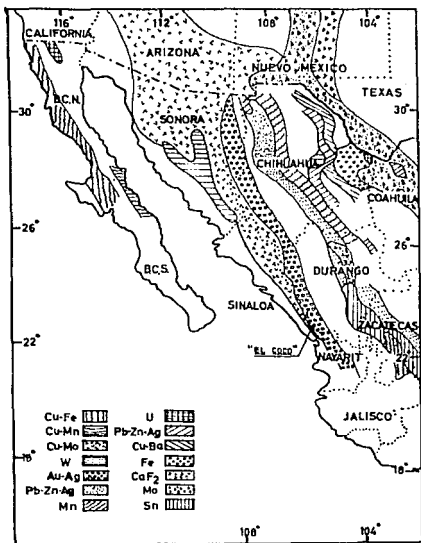
FI		U		N		A		M	
TESIS PROFESIONAL									
EVOLUCION TECTONICA									
GUZMAN HDEZ, G.									
1992									

Tomado de Hernández, 1997

donde son más jóvenes; también a este período corresponden los primeros episodios volcánicos que constituyeron la base de la sierra (Paleoceno-Eoceno Tardío). En este período se emplaza el intrusivo granodiorítico de Pánuco de 57 m.a. (McDowell-Clabaugh, 1981), ubicado a 10 km en línea recta hacia el NW del área de estudio y con el que definitivamente tienen relación otras intrusiones cercanas; por tanto, las litologías de la zona de "El Coco", son ubicadas dentro del Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental. Dicha actividad ígnea duró hasta los 45 m.a., y se reinició hasta los 34 m.a., período durante el cual se habla de un decaimiento del vulcanismo, que según Coney y Reynolds (op. cit) y Damon (1981), atribuyen a una disminución en el ángulo de inclinación de la zona de benioff; mientras que McDowell y Clabaugh (op. cit.), lo asocian a un cese parcial de la subducción. Esto es incierto, porque además se habla de un vulcanismo continuo sin períodos de calma desde hace 130 m.a.; sin embargo, las evidencias de campo indican que sí estuvo presente dicho hiato volcánico, aunque corto y variable de zona a zona.

Las dataciones de las ignimbritas de la secuencia superior de la sierra (34 a 27 m.a.), marcan el período en el que se reanuda la actividad ígnea, acompañada además de múltiples intrusiones, tanto calcoalcalinas como alcalinas, con las cuales seguramente se asocian las vetas de la zona de estudio, debido a las edades relativas que se manejan para la misma y por ser el último evento del que se habla. Posiblemente exista una relación con un ambiente de margen de caldera, cuya edad estimada es de 23 m.a. (McDowell y Clabaugh, op. cit.). Particularmente, las vetas se asocian además, con el fallamiento normal que afecta a toda la secuencia, mismas que sirvieron de conductos de las soluciones mineralizantes.

Demant y Robin (1975) explican el carácter bimodal del vulcanismo superior y lo súbito de su actividad, como el



0 100 200 300 400 KM.S

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
DEPOSITOS MINERALES DEL NORTE DE MEXICO	
FIG. 7	
GUZMÁN HERNÁNDEZ G. 1992	

Tomado de Clark, 1970

vulcanismo típico de una zona de "rift", atrás de un arco andesítico, por reacción de la corteza a los movimientos de subducción y señalan la coexistencia de un vulcanismo de tipo compresivo y un vulcanismo de tipo distensivo. Mientras que McDowell y Clabaugh (op. cit.), opinan que este fenómeno se pudo deber al retroceso del arco magmático que se llevó a cabo durante el tiempo de formación del paquete superior (34 a 27 m.a.). Damon (op.cit), opina algo semejante, y agrega que existe una zonificación a manera de bandas paralelas de los depósitos minerales, relacionados en espacio y tiempo con dicho retroceso. Así pues, los depósitos de vetas de fisura de Au-Ag y Pb-Zn-Ag-Au (al que corresponden Tayoltita, San José de Gracia, Tópia. etc.), tienen edades de formación entre los 49 y 23 m.a., localizados entre los 350 y 450 km de la paleotrinchera; los más jóvenes de dichos depósitos, están relacionados con el retroceso hacia el oeste de dicha actividad magmática (figs. 5,6 y 7).

Después de que el magmatismo declinó totalmente (Mioceno) y que según Atwater (1970) fue debido a la subducción del rift oceánico, se tiene el último fenómeno de la región; se inicia el desarrollo del golfo de California, acompañado en Sonora y Sinaloa, por una tectónica distensiva de horts y grabens, que actúa hasta el Cuaternario y es la responsable de dos fenómenos:

1.- De carácter regional, provoca en el borde occidental de la sierra, una terminación abrupta con fallas normales de grandes desplazamientos, zonas de profundos valles y el basculamiento hacia el NW de la cubierta ignimbrítica.

2.- De carácter local, la creación de las fallas normales que desplazan ligeramente a las vetas de la zona de estudio.



## CAPITULO IV

#### 4. YACIMIENTOS MINERALES

En la zona de estudio existen tres estructuras mineralizadas tipo vetas-falla, encajonadas por litologías diferentes; mientras que la veta Animas-Refugio presenta, al alto, a la brecha andesítica, en su gran mayoría, al bajo, se encuentra la diorita; la veta Santa Federica, se encuentra encajonada en dioritas y la Santa Dolores en el paquete tobáceo superior.

Como se verá en el apartado siguiente, las vetas siguen dos patrones preferenciales de fracturamiento, uno mayor (Animas-Refugio y Santa Federica) de N 30° a 45 W y otro menor de N 00° a 15° W (Santa Dolores); todas las vetas presentan buzamientos al WSW. De acuerdo con lo anterior, las estructuras tienen una distribución semiparalela (fig. 11).

En todas las vetas se pudieron observar claramente dos eventos de mineralización. El primero formado casi exclusivamente por cuarzo y adularia en proporción 1:2, de formas euedral a subedral, con cuarzo lechoso y cristalino incoloro, acompañado muy escasamente por pirita y clorita diseminadas, formando un mosaico de grano grueso en general, que se ve roto o brechado por el segundo evento mineralizante de grano mucho más fino (criptocristalino en general), el cual rompe y engloba fragmentos de cuarzo-adularia gruesos e incluso presenta englobados fragmentos de diorita y andesita argilitizados. Este segundo evento se encuentra formado por cuarzo-adularia en proporción 1:3, de color gris -blanco lechoso, en cristales anedrales a subedrales, acompañados por abundantes arcillas, clorita y sulfuros diseminados, pero más abundantes que en el primer evento.

#### 4.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En la zona de estudio sólo se manifiestan los efectos tectónicos por medio de fallas y fracturas, las primeras son de diversas magnitudes, tanto premineralización (vetas-falla) como postmineralización; las fracturas son igualmente de diversas magnitudes, presentando relleno o sin él. Los pliegues están ausentes, debido a que las rocas que afloran, no contaron con las propiedades mecánicas necesarias para que se formaran.

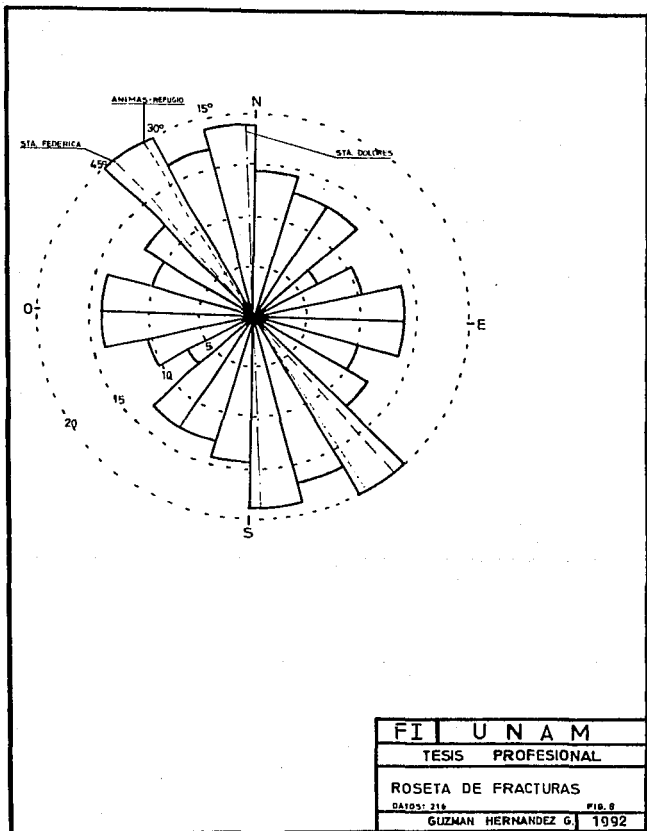
Un factor determinante en la distinción de estos rasgos estructurales es el drenaje, ya que éste se encuentra en gran parte controlado por fallas y fracturas o, por lo menos, los arroyos más profundos.

La cubierta vegetal y de suelo en muchas ocasiones impidieron la observación de algunas discontinuidades.

##### 4.1.1 Estructuras Observadas

En la zona de trabajo existen dos tipos de fallamiento normal. Las fallas normales premineralización que constituyen las vetas-falla presentan un rumbo entre el norte franco y N 50° W y buzamientos siempre al WSW entre 40° y 70°; los nombres de estas estructuras son: Animas-Refugio (la más grande e importante); Santa Federica (pequeña y relativamente nueva, promete buenos valores); y Santa Dolores, que presenta una flexión hacia el oeste, que la hace adoptar forma simoide (fig. 11).

Otro factor importante es el hecho de que la expresión en niveles superiores de las vetas-falla, sólo es el reliz de la falla misma o mostrando tan sólo en ocasiones algún grado de alteración de la salbanda, producida por hidrotermalismo es



FI	U	N	A	M
TESIS PROFESIONAL				
ROSETA DE FRACTURAS				
DATOS: 216			FIG. 8	
GUZMAN HERNANDEZ G.				1992

decir, acompañada de silicificación en vetillas delgadas, principalmente.

Las Fallas normales postmineralización son de dimensiones menores, pero en realidad no son muy abundantes, salvo casos excepcionales. De dichas estructuras no se obtuvo un patrón o tendencia general de orientación, dado que el número reducido de datos, no permite su tratamiento estadístico para encontrarlo; sin embargo, algunas de ellas desplazan a las vetas, como sucede con las vetas Santa Federica y Animas-Refugio; otras fallas de este estilo han servido como control de algunas formas del relieve, como por ejemplo algunos arroyos.

En lo que respecta a las fracturas, se tomaron 216 datos en el campo, únicamente en las rocas y zonas que las manifestaban con claridad, realizando un análisis estadístico por medio de una roseta y un diagrama de polos, encontrándose dos patrones estructurales (Foto XI):

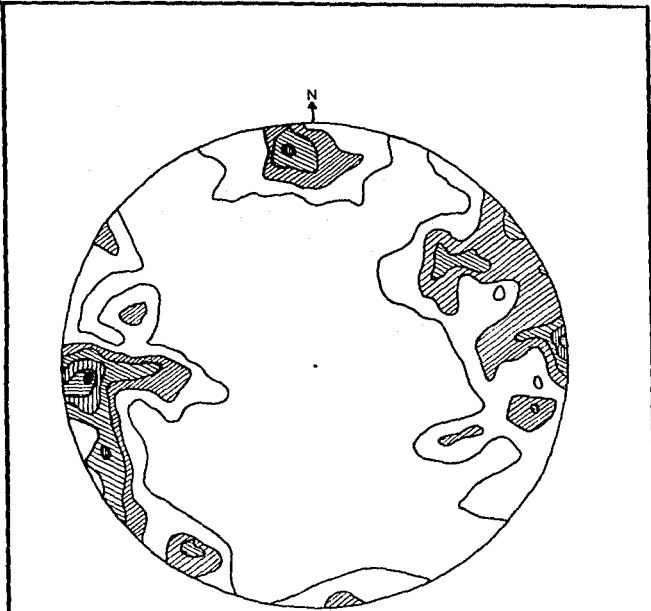
N 30° a 45° W

N 00° a 15° W

Se trató de ver la relación entre estos patrones de fracturamiento y la orientación de los cuerpos mineralizados, para lo cual se determinó la tendencia promedio que tienen en su rumbo las vetas.

Los resultados mostrados en la roseta, indican que las vetas Animas-Refugio y Sta. Federica, se localizan en el rango de mayor dominio; mientras que la Sta. Dolores está dentro del segundo rango (Fig. 8).

En lo que respecta al diagrama de polos (Fig. 9), es posible visualizar la mayor concentración cercana al flanco oeste, pero con una ligera tendencia al sur; dicha concentración marca el polo de lo que es la dirección de los esfuerzos que provocan las



LEYENDA

CONCENTRACION	12
"	10
"	8
"	6
"	4
"	2



FI		UNAM	
TESIS		PROFESIONAL	
DIAGRAMA DE POLOS			
DATOS: 318		FIG. 8	
GUZMAN HDEZ. G.		1992	

discontinuidades estructurales más comunes encontradas en la zona. Así pues, se tiene que la dirección de esfuerzo mayor es de aproximadamente N 5° W - S 5° E; mientras que otra segunda concentración, pero mucho menor, está marcando la dirección N 80° E - S 80° W, como la responsable de las discontinuidades secundarias o menos comunes.

De lo anterior se concluye que un análisis estructural sobre el comportamiento de fracturas en esta zona, representa una herramienta de apoyo a la exploración, proporcionando la dirección, en la cual es factible encontrar estructuras mineralizadas.

Por otra parte, esta correspondencia en los valores entre fracturas y vetas-falla, presume que fueron producidas por el mismo tipo de esfuerzo.

#### 4.2 CONTROL DE LA MINERALIZACION

La forma y comportamiento de los cuerpos mineralizados, tienen estrecha relación con los sistemas de fracturamiento y fallamiento indicados. Estas discontinuidades favorecieron el ascenso de los fluidos mineralizantes y la depositación de los contenidos metálicos en el interior de los conductos abiertos, formando así a las vetas y al stockwork en los niveles superiores de los sistemas hidrotermales.

Los fluidos mineralizantes ejercieron una alta presión sobre las rocas encajonantes, brechandas e incluso, provocando el ascenso de fragmentos de rocas de niveles inferiores, las cuales en conjunto forman una brecha cementada por cuarzo-adularia, presente en ambas tablas, pero más abundante al alto.

Posterior a la mineralización se presentó un nuevo sistema de esfuerzos distensivos que provocaron la formación de fallas normales, en general de carácter local, las cuales desplazan unos pocos metros a las vetas.

La barrera geoquímica representada por la pérdida de presión que sucede en las mineralizaciones de este tipo, es la manifestación de un control geoquímico que en forma paralela, se presentó con el control estructural para formar las mineralizaciones del área de estudio y que se manifiesta por la textura en bandas y crustificación de las vetas-falla. Algún otro tipo de control de la mineralización no es evidente.

#### 4.3 VETA ANIMAS-REFUGIO

##### 4.3.1 Generalidades

La veta Animas-Refugio es la más grande en cuanto a espesor y longitud conocida y aflora desde la parte centro de la zona de estudio (un poco al norte) extendiéndose hacia el sur. Hacia el norte, se pierde extrañamente, pero dicha prolongación se supone manifiesta por fallas con leves vestigios de vetas de cuarzo-adularia y silicificación muy fuerte al alto.

##### 4.3.2 Rocas Encajonantes

La veta Animas-Refugio, se encuentra encajonada por una variada litología, en vista de que su comportamiento estructural corresponde con una falla de tipo normal. Hacia el sur y partes topográficamente bajas se encuentra encajonada, tanto al alto como al bajo, por dioritas las cuales se mantienen en todo el bajo, mientras que al alto, pasan a andesitas porfídicas y a la toba brecha andesítica; hacia el norte, se infiere que se



encajonada por la toba cristalina ácida y por el paquete tobáceo superior de acuerdo a su naturaleza de veta-falla ( mapa No.1, geológico), (Foto XII).

En ambas tablas se observa un brechamiento en ocasiones de más de 0.5 m de espesor, formado por fragmentos de roca encajonante, unidos por una silicificación muy intensa. En zonas en donde la silicificación es menos fuerte, las rocas encajonantes (sobre todo las dioritas) se encuentran propilitizadas, lo cual es evidente en las plagioclasas que las forman, ya que se encuentran reemplazadas por clorita, arcillas, calcita y epidota. Se reconoce una argilitización fuerte, que de acuerdo a las relaciones observadas, es anterior a la silicificación, ya que los fragmentos unidos por dicha alteración se encuentran argilitizados significativamente.

En lo que respecta a las tobas y brechas, la silicificación es la alteración más intensa, manifestándose por un ramaleo de vetillas de cuarzo-adularia muy abundantes y un reemplazamiento criptocristalino en la matriz. En la brecha, la propilitización, al igual que la argilitización y silicificación, son bastante marcadas (para más detalles ver las relaciones texturales de cada roca en el anexo petrográfico), (Fotos XII y XIII).

#### 4.3.3 Geometría

La estructura consiste de una veta con fluctuaciones en su espesor, desde unos 10 cm (Foto XIV), hasta unos 9 m inferidos; presenta un rumbo variable entre N 9° a 45° W y buzamiento al SW de 40° a 64°. Se mapeó por una longitud horizontal de 220 m, todo en superficie; presentando un desnivel de más de 100 m, de la cota 950 m.s.n.m., a la 820 (mapa No. 1, geológico), (Foto XV).

#### 4.3.4 Mineralización

Hacia las tablas, la veta presenta una brecha formada por fragmentos de roca encajonante, cementados por cuarzo-adularia. En las zonas más centrales de la estructura, presenta bandeamiento y crustificación de cuarzo-adularia, cristalino y lechoso; se presentan algunos sulfuros de hierro y cobre diseminados (pirita y calcopirita) y magnetita en bandas alternantes, óxidos de manganeso y hierro secundarios (hematita), sobre todo presentes, en cuarzos muy porosos, rellenando cavidades y en vetillas; acompaña a todo lo anterior, una leve cloritización (Foto XVI).

La veta además, presenta un zoneamiento vertical, en donde a profundidad, se observa un predominio total de los metales base (galena, esfalerita y pirita), con presencia muy escasa de platas rojas (proustita y pirargirita) y exsoluciones sobre la pirita de calcopirita, todo en una matriz de cuarzo y calcita; mientras que hacia niveles más someros, los metales base disminuyen enormemente, la adularia aparece en la ganga y el oro se presenta.

Microscópicamente se observa una textura de relleno de fisuras predominante, con una típica crustificación, pudiéndose distinguir la existencia de dos eventos de emplazamiento de la mineralización.

El primer evento está caracterizado por la asociación, en un mosaico de grano muy grueso, de cuarzo-adularia en proporción 1: 2, en cristales incoloros y lechosos, con clorita, pirita, esfalerita y magnetita. Los grandes cristales de cuarzo-adularia son de formas euedrales a subedrales; están presentes hacia las paredes, con tamaños desde 2 mm hasta 7.5 mm, en una textura de crustificación. En ocasiones presentan un microfracturamiento en el cual se han alojado algunos óxidos secundarios de hierro y

manganeso, además de hallarse rotos por el efecto del segundo evento de mineralización (Foto XVII).

La pirita se encuentra diseminada, ocupando la gran mayoría de los intersticios del mosaico de cuarzo-adularia, en pequeños cristales anedrales - subedrales, con tamaños máximos de 0.15 mm.

La clorita se encuentra homogéneamente distribuida a lo largo y ancho de toda la estructura, pero es más frecuente su presencia sobre la adularia.

La esfalerita y magnetita se encuentran diseminadas en granos subedrales, con tamaños máximos de 0.20 mm y 0.22 mm respectivamente y junto con la pirita, se alojan principalmente hacia los bandeamientos oscuros del primer evento mineralizante.

El segundo evento o pulsación lo constituye la asociación de cuarzo-adularia en proporción 1:3, en agregados criptocristalinos en intercrecimiento con forma de mosaico y en vetillas que provocan el brechamiento del mosaico del primer evento; arcillas muy abundantes, clorita, calcopirita, pirita, esfalerita y magnetita, complementan dicho evento, además de oro libre que representa la parte económica de la veta (para más detalles, ver los reportes mineragráficos, superficies pulidas SP6,7,8 y 10).

El cuarzo-adularia de este evento se manifiesta hacia el centro de la veta, con tamaños máximos de 1.3 mm en un mosaico anedral-eudral, englobando fragmentos rotos de cristales grandes del evento anterior e incluso, fragmentos de diorita y andesita de hasta 6.74 mm de largo, argilizados y con pirita por encima de las plagioclasas. Estas características evidencian la influencia de fluidos ascendentes (láminas QZ259, K7, 12\*,13, 17, 111 y L1 del apéndice petrográfico).

Los sulfuros de Fe, Cu y Zn, existen de manera muy escasa, en cristales diseminados y muy pequeños, con formas anedrales debido a su formación tardía; sus tamaños no exceden los 0.13 mm en promedio. La magnetita, al igual que los sulfuros se presentan diseminados, en granos pequeños (menos de 0.09 mm) y escasos, alojados hacia las etapas tempranas del segundo evento de mineralización.

Se presenta un reemplazamiento de piritita por cuarzo, ya que se localizan secciones exagonales que en el centro presentan cuarzo y hacia los bordes el sulfuro, en tamaños de hasta 0.35 mm y poco abundantes. El oro, metal que representa la parte económica de la veta, se encuentra en granos muy diminutos cuyo tamaño no excede los 0.009 mm, de forma anedral y localizados dentro de una matriz de cuarzo-adularia de grano muy fino y más cristalino que la del evento anterior. Presentó un poder reflector del 76% en promedio (ver SP7 en apéndice mineragráfico).

Complementan la mineralogía total, abundantes arcillas y hematita, junto con óxidos secundarios de manganeso ( superficies pulidas SP6, 7, 8 y 10).

#### 4.4 VETA SANTA FEDERICA

##### 4.4.1 Generalidades

La veta Sta. Federica se localiza hacia el bajo de la veta Animas-Refugio, al este de la misma y se considera que pudiera ser un desprendimiento de la misma; presenta variaciones fuertes en sus tendencias de rumbo y que, sin embargo, promete potencialidad. Esta estructura manifiesta un comportamiento muy errático de sus espesores, pero en general es tan delgada, que se pierde en forma de un vetilleo de cuarzo-adularia.

No obstante, se piensa puede extenderse más hacia el sur del área en cuestión.

#### 4.4.2 Rocas Encajonantes

La veta se encuentra totalmente encajonada por dioritas, las cuales muestran un brechamiento en las tablas de la misma, en donde fragmentos de esta roca muestran argilitización avanzada y están englobados en un vetilleo de cuarzo-adularia.

La argilitización es la alteración más difundida en la roca encajonante, tanto al alto como al bajo, predominando por varios metros a partir de la veta. La silicificación es muy fuerte cerca de las tablas y se pierde pronto en el bajo. La diorita se encuentra ligeramente cloritizada y la piritita está presente de forma diseminada.

#### 4.4.3 Geometría

Se mapearon aproximadamente 105 m de veta, con posibilidad de que continúe hacia el sur; tiene un desnivel de 70 m (de la cota 900 a la 830 m.s.n.m.), (Foto XVIII).

Esta veta tiene un comportamiento muy errático en su rumbo, echado y espesor; para su porción sur, el rumbo varía de N 34° a 65° W, con echados de 65° a 86° SW y espesores de 1.5 a 2 m; hacia la parte centro-norte, se flexiona con un rumbo de N 20° a 37° W, buzando 33° a 56° al SW y con un espesor de 0.3 a 1.5 m; por último en su parte norte, sufre otra flexión, oscilando su rumbo de N 10° a 16° E, con echados al NW de 60° a 67° y un espesor de 4 m, para posteriormente adelgazarse y perderse en forma de ramaleos y una silicificación en la diorita (mapa No. 1, geológico).

#### 4.4.4. Mineralización

Hacia las tablas, la estructura es brechoide, con fragmentos de diorita y pirita diseminada en ellos, cementados por cuarzo-adularia cristalino gris, blanco y amarillo, comunmente acompañado con sulfuros. Hacia el interior de la veta, se presenta un mosaico de cuarzo-adularia bandeado, con crustificación, drúsico y masivo, con altos contenidos de bandas y masas de sulfuros, como pirita diseminada; además existen abundantes oxidos de hierro en cuarzos porosos y oxidos de manganeso (Foto XIX).

Al microscopio se observa una textura de relleno de figuras y crustificación, manifestando dos eventos de asociación mineral. El primer evento lo forma un mosaico de grano grueso de cuarzo-adularia, en proporción 1:2, de tonalidades blancas lechosas, con clorita y pirita diseminadas, donde la primera es más prominente y la segunda, aunque un poco escasa, presenta en ocasiones exsoluciones de calcopirita. Esfalerita y magnetita-hematita, complementan el evento de mineralización.

Los cristales de cuarzo-adularia son subedrales-euedrales y se presentan hacia las paredes con tamaños de 2.5 mm hasta 7.3 mm, frecuentemente rotos por vetillas de la misma composición, pero de textura criptocristalina. La pirita de formas anedrales es muy escasa y ocupa algunos lugares vacíos, aunque generalmente se encuentra rodeada por un halo de esfalerita, alcanzando los 0.35 mm como tamaño máximo promedio del cristal compuesto y los 0.24 mm, cuando la pirita se localiza aislada. En ambos casos es común que presente exsoluciones lamelares de calcopirita; la clorita, en general bien distribuida, se localiza preferentemente sobre la adularia. Por último, la magnetita se presenta en granos abundantes, con tamaños que oscilan de 0.19 mm a 0.43 mm, aislados y que junto con la esfalerita, conforman un bandeado

oscuro muy prominente en el primer evento de mineralización y que en el segundo está casi ausente.

El segundo evento mineral, está representado por un mosaico formado por cuarzo-adularia en proporción 1:3, de tamaños criptocristalino y de formas anedrales; a manera de vetillas, rompe grandes cristales del evento anterior y rellena espacios vacíos. Sus tamaños no sobrepasan a 1 mm de diámetro. Acompañando al cuarzo-adularia, se encuentran clorita diseminada, arcillas, pirita, calcopirita, esfalerita, magnetita-hematita y oro libre.

A manera de bandas burdamente paralelas, no continuas y muy escasas, se presentan la esfalerita, hematita y magnetita, así como pirita, en forma de granos anedrales, bien delimitados, pero aglomerados; sus tamaños promedio no exceden los 0.16 mm. La calcopirita se puede apreciar como diminutas exsoluciones lamelares dentro de los cristales de pirita y como pequeños cristales anedrales de 0.09 mm de tamaño máximo promedio.

Estos minerales metálicos (hematita-magnetita, esfalerita, pirita y calcopirita), se encuentran localizados hacia las etapas iniciales del segundo evento mineralizante, pero son mucho menos abundantes, en comparación con el primer evento.

El oro se presenta como granos muy pequeños y aislados "libres", dentro de una matriz de cuarzo-adularia que representa las etapas finales del segundo evento mineralizante; tiene un poder reflector del 84.3%, es anedral y sus tamaños se encuentran por debajo de 0.009 mm ( muestra SP 5 en apéndice minerográfico). Complementan las especies minerales de la veta, limonita, hematita y óxidos de manganeso ( muestras L16, L16\*, R1 y 371 del apéndice petrográfico y SP1, SP2, SP3, SP4, SP5 y SP9 del apéndice minerográfico).

#### 4.5 VETA SANTA DOLORES

##### 4.5.1 Generalidades

La veta Sta. Dolores se localiza al oeste de la veta Animas-Refugio, al alto de la misma; es una estructura mineralizada que presenta una flexión simoide, lo que implica variaciones en el rumbo de la misma. Su persistencia horizontal es muy corta y no se le volvió a encontrar más allá de lo cartografiado ( mapa No. 1, geológico).

##### 4.5.2 Rocas Encajonantes

Esta veta se encuentra totalmente encajonada por el paquete tobáceo superior en su porción aflorante, cuyas rocas cerca de la estructura manifiestan una argilitización muy fuerte y una silicificación moderada; muestre también una oxidación bastante abundante. Hacia la proción sur de la veta, en los respaldos de la misma, se observa un brechamiento de unos 50 cm de espesor, que contiene fragmentos de roca encajonante muy argilitizados y oxidados, cementados por un mosaico de cuarzo-adularia.

##### 4.5.3 Geometría

La veta Sta. Dolores persiste en superficie aproximadamente 130 m, presentando una flexión al oeste a manera de lazo simoide, tiene un espesor que varía entre 0.4 m y 1.8 m y rumbos que oscilan de N 03° W a N 11° E, con echados de 69° a 87° al W. Presenta un desnivel muy ligero de 40 m, de la cota 970 a la cota 930 m.s.n.m. ( mapa No.1, geológico).



#### 4.5.4 Mineralización

La veta consiste de un cuerpo de cuarzo lechoso, cristalino y algo de amatista, con un comportamiento masivo, drúsico y en ocasiones celular, en cuyas oquedades se encuentran limonita rojiza y óxidos secundarios de manganeso. Dichos óxidos también se observan en vetillas y cubriendo toda la masa de cuarzo. Se presenta piritita diseminada no muy abundante.

En observaciones al microscopio, se presentan dos generaciones de mineral en arreglos de tipo crustiforme y de relleno de espacios vacíos. La primera la constituye un mosaico de grano grueso de hasta 2.85 mm de diámetro de cuarzo-adularia lechoso y cristalino, en proporción 1:2, acompañado de clorita y piritita muy escasos y diseminados.

El segundo evento lo representa un mosaico de grano muy fino criptocristalino de hasta 0.09 mm de diámetro de cuarzo-adularia, en proporción 1:3, en compañía de arcillas, clorita, bornita, hematita especular y piritita, todos diseminados, de tamaños pequeñísimos y poco abundantes.

Los minerales secundarios como hematita, limonita y óxidos de Mn, son más abundantes hacia las zonas más superficiales de la roca, rellenando espacios vacíos, en un intercrecimiento poroso de cuarzo y adularia.

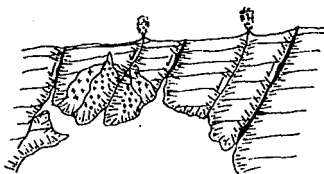
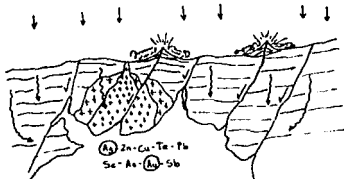
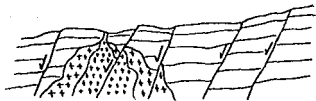
El cuarzo en unión con óxidos de Fe, está presente en fracturas, lo cual sugiere su origen secundario. En general se puede hablar de un mineral poco prometedor, ya que no presenta vestigios de sulfuros argentíferos u otro mineral de importancia económica (muestras SD1 y SD2 del apéndice petrográfico).

#### 4.6 HIPOTESIS GENETICA

Existen varias manifestaciones intrusivas, pero principalmente los diques riolíticos, con las cuales se podría asociar, tanto espacial como temporalmente, a las mineralizaciones descritas, específicamente con sus etapas finales de actividad; sin embargo, con los datos actuales es difícil establecer con precisión estas relaciones, o incluso, si las mineralizaciones no tienen nada que ver con cualquiera de éstas intrusiones, por ello los procesos de fuente-transporte-depósito de los metales son dudosos.

Independientemente de la relación con uno, otro o ninguno de los intrusivos, en la cámara magmática se debió presentar una o varias fases de evolución, es decir, diferenciación del magma, el cual consistiría de fases sólidas (cristales), fases fluidas (gas, vapor, líquido) y la mezcla de ambas. Después de la expulsión de magma, ya sea a manera de productos intrusivos y/o extrusivos, en la cámara magmática se formó una solución subalcalina-alcalina, enriquecida en elementos incompatibles (Au, Ag, Zn, Pb, Cu, Te, Se, Cl, As, Sb, etc.), de donde los metales preciosos, muy probablemente tuvieron su origen. Dicha solución pudo estar enriquecida, ya sea por introducción de aguas meteóricas o por la cristalización primaria de minerales anhidros (principalmente cuarzo y feldespatos).

El sistema presentó una caída en sus temperaturas causada probablemente por convección en el mismo y/o por difusión del calor con la roca encajonante, este fenómeno provocó la precipitación de minerales y con ello un aumento de la fase acuosa y un crecimiento en el volumen del sistema hidrotermal, al tener más material líquido para volatizar, posiblemente aumentado, por una fuerte influencia de agua meteórica; esto sin duda, produjo la alteración de las rocas encajonantes, con la consecuente pérdida de volátiles, que además aprovecharon el



FI	U	N	A	M
TESIS PROFESIONAL				
EVOLUCION DEL				
YAC. MINERAL				
GUZMAN HERNANDEZ G.				1992

sistema de fracturamiento normal preexistente, para precipitar los metales (fig. 10).

No sería raro que el sistema hubiera presentado una actividad como la que se observa en los campos geotérmicos actuales.

Se considera teóricamente, que los metales preciosos precipitarían, cuando más del 20% del total de la masa incluida en la solución mineralizante, se hubiera vaporizado, es decir cuando la fugacidad del oxígeno fuera alta (Ohmoto y Drumond, 1979).

El bajo contenido o presencia de azufre en el sistema, permite pensar en los siguientes aspectos:

-El transporte de los metales preciosos, se realizó bajo un dominio de los complejos de cloro, muy probablemente con presencia de compuestos de As, Te, Se y Sb.

-El azufre que existió, quizás en forma de sulfuros, sirvió para la creación de ácido sulfhídrico, en acción conjunta con aguas meteóricas, el cual permite la descomposición de los complejos de cloro y la consecuente depositación de los metales preciosos.

-Las condiciones físico-químicas pudieron haber sido, por lo tanto, alcalinas y oxidantes, lo cual se comprobaría, si se verificara la inexistencia de bohemita-muscovita (Barnes, 1979), de los cuales el segundo mineral no está presente.

Respecto al origen, es necesario aún considerar otros aspectos. De acuerdo con el escaso contenido de metales base y por el contrario la elevada presencia de adularia en las vetas, el yacimiento se presenta por encima del nivel de ebullición (Buchanan, 1981), ya que dicho nivel marca la existencia del

nivel inferior de metales preciosos y el límite superior de metales base.

La textura en bandas monominerales (relleno de fisuras y crustificación) e incluso, el rompimiento que la fase criptocristalina provoca a la fase primaria de tamaños mayores de cristales (brechamiento intramineral), fueron causados por un sellamiento y refracturamiento en el sistema de fracturas y fallas, lo que provocó también una ebullición repetida, por pérdida de presión.

Por último el yacimiento de la zona de "El Coco", se ha clasificado como hidrotermal de baja temperatura tipo "hot spring", todo ello de acuerdo a las siguientes características:

- \*Presencia de vetas de cuarzo-adularia con texturas de relleno de fisuras.
- \*Presencia de fallas normales por probable asociación con calderas.
- \*Presencia de un ambiente ígneo terciario (extrusivo e intrusivo).
- \*Brechamiento en las tablas de las vetas.
- \*Cubierta de alteración hidrotermal de bajo Ph.
- \*Bajo contenido en azufre.

## CAPITULO V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las estructuras mineralizadas que se estudiaron, no presentan en especial una preferencia para alojarse en una determinada litología, si acaso, son más consistentes en las dioritas.

La oxidación y las guías fisiográficas han sido las únicas usadas en la localización de los cuerpos mineralizados, sin embargo, existen otras dos:

1.-Guías litológicas: Las rocas que encajonan la mineralización se presentan brechadas en las cercanías de los cuerpos mineralizados.

2.-Guías Mineralógicas: Los respaldos de todas las estructuras mineralizadas se encuentran fuertemente silicificadas. La argilitización está muy distribuida y la propilitización no está muy desarrollada.

El espesor de los cuerpos mineralizados es muy variable y oscila desde unos centímetros hasta la decena de metros; mientras que los rumbos de las vetas y fracturas quedan dentro de dos patrones, uno mayor de N 30° a 45 W y otro menor de N 00° a 15° W.

Los valores de metales preciosos varían dentro de una misma estructura, dado que se forman clavos, los cuales han sido explotados y se encuentran en aparente relación con las flexiones que sufre la veta.

De acuerdo con los rasgos mineralógicos encontrados, las vetas se han formado por encima del nivel de ebullición, en donde son evidentes dos eventos; el primero con proporción 1:2 de

cuarzo-adularia, de grano grueso y muy pobre en metales preciosos, y el segundo, con proporción de 1:3 de cuarzo-adularia, de grano muy fino y con mucho mayor contenido de metales preciosos, sin embargo, se espera que se llegue a profundidad al nivel de metales base, por debajo del mencionado nivel de ebullición. Texturalmente predomina el relleno de cavidades en bandas y crustificación.

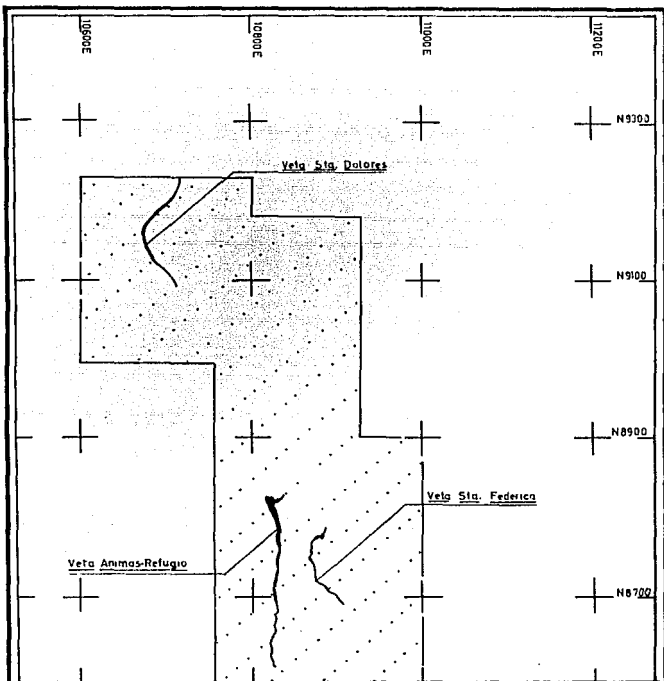
A corto plazo, se debe seguir la cartografía de la veta Animas-Refugio, así como tratar de localizar todas aquellas estructuras relacionadas con ésta; tal acción, se debe hacer aún más hacia el sur, dirigida a puntos en donde muy probablemente persista.

Así mismo, la cartografía a detalle en escalas 1:500 ó 1:250, apoyado por zanjeos estratégicos, sería lo indicado para lograr un mejor conocimiento de las mineralizaciones, principalmente en los lugares en donde aparentemente desaparecen o están cubiertas.

Por otro lado, se debe de hacer trabajo de reconocimiento completo en las obras mineras antiguas de la región, con el fin de definir de manera formal, las reservas potenciales de las estructuras y decidir sobre su exploración (Fotos XX-XXIII).

Aún cuando el potencial verdadero de la zona no se puede precisar con los datos obtenidos en este trabajo, se puede sugerir que la zona presenta un potencial bastante prometedor, en lo que a metales preciosos se refiere. La zona económicamente atractiva, está restringida a las vetas y sus alrededores, limitada a unas 15 hectáreas del total de 33 que fueron cubiertas, lo cual implicaría una reestructuración en la geometría del lote minero, dejando fuera de él, las zonas sin interés (fig. 11).





AREA DE INTERES



ESCALA 1: 4000

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
AREA DE INTERES	
no. 11	
GUZMAN HERNANDEZ G.	1992

En realidad lo verdaderamente recomendable, es realizar, aparte de lo anterior, un buen muestreo que determine de manera veraz dicho potencial, acompañado de buenos análisis químicos y si es posible, utilizar métodos indirectos; por otro lado, se debe dirigir la exploración hacia zonas vírgenes o menos exploradas, a través de una prospección superficial detallada que incluya estudios paragenéticos completos, esto es, que abarque una petrografía total (principalmente de alteraciones hidrotermales), inclusiones fluidas y estudios de superficies pulidas.

Las exploraciones geoquímica y geofísica no se han utilizado en la zona, principalmente por dos motivos:

- a).- El proyecto se encuentra en una etapa de exploración superficial muy precoz, y
- b).- Su objetivo actual es la exploración y cartografía, sólo de las estructuras que afloran, infiriendo con datos superficiales su comportamiento en el subsuelo.

No obstante, al tratar de buscar vetas ocultas, será necesario el uso de estas técnicas; esto se vislumbra como un objetivo a mediano plazo. En geofísica, los métodos eléctricos, principalmente el de caída de potencial, sería el recomendable, dadas las propiedades alto resistivas de las vetas de cuarzo; mientras que el electromagnético sería el útil para sulfuros. En geoquímica, el análisis de los elementos indicadores de Au y Ag, sería lo ideal, pero en una zona de gran capa de suelo, su análisis, principalmente en la fracción gruesa, sería lo óptimo, no obstante, se debe tener cuidado con posibles contaminaciones.

Se cartografiaron un total de 36 hectáreas efectivas, de un terreno difícil, lo cual representa un buen avance, sobre todo si se considera que el área cuenta con fuertes pendientes, aún por encima de los 50°, con una vegetación bastante cerrada.

Por último, cabe mencionar que tanto la topografía, la vegetación, así como la presencia del pueblo de "El Coco", influyeron en la geometría del levantamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- Amador, C., 1990. Guía turística de México. Sinaloa. Secretaría de Turismo. México.
- Atwater, T., 1970. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western North America. Geol. soc. American Bull. V. 81. p. 3513-3536.
- Barnes, H. L., 1979. Geochemistry of hidrothermal ore deposits. Willey Interscience Publications. New York.
- Bassols B., A., 1985. Geografía de México. Edit. Trillas. México.
- Best, M. G., 1979. Igneous and Metamorphic Petrology. W. H. Freeman and Co. New York.
- Buchanan, L. J., 1981. Precious metals deposits associated with volcanic environments in the southwest. In: Tectonics environments en the southern California, Ariz. Geol. Soc. Digest, Vol 14, p. 237-262.
- Clark, F. K., Damon, E. P., Shaffiqulla, M., Schutter, S. 1979. Magmatismo en el norte de México en relación a los yacimientos metalíferos. Revista Geomimet, Vol. 106, p. 8-57.
- Coney, P. M. and Reynolds, S. J., 1977. cordilleran Benioff Zones. Nature. Vol. 270. p. 402-406.
- Damon, P. E., Shaffiqulla, M. and Clark, F. K., 1981. Age trends of igneous activity in relation to metallogenesis in southern cordillera. Ariz. Geol. Soc. Digest. Vol. 14, Tucson, Arizona. p. 137-157.
- Demant, A. y Robin, C.l, 1975. Las Fases del vulcanismo en México. Una síntesis en relación con la evolución geológica desde el Cretácico Tardío. Rev. del Inst. de Geología. U.N.A.M., Vol 75(1), p. 70-83.
- Derrau, M., 1987. Las formas del relieve terrestre. Nociones de Geomorfología. Edit. Toray-Masson, S. A. Barcelona, España.
- Esquivel V., J. S. y Zaragoza, B., J. A., 1989. Geología y Prospección Minera del Dto. de San José de Gracia, Sinaloa. Tesis Profesional. Ingeniero Geologo. F. I., U.N.A.M., Inédito.

- Fernández, T. R., 1987. Estudio geológico del área "El Fuerte-Las Estacas", Estados de Sonora y Sinaloa. Tesis Profesional. Ingeniero Geologo. F. I., U.N.A.M.
- García L. H., Cordero M. Y. y Santín G. C., 1984. Geografía de la República Mexicana. Edit. Herrero. México.
- Gastil R. G., Jensky W. y Barthelmy, 1976. La zona batolítica del sur de California y el occidente de México. Bol. Soc. Geol. Mex. Vol. 37, p. 84-90.
- Guerra P. F., 1980. Fotogeología. Fac. de Ingeniería. U.N.A.M. México.
- Gutiérrez M. I., 1986. Estudio metalogenético del Estado de Sinaloa. Tesis Profesional. Ingeniero Geologo. F. I., U.N.A.M. Inédito.
- Lugo H. J. I., 1988. Elementos de geomorfología aplicada (métodos cartográficos). Inst. de Geografía. U.N.A.M. México.
- McDowell F. W. and Clabaugh M., 1979. Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relations to the tectonic history of western Mexico. Geol. Soc. Am. Bull. Special Paper 180, p. 113-124.
- , 1981. The igneous history of the Sierra Madre Occidental to tectonic evolution or western Mexico. Rev. Inst. de Geol. Vol. 5 No. 2 U.N.A.M. p. 195-206.
- McKinstry h., 1977. Geología de Minas. Edit. Omega. Barcelona, España. p. 671.
- Ohmoto H. and Drumond S. E., 1979. Effects on boiling on mineral solubilities on hidrothermal solutions. Geol. Soc. of Am. 92nd. Ann.
- Ragan D. M., 1980. Geología Estructural. Edit. Omega. Barcelona, España.
- Raisz E., 1959. Land Forms of Mexico. Cambridge Mass. Geographic Branch of office kof Naval Research.
- Royo Yaníz R. R., 1990. Estudio de las rocas básicas y ultrabásicas en el estado de Sinaloa: Posibilidad de un complejo ofiolítico en Bacurato. Tesis Profesional. Ingeniero Geologo. F. I., U.N.A.M. Inédito.

Rzedowsky J. y Equihua M., 1987. Flora. Atlas Cultural de México.  
SEP-INAH y Grupo Editorial Planeta. México.

Sáenz de la Calzada C., 1986. Geomorfología General. Edit.  
Esfinge, México.

Stanton R. L., 1972. Ore Petrology. Edit. McGraw  
Hill.U.S.A. p.713.

Tyrrel, G. W., 1984. Principios de Petrología. Edit. CECSA.  
México. p.369.

Viers G., 1984. Climatología. Edit. Oikos-Tau. Madrid, España.

-----, 1985. Geomorfología. Edit. Oikos-Tau. Madrid, España.

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localizaciòn del àrea de estudio
- Figura 2. Vias de Comunicaciòn
- Figura 3. Prov. Fisiogràficas de Mèxico
- Figura 4. Prov. Fisiogràficas de Sinaloa
- Figura 5. Evoluciòn Tectònica
- Figura 6. Evoluciòn Tectònica
- Figura 7. Depòsitos Minerales del Norte de Mèxico
- Figura 8. Roseta de Fracturas
- Figura 9. Diagrama de Polos
- Figura 10. Evoluciòn Hipotètica del Yacimiento Mineral
- Figura 11. Area de interès del lote minero Ampl. Nvo. Refugio I

## APENDICE PETROGRAFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 305 XEN

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrystalina

TEXTURAS Subedral-Eudral, Poikilitica, Glomeroporfidica,

Intergranular, Traquítica

MINERALES ESENCIALES

Andesina

MINERALES ACCESORIOS

Opacos

Olivino (trazas)

Augita

Hornblenda

MINERALES SECUNDARIOS

Epidota Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcrystalina

Adularia (2) Calcita

de plagioclasas

Guarzo Clorita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Epidota reemplazando los bordes de  
plag. Cloritización de ferromagnesianos. Clorita reemplazando los  
bordes de plag. Calcita sustituyendo plag. y hornblenda (?) y  
presente en los huecos dejados por la matriz. Argilitización  
y silicificación incipientes y propilitización moderada.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca ignea intrusiva hipabisal,  
de composición intermedia, Diorita Hipabisal.

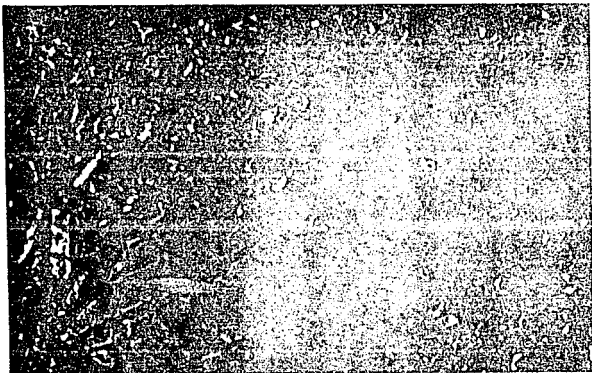


Foto 1.- Con luz paralela; diorita que muestra fenocristales de plagioclasas, restos de augitas cloritizadas, opacos sobre la matriz incipientemente argilitizada. Epidota y clorita reemplazando plagioclasas.

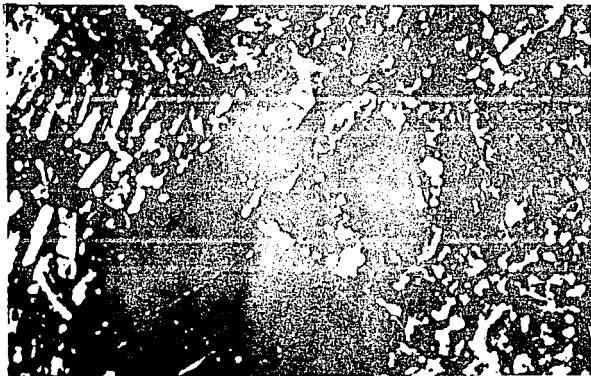


Foto 2.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

Nota: Todas las fotografías fueron tomadas con el objetivo 10 X.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 305

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocrystalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrystalina

TEXTURAS Subedral-Eudral, Porfídica, Poikilítica, Intergranular

MINERALES ESENCIALES

Andesina

MINERALES ACCESORIOS

Augita

Opacos

Hornblenda

Olivino (trazas)

MINERALES SECUNDARIOS

Epidota Cuarzo

Clorita Adularia (?)

Calcita Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcrystalina de

plagioclasas

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se presenta un reemplazamiento  
de plagioclasas por epidota y clorita resultando en bordes de

corrosión. Vetillas escasas de cuarzo-adularia(?) con calcita y

clorita. Serpentinización de piroxenos por hidrotermalismo. Clori-  
tización de ferromagnesianos. Propilitización moderada. Silicifica-  
ción y cloritización incipientes.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Boca ígnea intrusiva hipabisal,  
de composición intermedia. Diorita Hipabisal.



Foto 3.- Fenocristales de plagioclasas y augita cloritizadas ligeramente. Se presentan opacos y epidota reemplazando plagioclasas en sus bordes y centro (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 295

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrystalina

TEXTURAS Porfídica-Fanerítica, Subedral, Mirmekítica, Granofídica,

Felsofídica y Poikilitica

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Andesina

Opacos

Cuarzo (trazas)

Augita

Zircón (trazas)

Hornblenda

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Cuarzo Adularia (?)

Matriz microcrystalina muy

Clorita-Epidota-Calcita

argilitizada.

Serpentina y arcillas

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Aglomeración de opacos en zonas de al-  
teración. Clorita y epidota derivadas de plagioclasas; clorita y ser-  
pentina derivadas de piroxeno. Silicificación fuerte y propilitiza-  
ción muy fuerte. La propilitización se presentó primero que la si-  
licificación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca ígnea intrusiva hipabisal,  
de composición intermedia, Diorita Hipabisal.

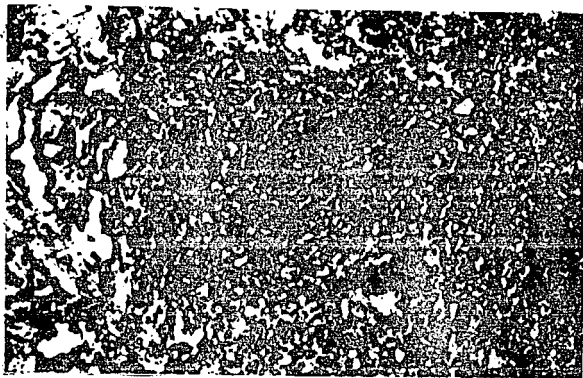


Foto 4.- Luz paralela. Aglomeración de opacos en un relieto de feno cristal de plagioclasa muy alterada. Hacia los bordes se observa clorita y epidota. Silicificación y propilitización fuertes.

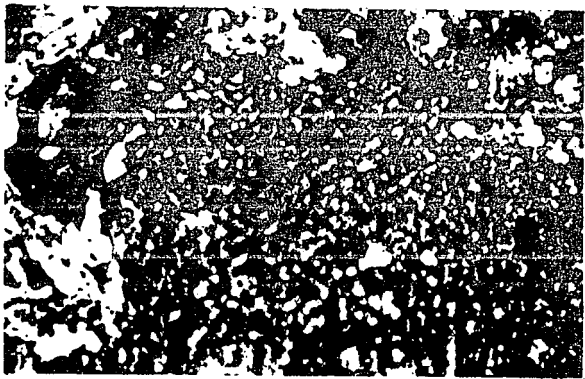


Foto 5.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 258-259 Grd

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocrystalina GRANULARIDAD Mesocrystalina

TEXTURAS Subedral, Granítica, Poikilítica y Mirmekítica

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

Oligoclasa

Albita (?)

Microclina

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)

Hornblenda (?)

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas

Clorita

Epidota

Calcita

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización muy fuerte con cloritización, debida probablemente a una propilitización moderada. Los feldespatos son reemplazados principalmente por arcillas.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Granodiorita, roca de origen ígneo intrusivo y de carácter ácido.

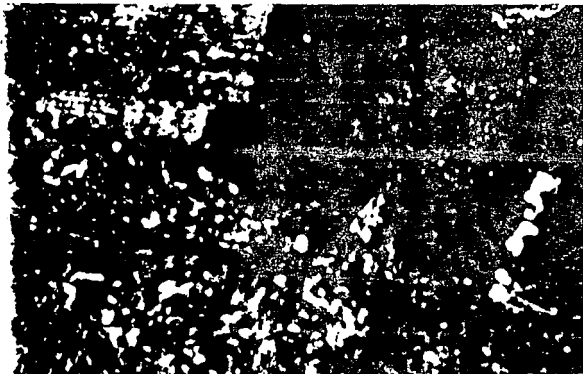


Foto 6.- Fenocristales de plagioclasas y microclina argilitizados con un relicto de hornblenda cloritizada (NX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 310 Grd

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Macro-Mesocristalina

TEXTURAS Subedral, Granofídica, Poikilítica, Fanerítica y Burda

Mirmekítica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa  
Albita (?)  
Microclina

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)  
Hornblenda

MINERALES SECUNDARIOS

Epidota  
Clorita  
Arcillas  
Calcita

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Propilitización moderada. Argilitiza-  
ción incipiente. Las plagioclasas manifiestan islas de reempla-  
zamiento por epidota, clorita y calcita. Clorita, epidota y opacos aglomera-  
dos, reemplazando plagioclasas. Cuarzo corroído, por probable aporte  
de sílice a la alteración.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Granodiorita, roca de origen  
ígneo-intrusivo y de carácter ácido.

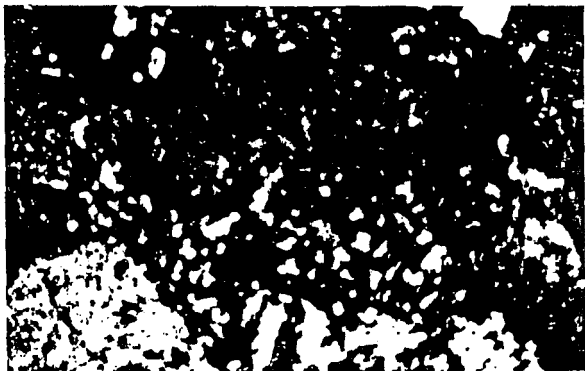


Foto 7.- Fenocristales de plagioclasa, microclina y cuarzo con bordes corroídos por epidota y arcillas; opacos aglomerados sobre zonas de argilitización más fuerte.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 296

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macricristalina

TEXTURAS Budal-Subudal, Glomeroporfidica, Trauquítica, Granofidica, Felsofidica y Porfidica.

MINERALES ESENCIALES

Andesina

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita)

Hornblenda cloritizada

MINERALES SECUNDARIOS

Clorita

Epidota (trazas)

Calcita

Arcillas Cuarzo

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcristalina con aspecto en general de flujo, formada por plagioclasas

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Cloritización de Plagioclasas. Granos de epidota sobre plagioclasas. Pirita acompañando a la cloritización. Cuarzo en vetillas, relleno de cavidades, como mosaico anedral de grano medio. Cloritización fuerte, Silicificación media, Argilitización moderada a fuerte en plagioclasas, Oxidación incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca ígnea extrusiva con desarrollo de fenocristales de plagioclasas, de composición intermedia. Andesita.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 299

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina con feno  
cristales de Plagioclasas  
TEXTURAS Subedral-Anedral, Felsofrica, Glomeroporfídica,

Porfídica, Traquítica

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Andesina

Opacos (Hematita y Pirita)

Hornblenda (?) cloritizada

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Cuarzo

Matriz microcristalina de

Arcillas

Plagioclasas y cuarzo.

Clorita

Epidota (trazas) Calcita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización de plagioclasas en reempla-  
zamientos totales y parciales. Silicificación en vetillas, rellenando  
espacios vacíos y en cavidades. Oxidación incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca ígnea extrusiva con desarro-  
llo de fenocristales de plagioclasas, de composición intermedia.  
Andesita.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 360

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocrystalina GRANULARIDAD Micro-Mesocrystalina  
con fenocristales de plag.  
TEXTURAS Subedral-cuedral, Porfidica, Traquitica

MINERALES ESENCIALES

Andesina  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (henatita y Piritita)  
Hornblenda (?)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MINERALES SECUNDARIOS

Clorita  
Arcillas  
Cuarzo  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcrystalina de plagioclasas  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Presenta argilitización y cloritización moderadas y una incipiente silicificación. Los minerales opacos se alojan en los huecos dejados por la argilitización de las plagioclasas.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca ígnea extrusiva con desarrollo de fenocristales de plagioclasas, de composición intermedia.  
Andesita.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Foto 8.- Fenocristales de andesina en una matriz plagioclásica, que presenta reemplazamiento por arcillas (argilitización moderada), opacos y clorita (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 337

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Micro-Macrocrystalina

TEXTURAS Subedral-Anedral, piroclástica, Traquítica, Brechoide.

MINERALES ESENCIALES

Andesina

Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (probable pirta)

Líticos de andesita y trazas de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo

Epidota-Calcita

Clorita

Adularia (?)

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcrystalina de Plagioclasas y vidrio.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se presentan abundantes vetillas de cuarzo-adularia(?). Opacos con halos de oxidación. Epidota se presenta como reemplazamiento de plagioclasas. El vetilleo corta a la propilitización. Silicificación y propilitización fuertes. Silicificación en dos generaciones, una de grano fino y otra grueso.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Brecha Andesítica Lapillítica, esto último por la dimensión de los líticos. Es producto de un evento piroclástico intermedio.

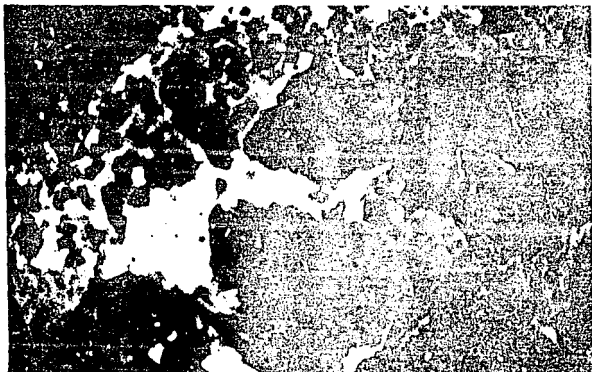


Foto 9.- Luz paralela. Fragmentos de andesina propilitizada fuertemente, embebidos dentro de una silicificación intensa. Opacos y arcillas dentro de los fragmentos líticos.

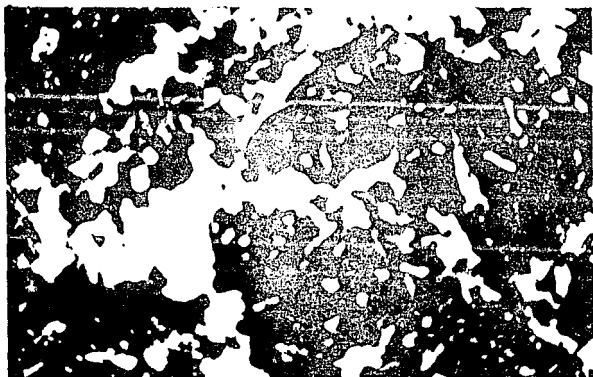


Foto 10.- La misma roca anterior con Nicols Cruzados (NX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 343

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Piroclástica, Traquítica, Vacuolar, Brechoide

MINERALES ESENCIALES

Andesina

Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita)

Líticos de andesita

Augita (?)

MINERALES SECUNDARIOS

Epidota

Clorita

Cuarzo-Adularia(?)

Calcita

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz vitro-cristalina (Plagio-  
clasas)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Epidota y clorita derivadas de plagio-  
clasas y vidrio, los cuales manifiestan corrosión. Propilitización  
muy marcada, manifiesta por un fuerte color verde. Silicificación  
incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Baza ígnea piroclástica de compo-  
sición intermedia. Toba Brecha Andesítica Lapillítica, por el tama-  
ño de los fragmentos líticos.

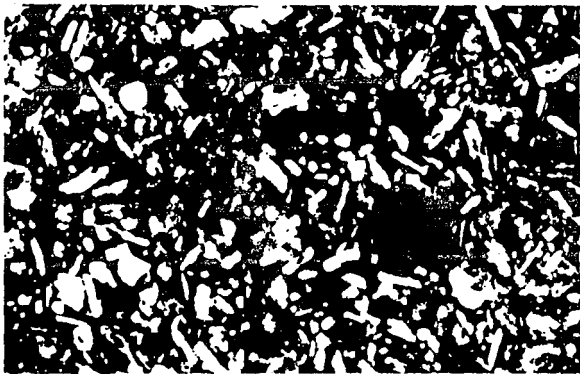


Foto 11.- Fragmento de andesita que muestra propilitización con arcillas, clorita y epidota, bastante marcada (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. K - 4

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Piroclástica, Traquítica

MINERALES ESENCIALES

Andesina en los líticos  
Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)  
Líticos de andesita

MINERALES SECUNDARIOS

Epidota  
Clorita  
Arcillas Calcita  
Cuarzo-Adularia (?)

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz vítrea-cristalina (plagioclasas)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Manifiesta dos eventos: 1. Cloritización  
marcada por clorita en los líticos. 2. Silicificación, marcada por  
un cuarzo tipo veta, que a manera de vetillas corta a la roca, acom-  
pañado por adularia (?). Los minerales opacos se encuentran concen-  
trados en este evento. 1er. evento moderado, 2do. muy fuerte.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Brecha Andesítica Lapillítica.  
Roca piroclástica de carácter intermedio.

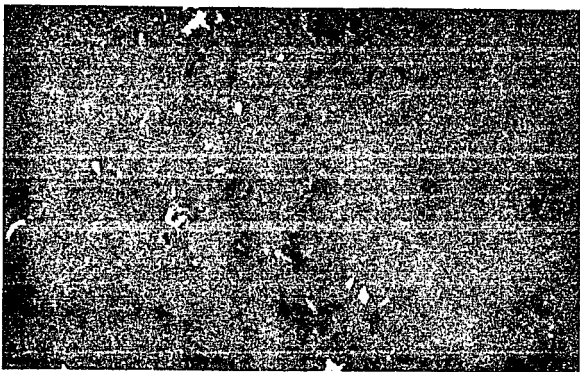


Foto 12.- Luz paralela. Fragmentos de andesita muy cloritizados y argilitizados con opacos incluidos, unidos por una silificación muy fuerte y vidrio.

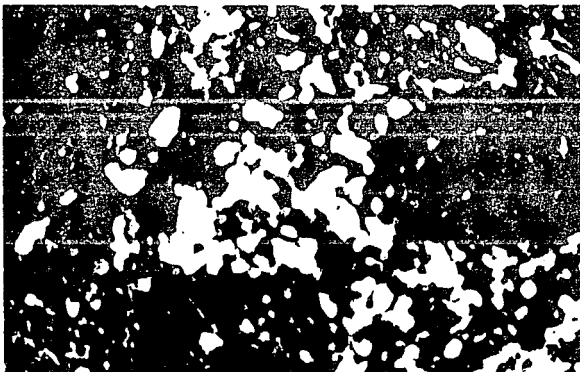


Foto 13.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. K - 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Micro en clastos, Macro  
en vetillas.  
TEXTURAS Subedral-Anedral, Traquítica, piroclástica, Entaxítica.

MINERALES ESENCIALES

Andesina (en Clastos)  
Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita Y Hematita)  
Líticos de andesita  
Erag. de mosaico anedral de cuarzo

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia(?) (en vetas)  
Clorita  
Arcillas  
Epidota Calcita

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz vítreo-microcristalina de  
plagioclasas

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se presenta propilitización en los  
clastos, los cuales son cortados e incluso unidos por silicificación  
en vetillas. por lo menos de 2 tipos, uno grueso y otro delgado.  
Ambas alteraciones son fuertes. La silicificación se sobrepone a la  
propilitización.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Brecha Lapillítica Andesítica  
Roca de carácter intermedio, producida por un evento piroclástico.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 277

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Anedral-Subedral, Glomeroporfídica, Mirmekítica, Granofí-  
dica, Felsófrica y Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Hematita y Pirita)

Oligoclasa

Circón (trazas)

Sanidino

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Cuarzo-Adularia(?)

Matriz microcristalina de cuarzo  
y feldespatos

Arcillas

Clorita (?)

Epidota (?)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Hematita en vetillas. Cuarzo y plagioclasas primarios se presentan muy porosos, sólo en ocasiones el cuarzo secundario también es poroso. Silicificación en la matriz y rellenando cavidades. Silicificación fuerte. Propilitización y argilitización incipientes. Oxidación moderada.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Rioltica Cristalina. Roca de origen ácido piroclástico.

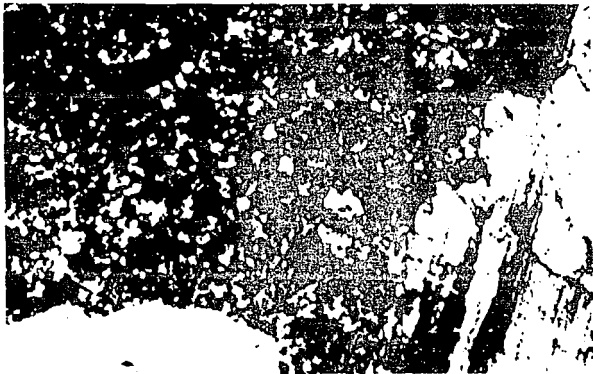


Foto 14.- Fenocristales de plagioclasa y cuarzo porosos, de bordes corroídos por una argilitización en la matriz cuarzo-feldespática (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 280

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina con

TEXTURAS Subedral-Anedral, Granofidica, Pseudo <sup>Fenocristales</sup> mirmekitica,

esferulitica y Piroclastica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Pirita)

Oligoclasa

Sanidino

Vidrio en esferulitas

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Cuarzo-Adularia(?) en vetillas

Matriz microcristalina de Cuarzo

Clorita

y Plagioclasas, muy argilizada

arcillas

Epidota (trazas) Calcita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES El cuarzo y plagioclasas primarias pre-  
sentan fuerte porosidad. Argilitización por encima de silicificación,  
la cual se presenta como relleno de cavidades. La roca en general es  
porosa por posible disolución de feldespatos. Silicificación fuerte,  
al igual que la argilitización; propilitización incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolitica Cristalina. Roca  
de origen ácido piroclástico.



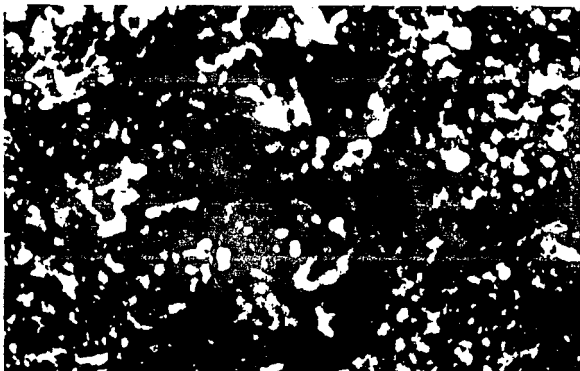


Foto 15.- Esferulitas de vidrio secundario, dentro de una matriz cuarzo-feldecspática argilitizada (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. G - 3

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Microcristalina  
TEXTURAS Anedral-Subedral, Glomeroporfídica, Pelsofírica, Piroclás-  
tica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (hematita)  
Lítricos Anidesfíticos

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia(?)  
Epidota (trazas)  
Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz Vítreo-cristalina

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES silicificación muy fuerte y argiliti-  
zación moderada. Se presentan vetillas de cuarzo-adularia(?) en la  
roca. La argilitización, por relaciones cortantes, es presilicifi-  
cación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Rioltica Cristalina.

Roca de origen ácido piroclástico.

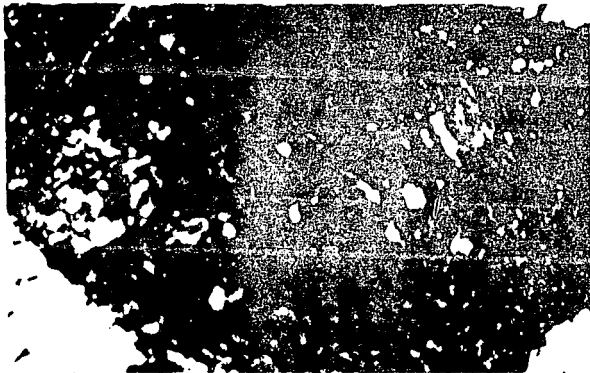


Foto 16.- Fenocristales de sanidino y cuarzo. Matriz cuarzo-feldspática muy argilitizada (MX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA NO. G - 7

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Microcristalina

TEXTURAS Anedral, Glomeroporfidica, Felsofrica, Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita)  
Líticos Andesíticos

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia (?)  
Epidota (trazas)  
Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz vítreo-cristalina

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Silicificación muy fuerte y argiliti-  
zación moderada. Se presentan vetillas de cuarzo-adularia (?) en la  
roca. La argilitización, por relaciones cortantes, es presilicifi-  
cación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolítica Cristalina. Roca  
de origen ácido piroclástico.

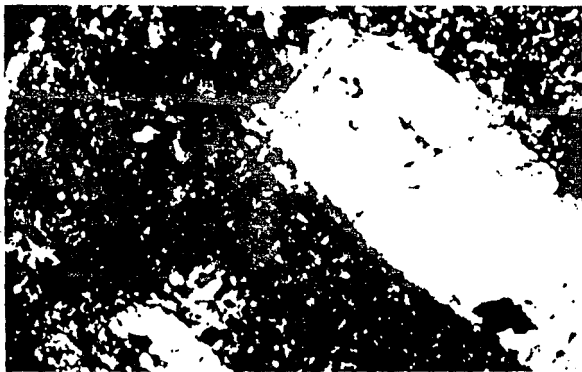


Foto 17.- Fenocristales de plagioclasa embebidos en una matriz vítreo-cristalina de carácter eudral-subedral (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. K4 + 5i

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Anedral-Subedral, Felsofírica, Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita)  
Líticos Andesíticos

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia(?)  
Epidota (trazas)  
Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz vítreo-cristalina

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Silicificación muy fuerte y argiliti-  
zación moderada. Se presentan vetillas de cuarzo-adularia(?), alea-  
torias en la roca. La argilitización, por relaciones cortantes, es  
presilicificación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolítica Cristalina.

Roca de origen piroclástico ácido.

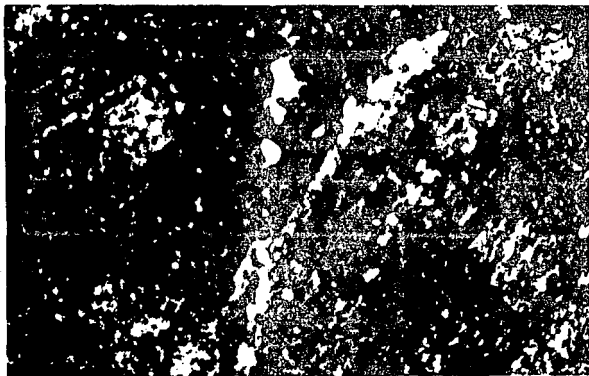


Foto 18.- Fenocristales de plagioclasas argilitizadas con una silificación en forma de vetilla, en una matriz cuarzo-feldespática argilitizada (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 266

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Microcristalina

TEXTURAS Subedral-Anedral, Piroclástica, Pilotaxítica local y

Felsofírica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa  
Sanidino  
Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)  
Líticos de tobas ácidas y  
vítreas

MINERALES SECUNDARIOS

Clorita  
Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcristalina de cuarzo  
feldespatos y vidrio ácido.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES El vidrio de la matriz se encuentra en  
parte devitrificado. Todos los frag. están rotos y angulosos. La al  
teración es incipiente en feldespatos potásicos. Se presenta una  
argilitización incipiente, más bien producida por lixiviación. Clo  
ritización ligera.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA La roca es producida por un even-  
to ígneo extrusivo de composición intermedia-ácida, piroclástico.  
Toba Soldada (Ignimbrita).



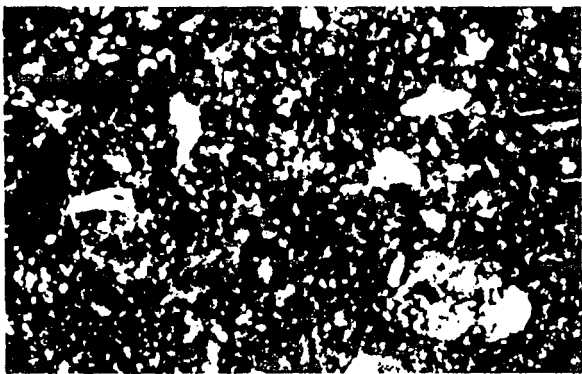


Foto 19.- Fragmento de toba cristalina cloritizada que forma parte de una toba soldada (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 240 - 241

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holo-Hipocristalina GRANULARIDAD Micro-criptocristalina

TEXTURAS Subedral, Afanítica, Felsofírica, Vacuolar-amigdaloides,  
Piroclástica y Drúsica en cuarzo.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa  
Sanidino (?)

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (hematita)  
Líticos (Tobas ácidas)

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas  
Clorita  
Cuarzo

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz criptocristalina de cuarzo  
feldespatos y vidrio

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización muy fuerte y silicifica-  
ción moderada. Silicificación a manera de vetillas y aglomerados de  
cuarzo anedral de grano grueso, en pequeñas oquedades rellenas en  
crecimiento drúsico. La argilitización corta a la silicificación.  
Alta porosidad por posible lixiviación de feldespatos potásicos.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolítica Cristalina de  
origen piroclástico ácido.

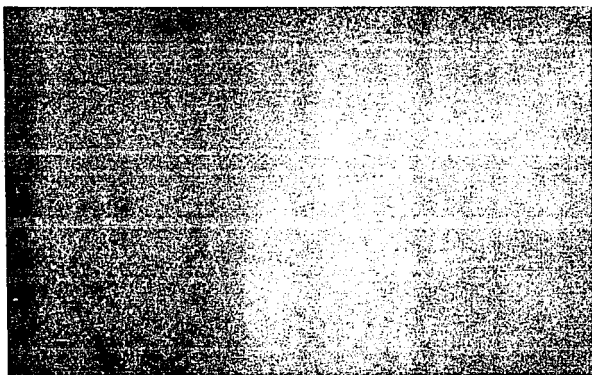


Foto 20.- Luz paralela. Fenocristales de sanidino porosos, atacados por argilitizaci3n fuerte, que alberga a opacos. Matriz - cuarzo-feldesp3tica argilitizada fuertemente.

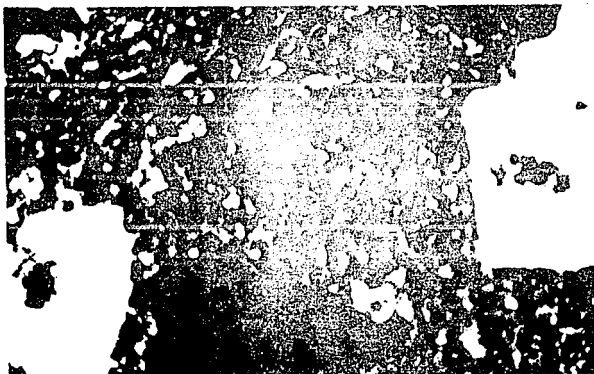


Foto 21.- Misma roca anterior con Nicol en Cruzado (NE).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 252

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Subedral-Euedral, Felsofirica, Amigdaloidal (vidrio),

Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (hematita)

Porfiroclastos de Oligoclasa

Liticos de Tobas ácidas

" Sanidino

Vidrio

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas

Matriz de cuarzo-plagioclasas

Cuarzo (en vetillas)

con arcillas, criptocristalina

Vidrio (en amigdalas)

y vidrio.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización muy fuerte y silicifica-  
ción ligera. Alta porosidad por lixiviación de feldespatos potásicos;  
Sanidino con bordes corroídos. La argilitización procede de la matriz  
criptocristalina-vítrea.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolítica Cristalina de ori-  
gen piroclástico ácido.

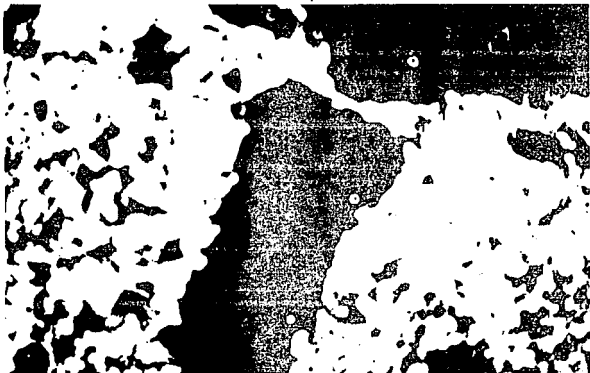


Foto 22.- Hueco de terminaciones muy regulares que sugiere espacio dejado por un cristal de feldspato al lixiviarse (?) (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 258 - 259

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Anedral-Subedral. Aplítica, Poikilítica(local), Piroclás-  
tica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos corroídos (Pirita y Hematita)

Sanidino

Líticos de Tobas ácidas

Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Clorita (abundante)

Matriz microcristalina cuarzo-

Epidota

feldespática cloritizada.

Arcillas (local)

Calcita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES La cloritización se manifiesta en la  
matriz bordeando a los cuarzos y oligoclasas. Epidota derivada de  
plagioclasas. Plagioclasas con bordes de reemplazamiento por clorita-  
epidota y sólo pocas arcillas (caolín); también en islas y vetillas  
de clorita-epidota. La matriz originalmente fue vidrio (?).

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Cristalina ácida.

Roca piroclástica de composición ácida.

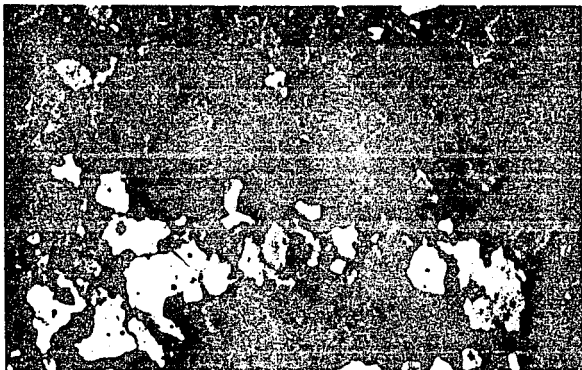


Foto 23.- Luz paralela. Cloritización marcada entre los cristales de un mosaico equigranular cuarzo-feldespático.

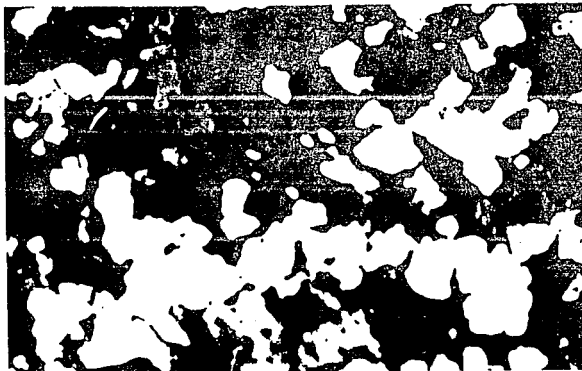


Foto 24.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 259VAR

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Macro-Microcristalina

TEXTURAS Anedral-Subedral, Glomeroporfídica, Felsosférica, Granofé-  
dica, Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Hematita)

Oligoclasa

Líticos abundantes de Toba

Sanidino (?)

Acida

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Cuarzo (Vetillas y relleno)

Matriz microcristalina de

Arcillas

cuarzo y feldespatos

Epidota y Calcita (trazas)

Clorita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización moderada, silicificación  
fuerte y oxidación y propilitización incipientes. La silicificación  
se presenta como un mosaico inequigranular de cuarzo y adularia(?)

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Rioltica Cristalina-Lítica  
Acida, de origen piroclástico.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 270

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Cripto-Mesocristalina

TEXTURAS Anedral, Felsofirica, Vesicular no muy abundantes, Afanítica Piroclástica.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa (Fenocristales)  
Sanidino (trazas)

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)  
Líticos (Toba ácida)

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas  
Clorita  
Epidota (trazas)  
Calcita (trazas)

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz criptocristalina de cuarzo y feldespatos

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización muy fuerte y propilitización incipiente. Porosidad moderada por destrucción de líticos y cristales. Deformación secundaria de plagioclasas, con bordes corroídos por arcillas, las cuales también reemplazan lo que parece vidrio (?).

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riolítica de origen pitoclástico ácido.

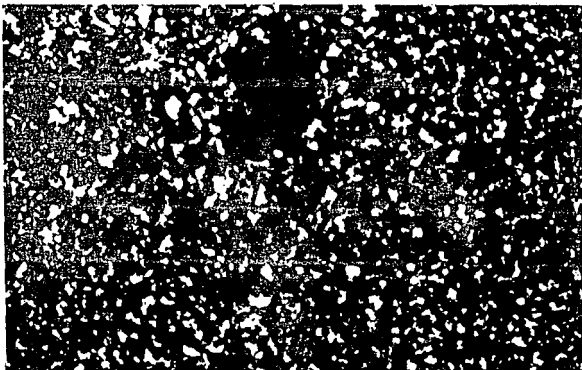


Foto 25.- Matriz cuarzo-feldespática muy argilitizada; espacio poroso dejado por probable lixiviación de fenocristales de feldespatos (?). Opacos en la matriz (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 300

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Subedral-Anedral, Granular, Granofidica, Vacuolar (local),

Piroclástica, Mosaico equigranular.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo (poroso)

Opacos (oxidos y pirita(?))

Sanidino

Líticos de Tobas ácidas

Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas muy abundantes (caolín)

Matriz microcristalina cuarzo-

Cuarzo

feldespática.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES El cuarzo y oligoclasa están extrema-  
damente corroidos y porosos, bordeados y sobre puestos por arcillas.  
Los opacos están en aglomeraciones profenciales. Argilitización muy  
fuerte.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba cristalina ácida.

Roca de origen piroclástico.

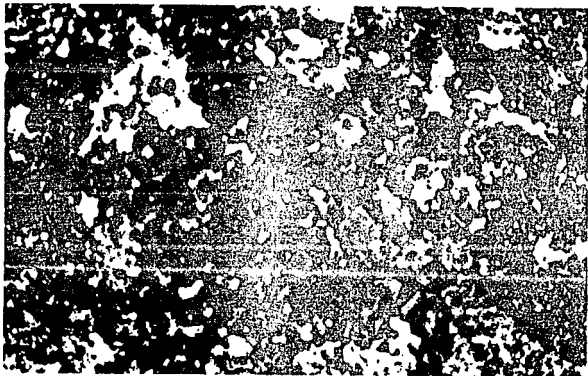


Foto 26.- Argilitización muy intensa en la matriz. Fenocristales de cuarzo y plagioclasa con bordes corroídos. Opacos concentrados en argilitización extrema.(NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. Santa Dolores (Toba)

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Hipocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Anedral-Subedral, Vesicular y Piroclástica

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa  
Sanidino (?)  
Vidrio

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita)  
Líticos de Toba Acida abundantes

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas muy abundantes (caolín)  
Clorita

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcristalina de cuarzo,  
feldespatos y vidrio.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización muy fuerte. Se presen-  
ta una argilitización muy fuerte que provoca una porosidad bastante  
marcada.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Toba Riofítica Cristalina-Lítica  
Acida, de origen piroclástico.

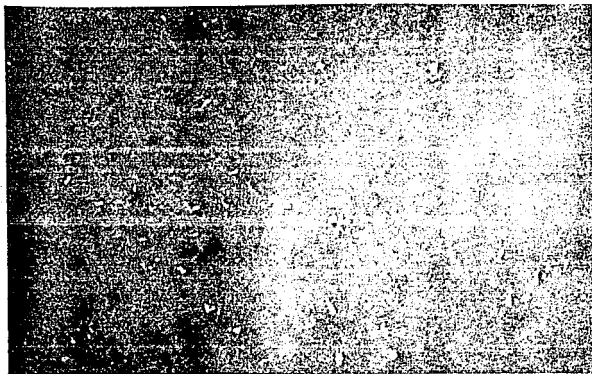


Foto 27.- Luz paralela. Matriz cuarzo-feldespática muy argilitizada, con opacos distribuidos de manera aleatoria.

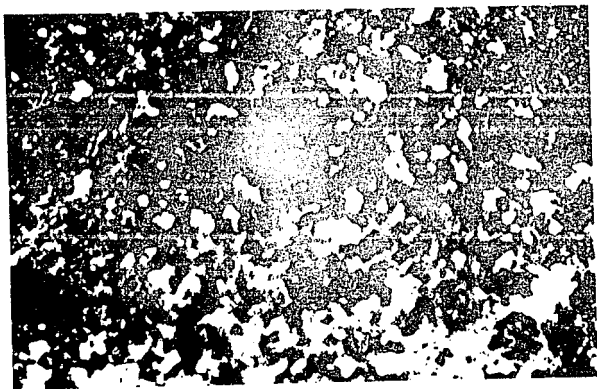


Foto 28.- La misma roca anterior con Nicols Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 309

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocrystalina GRANULARIDAD Macro-Mesocrystalina

TEXTURAS Anedral, Granofidica, Felsofirica, Piroclástica manifiesta por cristales rotos.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Hematita y Pirita (?))

Sanidino (?)

Zircón (trazas)

Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas

Matriz microcrystalina de cuarzo y feldespatos.

Clorita

Cuarzo

Epidota (trazas)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Plagioclasas con bordes corroídos por reemplazamiento de clorita-arcillas. Opacos corroídos. Vetillas de hematita. Silicificación en un mosaico de grano fino y argilitización moderada que se sobrepone a la anterior. Cuarzo corroído.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Roca de carácter ácido piroclástico. Toba Crystalina Acida.

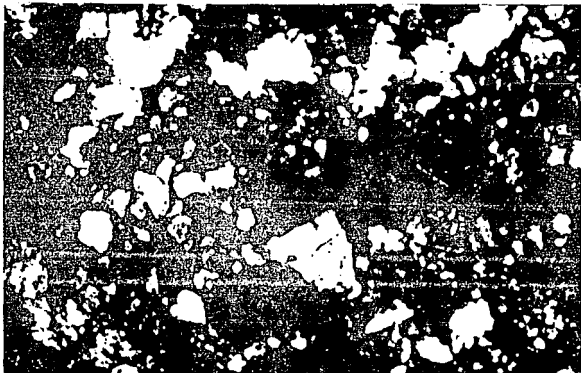


Foto 29.- Toba cristalina, que muestra argilitización sobre todo en los bordes de los cristales de cuarzo y feldspatos, a manera de bordes corroídos (NX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 260

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Micro-Mesocristalina

TEXTURAS Subedral-Anedral, Felsofírica, Burdamente mirmekítica, Porfídica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Pirita y Hematita)

Sanidino

Albita(?) - Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas Clorita

Matriz microcristalina cuarzo-

Cuarzo-Adularia(?) (vetillas)

feldespática.

Epidota (trzasa)

Calcita

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Presenta aspecto brechoide por el intenso vetilleo. Argilitización incipiente sobre las plagioclasas. Cloritización incipiente. Propilitización moderada y silicificación muy fuerte en forma de vetilleo extremo.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Dique Riolítico. Roca ígnea hipabisal de carácter ácido.

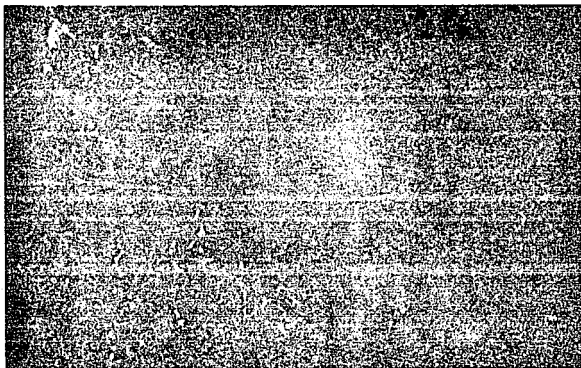


Foto 30.- Luz paralela. Rompimiento de la estructura de la roca por silicificación. El fragmento de toba se encuentra muy argilitizado, con cloritización incipientes. Opacos concentrados en el fragmento.

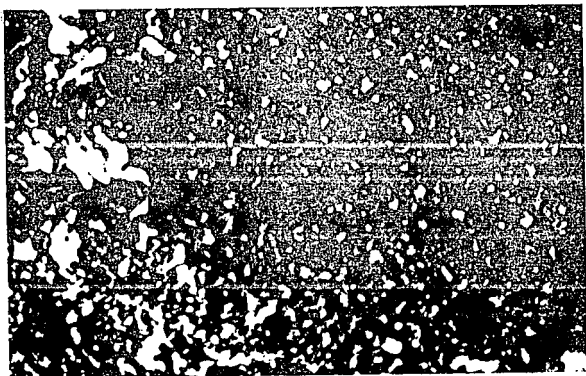


Foto 31.- La misma roca anterior con Nicols Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 289

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina con Fenocristales.

TEXTURAS Anedral-Subedral, Felsofírica, Granofílica, Crustificación,

Porfídica y Mirmekítica.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Hematita)

Sanidino

Albita(?) - oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Aroillas y Clerita

Microcristalina argilitizada

Cuarzo-Adularia(?)

cuarzofeldespática.

Epidota (trazas)

Calcita (trazas)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Fenocristales corroídos posiblemente

durante la silicificación. Cuarzo-Adularia(?) de reemplazamiento en

la matriz y también en vetillas, además se presentan porosos. Los

opacos se encuentran sobre fracturas, probablemente derivados de

las piritas. Argilitización moderada. Silicificación y oxidación muy

fuertes.  
CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Dique Riolítico. Roca ígnea

hipabisal.

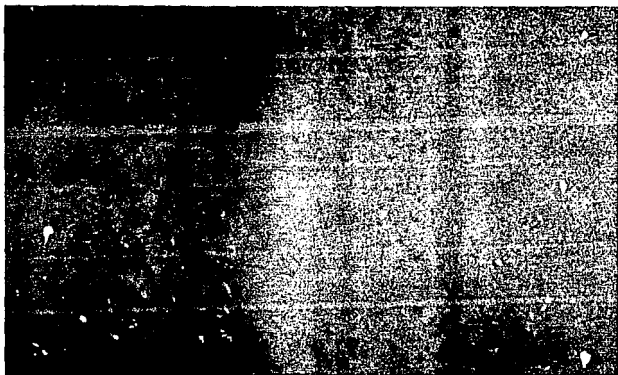


Foto 32.- Fenocristal de feldespato con argilitización mederada.  
Opacos alojados en las fracturas (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. II - 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Micro en matriz  
Macro en Fenocristales

TEXTURAS Subedral-Anedral, Porfídica, Granofídica, Fenocristales

Euedrales-Subedrales.

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opaco (Hematita)

Sanidino

Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas

Matriz microcristalina de

Clorita

Cuarzo y feldespatos

Cuarzo-Adularia(?) (trazas)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Fenocristales anedrales con disolución.

Concentración de opacos en zonas de disolución y fracturas. Disolu-

ción de cuarzo t feldespatos con aporte de sílice a la alteración

marcada por un mosaico criptocristalina. Cuarzo y feldespatos con

bordes e islas de disolución. Silicificación muy fuerte en 2 generaciones.

Argilitización moderada.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Dique Riolítico.

Roca ígnea hipabisal de carácter ácido.

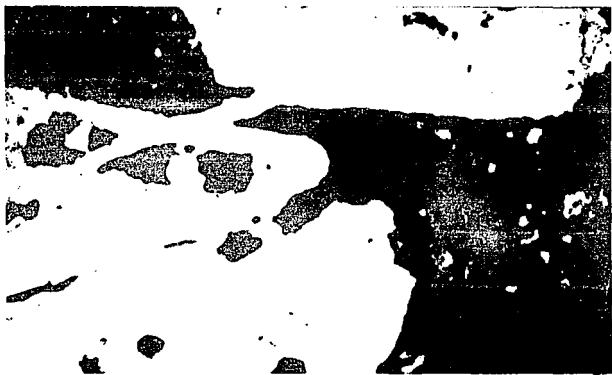


Foto 33.- Fenocrystal de sanidino poroso que presenta relleno de opacos en los huecos (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. I - 3

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrystalina

TEXTURAS Brechoide, Relleno de cavidades (Crustificación).

MINERALES ESENCIALES

Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita)

Líticos de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia(?)

Arcillas en Líticos

Oxidos en fracturas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz mesocrystalina de Cuarzo-

Adularia(?)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Los fragmentos de diorita se encuen-  
tran muy argilitizados y unidos por una silicificación muy intensa.  
En los fragmentos se alojan la mayoría de los cristales de opacos.  
Argilitización moderada. Silicificación intensa.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Brecha hidrotermal diorítica si-  
licificada. Es producida por el rompimiento que provocan los fluidos  
hidrotermales al penetrar a alta presión.

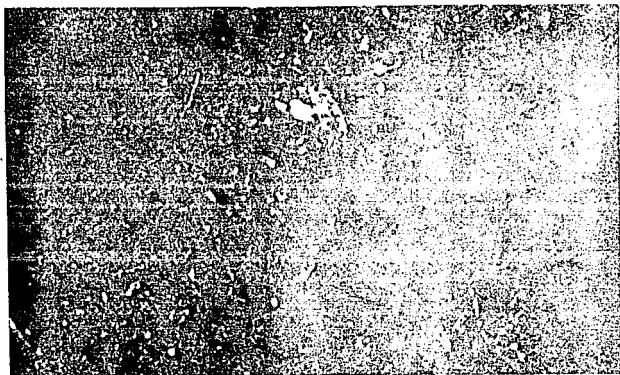


Foto 34.- Luz paralela. Enchamamiento provocado en la diorita debido a una silicificación muy fuerte. Opacos y argilitización fuerte en los líticos

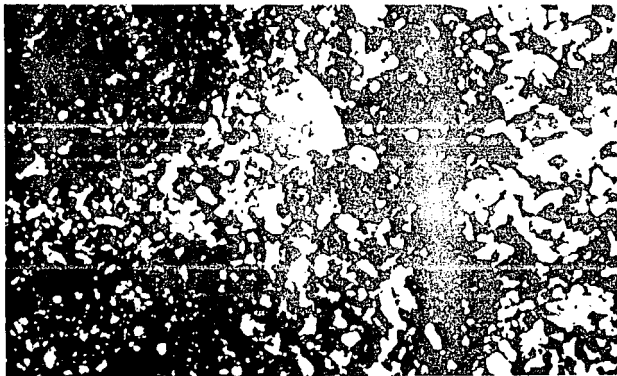


Foto 35.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. I - 2

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrystalina

TEXTURAS Brechoide, Relleno de cavidades (Crustificación).

MINERALES ESENCIALES

Oligoclase

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita)

Liticos de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia (?)

Arcillas en liticos

Oxidos de hierro y manganeso

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz Meso-Macrocrystalina de

Cuarzo-Adularia(?).

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES En esta muestra se presenta una sili-  
cificación menos intensa que en I - 3 y una argilitización en lití-  
cos fuerte. Los fragmentos se encuentran unidos por un mosaico  
cuarzo-feldespático.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Brecha hidrotermal diorítica  
silicificada. Es producto del rompimiento que provocan los fluidos  
hidrotermales al penetrar a altas presiones.

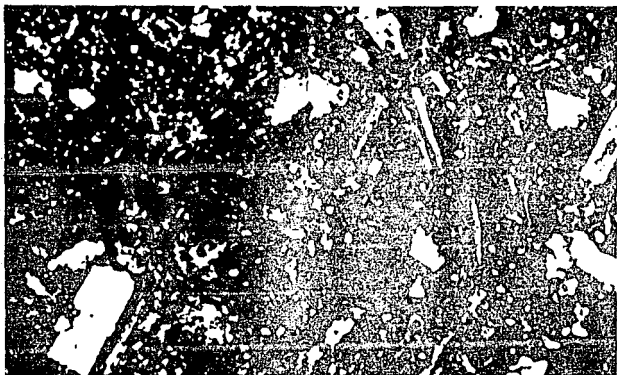


Foto 36.- Diorita silicificada. Muestra fenocristalina de plagioclasas y fuerte argilitización en general (MX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. K - 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Meso-Macrocrística

TEXTURAS Brechoide, Relleno de cavidades (Crustificación).

MINERALES ESENCIALES

Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita y Oxidos).  
Líticos de andesitas

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas en líticos  
Cuarzo-Adularia(?)  
Oxidos en fracturas

MATRIZ O CEMENTANTE

matriz mesocrística de  
Cuarzo-Adularia(?)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se presenta una silicificación  
intensa y una argilitización más fuerte en los líticos. Los ante-  
riores fragmentos se encuentran unidos por un mosaico de cuarzo-adu-  
laria.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Brecha hidrotermal andesítica  
silicificada. Roca producto del rompimiento que provocan los fluidos  
hidrotermales sobre las rocas encajonantes al penetrar a alta presión.

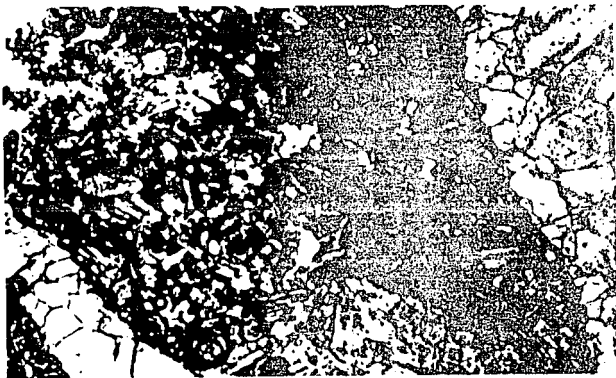


Foto 37.- Luz paralela. Andesita muy argilitizada y oxidada y brecha  
da por una silicificación fuerte de grano grueso.

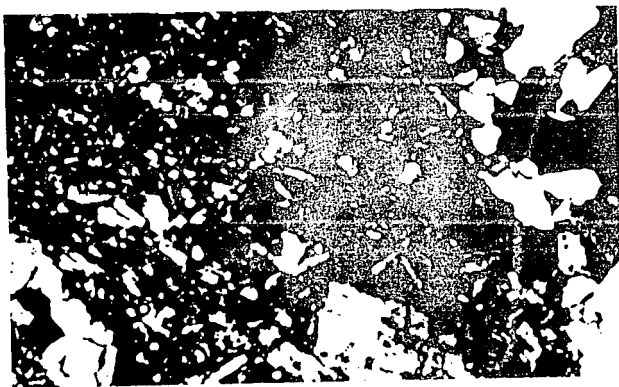


Foto 38.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. I - 7

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Relleño de cavidades (crustificación), Reemplazamiento  
en bordes corroídos (islas y continentes).

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Pirita y Hematita)

Clorita

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas

Adularia (?)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Opacos reemplazando los bordes de cuarzo-  
adularia, diseminados. Dos generaciones de Cuarzo-Adularia, 1ra. de  
grano grueso y escasos opacos; 2da. de grano fino y opacos más abun-  
dantes, esta última rompe a la 1ra. Silicificación extrema. Argiliti-  
zación incipiente. Opacos de hasta 0.4 mm muy rectangulares.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Mineralización típica de vetas hi-  
drotermales de cuarzo, adularia(?) y opacos.

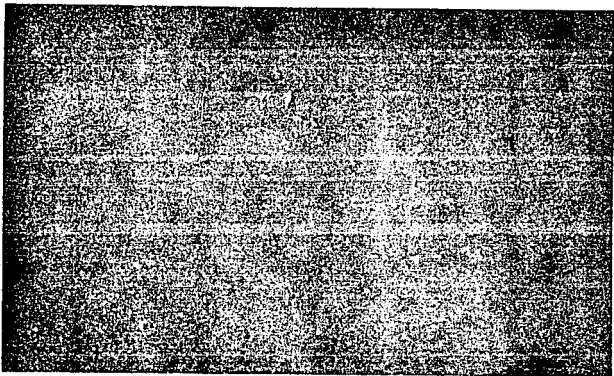


Foto 39.- Luz paralela. Opacon casi cuadrada alojados en microbrechamiento del evento fino sobre el grueso. Argilitización moderada.



Foto 40.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. I-11

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Rellenó de cavidades (crustificación), Reemplazamiento  
en bordes corroidos (islas y continentes).

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Pirita)

Clorita

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Adularia (?)

Arcillas

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Opacos reemplazando los bordes de  
cuarzo-adularia(?). Opacos diseminados. Se presentan 2 generaciones  
de cuarzo-adularia (?), la primera de grano fino y la 2da. de grano  
grueso. Silicificación extrema. Argilitización incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Mineralización típica de vetas  
hidrotermales de cuarzo, adularia(?) y opacos.

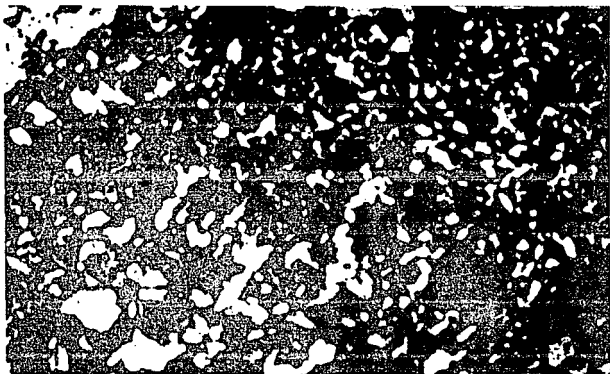


Foto 41.- Opacos alojados en el evento de grano fino con argilitización moderada (HX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. I - 2\*

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina en general

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación), Brechamiento.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita y Hematita)  
Fragmentos de líticos de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Adularia (?)

Arcillas

Clorita

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES 2 generaciones de Cuarzo-Adularia, una de  
grano muy grueso hacia las paredes, la cual se ve rota por una 2da.  
generación que engloba frag. de la 1ra. e incluso frag. de diorita  
de tamaño grande, muy argilitizados y con alto contenido de opacos.  
Reemplazamiento de opacos sobre cuarzo. La generación gruesa es porosa.  
CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Cuarzo-Adularia (?) de veta; por  
hidrotermalismo.

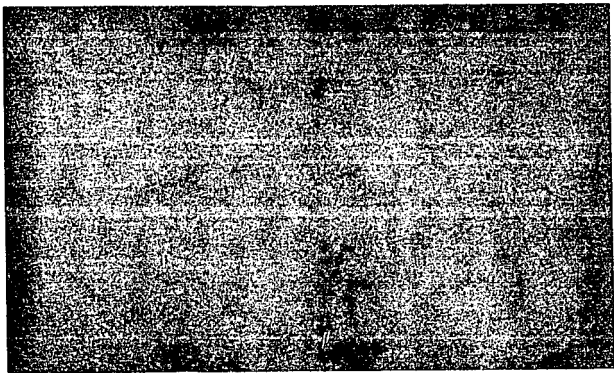


Foto 42.- Luz paralela. Cuarzo esudral que muestra reemplazamiento por opacos en la zona de argilitización de grano fino.

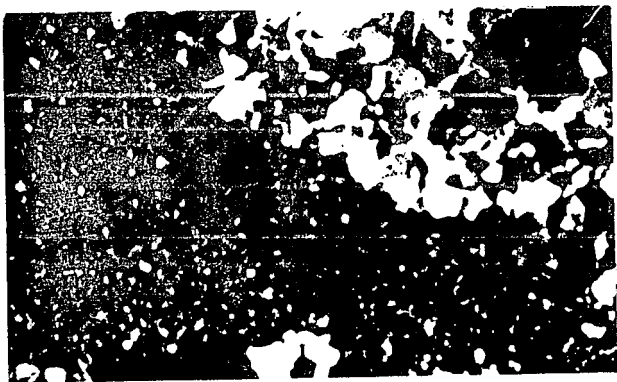


Foto 43.- Fragmento de diorita dentro del evento mineralizante de grano fino (XX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. L - 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina en gral.

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación). Glomeroporfídica  
(Cuarzo subedral-anedral).

MINERALES ESENCIALES

MINERALES ACCESORIOS

Cuarzo

Opacos (Pirita y Hematita)

Oligoclasa

MINERALES SECUNDARIOS

MATRIZ O CEMENTANTE

Arcillas

Adularia (?)

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Opacos muy escasos. No se manifiesta  
patrón de ordenamiento de cristales. Dos generaciones de cuarzo-  
adularia (?), una gruesa, con predominio de la adularia (?) sobre  
el cuarzo 2:1 y otra de grano fino 3:1. Argilitización incipiente.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Cuarzo-Adularia(?) de veta; fue  
originada por fluidos hidrotermales.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. QZ - 259

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación), Brechoide.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo  
Oligoclasa

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita y Pirita)  
Clorita

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas  
Adularia (?)  
Oxidos

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se observan 2 generaciones de cuarzo-  
adularia(?), una de grano grueso y otra de grano fino. La primera  
muy rota por la de grano fino. Silicificación extrema. Argilitiza-  
ción muy incipiente. Opacos escasos.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Mineralización de veta hidroter-  
mal de Cuarzo-Adularia(?) y arcillas.

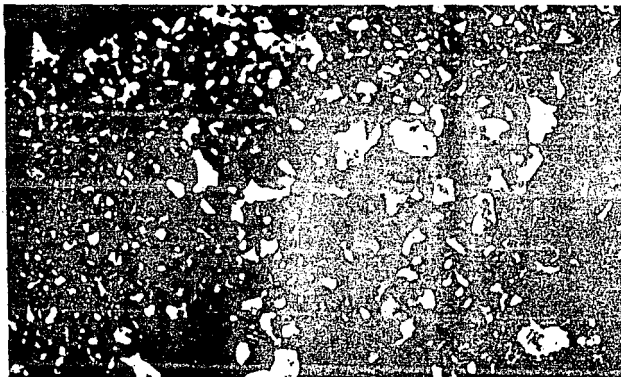


Foto 44.- Evento de grano grueso roto por el de grano fino. Vista parcial de una lamina delgada de una muestra de la veta (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. k - 7

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación), Brechoide.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita)  
Clorita

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas

Adularia(?)

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES 2 generaciones de cuarzo-adularia(?), una de grano grueso y otra de grano fino; ambas con clorita y arcillas. La 1ra. generación se ve sumamente rota por la 2da., incluso, a manera de vetillas anastomosadas, debido probablemente a un hidrofracturamiento intenso. Silicificación extrema. Argilitización muy incipiente. Opacos abundantes en el 2do. evento.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Mineralización de veta hidrotermal de cuarzo-adularia (?) y arcillas.

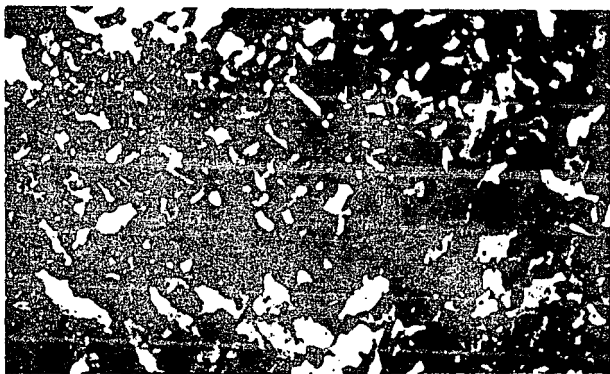


Foto 45.- Vista parcial de una lámina delgada de una muestra de la veta. Evento de grano grueso roto por el de grano fino. Oxidación en una fractura (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. R - 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Diversidad en tamaños

TEXTURAS Brechada, Granofidica, Glomeroporfidica, Crustiforme.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (escasos)

Frag. de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Cuarzo-Adularia (?)

Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcristalina de cuarzo y feldespatos

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización fuerte y primaria en los fragmentos de diorita. Silicificación muy fuerte que forma la matriz. Los frag. son pequeños y no presentan fenocristales de plagioclasas. se distinguen dos eventos de silicificación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Brecha Hidrotermal Diorítica . Silicificada. Roca producida por la entrada a alta presión de los fluidos hidrotermales.



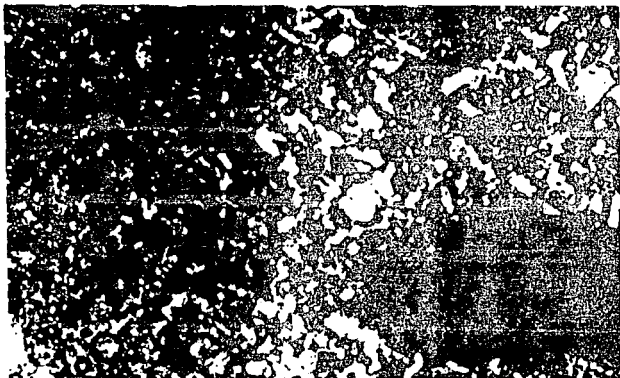


Foto 46.- Fragmento de diorita englobado en el evento mineralizante de grano grueso, con argilitización muy fuerte; opacos en ellos (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. L - 16\*

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Diversidad de tamaños

TEXTURAS Brechada, Granofídica, Glomeroporfídica, Crustiforme.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (escasos)

Fragmentos de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Adularia (?)

Arcillas

MATRIZ O CEMENTANTE

Matriz microcristalina de cuarzo y feldspatos.

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Argilitización fuerte y primaria sobre los fragmentos de diorita. Silicificación muy fuerte que forma la matriz. Los frag. son pequeños y no presentan fenocristales de plagioclasas. Se distinguen por diversidad de granulometría dos eventos de silicificación.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Brecha Hidrotermal Diorítica Silicificada. Roca producida por la entrada a alta presión de los fluidos hidrotermales.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO . GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. 371

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina en gral.

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación), Brechoide.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MINERALES SECUNDARIOS

Adularia (?)

Arcillas

Clorita

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Homatita)

Líticos de diorita

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MATRIZ O CEMENTANTE

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES 2 generaciones de mineralización. 1ra. de grano muy grueso (cuadrá)-subedral) y 2da. de grano fino (anedral) en donde abundan los opacos y rompe a la generación anterior y alojan a fragmentos de diorita no muy abundantes, fuertemente argilitizados. Clorita y arcillas reemplazan la matriz en los frag.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Cuarzo-Adularia(?) de veta;

producida por hidrotermalismo

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

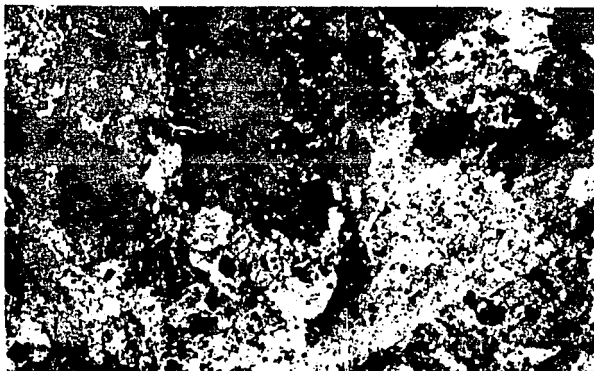


Foto 47.- Luz paralela. Cuarzo-Adularia que muestra cloritización. Opacos concentrados en donde la argilitización es fuerte, en vestigio de lítico.

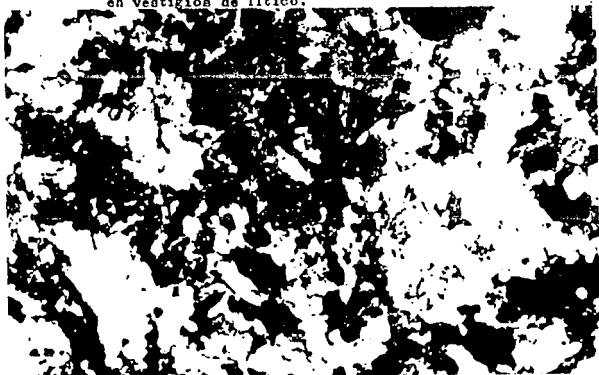


Foto 48.- La misma roca anterior con Nícoles Cruzados (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. L - 16

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina en general

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación), Brechoide.

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Pirita y Hematita)  
Líticos de diorita

MINERALES SECUNDARIOS

Adularia (?)

Arcillas

Clorita

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES 2 generaciones de mineralización. 1ra. de grano muy grueso (subedral) y 2da. de grano fino (anedral) en donde abundan los opacos y rompe a la generación anterior y alojan a fragmentos de diorita no muy abundantes, fuertemente argilitizados. Clorita y arcillas reemplazan la matriz en los fragmentos.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Cuarzo-Adularia (?) de veta; producida por hidrotermalismo.



Foto 49.- Vista parcial de una lámina delgada de la veta. Se observan los dos eventos mineralizantes (NX).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. SD 1

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina en gral.

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación).

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

MINERALES ACCESORIOS

Opacos (Hematita)

MINERALES SECUNDARIOS

Adularia(?)

Arcillas

Clorita

MATRIZ O CEMENTANTE

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Se presenta cierta porosidad en el cuarzo-

Adularia(?) de grano grueso de la primera generación. Segunda gene-  
ración de grano fino. En ambos predomina la adularia (?), 2:1 y 3:1,  
respectivamente. Es una mineralización muy pura.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Cuarzo-Adularia(?) de veta; se  
originó como la precipitación de fluidos hidrotermales en los  
espacios vacíos.

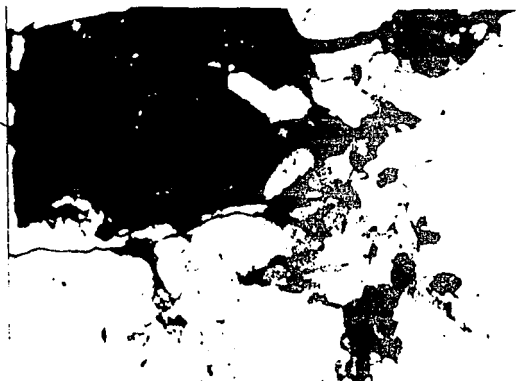


Foto 50.- Evento de mineralización de grano fino (centro) rompiendo el evento de grano grueso (bordes) (NX).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

PETROGRAFO GUZMAN HERNANDEZ G. Y HERNANDEZ BALDERAS R.

LAMINA No. SD 2

DESCRIPCION MICROSCOPICA

CRISTALINIDAD Holocristalina GRANULARIDAD Mesocristalina

TEXTURAS Relleno de cavidades (crustificación)

MINERALES ESENCIALES

Cuarzo

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MINERALES ACCESORIOS

Opacos

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MINERALES SECUNDARIOS

Arcillas

Adularia(?)

Clorita

\_\_\_\_\_

MATRIZ O CEMENTANTE

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ALTERACIONES Y OBSERVACIONES Porosidad en la generación de grano grueso de cuarzo-Adularia(?). En la 2da. generación de mineralización, de grano fino, la adularia (?) predomina 3:1 sobre el cuarzo, mientras que en la 1ra. la relación es de 2:1. Se muestra una mineralización muy pura.

CLASIFICACION Y ORIGEN DE LA ROCA Típica mineralización de una veta de tipo hidrotermal. Cuarzo-Adularia (?) de veta.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APENDICE MINERAGRAFICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: SP N° 1				
LUZ PARALELA				
PULIDO	BUENO CON RAYADURAS	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo
DUREZA	5	4	6	3.5
PODER REFLECTOR	16%	44%	54%	17%
COLOR	gris amarillento	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	irregular	irregular	granuda	irregular
CRUCERO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	no presenta	no presenta	no presenta
NICOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	no	muy debil	no	no
EXTINCION	Se enciende en rayaduras	se enciende en rayaduras	completa	completa
MACLAS	no presenta	no se observan	no se observa	no se observa
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	no presenta	rotizas
MINERAL	HEMATITA	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA
RELACIONES TEXTURALES	La textura en general es crustiforme, rellenando espacios abiertos; no se presenta ninguna relación interesante, excepto por granos diseminados de pirita acompañados por halos de oxidación.			
SUCESION PROPUESTA	Hematita-esfalerita-pirita-calcopirita.			
OBSERVACIONES				
Se presenta una muestra pobre en contenido metálico, interesante sólo por su textura en donde se llegan a observar rotación de fragmentos minuriales, dando un aspecto brechado en la mineralización.				
1				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL	
SUPERFICIE PULIDA: SP N° 2			
LUZ PARALELA			
PULIDO	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo
DUREZA	5	6	3.5
PODER REFLECTOR	16%	54%	17%
COLOR	gris amarillento	amarillo blancusco	gris blancusco
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo
FORMA	irregular	granuda diseminada	irregular
CRUCERO	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	no presenta	no presenta
NICOS CRUZADOS			
ISOTROPIA	si	si	si
ANISOTROPIA	no	no	no
EXTINCIÓN	se enciende en rayaduras	completa	completa
MACLAS	no presenta	no se observa	no se
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	rojizas
MINERAL	HEMATITA	PIRITA	ESFALERITA
RELACIONES TEXTURALES	La textura en crustificación predomina en general rellenando espacios vacíos; la esfalerita abunda en las bandas oscuras de la mineralización.		
SUCESION PROPUESTA	Hematita-esfalerita- pirita		
OBSERVACIONES			
La mejor mineralización acompaña al segundo evento de silicificación, de los dos observados, pero hacia las zonas iniciales.			
2			

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: SP N° 3				
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo
DUREZA	5	4	6	3.5
PODER REFLECTOR	16%	44%	54%	17%
COLOR	gris amarillento	amarillo claro	amarillo blancusc	gris blancusco
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	irregular	irregular	granuda diseninada	irregular
CRUCFO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	no presenta	no presenta	no presenta
NICOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	no	muy debil	no	no
EXTINCION	encendido en rayas	encendido en rayas	completa	completa
MACLAS	no presenta	no presenta	no presenta	no presenta
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	no presenta	rojizas
MINERAL	HEMATITA	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA
RELACIONES TEXTURALES	La cristificación es la textura predominante, rellenando espacios vacios.			
SUCESION PROPUESTA	La calcopirita en ocasiones se observa en exsoluciones dentro de pirita. Es común ver pirita rodeada de esfalerita en forma de bordes corroídos. Hematita - Esfalerita - Pirita - Calcopirita			
OBSERVACIONES				
La superficie pulida No. 3 es la que presenta mineralización de manera más definida respecto a las superficies pulidas anteriores, no obstante su contenido es inferior a las siguientes.				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORADO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: SP N°4				
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	bueno con rayaduras	mal, cacarizo	mal
DUREZA	5	4	6	3.5
PODER REFLECTOR	16%	44%	54%	17%
COLOR	gris amarillento	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	irregular	en exsoluciones	granuda diseminada	granuda diseminada
CRUCERO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	no presenta	exsoluciones de calcop.	no presenta
NICOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	no	muy débil	no	no
EXTINCION	se enciende en rayadura	se enciende en rayadura	completa	completa
MACLAS	no se observan	no se observan	no se observan	no se observan
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	no presenta	rojizas
MINERA:	HEMATITA-MAGNETITA	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA
RELACIONES TEXTURALES	La textura general es de cristificación. Predomina el reemplazamiento de esfalerita por pirita, y la presencia de exsoluciones lamelares, muy escasas, de calcopirita en pirita.			
SUCESION PROPUESTA	Magnetita-Esfalerita-Pirita-Calcopirita			
OBSERVACIONES				
La superficie pulida sólo abarca el evento mineralizante inicial. En general sólo se observan granos muy diseminados de pirita que contienen inclusiones de calcopirita, así como también escasos y muy pequeños granos de esfalerita. Todos los minerales metálicos se encuentran en una ganga de cuarzo-actolita de grano grueso y lechoso.				
4				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORADO	GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO	TESIS	PROFESIONAL	
SUPERFICIE PULIDA:	SP No. 5			
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo	bueno con rayaduras
DUREZA	4	6	3.5	3
PODER REFLECTOR	4%	5%	17%	84.3%
COLOR	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco	amarillo
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	en exsoluciones	granuda diseminada	granuda diseminada	granuda diseminada
CRUCEPO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	lamelares de calcop	no presenta	no presenta
NICOLOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	muy débil	no	no	muy débil
EXTINCION	se enciende en rayas	completa	completa	se enciende en rayas
MACLAS	no se observan	no se observan	no se observan	no se observan
REFLEXIONES INT.	no presentan	no presentan	rojizas	no presentan
MINERAL	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA	ORO
RELACIONES TEXTURALES	Textura en cristificación, donde se distinguen 2 bandeados generales. Reemplazamiento de esfalerita por pirita y calcopirita en forma irregular y bordes corroídos. La calcopirita se encuentra aislada, diseminada y en forma lamelar.			
SUCESION PROPUESTA	1er evento Magnetita-Esfalerita-Pirita 2do evento Magnetita-Esfalerita-Pirita-Calcopirita-Oro			
OBSERVACIONES				
Presenta texturas de reemplazamiento frontal, guiado y de exsolución lamelar. El oro se presenta acompañando al 2do. evento de mineralización de acuerdo a la siguiente relación: + esfalerita -oro o inexistente, - esfalerita +oro o presente. También se encuentra hematita y magnetita, la primera de carácter secundario y la segunda en granos aislados. El oro, se encuentra diseminado dentro de una ganga translúcida y cristalina en granos muy pequeños. La ganga la forman cuarzo y adularia.				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORÓ: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: SP No. 6				
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo	bueno con rayaduras
DUREZA	4	6	3.5	5
PODER REFLECTOP	44%	54%	17%	16%
COLOP	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco	gris amarillento
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	en exsoluciones	granuda diseminada	granuda diseminada	irregular
CRUCEPO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	lamelares de calcopirita	no presenta	no presenta
NICOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	muy débil	no	no	no
EXTINCIÓN	se extiende en rayaduras	completa	completa	se extiende en rayaduras
MACLAS	no se observan	no se observan	no se observan	no se observan
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	rojizas	no presenta
MINERAL	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA	HEMATITA-MAGNETITA
RELACIONES TEXTURALES	Textura en crustificación y con un aparente brechamiento.			
SUCESION PROPIETA	Magnetita-Esfalerita- Pirita-Calcopirita			
OBSERVACIONES				
La esfalerita y la magnetita se encuentran dentro de los horizontes oscuros de la muestra. La pirita se encuentra en forma diseminada.				
6				



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: SP No. 7				
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo	bueno con rayaduras
DUREZA	4	6	3.5	3
PODER REFLECTOP	44%	54%	17%	76%
COLOR	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco	amarillo
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	nulo
FORMA	en exsoluciones	granuda diseminada	granuda diseminada	granuda diseminada
CRUCEPO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	lamelares de calcop.	no presenta	no presenta
NICOS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	si
ANISOTROPIA	muy débil	no	no	muy débil
EXTINCION	se enciende en rayaduras	completa	completa	se enciende en rayaduras
MACLAS	no se observan	no se observan	no se observa	no se observa
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	rolizas	no presenta
MINERAL	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA	ORO
RELACIONES TEXTURALES	La textura en general es crustificación en bandas. La calcopirita se encuentra en forma de inclusiones lamelares dentro de la pirita. El Oro se localiza dentro de un cuarzo lechoso-cristalino a manera de granes libres.			
SUCESION PROPUESTA	Magnetita-Esfalerita-Pirita-Calcopirita-Oro			
OBSERVACIONES				
El oro que se observa dentro de esta superficie pulida es de un tamaño superior al encontrado en la SPNo.5. Los minerales metálicos restantes se encuentran formando una especie de bandeado oscuro.				
7				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS		PROFESIONAL
SUPERFICIE PULIDA: SP No. 8				
LUZ PARALELA				
PULIDO	bueno con rayaduras	malo, cacarizo	malo	
DUREZA	4	6	3.5	
PODER REFLECTOR	44%	54%	17%	
COLOR	amarillo claro	amarillo blancusco	gris blancusco	
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	
FORMA	en exsoluciones	granuda diseminada	granuda diseminada	
CRUCERO	no se observa	no se observa	no se observa	
INCLUSIONES	no presenta	no presenta	no presenta	
NICOLES CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	
ANISOTROPIA	muy débil	nc	no	
EXTINCCION	se enciende en rayaduras	completa	completa	
MACLAS	no se observa	no se observa	no se observa	
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	rojizas	
MINERAL	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA	
RELACIONES TEXTURALES	Se presenta a nivel general de la muestra una textura en crustificación rellenando espacios vacíos. La calcopirita se observa mayoritariamente en forma de inclusiones dentro de la pirita, sin embargo también se presenta en forma diseminada escasa.			
SUCESION PROPUUESTA	Esfalerita-Pirita-Calcopirita			
OBSERVACIONES				
La superficie pulida abarca sólo el 2do. evento de mineralización de la veta Animas-Refugio, localizándose los minerales metálicos hacia las zonas iniciales del mismo.				
8				

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO TESIS PROFESIONAL

SUPERFICIE PULIDA: S P No. 9

LUZ PARALELA

PULIDO Malo cacarizo

DUREZA 6

PODER RE-LECTOR 54%

COLOR Amarillo blanquesco

PLEOCROISMO nulo

FORMA granuda disenminada

CRUCERO no se observa

INCLUSIONES no presenta

NICOLES CRUZADOS

ISOTROPIA si

ANISOTROPIA no

EXTINCCION completa

MACLAS no se observa

REFLEXIONES INT. no presenta

MINERAL PIRITA

RELACIONES TEXTURALES La textura en general de la superficie pulida es en crustificación, rellenando los espacios vacíos. La pirita se localiza de manera diseminada en granos grandes dentro de cuarzo cristalino.

SUCESION PROPUESTA Pirita

OBSERVACIONES

Dentro de la superficie pulida se observan dos generaciones de cuarzo, una de tipo cristalino y otra de carácter lechoso.

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE INGENIERIA

### REPORTE MINERAGRAFIA

ELABORO: GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		TESIS PROFESIONAL		
SUPERFICIE PULIDA: S P No. 10				
LUZ PARALELA				
PULIDO	Bueno con rayaduras	Malo cacarizo	Bueno con rayaduras	Bueno
DUREZA	4	6	3.5	2.5
PODER REFLECTOR	44%	54%	17%	30%
COLOR	Amarillo claro	Amarillo Blancuaco	gris blancusco	Gris azulado
PLEOCROISMO	nulo	nulo	nulo	Débil
FORMA	en exsoluciones	Granuda diseminada	granuda diseminada	irregular
CRUCERO	no se observa	no se observa	no se observa	no se observa
INCLUSIONES	no presenta	lamelares de calcoo	lamelares de calcoo	no presenta
NICOLÉS CRUZADOS				
ISOTROPIA	si	si	si	no
ANISOTROPIA	muy débil	no	no	fuerte
EXTINCION	se enciende en rayaduras	completa	completa	irregular
MACLAS	no se observan	no se observan	no se observan	no se observan
REFLEXIONES INT.	no presenta	no presenta	rojizas	rojizas
MINERAL	CALCOPIRITA	PIRITA	ESFALERITA	PLATAS ROJAS
RELACIONES TEXTURALES	La calcopirita se presenta dentro de la esfalerita y la pirita en forma de exsoluciones lamelares y de manera mirmeftica, así como también dentro de pequeños fracturamientos, en los mismos minerales.			
SUCESION PROPUESTA	Esfalerita-Pirita-Calcoopirita-Galena-Platas Rojas			
OBSERVACIONES				
La galena no se describe por encontrarse muy escasamente en comparación con los otros metales base. Esta superficie pulida corresponde a los niveles profundos de la veta Animas-Refugio. La ganga que se observó está constituida por cuarzo y calcita en proporción 1:3				
10				

## APENDICE FOTOGRAFICO

#### APENDICE FOTOGRAFICO

- Fot. I Aspecto general de la zona de "El Coco"  
Fot. II Unidad minera "El Coco" CFM  
Fot. III Vista parcial de la vegetación en "El Coco"  
Fot. IV Mesa de ignimbritas "El Narizón". Cubierta rojiza de suelo  
Fot. V Intrusivo diorítico con vetillas de silicificación, cerca de Veta Santa Federica  
Fot. VI Aspecto de intrusivo granodiorítico intemperizado fuertemente  
Fot. VII Zona de contacto entre andesita y brecha andesítica  
Fot. VIII Brecha andesítica  
Fot. IX Paquete tobáceo superior mostrando argilización fuerte  
Fot. X Dique riolítico sobre la carretera entre los puntos 236 y 237  
Fot. XI Fracturamiento sobre intrusivo diorítico  
Fot. XII Crestón de la Veta Animas-Refugio  
Fot. XIII Rompimiento de pendiente por erosión diferencial favorecida por silicificación cerca veta A-R  
Fot. XIV Veta Animas-Refugio en niveles superiores de escasos 10 cm de espesor  
Fot. XV Vista de un crestón de la Veta Animas-Refugio  
Fot. XVI Veta Animas-Refugio  
Fot. XVII Detalle de la Veta Animas-Refugio  
Fot. XVIII Veta Santa Federica en su porción más gruesa  
Fot. XIX Detalle de la Veta Santa Federica  
Fot. XX Aspecto de un laboreo antiguo sobre la veta A-R  
Fot. XXI Laboreo antiguo sobre la veta A-R  
Fot. XXII Laboreo antiguo sobre la veta A-R  
Fot. XXIII Pequeña cata sobre la veta Santa Federica



Fot. I



Fot. II



Fot. III





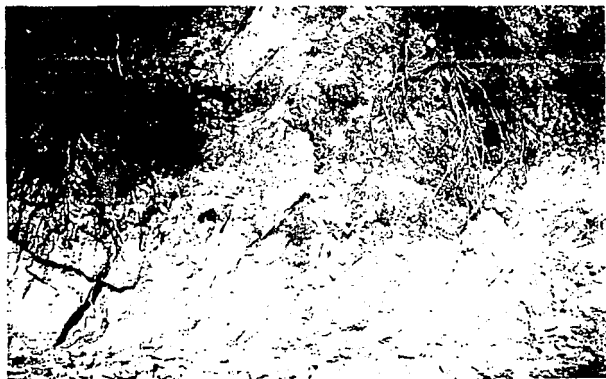
Fot. IV



Fot. V



Fot. VI



Fot. VII



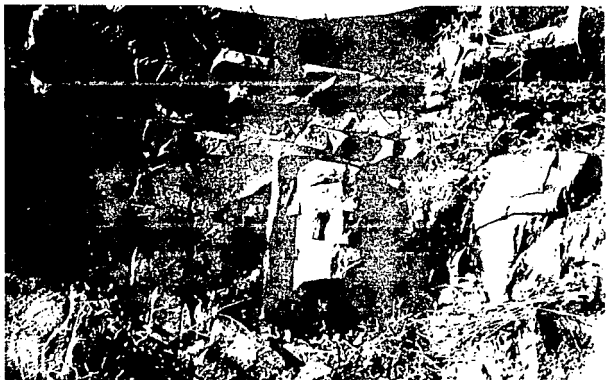
Fot. VIII



Fot. IX



Fot. X



Fot. XI



Fot. XII



Fot. XIII



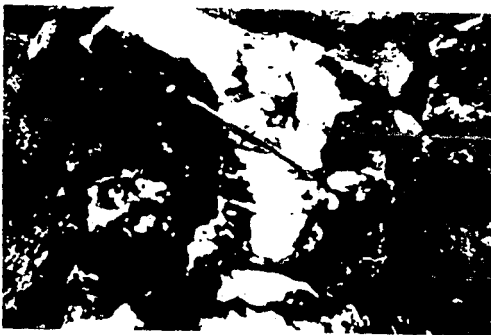
Fot. XIV



Fot. XV



Fot. XVI



Fot. XVII



Fot. XVIII

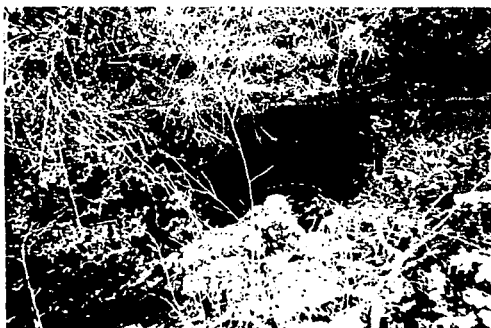


Fot. XIX





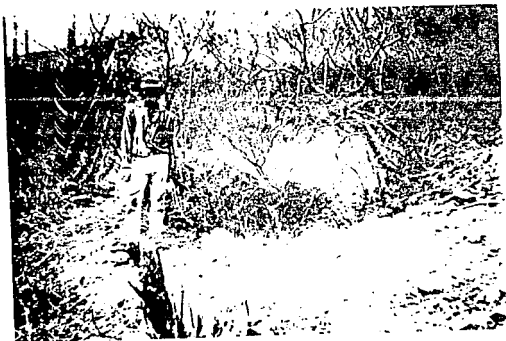
Fot. XX



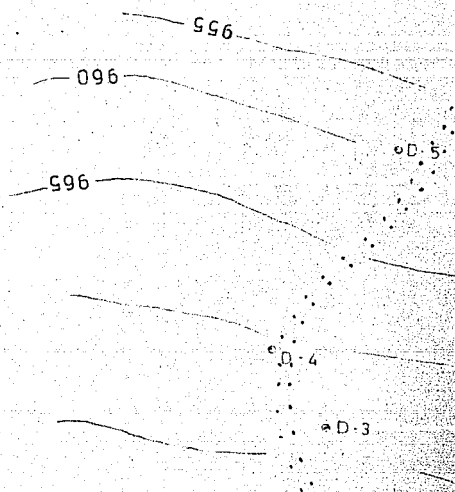
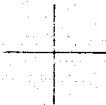
Fot. XXI

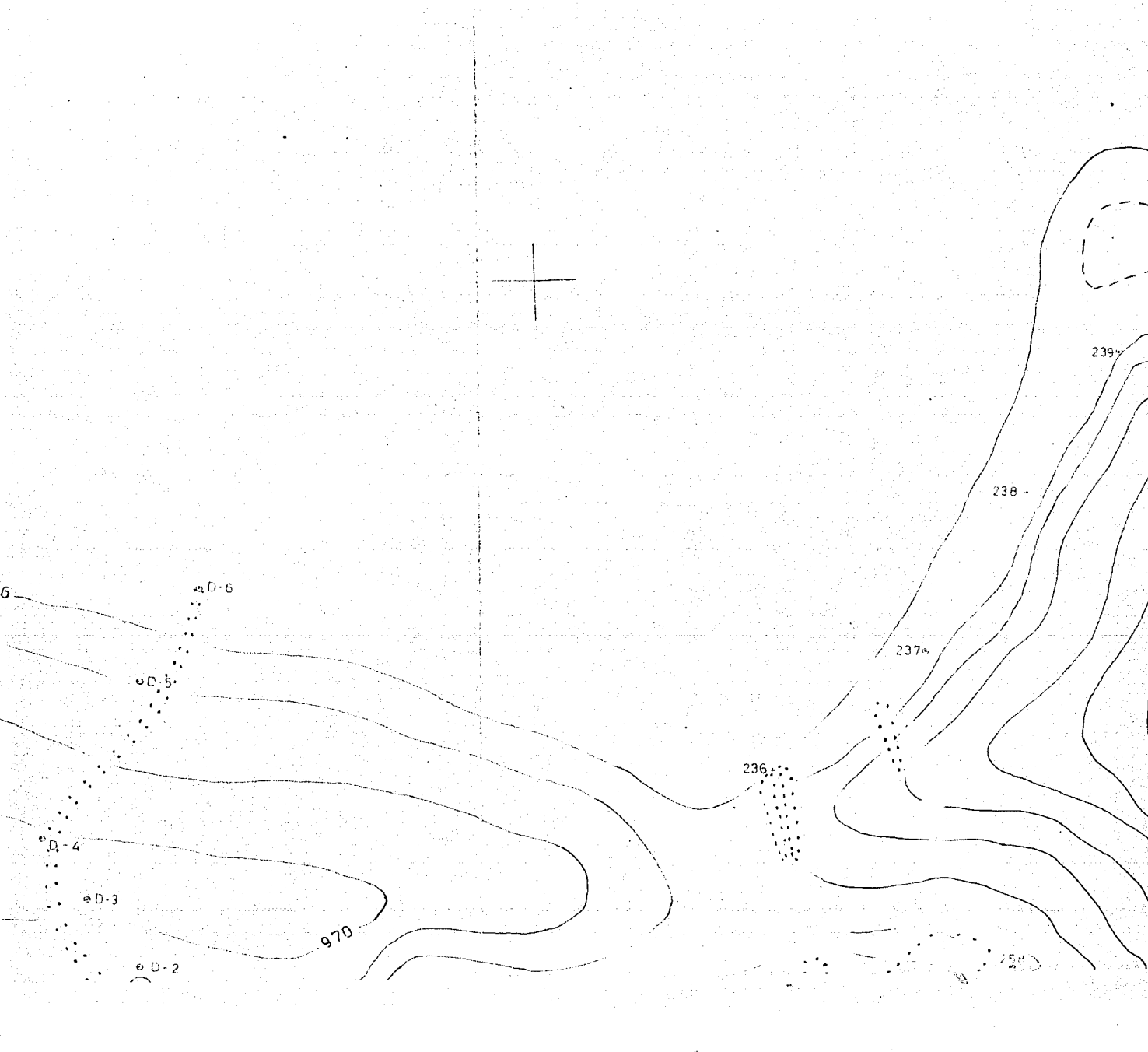


Fot. XXII

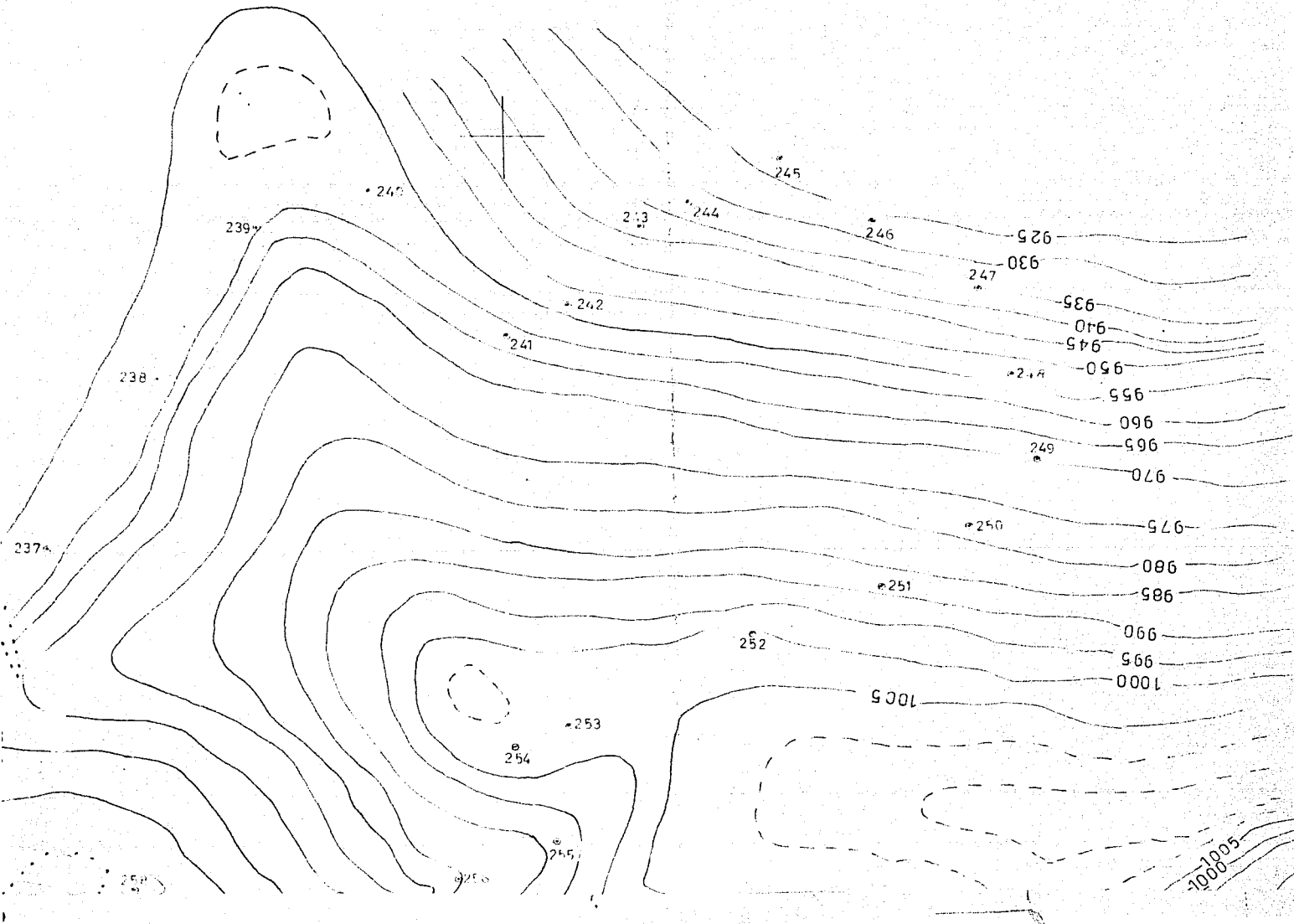


Fot. XXIII

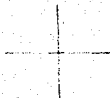




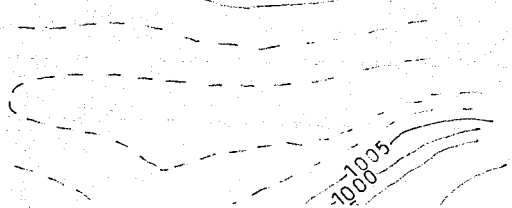
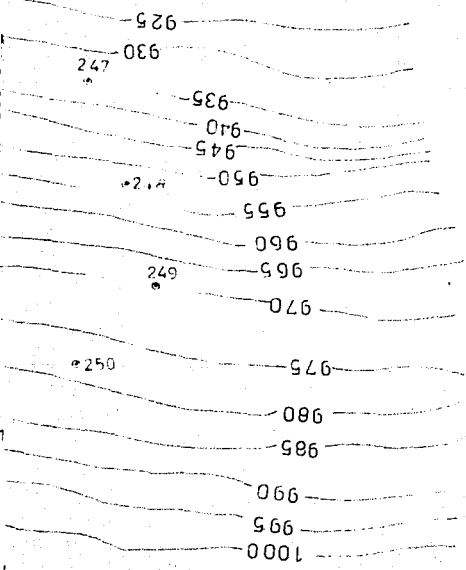
11000 E



11209E



9300



9300N

# SIMBOLOGIA

## Topográfica

CURVA DE NIVEL Y COTA

CURVA DE NIVEL INFERIDA

DEPRESION TOPOGRAFICA

COORDENADA LOCAL

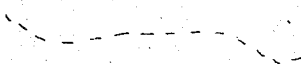
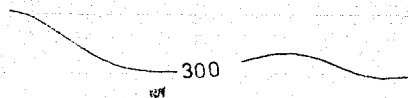
# S I M B O L O G I A

COTA

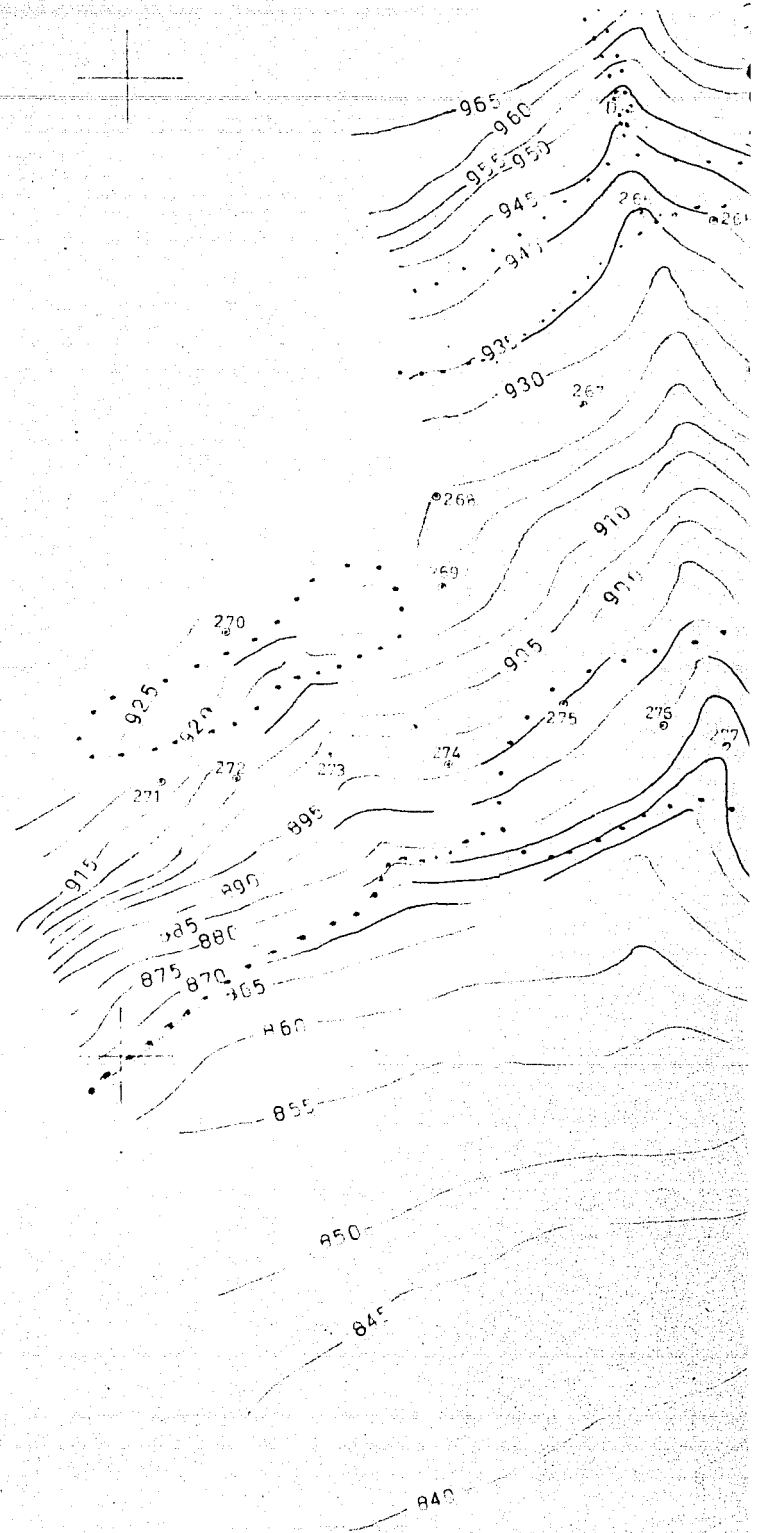
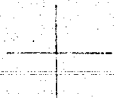
300

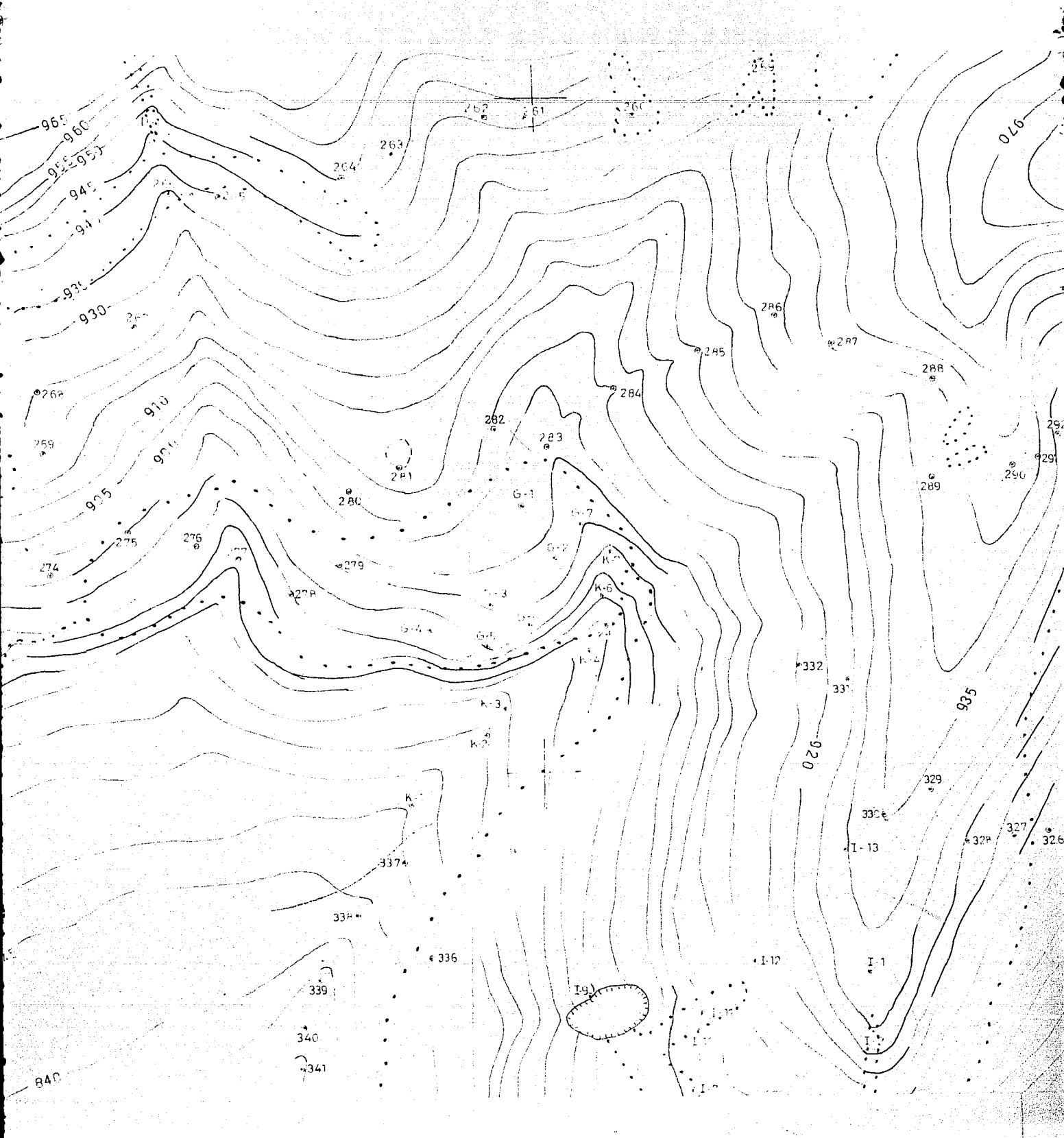
FERIDA

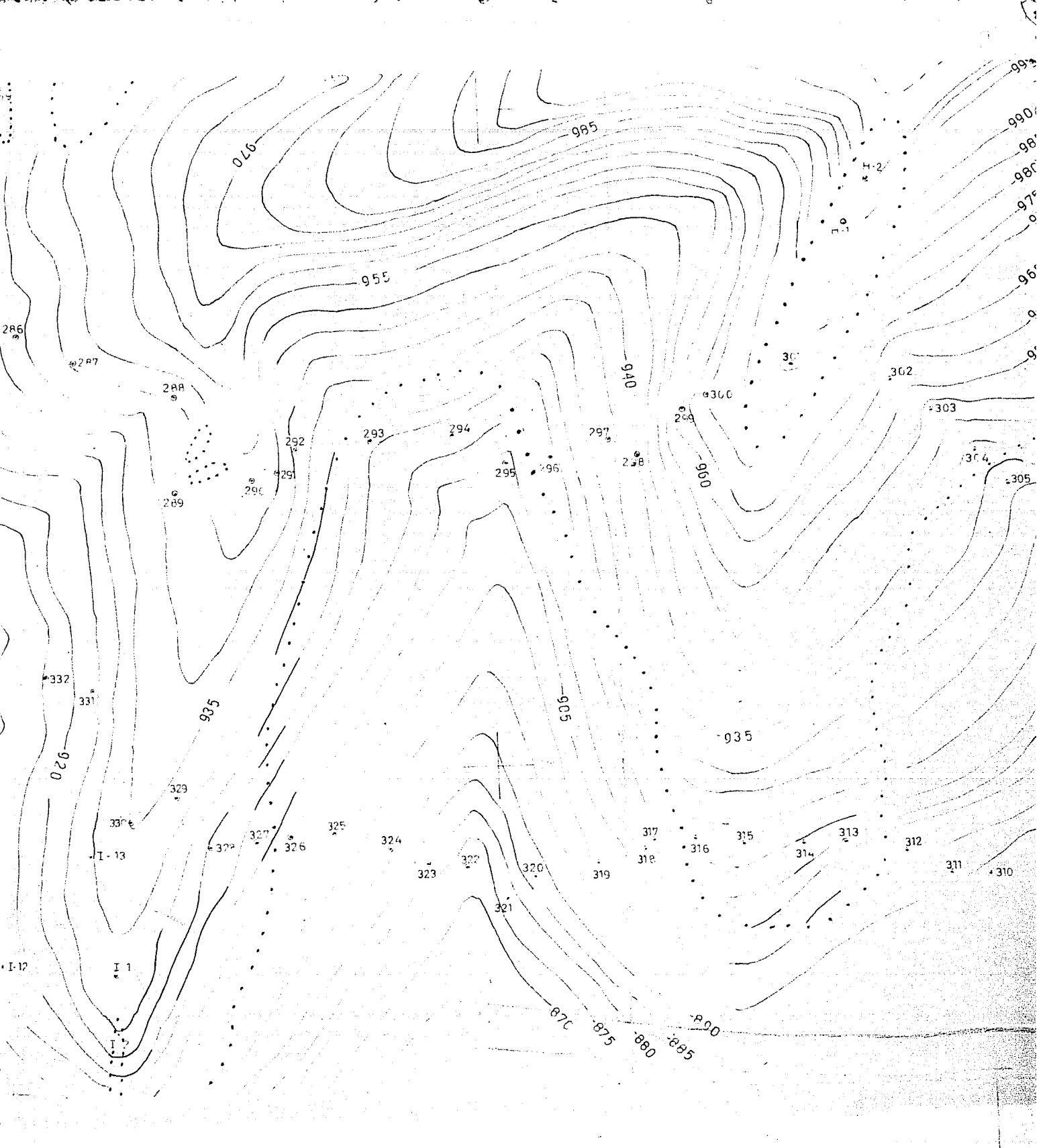
AFICA

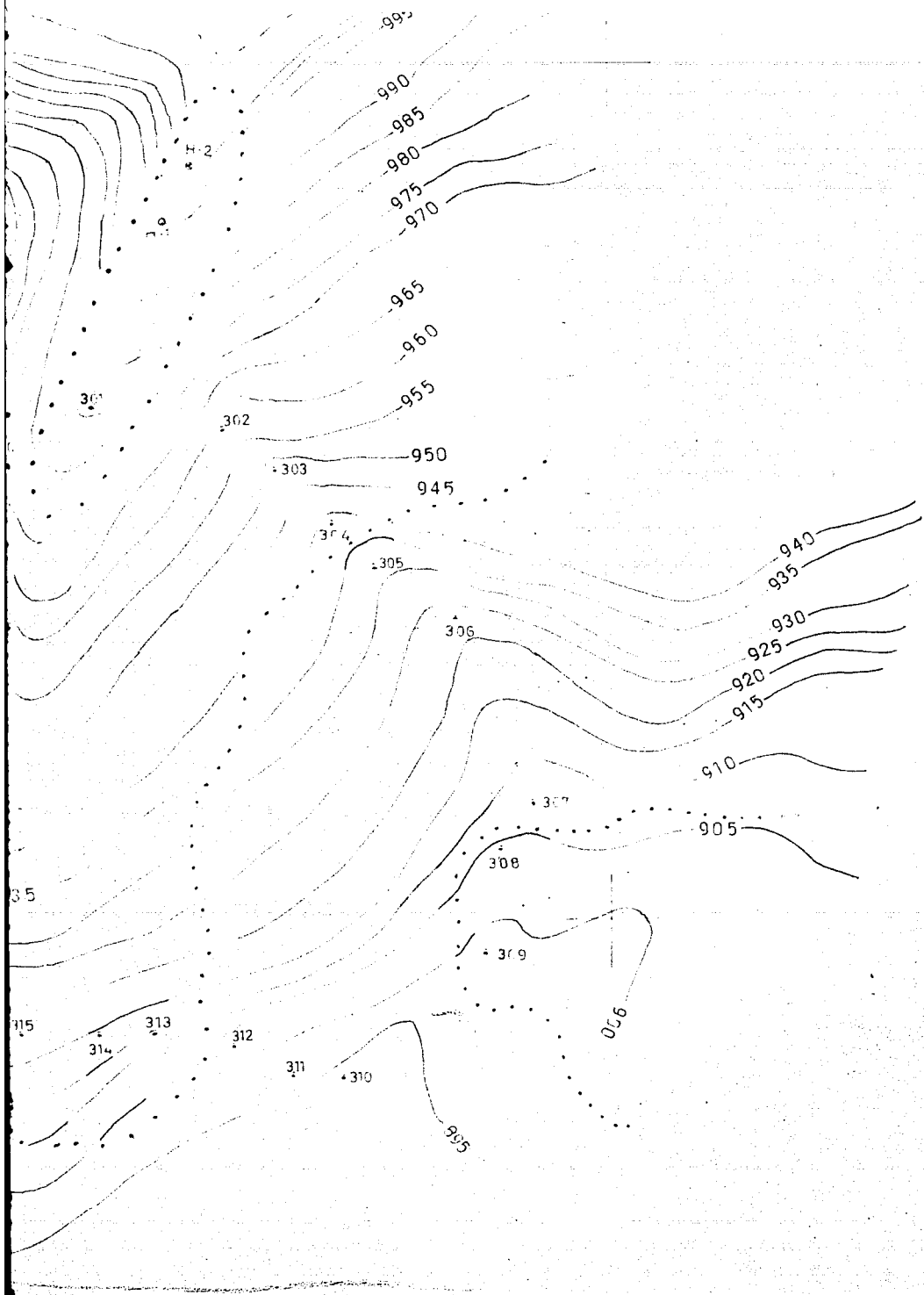












## ESTACION

## Geológica

LÍMITE DE ALTERACION

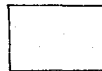
SILICIFICACION

ARGILIZACION

PROPLITIZACION

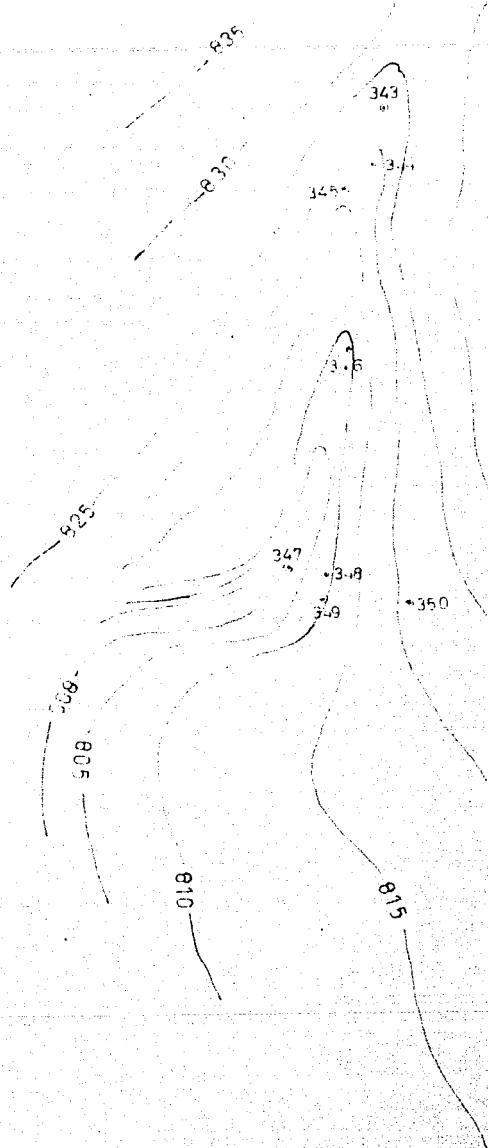
LOS LÍMITE DE ALTERACION SE CONCENTRAN DENTRO DE UNA ZONA DE

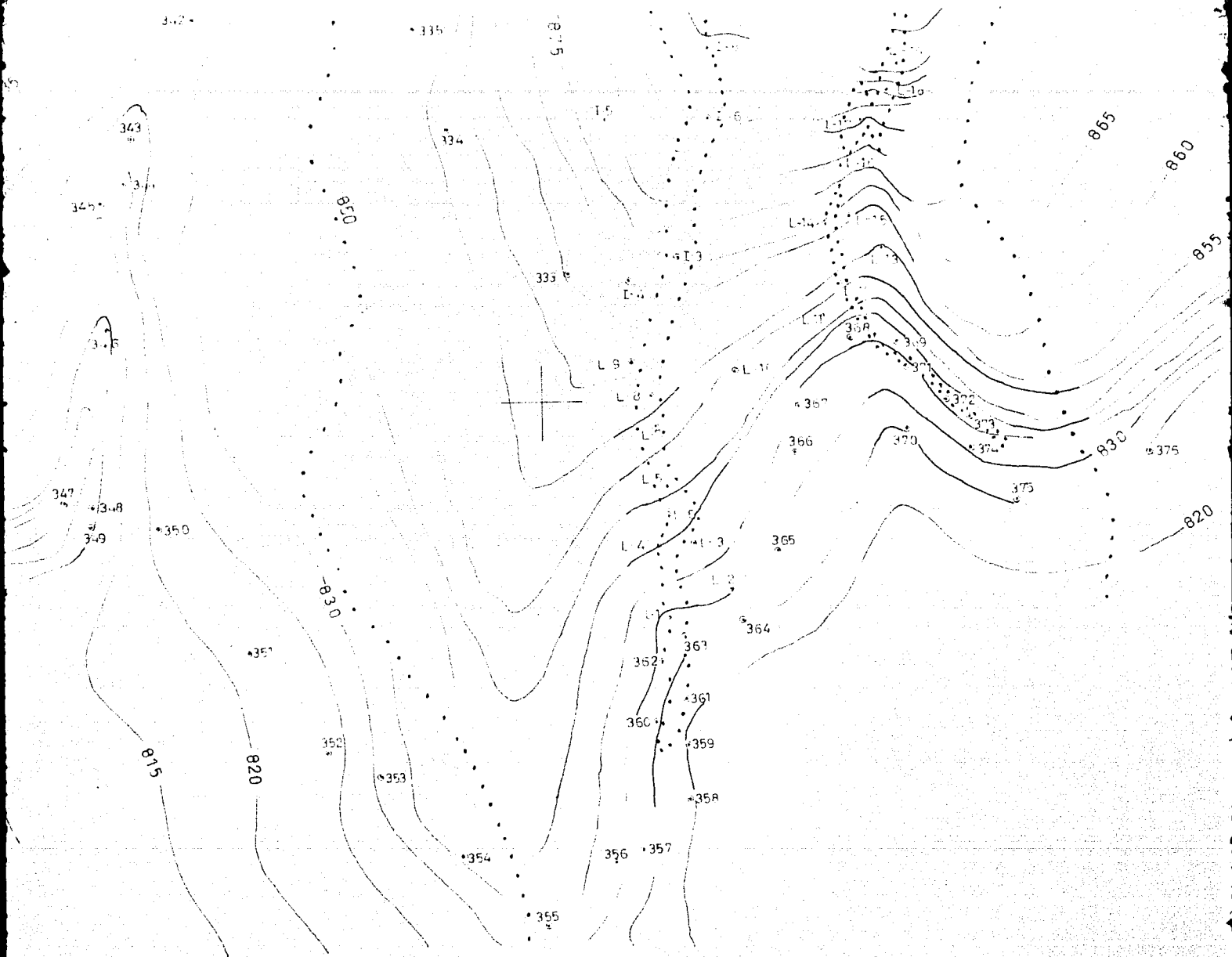
TALENTO CON MINERALES. DICHA ZONA ES DE DIMENSIONES VARIABLES



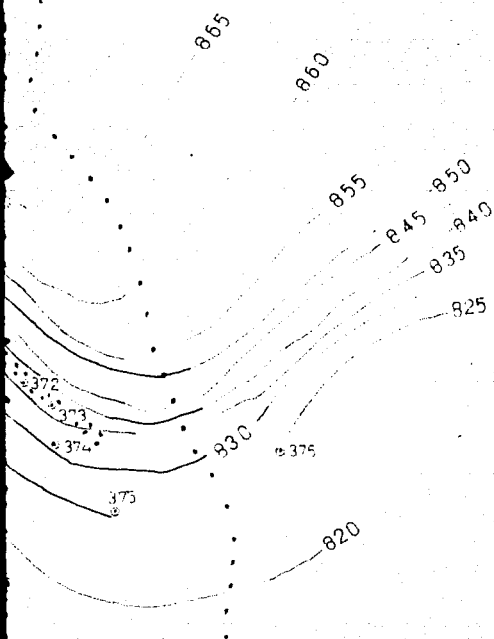
SE ENCUENTRAN DENTRO DE UNA ZONA DE TRANSICION,

DICHA ZONA ES DE DIMENSIONES VARIABLES



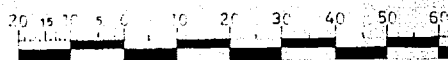






87° N

ESCALA GRAFICA



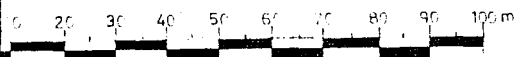
1 : 1000

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 5 m

NOTAS:

- La topografía se realizó con brújula y cinta; corroborada con altímetro.
- Las coordenadas son locales; su origen es la iglesia del poblado Copata.
- El presente plano es complemento del escrito; se debe consultar después.

ESCALA GRAFICA



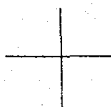
1 : 1000

CURVAS DE NIVEL : 5 m

FI	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS	PROFESIONAL
MAPA DE ALTERACIONES DEL		
AREA "EL COCO", SIN.		
GUZMAN	HERNANDEZ	GUSTAVO
		1992

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

10600E



956

D-6

096

D-5

996

Veta Sta. Dolores

Ptrs

D-4

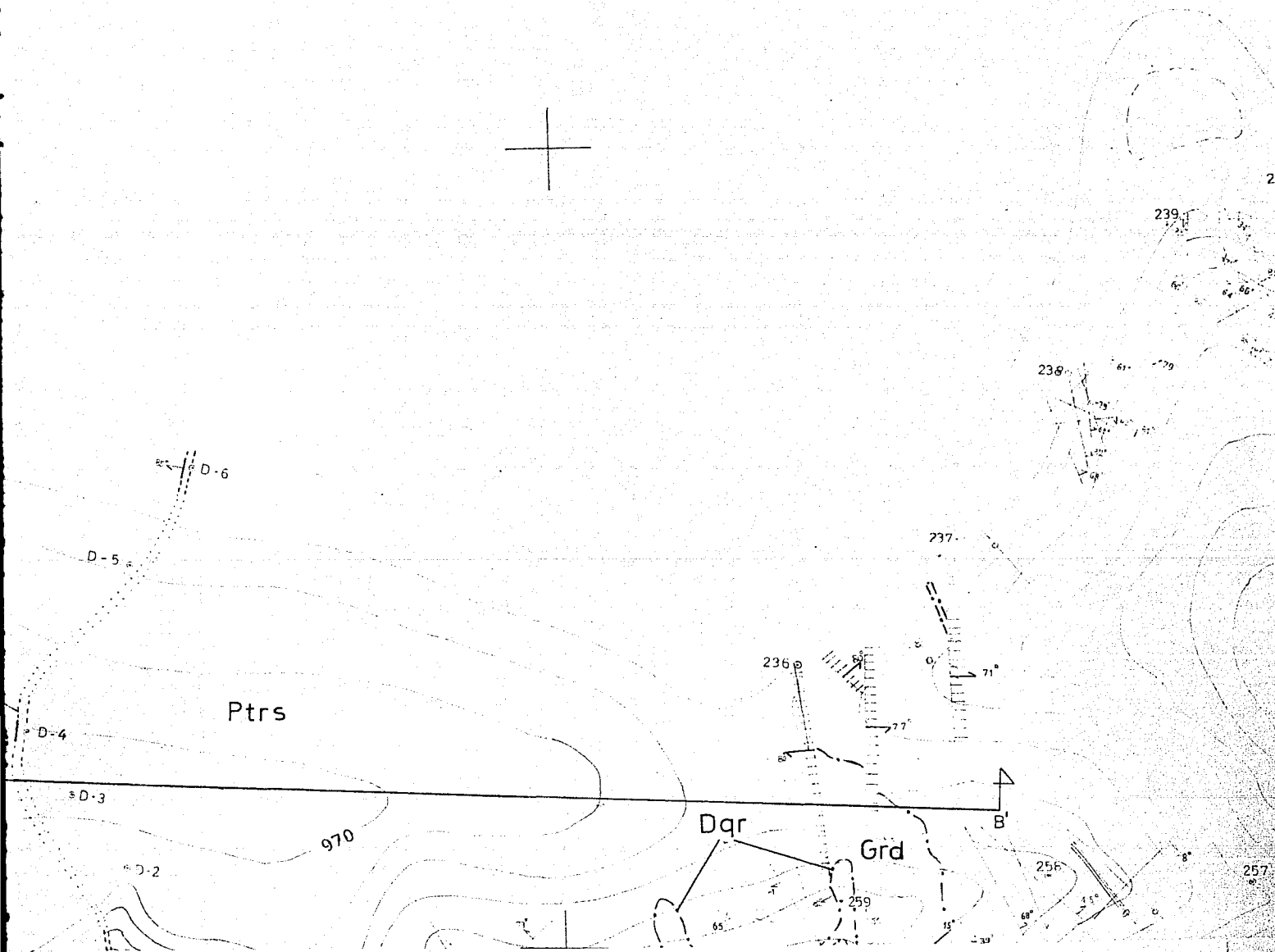
B

D-3

D-2

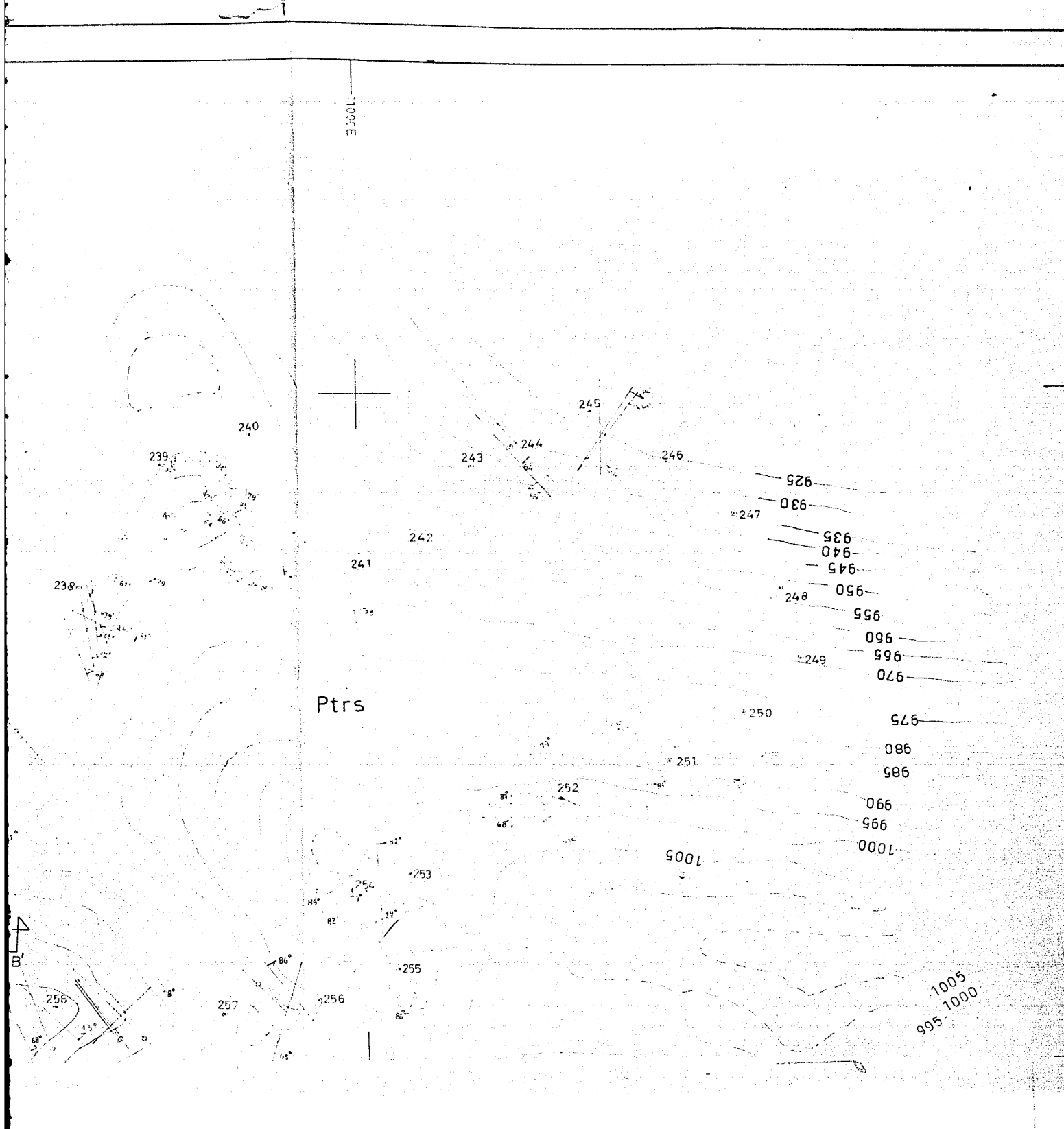


10800E

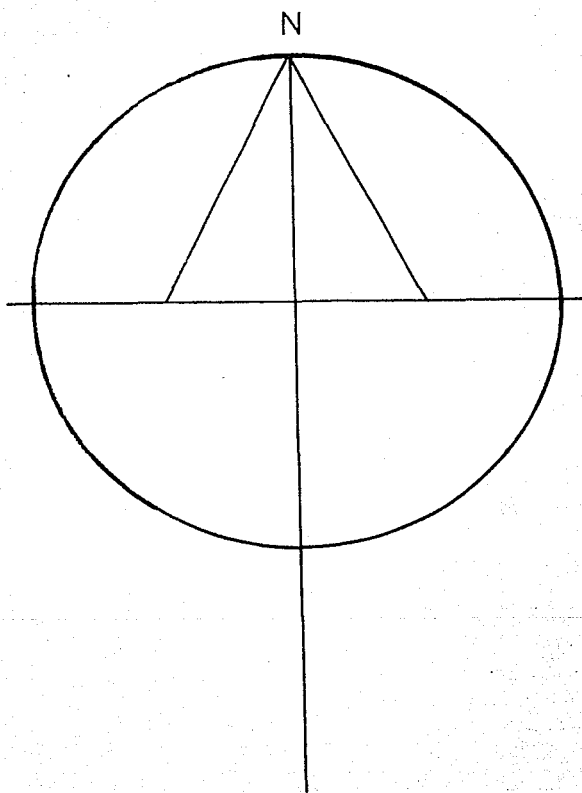


11000E

Ptrs



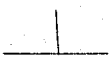
1200E



9300N

9  
935  
940  
945  
950  
955  
960  
965  
970  
975  
980  
985  
990  
995  
1000

1005  
1000  
995



9100N

# S I M B O L O G I A

## Topográfica

9300N

CURVA DE NIVEL Y COTA

CURVA DE NIVEL INFERIDA

DEPRESION TOPOGRAFICA

COORDENADA LOCAL

ESTACION

LINEA DE SECCION

## Estructural

9100N





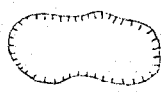
B O L O G I A

COTA

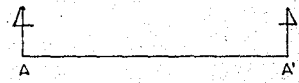
1000

INFERIDA

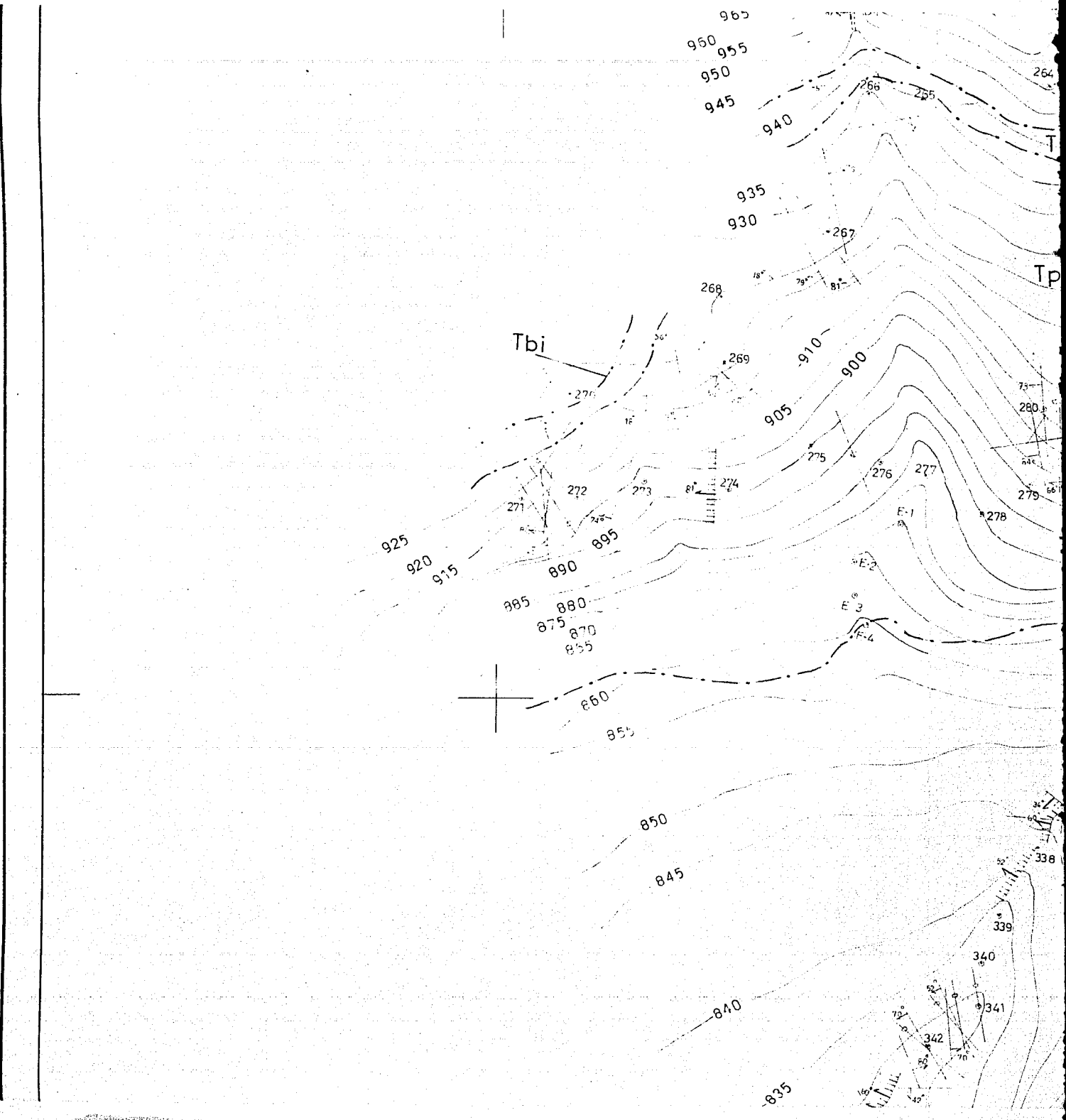
RAFICA

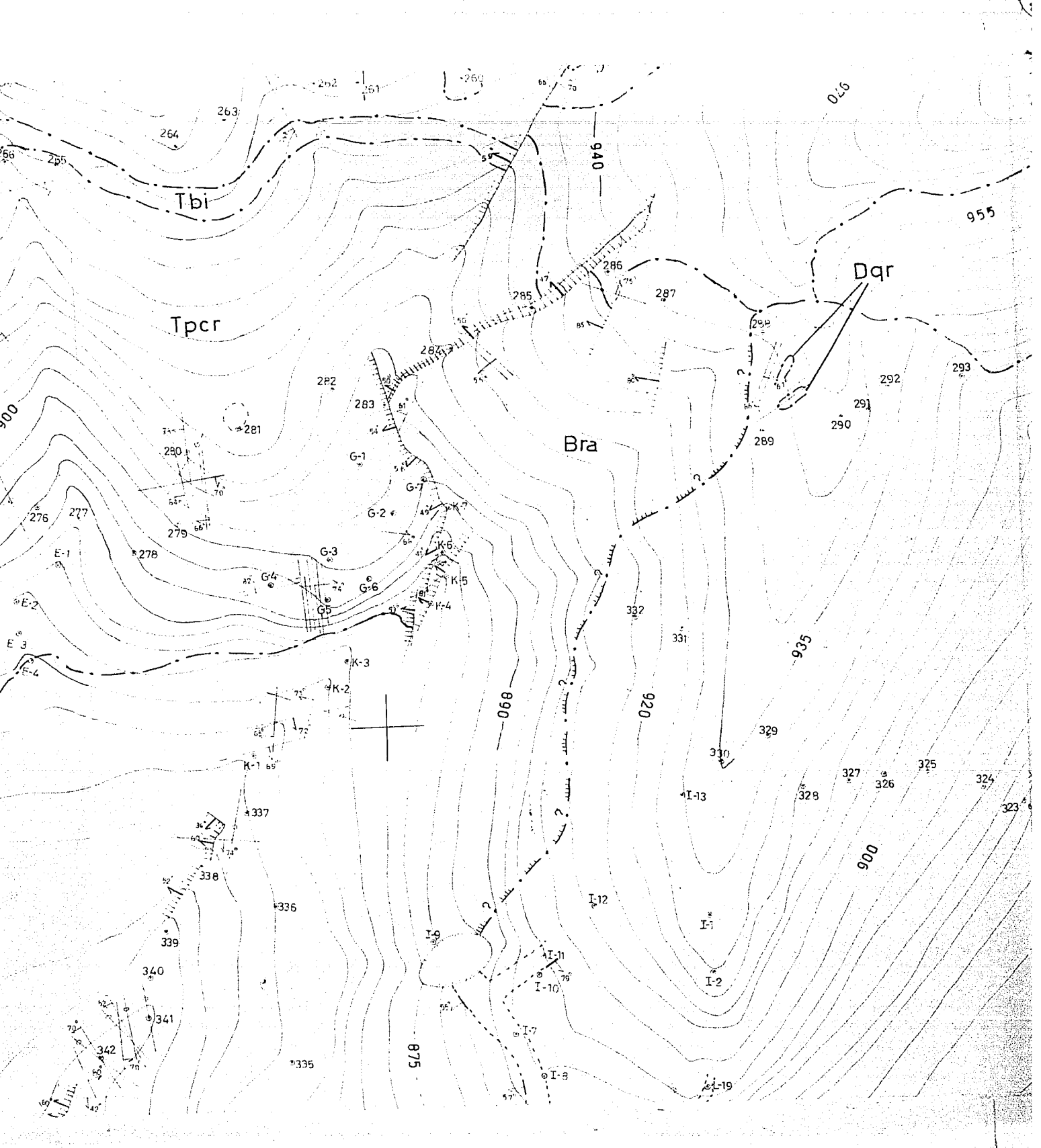


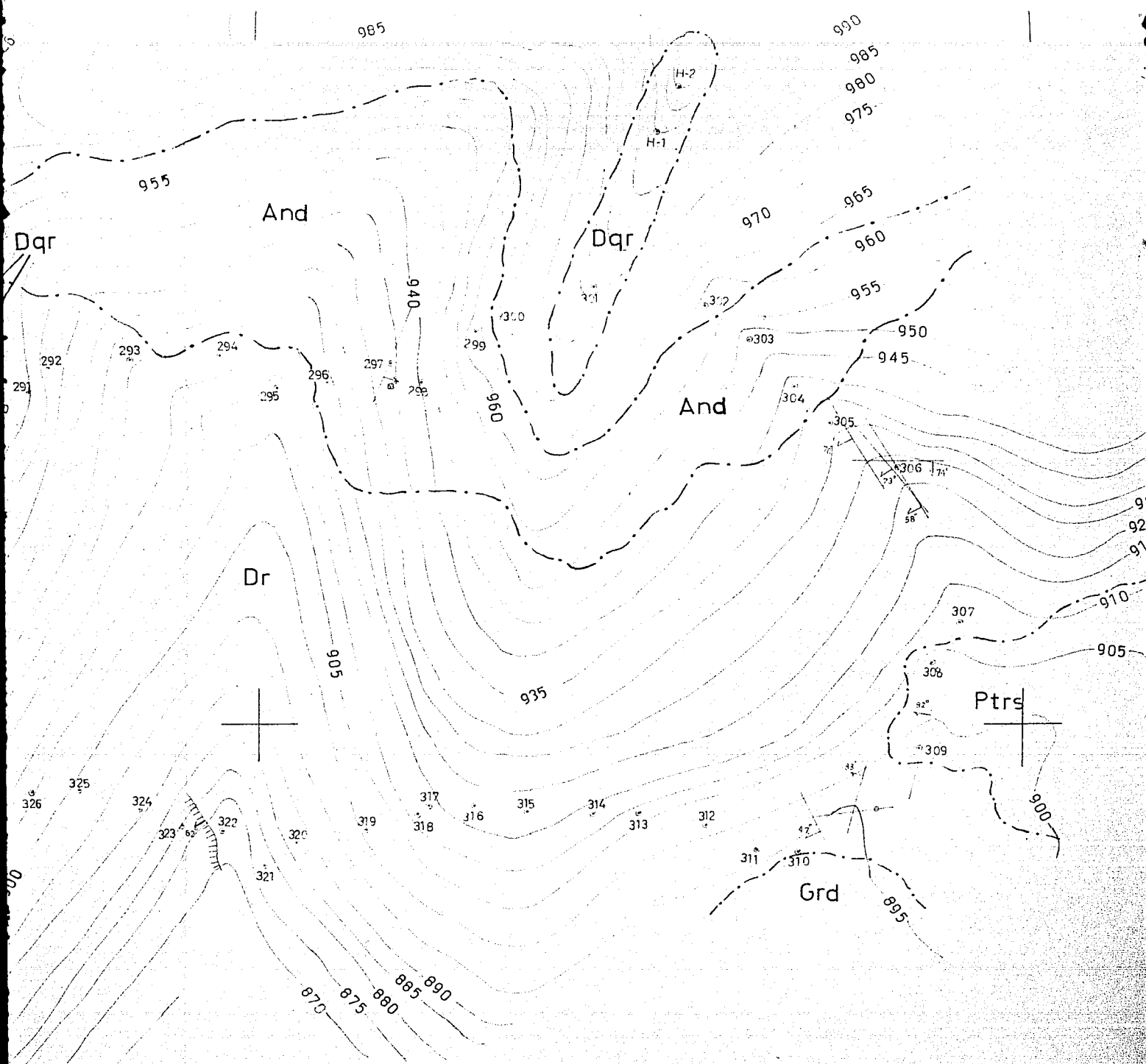
©234

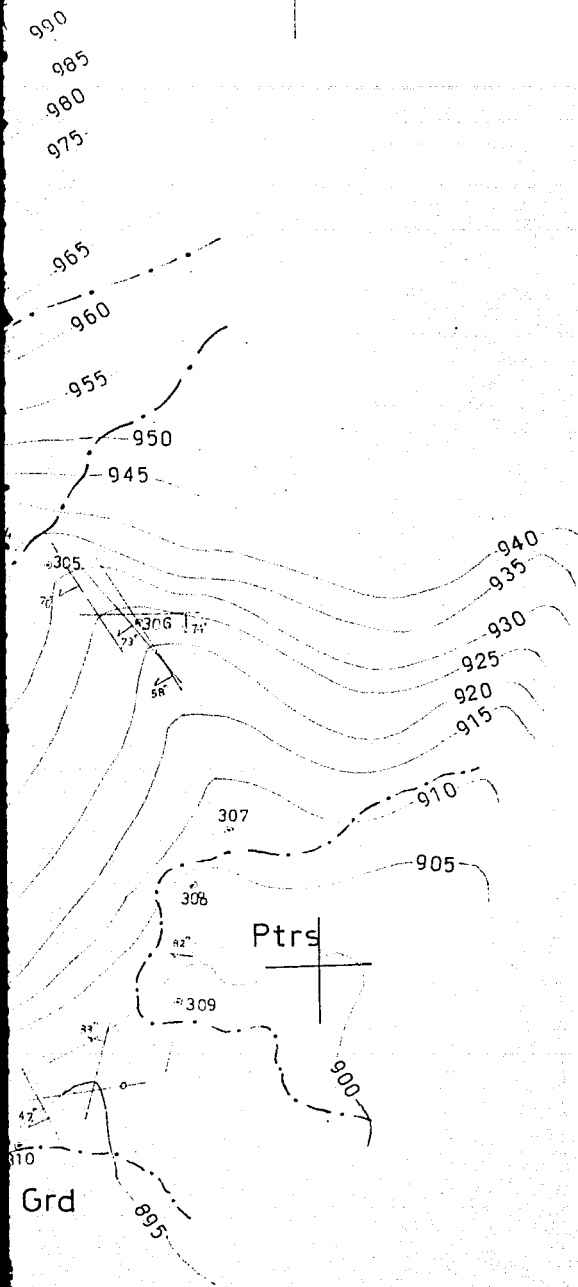


3/11









8900 N

FALLA NORMAL  
FRACTURA, VERTICAL

RUMBO Y ECHADO

## Geológica

CONTACTO, INFERIDO

CONTACTO POR FALLA NORMAL INFERIDO

MINERALIZACION EN VETA, INFERIDA

## Litológica

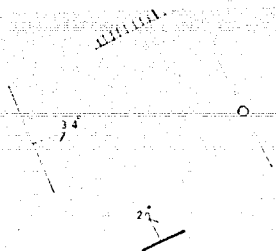
DIQUE RIOLITICO

PAQUETE TOBACEO RIOLITICO SUPERIOR

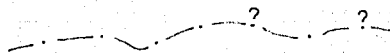
TOBA IGNIMBRITICA

TOBA PORFIDICA CRISTALINA RIOLITICA

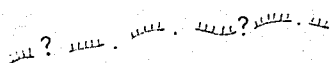
AL



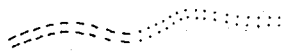
DO



ALLA NORMAL INFERIDO



EN VETA, INFERIDA



CEO RIOLITICO SUPERIOR

Dqr

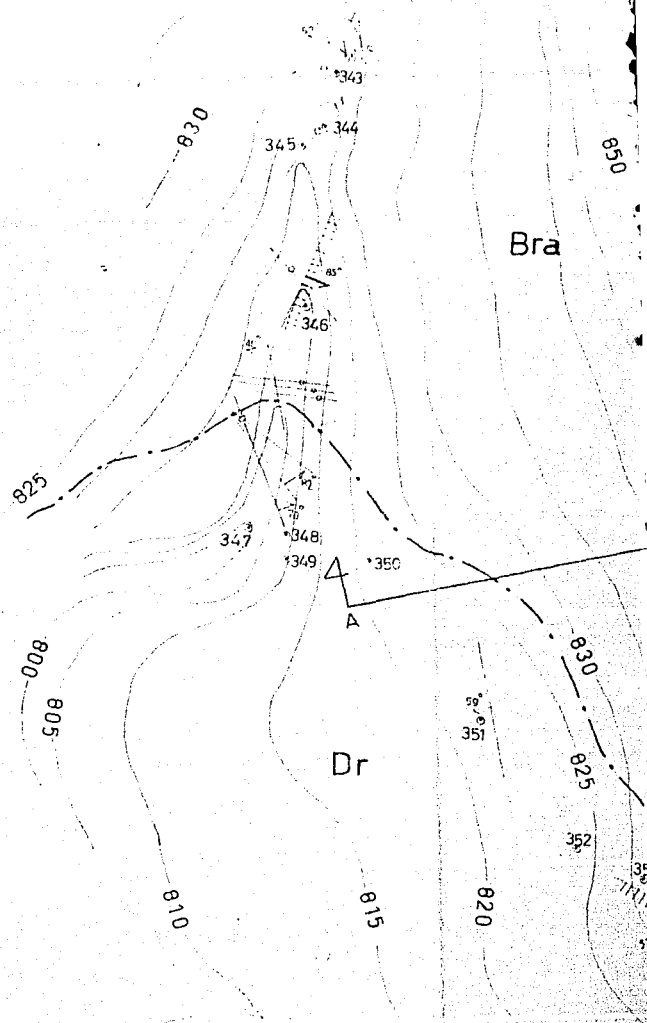
TICA

Ptrs

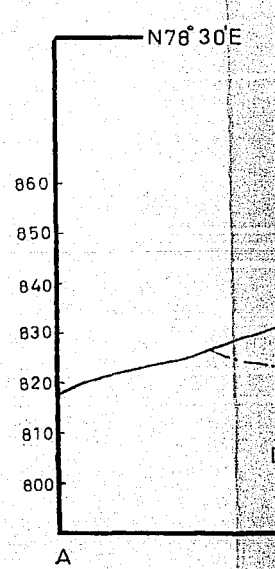
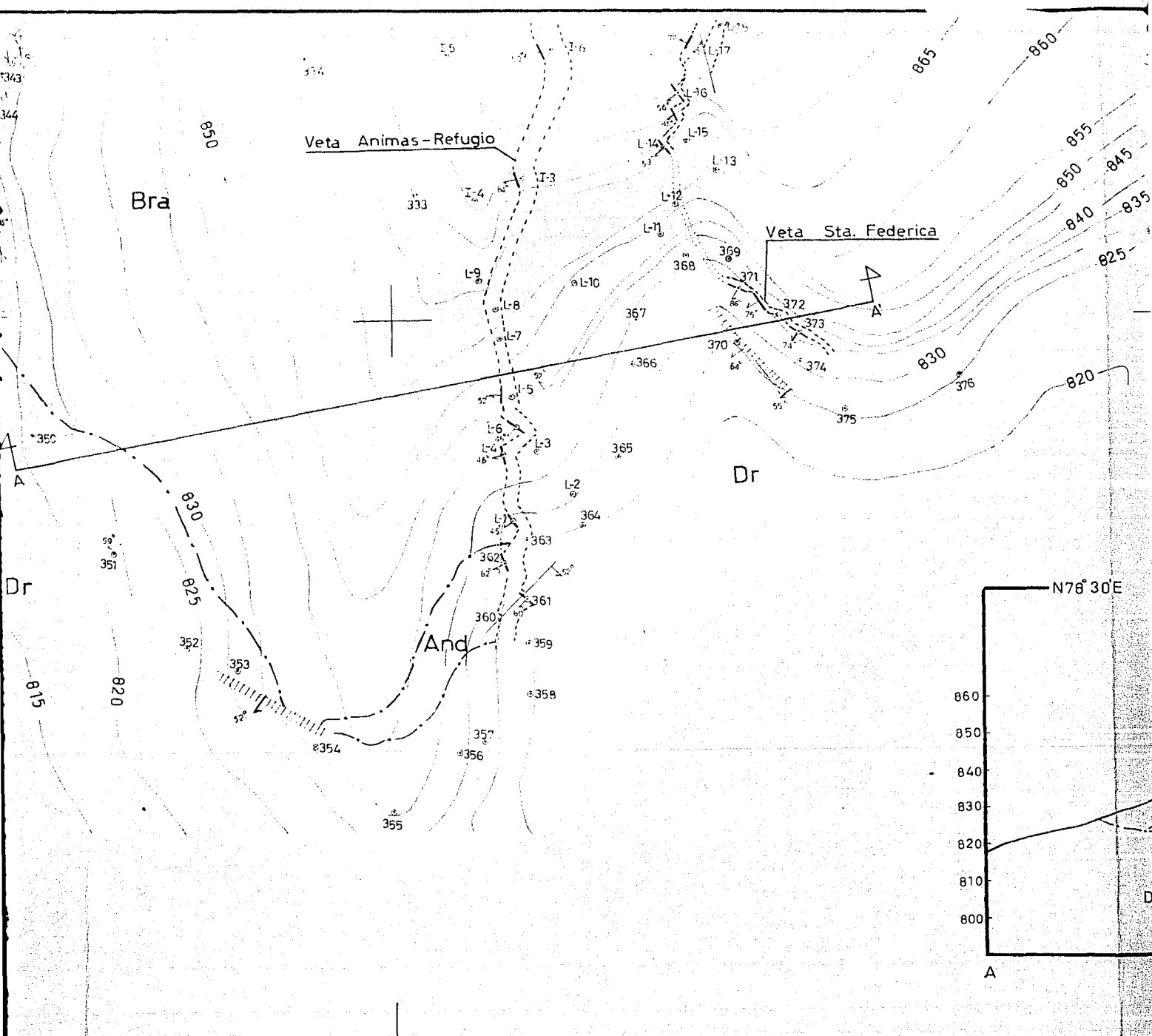
A CRISTALINA RIOLITICA

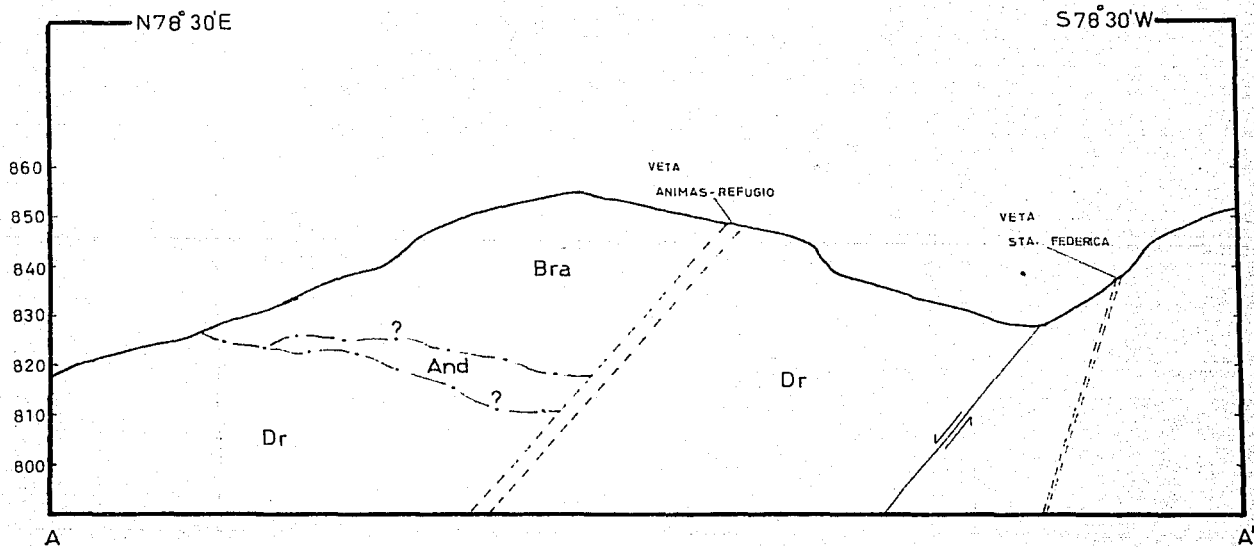
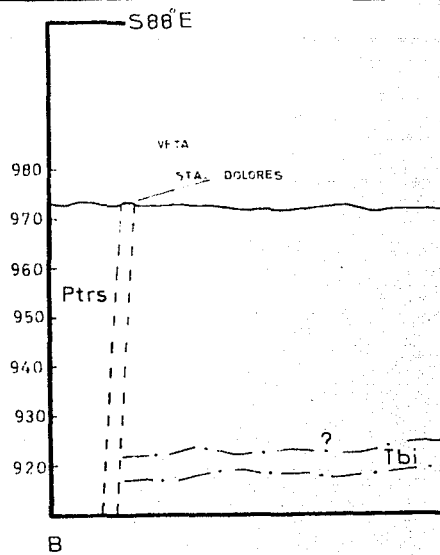
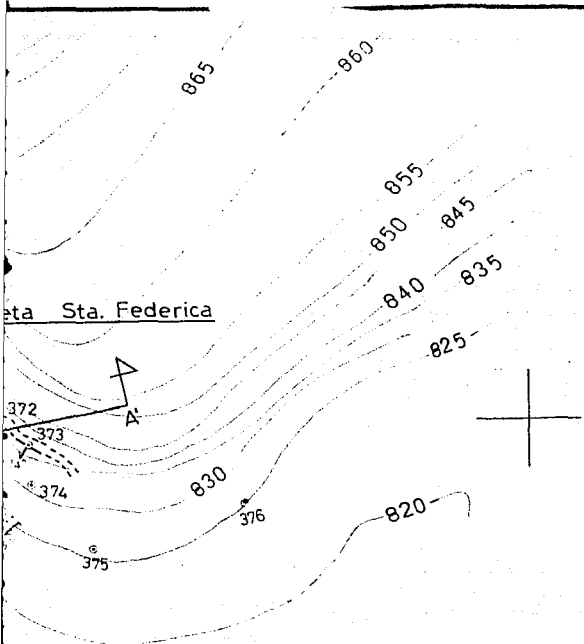
Tbi

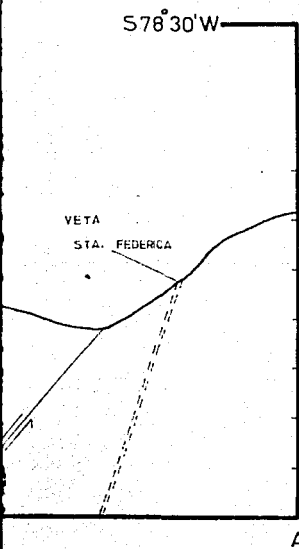
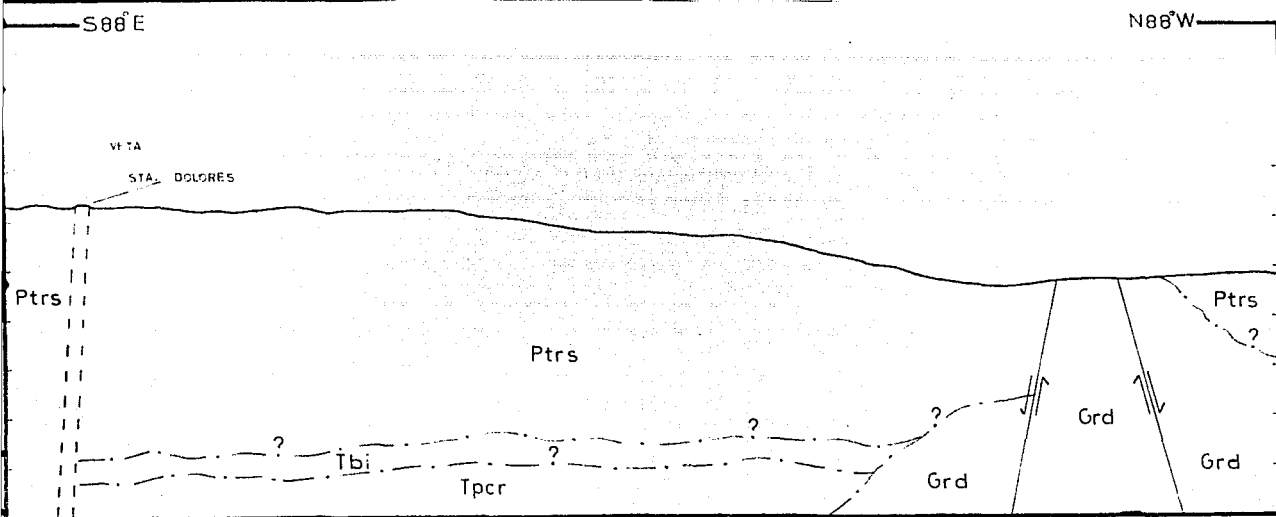
Tpcr











NOTA

BRECHA ANDESITICA LAPILLITICA

ANDESITA

GRANODIORITA

DIORITA

ESCALA GRAFICA



1 : 1000

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL : 5 m

NOTAS:

- La topografía se realizó con brújula y cinta; corroborada con altímetro
- Las coordenadas son locales; su origen es la iglesia del poblado "Copala"
- El presente plano es complemento del escrito; se debe consultar después

FI

UNIVERSIDAD N

TESIS

MAPA

GEO

AREA

"E"

GUZMAN

HERNAND

ESITICA LAPILLITICA

Bra

And

Grd

Dr

ESCALA GRAFICA



1 : 1000

ENTRE CURVAS DE NIVEL : 5 m

y cinta; corroborada con altímetro

ben es la iglesia del poblado "Copala"

escrito; se debe consultar después

FI	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS PROFESIONAL	
MAPA GEOLOGICO DEL		
AREA "EL COCO"; SIN.		
GUZMAN HERNANDEZ GUSTAVO		1992

ESTA TESIS DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA