

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"GEOLOGIA DE LA REGION DE CUALE, JALISCO,
ESCALA 1: 5 000"

TESIS QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
PRESENTA:
FELIPE ORTIGOZA CRUZ.

México, D. F.

1983.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

- I N D I C E -

	Pág.
I. Introducción.....	1
I.1. Objetivo.....	1
I.2. Método de trabajo.....	2
I.3. Panorama Geográfico.....	3
II. Geología Regional.....	7
III. Geología Local.....	14
III.1. Litología.....	14
III.2. Geología Estructural.....	32
III.3. Actividad Ignea.....	36
III.4. Alteraciones hidrotermales.....	39
III.5. Yacimientos Minerales.....	45
IV. Conclusiones.....	76
Apéndices.....	78
-Plano geológico del socavón "la Prieta".....	80
-Plano geológico del socavón "el Rubí".....	81
-Diagrama de localización de muestras en:	
Socorredora y Chivos de Arriba.....	82
Chivos de Abajo.....	83
-Lista de muestras.....	84
-Análisis Petrográficos Microscópicos.....	90

	Pág.
-Análisis Mineragráficos.....	123
Bibliografía.....	152

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

I.1. Objetivo del trabajo.

El objetivo que se persigue es describir la geología de la región de Cuale, Jalisco, y postular una hipótesis sobre la génesis de los yacimientos que ahí se encuentran.

La duración de la etapa de campo, así como los recursos con que se contó, sólo permitieron reconocer la geología del distrito minero de Cuale, y hacer un trabajo en detalle de los sitios donde se encuentran los distintos cuerpos minerales que están en explotación; es por esto que la descripción de la geología regional será con base en la información obtenida de fuentes externas (Consejo de Recursos Minerales, DETENAL, Instituto de Geología).

Los únicos estudios realizados para el análisis de las muestras tienen como base las técnicas de laboratorio microscópicas de petrografía y mineragrafía.

I.2. Método de Trabajo.

Para la realización del presente estudio se cumplieron con las etapas que a continuación se mencionan:

Etapa de campo, que tuvo una duración de treinta días (Abril de 1982). Las actividades desarrolladas fueron: la revisión de la información geológica existente en Cuale; el reconocimiento y muestreo de las unidades litológicas presentadas en el plano geológico elaborado por el personal de la Compañía Fresnillo; la obtención de datos estructurales; la descripción detallada de los cuerpos de mineral a los que se tiene acceso, con muestreo representativo de las litologías reconocidas (menas y rocas encajonantes); el mapeo de los socavones mediante las técnicas de mapeo interior; y la descripción de algunos barrenos exploratorios.

Etapa de laboratorio y gabinete, que incluye: la descripción y clasificación de las muestras colectadas, empleando el microscópio estereoscópico; análisis petrográfico de 33 muestras de roca en lámina delgada; estudio microscópico de 13 secciones pulidas de muestras de las menas; elaboración de planos y secciones geológicas; y la redacción de este informe, en que se presentan las observaciones realizadas, los resultados de la investi-

gación y se dan algunas interpretaciones.

I.3. Panorama geográfico.

a). Localización y vías de acceso. La unidad minera de Cuale se localiza en la parte occidental de la República Mexicana, en la porción centro-occidental del Estado de Jalisco.

La población más importante cercana a este lugar es el centro turístico Puerto Vallarta, el cual se comunica con el resto del país mediante variadas vías terrestres, aéreas, etc.

Una vía de acceso a Cuale es un camino de terracería de unos 43 Kms. de longitud, que parte del Km. 175 de la carretera México 200 (aproximadamente 40 Kms. al sur de Puerto Vallarta), cerca de El Tuito. Otras pequeñas poblaciones que están cerca de la unidad minera son los poblados de Talpa de Allende y Cuale. El primero se encuentra a unos 30 Kms. en línea recta, y el segundo a unos 8.

Otra vía de acceso a la unidad minera es una terracería que pasa por los poblados de Cuale, Talpa y Ameca, a partir de este último comienza una carre-

tera pavimentada que va hacia Guadalajara.

Las coordenadas geográficas en que se ubica al distrito minero son: 20° 22' longitud N. y 105° 07' longitud W.

- b). Clima. Durante el tiempo en que se desarrolló el trabajo de campo se presentaron condiciones climáticas regulares; en general, mañanas despejadas, con vientos moderados, y una temperatura aproximada de 15° C, que aumentaban a un máximo de 20° C al mediodía; con tardes secas y en ocasiones vientos moderados acompañados de nubes poco densas. -- Según la carta de climas San Blas 13 Q-(III) elaborada por el Instituto de Geografía de la UNAM (1) en la que se utiliza el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por E. García, -- (1964), en Cuale el clima es templado sub-humedo, con temperatura media anual entre -3° y 18° C, con lluvias en Verano y temperatura media del mes más caliente entre 6.5° y 22° C.
- c). Geomorfología. El distrito minero de Cuale se caracteriza por presentar pendientes fuertes, con elevaciones hasta de 2300 m.s.n.m. En general, -

las porciones más elevadas coinciden con la presencia de rocas volcánicas, y las más bajas o intermedias con rocas vulcano-sedimentarias y domos riolíticos. La expresión topográfica de las Unidades de roca no es lo suficientemente clara para permitir su diferenciación de acuerdo con la morfología, debido a la disposición tan compleja que guardan entre sí.

Los arroyos son intermitentes con gradientes fuertes y con un patrón de desagüe burdamente dendrítico, resultado de la falta de algún control estructural sobre ellos.

Las características descritas permiten asignar a esta zona un estado de juventud dentro del ciclo geomorfológico.

Fisiográficamente el área de estudio se encuentra dentro de la provincia de "Tierras Altas" (2), la cual ha sido poco estudiada, por lo que casi no existe información. Los límites de esta provincia no son claros, sin embargo al Sur encontramos la provincia de la Sierra Madre del Sur, al Sureste el Eje Neovolcánico, y al Norte la Sierra Madre --

occidental.

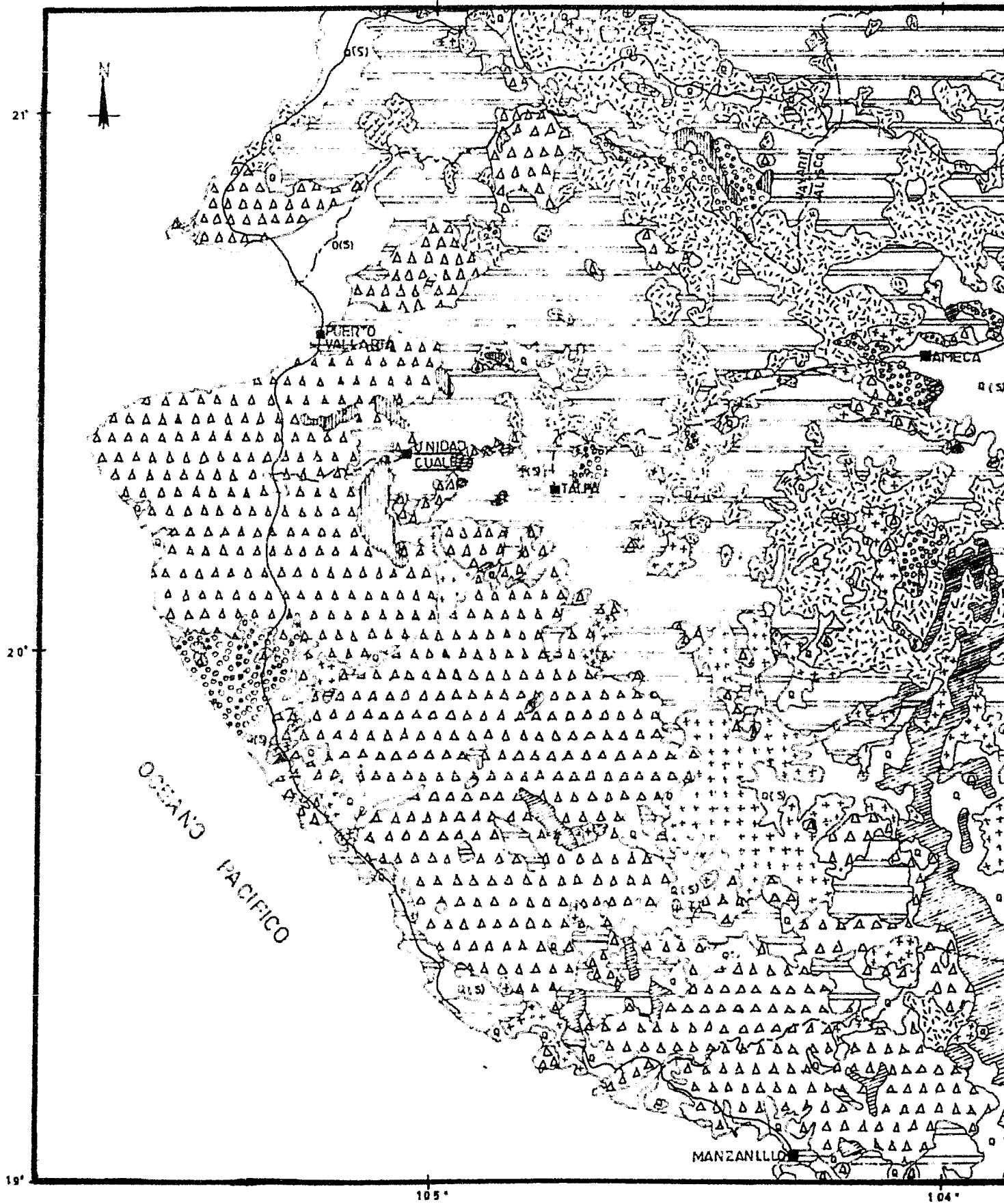
Referencias.

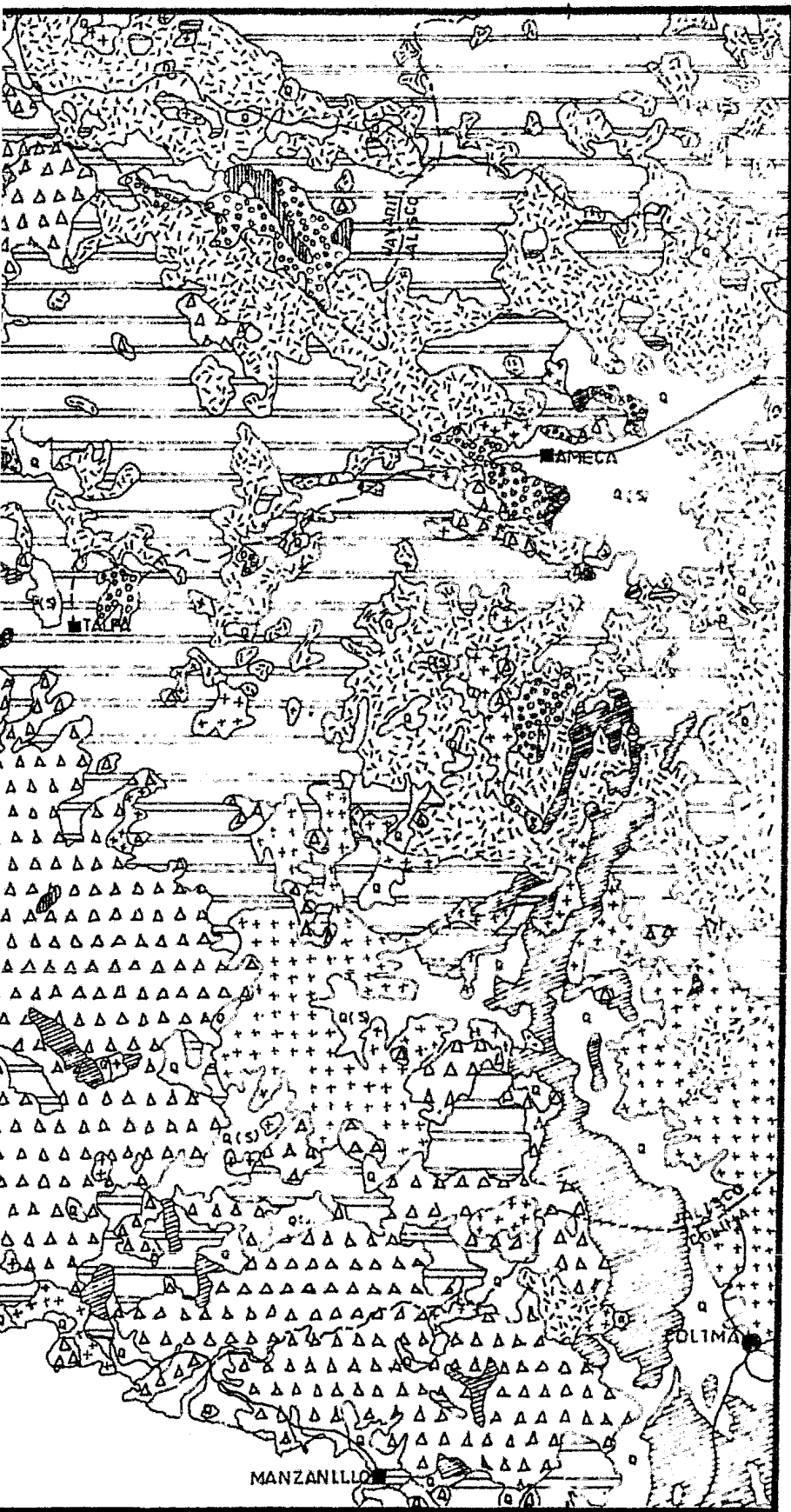
- (1). Instituto de Geografía, U.N.A.M. Carta de Climas San Blas 13 Q-(III). --CETENAL y Planeación, --- México, 1970. Escala 1: 500,000.
- (2). RAISZ, Erwin. Land Forms of Mexico., 2^a Ed. --- --Cambridge, Mass, Geography Branch of Office of naval Research, 1964.

II. GEOLOGIA REGIONAL .

Como puede observarse en la figura 2, las rocas plutónicas tienen mayores afloramientos en la porción occidental del área. Las rocas volcánicas ocupan casi la mitad del área mostrada y tienden a ser más abundantes hacia el N-Ne, en donde se ubica una parte de las provincias Sierra Madre Occidental y Eje Neo-Volcánico. Las rocas sedimentarias son intermedias en cuanto al orden por su extensión superficial, siendo escasas en la porción central y aumentando en área y hasta en espesor (1) hacia el SE; en muchos casos las intrusiones plutónicas y la erosión han dejado sólo casquetes de estas rocas al igual que las metamórficas, que son menos abundantes y se les encuentra en la parte occidental, en afloramientos aislados.

A continuación se presentan las unidades regionales de roca de acuerdo con el orden cronológico de su formación, según las fuentes consultadas (C.R.N.R., INSTITUTO DE GEOLOGIA, etc.).





- CAMINO PAVIMENTADO
- - - - - TERRACERIA
- NAYARIT
- JALISCO
- CAPITAL DE ESTADO
- POBLACION

- (q) (s) ARCILLAS, ARENAS, GRAVAS SUELO (CUATERNARIO)
- ARENISCAS CONGLOMERADAS (TERCIARIO)
- ▲▲▲▲▲ IGNEAS EXTRUSIVAS BASICAS (TERCIARIO)
- ▬▬▬▬ IGNEAS EXTRUSIVAS ACIDAS (TERCIARIO)
- +++++ IGNEAS EXTRUSIVAS INTERMEDIAS
- IGNEAS INTRUSIVAS ACIDAS (TERCIARIO)
- ▲▲▲▲▲ IGNEAS INTRUSIVAS ACIDAS (CRETASICAS?)
- ▨▨▨▨ CALIZAS ARCILLOSAS (CRETACICO SUPERIOR)
- ▨▨▨▨ CALIZAS (CRETACICO INFERIOR)
- ▨▨▨▨ ESQUISTOS GNEISES (PRECRETACICO)

U. N. A. M.

FAC. DE INGENIERIA

FIGURA 2

PLANO GEOLOGICO DE UNA PARTE DE
ESTADOS DE JALISCO, NAYARIT Y COLIMA

(TOMADO DE LA HOJA MAGALAJARA F
1300000 SEP)

SEPT. 83



Rocas Pre-Cretácicas.

En su mayoría son anfibolitas, gneises en facies de Granulita y esquistos de muscovita (1). La asignación de edades para estas rocas sólo se ha propuesto tomando en cuenta su relación con otras rocas y otros criterios; debido a que subyacen en discordancia a calizas que contienen fósiles del Albiano se les considera pre-Cretácicas o más precisamente, pre-albiana (1); a los gneises de la región de Tomatlán así como algunos del W de Michoacán E. López Ramos los considera como Precámbricos, haciendo tal consideración con base en el hecho de que el 80% de los gneises que afloran en la sierra Madre del Sur pertenecen a esta era, y el resto a la Paleozoica (2); a las filitas que afloran el W del valle de Mascota, el Instituto de Geología de la U.N.A.M. los considera Jurásico-Cretácicas (6).

Rocas Cretácicas.

Durante este período se formaron principalmente rocas sedimentarias de tipo calcáreo, con ocasionales cambios de facies hacia evaporitas y lutitas negras. Es probable que en la parte superior del período se haya producido el evento principal de intrusión de las rocas plutónicas (1).

Se ha descrito que las rocas calcáreas descansan en discordancia sobre las metamórficas y son intrusionadas por las plutónicas; la presencia de skarn y recristalización en la zona de contacto entre las calizas y las rocas plutónicas se ha interpretado como el resultado de la intrusión de estas últimas (1). Los ambientes de plataforma y arrecifal están representados en estas rocas y se han reconocido Miliolidos y Rudistas (toucasia S.P.), por lo que hay equivalente entre estas rocas y las de la formación Morelos del Albiano Cenomaniano (1), (2). Algunas de las rocas calcáreas deben abarcar hasta el Turoniano y son correlacionables con la Caliza Petlalcingo Superior (1).

La intrusión del batolito y los efectos de la erosión -- han dejado afloramientos aislados de las rocas sedimentarias, por lo que es difícil reconocer su continuidad. Sin embargo los tipos litológicos indican cambios de facies y hasta de espesor (1); hacia la parte occidental se cambia a calizas arcillosas en el área de Talpa (1), (6), y a lutitas negras en Pungarabato y Huetamo (1); al S de Pihuamo hay lutitas, areniscas y margas que pudieran ser Cretácicas o Jurásicas (2); en el área de Mascota se han reportado lutitas negras que subyacen en discordancia a andesitas y se les considera Mesozoicas (4).

De manera semejante en Cuale existen lutitas negras y reniscas "contaminadas" por productos piroclásticos (más --- bien, tobas), que probablemente están representando el cambio de facies mencionado y por lo tanto también son cretácicas, aunque no presentan el plegamiento que se describe para las rocas sedimentarias con una edad Cretácica bien--definida.

Otras rocas que se han reportado son tobas fosilíferas al S de Minatitlán y Andesitas en Colima y Michoacán, ambos tipos de roca intercalados entre las calizas; las andesitas representan depósitos de tipo eugeosinclinal (2).

Se considera que las rocas plutónicas intrusionaron a partir del Cretácico y el metamorfismo en la zona de contacto de ellas con calizas de Albiano-Turoniano, indican que la intrusión se efectuó a fines de ese período (1), (2). El hecho de que estas rocas estén cubiertas por andesitas, --riolitas y rocas piroclásticas que se consideran Tercia--rias, señala que las intrusiones deben abarcar hasta principios del Terciario (1). Los tipos de roca reportados --incluyen granitos, granodioritas, monzonitas (ejemplo muestra 51, apéndice petrográfico), dioritas, dacitas y cabros (al NE de Tomatlán) (1), (2), (6).

Rocas Terciarias.

En general son rocas volcánicas, en algunos casos vulcano-sedimentarias y clásticas (conglomerados, etc.). En varios trabajos se considera que la base de esta secuencia se forma en el Terciario Superior, pero algunos moldes de Turritela en la mina de San Francisco (Estado de Jalisco) indican que pudo haberse formado desde el Terciario Inferior (1). En diferentes lugares se han reconocido andesitas como base de la secuencia volcánica (1), (2), (3), (4), aunque su distribución horizontal no es continua ya que en varios sitios no ha sido reconocida, como es el caso en Cuale: aquí la base de la secuencia está compuesta por conglomerados, flujos de riolita alcalina y tobas félsicas.

Dado que no se han establecido correlaciones y son muy frecuentes los cambios de "facies", no es posible hacer una descripción cronológica a nivel regional de los tipos litológicos en la secuencia volcánica. En general, lo único que parece mejor reconocido es un cambio en el tipo de magmatismo: comienza en uno andesítico-basáltico pasando a félsico y por último a uno predominantemente basáltico. El magmatismo félsico está representado por paquetes gruesos de lavas y piroclastos con algunas intercalaciones de epiclastos (1), (2), (3), (4), (5), (6), además de intrusi

vos monzoníticos y granodioríticos.

Como ejemplo de la secuencia volcánica félsica, en Cuale existen aglomerados, tobas y flujos de riolita alcalina-alterada en la base seguidos por tobas lítico-cristalinas y flujos de riolita en la parte media, y por último riolitas fluidales con flujo casi horizontal en la cima. Es probable que toda la secuencia esté intrusionada por diques riodacíticos.

Rocas Cuaternarias.

No existe un criterio definitivo para asignar edad al Basalto que ocupa la parte superior de la secuencia volcánica, pero en algunos trabajos lo han considerado Cuaternario (1), (4). El resto del registro litológico está representado por aluvi6n, dep6sitos de talud y suelos (5), (6).

Referencias.

- (1). SOLIS Vorrath, J. (Reconocimiento geol6gico); SOLIS Vorrath, J., BRAVO Nieto, J., LOPEZ Mendoza, H. HARPER Burgueño, O. (Yacimientos Minerales); ESTRADA Barraza, S., BRAVO Nieto, J. (Geofísica); HUHTA,

J.V., ARMENTA Cruz, F. (Geoquímica). Geología Regional y Yacimientos Minerales de una porción de los Estados de Jalisco y Colima. México. Proyecto de exploración de Minerales Metálicos: Fondo Especial Naciones Unidas. Secretaría del Patrimonio Nacional, - México, 1965.

Cap. V "Geología General", pp. 28-76.

- (2) LOPEZ Ramos, E. Geología de México. Tomo III, 2^a ed.- Edición Escolar, México, 1981. pp. 139-151.
- (3) MACOMBER, E.B. Geology of the Cuale Mining District, - Jalisco, Mexico. (Tesis doctoral). Rutgers Univer-- sity, New Jersey, 1962.
- (4) SANDOVAL, H., MENDEZ Sainz, A. Reconocimiento Geológico Minero de una parte de los municipios Mascota, San Sebastián del Oeste y Atenguillo, Estado de Jalisco. Consejo de Recursos Minerales, México, 1980.
- (5) Hoja Guadalajara (carta geológica) S.P.P., sin fecha Escala 1:1 000 000.
- (6) LOPEZ Ramos, E. Carta Geológica de los Estados de Jalisco y Aguascalientes. -- Instituto de Geología, --- U.N.A.M., México, 1971.

III. GEOLOGIA LOCAL.

III.1. Litología.

El distrito minero de Cuale se caracteriza por la abundancia de las rocas ígneas extrusivas e hipabisales de tipo félsico, que cubren e intrusionan a una secuencia vulcano-sedimentaria depositada en un ambiente de cuenca restringida.

En general se pueden definir cuatro unidades litológicas, cada una constituida por rocas con una génesis y tiempo de formación semejantes. Estas unidades son:

- a). Unidad I, que es una secuencia vulcano-sedimentaria.
- b). Unidad II, compuesta por domo-diques riolíticos que intrusionan a la Unidad I.
- c). Unidad III, volcánica.
- d). Unidad IV, formada por diques que intrusionan a las tres Unidades anteriores.

El interperismo avanzado, la topografía abrupta y en parte la cubierta vegetal impiden el -

reconocimiento exacto de los límites de las Unidades de roca tanto horizontal como verticalmente. Esto más la incertidumbre respecto a las edades de las rocas imposibilitan la determinación de una estratigrafía local.

A continuación se describe en orden cronológico cada una de las Unidades litológicas reconocidas.

Unidad I (secuencia vulcano-sedimentaria)

El carácter sedimentario de esta Unidad es evidente y la presencia de productos piroclásticos félsicos hacen considerarla como vulcano-sedimentaria; la presencia de lutitas negras y piritita singenética indican que se depositó en -- una cuenca reductora.

En general, esta Unidad está definida por tobos híbridas y limolitas, entre las cuales se presentan frecuentes lentes de lutita negra en donde, en varios casos, se alojan los cuerpos de sulfuros. Se encuentra en afloramientos -- aislados bien representados en la parte central de la zona (figura 3), pero probablemente sea

continúa sólo que está erosionada, o en gran parte cubierta por la Unidad III. Según la información del plano de Geología local (figura 3) y las observaciones de campo, es claro que el espesor de la Unidad no es constante y por ejemplo, en Socorredora y Naricero es más gruesa que en Chivos de Abajo (el espesor máximo medido en el plano es de 100 m.), siendo las causas probables de ese cambio:

- 1). Irregularidad de la profundidad de la cuenca de sedimentación.
- 2). Parte de la Unidad fue desplazada durante la intrusión de la Unidad II.
- 3). Desarrollo de cambios de facies, principalmente en la parte superior de la Unidad, cambiando de los primeros flujos de Riolita en Chivos de Abajo a las últimas tobas-limolitas-lutitas en Naricero. Lo más probable es que se trate de una combinación de las dos primeras causas.

Las rocas que caracterizan a la Unidad son lutitas negras laminadas intercaladas con limolitas de estratificación delgada (aparentemente masivas o formando grandes concreciones en Socorredora);

en estas rocas se alojan varios cuerpos de sulfuros como en Chivos de Abajo (sulfuros estratiformes, distinguiéndose un cuerpo de mena negra bajo otro de mena amarilla), Socorredora (sulfuros concentrados en "masas" o diseminados) y Naricero -- (sulfuros "retrabajados"). En la figura 4 se observa que el comportamiento de la lutita es como de "lengüetas" limitadas por cambios de facies. Al microscopio (muestras 39, 135, 175) se determinó al cuarzo como componente más importante, y la presencia de una matriz criptocristalina arcillosa incluyendo un material oscuro (carbonoso). Es común encontrar cubos de pirita que transectan la estratificación y a otra pirita fina que se adapta a ella, por lo que debe ser singenética.

Otras rocas muy comunes en esta Unidad están compuestas por material del tamaño de la arena y por eso pudieran clasificarse como areniscas, pero la existencia de algunas texturas que deben representar a antiguos fragmentos de roca ahora devitrificados, y la presencia de cuarzo y feldespato angulosos, hacen suponer que más bien se trata de -- tobas. En realidad no hay un criterio definitivo para distinguir entre ambos tipos de roca ---

y lo más probable es que sean rocas híbridas que -
contienen productos piroclásticos y a su vez epi-
clásticos. En el afloramiento son rocas de color
gris y cuando están alteradas, verde olivo; mi---
croscópicamente se han clasificado como toba vi-
tro-cristalina félsica (muestras 20A, 22A, 9S, --
14S, 16N, R20, 10P, 6P); en todos los casos el --
cuarzo es un componente importante, el feldespato
es escaso y ambos se presentan como granos angu-
losos; la matriz es de grano muy fino a cripto--
cristalino, y en algunas zonas aproximadamente --
circulares con una concentración y disposición di-
ferente del material se supone la existencia de -
fragmentos líticos devitrificados; en varias mues-
tras se presentan muscovita-paragonita y clorita
(muestras 22A, 9S, R20, 10P, etc.) en vetillas o
diseminadas, indicando alteración sobre la roca -
original, y su presencia en las tobas que encajo-
nan a los cuerpos de sulfuros estratiformes en --
"el Rubí", "la Prieta" y Chivos de Arriba, debe -
indicar que menas y alteración están relacionadas
genéticamente.

Por último, la roca menos abundante es pedernal -
que está intercalado entre las tobas-limolitas --

(figuras 7 y 8) o formando paquetes, como en el so
cavón "el Rubí" (figura 14 y muestra R14). Es de
color gris verdoso y se presenta en estratos del-
gados; al microscopio (muestra R14) se determinó
una composición de sílice criptocristalino (calce-
donia) y minerales oscuros diseminados (pirita).

Esta Unidad está intrusionada por las rocas de la
Unidad II y en muchos casos los contactos son reg
los, aunque en otros difusos semejando una entre -
mezcla de rocas (como en la entrada al socavón "la
Prieta"); el contacto con la Unidad III es concor
dante pero representando una discordancia si no erg
siva, sí en cuanto al carácter litológico (discor-
dancia litológica); con la Unidad IV muestra con--
tactos discordantes, de lo que se infiere el carác
ter intrusivo de esta última.

Los únicos fósiles reconocidos (muestras 14S y 15N)
son microfósiles con formas redondeadas o renifor-
mes y, en ocasiones, de espículas. Estos cuerpos
reniformes muestran características semejantes a
las espículas de la esponja *Geodites*, que según --
Hinde (1885) es descrita en especies del Cretácico
Medio (1). Existe otro género: *Rhaxella perforata*

(Hinde, 1890), que es descrito en especies del Ju^urásico Medio y el cual es muy semejante al Geodites, pero los cuerpos reniformes de ambos géneros difieren en las características de las superficies siendo lisas para el Geodites, y rugosas para el Rhaxella (1); sin embargo en lámina delgada no es posible hacer tal diferenciación y en este trabajo no se pudo utilizar otra técnica.

Triplet (1983) y Pérez Segura (1978) han observado algunas estructuras que describen como radiolarios (2) y posiblemente se refieren a los mismos microfósiles descritos en este trabajo.

La edad de la Unidad es incierta. Los microfósiles no proporcionan un criterio definido dada la inseguridad respecto a su clasificación, pero de pertenecer al Rhaxella o al Geodites le confirmarían una edad pre-Terciaria. Con base en el criterio de correlación con otras secuencias sedimentarias, también poco seguro, se considera que esta Unidad pertenece al Cretácico Medio o Superior, - como se menciona en el capítulo de Geología Regional.

Unidad II (domo-diques "riolíticos").

Esta Unidad corresponde al pórfido riolítico descrito por Luna Barcelo (2, pag. 20). Se le encuentra en la porción SE de la zona de estudio, en los socavones "el Rubí" y "la Prieta", y en varios de los barrenos exploratorios que se encuentran entre Socorredora y Naricero (figuras 3 y 4). La forma de la Unidad es de domos y diques que intrusionan a casi toda la Unidad I. Como se muestra en la figuras 3, 4 y 5, parte de esta Unidad intrusione a toda la secuencia vulcano-sedimentaria, por lo que es probable que en estos casos se trate de zonas de extrusión para las lavas y el material piroclástico de la Unidad III; lo que parece más claro es que la Unidad II se compone de varios cuerpos, como lo indican la variación en textura (por ejemplo de la muestra R2 a la R3) y alteración (por ejemplo, de las muestras R2, R3, 18S, etc. a la 9N): estas variaciones indican -- que hubo varios episodios de intrusión en la zona.

En el afloramiento la Unidad se compone de rocas de color blanco o rojo al intemperismo y verde -- cuando frescas; con textura porfídica. Al microscopio algunas muestras se han clasificado como --

riolita porfídica alterada (muestra 9N), y roca ígnea félsica porfídica alterada (ver apéndice petrográfico) debiéndose la incertidumbre en la clasificación a que los feldespatos están parcial o totalmente reemplazados; el fenocristal mejor conservado es cuarzo, aunque llega a presentar bordes corroídos; el feldespato más abundante como fenocristal es oligoclasa, pero el sanidino puede ser copioso en esferulitas (muestra 9N), aunque en la mayoría de las muestras lo que predomina es la total o parcial alteración de esos minerales a muscovita paragonita más cuarzo; la matriz está compuesta -- por cuarzo, sericita y clorita, con pirita diseminada.

Además de las características de alteración mencionadas, se ha reconocido la presencia de vetillas de pirita-calcopirita alojadas en las rocas de esta Unidad en "la Prieta" y "el Rubí": la alteración y las vetillas deben ser el resultado de un mismo proceso hidrotermal.

A esta Unidad sólo se le observó en contacto con la I, presentando contactos difusos y en algunos casos más o menos rectos; los contactos difusos --

pueden ser el resultado de la intrusión de un material no totalmente consolidado sobre sedimentos no litificados, aunque también pueden ser el resultado de una intensa alteración o ambos. Parte de la Unidad II sólo afecta a la I en su porción media inferior y es probable que se relacione genéticamente con los cuerpos de sulfuros estratiformes, por lo que las edades de ambas Unidades son semejantes: Cretácico Superior (pudiendo abarcar hasta el Terciario Inferior).

Unidad III (secuencia volcánica).

Está formada exclusivamente por rocas ígneas, con la presencia de productos piroclásticos y lávicos como resultado de una actividad volcánica de tipo félsico.

En general, su base se compone de "lavas" riolíticas que cambian de "facies" hacia glomerados y tobas, y está intrusionada por diques riodacíticos. La parte media incluye "lavas" riolítico-riodacíticas y tobas cristalino-líticas y vítreas. La parte superior está compuesta por flujos riolíticos muy intemperizados.

-Base de la Unidad.

En Chivos de Abajo y Chivos de Arriba se identificaron riolitas alteradas que están en contacto concordante con las rocas de la Unidad I, y se caracterizan por su color verde y alteración a clorita. Al microscopio se han clasificado como riolita alcalina alterada (muestras 23A, 23B, 30) y se observa que los fenocristales que son cuarzo, sanidino y andesina - oligoclasa están algo alterados, en cambio lo está casi totalmente la matriz a cuarzo, clorita y sericita. Se observa una alteración extrema (muestra 5CHA) cuando la roca ha sido modificada completamente en su textura y mineralogía originales, las cuales ahora son un material criptocristalino silíceo-clorítico - en donde se alojan algunas vetillas y "granos" dispersados de sulfuros y calcita.

En Socorredora se presenta un aglomerado de color crema que está muy intemperizado y muestra líticos angulosos de hasta 2 cm. de diámetro sostenidos en una matriz fina (muestra 15S); al microscopio se observa -- que los líticos se componen de un material criptocristalino silíceo y están rodeados por una matriz de -- cuarzo, clorita y esferulitas de cuarzo.

Otro aglomerado que es de color rosa (al que los geólogos de la unidad minera de Cuale llaman "toba rosa") se encuentra entre Chivos de Abajo y Chivos de Arriba y en Socorredora; se compone de líticos sostenidos en una matriz fina que incluye cuarzo y feldespato (muestra 7).

Sobre Naricero se encuentran unos diques de color gris oscuro, de hasta 2 m. de espesor, que intrusionan a las rocas de la base de la Unidad; al microscopio se les clasificó como riodacita porfídica (muestra 42) y presenta fenocristales de cuarzo y oligoclasa que altera a sericita; sostenidos en una matriz totalmente silicificada.

- Parte media.

Aquí son comunes las tobas félsicas cristalino-líticas, cristalinas y vítreas y "lavas" riolíticas. Las tobas se han reconocido en la porción NW de la zona, cerca de Coloradita; las tobas cristalino-líticas (muestra 4) son de color blanco rosáceo y presentan granos de cuarzo, feldespato alterado y fragmentos de roca devitrificados, sostenidos en una matriz de cuarzo, sericita y esferulitas; la toba ví-

trea es de color gris, y grano y estratificación finos.

Las rocas de esta parte de la Unidad son rocas ígneas félsicas y riolacitas porfídicas (muestras 2, 14, 49) de color blanco con "manchas" verdes. Al microscopio se les determinó una composición de cuarzo, oligoclasa y Sanidino sostenidos en una matriz fina a criptocrystalina de cuarzo y clerita; es común que la clerita se presente en vetillas o reemplazando al feldespató o a posibles ferromagnesianos.

- Parte superior.

Se compone de una "riolita" fluidal con flujo casi horizontal, de color blanco rojizo y con fenocristales de cuarzo sostenidos en una matriz afanítica. Se le observó sobre las tobas de la parte media de la Unidad en Coloradita.

Es probable que la alteración presente en las rocas de la base de esta Unidad (como se presenta en Chivos de Abajo y Chivos de Arriba) se haya producido por la extrusión de sus respectivas lavas en un medio acuoso, el cual tuvo alguna interacción con el proceso

hidrotermal que las afectó por un mecanismo semejante al de alteración de los basaltos en las espilitas: - extrusión de lavas a través de rocas "sumergidas" en medio acuoso, en donde se desarrolla el proceso responsable de la alteración (3).

El contacto con la Unidad I es concordante, mientras que con la IV discordante dado el carácter intrusivo de esta última. Con la Unidad II no se observó contacto alguno, por lo tanto los mostrados en el plano de Geología local son inferidos (figura 3).

La edad para este paquete de rocas, al igual que para las otras Unidades, es incierta; la concordancia de los primeros flujos de riolita con la Unidad I -- y la ausencia de un conglomerado basal indica que -- son de edades sucesivas, tal vez Cretácico Superior. El resto de la Unidad puede pertenecer al Terciario Inferior.

La alteración presente en las rocas de la Unidad II y en las de la parte baja de la III, así como la formación de los cuerpos de sulfuros estratiformes, deben ser el resultado de procesos no totalmente independientes dadas sus proximidades geográfica y tempo

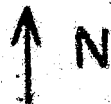
ral; a pesar de que la alteración presente en las rocas mencionadas es algo diferente, deben ser el resultado del mismo proceso hidrotermal sólo que la presente en la Unidad II es de mayor temperatura.

Unidad IV (diques dacíticos).

Se presentan en la parte SW del área estudiada, intruccionando a las rocas de las tres Unidades ya descritas. En el afloramiento son diques de una roca masiva porfídica de color crema; al microscopio (muestra 48) se ha clasificado como dacita, incluyendo en su composición fenocristales de cuarzo, sanidino y algunos de oligoclasa, sostenidos en una matriz fina a criptocristalina de cuarzo, clorita y algo de sericita.

El carácter discordante e intrusivo de esta Unidad indica que su edad es relativamente posterior a la de las otras Unidades: Terciario Inferior Medio.

534000



2100

2200

2300

UNIDAD III

540000

2400

LAVAS RIOLITICAS
RIODACITICAS

536000

2500

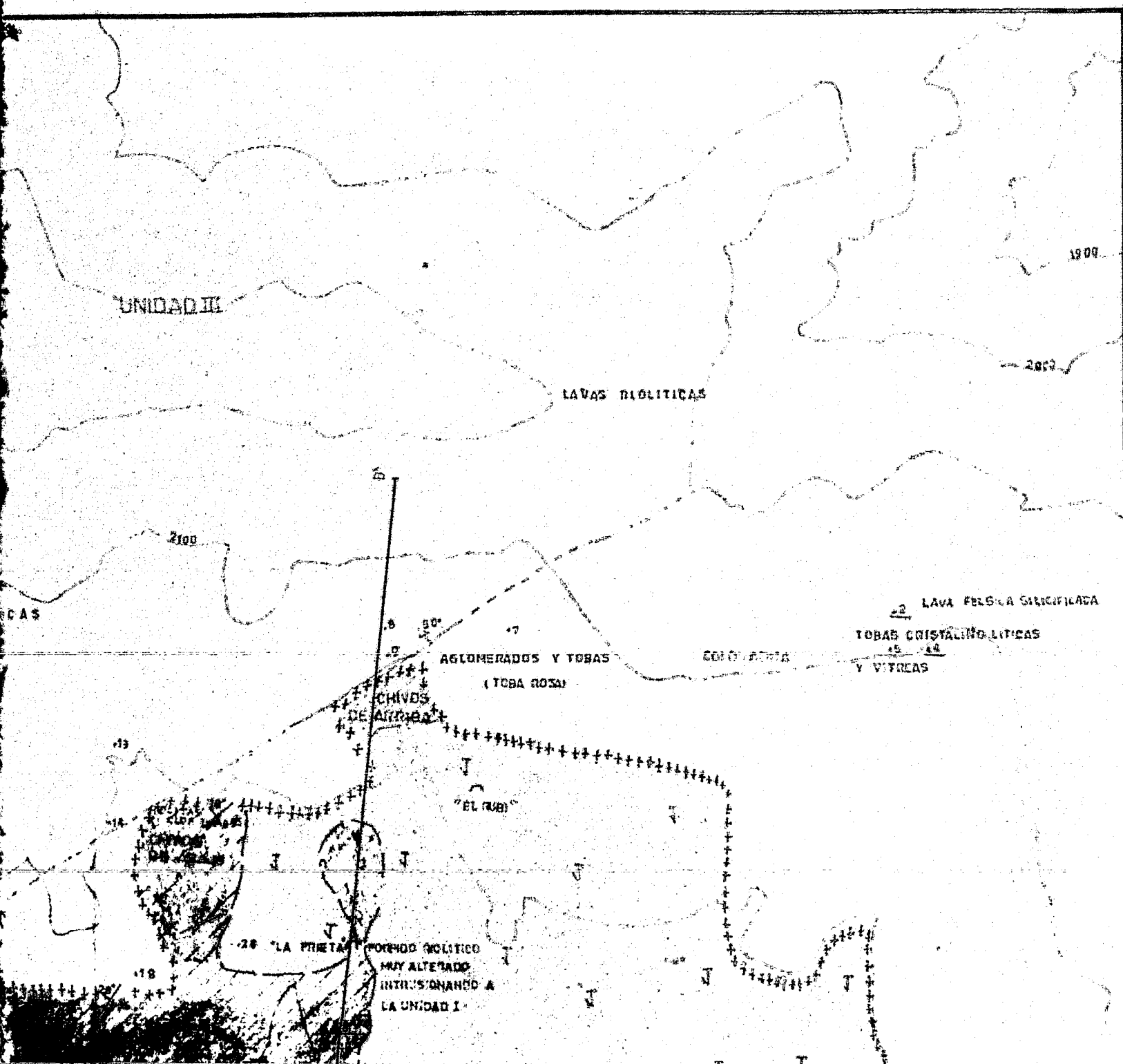
CERROS
DE ARAL

2600

AGLOMERADOS
Y
LAVAS RIOLITICAS

SECCION III

40



SIMBO

1600 CURVA

100 MUEST.

100 MUEST.

100 RUMBO

95° FALLA

CONTACTO

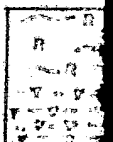
DISCORDANCIA

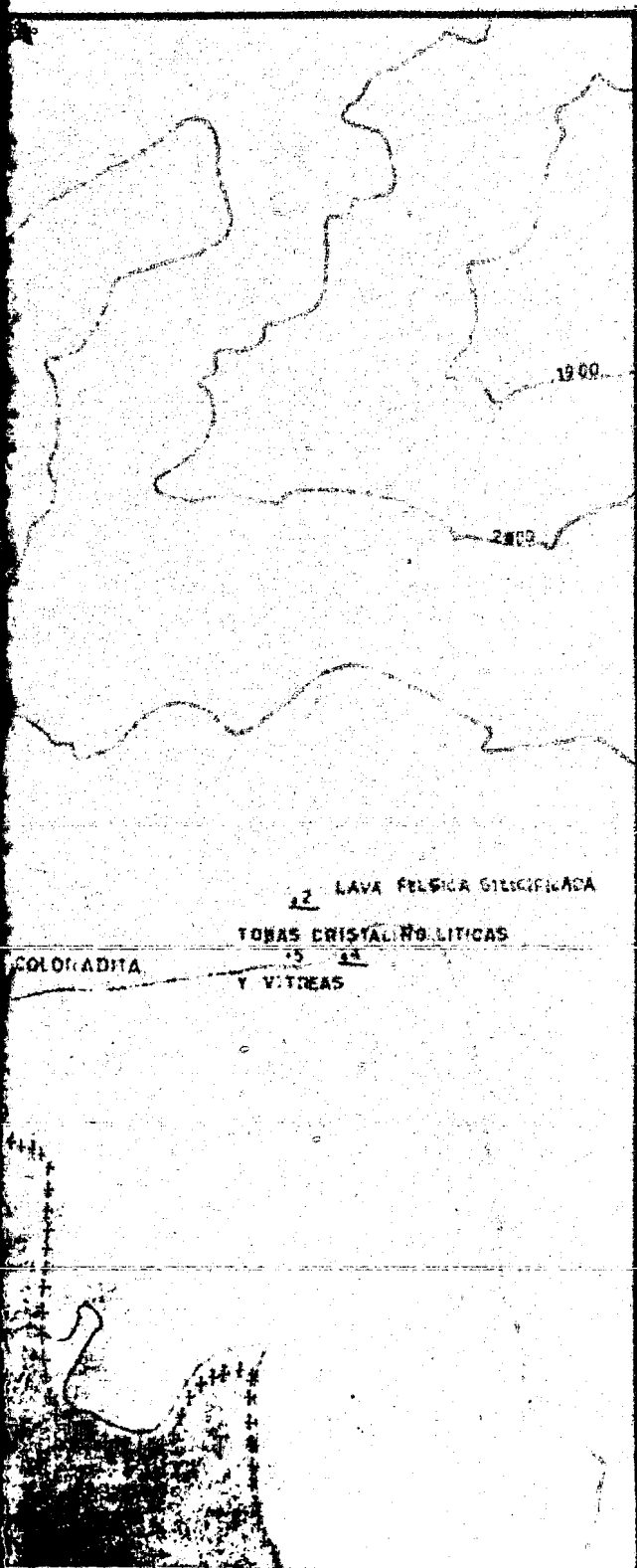
9500 BARRENO

ENTRA A





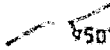





8 8 LINEA DE

COLUMNA





SIMBOLOGIA

-  CURVA DE NIVEL
-  MUESTRA COLECTADA
-  MUESTRA CON ANALISIS MICROSCOPICO
-  DUMBO Y ECHADO DE CAPA
-  50° FALLA
-  CONTACTO LITOLOGICO
-  DISCORDANCIA
-  C B 509 BARRENO
-  ENTRAÑA AL SOCAYON
-  LINEA DE SECCION

COLUMNA LITOLOGICA



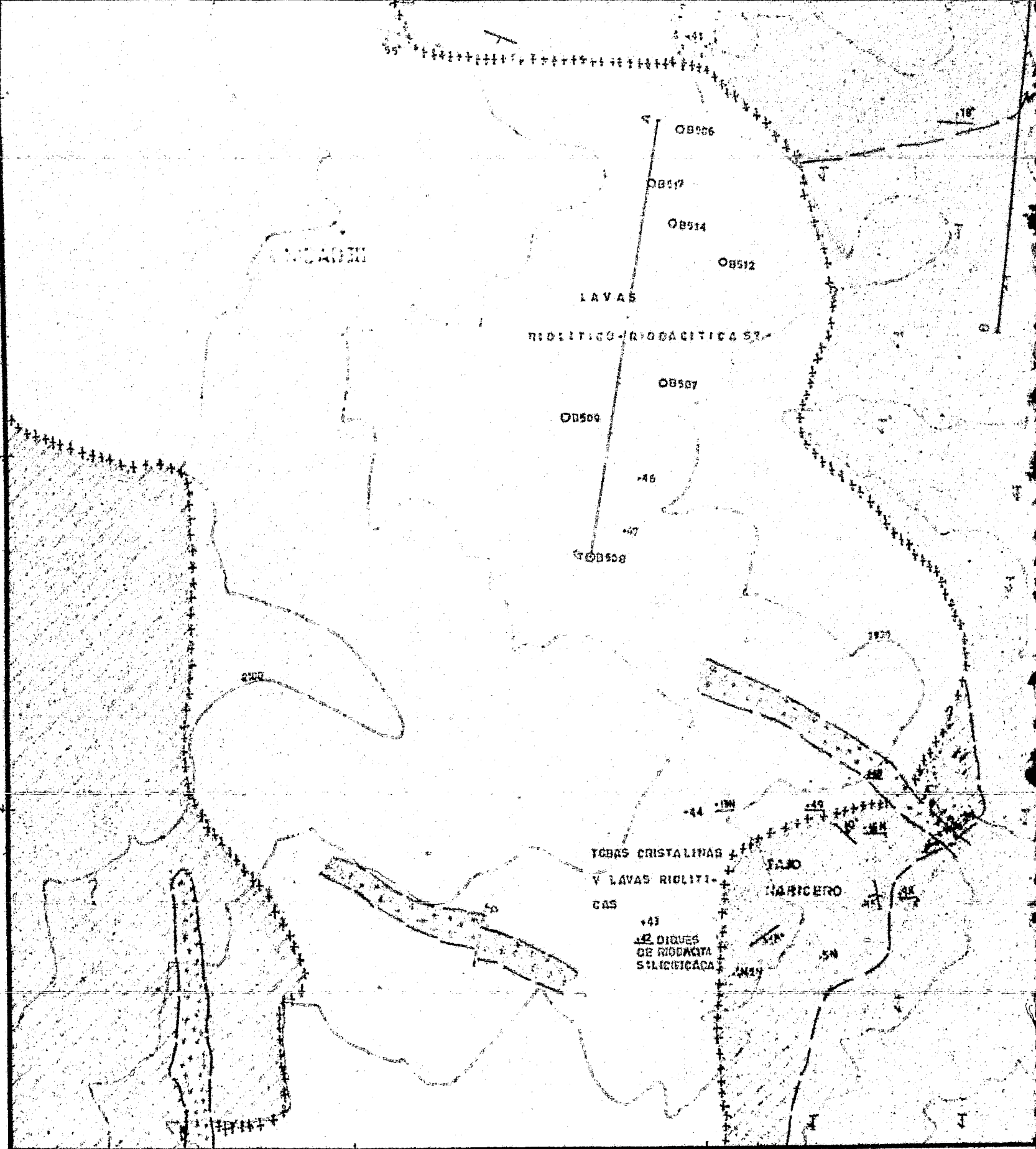
53 250

52800

524 00N

67400E

67800E



IGBAS CRISTALINAS

LAVAS

RIOBITICO-RIOBACITICA S...

OB507

OB509

+46

+47

OB508

IGBAS CRISTALINAS
V LAVAS RIOBITI-
CAS

+43
DQUES
DE RIOBACITA
SILICIFICADA

ELMO
HABICERO

OB506

OB517

OB514

OB512

+44

+45

+46

+41

+42

+43

+44

+45

+46

+47

+48

+49

+50

+51

+52

+53

+54

+55

+56

+57

+58

+59

+60

+61

+62

+63

+64

+65

+66

+67

+68

+69

+70

+71

+72

+73

+74

+75

+76

+77

+78

+79

+80

+81

+82

+83

+84

+85

+86

+87

+88

+89

+90

+91

+92

+93

+94

+95

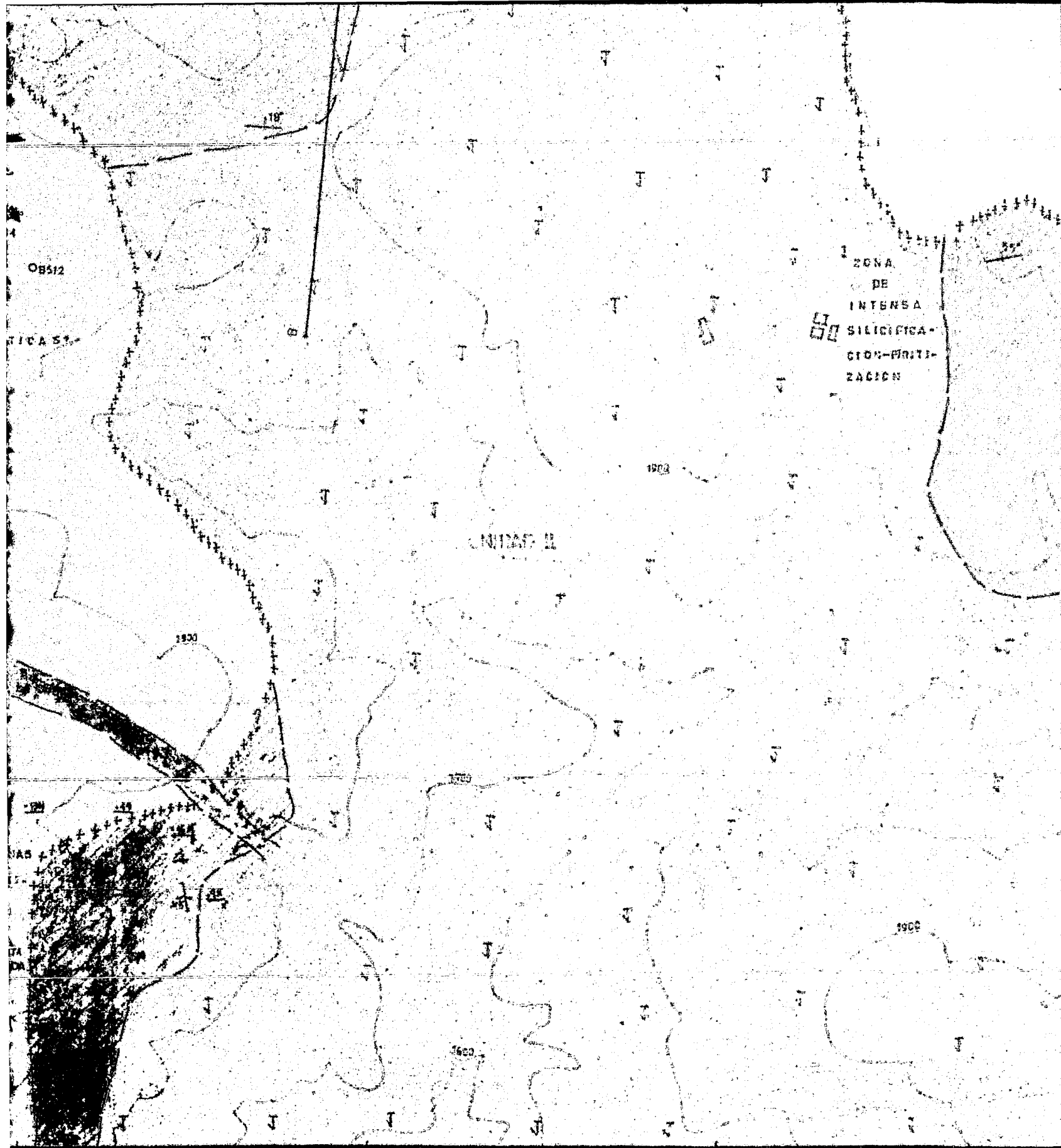
+96

+97

+98

+99

+100



ZONA
DE
INTENSA
SILICIFICACION-FRACTURACION

UNIDAD II

08512

1900

1900

1900

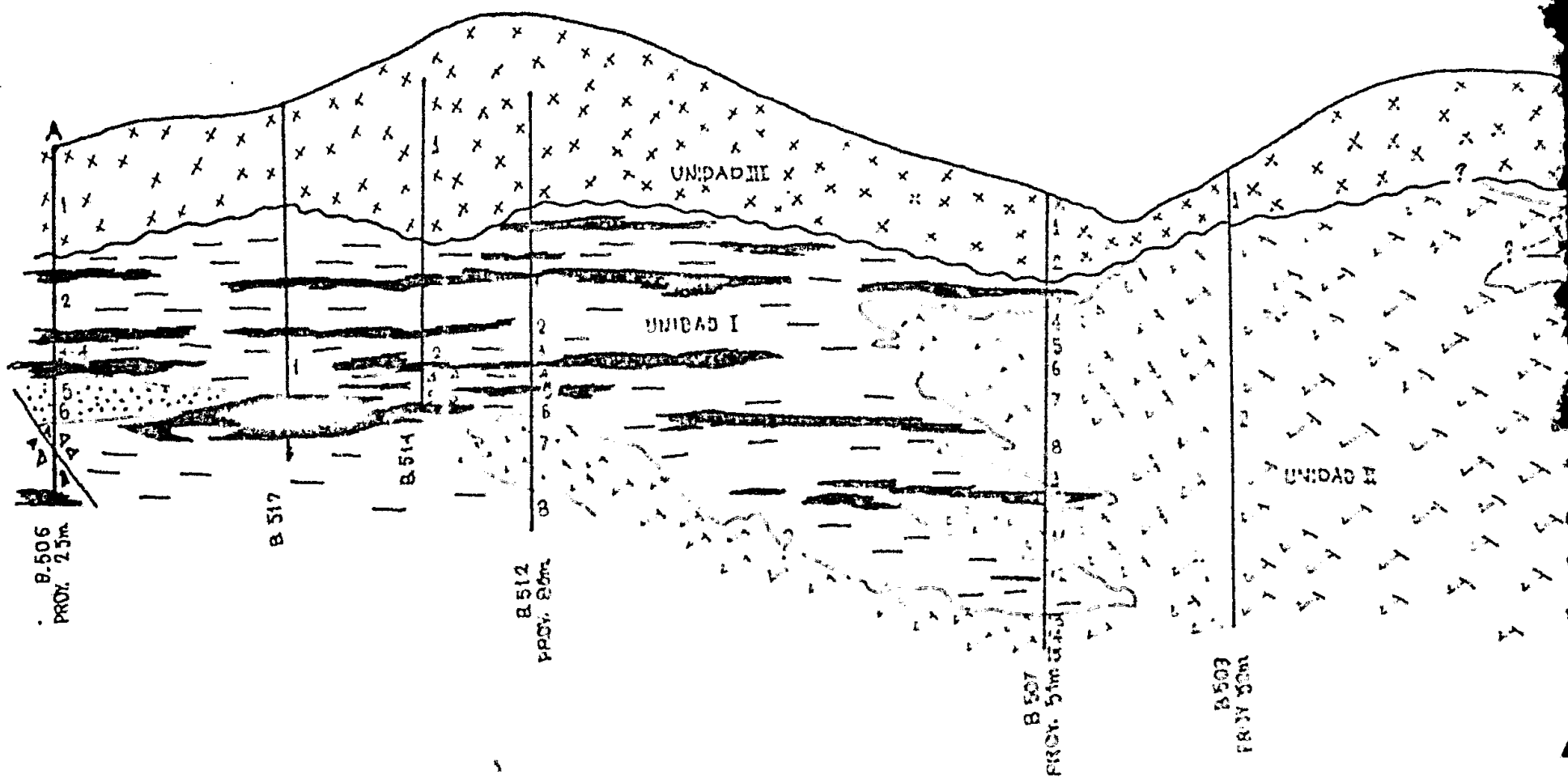
1600

88200E

88300E

88400E

88500E



SIMBOLOGIA

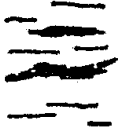

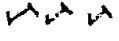




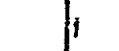
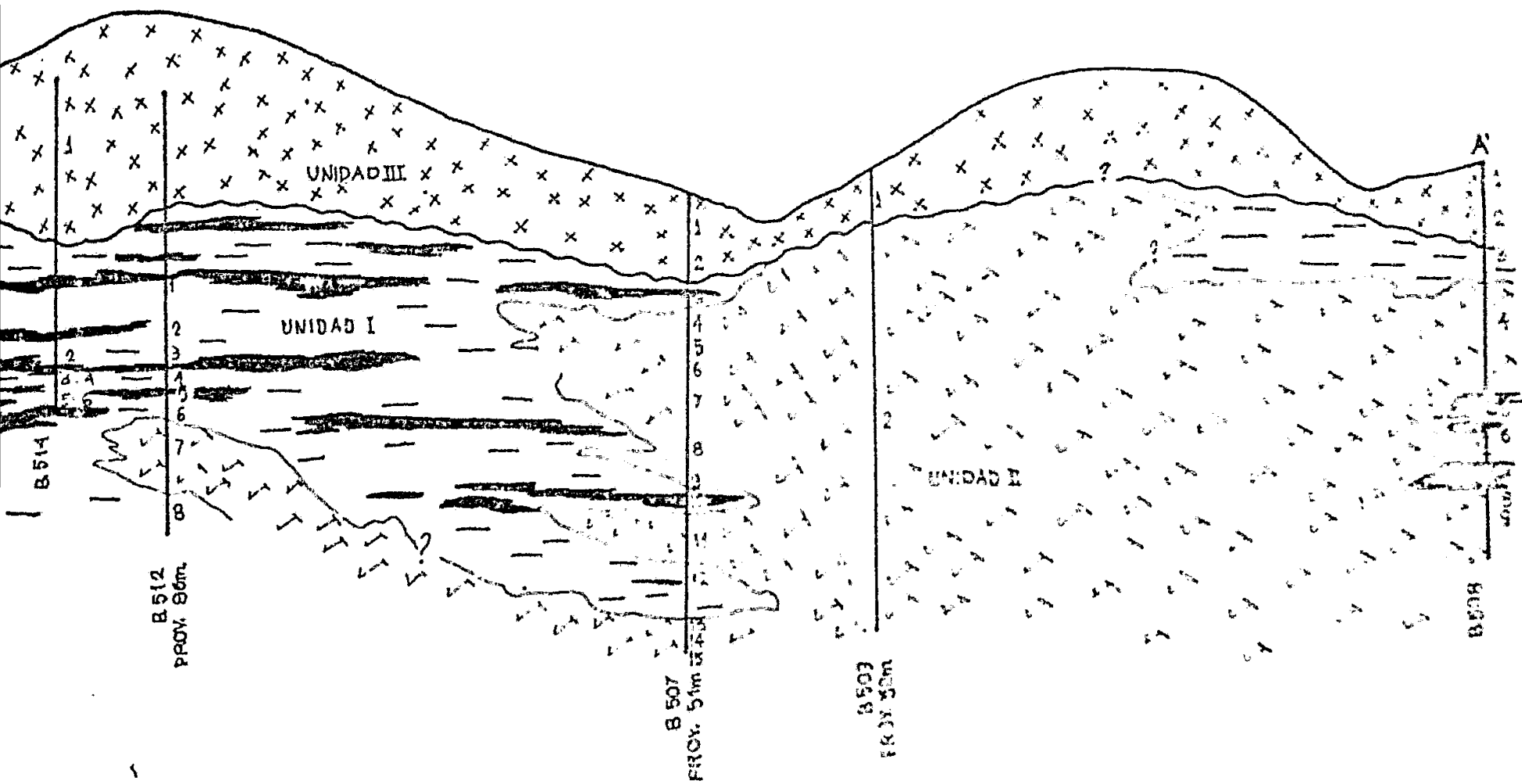
-  UNIDAD VOLCANO-SEDIMENTARIA.
ARENISCAS Y LIMOLITAS TOBA- (UNIDAD I)
CRAS CON LENTES DE LUTITAS
NEGRAS
-  VOLCANICAS SUPERIORES (UNIDAD III)
-  DOMOS-DIQUES RIOLITICOS (UNIDAD II)
-  IGNEAS DE GRANO FINO (?)
-  DISCORDANCIA
-  CONTACTO GEOLOGICO
-  FALLA Y MATERIAL BRECHADO
-  MUESTRA DE NUCLEO DE BARRENO

FIGURA 4

SECCION GEOLOGICA
 BARRENO B.506, E
 N. 100. 1000 1000
 1000 1000



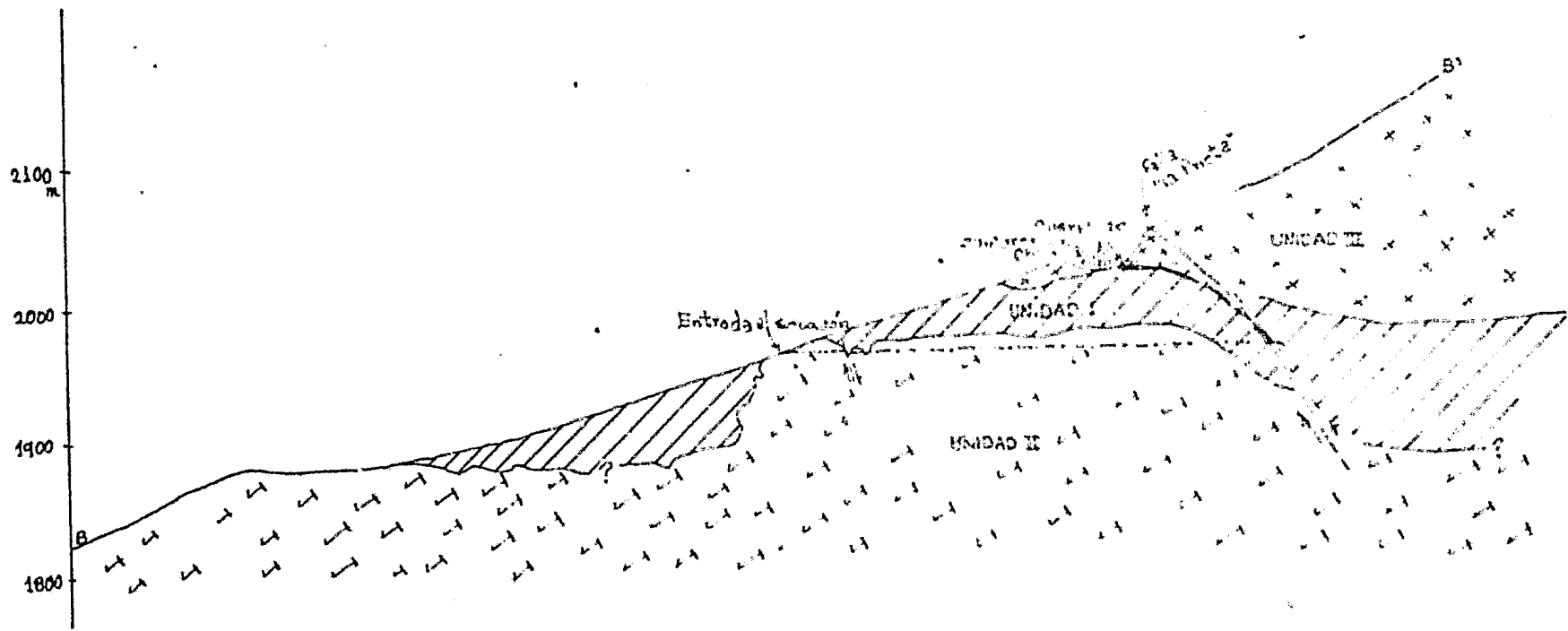
NO-SEDIMENTARIA.
 MOLITAS TOBA- (UNIDAD I)
 NTES DE LUTITAS

SUPERIORES (UNIDAD III)
 ES RIOLITICOS (UNIDAD II)
 BRANO FINO (?)

A
 GEOLOGICO
 ERIAL BRECHADO
 NUCLEO DE BARRENO

FIGURA 4

SECCION GEOLOGICA A-A, 19600 - 100 -
 BARRERAS 1000 E 107, 1084 B512, B507
 PROY. 51m, 47m, 50m, 86m



SIMBOLOGIA






-  UNIDAD VULCANO-SEDIMENTARIA. (UNIDAD I)
ARENISCAS LIMOLITAS TOBA-
-  CEAS, LUTITAS NEGRAS Y LENTES DE SULFUROS
DOMO-DIQUES RIOLITICOS (UNIDAD II)
-  VOLCANICAS SUPERIORES (UNIDAD III)
-  FALLA
-  TRAZA DEL SOCAVON



FIGURA 5

SECCION GEOLOGICA B-B' A TRAVES DEL
DE LA AMERICA CENTRAL Y DEL MEXICO
POR FOLIO

Referencias.

- (1) TREJO, M. La esponja Rhaxella Sorbyana (Blake) y su significación estratigráfica.-- Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, México.

- (2) LUNA Barcelo, R. Yacimientos Minerales y explotación del cuerpo de Naricero en el distrito de Cuale, Municipio de Talpa de Allende, Jalisco. (Tesis profesional). Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 1979. p.22.

- (3) HATCH, F.H., WELLS, A.K., WELLS, M.K. Petrology of the igneous rocks. 30^a ed. -- Murby & Co, Great Britain, 1972. pp. 382-385'

III.2. Geología Estructural.

En Cuale la estructura general que muestra el conjunto de rocas es, en gran parte, resultado de los procesos de intrusión y extrusión ígneos. La intrusión de los domo-diques ha desplazado a la secuencia vulcano-sedimentaria, y junto con los diques que intrusionan hasta la secuencia volcánica (Unidad IV) son la causa de la complejidad de los contactos entre las rocas.

Otras estructuras importantes, que deben ser el resultado de acomodamientos de bloques o esfuerzos tensionales, son una serie de fallas normales que se manifiestan en la Unidades I y III (figuras 3 y 5). A la falla más grande y clara la han denominado como "la Prieta" y, a profundidad, se observa que no sólo se define por un plano sino que es una zona de falla con intenso brechamiento, cuyo espesor es de unos 8 metros (figura 13); en superficie se manifiesta como un rasgo lineal sobre la Unidad III (observable en Chivos de Arriba sobre la secuencia vulcano-sedimentaria), y en subsuelo afecta a las rocas de la Unidad I cerca del contacto con la II (observable en los socavones "el Rubí" y

"la Prieta", figura 5); su rumbo aproximado es de NE 60° SW con echado variable entre 50° y 70° al N. En los socavones "la Prieta" y "el Rubí" se ha --- identificado a esa estructura y dentro de la zona de falla, a algunos cuerpos de sulfuros bien delimitados; es claro que la formación de esta falla - es posterior a la mineralización ya que en ningún caso se han identificado texturas de relleno o --- reemplazamiento y, a pesar del brechamiento, se - ha observado en algunas menas la separación entre un cuerpo amarillo y otro negro (figura 10): en - otros casos (como en Chivos de Abajo y Chivos de - Arriba) se ha considerado a las menas que presen--- tan esa separación como singenéticas con la Unidad vulcano-sedimentaria, que se depositó antes del fa llamiento.

Algo que parece claro es el desarrollo de la falla en una zona cerca del contacto entre la Unidad I y II (al menos en los socavones "el Rubí" y "la Prieta"), afectando principalmente a la primera. Dado que la Unidad II se compone de rocas masivas y compactas, es lógico suponer que el contacto mencionado es una zona de debilidad por donde el fallamiento es favorable.

Un dato relativo que puede darnos información acerca de la magnitud del desplazamiento en la falla es la posición de los cuerpos de sulfuros en Chivos de Arriba y "la Prieta"; suponiendo que ambos son uno mismo (ya que Luna Barcelo (1, pag. 38) hace esa consideración con base en perforaciones hechas entre esos cuerpos), y que antes del desarrollo de esa estructura estuvieron al mismo nivel, se puede estimar un desplazamiento vertical de 50 m. como mínimo simplemente midiendo la diferencia en cotas entre la posición de esos dos cuerpos (figura 5).

La estratificación del paquete vulcano-sedimentario frecuentemente está inclinada presentando ligeras "ondulaciones", con buzamiento general 25° al N. En Naricero la estratificación está ligeramente plegada, pero sólo en un corto intervalo vertical, por lo que se interpreta como el resultado de deslizamientos por gravedad cuando los sedimentos no estaban litificados. Según Luna Barcelo (1), "en donde los sedimentos están próximos a la falla "la Prieta" adquieren el echado de la misma", aunque buena parte de lo que pasa es que sobre esos sedimentos se ha desarrollado una zona de cizalla con fracturas paralelas disimulando la verdadera estratificación.

Referencias.

- (1) LUNA Parcelo, R. Yacimientos Minerales y exploración del cuerpo de Naricero en el Distrito de Cuale, Municipio de Talpa de Allende, Jalisco. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 1979.

III.3. Actividad Ignea.

En la zona de estudio los procesos ígneos se manifiestan por la presencia de rocas extrusivas e intrusivas someras, y, a nivel más regional, plutónicas. El tipo de magmatismo representado es desde los inicios de tipo félsico, principalmente riolítico-riodacítico.

Las etapas iniciales de la actividad ígnea se muestran por las rocas que forman la Unidad II (domodiques) y las tobas que son parte de la Unidad I (vulcano-sedimentaria). Como se mencionó en el inciso III.1, esta última Unidad fue intrusionada por la II hasta su parte media, probablemente cuando aun eran sedimentos no litificados, aunque el proceso de intrusión continuó aun después de terminada la sedimentación para dar lugar a la Unidad III -- (volcánica). Las semejanzas en edad y composición de los fenocristales, para la Unidad II, y los piroclastos (cristales) en la I, hacen suponer que provienen de una fuente ígnea común; es probable que la Unidad III también se origine a partir de la misma fuente, dada su semejanza composicional a las otras unidades; esto mismo sucede con los diques de

dacita de la Unidad IV: su composición no es muy diferente.

La alteración y vetillas de pirita-calcopirita presentes en las rocas de la Unidad II, son el resultado de un proceso hidrotermal tal vez generado por esas rocas cuando aun estaban calientes; la presencia de centros exhalativos cerca de los cuerpos de sulfuros estratiformes que están contenidos en la Unidad I, indica una probable relación genética entre la mineralización y el hidrotermalismo.

La siguiente etapa en la actividad ígnea está representada por rocas volcánicas "lávicas" y piroclásticas félsicas, que componen la Unidad III. La base de ésta incluye a "lavas" cloritizadas con algunos sulfuros diseminados (muestra 5CHA), aglomerados y tobas, concordantes a la Unidad I; la alteración de esas "lavas" se interpreta como el resultado de la acción sobre ellas de las últimas etapas del proceso hidrotermal que genera los yacimientos minerales. Las partes media y superior se componen de "lavas", aglomerados y tobas, que presentan una alteración más ligera respecto a la de las rocas de la base; es probable que esta alteración sea el resultado de una actividad furomarólica. La alteración presente en las rocas de

la base, así como su concordancia con la Unidad vulcano-sedimentaria y la ausencia de un conglomerado basal, indican una formación en un medio submarino; el resto de la Unidad debe haberse formado en un medio subáereo dado lo más ligero de la alteración y, principalmente, la carencia de sedimentos intercalados: hubo un relleno en la cuenca de sedimentación, la cual, desde la depositación de la Unidad I, debió -- ser somera.

La etapa final está representada por los diques de dacita de la Unidad IV; su carácter discordante respecto a las rocas de las otras unidades, indica una formación posterior a ellas.

Por último, la semejanza composicional y las proximidades geográfica y temporal entre las rocas ígneas descritas y el el "granito" de Cuale, al que se ha clasificado como monzonita (muestra 51), hacen suponer una relación genética entre ellas.

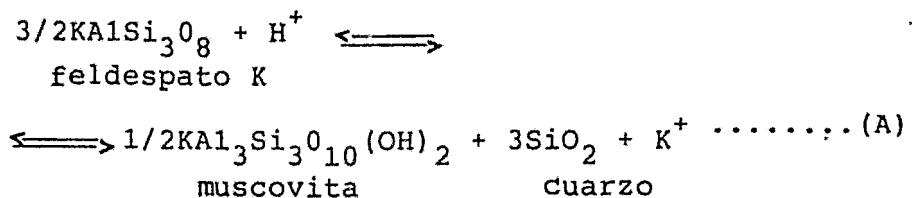
III.4. Alteraciones hidrotermales.

En el presente estudio se han podido distinguir al menos dos tipos de alteración que afectan a las rocas de la zona y que están relacionadas genética y espacialmente con los procesos ígneos. Uno de los tipos de alteración es más intenso y puede estar genéticamente relacionado con la formación de los cuerpos de sulfuros que se observaron en Cuale. El otro tipo de alteración puede reconocerse en las rocas más jóvenes a partir de un límite que aproximadamente comienza arriba de los primeros flujos riolíticos de la Unidad III, que son concordantes con las rocas de la Unidad I.

- 1). La asociación mineralógica de la alteración más intensa se compone de cuarzo, muscovita - paragonita, clorita, pirita y en menor cantidad, calcita y epidota (algunos ejemplos son las muestras 1P, 10P, R2, R3, R20, 9N, 18S, 30, B509-2, etc. del apéndice petrográfico). Las rocas alteradas incluyen a los domos-diques riolíticos que intrusionan a la secuencia vulcano-sedimentaria, y a las tobas que encajonan a los sulfuros estratiformes en la secuencia mencionada

da (como las muestras 10P, 32A y R20); quizá la alteración del primer flujo de riolita que sobreyace concordantemente a la secuencia vulcánica sedimentaria, y que se compone de clorita y cuarzo, con algunos sulfuros diseminados (muestra 5CHA) se relacione genéticamente con la antes descrita y dadas sus proximidades geográfica y temporal de formación. Las texturas que indican reemplazamiento son: la abundancia de vetillas de clorita-sericita-cuarzo-pirita o su distribución irregular en la matriz; la concentración de clorita en zonas de forma regular, probablemente como resultado de alteración de ferromagnesianos; la ocupación total o parcial de zonas rectangulares por sericita (muscovita - Pragagonita) más cuarzo, en algunos casos entre mezclados con "residuos" de feldespato (ejemplo: muestras 1P, R2, 9, etc.).

La alteración del feldespato K a muscovita más cuarzo se puede representar por la ecuación:



cuya constante de equilibrio es:

$$K = \frac{a_{\text{mus}}^{1/2} \cdot a_{\text{cuarzo}}^3 \cdot a_{\text{K}^+}}{a_{\text{felds. K.}}^{3/2} \cdot a_{\text{H}^+}}$$

y considerando que sólo intervienen fases puras $K = \frac{a_{\text{K}^+}}{a_{\text{H}^+}}$, que es función únicamente de la temperatura (1). El valor de K para esta reacción - ha sido calculado y puede ser observado en la gráfica de la figura 6. El rango de estabilidad para la mica representa el rango de condiciones ($T^{\circ}\text{C}$ y $\frac{m\text{KCl}}{m\text{HCl}}$) bajo las que actuó el proceso hidrotermal.

Un caso extremo de silicificación-piritización se muestra en varias zonas directamente bajo - las menas en Chivos de Abajo, el Rubí y Chivos de Arriba, manifestándose por una gran cantidad de vetillas de cuarzo y pirita que han llegado a reemplazar totalmente a la roca en que se alojan (en limolitas o tobas en Chivos de Abajo, muestra 20B); D. Kirwin (comunicación - personal) piensa que estas zonas representan - centros exhalativos.

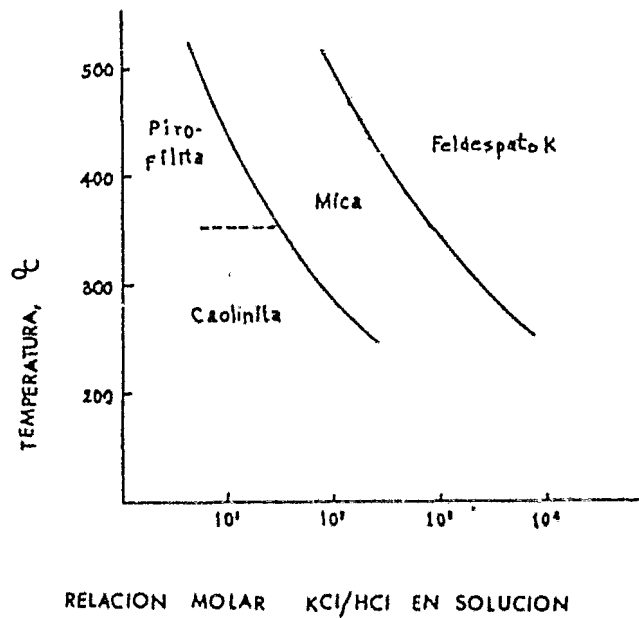


Figura 6. Curvas de reacción para el sistema $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$. La presión total (principalmente vapor de agua) es de 15,000 psi (aproximadamente 1,000 atm.). La línea en rayas da la temperatura de descomposición de Caolinita a Pirofilita determinada experimentalmente en una solución con 0.5 m. de KCl (2).

En resumen, la alteración más intensa afectará a las rocas de las Unidades I y II; debe existir una relación genética entre alteración y formación de los cuerpos de sulfuros como es indicado por la presencia de centros exhalativos bajo las menas, las vetillas de sulfuros entre las rocas alteradas de la Unidad II y la proximidad geográfica entre todos ellos; la alteración del primer flujo de Riolita (base de la Unidad III, muestra 5CHA) es algo diferente a la que muestran las rocas de

las Unidades I y II, y se interpreta como el resultado de las últimas etapas de la actividad hidrotermal que genera los yacimientos minerales.

- 2). El segundo tipo de alteración es menos intenso que el descrito, lo que se reconoce porque sólo modificó ligeramente la textura y mineralogía -- originales. Las rocas en que se presenta son -- las que sobreyacen, aproximadamente, al primer -- flujo de riolita de la Unidad III. Su composi-- ción mineralógica incluye cuarzo, clorita y esca-- sa sericita (muestras 4, 14, 42, 48, 49); en general estos minerales se presentan en pequeñas vetillas, como disseminaciones y en algunos diques de riodacita (muestra 42) donde la silicificación es intensa. Esta alteración puede ser el resulta-- do de una actividad fumarólica.

Referencias.

- (1). ROSE , A.W. y BURT, D.M. "Hydrothermal Al- teration", en H.L. Barnes (ed.), Geochemis- try of Hydrothermal Ore Deposits .-- John Wiley & Sons, Inc. U.S.A., 1979. pp. 195- 196.

- (2). HEMLEY, J.J. y JONES, R.W. "Chemical Aspects of Hydrothermal Alteration With --- Emphasis on Hydrogen Metasomatism" en -- Economic Geology, vol. 59. 1964. p.384.

III.5. Yacimientos Minerales.

En esta sección se describen los yacimientos minerales de Cuale a los que se tiene acceso por obra directa, se propone la paragénesis determinada con base en las observaciones macroscópicas y microscópicas, y así mismo se trata de inferir las condiciones físico-químicas existentes durante su formación.

Algunas de las características para los yacimientos observados son indicio de que estos son contemporáneos. Probablemente los elementos que los forman provienen de una misma fuente y son transportados mediante un mismo proceso, aunque el mecanismo final que los concentra es poco o muy diferente para cada caso. Una característica común es que están contenidos en la Unidad I cerca de su parte superior y se presentan entre, o cerca de, lutitas negras; otra es la separación en un cuerpo de mena amarilla y otro de mena negra en Chivos de Arriba, Chivos de Abajo, la Prieta y el Rubí, en general estando la primera sobre la segunda; por último es común la presencia de una zona de intensa silicificación-piritización al bajo de los cuerpos.

--- Chivos de Abajo. Aquí los cuerpos de sulfuros están encajonados (fig. 7) por lutitas negras que contienen algunos estratos de tobas cloritizadas -- (muestra 22A), pedernal (muestra 20B); encima de estas rocas se encuentra una Riolita alterada (muestras 23A, 23B) que está cloritizada y algo silicificada, y en un caso extremo totalmente reemplazada -- presentando vetillas y diseminaciones de esfalerita, galena y pirita (muestra 5 CHA).

Existen dos cuerpos de mena, uno amarillo claramente separado de otro negro por una superficie paralela a la estratificación; el cuerpo amarillo se encuentra sobre el negro y en algún caso se observó un contacto semejante a un cambio de facies lateral. Como se muestra en las figuras 7 y 8 los cuerpos de mena son continuos internamente y su estructura -- general es de lentes o cuerpos estratiformes encajonados por rocas estratificadas. Algunas capas de lutita están en interdigitación con "capas" de pirita en la parte superior de cuerpo de mena amarilla (muestra 6 CHA). Las características anteriores -- así como la estratificación interna en la mena negra (muestra 24B), indican el carácter sedimentario de las menas.

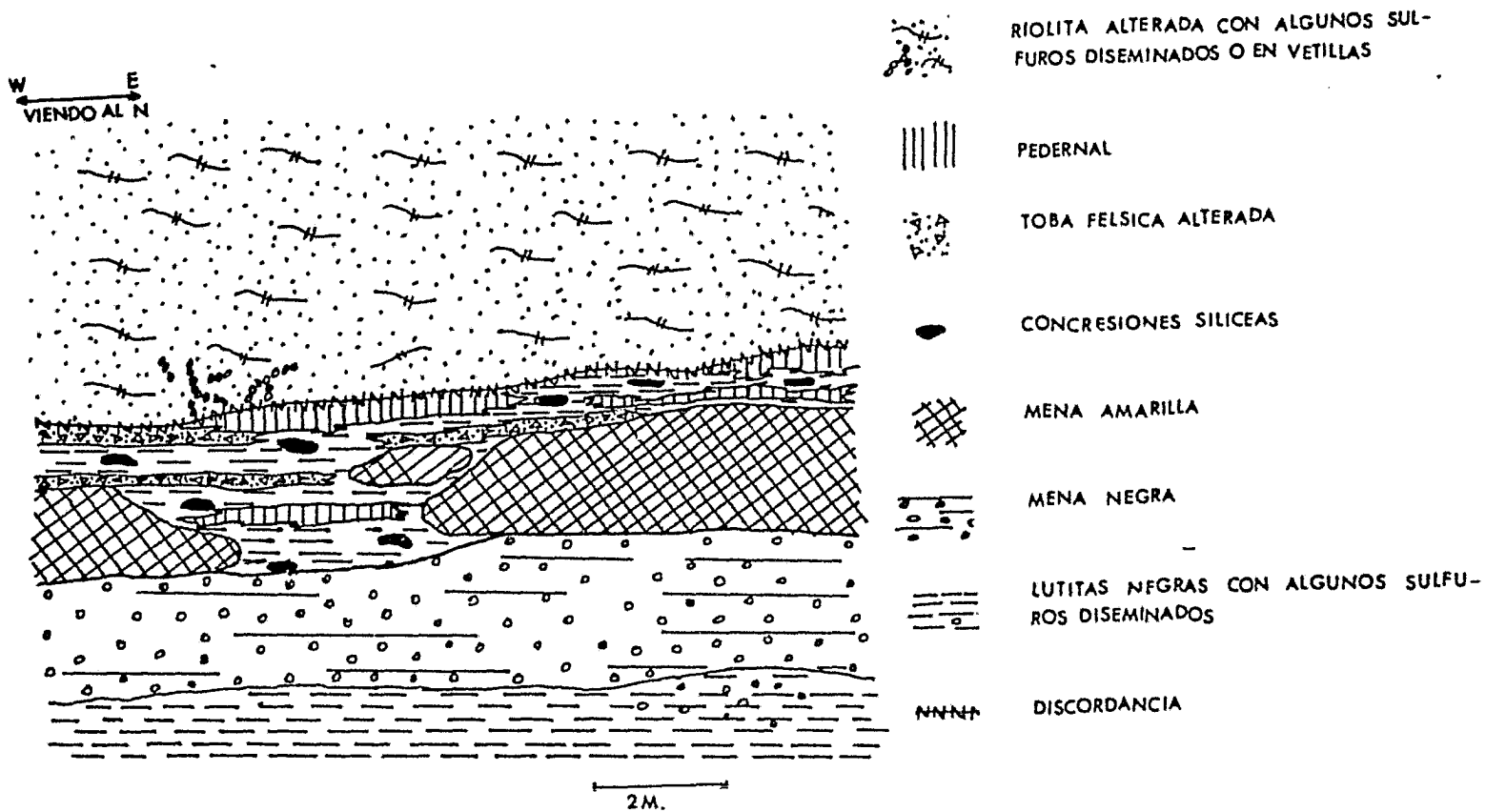


Figura 7. Disposición de las rocas reconocidas en el tajo Chivos de Abajo. (aproximadamente en 53 570 N, 88 010 E. 7-IV-82)

La mena amarilla es de aspecto masivo y se compone principalmente por pirita, y algunos lentes de calcopirita (muestra 1CHA), siendo de grano fino ambos minerales; en mucha menor proporción se presentan esfalerita, galena, tetrahedrita y covelita -- (muestras 24A, 19, 1CHA).

La mena negra muestra estratificación interna con bandas de hasta 1 m.m., en las que abunda la galena, esfalerita, pirita y calcopirita; no importando cual es el mineral más copioso en cada banda, - se pueden presentar los otros minerales junto con menores cantidades de tetrahedrita y covelita. - Entremezclada con los sulfuros se presenta barita como ganga (muestra 24B).

Aproximadamente en 53 550 N, 88 050 E se encuentra una zona bajo la mena amarilla en que no existe la mena negra, y en cambio está en su lugar una roca intensamente silicificada y piritizada, con un total reemplazamiento de la roca original (muestras 20A, 2 CHA, 7 CHA); estas características hacen - suponer que se trata de una zona de aporte del - material que forma las menas: centro exhalativo.

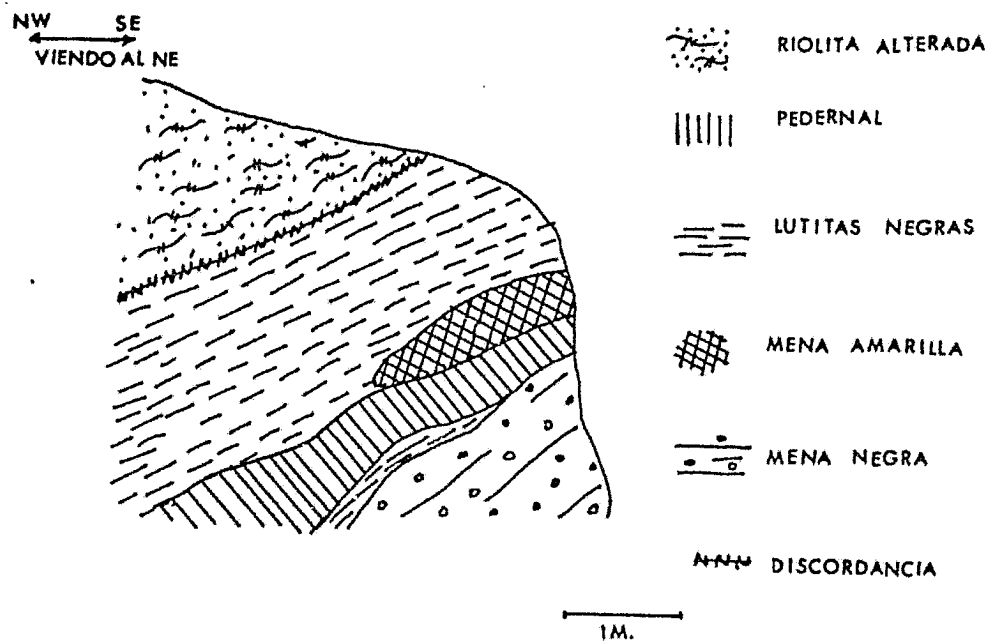


Figura 8. Relación entre las menas y las rocas encajonantes en Chivos de Abajo. La intercalación de Lutitas negras y Pedernal entre las menas es otra evidencia del origen sedimentario de estas. (Aproximadamente en 53 575 N, 87 970 E, 25-IV-82).

--- Chivos de Arriba. Aquí las menas tienen características muy semejantes a las descritas para el caso de Chivos de Abajo, con las siguientes diferencias: las menas se presentan ligeramente brechadas; como se muestra en la figura 9, la roca encajonante es una toba félsica alterada (muestra 32A); hacia abajo de las menas se encuentra un paquete de tobas que cambia a una roca masiva muy alterada, que probablemente pertenece a la Unidad II de los domos-diques riolíticos. El cambio de las tobas a la roca masiva es imperceptible debido a la intensa alteración de ambas (silicificación, cloritización, piritización).

También puede reconocerse la separación de la mena amarilla sobre la negra, por una superficie paralela a la estratificación de las tobas y la propia estratificación interna de la mena negra. Sobre las tobas se presenta una riolita alterada (muestra 30) que es semejante, o la misma que sobreyace al paquete vulcano-sedimentario en Chivos de Abajo; en Chivos de Arriba, con esta roca comienza un claro predominio de los procesos volcánicos sobre cualesquiera otros en la zona.

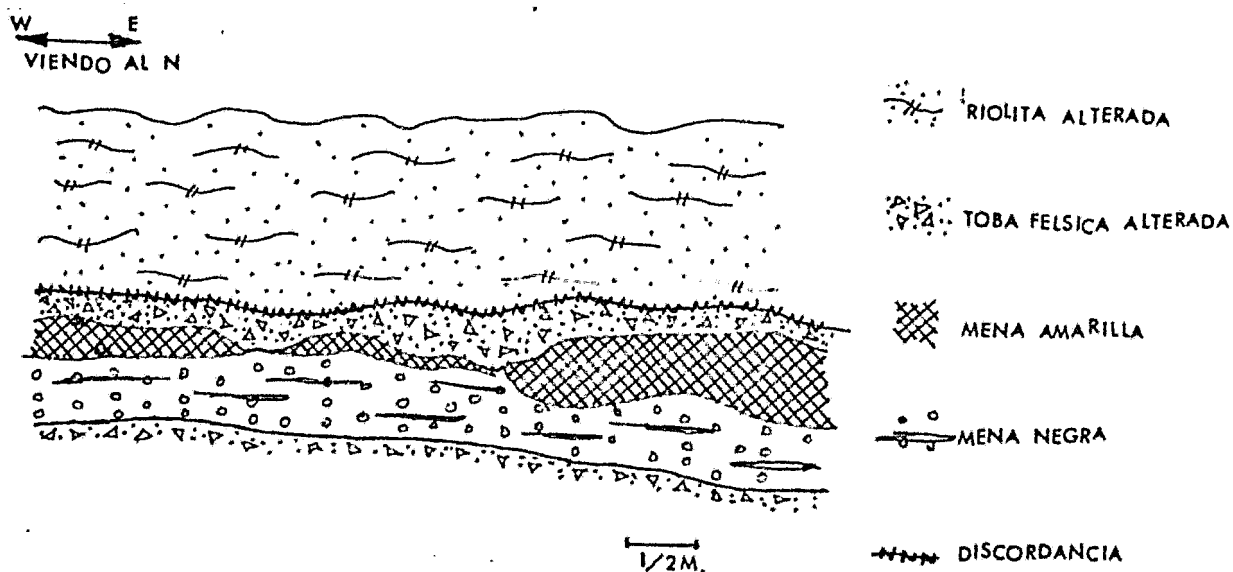


Figura 9. Diagrama que ilustra las relaciones entre las distintas rocas reconocidas en Chivos de Arriba (aproximadamente ---- 53 730N, 88 195E, 12-IV-82).

En la secuencia volcánica (Unidad III) que sobreyace al yacimiento, se observa la traza de la falla "la -- Prieta" aunque con un ligero brechamiento asociado. Luna Barcelo (1) ha propuesto que algunos cuerpos de sulfuros que están contenidos entre la zona de falla, a profundidad son una prolongación del de Chivos de -- Arriba: por tanto la falla es posterior a la forma-- ción de los sulfuros.

--- Socavones "La Prieta" y "El Rubí". En estos se presentan varios cuerpos de mineral, todos encajona-

dos por tobas félsicas, aunque existen manifestaciones cercanas de lutitas negras y pedernal; el conjunto de esas rocas es indicativo de la Unidad I -- (vulcano-sedimentaria). Los cuerpos de sulfuros están afectados en mayor o menor grado por la falla -- "La Prieta" y sus asociadas, desde los que están -- muy deformados y contenidos en ella (como en la -- muestra 11P) hasta los que sólo muestran un ligero brechamiento interno (muestras R22A, R22B, R12).

Para todos los casos se mantiene la observación de que cerca de los cuerpos de sulfuros existe una intensa silicificación-piritización, generalmente al bajo, además de la distinción entre mena amarilla y mena negra, estando la primera sobre la segunda, al menos en los casos en que la cizalla no ha sido intensa.

En general la composición mineralógica de las menas es semejante a la de los cuerpos de Chivos de Abajo. La muestra R22B de la mena amarilla presenta gran cantidad de pirita, escasa esfalerita y trazas de galena y calcopirita, con un episodio de fracturamiento posterior a la mena negra también presenta el episodio de fracturamiento, y se compone de abun

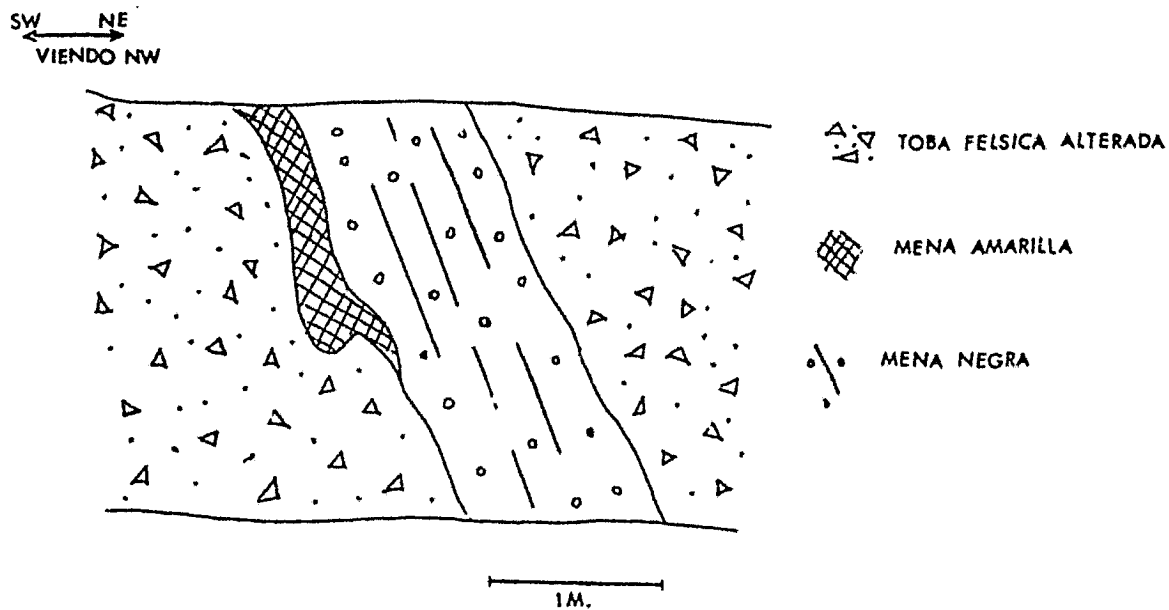


Figura 10. "Estratos" de la mena negra, amarilla y Tobas en la zona de falla de "la Prieta". La fuerte inclinación debe ser el resultado del fallamiento (Aproximadamente en 53 785 N, 88 200 E, dentro del Socavón "la Prieta").

dante galena, esfalerita, pirita, barita, con menos cantidad de tetrahedrita y calcopirita; la barita - presenta cristales de hasta 1 cm. de largo que se - dispone paralelamente a la estratificación al igual que el resto de los minerales, y comúnmente presenta inclusiones de clorita y cuarzo lo que hace suponer que ha sufrido recristalización; la presencia -- de granos redondeados de cuarzo en la roca debe indicar una sedimentación contemporánea de sulfuros y productos clásticos o piroclásticos. La muestra -- R12 es un caso particular en el que no hay una diferenciación tan marcada en la composición mineralógica de la mena amarilla respecto a la negra: más bien parece un caso intermedio en el que, además de la -- pirita, se presentan esfalerita, galena y calcopirita, en un porcentaje considerable; algunas texturas observadas indican un claro reemplazamiento de esfalerita y galena por pirita, algo que tal vez se desarrolló antes de que esos minerales se sedimentaran.

En ambos socavones (La Prieta y El Rubí) se han reconocido rocas que pertenecen a la Unidad II (ejemplo IP, R2, R3) presentando las características de la alteración más intensa, descrita en la sección -

correspondiente. A su vez se observó la presencia de vetillas de pirita-calcopirita entre esas rocas que junto con la alteración son producto de un producto de un proceso hidrotermal.

--- Socorredora. Aquí aflora la Unidad I compuesta de lutitas negras "comprimidas", limolitas de aspecto masivo o concrecional y tobas (muestras 9S, 13S, 14S, etc.), cubierta por la Unidad III que en su base se compone de aglomerados (muestra 155) y tobas "vitreas" (muestras 10S, 11S). Entre las lutitas negras es donde se concentra la mayor parte de los sulfuros existentes en este cuerpo.

Los sulfuros se presentan en varias texturas: -Es común encontrar zonas, entre las lutitas negras, con una alta concentración de granos de esfalerita y con galena y pirita diseminadas o en los márgenes de ellos; en el caso en que la galena es abundante se dispone rodeando a los granos de esfalerita, con pirita entre ambos (muestra 1S); en el caso de que la galena es escasa semejan bloques de esfalerita masiva, aunque más bien se trata de una alta concentración de granos de ésta, entremezclados con material de lutita negra (muestra 1SA).

-En otros casos se presentan los lentes de esfalerita más diseminados entre la lutita y llegando a tener tamaños hasta de 2 cms. de diámetro; al microscopio se puede observar (muestras 3S) que los lentes son contemporáneos al depósito pues la laminación rodea completamente a los granos. -En forma semejante a la esfalerita se presentan lentes de calcita (muestra 17S), pero más escasos y muy diseminados. -Otra textura en que se presenta el mineral es en bandas de galena, esfalerita, calcopirita, pirita intercaladas con lutita negra (muestra 2S). -Por último, es común encontrar pirita en cubos o "escamas" (muestra 7S), pero muy diseminada entre la lutita negra, en la zona marginal de concentración de sulfuros.

No es clara la distribución del mineral y parece que horizontalmente su concentración es irregular, cambiando de una zona de alta concentración de sulfuros a otra en que son escasos, en cuestión de metros.

--- Naricero. Al igual que el resto de los cuerpos de sulfuros descritos, este se encuentra dentro de la Unidad I. En términos más precisos está con-

tenido en un paquete de lutitas negras-limolitas laminadas, aunque parece que los sulfuros se concentran en un cuerpo de estructura masiva. Sobre estas rocas hay unas areniscas (tobas?) de estratificación gruesa y más arriba lutitas-areniscas (tobas?) de estratos delgados. La Unidad III comienza enseguida y se compone de tobas y flujos de riolita porfídica (muestra 49), intrusionada por diques de riolita silicificados (muestra 42); la muestra 13N también es parte de la Unidad y muestra texturas las cuales indican que originalmente fue una roca vitro-porfídica, ahora en parte cloritizada.

En este cuerpo el mineral se presenta en fragmentos de formas redondeadas junto con fragmentos de lutita incluidos en un material fino (lutita-limolita), aparentemente bien mezclados (muestra 1N); las superficies de los fragmentos de sulfuros no están bien definidas sino que el cambio de ellas hacia la matriz es transicional y parece que hay una entremezcla. Como se mencionó, la estructura de este cuerpo es masiva, aunque no fué posible reconocer sus contactos con las otras rocas; las características descritas hacen suponer que se trata de un cuerpo producido por lujos de masa de material aun no litifi-

cado (deslizamiento subacuático). Algo que puede reforzar esta suposición es el hecho de que los otros cuerpos de sulfuros de Cuale están contenidos en la Unidad I a una cota más elevada, además de la existencia de otros fragmentos de sulfuros redondeados en el tramo de Socorredora a Narice-ro (por ejemplo las muestras B512-4 y B514-2).

Paragénesis.

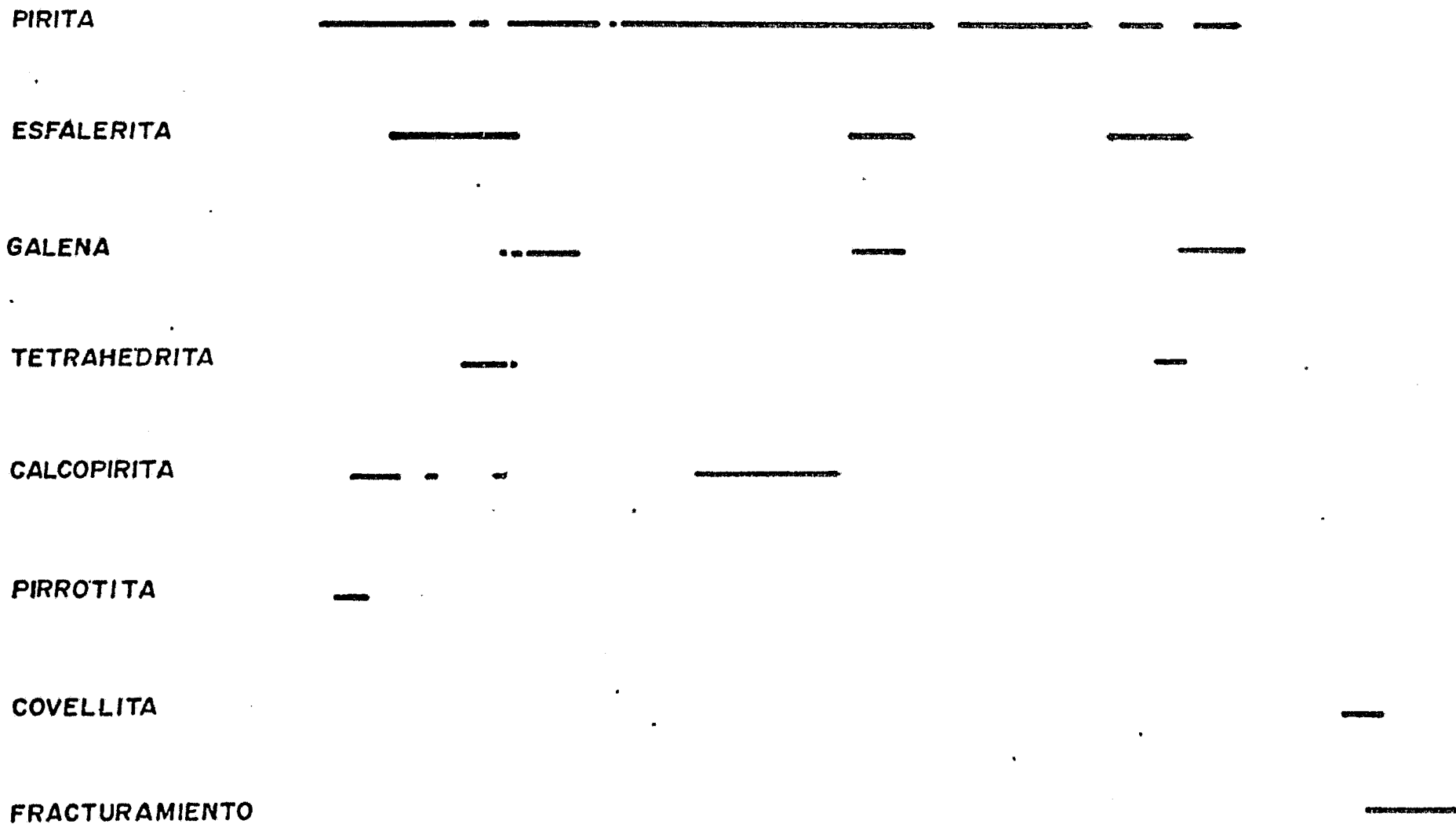
Con base en los análisis mineragráficos realizados para varios cuerpos de los distintos yacimientos - minerales observados, se ha propuesto una paragénesis (secuencia de formación) de los sulfuros para cada cuerpo (apéndice mineragráfico), considerando únicamente las texturas observadas, como son: reemplazamientos, inclusiones de un mineral en otro, - ocupación de fracturas en un mineral por otro, etc. La interpretación más importante, y que debe ser - el criterio tomado en cuenta para tratar de esta- blecer una paragénesis, es la depositación de los sulfuros efectuada en un medio acuoso por sedimen- tación; así la distribución vertical de los minerales en los cuerpos de mena es un indicio de su se-

cuencia deformación. Una situación que no ha sido posible evaluar es si la precipitación de los sulfuros se efectúa precisamente en el medio acuoso o antes, en los "canales" donde se desarrolla el proceso hidrotermal que aporta los elementos con que se forman; como se ha mencionado hay evidencias del desarrollo de un proceso hidrotermal contemporáneo a la formación de los yacimientos minerales.

A continuación se presenta un diagrama paragenético considerando que la acumulación de los sulfuros es por precipitación y sedimentación en un medio acuoso y que, bajo condiciones ideales, se sedimentan primero los que primero se forman; también se considera que los yacimientos minerales descritos se han formado en tiempos similares dada su posición en un mismo nivel "estratigráfico"; por último, también se ha considerado las texturas observadas para cada cuerpo.

DIAGRAMAMA PARAGENETICO

x----- MENA NEGRA -----x----- MENA AMARILLA -----x----- LAVAS SOBROYACIENTES A LA x
 UNIDAD I EN CHIVOS DE ABAJO



--- Discusión.

Con base en la información presentada en secciones anteriores se deduce que el proceso general que concentra los elementos formadores de los yacimientos minerales es un hidrotermalismo que está en interacción con un medio acuoso superficial (marino) somero; el proceso hidrotermal fue generado por la intrusión de cuerpos riolíticos (Unidad II), los que funcionaron como fuente de calor. La relación entre proceso hidrotermal y mineralización está indicada por: la presencia de vetillas de sulfuros en las rocas alteradas de la Unidad II; presencia de centros exhalativos al bajo de los cuerpos de sulfuros estratiformes; proximidades geográfica y temporal de las rocas de la Unidad II y los cuerpos de sulfuros estratiformes. Las condiciones marinas son indicadas por la presencia de lutitas negras, limolitas y tobas. La presencia de rocas exclusivamente volcánicas sin sedimentos intercalados, directamente encima de la secuencia vulcano-sedimentaria implica que, aunque parte de la secuencia volcánica fue submarina, el resto es netamente subárea; las rocas volcánicas submarinas están representadas por "lavas" cloritizadas que son concordantes con las lutitas negras de la Unidad I en Chi-

vos de Abajo.

Las características litológicas muestran la existencia de un ambiente de mar marginal en Cuale, probablemente asociado a un arco de islas.

Condiciones físico-químicas durante la formación de los sulfuros estratiformes.

Con base en pruebas de laboratorio es claro que la solubilidad de los sulfuros en agua simple es muy baja, por lo que se ha postulado la existencia de complejos que en un rango de temperatura, acidez, salinidad, etc., son muy efectivos para aumentar esas solubilidades. Sin embargo son pocas las especies que se ligan a los metales en complejos bajo las condiciones hidrotermales. Los más importantes son: Cl^- , HS^- ó H_2S , y OH^- . De entre estos hay una tendencia por parte de los investigadores a proponer -- que los complejos de Cloro y Azufre son más comunes en el transporte de metales, con base en observaciones geológicas, aunque es probable que la falta de datos experimentales no haya permitido una mejor evaluación de otros complejos.

Más aún, no existen datos suficientes acerca de la -

solubidad de las especies de Cloro y Azufre que se ligan a los metales en complejos, con los que se pueda comparar la efectividad de una y otra especie en el transporte de los metales.

Entre las especies de Azufre que se ligan a metales en complejos, predominan el H_2S y el HS^- en soluciones hidrotermales reductoras. El complejamiento más fuerte es acusado por el campo iónico del HS^- -- que por el dipolar del H_2S . Es por esto que en, o cerca de, el campo de estabilidad del HS^- el complejamiento probablemente resulte en una mayor solubilidad de los sulfuros (2, pag. 408). Sin embargo, al menos arriba de $300^\circ C$ se necesitan soluciones alcalinas para que pueda existir el HS^- (2, pag. 408), algo improbable ya que las soluciones hidrotermales tienden a ser neutrales como resultado de las reacciones con los silicatos de las rocas encajonantes (2, pag. 412), (3); por ello es probable que los complejos de Cloro sean más efectivos para transporte de los metales arriba de esa temperatura.

Las variables que determinan la estabilidad de los - complejos de Cloro y Azufre han sido revisadas por Barnes, y las condiciones para la precipitación de los sulfuros a partir de esos complejos son:

- a). Aumento en la concentración de S^{2-} para los complejos de Cloro.
- b). Aumento en el PH de la solución para los complejos de Cloro y disminución para los de Azufre.
- c). Disminución en la temperatura para ambos tipos - de complejos.
- d). Dilución de la solución para ambos complejos.
- e). Disminución en la fugacidad de O_2 para los complejos de Cloro y aumento para los de Azufre.
- f). Ebullición de la solución con el desprendimiento de HCl, H_2S y otros volátiles.

A continuación se tratará de hacer una evaluación de las condiciones mencionadas, para explicar la precipitación de los sulfuros y formación de los cuerpos estratiformes de Cuale.

--- Aumento en la concentración de S^{2-} . Como se --- muestra en la figura No. 11. La especie de S^{2-} ocurre en condiciones reductoras; la presencia de lutas negras cerca de varios cuerpos de sulfuros estra

tiformes en Cuale indica ambiente con material orgánico, por lo tanto reductor. La presencia de pirita diseminada singenética, que tal vez sea independiente a la formación de los yacimientos minerales, puede ser un indicio de la existencia de S^{2-} en la cuenca de sedimentación; la mezcla de las soluciones hidrotermales con el agua marina causaría la precipitación de, al menos una parte de, los metales.

--- Aumento en el PH. Como se mencionó, las soluciones hidrotermales tienden a ser neutrales. La presencia de lutitas negras indica condiciones reductoras, y la posible existencia de S^{2-} alcalinas (según la figura No. 11); sin embargo, el PH del agua en contacto con lodo negro generalmente está entre 5.5 y 7 algo más ácida que el agua marina normal (3, pag. 252), que son las condiciones probables antes de la litificación de las lutitas. Es difícil, entonces, saber cuál de las condiciones (PH ácido o básico) es la predominante, aunque es probable que el cambio en PH no haya tenido influencia en la precipitación de los sulfuros. Aún así, la falta de datos adecuados no permite hacer una mejor evaluación de esta variable.

--- Disminución en la temperatura. Se puede prede-

cir un descenso drástico en la temperatura de las soluciones hidrotermales al arribar al medio acuoso marino, con la consiguiente precipitación de los sulfuros (2).

--- Dilución de la solución. La mezcla de las soluciones hidrotermales con el agua marina implica dilución de ellas: factor probable en la precipitación de los metales.

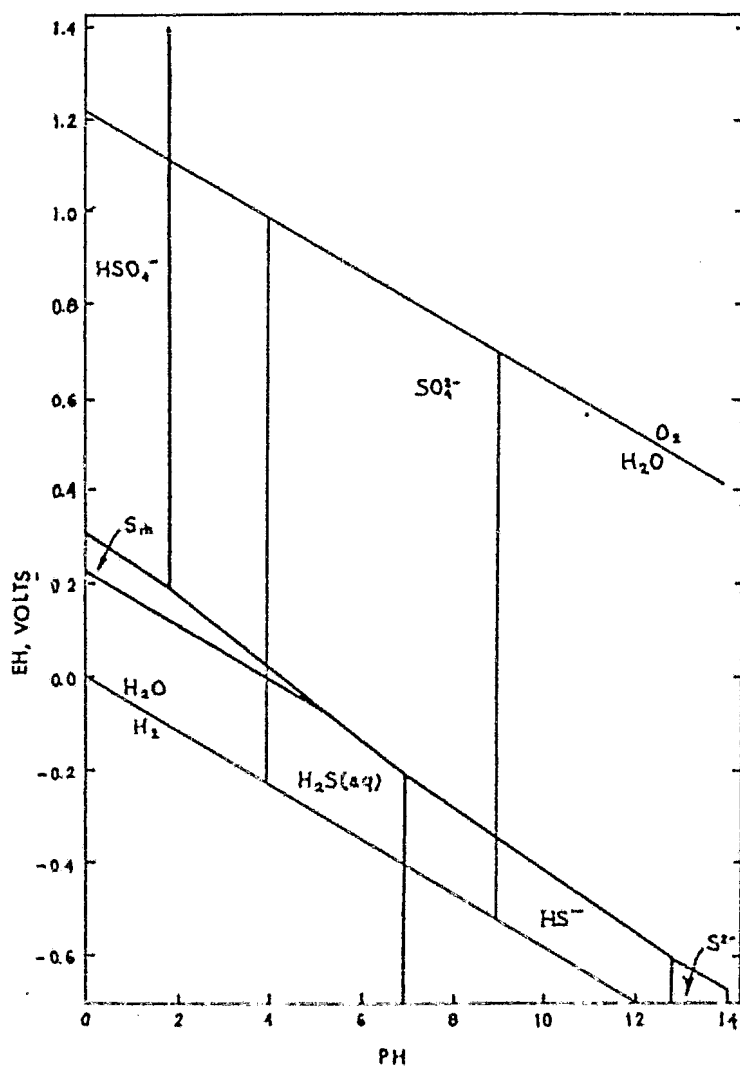


Figura 11. Diagrama de Eh-pH para especies estables de Azufre a 25°C y 1 atmósfera de presión total. Asumiendo una concentración total de especies de Azufre en solución = 0.001 M (3, pag. 221).

--- Cambio en la fugacidad de O_2 . Este factor es dificil de evaluar ya que en la mena negra se ha encontrado barita entrelazando a los sulfuros, lo que sólo se puede explicar por una precipitación en desequilibrio del sulfato al mismo tiempo que los sulfuros; - Sato (4) concluye que la co-precipitación de barita con sulfuros es imposible, a no ser por una persistencia metaestable del SO_4^{2-} en el agua de mar en un ambiente reductor. Esto puede verificarse en la Fig.-12, en donde se muestra que el SO_4^{2-} y el S^{2-} ocurren en condiciones diferentes; además, de las medidas hechas en un fiordo en Noruega se encontró que el contenido de Oxígeno es muy bajo cerca de los sedimentos - (lodos negros) y aumenta hacia arriba (3, p. 251), - por lo que es improbable la presencia de SO_4^{2-} en equilibrio con los sulfuros, al menos cerca de los sedi--mentos. Sin embargo es necesario saber de donde provienen el S^{2-} y el SO_4^{2-} , dado que si no provienen de - la misma fuente existiría una mejor explicación a la presencia de barita entre los sulfuros.

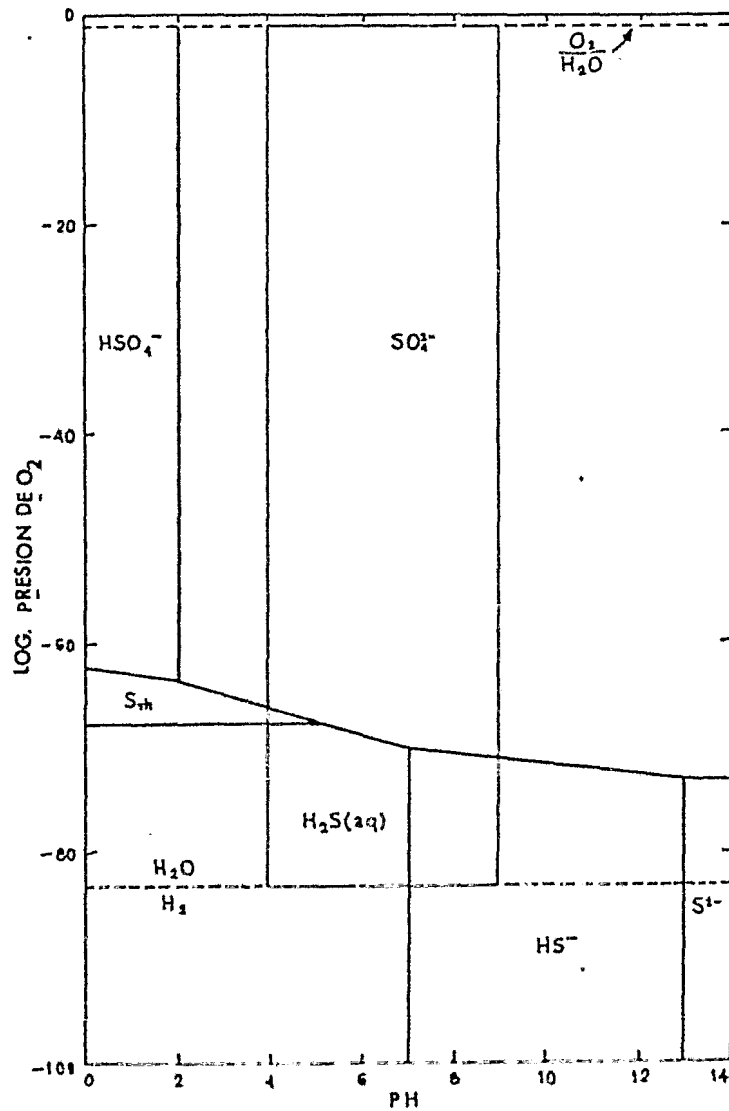


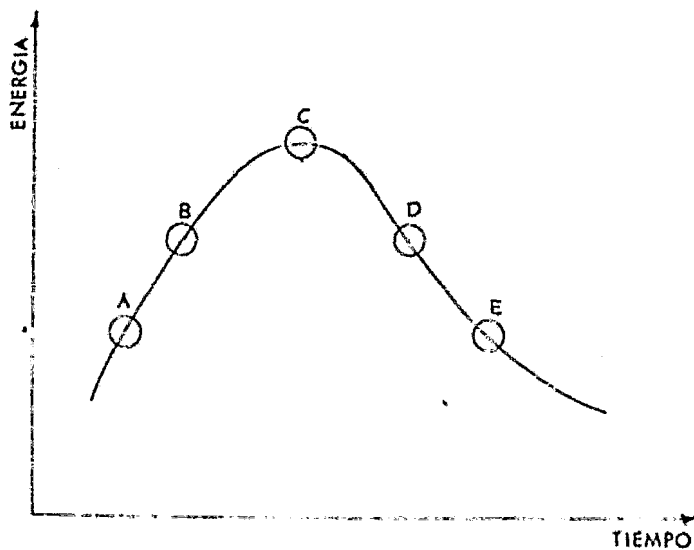
Figura 12. Especies estables de Azufre como una función del - PH y Presión de O₂ a 25°C y 1 atm. de presión total. La concentración total de especies de Azufre en solución = 0.001 M - (3, pag. 223).

--- Ebullición de la solución con el desprendimiento de H_2S , HCl y otros volátiles. La precipitación a partir de complejos de Azufre (y en forma similar a partir de complejos de Cloro) puede expresarse -- así: $Me(HS)_3^- \rightleftharpoons MeS + HS^- + H_2S$ (acuoso) (donde Me es un metal). "Cualquier proceso que reduce el producto ($^aHS^- \cdot ^aH_2S$) aumentará el grado de saturación en este complejo o causará depositación. También, para muchos metales, una disminución en la temperatura o presión, especialmente donde la ebullición - ocurre, puede causar precipitación... Una disminución en la presión puede permitir H_2S (aq) \rightarrow H_2S (gas) si se separa una fase vapor" (2, pag. 437) lo que explica la precipitación del MeS según la regla de Le Chatelier: al escapar el H_2S gaseoso, para lograr el equilibrio la reacción procede en el sentido indicado.

Por último se hace referencia al carácter estratificado de los cuerpos de sulfuros estratiformes y, específicamente, a la posición sobreyacente de -- la mena amarilla en la negra. Según Solomon y Walsh (5) la pirita y calcopirita siempre precipitan a más alta temperatura que la esfalerita y galena, lo que explica la presencia de la mena amarilla ba

jo la negra en los yacimientos tipo Kuroko (al revés que en Cuale).

Una situación lógica durante el desarrollo de cualquier proceso hidrotermal es su comportamiento térmico: de baja temperatura en las etapas iniciales, -- que llega a una temperatura máxima en una etapa subsecuente, y por último a un decaimiento. Este comportamiento se puede representar gráficamente como sigue:



Las zonas "a", "b", "c", "d", y "e" representan etapas en las que puede ocurrir la precipitación de los metales presentes en las soluciones hidrotermales, y dependiendo de su concentración y de la existencia de condiciones físico-químicas propicias, se puede o no generar un cuerpo de mena.

Las zonas "a" y "e" corresponden a etapas en que -- ocurriría la precipitación de minerales de baja temperatura, y en las "b", "d", y el caso extremo "c", precipitarían los minerales de alta temperatura.

Con base en el comportamiento mostrado en la gráfica se pueden esperar los resultados a continuación descritos. En la porción de la gráfica con pendiente positiva, el resultado de la precipitación en -- las zonas "a", "b" y "c" sería la superposición (zonamiento) de minerales de alta temperatura sobre los de baja ("c" sobre "b" y a su vez "b" sobre "a"). En la porción con pendiente negativa el resultado de la precipitación en "c", "d" y "e" sería la superposición de minerales de baja temperatura sobre los de alta (por ejemplo: "e" sobre "d" y "d" sobre "c"). En otro caso, se puede presentar la precipitación de minerales en etapas que represen-

tan momentos diferentes en la evolución del proceso hidrotermal, en donde las condiciones térmicas son semejantes, como ocurriría para dos casos específicos, uno en el lado positivo y otro en el negativo de la gráfica (por ejemplo en "a" y "e" o en "b" y "d"), con lo que se presentarían repeticiones de minerales, pero superpuestas (por ejemplo los minerales que precipiten en "e" estarían sobre los que -- precipiten en "a"). En un último caso se podría - presentar una combinación, con la precipitación de minerales de baja temperatura en el lado positivo - de la gráfica (por ejemplo en "a") y sobre ellos - minerales de alta temperatura, pero en el lado negativo de la gráfica (por ejemplo en "d"); o precipitación de minerales de alta temperatura en el lado positivo (por ejemplo en "b") y sobre ellos minerales de baja temperatura, pero en el lado negativo - de la gráfica (por ejemplo en "e").

Para el caso de Cuale la explicación a la presencia de la mena negra bajo la amarilla, con base en un - comportamiento como el descrito para un proceso hidrotermal, es que la mena negra (formada por esfalerita y galena que precipitan a temperatura más baja que los minerales de la mena amarilla) se formó en

los inicios del desarrollo del proceso (por ejemplo en "a" en la gráfica) y la amarilla en una etapa subsecuente con mayor temperatura (como en "b", "c" o "d").

Referencias.

- (1) LUNA BARCELO, R. Yacimientos Minerales y explotación del cuerpo de Naricero en el Distrito de Cuale, Municipio de Talpa de Allende, Jalisco. (Tesis profesional). Instituto Politecnico Nacional, México, D. F. 1979.
- (2) BARNES, H.L. "Solubilities of Ore Minerals" en - H.L. Barnes (ed.), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. John Wiley & Inc., U.S.A. 1979. pp. 418-426.
- (3) KRAUSKOPF. Introduction to Geochemistry. 2^a ed. McGraw-Hill Book Company, New York, 1979. p. 401
- (4) LAMBERT, I.B., SATO, T. "The Kuroko and Associated Ore Deposits of Japan: a review of their features and metallogenesis" en Economic Geology vol. 69, 1974. pp. 1215-1236.

- (5) SOLOMON, M., WALSHE J.L. "The Formation of Massive Sulfide Deposits on the Sea Floor" en - Economic Geology, vol. 74. 1979. pp. 806-807.

IV. CONCLUSIONES .

Las rocas presentes en Cuale así como el batolito de Jalisco, son indicativos de la existencia de un mar marginal asociado al desarrollo de un arco insular - (cuya localización es desconocida), a partir de procesos ígneos de tipo félsico.

La edad inferida para la secuencia vulcano-sedimentaria es Cretácico Superior; la posible relación genética entre las rocas ígneas de Cuale y el batolito - apoya esa inferencia.

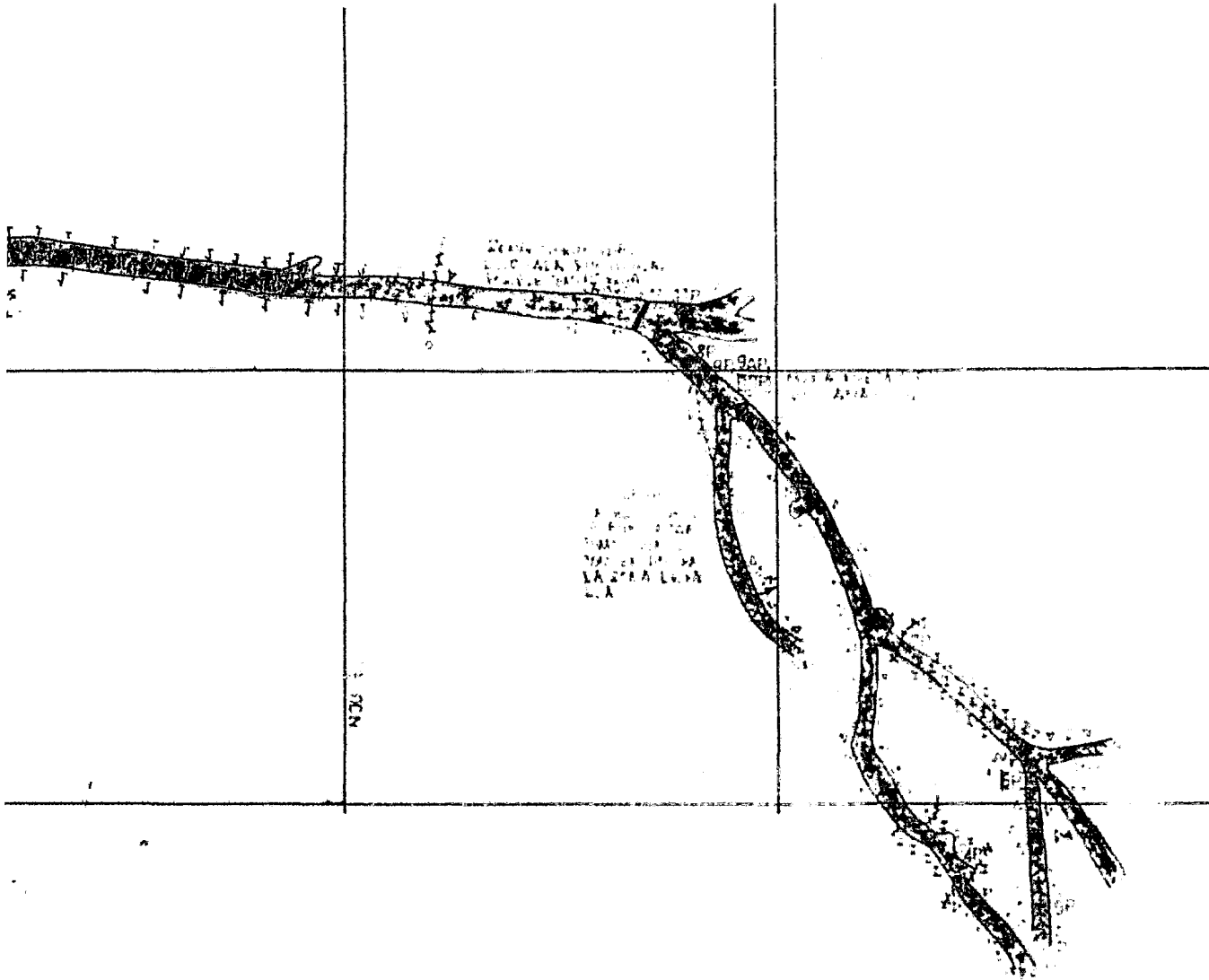
Durante las primeras manifestaciones ígneas someras (hipabisales), que están representadas por las rocas de la Unidad II, se desarrolla un proceso hidrotermal cerca de la superficie terrestre, el cual está en interacción con aguas "marinas" poco profundas. El -- proceso hidrotermal aporta elementos (entre ellos me-- tales) al medio marino como la consiguiente forma-- ción de los sulfuros estratiformes: el proceso gene-- ral que los origina es uno de hidrotermalismo-sedi-- mentación. La fuente de calor durante el proceso - son los cuerpos "riolíticos" (Unidad II).

La separación de un cuerpo de mena amarilla a otro de negra es el resultado de las diferencias en las condiciones físico-químicas que causan la precipitación de los sulfuros: el Fe-Cu precipita a más alta temperatura que el Pb-Zn. La dilución de las soluciones hidrotermales en el medio acuoso marino y el descenso en la temperatura causaron la precipitación de los sulfuros con la consecuente formación de los cuerpos estratiformes.

La prospección de estos yacimientos debe enfocarse -- hacia zonas que manifiesten una amplia actividad ígnea de tipo félsico, con presencia de rocas plútonicas, hipabisales y volcánicas y desarrollo de cuencas marginales someras durante las etapas iniciales - del vulcanismo.

A P E N D I C E S

- Plano geológico del socavón "la Prieta".
- Plano geológico del socavón "el Rubí".
- Diagrama de Localización de muestras en:
· Socorredora y Chivos de Arriba.
Chivos de Abajo.
- Lista de Muestras.
- Análisis Petrográficos Microscópicos.
- Análisis Mineragráficos.

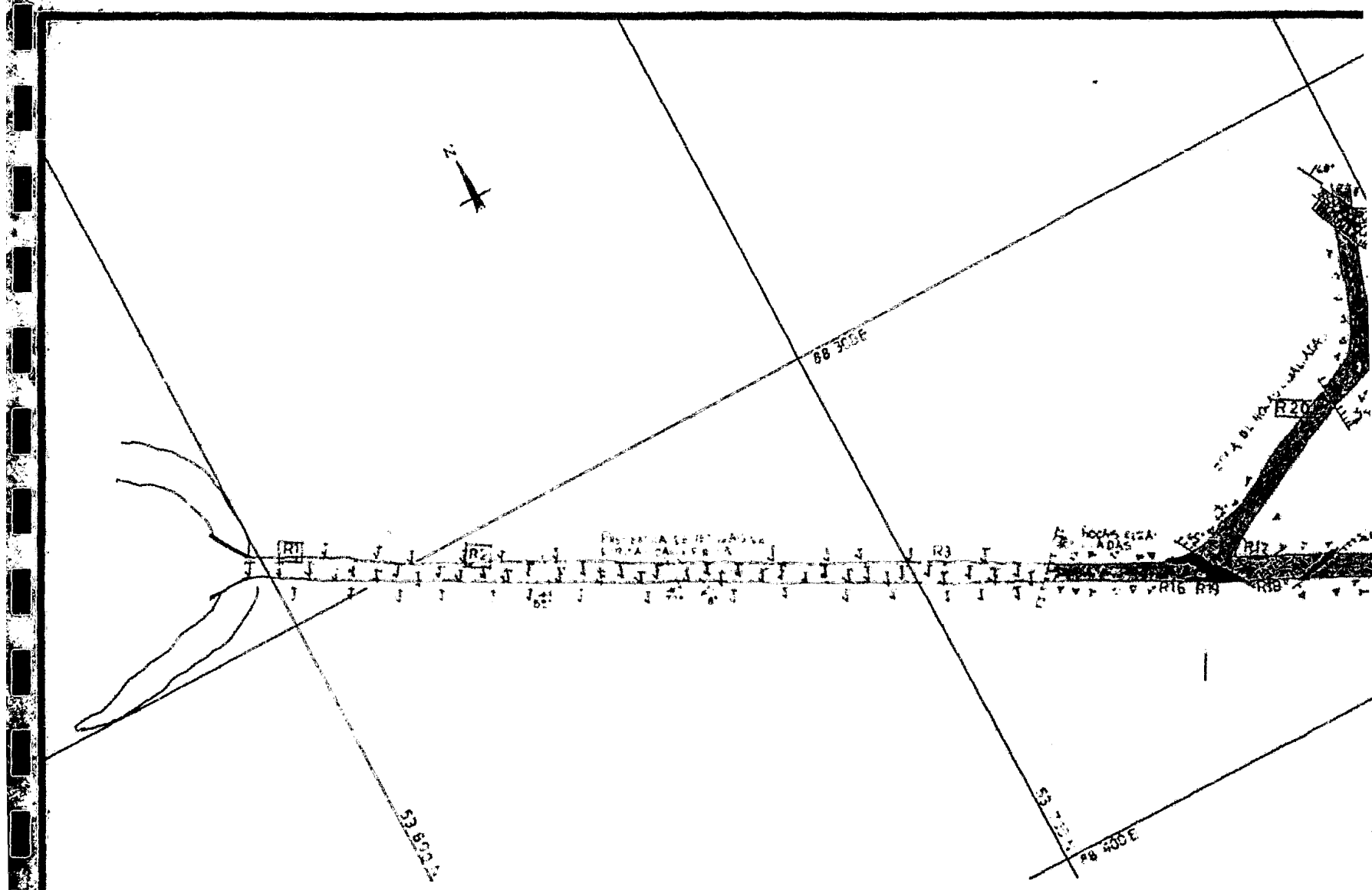


100 M. R. L. 25 F. 10














DEKADA

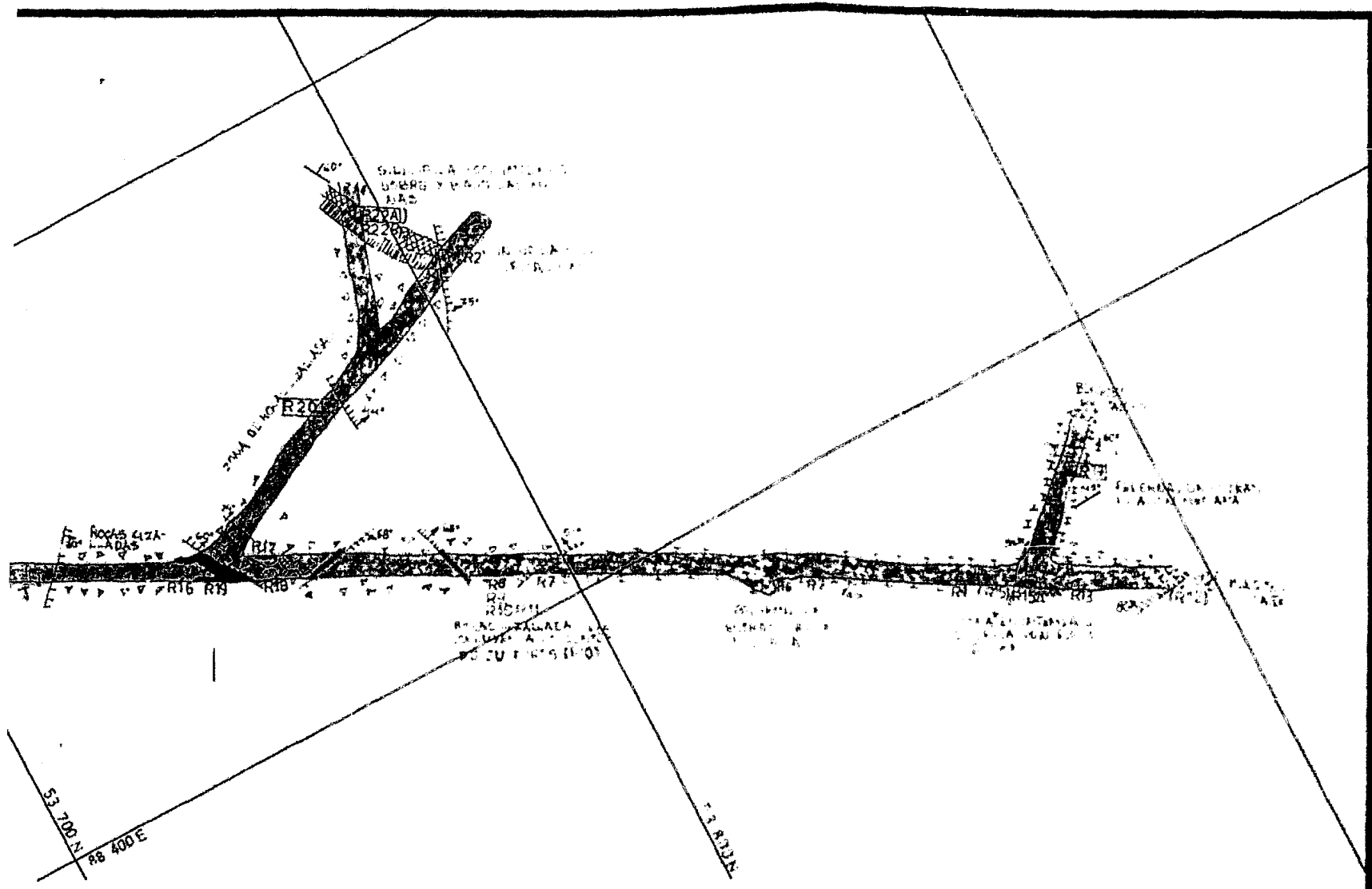
U. N. A. M.
FAC. DE INGENIERIA
FIGURA 13
PLANO GEOLOGICO DEL SOCAYON "LA PIPIETA" (D. NEL JOSE MARQUEZ).
POR E.O.C.
SEPT 83





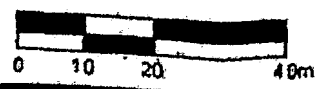
LEYENDA

-  CARRETERA
-  CARRETERA CON MARCAS DE TRAZADO
-  CARRETERA CON MARCAS DE TRAZADO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO
-  CAMINO



F.C.O.
 D. MICR... ..

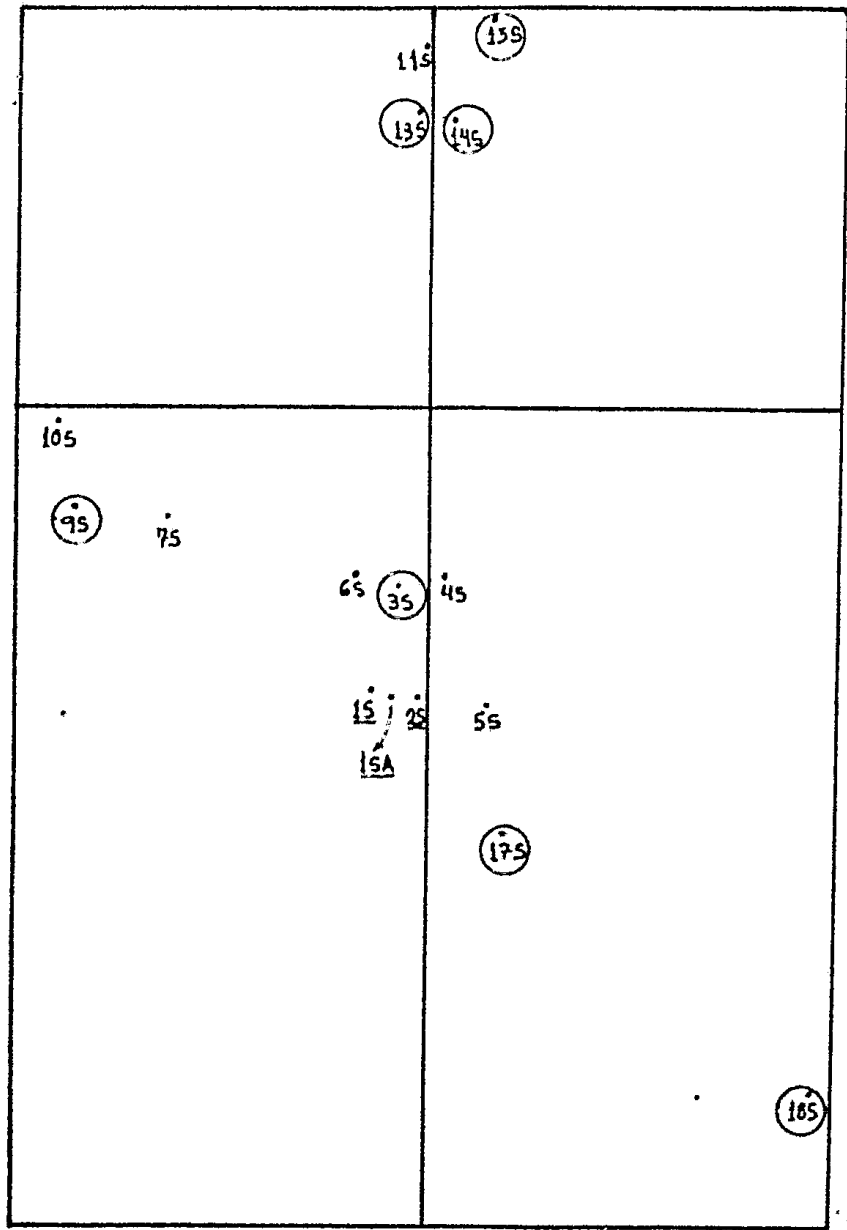
ERADA



U. N. A. M.
FAC DE INGENIERIA
FIGURA 14
PLANO GEOLOGICO DEL SOCAYON EL (708)
PO: F.C.O.
SEPT 83

LOCALIZACION DE
MUESTRAS EN LA
AREA DE COND-
RAMERA

1
00
00
1

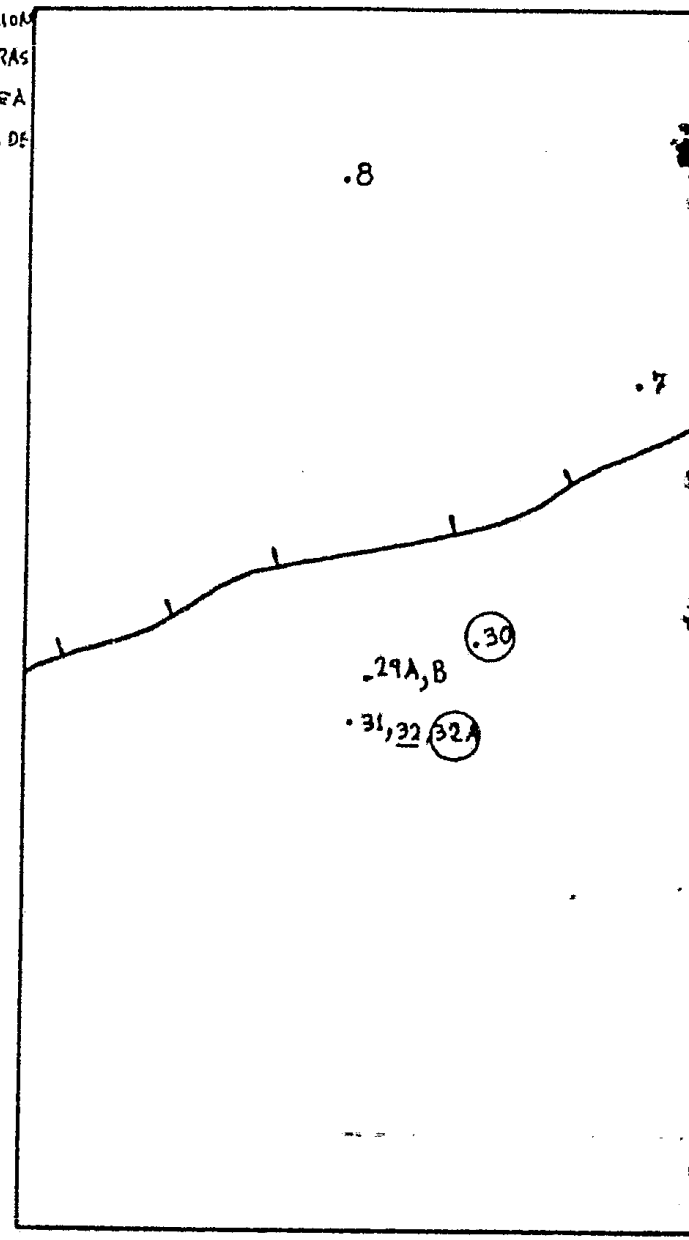


SIMBOLOGIA

- 115 MUESTRA
- 135 MUESTRA CON ANALISIS
PETROGRAFICO MICROSCOPICO
- 15A MUESTRA CON ANALISIS
MINERAGRAFICO

0 50 m.

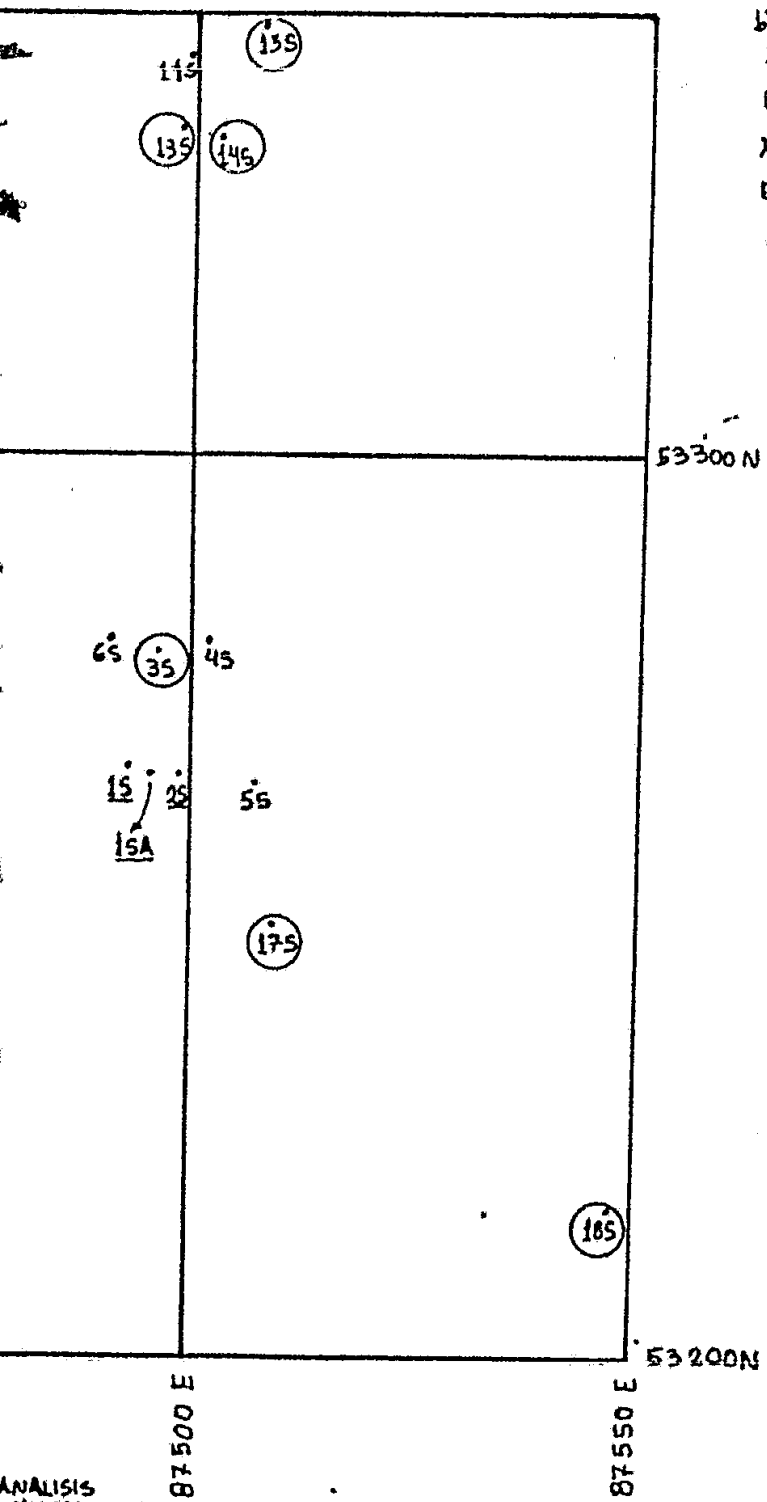
b)
LOCALIZACION
DE MUESTRAS
EN EL AREA
DE CHIVOL DE
ARRIBA



88175 E

0

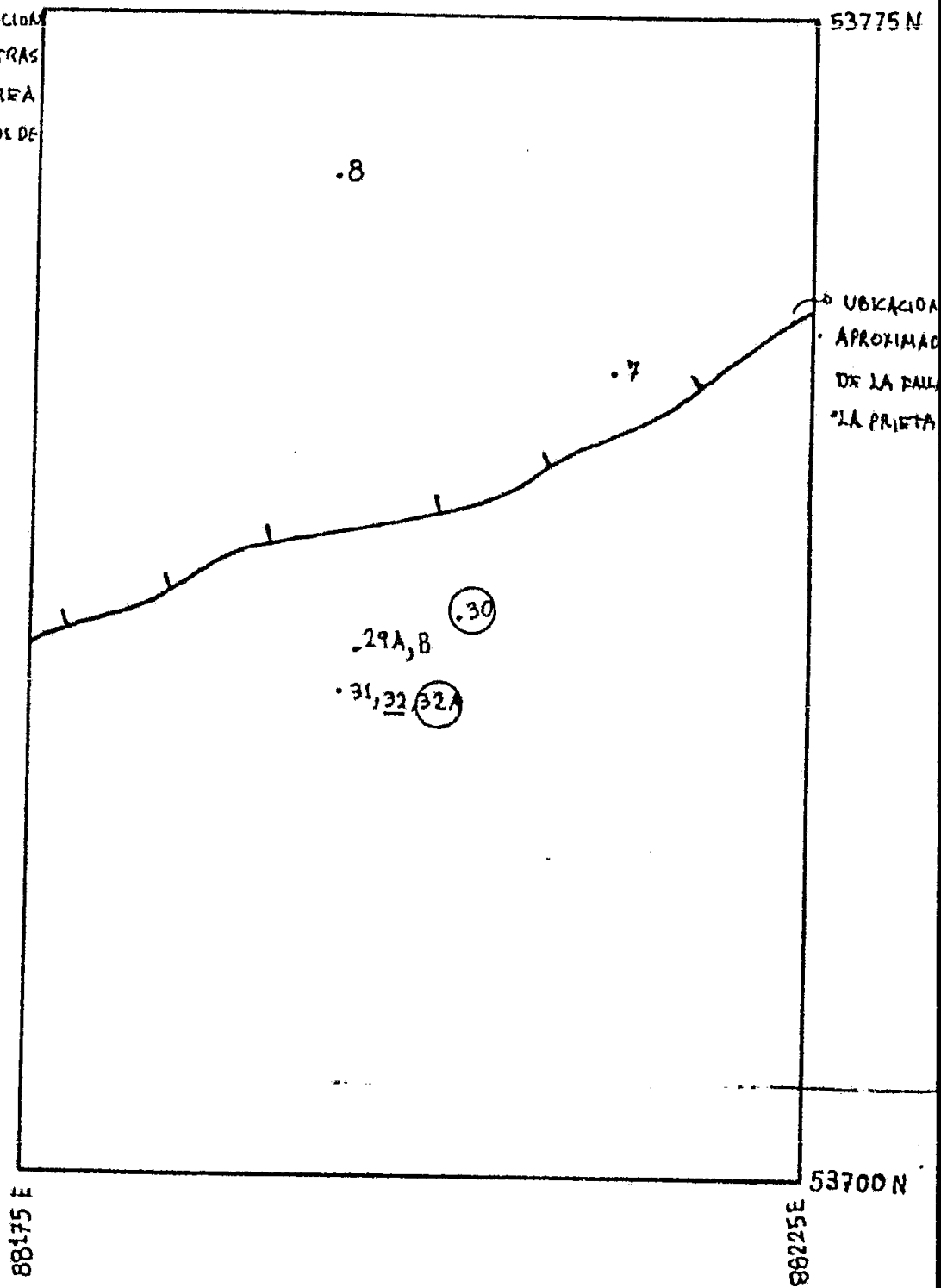
FIGURA 15



ANALISIS
MICROSCOPILO
ANALISIS
PICO

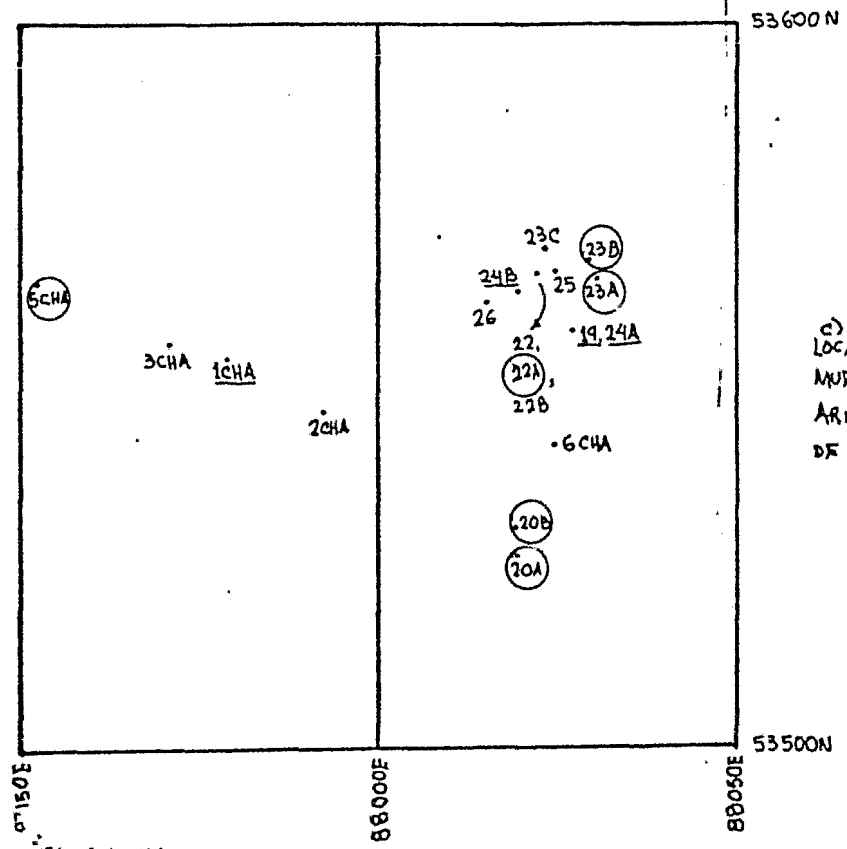
0 50 m.

b)
LOCALIZACION
DE MUESTRAS
EN EL AREA
DE CHIVOS DE
ARRIBA



0 25 m.

FIGURA 15



c)
LOCALIZACION DE
MUESTRAS EN EL
AREA DE CHIVOS
DE ABAJO

- SIMBOLOGIA
- 3CHA MUESTRA
 - 5CHA MUESTRA CON ANALISIS PETROGRAFICO MICROSCOPICO
 - 1CHA MUESTRA CON ANALISIS DIFRAGRAFICO

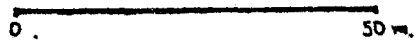


FIGURA 15

Lista de muestras -

Aquí se presentan las muestras colectadas, y que se encuentran graficadas en los distintos planos (plano de Geología local, de los socavones el -- Rubí, La Prieta y los tajos Socorredora, Naricero, Chivos de Abajo y Chivos de Arriba), dando su clasificación e indicando si se le ha efectuado análisis microscópico petrográfico (P) o minerográfico (M). Las muestras se han agrupado de acuerdo con la Unidad litológica que definen.

UNIDAD I

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
17	limolita	sobre el tajo Chivos de abajo.
36	toba cristalina	entre Chivos de Abajo y Socorredora.
19	mena amarilla (M)	tajo Chivos de Abajo.
20A	toba félsica alterada (P)	" " " "
20B	silexita (P)	" " " "
22	toba	" " " "
22A	toba cristalino-lítica félsica (P)	" " " "
22B	concreción silícea	" " " "
24A	mena amarilla (M)	" " " "
24B	mena negra (M)	" " " "
26	lutita negra con sulfuros diseminados	" " " "
1 CHA	mena amarilla (M)	" " " "
2 CHA	roca silicificada y piritizada	" " " "
3 CHA	mena amarilla	" " " "
6 CHA	mena amarilla-lutita negra	" " " "
29A	toba cristalina félsica	tajo Chivos de Arriba.
29B	toba cristalina félsica	" " " "
31	mena amarilla	" " " "
32	mena amarilla	" " " "
32A	toba cristalino-lítica félsica	" " " "
33	lutita negra con sulfuros diseminados	tajo Socorredora.

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
1SA	lutita negra con lentes de Esfale- rita y otros sulfuros----(M)-----	tajo Socorredora.
2S	lutita negra con bandas de sulfu- ros (M)-----	" "
3S	lutita negra con lentes de Esfale- rita--(P)-----	" "
5S	pedernal-----	" "
7S	lutita negra con escamas de Pirita -----	" "
9S	toba vitro-cristalina félsica---- ----- (P)-----	" "
13S	limolita----- (P)-----	" "
14S	toba híbrida fosilífera----(P)----	" "
17S	lutita negra contaminada----- ----- (P)-----	" "
1N	lutita negra con sulfuros transpor- tados-----	tajo Naricero
2N	lutita negra-----	" "
5N	toba cristalina félsica-----	" "
16N	toba híbrida fosilífera----(P)----	" "
4P	pedernal-----	socavón La Prieta
5P	toba cristalina félsica-----	" " "
6P	toba cristalina félsica----- ----- (P)-----	" " "
7P	pedernal-----	" " "
8P	pedernal brechado-----	" " "
9P	mena negra-----	" " "
9AP	mena negra-----	" " "
10P	toba cristalina félsica----- (P)---	" " "
R4	pedernal-----	socavón El Rubí
R5	pedernal-----	" " "
R6	pedernal-----	" " "
R7	pedernal-----	" " "
R8	toba cristalina félsica-----	" " "
R9	toba cristalina félsica-----	" " "
R10	cuerpo de sulfuros deformado-----	" " "
R11	lutita negra-----	" " "
R12	mena negra, Esfalerita, Galena -----	" " "
R14	pedernal brechado-----	" " "

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
R15	mena amarilla----- (M)-----	socavón El Rubí
R15A	roca silicificada con vetillas de Pirita (posible centro exhalativo) -----	" " "
R16	toba cristalina con sulfuros-----	" " "
R17	pedernal-----	" " "
R18	toba cristalina félsica-----	" " "
R19	lutita negra-----	" " "
R20	toba cristalino-lítica félsica----- ----- (P)-----	" " "
R22A	mena negra----- (M)-----	" " "
R22B	mena amarilla----- (M)-----	" " "
B 506-2	limolita-----	barreno 506
B 506-3	lutita-limolita-----	" "
B 506-4	toba cristalina félsica-----	" "
B 507-10	lutita negra-----	barreno 507
B 507-13	limolita arenosa-----	" "
B 507-14	pedernal-----	" "
B 508-3	toba cristalina félsica-----	barreno 508
B 508-5	limolita silicificada-----	" "
B 508-6	toba alterada-----	" "
B 508-7	lutita-limolita-----	" "
B 512-1	lutita negra-----	barreno 512
B 512-2	limolita-----	" "
B 512-3	toba silicificada-----	" "
B 512-4	limolita arenosa-----	" "
B 512-5	lutita negra-----	" "
B 512-6	limolita-----	" "
B 512-8	pedernal-----	" "
B 514-2	toba cristalina félsica-----	barreno 514
B 514-3	toba cristalino-lítica-----	" "
B 514-4	lutita negra-----	" "
B 514-5	limolita con sulfuros redondeados----- -----	" "
B 514-6	limolita con sulfuros redondeados----- -----	" "
B 514-7	limolita con sulfuros redondeados----- -----	" "

UNIDAD II

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
1	riolita silicificada y piritizada-----	cerca de la planta de - beneficio.
R1	riolita porfídica alterada-----	socavón El Rubí.
R2	roca ígnea félsica porfídica alte- rada----- (P)-----	" " "
R3	roca ígnea félsica porfídica alte- rada----- (P)-----	" " "
1P	roca ígnea félsica porfídica alte- rada----- (P)-----	socavón La Prieta.
2P	roca ígnea félsica porfídica alte- rada-----	" " "
18S	roca ígnea félsica porfídica alte- rada----- (P)-----	tajo Socorredora.
9N	riolita alcalina porfídica altera- da----- (P)-----	tajo Naricero.
B 507-4	riolita porfídica alterada-----	barreno 507.
B 507-5	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-7	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-8	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-9	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-12	riolita porfídica alterada-----	" "
B 507-15	riolita porfídica alterada-----	" "
B 508-4	riolita porfídica alterada-----	barreno 508.
B 508-8	riolita porfídica alterada-----	" "
B 508-9	riolita porfídica alterada-----	" "
B 509-2	roca ígnea félsica porfídica alte- rada----- (P)-----	barreno 509.
B 514-7	riolita porfídica alterada-----	" "
B 517-1	riolita porfídica alterada-----	" "

UNIDAD III

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
2	roca ígnea félsica porfídica----- ----- (P)-----	En el NE del fundo mine- ro.

MUESTRA	CLASIFICACION	LOCALIZACION APROXIMADA
3	toba cristalina félsica	en el NE del fondo mine ro.
4	toba cristalina félsica (P)	" " " " " "
5	toba vítrea	" " " " " "
7	aglomerado	" " " " " "
8	aglomerado con líticos cloritiza- dos	sobre Chivos de Arriba.
14	roca ígnea felsica porfídica (P)	sobre Chivos de Abajo.
18	riolita porfídica	" " " "
36	toba	cerca de Socorredora.
40	riolita porfídica	bajo Socorredora.
41	roca volcánica afanítica	" "
42	riodacita porfídica (P)	sobre Naricero.
44	riolita porfídica	" "
46	riolita porfídica	entre Socorredora y Na- ricero.
47	riolita porfídica	" " " "
49	riodacita porfídica (P)	sobre Naricero.
10S	toba vítrea	tajo Socorredora.
11S	toba vítrea	" "
15S	aglomerado félsico (P)	" "
5CHA	roca ígnea alterada (P) (M)	tajo Chivos de Abajo.
23A	riolita alcalina porfídica cloriti- zada (P)	" " " "
23B	riolita alcalina porfídica cloriti- zada (P)	" " " "
30	riodacita porfídica cloritizada (P)	tajo Chivos de Arriba.
13N	riodacita porfídica cloritizada (P)	tajo Naricero.
B 506-1	riolita porfídica	barreno 506.
B 507-1	riolita porfídica	barreno 507.
B 507-2	riolita porfídica	" "
B 508-1	riolita porfídica	barreno 508.
B 508-2	riolita porfídica	" "
B 508-3	riolita porfídica	" "
B 514-1	riolita porfídica	barreno 514.

UNIDAD IV

MUESTRA CLASIFICACION LOCALIZACION APROXIMADA

48 ----- dacita------(P)----- cerca de Naricero.

Adicionales

51 ----- monzonita------(P)----- entre la Unidad de Cuale y el poblado de Cuale.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA NO. 20A LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro, de grano fino, de aspecto masivo, pero estratificada en el afloramiento. Con virita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se trata de un mosaico formado por granos finos entrelazados, que sostienen a granos más grandes angulosos.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>10</u>	<u>hasta 100</u>
<u>Matriz: calcedonia-cuarzo, clo-rita.</u>	<u>88</u>	<u>menos de 20</u>
<u>pirita</u>	<u>2</u>	

OBSEPVACIONES: El carácter estratificado indica que se trata de una roca formada por acumulación de partículas por sedimentación.

CLASIFICACION: toba félsica alterada.

ALTERACIONES: clorita.

MUESTRA NO. 20B LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca con bardas blancas y grises, de grano fino, completamente silicificada, con pirita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Predomina un material criptocristalino silíceo, que re-
rea a granos angulosos de cuarzo.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo</u>	<u>15</u>	<u>250</u>
<u>Matriz: sílice criptocristali- na (calcedonia)</u>	<u>83</u>	
<u>pirita</u>	<u>2</u>	<u>1000</u>

OBSERVACIONES: Los granos de cuarzo indican que debe tratarse de una limolita o toba totalmente silicificada.

CLASIFICACION: silexita.

ALTERACIONES: silicificación, piritización.

MUESTRA NO. 22A LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: Roca de color gris verdosos, de grano fino, estratificada, con cuarzo y pirita diseminados.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:

TEXTURA: Se presentan granos de tamaño variable sostenidos en una matriz fina. En algunas zonas de forma regular se concentra un material criptocristalino silíceo en forma diferente al resto de la matriz.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>20</u>	<u>hasta 1100</u>
<u>líticos (devitrificados)</u>	<u>5</u>	<u>hasta 750</u>
<u>Matriz: cuarzo, sericita, clorita</u>	<u>70</u>	
<u>pirita</u>	<u>menos de 1</u>	
<u>opacos</u>	<u>5</u>	

RESERVACIONES: Las zonas de forma regular en que se concentra el material criptocristalino en forma diferente al de la matriz, en donde se supone la presencia de los líticos devitrificados.

CLASIFICACIÓN: toba cristalino-lítica félsica.

ALTERACIONES: sericitización, cloritización.

MUESTRA NO. 32A LOCALIDAD Guale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdosos, de aspecto granular, con cuarzo angulosos entre un material fino.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se forma por granos de cuarzo de tamaño variable y bordes angulosos sostenidos por un material fino a criptocristalino. La alteración en la roca es intensa pero la existencia de "fantasmas" indica la existencia de líticos alterados.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>20</u>	<u>hasta 1250</u>
<u>líticos</u>	<u>5</u>	<u>hasta 800</u>
<u>Matriz: clorita,</u>		
<u>cuarzo, sericita</u>	<u>70</u>	
<u>opacos</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: toba cristalino-lítica félsica.

ALTERACIONES: cloritización, sericitización.

MUESTRA NO. 35 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color negro, grano fino, lamina-
da, con algunos lentes alargados de esfalerita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se forma de granos muy finos orientados paralelamente a
la estratificación. Hay granos de esfalerita que tambien se ali-
nean con la estratificación; sus formas son irregulares pero los
minerales adyacentes se aconplan a ellas sin que se pierda la con-
tinuidad en la estratificación.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo</u>	<u>30</u>	<u>80</u>
<u>esfalerita</u>	<u>15</u>	<u>1800-500</u>
<u>Matriz: arcillosa.</u>	<u>45</u>	
<u>opacos</u>	<u>10</u>	

OBSERVACIONES: Los granos de esfalerita se formaron antes de ser
cubiertos por otros sedimentos. Los minerales opacos deben in-
cluir material carbonoso.

CLASIFICACION: lutita negra con lentes de Esfalerita.

ALTERACIONES:

CUESTA NO. 95 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris claro de grano fino, aspecto masivo, pero estratificada en el afloramiento; con ligera oxidación.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se compone de granos angulosos y algunos redondeados, sostenidos en una matriz fina a criptocristalina; los minerales de hábito micáceo definen la estratificación interna en la roca.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo	15	100
Matriz: sílice		
criptocristalino,		
clorita-sericita.	80	
opacos	5	

OBSERVACIONES: _____

CLASIFICACION: toba cristalina félsica.

REMARKS: _____

MUESTRA NO. 13S LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, de aspecto masivo, de grano fino, que forma parte de unas concreciones.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Grano muy fino homogéneo que sostiene a granos más gruesos arcuosos.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>10</u>	<u>hasta 70</u>
<u>Matriz: cuarzo-calcedonia, arcillos (montmorillonita)</u>	<u>88</u>	
<u>orecos</u>	<u>2</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: limolita

REMARKS:

MUESTRA NO. 14S LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris oscuro, con granos de tamaño de la arena, estratificada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan granos de cuarzo de dos tipos: unos angulosos irregulares y otros redondeados equidimensionales o alargados. Ambos sostenidos por un material turbio criptocristalino silíceo.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo	20	hasta 150
Matriz: cripto- cristalina sili- ceo-arcillosa.	72	
opacos	5	
barita	3	

OBSERVACIONES: Los procesos diagenéticos han modificado considerablemente la composición y textura originales de la matriz. El material criptocristalino debe resultar de devitrificación. Las formas regulares pueden ser espículas de esponja.

CLASIFICACION: toba híbrida fosilífera.

REMARKS: devitrificación.

MUESTRA NO. 17S LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris oscuro, homogénea, de grano fino, que incluye lentes de calcita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se forma por granos de cuarzo angulosos y redondeados (fósiles: Rhaxella), sostenidos en una matriz criptocristalina silíceo-arcillosa, con calcita concentrada en ciertas zonas.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>15</u>	<u>hasta 500</u>
<u>Matriz: silíceo-arcillosa.</u>	<u>80</u>	
<u>calcita (lentes)</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: _____

CLASIFICACION: lutita negra contaminada por productos piroclásticos, con presencia de fósiles.

ALTERACIONES: _____

MUESTRA NO. 16N LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris claro, estratificada, de grano fino y aspecto granular.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Formada por granos pequeños sostenidos en una matriz criptocristalina silícea. Los granos son de dos tipos: anhedrales con bordes angulosos y otros equidimensionales redondeados o alargados con bordes regulares. La matriz se forma de minerales micáceos y sílice criptocristalina.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo	35	hasta 200
feldespato	5	hasta 150
Matriz: sílice, arcillas (?), sericita.	58	
opacos	2	

OBSERVACIONES: Por el contenido de cuarzo y feldespato angulosos se supone una contaminación por actividad ígnea arcaica y como félsico. Los granos con formas regulares deben representar restos fósiles de organismos silíceos que, por sus caracteres morfológicos, pueden ser espiculas de esponja. Las formas redondeadas tal vez pertenezcan al género Rhexella.

CLASIFICACION: toba híbrida fosilífera.

ALTERACIONES:

MUESTRA NO. 6P LOCALIDAD Guale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro, de aspecto granular, con fragmentos angulosos que indican brechamiento, con abundante clorita, granos de cuarzo diseminados y vetillas de piritita y calcita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan cristales grandes sostenidos en una matriz de grano fino. La matriz es un mosaico de cuarzo y clorita. Los bordes de los granos están corroídos y no presentan un limite bien definido hacia la matriz.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo</u>	<u>20</u>	<u>500</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>clorita (ripidolita)</u>	<u>70</u>	<u>25</u>
<u>calcita (vetillas)</u>	<u>5</u>	
<u>opacos</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: La roca original está totalmente alterada y sólo han perdurado los granos de cuarzo. Los fragmentos indican que la roca está brechada: como posible resultado de un proceso contemporáneo al del desarrollo de la falla de la Pirieta.

CLASIFICACION: toba cristalina félsica.

ALTERACIONES: silicificación, cloritización.

MUESTRA NO. 10P LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca color verde claro, de aspecto granular grano fino, con pirita, cuarzo y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan granos grandes sostenidos en una matriz micro-cristalina. Los minerales opacos y la sericita se presentan como "manchas" sin una distribución homogénea en la roca. Los granos son de cuarzo de formas irregulares y, en general, angulosos.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>25</u>	<u>hasta 650</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>sericita-clorita.</u>	<u>65</u>	
<u>opacos</u>	<u>10</u>	

OBSERVACIONES: Por la forma de los granos y el aspecto de la roca dene tratarse de una toba alterada.

CLASIFICACION: toba cristalina félsica.

ALTERACIONES: silicificación, cloritización, sericitización.

MUESTRA NO. R14 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, de grano fino, de aspecto masivo pero estratificada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se trata de un mosaico de granos irregulares equidimensionales entrelazados, en ocasiones con minerales micaceos entre ellos. Con vetillas de calcita que transectan a la roca.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>80</u>	<u>menos de 50</u>
<u>clorita-sericita</u>	<u>10</u>	
<u>opacos</u>	<u>5</u>	
<u>calcita (vetillas)</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: pedernal recristalizado y sericitizado.

ALTERACIONES: sericitización.

MUESTRA NO. R20 LOCALIDAD Cuale, Jalisco (El Rubí).

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde grisaseo oscuro, de grano fino, de aspecto granular y sensiblemente estratificada. Recogida en una zona de cizalla.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan dos tipos de granos: unos angulosos, y otros redondeados compuestos de un material criptocristalino. La matriz está formada por un material fino a criptocristalino clorítico-silíceo. Algunas líneas paralelas, que se observan, deben representar estratificación o planos de cizalla.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo</u>	<u>25</u>	<u>hasta 750</u>
<u>fragmentos de roca (cenizas)</u>	<u>10</u>	<u>hasta 1250</u>
<u>Matriz: cuarzo, sericita, clorita.</u>	<u>60</u>	
<u>opacos (con pirita)</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: La composición de la matriz indica alteración, además de una posible desmatricación, que también afectó a algunos líticos.

CLASIFICACION: toba félsica cristalino-lítica.

ALTERACIONES: cloritización.

MUESTRA NO. R2 LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (socavón el Ribí)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, con fenocri-
tales de cuarzo sostenidos en una matriz fina, con pirita disemi-
nada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales de cuarzo sostenidos en una
matriz totalmente alterada; hay zonas de sección rectangular
donde se concentra la mayor parte de sericita entremezclada con
cuarzo.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>10</u>	<u>hasta 2500</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>sericita, clo-</u>		
<u>rita.</u>	<u>85</u>	
<u>pirita</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: Las secciones donde se concentra la sericita deben
representar antiguos feldespatos, ahora alterados.

CLASIFICACION: roca ígnea félsica norfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, sericitización, cloritización,
piritización.

(F. Mineral.)

MUESTRA NO. R3 LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (socavón el Rubí)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, porfídica de grano fino, con fenocristales de cuarzo, y pirita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales equidimensionales sostenidos en una matriz fina de granos entremezclados.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo (F)</u>	<u>8</u>	<u>hasta 1250</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>	<u>.</u>	
<u>clorita, sericita.</u>	<u>89</u>	
<u>pirita.</u>	<u>3</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: roca ígnea félsica porfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, seriticización, cloritización,
sericitización.

()

MUESTRA NO. 1P LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (socavón la Prieta).

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, masiva, con fenocristales de cuarzo sostenidos en una matriz fina cloritizada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales corroídos y en muchos casos reemplazados. En ciertas zonas, casi rectangulares, se concentran sericita y cuarzo.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>15</u>	<u>hasta 1800</u>
<u>cuarzo (M)</u>	<u>40</u>	<u>40</u>
<u>sericita (M)</u>	<u>25</u>	<u>hasta 40 (escamas)</u>
<u>clorita (M)</u>	<u>15</u>	<u>hasta 50 (escamas)</u>
<u>pirita</u>		

OBSERVACIONES: Las zonas rectangulares en que se concentra la sericita deben representar a antiguos feldespatos ahora alterados.

CLASIFICACION: roca ígnea félsica porfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, sericitización, cloritización, sericitización.

(F) Fenocristal.

MUESTRA NO. 18S LOCALIDAD Cuale, Jalisco (tajo Socorredora)
 DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro, porfídica, con
fenocristales de cuarzo incluidos en una matriz muy fina; con mi-
rita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales de cuarzo incluidos en una
matriz fina a criptocristalina, con sericita distribuida en toda
la roca aunque tiende a concentrarse en zonas rectangulares; to-
dos los fenocristales están corroídos.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo (F)	10	hasta 900
muscovita-para-		
gonita (M)	15	hasta 100 (escamas)
cuarzo (M)	50	hasta 100
clorita (M)	20	
virita	5	250

OBSERVACIONES: Las zonas rectangulares en que se concentra la mus-
covita-paragonita deben representar a antiguos feldespatos (con
tamaños de hasta 1500 micras) ahora alterados.

CLASIFICACION: roca ígnea félsica porfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, sericitización, cloritización, mi-
ritización.

(F) Fenocristal.

(M) Matriz.

MUESTRA NO. 9N LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: Roca de color gris verdoso claro, con fenocristales de cuarzo y feldespato en una matriz fina; con piritita diseminada.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:

TEXTURA: Porfídica con una matriz fina a criptocristalina esferulítica, con vetillas de clorita y cuarzo; los fenocristales de feldespato están parcialmente alterados a sericita.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo (F)	8	hasta 1500
sanidino (esferulitas)	30	1000
oligoclasa (F)	3	1200
Matriz: cuarzo,		
clorita, sericita	57	
pirita	2	

OBSERVACIONES: Esta roca se encuentra cerca del contacto con unas lutitas negras, y aunque éste es casi recto presenta un borde de reacción, lo que indica el carácter intrusivo de la roca ígnea.

CLASIFICACION: riolita alcalina porfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, cloritización, sericitización, piritización.

MUESTRA NO. B 509-2 LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (barreno 509)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso claro, masiva de grano fino, con fenocristales de cuarzo y posibles feldespatos. Con pirita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales parcialmente reemplazados, la matriz es de grano muy fino a criptocristalino; hay vetillas de cuarzo-sericita que transectan toda la roca.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo (F)</u>	<u>10</u>	<u>hasta 750</u>
<u>sanidino (F)</u>	<u>1</u>	<u>hasta 1000</u>
<u>Matriz: cuarzo, sericita, clorita.</u>	<u>84</u>	
<u>pirita</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: La alteración ha sido tan intensa que hasta el cuarzo está parcialmente reemplazado.

CLASIFICACION: roca ígnea félsica porfídica alterada.

ALTERACIONES: silicificación, sericitización, cloritización, magnetización.

(F) Fenocristal.

MUESTRA NO. 2 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color blanco con granos gruesos de cuarzo, sostenidos en una matriz fina, muy intemperizada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan cristales fracturados de bordes angulosos corroidos y en algunos casos (como en el feldespatos) un reemplazamiento casi total, sostenidos en una matriz fina esferulitica.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>25</u>	<u>2500</u>
<u>feldespatos alterado</u>	<u>10</u>	<u>1000</u>
<u>andesina</u>	<u>1</u>	<u>250</u>
<u>Matriz: cuarzo, clorita, sericita, esferulitas.</u>	<u>69</u>	

OBSERVACIONES: La textura de la roca indica reemplazamiento por sílice.

CLASIFICACION: roca ignea félsica norfídica.

ALTERACIONES: silicificación.

MUESTRA NO. 4 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color blanco con zonas verdes,
compuesta de granos irregulares distribuidos en una matriz fina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se presentan cristales grandes de bordes angulosos sos-
tenidos en una matriz criotocristalina.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>30</u>	<u>1800</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>arcillas (?).</u>	<u>70</u>	

OBSERVACIONES: Es probable que la matriz esté totalmente devitri-
ficada y alterada.

CLASIFICACION: toba cristalina félsica.

ALTERACIONES: _____

MUESTRA NO. 14 LOCALIDAD Cuale, Jalisco

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color blanco, masiva, porfídica, con fenocristales de cuarzo y vetillas de clorita en una matriz fina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespatos alterados, sostenidos en una matriz con clorita en vetillas o diseminada.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>20</u>	<u>1500</u>
<u>Matriz: cuarzo, clorita.</u>	<u>80</u>	

OBSERVACIONES: La alteración es muy ligera y puede ser el resultado de un proceso hidrotermal de baja temperatura o actividad fumarólica.

CLASIFICACION: roca ígnea félsica porfídica.

ALTERACIONES: cloritización, silicificación.

(F) Fenocristal.

MUESTRA NO. 42 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris oscuro, masiva, con fenocristales de cuarzo y feldespato; silicificada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con matriz crintocristalina y fenocristales de cuarzo y feldespato alterados a sericita. Se encuentra transectada por vetilla de cuarzo y algunas de sericita.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>10</u>	<u>1250</u>
<u>sanidino (F)</u>	<u>1</u>	<u>1000</u>
<u>oligoclasa (F)</u>	<u>9</u>	<u>250</u>
<u>biotita (F)</u>	<u>1</u>	
<u>cuarzo (vetillas)</u>	<u>20</u>	
<u>sericita (vetillas)</u>	<u>5</u>	
<u>Matriz crintocristalina</u>	<u>50</u>	
<u>otros</u>	<u>4</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: riodacita porfídica

ALTERACIONES: silicificación.

MUESTRA NO. 49 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro, masiva, porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespato en una matriz fina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Fenocristales subhedrales sostenidos en una matriz fina a crintocristalina. Los fenocristales y matriz están alterados y transectados por vetillas de clorita.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo (F)	15	2000
sanidino (F)	4	2500
oligoclasa (F)	16	1000
hinerstena (F)	menos de 1	
Matriz: cuarzo, clorita, sericita.	65	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: riodacita porfídica.

ALTERACIONES: cloritización, silicificación.

(F) sericita.

MUESTRA NO. 15 S LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color crema, con fragmentos de roca apenas reconocibles debido a su semejanza con la matriz, la que se compone de un material fino; los fragmentos de roca están ligeramente orientados.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Se compone de granos de cuarzo sostenidos en una matriz fina acryptocristalina; los granos son irregulares de bordes angulosos. Algunas zonas con concentración del material en forma diferente a la matriz deben representar a los fragmentos de roca.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>líticos</u>	<u>35</u>	<u>hasta 10000</u>
<u>cuarzo (granos)</u>	<u>15</u>	
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>esferulitas y</u>		
<u>sílice cripto-</u>		
<u>cristalina.</u>	<u>55</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: aglomerado félsico.

ALTERACIONES: devitrificación.

MUESTRA NO. 5 CHA LOCALIDAD Cuale, Jalisco (tajo Chivos de Abajo).

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro, de grano fino, masiva, con vetillas y lentes de sulfuros (de hasta 1/2 cm.) y granos aislados de cuarzo.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Roca de grano muy fino a criptocristalino, en donde se alojan lentes de minerales opacos rodeados por un margen de calcita y cuarzo; los lentes se presentan aislados o concentrados en ciertas zonas.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
opacos: gale- na, pirita.	10	hasta 500
calcita	10	250
cuarzo	5	
Matriz: sílice, clorita (proclorita)	75	

OBSERVACIONES: Su posición a un mismo nivel que la muestra 23A, sobre las menas, indica que se trata de la misma roca (riolita alcalina) sólo que aquí totalmente alterada. Los sulfuros pueden ser resultado de removilización a partir de menas.

CLASIFICACION: roca ígnea totalmente alterada.

ALTERACIONES: cloritización, calcitización.

MUESTRA NO. 23A LOCALIDAD Cuale, Jalisco.(tajo Chivos de Abajo)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca verde, masiva, de textura porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespato sostenidos en una matriz fina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales y matriz parcialmente reemplazados por clorita. La matriz es holocristalina y se compone de cuarzo, feldespato, clorita y sericita.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>10</u>	<u>hasta 1250</u>
<u>sanidino (F)</u>	<u>7</u>	<u>hasta 1000</u>
<u>oligoclasa (F)</u>	<u>1</u>	<u>500</u>
<u>cuarzo (M)</u>	<u>35</u>	<u>150</u>
<u>sanidino (M)</u>	<u>22</u>	<u>150</u>
<u>clorita</u>	<u>15</u>	<u>100(escamas)</u>
<u>sericita</u>	<u>5</u>	<u>100</u>
<u>barita (?) y opacos</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: La alteración en esta roca, al igual que la de las muestras 5CHA, 30 y 23B, debe ser el resultado de la extrusión de sus respectivas lavas en un medio acuoso (flujos submarinos).

CLASIFICACION: riolita alcalina porfídica cloritizada.

ALTERACIONES: cloritización, sericitización.

(F) Fenocristal

(M) Matriz.

MUESTRA NO. 23B LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (tajo Chivos de Abajo)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color gris verdoso, masiva, con
textura porfídica y fenocristales de cuarzo y feldespato, en una
matriz fina clorítica con pirita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con matriz fina de cuarzo, feldespato y esferu-
litas, transectada por vetillas de clorita y pirita.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
<u>cuarzo (F)</u>	<u>7</u>	<u>1500</u>
<u>sanidino (F)</u>	<u>10</u>	<u>1000</u>
<u>oligoclasa (F)</u>	<u>3</u>	<u>600</u>
<u>Matriz: cuarzo,</u>		
<u>feldespato, clo-</u>		
<u>rite.</u>	<u>75</u>	
<u>opacos</u>	<u>5</u>	

OBSERVACIONES: La alteración ha modificado casi totalmente a la
matriz, y principalmente a algunos fenocristales.

CLASIFICACION: riolita alcalina porfídica cloritizada.

ALTERACIONES: cloritización, silicificación, piritización.

MUESTRA NO. 30 LOCALIDAD Cuale, Jalisco (tajo Chivos de Arriba)

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde, masiva, de textura porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespato en una matriz fina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: porfídica con fenocristales que presentan bordes corroídos. La matriz es de cuarzo y feldespato, y altera a un material criptocristalino.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>9</u>	<u>hasta 1250</u>
<u>sanidino (F)</u>	<u>3</u>	<u>hasta 800</u>
<u>andesina (F)</u>	<u>8</u>	<u>500</u>
<u>Matriz: cuarzo, feldespato, clorita, sericita.</u>	<u>78</u>	
<u>opacos</u>	<u>2</u>	

OBSERVACIONES: La alteración no es tan intensa como la que se presenta en las rocas de la Unidad II

CLASIFICACION: riodacita porfídica cloritizada.

ALTERACIONES: cloritización, sericitización.

MUESTRA NO. 13N LOCALIDAD Cuale, Jalisco. (tajo Nericeró).

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color verde claro con textura porfídica y fenocristales de cuarzo y feldespato en una matriz fina cloritizada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespato ligeramente alterado, sostenidos por una matriz fina a criptocristalina de clorita y cuarzo. Hay vetillas de clorita que transectan la roca; parte de la clorita se dispone siguiendo formas circulares semejantes a las de un vidrio perlítico.

COMPONENTES	PORCENTAJE	TAMAÑO (MICRAS)
cuarzo (F)	15	1350
sanidino (F)	3	1300
oligoclasa (F)	10	1200
Matriz: cuarzo, clorita, sericita.	72	

OBSERVACIONES: La mineralogía y textura indican un reemplazamiento de la matriz. La disposición en contornos circulares de la clorita indica que la roca original fue una vitroporfídica.

CLASIFICACION: riodacita porfídica cloritizada.

ALTERACIONES: cloritización, silicificación.

(F. ...)

MUESTRA NO. 48 LOCALIDAD Cuale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca verde masiva, con textura porfídica y fenocristales de cuarzo y feldespato en una matriz fina

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Hay fenocristales algo alterados, sostenidos en una matriz fina con algunas esferulitas, compuestas por cuarzo y feldespato; con algunas vetillas de clorita-sericita.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo (F)</u>	<u>15</u>	<u>2000</u>
<u>oligoclasa (F)</u>	<u>20</u>	<u>1500</u>
<u>Matriz: cuarzo, feldespato, clorita, sericita, epidota.</u>	<u>65</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: dacita porfídica.

ALTERACIONES: cloritización.

(F) Fenocristal.

MUESTRA NO. 51 LOCALIDAD Guale, Jalisco.

DESCRIPCION MACROSCOPICA: Roca de color blanco, masiva, fanerítica, holocristalina.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

TEXTURA: Fanerítica con cristales subhedrales entrelazados. Las plagioclasas están ligeramente zonadas.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>
<u>cuarzo</u>	<u>15</u>	<u>4000</u>
<u>albita</u>	<u>45</u>	<u>5000</u>
<u>microclina</u>	<u>35</u>	<u>4000</u>
<u>biotita</u>	<u>4</u>	<u>1000 (escamas)</u>
<u>opacos</u>	<u>1</u>	

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION: monzonita.

ALTERACIONES:

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 19

Localización: Chivos de Abajo

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (en masas casi continuas o cristales de hasta 1/2 cm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - -

Minerales accidentales (menos de 1%) - Esfalerita (hasta 0.03 mm.), Galena (hasta 0.03 mm.), Calconirita (hasta 0.03 mm.), Covellita.

B) Clasificación genética

Minerales hipogénicos-- Pirita, Esfalerita, Galena, Calconirita.

Minerales supergénicos - Covellita

C) Descripción. Pirita: se agrupa en zonas donde los granos están estrechamente unidos semejando masas continuas, aunque dejando huecos que en ciertos casos están parcialmente ocupados por otros sulfuros. Esfalerita, Galena y Calconirita: se presentan como inclusiones redondeadas o sin forma en la Pirita, o dispersadas en la roca. La muestra presenta una etapa de fracturamiento con acumulación de material brechado entre las fracturas, compuesto por Pirita y Esfalerita. Covellita: es de grano fino y se encuentra entre algunas fracturas o en contacto con Pirita.

D) Diagrama paragenético

Pirita	_____	
Esfalerita	-----	
Galena	-----	
Calcoπirita	-----	
Covellita		_____
Fracturamiento		_____

E) Observaciones Geológicas. -

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 24A.

Localización: Chivos de Abajo.

A) Clasificación Mineralógica.

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (hasta 0.30 mm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Calcopirita (menos de 4 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Esfalerita (hasta 0.06 mm.), Galena.

-

B) Clasificación genética

Minerales hino-genéticos - todos

Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Pirita: tiende a ser idiomórfica y a agruparse en zonas dando la apariencia de masas continuas; presenta frentes de avance de Calcopirita y Esfalerita. Calcopirita: es idioblástica y rodea o se encuentra entre los granos de Pirita o como inclusión en ésta o en la Esfalerita. Esfalerita: rodea a los cristales de Pirita o puede estar como inclusión en ella.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 24B.

Localización: Chivos de Abajo.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (0. 25mm.), Esfalerita (hasta 0. 142 mm.), Galena (en masas continuas alargadas)

Minerales accesorios (entre 1 y 10 %) - Tetrahedrita (hasta 0.065 mm.), Calcopirita (hasta 0.032 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Covellita

B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - Pirita, Esfalerita, Galena, Tetrahedrita, Calcopirita.

Minerales supergenéticos - Covellita.

D) Descripción. Pirita: se presenta como granos tendientes a ser idiomórficos aislados o concentrados en ciertas zonas. En general ~~se~~ presenta limpia, pero puede presentar inclusiones redondeadas de Galena, Esfalerita y Calcopirita. En algunos casos está fracturada y hay Galena, Calcopirita y, en menor cantidad, Tetrahedrita rellenas las fracturas. Esfalerita: puede encontrarse como un mineral idioblástico o como un grano tendiente a estar redondeado cuando está aislado entre la ganga o la Galena. Presenta un aspecto similar al de la Pirita, con inclusiones de Galena y Tetrahedrita. Galena: es un mineral idioblástico que está redondeado o relleno de ganga.

en la Pirita, Esfalerita, Tetrahedrita. Se dispone en masas alargadas en la dirección de la estratificación. Tetrahedrita: se presenta como granos anhedrados contenidos en la Galena, también formando un margen delgado a lo largo de ésta y de la Esfalerita. En ocasiones rellena fracturas en la Esfalerita. Calcopirita: se presenta como granos irregulares dentro de la Galena y la Pirita; rellena fracturas de la Pirita. Covellita: es de grano muy fino y se encuentra, en general, cerca de la Calcopirita.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La estratificación interna de la mena negra así como las rocas encajonantes, indican una formación de la mena en un medio acuoso. Algunas texturas son el resultado del proceso de sedimentación.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 1CHA

Localización: Chivos de Abajo.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (0.38 mm.), Calcopirita (masas)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Esfalerita (0.032 mm), Galena (0.032 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1 %) - /

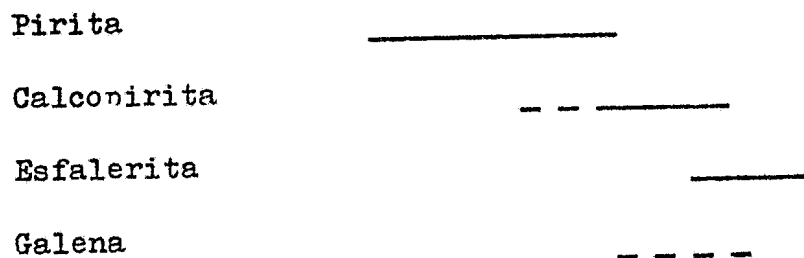
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - todos

Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Pirita: tiende a ser idioblástica de tamaño homogéneo, con escasas inclusiones de Galena y Esfalerita. Calcopirita: es idioblástica y se distribuye entre los granos y fracturas de la Pirita, llegando a reemplazarla en parte. Esfalerita: se presenta como inclusión redondeada en la Pirita o como grano anhedral en contacto con la Calcopirita. Galena: sólo se presenta como inclusión redondeada en la Pirita.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La distribución de la Calconirita en el cuerpo de mena amarilla de Chivos de Abajo no es homogénea como observado en la proporción que existe de ella en esta muestra y en las 19 y 24A.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 5CHA

Localización: Chivos de Abajo.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (hasta 0.13 mm.),
Esfalerita (en masas continuas), Galena (en masas continuas).

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Tetrahedrita (hasta
0.065 mm.).

Minerales accidentales (menos de 1%) - --

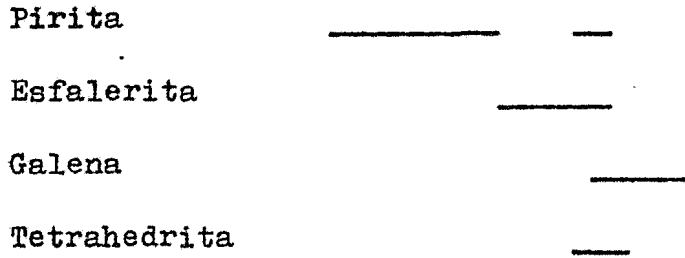
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - todos

Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Pirita: tiende a ser idioblástica, de tamaño variable, concentrada en zonas o deiseminada entre Galena y Esfalerita. Esfalerita: es idioblástica, puede rodear a todos los otros minerales o ser redondeada por Galena y Tetrahedrita, también se encuentra diseminada. Galena: es idioblástica, incluye a todos los minerales restantes, y transecta en "hilillos" a la Esfalerita. Tetrahedrita: en general se asocia con la Galena estando en contacto o envuelta por ella; a veces rodea a la Pirita.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La distribución en vetillas o disseminación de los minerales indica reemplazamiento sobre la roca en que se alojan.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 32

Localización: Chivos de Arriba.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Esfalerita (masas irregulares)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Galena (masas irregulares o granos de hasta 0.36 mm.), Tetrahedrita (hasta 0.24 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Calconirita (hasta 0.12 mm.), Pirita (hasta 0.18 mm.)

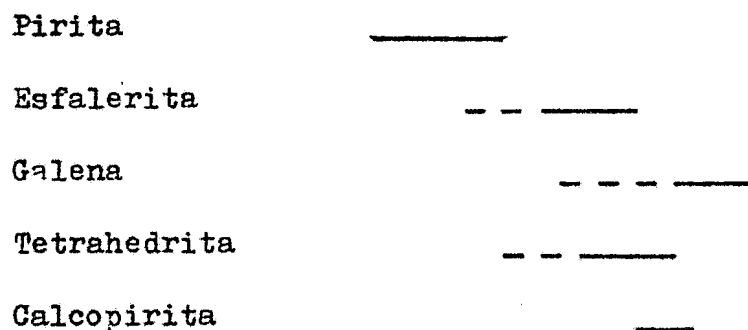
B) Clasificación genética

Minerales hipogénéticos - todos

Minerales supergénéticos - -

C) Descripción. Esfalerita: se presenta como masas alargadas en la dirección de la estratificación, como grano redondeado entre la Galena o anhedral en la ganga, incluye a Pirita y granos redondeados de Tetrahedrita y Galena. Galena: es idiomórfica y rodea a los otros minerales o está incluida en la Pirita y Esfalerita; forma un margen delgado alrededor de la Esfalerita y en ocasiones la transecta; con la Calconirita y la Tetrahedrita presenta contactos rectos. Pirita: es idiomórfica e incluida por otros minerales. Tetrahedrita: como grano anhedral, en ocasiones presenta inclusiones de Galena y Esfalerita. Calconirita: como grano anhedral disseminado, entremezclada con la Galena o en contacto con la Esfalerita.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La Pirita idiomórfica debe haberse formado antes de que ocurriera la sedimentación.

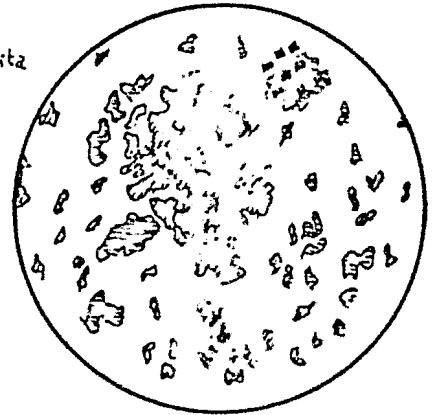
P Pirita
 + Calcopirita
 /// Esfalerita
 Ganga



0 0.25 mm 1CHA

PIRITA TIENDE A SER IDIOBLASTICA ENVUELTA POR CALCOPIRITA O INCLUYENDOLA COMO GRANO REDONDEADO.

//// Esfalerita
 == Galena
 ■ Pirita
 Ganga



0 0.25 mm 5CHA

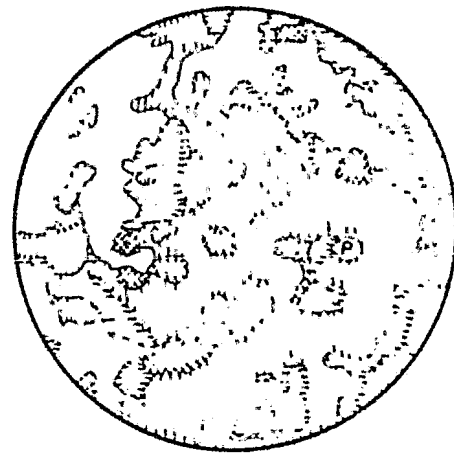
SULFUROS DISEMINADOS ENTRE LA ROCA (GANGA). LA PIRITA TIENDE A SER IDIOBLASTICA.

P Pirita
 == Galena
 //// Esfalerita
 x Tetrahedrita
 + Calcopirita
 Ganga



0 0.25 mm 24B

PIRITA ENVUELTA POR GALENA, QUE INCLUYE GRANOS DE ESFALERITA Y TETRAHEDRITA.



0 0.6 mm 32

ESFALERITA RODEANDO A GRANOS DE PIRITA, GALENA Y TETRAHEDRITA. A VECES LA GALENA FORMA UN MARGEN DELGADO ALREDEDOR DE ESTA.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 1S

Localización: Socorredora.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) -Esfalerita, Galena (masas casi continuas).

-

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Pirita (hasta 0.12 mm.)

-

Minerales accidentales (menos de 1%) - Calcopirita (hasta 0.00 mm.)

-

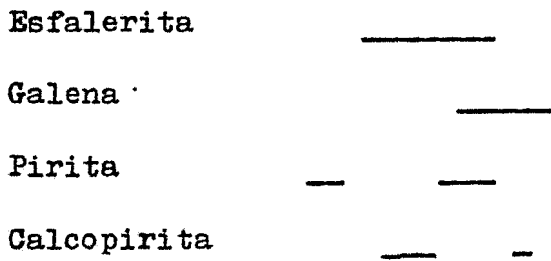
B) Clasificación genética

Minerales hipogénéticos - todos.

Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Esfalerita: se presenta en granos redondeados con superficies irregulares, teniendo inclusiones anhedrales de Calcopirita y algunas de Galena y Pirita. Galena: en masas continuas que redondean casi completamente a la Esfalerita, en ciertos casos reemplaza a la Pirita, en otros se presenta en granos anhedrales diseminados. Pirita : es un mineral idiomórfico que casi siempre se encuentra entre espacios que separan a la Galena de la Esfalerita. Calcopirita: se presenta como grano anhedral incluido en los otros minerales.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. Las inclusiones de un mineral en otro deben haberse desarrollado antes de que se sedimentaran.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 1SA

Localización: Socorredora.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Esfalerita (granos de hasta 1/2 cm.), Pirita (hasta 0.18 mm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) -Calcopirita (en granos irregulares menos que 0.36mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Galena.

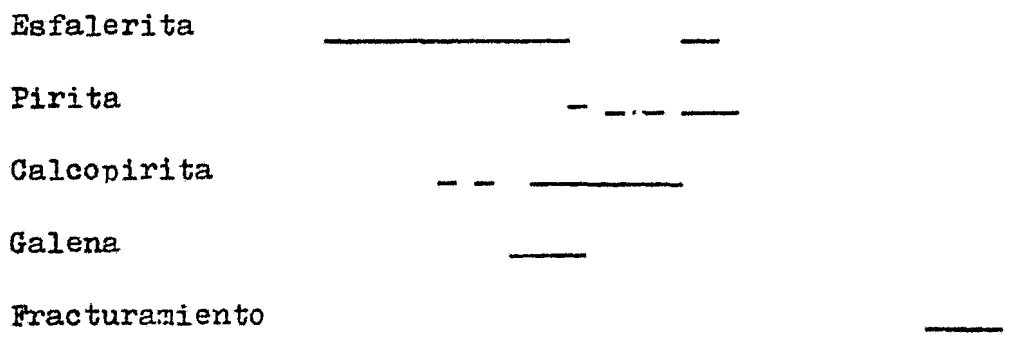
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos- todos

Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Esfalerita: se presenta como granos redondeados rodeados por lutita negra que incluye Pirita, Galena y a su vez granos menores de Esfalerita; presenta inclusiones de Calcopirita y nocas de Galena y Pirita; de manera general puede trazarse una variación desde las inclusiones de Calcopirita, escasas en el centro del grano de Esfalerita aumentando hacia los bordes y con Pirita y algo de Calcopirita rodeando a esos granos. Pirita: tiene a ser idiomórfica y contiene inclusiones de Calcopirita y Galena; se encuentra distribuida fuera de los granos de Esfalerita. Calcopirita: como inclusión redondeada en la Esfalerita y Pirita o diseminada en la ganga. Galena: se presenta muy aislada entre la Esfalerita.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. Las inclusiones de Calcopirita deben indicar que éstas fueron atrapadas durante el crecimiento de la Esfalerita. La Pirita nunca está incluida por la Esfalerita, lo que debe indicar que se formaron en tiempos diferentes.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. 2S

Localización: Socorredora.

A) Clasificación Mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Esfalerita (bandas irregulares de hasta 2mm. de ancho).

-
Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Galena (bandas de hasta 1mm.), Calcopirita (hasta 0.36 mm.), Pirita (hasta 0.36 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Pirrotita (hasta 0.24 mm.)

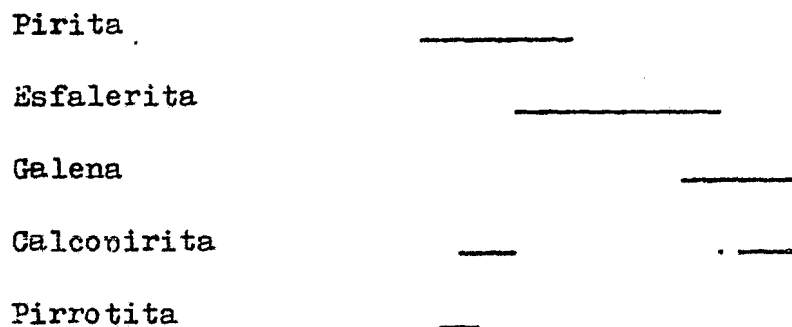
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - todos

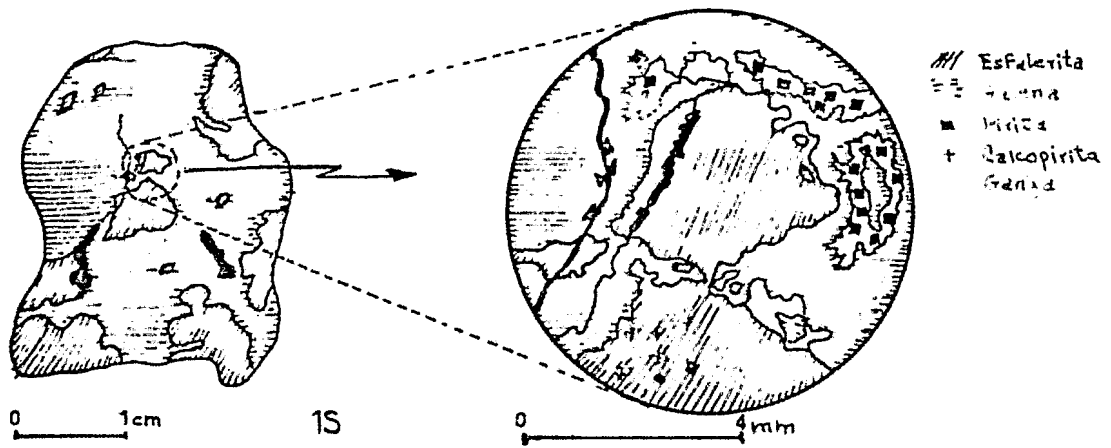
Minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Esfalerita: se presenta en bandas compuestas por granos redondeados con inclusiones de Galena y Calcopirita, también en granos asilados rodeados por ganga o Galena. Galena: es idioblástica y rodea a granos de Esfalerita o cubos de Pirita; a veces entremezclada con Calcopirita; reemplaza claramente a la Pirita. Calcopirita: como grano anhedral diseminado, incluido en la Esfalerita, Galena y ganga. Pirita: tiende a ser idioblástica y concentra en ciertas zonas, siempre reemplazada por Galena cuando están en contacto. Pirrotita: es anhedral y siempre está en contacto o entre la Calcopirita; presenta contactos rectos con la Ganga.

D) Diagrama paragenético

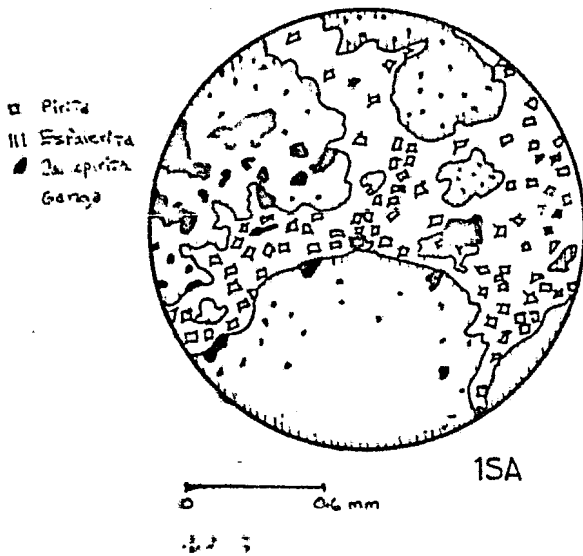


E) Observaciones Geológicas. La predominación de Esfalerita sobre el resto de los minerales debe ser resultado de un mayor aporte de Zn, de otros elementos, a la zona de Socorredora.

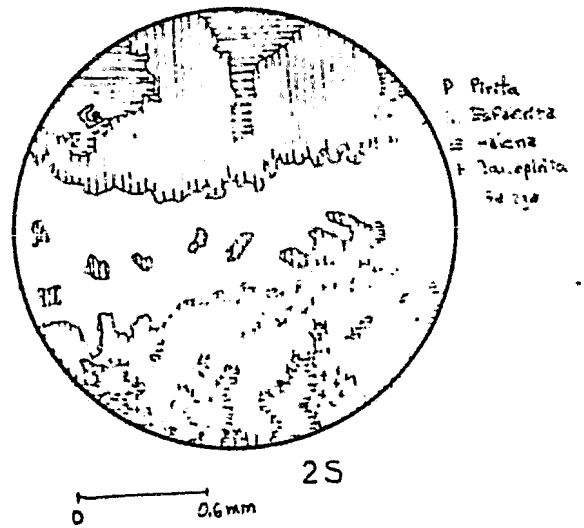


FORMA DE LOS GRANOS DE ESFALERITA, RODEADOS POR GALENA.

INCLUSIONES DE CALCOPIRITA EN ESFALERITA Y PIRITA ENTRE LA GANGA.



GRANOS DE ESFALERITA CON INCLUSIONES DE CALCOPIRITA Y PIRITA ENTRE LA GANGA.



ESFALERITA CON INCLUSIONES DE LOS SULFUROS Y LA GANGA (LUTITA NEGRA).

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. R12

Localización: El Rubí.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (hasta 0.8 mm.),
Esfalerita (hasta 0.25 mm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10 %) - Galena (hasta 0.13 mm.)
Calcopirita (hasta 0.03 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - -

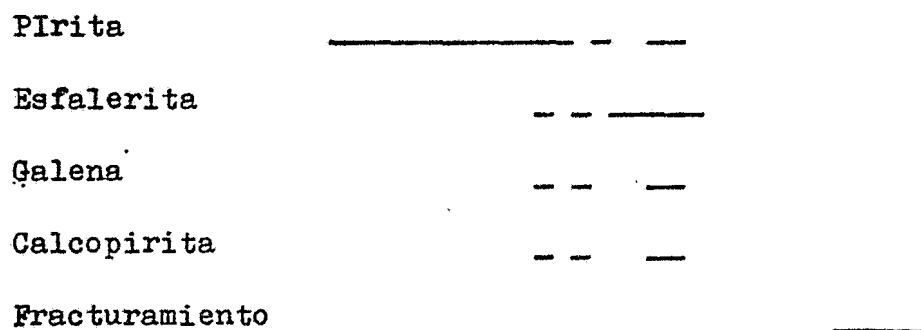
B) Clasificación genética

Minerales hipogénéticos - todos.

minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Pirita : forma masas por la agrupación de cristales pequeños; tiende a ser idiomórfica; en general presenta muchas inclusiones y reemplazamiento por Esfalerita y Galena. Esfalerita: en granos irregulares entre ganga o Pirita a la que reemplaza (se observan texturas de frentes concavos de avance, e islas y continentes). Galena: se presenta como grano anhedral entre la Esfalerita o Pirita a la que reemplaza. Calcopirita : con características semejantes a la Galena.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La elevada proporción de Esfalerita entre la Pirita, a diferencia de los otros cuerpos de mena amarilla reconocidos en el área, indica que las condiciones fisicoquímicas, durante la precipitación de estos minerales, no fueron totalmente diferentes.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. R15

Localización: El Rubí.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (hasta 1.5 mm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10%) - Calcopirita (hasta 0.5 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Galena (hasta 0.12 mm.);
Esfalerita (hasta 0.12 mm.).

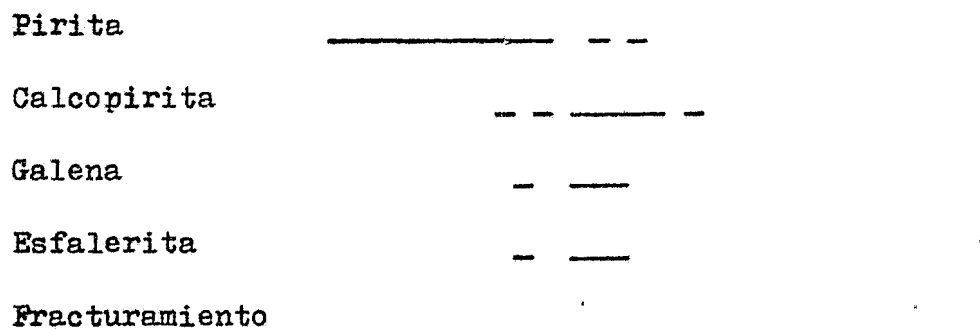
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - todos

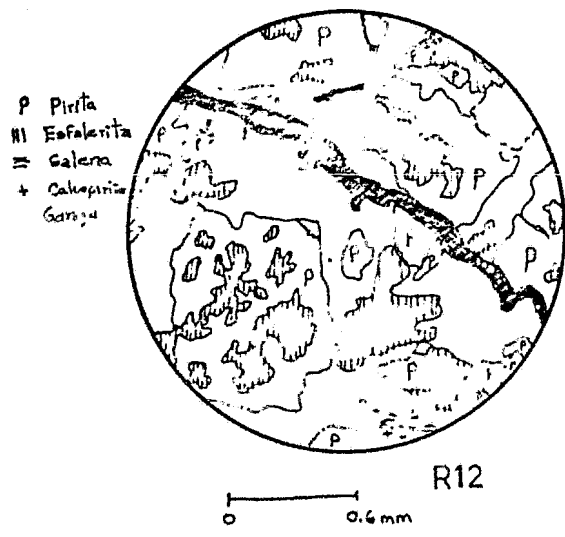
Minerales sunergenéticos - -

C) Descripción. Pirita: masas casi continuas formada por la agrupación de granos, aunque el intenso fracturamiento los enmascara; Presenta inclusiones redondeadas y alargadas de los otros minerales. Calcopirita: rodea a la Pirita y se le encuentra entremezclada con la Galena. Galena: se presenta como grano anhedral en contacto con Pirita y Esfalerita o diseminada en la ganga. Esfalerita: como inclusión o en vetillas en la Pirita; como grano anhedral en los bordes de la Pirita y en contacto recto con Galena y Calcopirita.

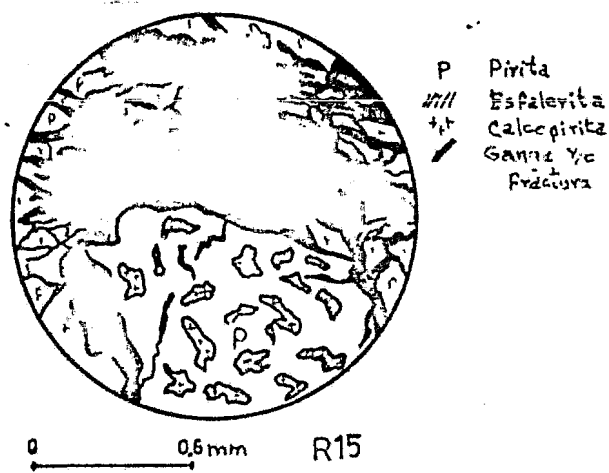
D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. El intenso fracturamiento debe estar asociado al desarrollo de la falla la Prieta, lo que indica que el fallamiento es posterior a la formación de los sulfuros estratiformes.



ESFALERITA REEMPLAZANDO PI-
RITA, QUE ESTA AIGO FRAGTU-
RADA.



ASPECTO DEL INTENSO BRECHA-
MIENTO EN UN CUERPO CERCAÑO
A UNA ZONA DE CIZALLA.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. R22A

Localización: "El Rubí".

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Esfalerita (masas irregulares o granos de hasta 0.5 mm.), Galena (granos de hasta 0.3 mm. o masas irregulares), Pirita (hasta 0.12 mm.)

Minerales accesorios (entre 1 y 10 %) - Tetrahedrita (hasta 0.24 mm.)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Calcopirita.

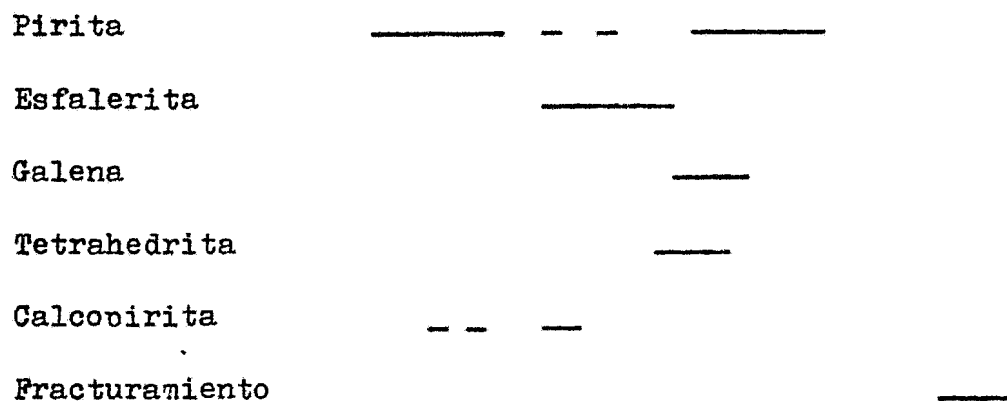
B) Clasificación genética

Minerales hipogénicos- todos

Minerales supergénicos - -

C) Descripción. Esfalerita: se presenta como masas alargadas en la dirección de la estratificación, con frecuentes inclusiones de otros minerales; también como grano redondeado o sin forma entre la Galena o ganga. Galena: siempre es idioblástica y rodea a granos de Esfalerita, Tetrahedrita o Pirita; también se presenta como un margen delgado sobre la Esfalerita. Pirita: en granos idiomórficos o masas irregulares compuestas por la concentración de cristales pequeños. Tetrahedrita: se presenta en los márgenes de la Esfalerita o como grano redondeado entre la Galena; puede presentar pequeñas inclusiones de Galena y Pirita. Calcopirita: se presenta como grano anhedral aislado entre la Galena o en los bordes de los otros minerales.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. Al igual que en otros cuerpos de Cuale, la mena negra esta bajo la amarilla y la asociación mineralógica presente debe indicar condiciones físico-químicas particulares durante la precipitación de los sulfuros.

ANALISIS MINERAGRAFICO

Muestra No. R22B

Localización: El Rubí.

A) Clasificación mineralógica

Minerales esenciales (más de 10%) - Pirita (hasta 0.24 mm.)

Minerales accesorios(entre 1 y 10%) - Esfalerita (masas irregulares)

Minerales accidentales (menos de 1%) - Galena (hasta 0.04mm.), Tetrahedrita (hasta 0.04 mm.), Calcopirita (hasta 0.06mm.).

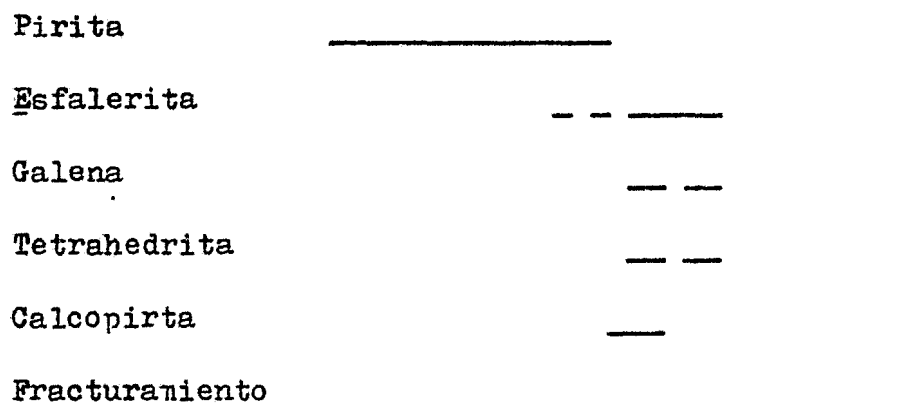
B) Clasificación genética

Minerales hipogenéticos - todos.

minerales supergenéticos - -

C) Descripción. Pirita: tiende a ser ehedral y a agruparse en cientos zonas (framboideso a estar aislada entre la ganga; en muchas ocasiones presenta inclusiones redondeadas de Galena, Esfalerita y Calcopirita. Esfalerita, se presenta como una masa idioblástica que rodea y reemplaza en parte a la Pirita. Galena: se presenta como grano anhedral entre la ganga o en contacto con la Pirita y Esfalerita. Tetrahedrita: se presenta como grano anhedral entre la Esfalerita o ganga y en los bordes de la Pirita. Calcopirita: anhedral en los límites de la Pirita o entre la ganga. La muestra presenta una etapa de fracturamiento que afecta a todos los minerales.

D) Diagrama paragenético



E) Observaciones Geológicas. La Esfalerita relativamente abundante en este cuerpo de mena amarilla, debe ser resultado de una precipitación de los sulfuros bajo condiciones no totalmente diferentes a las existentes durante la formación de la mena negra (muestra R22A).

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

- (1) BARNES , H.L. "Solubilities of Ore Minerals" en H.L. Barnes (ed.), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. -- Hohn Wiley & Sons, Inc., U.S.A. 1979. pp. 418-426.
- (2) BLOSS, DONALD F. An Introduction To The Methods of Optical Crystallography.--Holt, Rinehart and Winston, U.S.A., 1961. 294 pp.
- (3) FRIEDMAN, Gerald M., SANDERS, John E. Principies of Sedimentology. -- John Wiley & Sons, New York, 1978. 792 pp.
- (4) HATCH, F.H, WLLS, A.K., WLLS, M.K. Petrology of the igneous rocks. 30^a ed. -- Murby & Co., Great Britain, 1972. pp. 382 - 385.
- (5) HEMLEY, J.J. y JONES, R.W. "Chemical Aspects of Hydrothermal Alteration With Enphasis on Hydrogen Metasomatism" en Economic Geology, vol. 59. 1964. p. 584.
- (6) Hoja Guadalajara (Carta Geológica). -- SPP, sin fecha. Escala 1: 1000 000.
- (7) Instituto de Geografía, U.N.A.M. Carta de Climas San Blas

13 Q-(III). -- CETENA y Planeación, México, 1970. Escala 1: 500 000.

- (8) KRAUSKOPF. Introduction to Geochemistry. 2^a ed. Mc -- Graw-Hill-Book Company, New York, 1979. p. 401.
- (9) LAMBERT, I.B., SATO, T. "The Kuroko and Associated Ore Deposits of Japan: a review of their features and metallogenesis" en Economic Geology, vol. 69. 1974. --- pp. 1215-1236.
- (10) LOPEZ Ramos, E. Carta Geológica de los Estudios de Jalisco y Aguascalientes. -- Instituto de Geología, -- U.N.A.M., México, 1971.
- (11) LOPEZ Ramos, E. Geología de México. Tomo III, 2^a ed. --Edición Escolar, México, 1981. pp. 139-151.
- (12) LUNA Barcelo, R. Yacimientos minerales y exploración del cuerpo de Naricero en el Distrito de Cuale, Municipio de Talpa de Allende, Jalisco. (Tesis profesional). --Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 1979.
- (13) MACCONE, R. Geología del Distrito de Naricero.

- Jalisco, Mexico. (Tesis doctoral). -- Rutger University, New Jersey, 1962.
- (14) MCGRAW-Hill Encyclopedia of the Geological Sciences.
-- McGraw-Hill Book Company, New York, 1978. 916 pp.
- (15) PETTIJOHN, POTTER, SIEVER. Sand and Sandstone.-- Springer-Verlag, New York, 1973. 618 pp.
- (16) PETTIJOHN, F.J. Sedimentary Rocks. 3^a ed. -- Harper & Row, Publishers, New York, 1975. 628 pp.
- (17) RAISZ, Erwin. Land Forms of Mexico., 2^a ed. -- Geography Branch of Office of Naval Research, Cambridge, -- Mass., 1964.
- (18) ROSE, A.W., BURT, D.M. "Hidrothermal Alteration" en -- H.L. Barnes (ed). Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. -- John Wiley & Sons, INC., 1979. pp. 195-196.
- (19) SANDOVAL, H., MENDEZ Sainz, A. Reconocimiento Geológico-Minero de una parte los municipios de Mascota, San Sebastián del Oeste y Atenguillo, Estado de Jalisco.-- Consejo de Recursos Minerales, México, 1980.

- (20) SOLIS Vorrath, J. (Reconocimiento Geológico); SOLIS - Vorrath, J. BRAVO NIETO, J. LOPEZ Mendoza, H., HARPER Burgueño, O. (Yacimientos Minerales); ESTRADA Barraza, S., BRAVO Nieto, J. (Geofísica); HUHTA, J.V., ARMENTA Cruz, F. (Geoguímica). Geología Regional y Yacimientos Minerales de una porción de los Estados de Jalisco y Colima. México.-- Proyecto de exploración de Minerales Metálicos; Fondo Especial Naciones Unidas, -- Secretaría del Patrimonio Nacional, México, 1965. -- Cap. V. "Geología General", pp.28-76.
- (21) SOLOMON, M., WALSH, J.L. "The Formation Of Massive - Sulfide Deposits On The Sea Floor" en Economic Geology. vol. 74. 1979. pp. 806-807.
- (22) STANTON, R.L. Ore Petrology.-- McGraw-Hill Book Company, New York, 1972. 714 pp.
- (23) TREJO, M. La esponja Rhaxella Sorbyana (Blake) y su -- significación estratigráfica.-- Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, México.
- (24) WILLIAMS, H., TURNER, Francis J., GILBERT, Charles M. Petrografía. -- C.E.C.S.A., México, 1930. 430 pp.