



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DEL AREA
TAHUEHUETO, ESTADO DE DURANGO.”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
PABLO IRINEO VARELA AGUIRRE

MEXICO, 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.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
I. GENERALIDADES	
I. 1) OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	1
I. 2) ESTUDIOS ANTERIORES.....	2
I. 3) METODOS DE TRABAJO.....	3
II. GEOGRAFIA	
II. 1) LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EX- TENSION DEL AREA EN ESTUDIO....	7
II. 2) VIAS DE ACCESO.....	8
II. 3) CLIMA Y VEGETACION.....	9
II. 4) POBLACION Y CULTURA.....	10
II. 5) ECONOMIA.....	11
III. FISIOGRAFIA	
III. 1) LOCALIZACION FISIOGRAFICA.....	13
III. 2) FISIOGRAFIA REGIONAL.....	14
III. 2. a) Orografia.....	15
III. 2. b) Hidrografia.....	16
III. 3) GEOMORFOLOGIA.....	17
IV. GEOLOGIA	
IV. 1) GEOLOGIA REGIONAL.....	20
IV. 2) GEOLOGIA LOCAL.....	22
IV. 2. a) Estratigrafia.....	22
IV. 2. b) Petrografia y Ocurrencia..	25
IV. 2. c) Alteraciones.....	39
IV. 3) GEOLOGIA DE MINAS.....	41
IV. 3. a) Descripción de obras mine- ras y estructuras mineraliza- das.....	41
IV. 3. b) Controles de Mineralización	50

	Pág.
IV.4) GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	55
IV.5) GEOLOGIA HISTORICA.....	58
V. YACIMIENTOS MINERALES	
V.1) MINERALOGIA	63
V.1. a) Minerales Hipogénicos.....	64
V.1. b) Minerales Supergénicos.....	66
V.1. c) Minerales de Ganga.....	67
V.2) PARAGENESIS	68
V.3) SUCESION	70
V.4) ZONEAMIENTO.....	71
V.5) GENESIS.....	73
V.6) CUBICACION DE RESERVAS.....	76
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
PLANOS E ILUSTRACIONES	

PLANOS E ILUSTRACIONES

- | | |
|-------------|--|
| PLANO No. 1 | Plano Geológico Topográfico Area Tahuehueto, Durango. |
| No. 2 | Sección Longitudinal A-A' |
| No. 3 | Sección Transversal B-B' |
| No. 4 | Plano Geológico Superficial áreas El Rey y El Crestón. |
| No. 5 | Plano Geológico Nivel 0, Mina El Rey |
| No. 6 | Plano Geológico Nivel I, Mina El Rey |
| No. 7 | Plano Geológico Nivel II, Mina El Rey |
| No. 8 | Plano Geológico Nivel III, Mina El Rey |
| No. 9 | Plano Geológico Veta 5 de Mayo 1 y 2, Area 5 de Mayo |
| No. 10 | Plano Geológico Veta 5 de Mayo SW |
| No. 11 | Plano Geológico y de Muestreo, Area Texcalama Veta Texcalama |
| No. 12 | Plano de cubicación mostrando croquis utilizado, Veta Azufrosa |
| No. 13 | Plano de Cubicación mostrando croquis utilizado, Veta 5 de Mayo 1 |
| No. 14 | Plano de Cubicación mostrando croquis utilizado, Veta 5 de Mayo 2 |
| No. 15 | Plano de Cubicación mostrando croquis utilizado, Veta 5 de Mayo 2 SW |
| No. 16 | Plano de Cubicación mostrando croquis utilizado, Veta Crestón No. 1 |
| No. 17 | Plano de Cubicación mostrando croquis utilizado, Veta Texcalama |

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del Consejo de Recursos Minerales, en especial al Sr. Ing. Guillermo P. Salas, Director General y al Sr. Ing. Alejandro Briones y García, Subdirector Técnico, mi más sincero agradecimiento y respeto por el apoyo y facilidades prestadas para la elaboración del presente estudio.

Al Sr. Ing. Luis Brizuela Venegas, Gerente de Evaluación y Contratos; al Sr. Ing. Julio César Baca Carreón, Subgerente de Consultas del Ejecutivo y a los Sres. Ing. Bonifacio Vargas Beltrán e Ing. Héctor Durán Miramontes por sus valiosos consejos y facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.

Al Sr. Ing. Germán Arriaga García mi más sincero agradecimiento por su acertada dirección y corrección de esta tesis, así como a los Sres. Ings. Miguel Vera Ocampo y Alejandro Guzmán - Aguirre por las revisiones de la misma.

A todos mis compañeros y amigos que de una manera u otra colaboraron en el desarrollo de este estudio.

De manera muy especial agradezco a la Sra. Cecilia Gómez de Montoya por tan desinteresada colaboración.

INTRODUCCION

En los primeros años de la década de los setentas, el Consejo de Recursos Naturales No Renovables (actualmente Consejo de Recursos Minerales), inició un importante programa de exploración en casi todos los estados que forman la parte norte del país, teniendo como objetivo principal el explorar áreas que aunque se intuía que pudieran contener gran riqueza mineral, nunca se habían hecho estudios a fondo que así lo demostraran. Uno de estos estudios se inició con una visita de reconocimiento hecha en el año de 1971 al área Tahuehueto, Dgo., localizada en la parte noroeste del Estado de Durango; pero no fue hasta el año de 1979 cuando se empezaron a hacer estudios más completos dentro de dicha zona.

Durante las últimas décadas se ha tenido un gran incremento en la demanda de materias primas; esto ha ocasionado una insuficiencia en las fuentes de producción y un aceleramiento de la extracción de las reservas mineras existentes, debido principalmente al gran desarrollo de la industria de transformación tanto nacional como extranjera. Todo esto origina la necesidad urgente de incrementar las prospecciones mineras en el país.

El presente estudio representa la cristalización de un gran esfuerzo realizado por parte del Consejo de Recursos Minerales.

Esta institución tiene como objetivos esenciales dar impulso y - desarrollo a la minería en zonas que debido a su situación geográfica se encuentran muy alejadas de los centros de desarrollo económico del país.

I. GENERALIDADES

I. 1) OBJETIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el llevar a cabo un estudio geológico minero del área de Tahuehueto, Dgo., este trabajo permitirá en primer lugar, conocer las características geológicas del área; con base en ello, se podrá, enseguida, hacer un mejor planteamiento para el desarrollo de las obras mineras y como consecuencia se podrá llegar a hacer una buena evaluación y por consiguiente un incremento de las reservas minerales económicamente explotable por las sustancias de Pb, Zn, Ag, Cu y Au, de las estructuras existentes en el área. Dicha evaluación será favorable para que se efectúe una ampliación de la planta que se encuentra localizada en la rancharía llamada El 14, la cual tiene una capacidad para 40 toneladas diarias.

Al tener una explotación más regular y en mayor escala, traerá múltiples beneficios desde el punto de vista regional, ya que se podrán crear centros de población y nuevas fuentes de trabajo; asimismo existirá un desarrollo económico, mejores y mayores satisfactores para la gente de la región. Se crearán vías de comunicación; en fin, se logrará una mejor integración económica de zonas en las cuales su situación geográfica es su principal obstáculo y la minería el mejor de sus recursos.

I. 2) ESTUDIOS ANTERIORES

La Sierra Madre Occidental encierra una gran riqueza minera, gran parte de la cual se desconoce casi por completo; una mínima parte de ésta, es conocida de siglos atrás como es el caso del área de Tahuehueto, Dgo. Su historia se remonta a tiempos de la conquista de México por los Españoles, ya que fueron los primeros que empezaron el desarrollo de estas áreas dejando grandes evidencias de su estancia por ellas.

Hacia principios del Siglo XX, es decir, entre los años 1903-1911 estuvo trabajando en esta área una compañía americana llamada Landenburg, Thalmann Company que tenía sus oficinas en la Ciudad de New York, de la cual existe un informe del año 1904, hecho por el Ingeniero de Minas Chas E. Herbert.

Posteriormente, el Ingeniero de Minas Elbin Bryant Holt en el año de 1926, hizo una serie de visitas a minas localizadas en la parte noroeste del Estado de Durango. Sobre el área de Tahuehueto existe un pequeño informe de esta visita (inédito), en el cual se tienen datos muy importantes principalmente de aspectos mineros.

En el año 1966 la Compañía Sacramento de La Plata, empezó explorando y enseguida preparando sus obras para poco tiempo después iniciar su explotación. Para ello, instalaron un molino y una planta de concentración por flotación con capacidad de 40 tonela-

das diarias, todo basado en estudios hechos por la Compañía Asarco Mexicana.

En el año 1971 el Consejo de Recursos Naturales No Renovables, hoy Consejo de Recursos Minerales, por medio del Departamento de Exploración Zona Norte, Residencia Durango, hizo un estudio geológico minero de Tahuehueto, Dgo., de este estudio existe un informe muy amplio y completo, tanto en el aspecto geológico como minero el cual sirvió de una gran ayuda para el mejor desarrollo de la presente tesis.

Por último, en el período de 1975-1977, EMIJAMEX, S. A., de C. V., (Estudios Mineros Japón-México), realizó un estudio geológico minero del área y de la región; de este estudio existe un informe muy completo, mismo que fue importante para la elaboración del presente estudio.

I. 3) METODO DE TRABAJO

Para la elaboración de este trabajo, se llevó a cabo la siguiente metodología:

- a) Recopilación de Información. Se realizó una recopilación de toda la información posible existente en el distrito, la cual consistió en informes, planos topográficos, planos geológicos superficiales, de interior de mina y fotografías aéreas.

- b) Levantamientos Geológicos. Los levantamientos geológicos se efectuaron tanto superficialmente como en el interior de mina: El primero de ellos tuvo como finalidad conocer y llegar a familiarizarse con los distintos tipos de roca que se encuentran aflorando; conocer el comportamiento y continuidad en superficie de las estructuras mineralizadas y por último tratar de determinar el comportamiento estructural que afecta a la zona. El segundo, que apoyado en el primero daría una mejor visión y vendrá a confirmar los aspectos geológicos antes mencionados.
- c) Muestreo. Se efectuaron dos tipos de muestreo; uno de rocas y el otro de minerales. Los análisis petrográficos se hicieron de rocas sobre las cuales se tenía duda respecto a su clasificación y para conocer las distintas alteraciones existentes en las mismas. Los análisis cuantitativos se realizaron en muestras colectadas en estructuras mineralizadas tanto de superficie como de interior de mina, para poder de esta manera detectar las áreas de mayor interés económico. Cuando éstas quedaron definidas, el muestreo se hizo sistemáticamente cada 2.0 m ya sobre estructura en obra mine

ra y cuando fueron cortadas con barrenación de diamante, se muestreó sobre la estructura y adelante y atrás de la misma. Este muestreo sistemático - fue hecho con el fin de conocer el comportamiento de las vetas en cuanto a valores, para así al final poder obtener la mejor cubicación de reservas minerales posible.

- d) **Obra Minera y Perforación de Diamante.** Tanto la obra minera como la perforación de diamante fueron programadas y realizadas con base en todos los estudios anteriormente mencionados. La obra minera se realizó con perforadoras neumáticas BBC-35 y la perforación de diamante con máquinas Long-Year No. 34 y No. 24 para perforación en superficie y con máquina Pack-Sack 25 accionadas a base de aire comprimido para interior de mina.
- e) **Laboratorio y Gabinete.** En el laboratorio se estudiaron tanto láminas delgadas de los distintos tipos de rocas existentes, así como superficies pulidas de vetas; tales estudios fueron básicos para el entendimiento de la paragénesis, sucesión y zoneamiento que presenta este yacimiento.

En lo correspondiente a gabinete se elaboraron los pla

nos geológicos superficiales y del interior de mina y se llevaron a cabo los cálculos y planos de cubicación de reservas de mineral de las distintas áreas donde se hizo desarrollo de obra minera.

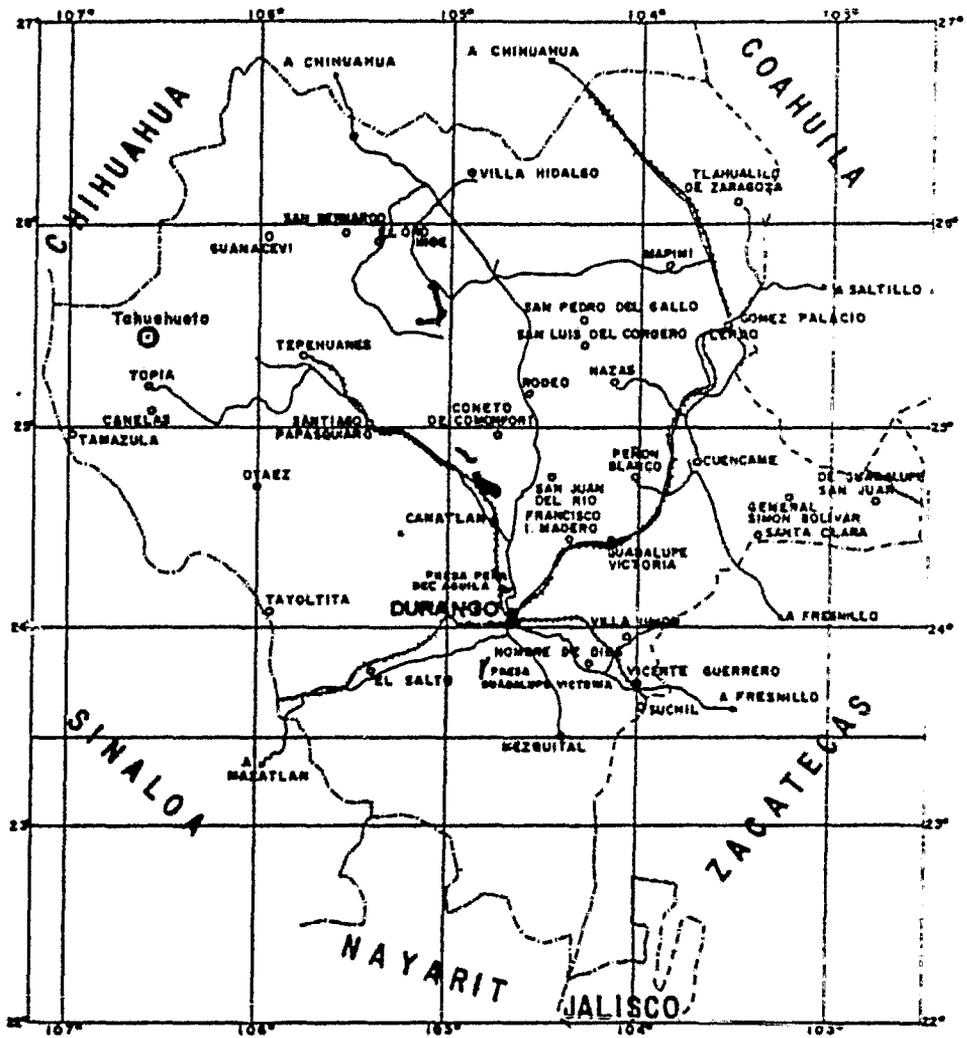
II. GEOGRAFIA

II. 1) LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EXTENSION DEL AREA EN ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra enclavada en la Sierra - Madre Occidental, en la parte noroeste del Estado de Durango, dentro del municipio de Tepehuanes, cuya cabecera municipal es el poblado - del mismo nombre. De la Ciudad de Durango se encuentra aproximadamente a 250 km en línea recta, hacia el noroeste y de la población de - Tepehuanes a 90 km, hacia el oeste en línea recta. Sus coordenadas - geográficas aproximadas son 25° 21' de Latitud Norte y 106° 40' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

Los Distritos Mineros de Topia, Canelas, Birimoa y La Esperanza se encuentran muy cercanos al Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., todos ellos en conjunto formarán en un futuro cercano una de las zonas mineras más importantes del Estado de Durango.

El área total del presente estudio comprende aproximadamente 20 km², de los cuales un total de 7.0 km² los ocupan los siguientes Lotes Mineros: Sacramento, Dolores, Montecristo, 5 de Mayo, El Rey de Oro, Libertad y 3 de Mayo. Todos ellos pertenecen a la Compañía Minera Sacramento de La Plata, S. A.



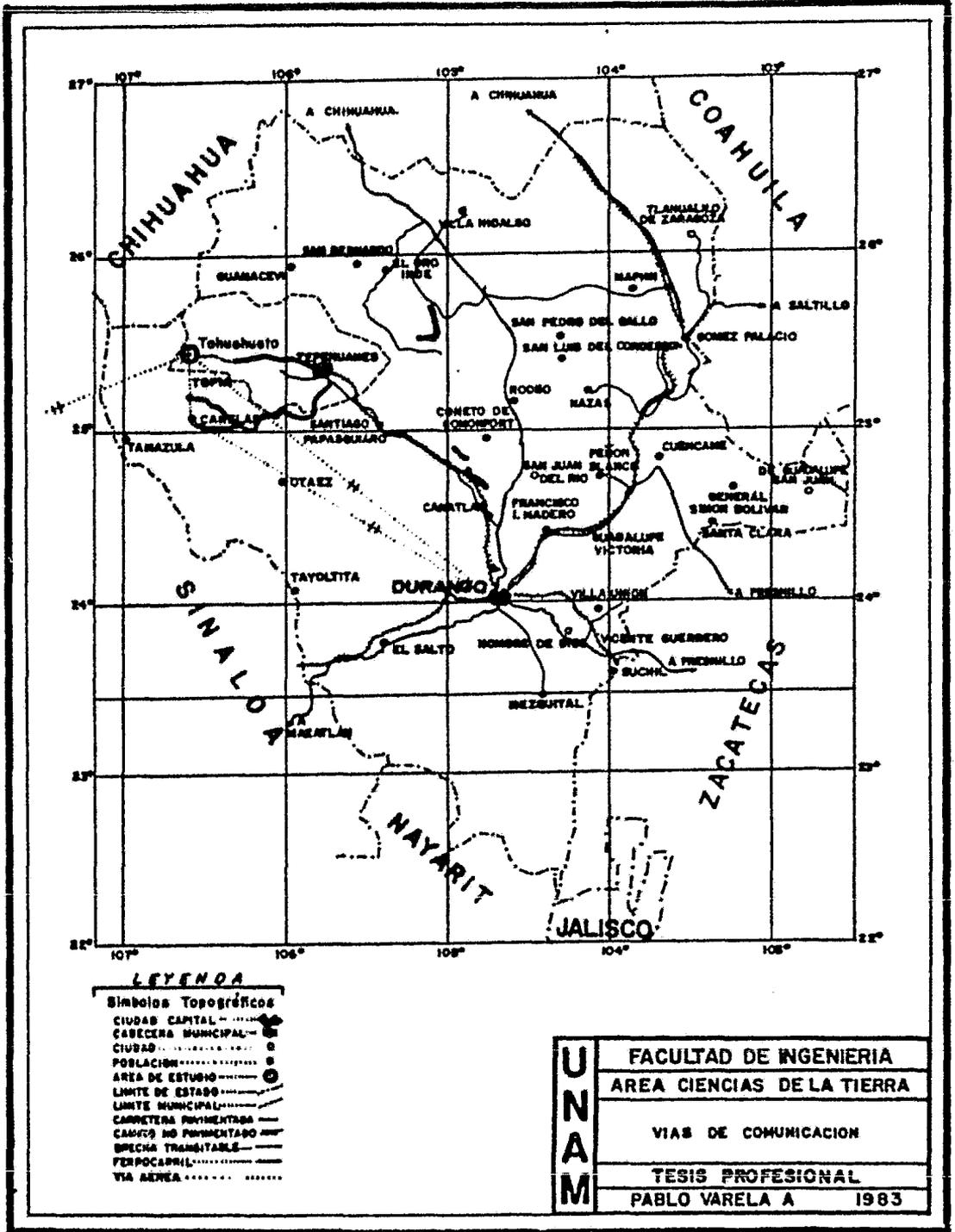
U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO DE LOCALIZACION
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO VARELA A

II. 2) VÍAS DE ACCESO

El acceso a Tahuehueto, Dgo. , se puede hacer de dos formas; por vía terrestre o por vía aérea.

Por vía terrestre (la más usual) se toma como punto de partida la Ciudad de Durango; el acceso se lleva a cabo por la carretera federal No. 45 (Carretera Panamericana Durango-Parral) por espacio de 55 km, hasta la población de Santa Lucía; se prosigue después por la Carretera Estatal No. 39 que comunica la Ciudad de Durango con las poblaciones de Canatlán, Santiago Papasquiaro y Tepehuanes, Dgo. , en un trayecto de 220 km de los cuales 190 km se encuentran revestidos y 30 km son de terracería. De la población de Tepehuanes se empieza a subir hacia lo alto de la sierra a través de un camino de mano de obra por espacio de 104 km, hasta llegar al aserradero llamado El Huacal; de aquí, que es una de las partes más altas de la sierra, se prosigue por medio de una brecha en muy malas condiciones por una distancia de 80 km, teniendo como punto final el área de estudio.

El recorrido total por vía terrestre de la Ciudad de Durango a la región de Tahuehueto se hace aproximadamente en un mínimo de 12 horas y un máximo hasta de 24 horas dependiendo de las condiciones del tiempo; de las cuales, 4 horas se hacen de la Ciudad de Durango a la población de Tepehuanes y de aquí a Tahuehueto es muy va



- LEYENDA**
- Simbolos Topográficos
 - CIUDAD CAPITAL
 - CABECERA MUNICIPAL
 - CIUDAD
 - POBLACION
 - AREA DE ESTUDIO
 - LIMITE DE ESTADO
 - LIMITE MUNICIPAL
 - CARRETERA PAVIMENTADA
 - CARRERAS NO PAVIMENTADAS
 - BRECHA TRANSITABLE
 - FERROCARRIL
 - VIA AEREA

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	VIAS DE COMUNICACION
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO VARELA A 1983

riable el tiempo de recorrido.

El acceso por vía aérea se puede hacer por medio de avionetas Cessna, ya sea vía Durango o vía Culiacán hasta la pista Mesa de Los Toros localizada a 2.0 km en dirección oeste de la ranchería del 14. Por vía Durango se hace un tiempo aproximado de 1:15 horas de recorrido y de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa, 45 minutos aproximadamente.

II. 3) CLIMA Y VEGETACION

En la zona de estudio existen notables cambios en el clima, debido principalmente a lo abrupto de la orografía, ya que presenta rangos de alturas sobre el nivel del mar de 2 300 m. s. n. m. , a 600 m. s. n. m. En consecuencia se pueden definir dos tipos de clima, en base a la clasificación de tipos de climas hecha por Köppen.

En lo profundo de las barrancas (parte más baja del área, Río de Las Vueltas) las temperaturas varían entre 15° y 35°C con una temperatura media superior a los 18°C y una vegetación propia de un clima tropical lluvioso (Au) como son: el palo del Brasil, el ébano, amapa, pochote y árboles frutales como el mango, aguacate, limón, naranjo, guayabo, etc. En las partes altas la temperatura varía entre 10° y 25°C con un promedio de 15°C siendo en invierno cuando se registran las temperaturas más bajas, que generalmente son inferiores a los 0°C. La vegetación predominante consiste principalmente de un -

bosque contínuo de coníferas, en sus distintas variedades de pinos y encinos, oyamel, madroños, copal, linalde y otros; vegetación característica del clima templado lluvioso (Cw). Esta vegetación en el Estado de Durango constituye junto con la del Estado de Chihuahua un núcleo principal de bosques en una faja de aproximadamente 1 000 km de largo, que se extiende desde las fronteras con E.U.A., hasta la parte sur del Estado de Durango, formando una concentración boscosa de las más importantes del mundo.

II. 4) POBLACION Y CULTURA

La región de Tahuehueto, Dgo., se encuentra aproximadamente 90 km hacia el oeste en línea recta de la cabecera municipal que es Tepehuanes, Dgo. Debido a su situación geográfica es una zona con muy poca comunicación y por ende con muy poca población y cultura. La población en el área de estudio está formada por 3 hogares con un total de 35 personas, de las cuales 10 son hombres, 12 mujeres y 13 niños.

El nivel cultural en general es muy bajo, ya que se encuentra restringido a los primeros grados de educación primaria, y en varios kilómetros a la redonda no se encuentra una sola aula educativa. De vez en cuando son mandados maestros rurales, los cuales por la misma situación que impera, duran poco tiempo y se regresan. Pueden pasar años para que se vuelva a tener maestro. Del total de habitantes

sólo 10 saben medio leer y escribir; de manera que es fácil imaginarse el bajo nivel educativo y cultural existente en esta región.

II. 5) ECONOMIA

La economía regional está basada en actividades económicas que se efectúan próximas a los recursos naturales, es decir, del tipo primario; en orden de importancia quedarían como sigue: ganadería, agricultura y minería.

Dadas las características climatológicas y topográficas de la zona, la ganadería (caprina y bovina principalmente), ocupa el primer plano en importancia económica, pero sin pensar con ello que se trate de un desarrollo a gran escala, sino que se practica sólo como un medio de subsistencia.

La agricultura tiene poca importancia debido principalmente a que el terreno presenta pendientes muy fuertes. Con esto el agua actúa como el principal agente erosivo y deja una mínima capa de suelo que no permite el desarrollo de productos agrícolas. Esta actividad se realiza en forma rudimentaria en su mayoría de temporal y prácticamente de bicultivo (maíz-frijol).

La minería, que quizá sea el mejor de los recursos en el futuro de esta área; actualmente se practica poco, ya que a nivel pequeña minería resulta incosteable transportar mineral hasta los lugares donde se encuentran las plantas para su proceso. Sólo con base -

en estudios de gran importancia como se pretende sea el presente, la minería alcanzará en estas zonas un gran desarrollo.

III. FISIOGRAFIA

III.1) LOCALIZACION FISIOGRAFICA

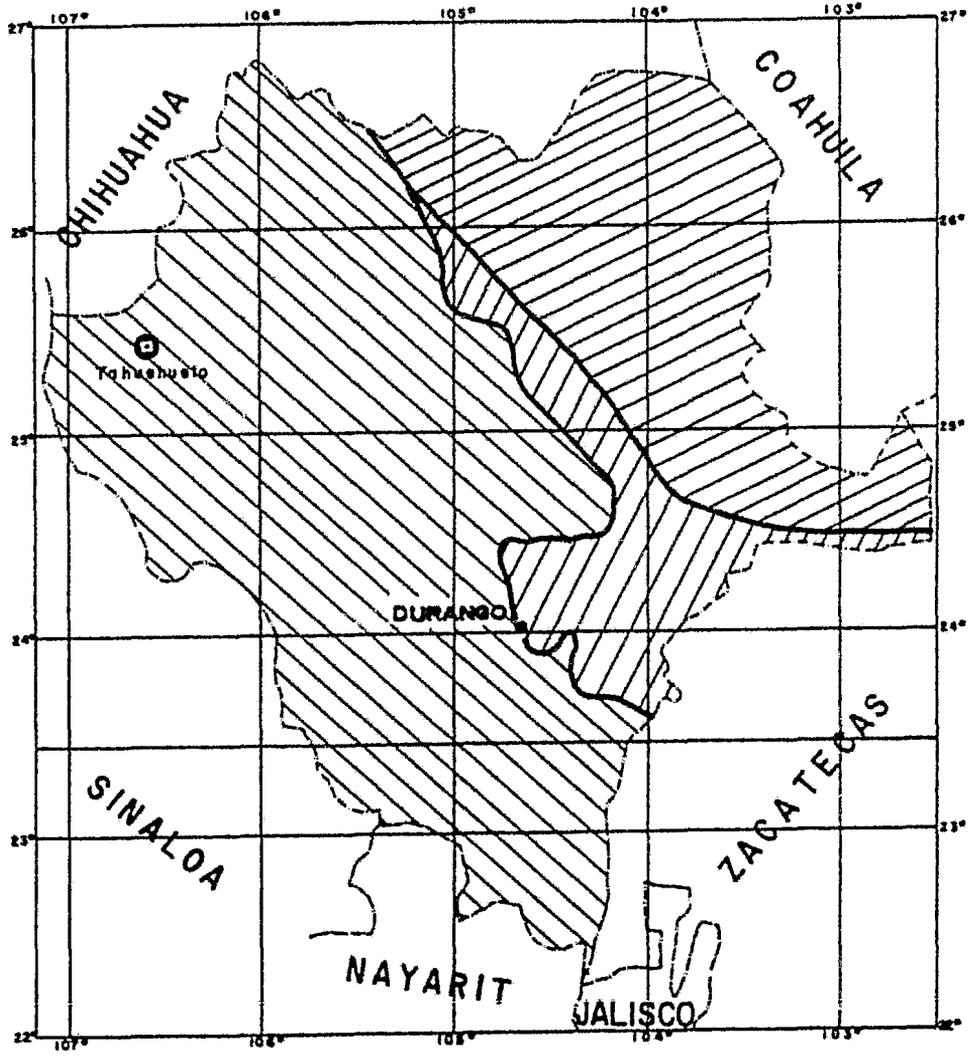
El Estado de Durango forma parte de tres provincias fisiográficas (según Erwin Raisz, 1964 y William Humphrey Figno, 1956); - el lado poniente del estado se presenta en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, la parte central del estado se ubica en la provincia fisiográfica de la mesa central y el lado oriente pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Estas provincias cubren aproximadamente un área de 74 100 km², 15 500 km² y - 30 048 km² respectivamente, en el Estado de Durango.

La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental - una de las más grandes de la República Mexicana, tiene una superficie aproximada de 250 000 km² con una longitud aproximada de 1 400 km y un ancho promedio de 178 km, con una altura media sobre el nivel del mar de 2 600 m., pero teniendo picachos que alcanzan los - 3 000 m de altura. Esta provincia se divide en tres subprovincias - principales o provincias menores que no corren longitudinalmente paralelas a la costa occidental de México, las cuales son las siguientes:

Subprovincia de Barrancas: (King 1939)

Subprovincia de Altiplanice: (Brand 1937-King 1939)

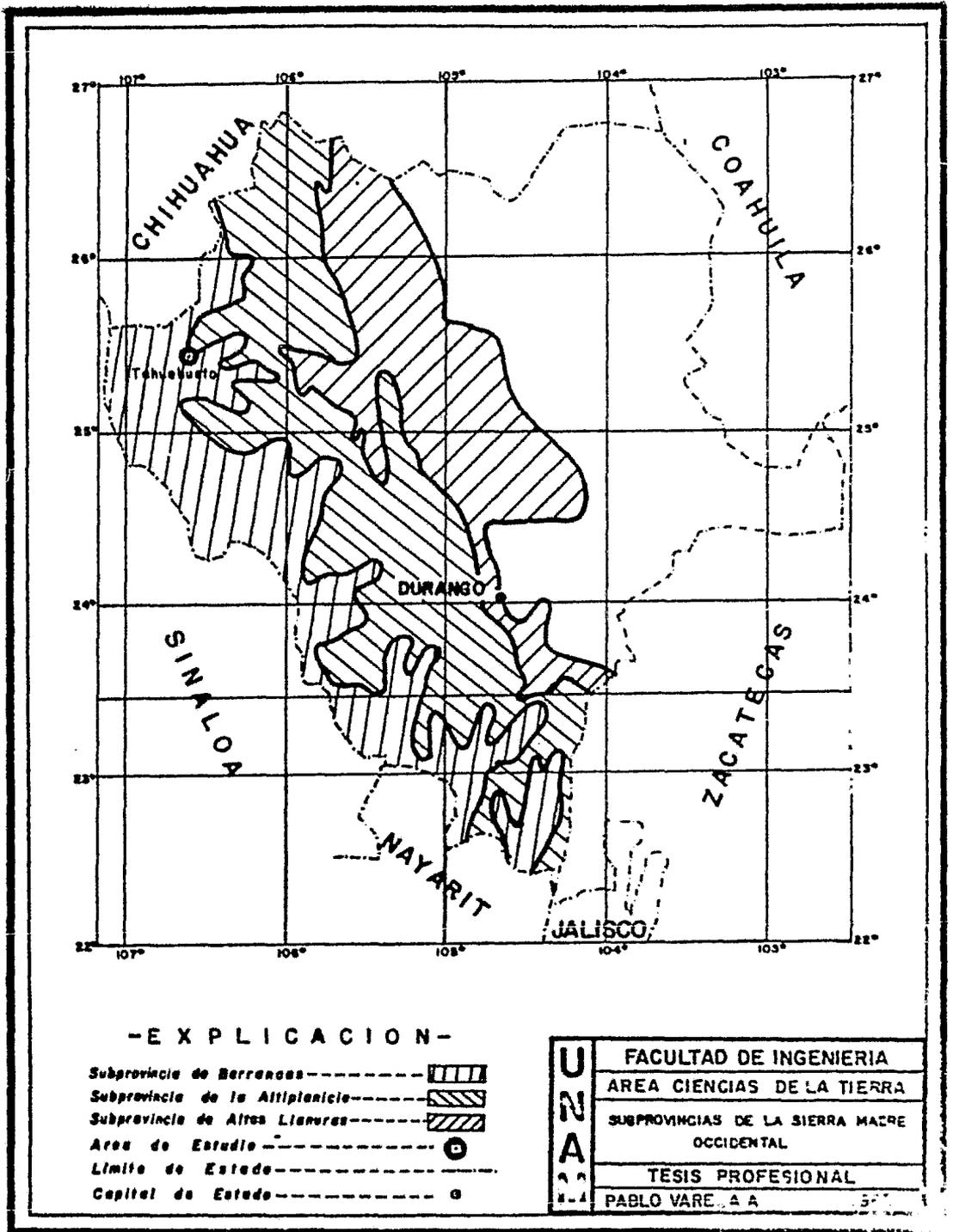
Subprovincia de Altas Llanuras (Raisz 1959-Clark y De la Fuente, 1976).



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

- Sierra Madre Occidental
- Mesa Central
- Sierra Madre Oriental
- Area de Estudio
- Limite de Estado
- Capital de Estado

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DEL ESTADO DE DURANGO.
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO VARELA A 1983



El área de estudio motivo del presente trabajo se encuentra localizada en la provincia de la Sierra Madre Occidental y forma parte de las subprovincias de Barrancas cuya característica es estar formada por mesetas y salientes o lengüetas constituídas por el paquete riolítico superior.

III. 2) FISIOGRAFIA REGIONAL

La región de Tahuehueto, Dgo. , se encuentra ocupando gran parte de la subprovincia de Barrancas y una pequeña parte de la subprovincia de altiplano. La primera de ellas se distingue por ser una faja de terreno que se encuentra profundamente esculpida por la erosión diferencial de los ríos y arroyos que fluyen hacia el Océano Pacífico. La erosión es vertical y desarrolla una topografía juvenil formando profundos cañones, los cuales dan el nombre a esa subprovincia; sólo unos cuantos remanentes quedan de la superficie plana en las elevadas áreas entre los cauces de los ríos, que son los que dan testimonio de la antigua existencia de la topografía madura que aún prevalece en la subprovincia del altiplano que ocupa la parte más elevada en el área y se encuentra caracterizada por una topografía de formas suaves derivadas de cuerpos riolíticos, brechas y rocas piroclásticas asociadas, con elevaciones montañosas irregulares y valles planos drenados por ríos tributarios que forman parte de los que van a desembocar al Océano Pacífico.

El límite occidental de la subprovincia del altiplano se caracteriza por largas salientes o lengüetas que se proyectan hacia el occidente, parte de una de las cuales alcanza el área de estudio en su parte más elevada.

III. 2. a) Orografía

La porción de la Sierra Madre Occidental que ocupa el Estado de Durango, forma el principal sistema orográfico del mismo; esta sierra parece ser un sólo cuerpo unido y compacto alojado en la parte central de la entidad; de este cuerpo se desprenden los contrafuertes que bajan a la Costa del Pacífico.

La altura media de la sierra es de 2 600 m sobre el nivel del mar y de 700 m sobre el nivel del mar en promedio, respecto de las llanuras centrales, pero algunas de las cumbres más altas alcanzan elevaciones por encima de los 3 000 m, como es el caso de las Sierras de Tepehuanes, Topía, Ventanas y Durango en el Estado de Durango.

El flanco occidental de la Sierra Madre, forma la región de Las Quebradas, que son barrancas con una profundidad impresionante, y en cuyo fondo corren los ríos que bajan hacia la Costa del Pacífico con fuertes pendientes en su origen, por lo que a medida que avanzan, su profundidad va siendo mayor habiendo lugares como en los Minerales de Ventanas y Tahuehueto, Dgo., en los que el lecho

de los ríos se encuentran a 600 m por abajo de los escarpes ignimbríficos que son los que dan aspectos de mesetas a la Sierra Madre Occidental.

III. 2. b) Hidrografía

El Estado de Durango presenta tres vertientes - principales: en el extremo septentrional, hacia el Golfo de México, en la parte occidental, hacia el Océano Pacífico y en el resto hacia el Bolsón de Mapimí.

Vertiente del Golfo. Está constituida principalmente - por el Río Florido que nace en la parte norte del estado, pasa por Villa Ocampo, Dgo., recibe al Arroyo de Canutillo, penetra en el Estado de Chihuahua y se une al Río Conchos que es tributario del Río Bravo en la parte norte.

Vertiente del Pacífico. En la parte noroeste, la Quebrada de Ruyapan o Quebrada Honda se convierte en el Río Tahuehueto que - recibe los afluentes del Río de Las Vueltas (localizado en la parte más occidental del área de estudio) y del Valle de Topia; penetra en el Estado de Sinaloa formando el Río Humaya, se une al Río Tamazula frente a Culiacán y toma ese nombre.

En la parte noroeste pero extendiéndose hacia el suroeste se encuentra el Río de Los Remedios que capta las aguas de las Que-

bradas de San Gregorio y San Juan de Camarones. En Sinaloa toma el nombre de Rfo San Lorenzo. La Quebrada de Piaxtla recoge los escurrimientos del Municipio de San Dimas y desemboca en el mar con el nombre de Rfo Piaxtla; la Quebrada de San Diego penetra en Estado de Nayarit para formar el Rfo Acaponeta. Por último, el Rfo Huazamota es tributario del Rfo Huyana que a su vez es afluente del Rfo Santiago; el Rfo Mezquital que baja al valle de Durango, se une al Rfo Poanas y forma en el Estado de Nayarit el Rfo San Pedro.

Vertiente del Bolsón de Mapimí. La parte central de esta depresión se halla a 1 100 m de altitud, de manera que las corrientes que penetran a ella se depositan en llanuras de gran extensión y poca profundidad. El Rfo Nazas que es el más extenso en el estado, se forma por la afluencia de los Rfos del Oro y Santiago Papasquiari en la Presa Lázaro Cárdenas.

III. 3) GEOMORFOLOGIA

La Sierra Madre Occidental se extiende del nor-noroeste al sur-sureste por unos 10° de latitud con una anchura que va de 200 a 250 kilómetros. Esta provincia está caracterizada por rocas eruptivas del Terciario, posiblemente del Mioceno (?) que cubren y sepultan a rocas intrusivas probablemente en buena parte del Oligoceno (?).

Las subprovincias de la Sierra Madre Occidental (altiplanicie y llanuras) dentro de las cuales se encuentra el área de estudio

corresponden a la parte más oriental y central de la misma. La Subprovincia del Altiplano está caracterizada por formas suaves derivadas de la erosión de cuerpos basálticos y riolíticos, aglomerados y rocas piroclásticas asociadas; las áreas montañosas son irregulares y varían su elevación de 2 000 a 3 000 m, separados por valles planos. Sus límites hacia el occidente se encuentran muy bien definidos por grandes lengüetas y salientes con escarpes verticales de las rocas ignimbríticas y por un encajonamiento sumamente notable de los ríos que forman barrancas de gran profundidad. En las elevadas áreas entre los ríos se pueden observar superficies planas que dan testimonio de que la etapa de madurez que prevalece aún en la Subprovincia del Altiplano, antiguamente se extendía mucho más hacia el poniente.

La faja de terreno que ocupa el área de estudio de la Subprovincia de Barrancas, se caracteriza por estar profundamente esculpida, con una erosión vertical y netamente diferencial, formando laderas de gran pendiente y valles en forma de "V" de gran profundidad por las cuales fluyen los ríos tributarios con gradientes bastante pronunciados. El drenaje tanto regional como local, tiende a tener dos inclinaciones preferenciales; noroeste-sureste y noreste-suroeste, mismas que corresponden a las principales direcciones de los sistemas de fallamiento existentes en la región. Sin embargo, el

drenaje regional tiende a ser del tipo rectangular, mientras que el drenaje del tipo local se puede ver que es más irregular en su forma y tiene inclinación a ser del tipo dendrítico con arroyos del tipo consecuente e intermitente.

Todos los rasgos anteriormente mencionados hacen suponer que esta área se encuentra en una etapa geomorfológica netamente juvenil.

IV. GEOLOGIA

IV.1) GEOLOGIA REGIONAL

La secuencia estratigráfica que caracteriza la Sierra Madre Occidental, consiste principalmente de lavas terciarias y cuaternarias; pero una gran variedad de rocas más antiguas se encuentran expuestas en pequeñas ventanas a lo largo de los flancos de la sierra y de las paredes de los cañones profundos. Localmente afloran en las márgenes septentrional y occidental de la sierra, rocas de bajo grado de metamorfismo que han sido atribuidas al Paleozoico (De Cserna y Kent 1961; Fredrikson 1971) y rocas sedimentarias fosilíferas de la misma era (King, 1939).

Sobreyaciendo al Paleozoico (?) descansa en forma discordante el Complejo Volcánico Inferior (Mc Dowel y Keiser, 1977). Henry en 1975, mediante estudios radiométricos empleando los métodos K-Ar y U-Pb les asigna una edad de 100 a 45 millones de años (Cretácico Tardío-Eoceno Tardío). Boneau 1971, mediante fósiles que han sido encontrados en capas sedimentarias intercaladas en los derrames lávicos les da una edad de Cretácico Tardío. Este complejo volcánico está constituido principalmente por rocas andesíticas que en algunas localidades de la Sierra Madre se encuentran intrusionadas por cuerpos de composición granodiorítica, cuarzo-

monzonítica y tonalítica principalmente.

Descansando discordantemente sobre este complejo volcánico, se encuentra el Supergrupo Volcánico Superior que está constituido por una serie de rocas volcánicas de composición riolítica - que incluyen tobas, derrames lávicos e ignimbritas que regionalmente ha sido dividido en dos grandes secuencias, una llamada secuencia Espinazo del Diablo-El Salto y la otra llamada Secuencia Durango. Mc Dowell y Keiser (1977) mediante estudios geocronológicos determinaron una edad de 29.8 ± 1.2 m.a. , para la Secuencia Durango (Oligoceno Medio) y una edad de 23.3 ± 0.3 m.a. , para la Secuencia Espinazo del Diablo-El Salto (Mioceno Temprano). La composición de ambas secuencias es del tipo riolítico.

Por último, sobre el Supergrupo Volcánico se tiene al finalizar el Mioceno, una actividad magmática de composición basáltica.

Las mineralizaciones de Ag-Pb-Zn-Au y Cu son las más frecuentes y se encuentran emplazadas en forma de vetas de falla y fisura, que tienen una orientación preferencial NE-SW. Estas vetas tienen como roca encajonante principal a rocas andesíticas del Complejo Volcánico Superior, pero las hay también que se encuentran - emplazadas dentro de rocas intrusivas de tipo granodiorítico y cuarzo monzonítico.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PROVINCIAS GEOLOGICAS DE MEXICO
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO VARFLA A 1983

IV.2) GEOLOGIA LOCAL

IV.2.a) Estratigrafía

En la región de Tahuehueto, Dgo., se encuentran aflorando principalmente rocas ígneas terciarias y aluviones cuaternarios, (Planos Nos. 1, 2 y 3). En el Municipio de Canelas, Dgo., en el área de Birimoa, se han encontrado rocas sedimentarias que fueron clasificadas como limolitas y que tienen como principal característica la de contener braquiópodos bien conservados. (Comunicación personal del Ing. Jesús Romo Guzmán y después escrito en su trabajo recepcional: Estudio Geológico Minero del área de Canelas, Dgo., pág. 11 y representado en la fotografía No. 4 y 5 de dicho trabajo).

IV.2.a.1) Rocas Volcánicas

Dentro de la secuencia estratigráfica aflorante en el área de Tahuehueto, Dgo., hacia las partes más bajas topográficamente, se encuentran aflorando rocas volcánicas de composición intermedia, en su mayoría andesitas, dacitas y pórfidos andesíticos de edad posiblemente Eoceno-Oligoceno (Fredrikson G., Henry, C. D., 1972; Ruir, R., 1975). Estas mismas rocas se encuentran aflorando regionalmente, como en la parte sur del área de Tahuehueto, en la región de Topia y Canelas, Dgo., (The Geology of the Topia Mining District Topia, Durango, Mexico. Por John Lemish).

Suprayaciendo esta secuencia volcánica de composición intermedia se encuentra descansando discordantemente una secuencia alternante de piroclásticos formada por tobas riolíticas, brechas y aglomerados volcánicos de composición principalmente andesítica, de edad posiblemente Oligocénica. Esta secuencia tanto en el área de Tahuehueto como en el área de Canelas y Topia se presenta formando un aparente acuíñamiento hacia la parte norte y oeste.

Subiendo topográficamente y descansando discordantemente sobre la secuencia piroclástica se encuentran rocas de composición intermedia, principalmente de tipo dacítico. Esta unidad no ha sido encontrada regionalmente, pudiéndose pensar que fuera una unidad que solo aflore localmente y de acuerdo con la edad de las rocas subyacentes y suprayacentes tendría una edad que estaría entre los fines del Oligoceno y principios del Mioceno.

Hacia las partes más altas de esta secuencia estratigráfica se encuentran muy bien representadas rocas ígneas en su mayoría de tipo ácido, que forman parte de una de las más importantes coberturas ignimbríticas continuas en el mundo; ésta se presenta en forma casi horizontal en la parte central de la Sierra Madre Occidental y ligeramente inclinada hacia el flanco poniente de la misma.

Dataciones realizadas por el método K-Ar en algunas partes de la Sierra Madre Occidental, han dado para las riolitas e ignim



Contacto litológico donde se observa la toba riolítica (A) sobreyaciendo a un aglomerado (B).

britas una edad Mioceno Tardío a Mioceno Medio (29 a 22 m. a. , - Mac Dowell, F.W., Clasbaush, S.E., 1972).

Coronando esta secuencia estratigráfica y formando las partes más altas de la región se encuentran rocas de tipo basáltico las cuales están en forma casi horizontal o alrededor de 5° a 10° de buzamiento hacia el flanco oeste de la Sierra Madre Occidental.

IV.2.a.2) Rocas Intrusivas

En la zona de estudio se presentan rocas intrusivas de tipo granodiorítico-cuarzomonzonítico, en forma de stock y diques con espesores que están entre los 10 y 400 m; aunque existe la posibilidad de que se trate de un sólo cuerpo intrusivo, por tener la presencia de la misma roca en las áreas más bajas topográficamente de la zona en estudio. Estos cuerpos intrusivos se encuentran afectando a las rocas andesíticas y dacíticas de la secuencia volcánica inferior, parte de la secuencia volcánica superior, sin llegar a la secuencia ignimbrítica que actuó como una roca sello a la mineralización dentro del área.

Diques de composición andesítica, dacítica y diorítica se encuentran intrusionando principalmente a rocas andesíticas de la secuencia inferior, pero también se tienen intrusionando a los mismos intrusivos de composición granodiorítica y cuarzomonzonítica.

Los intrusivos de mayor extensión en el área son los de

composición granodiorítica y cuarzomonzonítica; éstos han sido da
tados regionalmente por el método K-Ar dando, una edad aproximada
da de Eoceno Medio a Eoceno Tardío. (Muestra enviada por los In-
genieros Miguel L. Carrasco y K. Clark al Dr. Damon de la Universidad
sidad de Arizona, E.U. en el año de 1977).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede considerar
derar que existen diques con edades posteriores a los antes mencio-
nados ya que se encuentran intrusionando a los diques de composición
monzonítica y granodiorítica.

IV. 2. a. 3) Aluvión

Dentro del área de estudio el aluvión se tiene como un -
depósito semiconsolidado, formado por capas aluviales, asociado -
con depósitos de talud y compuesto en su mayoría por fragmentos
angulosos de riolitas y andesitas.

IV. 2. b) Petrografía y Ocurrencia

La descripción petrográfica de las rocas aflorantes -
en el área de Tahuehueto, Dgo. , fue hecha en base a apreciaciones
en el campo y en láminas delgadas de muestras recolectadas tanto
en superficie como en interior de mina y posteriormente descritas
por el Departamento de Petrografía y Metalogenia del Consejo de -
Recursos Minerales y por la Sección de Investigaciones Metalogéné

ticas de la misma institución.

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

ROCAS ANDESITICAS

Estas rocas están en la base de la columna estratigráfica tentativa del área de estudio y presentan una gran distribución dentro de ella. Topográficamente se encuentran en las partes medias y más bajas de las barrancas, formando partes de las áreas del Crestón y del Rey como rocas vecinas y de las áreas de 5 de Mayo, Texcalama y 3 de Mayo como roca encajonante de la mineralización.

Aspecto Megascópico. Las rocas andesíticas presentan un color pardo oscuro al intemperismo, pero en fractura fresca es de un color verde grisáceo con tonalidades pardas, verdes más oscuras y negras. Tiene una textura afanítica porfídica compacta y sólo cuando la roca se encuentra sumamente alterada, aparenta tener un aspecto deleznable y un color amarillento. Los principales minerales que se observan son fenocristales de plagioclasas alteradas, clorita, magnetita y hematita.

Aspecto Microscópico. Vista en microscopio esta roca presenta una textura porfídica microlítica, con la siguiente mineralogía:

Minerales Esenciales: Andesina-oligoclasa

Minerales Accesorios: Augita-magnetita-hornblenda

Minerales Secundarios: Epidota-clorita-calcita-hematita-cuarzo y sericita.

Relaciones entre minerales: Estas rocas están constituídas esencialmente por una matriz de agregados de finos microlitos de composición intermedia (andesina-oligoclasa) con diseminaciones de fenocristales subedrales de plagioclasas en su variedad andesina, que se encuentran fuertemente alterados a calcita y clorita y en menor proporción epidota y sericita. También se observan fantasmas de cristales de augita completamente alterados a agregados de clorita y minerales arcillosos, así como fantasmas de hornblenda alterados a calcita.

La magnetita se encuentra presente en cristales subedrales alterados principalmente a hematita hacia sus bordes, como constituyente de la matriz y como inclusiones en los fenocristales de andesina.

El cuarzo secundario se presenta en forma de cristales anedrales muy pequeños y como relleno de intersticios en la matriz.

ROCAS DACITICAS (1)

Estas rocas se encuentran intercaladas dentro de las andesitas y ocasionalmente como rocas encajonantes de la mineralización - (Area 5 de Mayo). Básicamente, al igual que las andesitas, ocupan las partes topográficamente más bajas; y de la misma manera que las andesitas los afloramientos tienen un aspecto redondeado pero

formando fuertes pendientes.

Aspecto Megascópico: Las rocas dacíticas presentan coloraciones que van de gris oscuro con tintes pardos al intemperismo y colores blancos grisáceos con tonos verdosos a la fractura fresca. Generalmente presentan una estructura bastante compacta y una textura cristalina con fenocristales diseminados; aunque frecuentemente debido a su fuerte alteración sólo es posible observar una textura de reliquia.

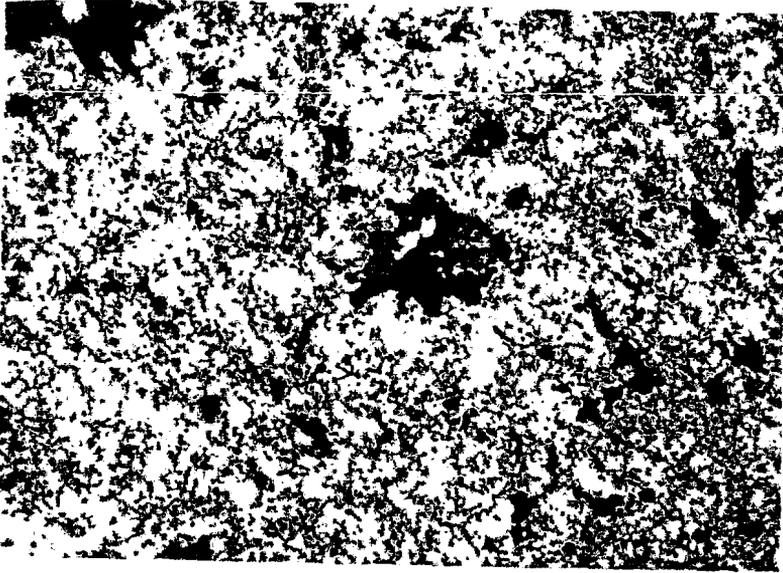
Aspecto Microscópico: Vista al microscopio esta roca presenta una textura holocristalina porfídica de reliquia y predominando generalmente microlítica porfídica, con la siguiente mineralogía:

Minerales Esenciales: Andesina-oligoclasa-cuarzo

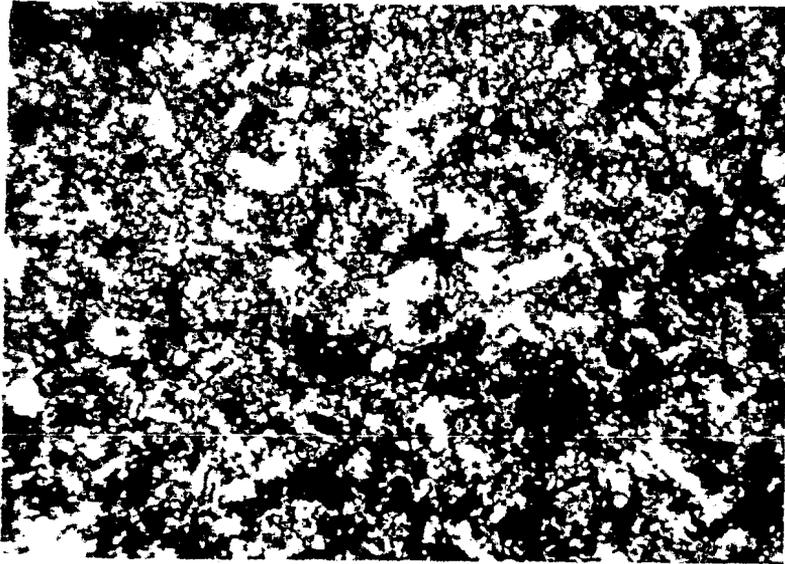
Minerales Accesorios: Ferromagnesianos alterados-magnetita

Minerales Secundarios: Cuarzo-clorita-epídota-minerales arcillosos-hematita-limonita-sericita y tremolita-actinolita.

Relaciones Entre Minerales: Se encuentran constituidas esencialmente por un agregado de finos microlitos de plagioclasas de composición media (oligoclasa-andesina) y fenocristales de igual composición. Estos fenocristales se presentan generalmente muy alterados, quedando reemplazados casi en su totalidad por sericita y minerales arcillosos (grupo del caolín), así como también por agregados cristalinos de epidota.



A



B

Fotomicrografía de una dacita, la cual muestra una estructura de tipo microlítica representada por las plagioclasas - (Andesina-Oligoclasa) y por cristales anedrales aislados de cuarzo. En la parte media de la fotografía se puede apreciar claramente un cristal acicular de turmalina. Fotomicrografía tomada con LN (A) y NX (B) con un aumento aproximado de 75X.

Los minerales accesorios de tipo ferromagnesianos se encuentran totalmente alterados a un agregado de clorita, hematita y limonita,

La magnetita se presenta en cristales muy pequeños de forma subedral y euedral de manera diseminada y un poco martitizada.

SECUENCIA PIROCLASTICA

Esta secuencia piroclástica se presenta ampliamente distribuída dentro del área de estudio y se encuentra constituída por cuatro unidades de aglomerados y brechas con espesores de 15 a 80 m aproximadamente, en alternancia con cuatro unidades de tobas de composición riolítica que tienen espesores entre los 30 y 100 metros. El espesor total aproximado de esta secuencia es alrededor de 500 metros.

Aspecto Megascópico. Los aglomerados y brechas se distinguen perfectamente a simple vista por presentar una coloración rojiza y por observárseles en el caso de las brechas, fragmentos de rocas muy angulosos con tamaños hasta de 10 cm los más grandes y menores de 1 cm los más pequeños. En el caso de los aglomerados presentan fragmentos de hasta 50 cm los más grandes y con un muy visible redondeamiento de los mismos, pero sin presentar una aparente clasificación. La mineralogía observable es fragmentos de rocas, - cuarzo, feldespatos y clorita.

Las tobas se encuentran en alternancia con los aglomerados y brechas presentando un color blanco rosado con puntos negros y blancos más acentuados, una textura piroclástica y una estructura fluidal compacta. Los minerales que se le pueden observar son plagioclasas y feldespatos, cuarzo, fragmentos líticos, biotita, hematita y vidrio.

Aspecto Microscópico: Tanto las brechas como los aglomerados se les observa una estructura piroclástica con la siguiente mineralogía:

Minerales Primarios: Fragmentos de roca (principalmente andesitas), cuarzo-feldespatos-vidrio-magnetita y ceniza volcánica.

Minerales Secundarios: Sericita-clorita-hematita-limonita-yeso y minerales arcillosos.

Las tobas al microscopio se les puede observar una textura piroclástica vitrofídica, con un aglutinamiento de fenocristales dentro de una matriz de grano fino constituida por ceniza volcánica en proceso de desvitrificación; su mineralogía es la siguiente:

Minerales Primarios: Andesina-sanidino-cuarzo-ortoclasa-biotita y fragmentos de roca (granodiorita y cuarzomonzonita).

Minerales Secundarios: Clorita-hematita-sericita-epidota-magnetita y limonita.

Relaciones Entre Minerales: Los feldespatos en su variedad sanidino, se encuentran incluidos en una matriz de grano fino y alterados parcialmente a minerales arcillosos. En esta matriz se pueden ver en forma aglutinada, fenocristales fragmentados de plagioclasa (andesina) alterados por sericita principalmente en sus planos de macla. La biotita se presenta en cristales tabulares incluidos en la matriz y sin alteración apreciable.

Los fragmentos de roca de composición granodiorítica y cuarzo-monzonítica presentan contornos subangulosos y una textura holocristalina porfídica, con minerales parcialmente sericitizados.

ROCAS DACITICAS (2)

Las rocas dacíticas se encuentran en la parte media de la columna estratigráfica tentativa del área de Tahuehueto, Dgo., presentan una distribución muy restringida dentro de la misma, ya que se encuentra aflorando en sólo 2 localidades; en la parte NW en el camino hacia la pista Mesa de los Toros y en la parte NE en el camino que comunica con el poblado de Tepehuanes, Dgo.

Esta roca se encuentra descansando en forma discordante sobre la secuencia piroclástica, con un espesor aproximado de 10 m, y en las 2 localidades que aflora presenta muy buena continuidad.

Aspecto Megascópico: Estas rocas dacíticas tienen una aparente

seudoestratificación y una coloración que varía de blanco grisáceo a blanco rosado. Tiene una estructura compacta y una textura cristalina presentando fenocristales de plagioclasas y de biotita diseminados en una matriz de grano fino.

Aspecto Microscópico: Microscópicamente la roca dacítica presenta una textura holocristalina porfídica, con una matriz microlítica y la siguiente mineralogía:

Minerales Esenciales: Andesina-oligoclasa-cuarzo.

Minerales Accesorios: Ferromagnesianos alterados (augita-hornblenda-biotita), magnetita.

Minerales Secundarios: Clorita-serícita-epídota y hematita.

Relaciones entre Minerales: Las rocas dacíticas se encuentran constituidas por una matriz de finos microlitos de plagioclasas (andesina-oligoclasa) de feldespato potásico, cuarzo y biotita, parcialmente alterados principalmente por clorita y minerales arcillosos.

Los fenocristales de augita, biotita y hornblenda se encuentran alterados casi en su totalidad por clorita, y en menor grado, hacia sus bordes por limonita y hematita.

La magnetita se presenta en cristales muy pequeños de forma anedral a subedral y de manera diseminada dentro de la matriz.

TOBAS SOLDADAS (IGNIMBRITAS)

Estas rocas se encuentran ocupando las partes más altas del área

de estudio y con una amplia distribución dentro de la misma. Sus afloramientos forman mesetas que hacia sus bordes tienen escarpes casi totalmente verticales. Estas rocas sirvieron como una roca sello a la mineralización. Ocasionalmente hacia su base presentan bandeamiento de vidrio de color negro (obsidiana).

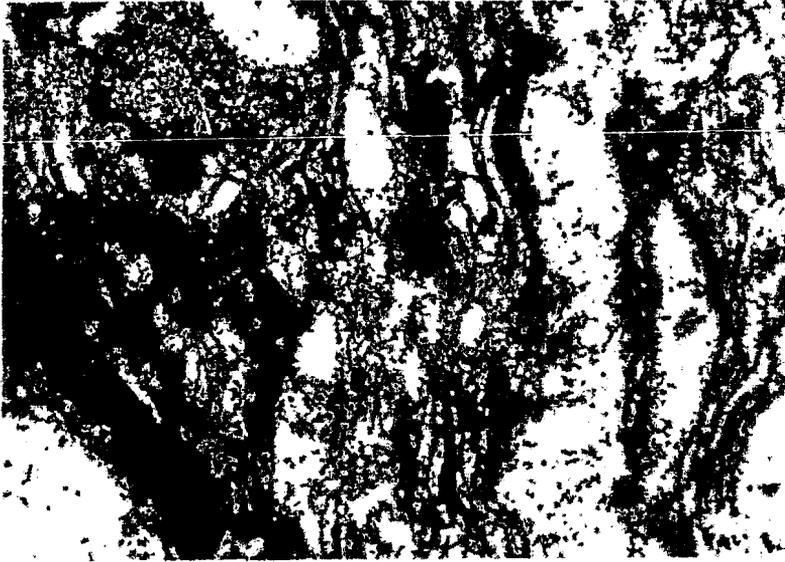
Aspecto Megascópico: Las ignimbritas presentan coloraciones pardo grisáceo con tintes rosados, con una textura tobácea muy compacta. Los constituyentes observables son fragmentos de rocas, biotita, cuarzo, feldespatos y vidrio.

Aspecto Microscópico: Microscópicamente esta roca tiene una textura piroclástica con la siguiente mineralización:

Minerales Primarios: Vidrio-cuarzo-plagioclasa-sanidino-ceniza volcánica-biotita y fragmentos de roca.

Minerales Secundarios: Minerales arcillosos-hematita-limonita-sericita-clorita y epidota.

Relaciones entre Minerales: La roca se encuentra constituida esencialmente por un agregado de vidrio con una textura vermiculosa característica de las tobas soldadas; este constituyente vítreo contiene intercalaciones de ceniza volcánica y en forma diseminada dentro de la roca los siguientes constituyentes: fragmentos de rocas (andesitas y pórfidos riolíticos), feldespatos, cuarzo, biotita y



A



B

Fotomicrografía de una ignimbrita en la cual se puede ver claramente una textura de tipo vermiculosa (típica de las tobas soldadas). En la parte inferior izquierda, se puede ver claramente un cristal alargado de biotita. Fotomicrografía tomada con LN (A) y NX (B) con un aumento aproximado de 75X.



A



B

Fotomicrografía de una ignimbrita en la cual se puede ver claramente una textura de tipo vermiculosa (típica de las tobas soldadas). En la parte inferior izquierda, se puede ver claramente un cristal alargado de biotita. Fotomicrografía tomada con LN (A) y NX (B) con un aumento aproximado de 75X.

magnetita.

La matriz vítrea se observa parcialmente desvitrificada y con alteraciones de hematita, limonita y minerales arcillosos.

Los fragmentos de roca andesítica muestran una textura microlítica porfídica, formando un agregado de finos microlitos de plagioclasas (andesina-oligoclasa) con alteraciones de minerales arcillosos y reemplazados parcialmente por un agregado de limonita y hematita.

Los fragmentos de pórfidos riolíticos muestran una textura holocristalina porfídica, formada por un agregado de fenocristales subedrales de cuarzo y feldespatos (sanidino); incluidos en una mesostásis formada por un agregado de cuarzo y feldespato potásico. Estos fragmentos tienen una fuerte alteración a minerales arcillosos.

El cuarzo ocurre en cristales subedrales parcialmente corroídos. Este mineral se observa con extinción recta y sin alteración aparente.

La biotita se muestra en finos cristales tabulares con alteraciones parciales de clorita, hematita y limonita.

La magnetita se encuentra en finos cristales euedrales y subedrales diseminados en la roca.

BASALTO ANDESITICO

Los basaltos andesíticos se encuentran coronando la secuencia -

estratigráfica del área de Tahuehueto, Dgo., ocupan una gran extensión dentro de ella; principalmente hacia la parte N-NW y toman forma de mesetas casi horizontales o con una ligera inclinación hacia el SW.

Aspecto Megascópico: Estos basaltos tienen una coloración pardo rojiza con puntos blancos y tonalidades ocres, presentan una estructura compacta y una textura porfídica. El único mineral que se puede observar a simple vista es el feldespató.

Aspecto Microscópico: Microscópicamente esta roca tiene una textura microlítica porfídica con la siguiente mineralización:

Minerales Esenciales: Labradorita-andesina

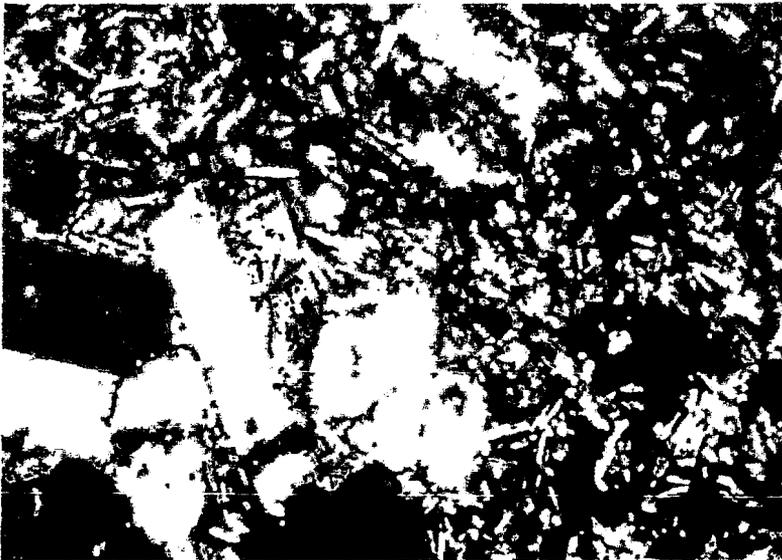
Minerales Accesorios: Ferromagnesianos alterados (principalmente olivino), magnetita.

Minerales Secundarios: Clorita-hematita-serícita y minerales arcillosos.

Relaciones Entre Minerales: Estas rocas tienen una textura microlítica formada esencialmente por plagioclasas calco-sódicas (andesina-labradorita), cuyos cristales son de forma eudral a subedral -- con ciertas alteraciones a hematita, limonita y minerales arcillosos (caolín probablemente). El olivino ocurre en cristales de tipo principalmente eudrales con cierta alteración hacia los bordes de clorita y serícita.



A

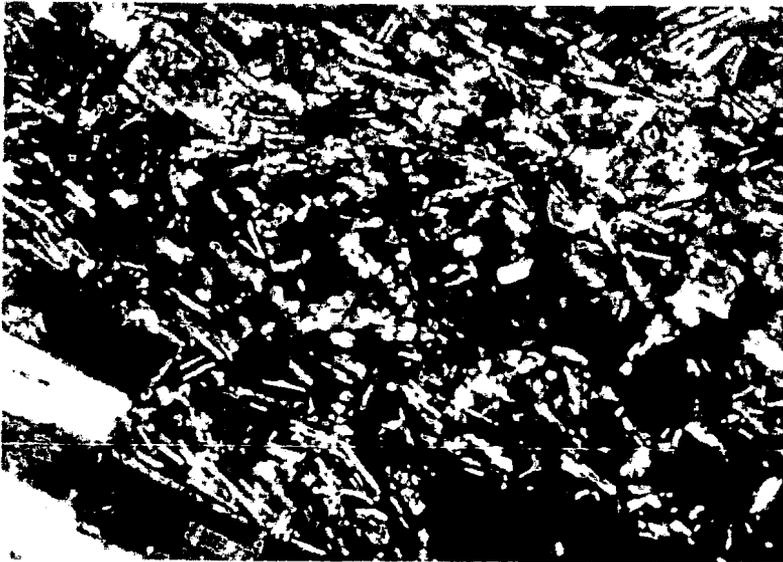


B

Fotomicrografía de un basalto andesítico de olivino en la que se ve claramente la textura de tipo microlítica porfídica formada principalmente por los cristales de plagioclasa calco-sódica (Andesina-Labradorita). Aproximadamente en la parte media de la foto se pueden apreciar cristales euedrales de olivino con alteración en sus bordes principalmente. Fotomicrografía tomada con LN (A) y NX (B) con aumento aproximado de 75X.



A



B

Fotomicrografía de un basalto andesítico de olivino, la cual muestra una textura microlítica porfídica de plagioclasas calco-sódicas (Andesina-Labradorita). El olivino se presenta en cristales de euedrales a subedrales fuertemente alterados a iddingsita. Fotomicrografía tomada con LN (A) y NX (B) y aumento aproximado de 75X.

ROCAS IGENEAS INTRUSIVAS

GRANODIORITAS

Las rocas granodioríticas se encuentran aflorando en forma de stock en la parte NW de la zona en estudio, y es precisamente esta roca en la cual se encuentra emplazada la mineralización en el área El Rey, que es una de las que reviste mayor importancia regionalmente.

Aspecto Megascópico: Megascópicamente la granodiorita presenta un color gris verdoso claro, con puntos negros y blancos. Se le observa una textura fanerítica de grano medio muy compacta y los siguientes minerales: plagioclasas, feldespatos, cuarzo y biotita.

Minerales Primarios: Oligoclasa-andesina-microclina y cuarzo.

Minerales Accesorios: Hornblenda-biotita

Minerales Secundarios: Clorita-sericita-epidota

Relaciones entre Minerales: Las plagioclasas se presentan en cristales de forma subedral a eudral, zonados y con maclas de tipo albita-carlsbad. Estas plagioclasas son de tipo oligoclasa-andesina y se encuentran parcialmente alteradas a sericita y en menor grado a epidota.

El feldespato potásico en su variedad microclina se encuentra en cristales de forma subedral, incipientemente alterados a sericita y minerales arcillosos del grupo del caolín.

El cuarzo se encuentra en cristales de forma anedral con extinción recta y rellenando intersticios entre los feldespatos y la plagioclasa.

CUARZOMONZONITAS

Estas rocas se encuentran aflorando tanto en la parte norte (área del Crestón), como en la parte sur (área 3 de Mayo) del área de estudio. Superficialmente tiene la forma de un dique en la parte norte. Posiblemente, estas partes representen cuerpos diferenciados del stock granodiorítico que aflora en el área del Rey.

Aspecto Megascópico: La roca cuarzomonzonítica tiene una coloración parda con manchas verdes y rojas. Presenta una textura porfídica con matriz de grano fino bastante compacta. Los minerales observables son plagioclasas, feldespatos y cuarzo.

Aspecto Megascópico: Vista al microscopio esta roca tiene una textura porfídica con matriz holocristalina, hipidiomórfica. Su mineralogía es la siguiente:

Minerales Primarios: Andesina-oligoclasa-ortoclasa-microclina y cuarzo.

Minerales Secundarios: Clorita-sericita-turmalina-pirita-hematita y limonita.

Minerales Accesorios: Hornblenda-apatita-magnetita y biotita.

Relaciones entre Minerales: La roca se encuentra constituida -

El cuarzo se encuentra en cristales de forma anedral con extinción recta y rellenando intersticios entre los feldspatos y la plagioclasa.

CUARZOMONZONITAS

Estas rocas se encuentran aflorando tanto en la parte norte (área del Crestón), como en la parte sur (área 3 de Mayo) del área de estudio. Superficialmente tiene la forma de un dique en la parte norte. Posiblemente, estas partes representen cuerpos diferenciados del stock granodiorítico que aflora en el área del Rey.

Aspecto Megascópico: La roca cuarzomonzonítica tiene una coloración parda con manchas verdes y rojas. Presenta una textura porfídica con matriz de grano fino bastante compacta. Los minerales observables son plagioclasas, feldspatos y cuarzo.

Aspecto Megascópico: Vista al microscopio esta roca tiene una textura porfídica con matriz holocristalina, hipidiomórfica. Su mineralogía es la siguiente:

Minerales Primarios: Andesina-oligoclasa-ortoclasa-microclina y cuarzo.

Minerales Secundarios: Clorita-sericita-turmalina-pirita-hematita y limonita.

Minerales Accesorios: Hornblenda-apatita-magnetita y biotita.

Relaciones entre Minerales: La roca se encuentra constituida -

por una matriz de grano fino, formada esencialmente por un agregado de cristales subedrales de plagioclasas de composición media (andesina-oligoclasa), con intercalaciones de feldespato potásico. Las plagioclasas se encuentran parcialmente alteradas a sericita y ocasionalmente a calcita. Los feldespatos se alteran parcialmente a minerales arcillosos pertenecientes al grupo del caolín.

El cuarzo se encuentra generalmente relleno intersticialmente dentro del agregado feldespático. Este mineral se presenta en cristales de forma anedral con extinción recta y sin alteración aparente. Existe una segunda generación de cuarzo secundario relleno de finas vetillas y diseminado en conjuntos cristalinos anedrales.

La hornblenda se encuentra en cristales euedrales y subedrales, y generalmente con una alteración muy fuerte de calcita, clorita, hematita y limonita, con aisladas inclusiones de apatita.

La biotita se presenta en forma de cristales subedrales con hábito tabular, parcialmente alteradas a clorita.

La magnetita se encuentra en cristales de forma anedral y subedral, diseminada y parcialmente alterada a hematita.

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

La turmalina se encuentra presente en la roca relleno de vetillas con hábito radial y en forma bastante diseminada. Este mineral denota fenómenos de tipo neumatolítico.

IV. 2. c) Alteraciones

Las alteraciones que afectan a las rocas existentes en Tahuehueto, Dgo., son de tipo hidrotermal y se encuentran ampliamente distribuidas en toda la zona.

Tres son los principales tipos de alteración hidrotermal que se pueden distinguir en las unidades litológicas que se encuentran alojando la mineralización en el área de estudio, y que en orden de importancia, son las siguientes: PROPILITICA, FILICA Y ARGILICA.

ALTERACION PROPILITICA

La alteración propilitica se presenta en mayor o menor grado dentro de todas las unidades litológicas que afloran en el área de Tahuehueto, Dgo., pero las rocas a las cuales se encuentran afectando más intensamente son las rocas andesíticas más antiguas. Esta unidad presenta un color verde grisáceo consecuencia de la alteración propilitica avanzada que la afecta, la cual se encuentra definida por la siguiente asociación mineralógica: clorita, epidota, calcita -

+ cuarzo, + sericita y piritita.

Las rocas cuarzomonzoníticas presentan esta alteración en forma de manchas verdes dentro de una coloración pardusca que es la que presenta esta roca. La propilitización en este tipo de rocas es intermedio y se encuentra definida por la siguiente asociación mineralógica: clorita, cuarzo, piritita, + sericita, + minerales arcillosos.

Las rocas granodioríticas también se encuentran afectadas por este tipo de alteración, aunque se puede notar que es en menor grado en comparación con las andesitas. La alteración es de tipo intermedio y se define por la siguiente asociación mineralógica: clorita, cuarzo, sericita, epidota y piritita.

Todas las demás rocas que afloran en el área de estudio, presentan este tipo de alteración, pero en muy bajo grado.

ALTERACION FILICA

Siguiendo el orden de importancia de alteración, se tiene que la alteración filica intermedia definida por la asociación mineralógica: cuarzo, + sericita, + piritita, + clorita, + minerales arcillosos, se encuentra alterando a rocas cuarzomonzoníticas, y representa la alteración más tardía en esta roca.

En las rocas andesíticas y granodioríticas, así como en todas-

las demás rocas que se encuentran aflorando en esta área, la aparición de la alteración filica es mínima e incipiente ya que su presencia es ocasional.

ALTERACION ARGILICA

La alteración argílica se encuentra muy escasamente distribuida en las unidades litológicas presentes en el área de estudio. Solamente se encuentra como una alteración hipogénica en las rocas cuarzomonzoníticas, y está definida por la asociación mineralógica siguiente: cuarzo, minerales arcillosos, + sericita, + clorita.

En las demás unidades litológicas, esta alteración no se encuentra definida y sólo ocasionalmente se puede tener parte de la asociación mineralógica que la determina.

IV.3) GEOLOGIA DE MINAS

IV.3.a) Descripción de Obras Mineras y Estructuras Mineralizadas

El estudio geológico del interior de la mina integrado al estudio geológico superficial local y regional da una mejor visión acerca de los rasgos geológicos (vetas, fallas, fracturas, contactos litológicos, alteraciones) más importantes. Si se tiene como base la integración de esta información, se puede llegar a tener una mejor interpretación y una mejor resolución de los problemas geológicos a los -

que se tiene que enfrentar el geólogo de minas durante la planeación y posteriormente en el desarrollo de las obras mineras.

La geología de minas se describe con base a las obras desarrolladas por el Consejo de Recursos Minerales dentro de la región y teniendo como base cuatro áreas principales: Area El Rey, Area del Crestón, Area 5 de Mayo y Area Texcalama.

AREA EL REY

La bocamina del Nivel 1 de la Mina El Rey se encuentra ubicada en dirección N5°E y a una distancia aproximada de 700 m en línea recta del Rancho El 14.

En la Mina El Rey se encuentran localizadas dos estructuras mineralizadas que tienen la forma de veta-falla y están emplazadas en rocas granodioríticas. Estas vetas reciben los nombres de Veta Azufrosa y Veta Sta. Rita; la primera de ellas es la que desde el punto de vista económico presenta la mayor importancia, de manera que fue a la veta que se dio preferencia, para ser explorada y posteriormente desarrollada.

Veta Azufrosa

Se desarrollaron cuatro niveles: Nivel 0, 1, 2 y 3; teniendo des niveles de 50 m entre ellos (Ver Planos 5, 6, 7, 8). De los tres niveles sólo en el Nivel 1 se cortaron las dos vetas; La Azufrosa a una distancia de 35 m de la bocamina y la Sta. Rita a 50 m de distancia

de la Veta Azufrosa. En los tres niveles se desarrollaron frentes sobre la Veta Azufrosa, y solamente en el Nivel 1 sobre la Veta - Sta. Rita.

Esta veta tiene un rumbo aproximado de $N45^{\circ}E$ y en los Niveles 1 y 2 que son los que tienen más desarrollo presenta un echado muy constante de 75 a 80° hacia el SE, pero a medida que se avanza sobre esta estructura hacia el norte, aproximadamente a los 210 m de donde es cortada esta estructura con el socavón principal, el echado empieza a tener variación y cambia ligeramente hacia el NW.

La Veta Azufrosa se encuentra muy bien definida por los dos respaldos de la falla y precisamente hacia dichos planos de la falla se observa una salbanda de color amarillento y en menor proporción óxidos de manganeso. El comportamiento de esta veta por espacio de 200 m, es muy constante (de los 80 a 90 m hacia el SW donde fue cortada por el socavón principal y a 110 m hacia el NE, del mismo), con un espesor promedio de 0.8 m; pero a partir de los 110 m hacia el NE la estructura empieza a sufrir un ramaleo hasta presentar hilos con espesores de 5 a 10 cm, y ocasionalmente volverse a juntar. Sin embargo, la ley de los mismos tiende a disminuir considerablemente; de tal manera que los 200 m de veta regular podrían ser considerados como un clavo. Aparente-

mente, a medida que se avanza en profundidad hacia la parte SW, - se incrementa esta longitud debido a que el echado que tiene la falla postmineral que trunca las estructuras en esta área, es hacia el - SW.

La Veta Azufrosa tiene como mineral de ganga, cuarzo en forma de agregado de cristales anedrales y subedrales con sericita intersticial y rellenando finas vetillas. Los minerales de mena que se encuentran íntimamente asociados al cuarzo son: blenda y pirita principalmente, con menores concentraciones de pirita, calcopirita, bornita, plata y oro. Estas concentraciones de mineral se presentan en forma de vetillas en el cuarzo. Ocasionalmente hacia el centro de las estructuras se observan drusas con cristales de cuarzo bien desarrollados que representan una textura de relleno de cavidades.

AREA EL CRESTON

Dentro del área El Crestón se desarrolló una obra minera en el Nivel 16, que se encuentra localizado en la parte más baja de esta estructura, con dirección N30°E y a una distancia de 400 m del Rancho El 14. (Ver Plano No. 4).

Por otra parte, El Crestón tiene un desarrollo de obra minera muy grande, excavado en un total de 10 niveles, distribuidos dentro

de una diferencia de elevación de 480 m de la siguiente manera: - de la parte más alta a la parte más baja; Nivel 0, Nivel 3, Nivel 6, Nivel 7, Nivel 9, Nivel 10, Nivel 11, Nivel 12, Nivel 14 y Nivel 16.

De las tres estructuras que afloran superficialmente, (Veta La Escondida y Crestón 1 y 2) en el único nivel donde se encuentran cortadas por un crucero es en el Nivel 14. En este nivel únicamente se encuentran desarrolladas en tramos la Veta Crestón 1 y La Escondida; en los niveles superiores tan sólo se ha desarrollado la Veta Crestón 1. El Nivel 16 se desarrolló en gran parte sobre la Veta La Escondida y se cortó la Veta Crestón 2.

Estas tres vetas siguen una trayectoria aparentemente paralela, pero las que más conservan este paralelismo son las Vetas Crestón 1 y 2, que tienen un rumbo aproximado de N25°E, y un buzamiento de 70° hacia el SW. Al principio la Veta La Escondida se presenta paralela a las otras dos vetas, pero conforme se avanza hacia el N se va separando hacia el W.

Estas estructuras frecuentemente presentan un fuerte brechamiento formado principalmente por fragmentos de roca de composición cuarzomonzonítica, cementados por cuarzo lechoso y mineral -diseminado, principalmente pirita, calcopirita y bornita. Estas vetas se presentan muy oxidadas con abundantes óxidos de fierro y manganeso, que se pueden notar básicamente en las fracturas y fallas.

La ganga característica de estas estructuras es el cuarzo, pero en partes y en grado mucho menor se encuentra calcita.

La Veta Crestón 1 es la que tiene mayor cantidad de calcita como ganga pero sin llegar a superar al cuarzo.

Dentro de estas vetas se tiene como mena principal la blenda y galena con poca ley de plata, algo de calcopirita, pirita y bornita. La mineralización se encuentra en forma de vetillas a lo largo de fracturas, pero en partes se puede encontrar bordeando fragmentos de roca, lo que da un aspecto brechoide que es muy frecuente dentro de esta área.

A medida que estas vetas se profundizan en dirección N, se nota, en casi todos los niveles, que se ramalean considerablemente y forman vetas muy angostas; además sus leyes disminuyen en valores de plata.

AREA 5 DE MAYO

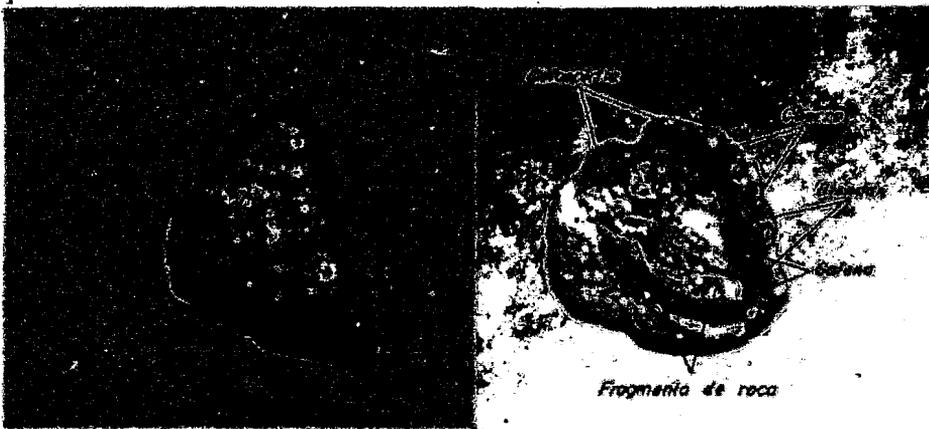
La Mina 5 de Mayo se localiza aproximadamente a 1 000 m en dirección S55°W del Rancho El Catorce. Fue realizada teniendo en cuenta tres estructuras mineralizadas que se encuentran dentro del área.

Las estructuras del área son la Veta 5 de Mayo 1, la Veta 5 de Mayo 2 (Ver Plano No. 9 y 10), y la Veta El Camino. Las Vetas 5 -

de mayo 1 y 2 son veta-falla y la Veta El Camino aparenta ser una veta de fisura. En cuanto a importancia económica, las Vetas 5 - de Mayo 1 y 2 son las que presentan mayor interés. Estas dos vetas tienen una apariencia paralela con una dirección aproximada de N30°E y una separación de 40 m entre ambas vetas.

La Veta 5 de Mayo 1, presenta espesores hasta de 5 m; a medida que se profundiza en dirección N, su espesor disminuye hasta 0.8 m, y sus leyes bajan considerablemente hasta que es desplazada y totalmente estrangulada por fallas, posiblemente ocasionadas por la presencia de un dique muy cercano que trunca la Veta 5 de Mayo 2. El desarrollo de la Veta 5 de Mayo 1 es 140 m, con un rumbo N30°E y un buzamiento de 55 a 60° hacia el SE. En este tramo se puede ver que el tipo de roca dentro de la cual se encuentra emplazada la estructura mineralizada es una andesita; además, aparte de la falla principal existieron movimientos posteriores que ocasionaron una serie de fracturas y fallas que afectan directamente a la estructura, permitiendo la percolación de agua que ha provocado una oxidación muy fuerte en toda la veta y hasta una posible lixiviación de los sulfuros primarios.

La Veta 5 de Mayo 2 tiene un rumbo N30°E y un echado promedio de 75° hacia el SE, su espesor es de 0.7 a 0.8 metros. Aunque tiene un espesor menor que la Veta 5 de Mayo 1, se puede



Mineralización que se presenta rodeando de manera ordenada a fragmentos de roca de tipo andesítico. Ocasionalmente y de manera muy local, como es el caso de la Veta 5 de Mayo 2, esta mineralización da la apariencia de nódulos.

Calcopirita
Cuarzo
Blenda
Galena
Fragmentos de roca

ver que es una veta que tiene una mayor concentración de mineral. Dentro de ella, la mineralización se puede observar en dos formas: la principal como vetillas de sulfuros de plomo, zinc, cobre y fierro dentro de una ganga cuarzosa, y una secundaria que se encuentra con menor frecuencia que da la apariencia de ser nódulos con fragmentos de roca en el centro y alrededor de ellos se tiene la mineralización.

Como mena principal existe blenda y galena y en menor proporción calcopirita, pirita, bornita, plata, oro y cobre; todos estos minerales tienen como ganga cuarzo cristalino y lechoso.

AREA TEXCALAMA

Dentro de esta área, localizada aproximadamente a 600 m en dirección S10° E del Rancho El 14, se hizo obra minera únicamente en la Mina El Saltito, sobre la Veta Texcalama. Esta veta en superficie es una de las que más afloran dentro del área de estudio y aunque tiene espesor de 0.7 a 0.8 m, presenta muy buenos valores de oro. La obra (Ver Plano No. 11), tiene un desarrollo de 140 m durante el cual se observa una estructura con mucha variación respecto a su espesor; se puede considerar como una veta que presenta la forma de rosario. El espesor en interior de mina se conserva entre 0.70 y 0.75 m, con un echado promedio de 75° hacia el SE.

Hacia el bajo de la veta se observa una coloración amarilla y

rojiza que es aparentemente donde se presentan los más altos valores de oro. Dentro de la veta se observan drusas con cristales de cuarzo y ocasionalmente cristales de yeso bien desarrollados.

La roca encajonante de la Veta de Texcalama es la andesita que corresponde a la roca más antigua que aflora dentro del área de estudio.

La Veta Texcalama tiene como mena principal blenda y galeña y en menor proporción plata, oro, pirita, calcopirita y bornita; la ganga es cuarzo cristalino y en partes lechoso.

AREA 3 DE MAYO

Esta área se localiza en la parte topográficamente más baja - de la zona de estudio, aproximadamente en dirección S20°E y a una distancia de 2 km en línea recta del Rancho El 14.

En ésta se encuentran aflorando principalmente las rocas andesíticas más antiguas, parte de la secuencia piroclástica y en menor escala rocas cuarzomonzoníticas y diques de composición diorítica.

En rocas andesíticas muy oxidadas se tiene una serie de estructuras mineralizadas; dos de estas estructuras son muy importantes la Veta Jesús y la Veta María. Estas vetas tienden a ser paralelas y se encuentran con una separación de 100 m aproximadamente y un rumbo de N35°- 45°E. Por otra parte, afloran formando crestos -

por espacio de 600 m con un espesor que varía entre 0.5 y 2.0 metros.

La Veta Jesús es la única estructura mineralizada dentro de la localidad que tiene un buzamiento promedio de 75° hacia el NW. - Presenta como ganga cuarzo lechoso, con sulfuros de plomo y zinc en forma diseminada. Ocasionalmente se encuentran desprendimientos de esta estructura en forma de hilos de carbonato de calcio (calcita).

La Veta María tiene un buzamiento promedio de 75° hacia el SE, teniendo como ganga cuarzo lechoso en forma de hilos y presentando sulfuros de plomo y fierro diseminados. Esta veta tiene la apariencia de tener un desprendimiento que forma la Veta Rosa, que sigue una dirección paralela a la Veta María, pero con un buzamiento hacia el NW.

IV. 3. b) Controles de Mineralización

A continuación se exponen las principales guías de mineralización que se observan en el Distrito Minero Tahuehueto, Dgo.

Guías Fisiográficas

En la zona de Tahuehueto, Dgo., las expresiones topográficas - de la mineralización constituyen el control más evidente de la misma.

Las vetas en sentido general, son silicatadas y por lo tanto pre-

sentan una mayor resistencia a la erosión que las mismas rocas encajonantes (andesitas, dacitas cuarzomonzonitas y granodioritas), y por lo tanto constituyen eminencias en forma de crestones que resaltan a simple vista.

La presencia de crestones en el distrito determina la presencia de mineralización, pero no necesariamente cumple con una relación directa con la cantidad de mineral presente, es decir el espesor de las estructuras mineralizadas no está en relación directa con el comportamiento de las vetas a profundidad.

Debido al intenso tectonismo que ha sufrido el distrito, ha causado el basculamiento de bloques y por lo tanto el nivel de erosión varía de un área a otra, ocasionando distintos niveles de oxidación, dependiendo tanto de la situación topográfica como de la estructura de la veta y del grado de alteración de las rocas encajonantes.

Gufas Mineralógicas

De acuerdo a las experiencias que se tienen del distrito, se observan los siguientes controles mineralógicos que rigen en cierta forma este yacimiento. Estos parámetros se refieren principalmente a minerales de ganga y alteraciones de la roca encajonante.

En cuanto a los minerales de ganga, cuando ocasionalmente se tiene calcita como ganga en cantidades menores que cuarzo, los valores de Ag, Pb, Zn disminuyen considerablemente, mientras que cuan

do la ganga está constituida casi en su totalidad por cuarzo, los valores de Ag, Pb, Zn son considerables.

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

En general, las alteraciones como son la propilítica, filica y argilica se encuentran distribuidas en mayor o menor grado en la zona, por lo que no resulta fácil establecer guías confiables para la detección de áreas con mayor concentración de mineral, y sólo en base a la observación minuciosa de las estructuras mineralizadas, se han podido establecer los siguientes parámetros: la alteración propilítica se encuentra afectando a las andesitas en las cercanías de las estructuras mineralizadas y se observa principalmente en el alto de las vetas, como es el caso de las Vetas 5 de Mayo 1 y 2 y Texcalama.

La alteración filica y la mineralización de mena que presentan principalmente las rocas granodioríticas en el área El Rey en apariencia forman parte de un mismo proceso, por lo que en este sentido las concentraciones de mena más interesantes en ésta, están asociadas estrechamente con esta alteración.

En el área El Crestón la cloritización y silicificación parecen ser las alteraciones de mayor importancia, en vista de su estrecha relación con las mejores concentraciones de mineralización, ya que constituye la alteración de gran uniformidad vertical y lateral, estre

chamente asociada a los clavos principales de Pb-Zn mismos que se encuentran predominando hacia el bajo de la estructura.

Gufas Estratigráficas y Litológicas

En el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., las rocas andesíticas que han sido postuladas por varios autores como una guía de mineralización regional en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, constituyen en gran parte la roca encajonante de las estructuras mineralizadas del mismo, principalmente en las partes que se encuentran topográficamente más bajas.

Estas rocas fueron fracturadas, afalladas y alteradas por soluciones hidrotermales como consecuencia de la intrusión de cuerpos magmáticos de composición granítica, permitiendo que estas fracturas y fallas formaran verdaderos canales permeables, por los cuales pudieran ascender con facilidad los fluidos mineralizantes.

Por otra parte, en las zonas donde la mineralización penetra en otras unidades litológicas, como son los casos de El Crestón y El Rey, no se observan cambios notables en las estructuras.

Gufas Estructurales

En el yacimiento de Tahuehueto, Dgo., el elemento estructural constituye uno de los factores más importantes en el control de la mineralización.

En general, como ya se ha mencionado, existen dos sistemas de fracturamiento bien definidos en la región; que en conjunto constituyen un modelo estructural:

- Un sistema de fallas normales premineralización que presentan una orientación preferencial NE 30° - 60° SW y buzamientos hacia el SE.
- Un sistema más joven de fallas postmineralización, generalmente de tipo normal con una orientación preferente NW 25°- 55°SE y buzamiento hacia el SW.

El primero de los sistemas sirvió para la circulación y depósito de fluidos mineralizantes, así como para el control del emplazamiento de los cuerpos intrusivos. El segundo sirvió para cortar las vetas y afectó a toda la columna estratigráfica, formando una serie de bloques caídos en forma de escalón, que desplazaron la mineralización.

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

- a) Clavos a rumbo de vetas
- b) Clavos de intersección a rumbo de veta
- c) Clavos de intersección a echado de veta

d) Disminución de espesor de estructuras a profundidad en rocas intrusivas.

IV.4) GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras tanto del área de estudio como de la región, han sido provocadas por las perturbaciones orogénicas de la Revolución Laramide, efectuada a fines del Cretácico y principios del Terciario.

Las unidades litológicas a nivel regional y dentro del área de estudio forman un monoclinal con un buzamiento de 8 a 12° hacia el SW.

Los rasgos más importantes que se observan dentro del área consisten principalmente de fallas y fracturas que pueden ser agrupadas dentro de dos sistemas principales: el más antiguo que sería premineral y el más joven que sería postmineral. El primero de ellos es un fracturamiento que sirvió para la circulación y depósito de los fluidos mineralizantes, consiste en fallas normales - paralelas y subparalelas con rumbo preferencial NE-SW y buzamiento de 75 a 80° hacia el SE, con desprendimientos o ramalços que por su posición sugieren fuerzas de compresión E-W, posteriores a las fuerzas de tensión N-S. Este sistema de fallamiento se encuentra afectando principalmente a la secuencia volcánica calcoalcalina más

antigua, y a las rocas intrusivas, por lo que se puede pensar en una edad aproximada para este fracturamiento posterior al Eoceno Tardío. Esta es la edad aproximada de las rocas intrusivas del área, que se toman como base, ya que al estar intrusionando a la secuencia volcánica inferior y parte de la secuencia piroclástica, estos cuerpos intrusivos son necesariamente de edad más joven. Respecto al desplazamiento vertical que presenta este sistema de fallamiento, no existe algún lugar donde pueda ser medido con precisión y sólo se tiene conocimiento del interior de la mina, donde se observa, en forma muy clara, el estriamiento dejado por el desplazamiento de bloques ocasionado por fuerzas de tensión.

El segundo de los sistemas de fallamiento es un sistema post-mineral, consiste de fallas y fracturas aproximadamente paralelas con rumbo preferencial NW-SE, y buzamiento hacia el SW. Las fallas principales que forman este sistema son dos: la primera de ellas cruza en la parte central de la zona de estudio y puede ser seguida regionalmente por varios kilómetros, es una falla normal con un desplazamiento vertical posiblemente cercano a los 200 metros. Esta falla corta toda la secuencia litológica incluyendo las rocas ignimbríticas y basálticas más jóvenes; también trunca las estructuras mineralizadas de las Minas El Rey y El Crestón. La segunda de estas fallas se encuentra localizada en la parte NW-SE del área de estudio y al igual que la primera, es una falla normal



Contacto litológico discordante entre una ignimbrita (A) y una brecha aglomerática (B) siendo afectado por una falla normal muy bien definida.

con inclinación hacia el SW. Esta falla corta toda la secuencia litológica de la región y en el área 5 de Mayo en la frente SW trunca las estructuras mineralizadas. La falla tiene un desplazamiento vertical aproximado a los 100 metros.

A los dos grupos de fallas y fracturas principales se asocian fracturas que deben de considerarse como un sistema de fracturamiento secundario o complementario al fallamiento principal.

En la región se observan varios diques entre los que se pueden mencionar el que se encuentra en el área de El Crestón; este es un dique de composición cuarzomonzonítica con una longitud superficial de 600 m y un espesor de 150 a 200 m, y un desnivel de 450 m aproximadamente; este dique se encuentra muy relacionado a la mineralización ya que ésta se encuentra emplazada en él.

En el mismo crestón, exactamente a la entrada de la bocamina del Nivel 16 e intrusionando al dique cuarzomonzonítico se tiene un dique de composición andesítica con espesor de 1 m cortando a las estructuras mineralizadas y siguiendo hacia El Rey.

En el área 5 de Mayo se encuentra aflorando un dique con un espesor de 1.5 m y que en interior de mina corta las Vetas 5 de Mayo - Nos. 1 y 2; tiene una composición diorítica y un rumbo NW-SE.



Panorámica que muestra algunas de las unidades litológicas siendo afectadas por fallas normales con fuertes desplazamientos, mismos que ocasionaron una serie de bloques caídos en forma escalonada, principalmente en dirección sur.

- (A) Basalto andesítico
- (B) Ignimbritas
- (C) Dacita
- (D) Brecha aglomerática
- (E) Toba riolítica
- (F) Aglomerado

En el Prospecto 3 de Mayo, hacia abajo del Rancho Hacienda de La Rueda y siguiendo la corriente del Río de Las Vueltas, se encuentran tres diques que varían de rumbo N franco a NW, con espesores que van de los 10 a 15 m, con una composición dacítica y diorítica principalmente. Estos diques se encuentran intrusando únicamente a rocas andesíticas más antiguas.

IV.5) GEOLOGIA HISTORICA

La serie de eventos que se llevaron a cabo a lo largo - de la Sierra Madre Occidental y en particular en la zona en estudio, abarca un período desde fines del Cretácico hasta el Reciente; con base en esto, a continuación se expone un bosquejo histórico:

El más antiguo rasgo del cual se tenga evidencia, es - la depositación de rocas sedimentarias, las cuales probablemente forman el basamento de la secuencia volcánica. Estas rocas se han encontrado en afloramientos de dimensiones muy restringidas como es el caso del que se encuentra en el Arroyo Pascuas cerca - del mineral de Birimoa; en este lugar se presentan limolitas que tienen como característica fundamental la presencia de braquiópodos.

En el Cretácico se tiene una formación de calizas que constituyen la cordillera de Indé, penetrando hasta el pie de la Sie

rra Madre Occidental durante este período. Hacia el Cretácico Temprano las tierras emergidas al N de la República se encontraban principalmente en lo que es actualmente el Estado de Sonora y también Sinaloa y se extendían hasta la parte de Michoacán. En la parte oriente de estas tierras emergidas se extendía el Miogeosinclinal Mexicano agrupando en la actualidad los Estados de Chihuahua, oriente de Durango y Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; para este período San Luis Potosí se encontraba actuando como plataforma y una parte de Coahuila como isla.

Durante el Cretácico Medio se puede considerar una etapa de calma que permitió que se continuara con las mismas condiciones anteriores.

En el Cretácico Tardío y Terciario Temprano (?) se registró un largo período de actividad volcánica. En este tiempo fueron depositadas las rocas de composición andesítica con espesores posiblemente superiores a los 1 500 metros, que son las que representan el evento más antiguo existente en la región.

Posteriormente, en el Eoceno Tardío (?) se efectuó un período de fracturamiento con rumbo NE-SW y E-NE, acompañado de una ligera inclinación de las andesitas, mismas que posteriormente fueron intrusionadas por cuerpos granodioríticos en forma de stocks.

Después del fallamiento y la intrusión ocurre un intensa alteración propilítica, seguida más tarde por una alteración cuarzo-sericítica y una depositación de mineral con rumbo NE preferencial, dando lugar a las vetas-fallas que se conocen actualmente.

Una etapa de relativa calma es el siguiente evento, en este tiempo se llevó a cabo un período de intrusión de la roca ya existente, en forma de diques de composición dacítica, andesítica y diorítica. Las rocas andesíticas y granodioríticas ya mineralizadas fueron atacadas por fenómenos erosivos. Para fines del Oligoceno y principios del Mioceno, ocurre una nueva reactivación volcánica que viene a cubrir en discordancia litológica a las andesitas y rocas intrusivas. Esta nueva reactivación volcánica estuvo constituida por derrames de piroclásticos, tobas e ignimbritas de composición riolítica y basaltos andesíticos.

Durante el Mioceno acaeció un segundo período de actividad tectónica que dio lugar a grandes fallas y fracturas casi verticales con rumbos preferenciales NW-SE, que son las que se encuentran truncando las estructuras mineralizadas del área de Tahuehueto. Esto fue debido a la culminación del ajuste isostático iniciado en el Oligoceno, dando lugar a derrames basálticos que se pueden observar en el municipio de Canatlán, Nombre de Dios, Poanas y Tahuehueto,

Durango.

Por último, en épocas recientes, debido a los efectos de la erosión biológica, física y química, grandes áreas de la Sierra Madre Occidental se han cubierto por suelo.

V. YACIMIENTOS MINERALES

En el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., la mineralización se encuentra emplazada en tres tipos de rocas: rocas andesíticas-dacíticas, cuarzomonzonitas y granodioritas; es decir, la mineralización se tiene emplazada en casi toda la secuencia de rocas correspondientes al Terciario, exceptuando únicamente a la secuencia piroclástica formada por alternancia de agomerados y tobas, coronados por ignimbritas y basaltos, que actuaron como una roca sello a la circulación de soluciones mineralizantes.

Las estructuras mineralizadas se presentan en forma de vetas que se encuentran ocupando el espacio de fallas y fisuras. Las vetas toman la forma que presentan las fallas y fisuras, que generalmente es muy irregular; tomando ocasionalmente forma de rosario y en partes un aspecto brechoide, en el cual se observan fragmentos de roca alrededor de los cuales se encuentra depositada la mineralización.

Dentro del Distrito de Tahuehueto, Dgo., las vetas tienen una orientación preferencial NE-SW que varía entre los 30° y los 50° y teniendo un echado de 70° a 85° hacia el SE. La única veta que presenta echado hacia el NW en el distrito es la Veta Jesús, que se encuentra en el área 3 de Mayo.

Las vetas en ocasiones presentan bandeamiento o crustificación aparente, con estructuras masivas, bastante compactas y - con drusas espaciadas rellenas de cristales de cuarzo de forma eudral pero no de gran tamaño, representando una textura de relleno de cavidades bien definida. Tanto la forma que presentan - las vetas como su orientación y textura son las que más abundan regionalmente; hacia el S de Tahuehueto, en los Distrito Mineros de Topia, Canelas, Birimoa y La Esperanza Dgo., se tienen presentes, con ligeras variaciones como es el caso del espesor de las vetas que es un poco menor pero con una mayor concentración de mineral, lo cual no se presenta en Tahuehueto al disminuir el espesor de las vetas.

V.1) MINERALOGIA

Por medio de ejemplares de mano y de superficies pulidas fue posible identificar un poco menos de 25 minerales entre primarios y secundarios; de éstos se pueden encontrar comúnmente alrededor de 12 en las zonas mineralizadas y el resto también se encuentran pero en mucho menor cantidad. La mineralización está - compuesta únicamente por sulfuros. Los sulfuros de zinc (blenda) y sulfuros de plomo (galena), son los minerales de mena que se presentan con más frecuencia; por lo que respecta a la ganga, el cuar-

zo es el principal mineral.

Minerales de Mena:

Los minerales de mena observados son los siguientes:

Hipogénicos:

Galena

Blenda

Calcopirita

Cobre gris (tetraedrita-tenantita- plata-electrum)

Bornita

Supergénicos:

Calcocita

Malaquita

Azurita

Covelita

Cerussita

Hemimorfita

Smithsonita

Hematita

Limonita

V. 1. a) Minerales Hipogénicos

Blenda. - La blenda se encuentra de manera abundante -

en la mineralización del Distrito de Tahuehueto, Dgo. Se encuentra en cristales anedrales con tamaño de grano grueso con inclusiones de calcopirita en forma de textura de exsolución y en vetillas. Este mineral tiene variación de color dependiendo de su contenido de fierro.

Galena. - Este mineral es también abundante, y se tiene cristalizado tanto en grano grueso como fino, que marca el grado argentífero del mismo. Se encuentra en cristales subedrales y anedrales y en parte reemplazando a la calcopirita y blenda.

Calcopirita. - La calcopirita ocurre en pequeñas cantidades, constituyendo cristales muy finos, en íntima asociación con la blenda, ya que se encuentran incluidos en ella y también ocurre en cristales anedrales diseminados, parcialmente alterados por calcocita y covelita.

Cobre Gris (tetraedrita-tenantita). - Esta asociación se encuentra presente en inclusiones en calcopirita, pero también se encuentra con cierta frecuencia formando intercrecimientos con galena, los cuales están incluidos en calcopirita. Asimismo, la tetraedrita-tenantita se presenta formando exsoluciones en galena, lo cual se puede observar principalmente en aquellas zonas en donde éste último es abundante.

Bornita. - La bornita comúnmente se encuentra asociada a la calcopirita ya sea como cristales anedrales individuales y en forma diseminada o como intercrecimientos de bordes mutuos y en ocasiones como vetillas dentro de la calcopirita, que definen aunque burdamente los planos de crucero de la esfalerita. La bornita frecuentemente se encuentra alterada por calcocita y covelita.

Pirita. - La pirita se encuentra en cristales que varían de euedrales hasta anedrales y en tamaños hasta de 1.5 mm. Los cristales de pirita se encuentran diseminados en el cuarzo y en forma de vetillas, con frecuencia muestran reemplazamientos en sus bordes por sulfuros originados en etapas consecuentes.

Plata y Electrum. - Este mineral no fue observado en los presentes estudios; no obstante, aparentemente se extrajeron - en partes superficiales de los yacimientos. Sin embargo, los valores de plata aumentan considerablemente en zonas de intenso fracturaamiento que fueron favorables al enriquecimiento supergénico, al lixivarse los sulfuros y enriquecerse en plata.

V.1.b) Minerales Supergénicos

El evento de enriquecimiento supergenético y oxidación en el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., es muy evidente. La -

distribución de la zona de enriquecimiento se presenta de forma - muy irregular, pero básicamente su ocurrencia está controlada - por zonas de fracturamiento pre y postmineralización.

Covelita y Calcocita. - Estos minerales son los de mayor distribución en la zona supergénica. Ocurren principalmente - como alteraciones y reemplazando en sus bordes y fracturas a bornita, calcopirita, galena, esfalerita y en ocasiones la covelita reemplaza a la calcocita.

Malaquita y Azurita. - La malaquita y azurita ocurren - en la zona de alteración supergénica.

Hematita y Limonita. - Se encuentran en forma abundante en casi toda la parte superior del yacimiento, en las paredes de las fallas mineralizadas y en fracturas secundarias pequeñas.

V.1.c) Minerales de Ganga

Cuarzo. - El principal mineral de ganga que se encuentra en el distrito es el cuarzo; este mineral se tiene íntimamente - asociado a los minerales de mena. Se presenta formando un mosaico inequigranular de cristales anedrales y subedrales de grano fino a medio, en ocasiones con zonas pequeñas de crecimiento de clorita y sericita, y relleno de finas vetillas. Hacia la parte central de las

vetas, ocasionalmente tienen un aparente bandeamiento o crustificación, con estructuras masivas, muy compacta y con drusas rellenas de cristales de cuarzo de forma eudral.

Por tanto, se pueden definir en este caso la existencia de dos generaciones de cuarzo; la primera asociada a la mineralización y la segunda en una etapa posterior formando las drusas.

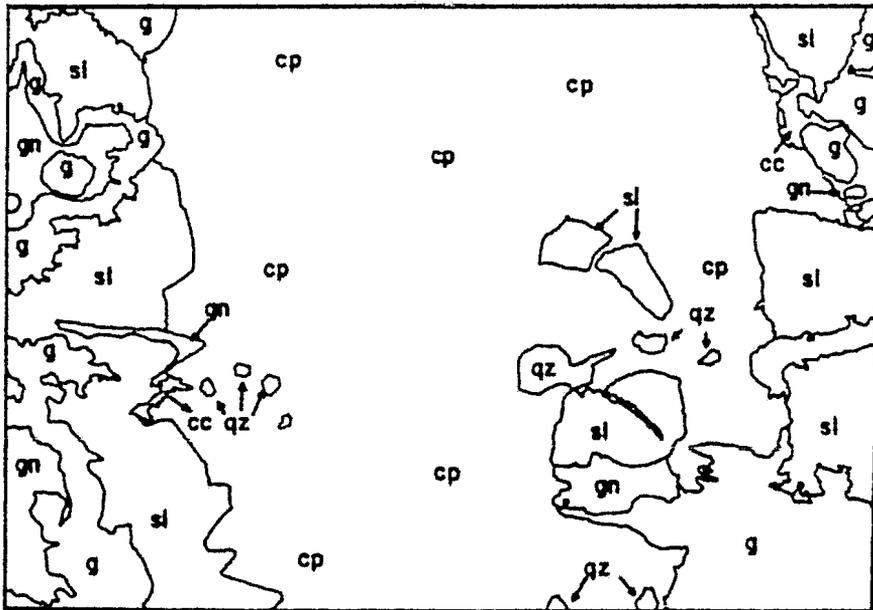
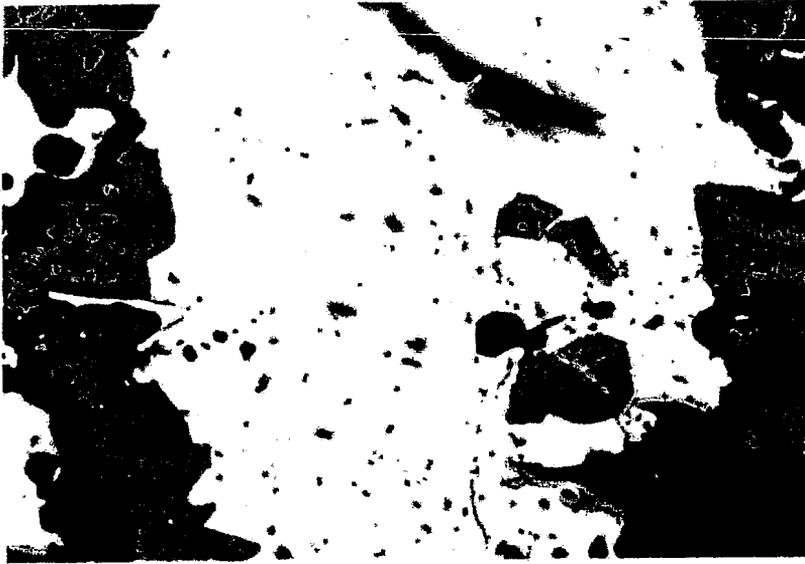
Calcita. - Este mineral aunque no es muy abundante y se encuentra esporádicamente, ocurre generalmente en drusas en forma de cristales bien desarrollados y relleno de finas vetillas.

Clorita. - La clorita se presenta esporádicamente, en forma de cristales diseminados y relleno de finas vetillas.

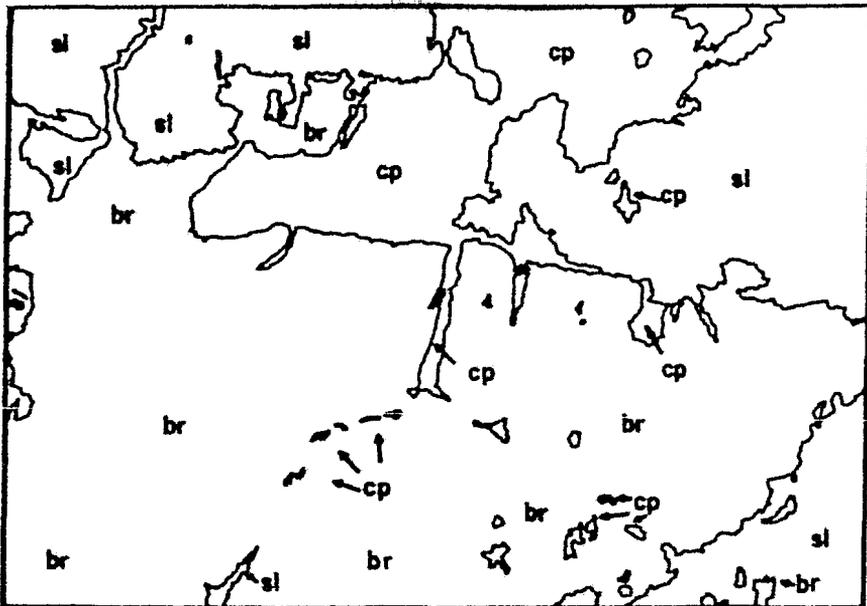
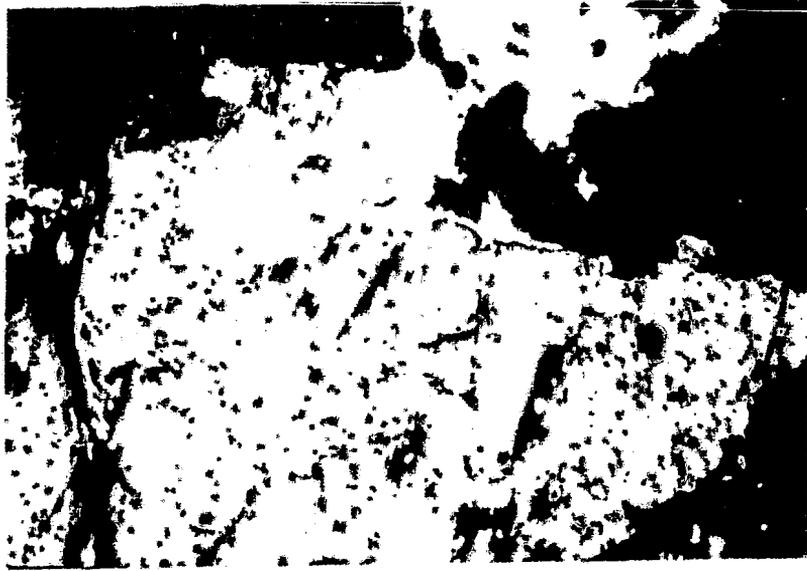
Yeso y Fluorita. - Se encuentran como minerales supergénicos relleno de finas vetillas principalmente en las áreas de 5 de Mayo y Texcalama.

V.2) PARAGENESIS

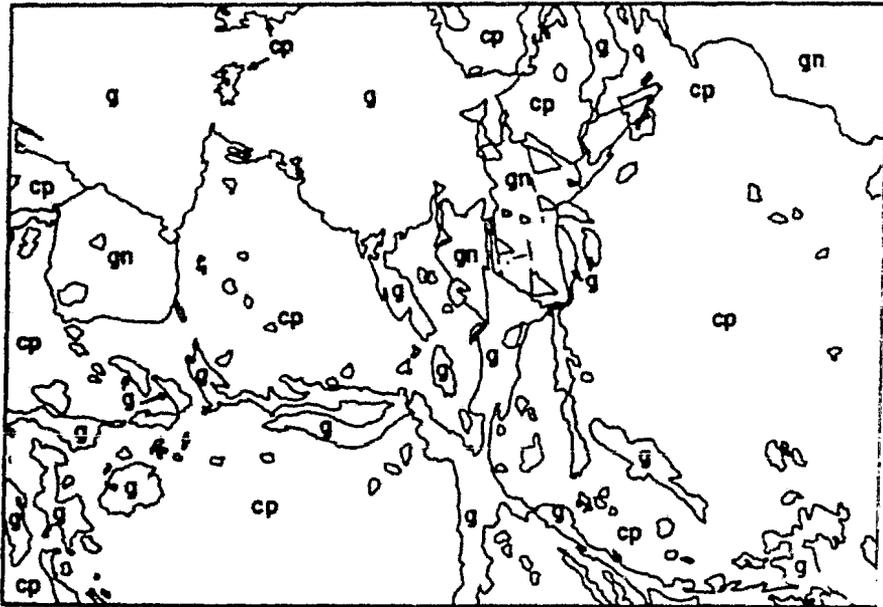
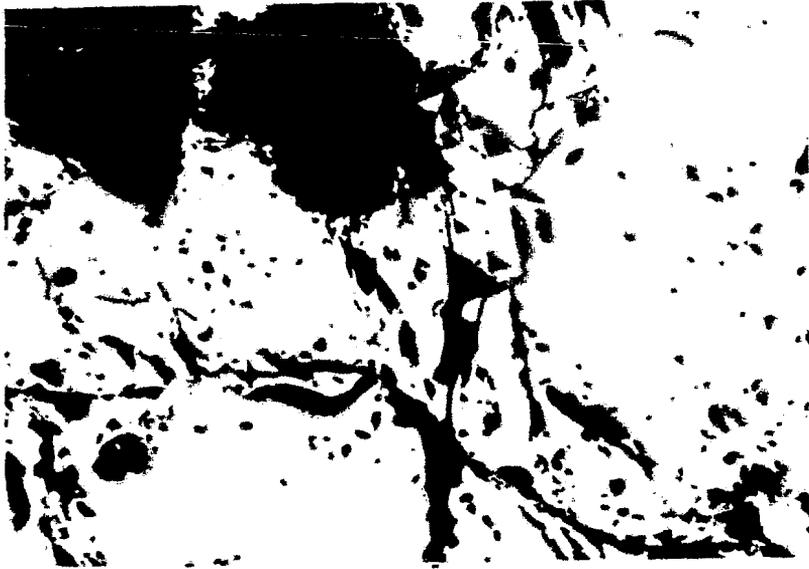
El término paragénesis de acuerdo con Routhier, fue creado por Breithaupt en 1849, y lo utilizó para definir una asociación mineralógica que resulta de un proceso geológico o geoquímico dado, pudiéndose presentar más de una paragénesis en un mismo -



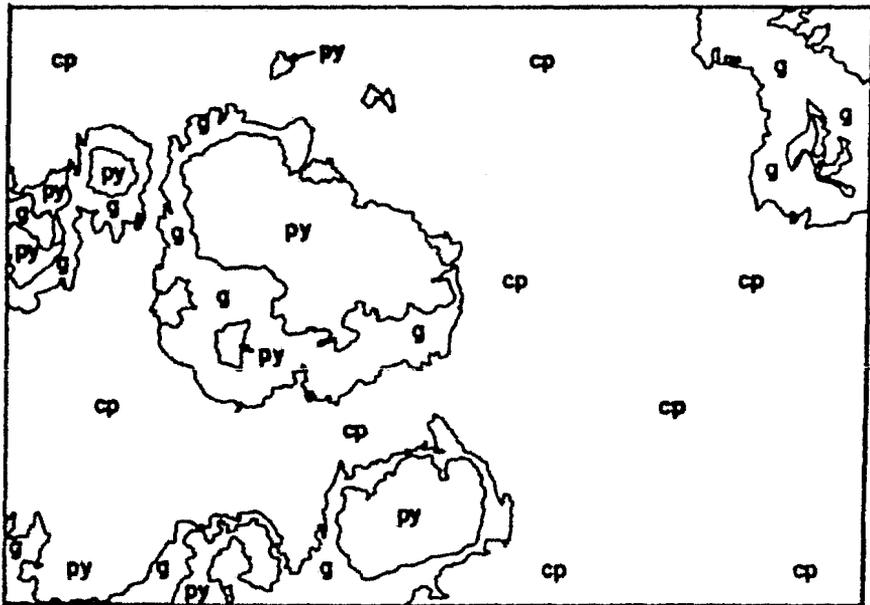
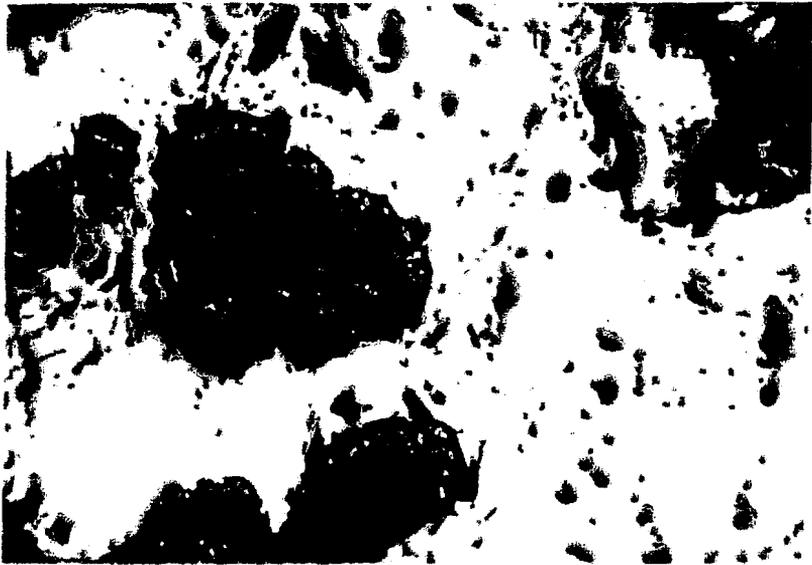
Fotomicrografía que muestra galena (gn) reemplazando a esfalerita (sl) y calcopirita (cp) e intercrecimientos de esfalerita y calcopirita con vetillas de los mismos minerales. En la calcopirita se observa un intercrecimiento de cristales euedrales hexagonales (probablemente cuarzo de la ganga de la veta). Aumento aproximado 60X.



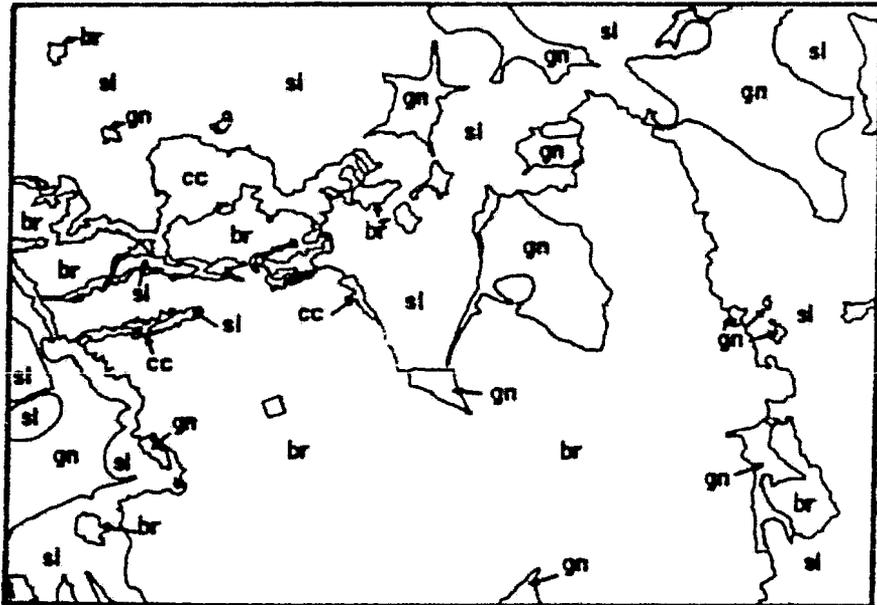
Fotomicrografia que muestra vetillas de calcopirita (cp) en bornita (br), en donde la bornita presenta textura de exolución con la calcopirita. Aumento aproximado - 60X.



Fotomicrografía mostrando galena (gn) en una textura de reemplazamiento a manera de golfos de galena en calcopirita (cp). La galena presenta arreglos triangulares característicos. Aumento aproximado 60X.



Fotomicrografia mostrando pirita (py) y calcopirita (cp) en una textura de isla y mar, en donde la pirita representa la isla y la calcopirita el mar. Aumento aproximado 60X.



Fotomicrografía que muestra intercrecimiento de bornita (br) y esfalerita (sl) siendo reemplazadas por galena (gn) con alteración en los bordes por calcocita (cc). Aumento aproximado 60X.

yacimiento.

Para la determinación de la paragénesis se tomaron como base los estudios minerográficos de superficies pulidas, tomadas de muestras colectadas en las menas.

Como base en estos estudios, se concluyó la siguiente - paragénesis para el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo.

a) PARAGENESIS HIPOGENICAS

MINERALES DE MENA

Galena

Blenda

Calcopirita

Cobre gris (tetraedrita-tenantita)

Bornita

Plata-Electrum

MINERALES DE GANGA

Cuarzo

Calcita

Clorita

Sericita

Pirita

Yeso

Fluorita

b) MINERALOGIA SUPERGENICA

Calcocita

Malaquita

Azurita

Covelita

Cerusita

Hemimorfita

Smithsonita

Hematita

Limonita

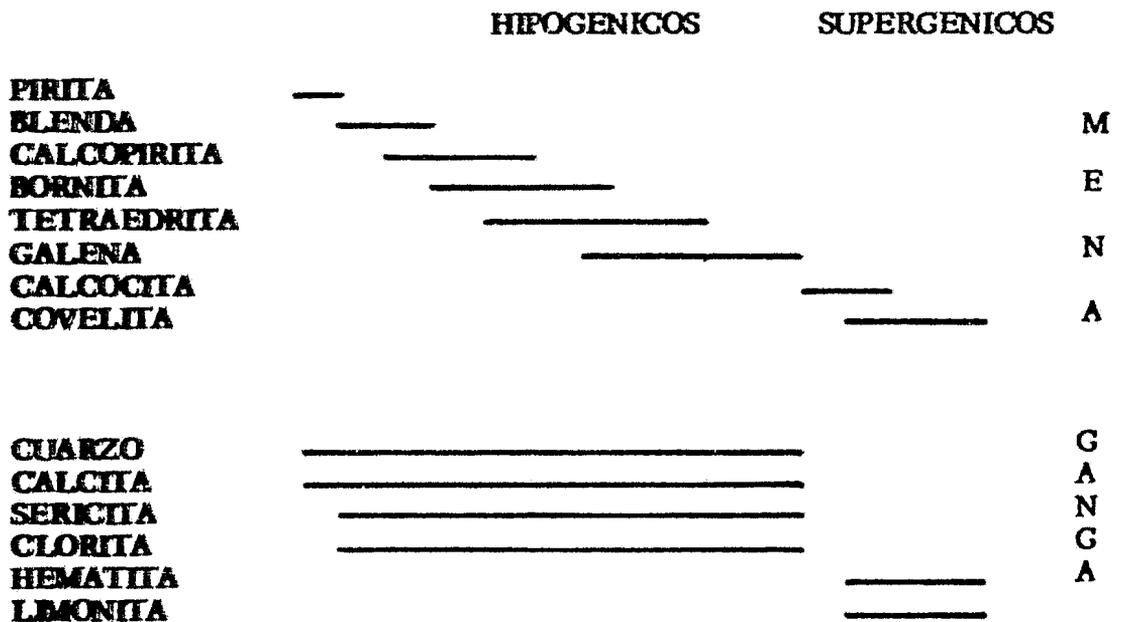
V.3) SUCESION

La sucesión de mineral indica el orden en el cual fueron depositados los distintos minerales que constituyen un yacimiento. - Este orden depende de la evolución de las condiciones físico-químicas, acaecidas en el medio donde fueron formadas.

De acuerdo con la semejanza entre las sucesiones propuestas por Lindgren (1937) y Edwards (1947, 1952), entre los cuales se concluyó el orden de depositación en el cual primero se depositan los silicatos, después los óxidos, luego los sulfuros y sulfosales y por último los metales, se puede concluir que dentro del Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., únicamente se tienen sulfuros y sulfosales.

Tomando como base los estudios mineragráficos de superficies pulidas tomadas de muestras colectadas en las menas, se propone la siguiente sucesión mineralógica para este distrito.

DIAGRAMA DE SUCESION



Esta sucesión puede ser considerada como la normal dentro del distrito, pero en ocasiones se encuentra invertida.

V.4) ZONEAMIENTO

El zoneamiento, definido como un conjunto de variaciones químicas y mineralógicas que presentan los yacimientos minerales, -

se traducen en zonas con mineralización de distinta composición más o menos bien definida; en el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., no puede ser desarrollado en todas las áreas el zoneamiento, ya que en casi todas ellas tanto de exploración vertical como lateral es muy superficial. La única en la cual se puede ver y plantear con una poca de mayor precisión es en el área El Crestón, ya que tiene un mayor desarrollo lateral y vertical.

Basándose prácticamente en análisis químicos cuantitativos y observación directa, el zoneamiento vertical se presenta de la siguiente manera: Se ha observado que el zinc es más abundante hacia la parte superior del yacimiento, el plomo se presenta en todo el yacimiento, aunque se nota una mayor proporción a medida que se tiene una mayor profundidad, y el cobre también aumenta a profundidad. La distribución de plata, aunque es muy errática, ofrece un aumento considerable en la zona de enriquecimiento supergénico y una ligera disminución de este mineral a profundidad respecto a la zona de sulfuros. El oro tiene una distribución falsa dentro del yacimiento; sólo en partes de la zona del enriquecimiento supergénico se presenta en forma más abundante.

El zoneamiento horizontal no está muy claro y sólo se observa una zona de enriquecimiento supergénico en donde los valo--

res sobre todo de plata, aumentan considerablemente. Esta zona ocupa los primeros metros a partir de la superficie del yacimiento, con un espesor condicional a la presencia de fracturas con minerales, las cuales permitieron la circulación de aguas meteóricas que favorecieron el desarrollo del evento supergénico.

V. 5) GENESIS

Al tratar de deducir cuáles fueron los procesos que originaron este yacimiento, se trató de tomar en cuenta todo lo que se observó tanto en el campo como en laboratorio. No siempre se puede colocar un yacimiento dado dentro de las clasificaciones convencionales, ya que sus características no corresponden en todos los casos a estas clasificaciones.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto en éste y en el anterior capítulo, se puede llegar a la siguiente conclusión; dentro del área de estudio se tienen dos posibles tipos de mineralización: la primera que está asociada a cuerpos intrusivos de tipo monzonítico, cuarzomonzonítico y granodiorítico, que es contemporánea con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos y que es de tipo "pórfido-cuprífero"; la segunda que se halla presente tanto en rocas plutónicas como volcánicas, en forma de vetas que aparecen alojadas en fallas y fracturas de tensión; ésta es de tipo hidrotermal asociada a vulcanis-

me.

La mineralización tipo pórfido cuprífero se encuentra en forma diseminada y de microvetillas dentro de los cuerpos intrusivos. Esta mineralización presenta poca importancia debido principalmente a que las dimensiones de los intrusivos no son grandes, por lo cual se tiene un volumen reducido y también a que la mineralización es bastante pobre.

La mineralización en forma de vetas es de suma importancia no sólo dentro del área de estudio sino regionalmente ya que las zonas cercanas presentan características de mineralización muy similares. Los principales minerales que constituyen estas vetas son: Pb, Zn, Au, Ag y Cu, los cuales fueron formados a partir de soluciones hipogénicas, provenientes muy posiblemente de las rocas intrusivas.

La mayoría de los pórfidos cupríferos y de molibdeno del mundo son relacionados a los cinturones orogénicos cenozoico-mesozoicos y limitados a la actividad de la placa litosférica. Se puede apreciar también que la mayoría de los depósitos de pórfidos del mundo están localizados rodeando a los cinturones orogénicos del Pacífico y en la parte central del Cinturón Alpide. También la historia Post-Paleozoica de los márgenes continentales y arcos insulares donde los pórfidos cupríferos son localizados, se caracteriza por un extenso vulca-

nismo calco-alkalino, el cual ha producido basaltos, andesitas, dacitas, riolitas y en algunas partes ignimbritas félsicas. Estas rocas volcánicas frecuentemente son intrusionadas por extensos batolitos y pequeños apófisis de la misma composición.

De acuerdo con algunos investigadores (Meyer y Hemley 1967; Lowell y Guilbert, 1970), los intrusivos anfitriones de los depósitos de pórfidos cupríferos así como las rocas adyacentes, pueden ser representantes de la presencia de mineral, las cuales se caracterizan por presencia de zoneamiento, un extenso arreglo de alteración hidrotermal (comúnmente potásica, filica, argílica y propilítica) y un brechamiento hidrotermal.

Considerando lo anteriormente expuesto, se puede constatar que algunas de las características de los yacimientos tipo pórfido cuprífero corresponden a los rasgos que presenta el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., es decir, este yacimiento se encuentra en relación con una actividad volcánica, cuyo origen fue la actividad magmática calcoalkalina que se desarrolló sobre la zona de subducción, donde los magmas fueron posiblemente derivados de fusión parcial de la litósfera oceánica, debido al calentamiento de fricción producido por la subducción y transportados lateralmente dentro de las trincheras oceánicas.

V.6) CUBICACION DE RESERVAS

Al llevar a cabo la evaluación de este yacimiento, se trató de hacerlo de tal manera que, las cifras de reservas no se rán consideradas como estimativas y se acerquen lo más posible a la realidad.

La mayoría de los autores coinciden en dividir a las - reservas dentro de tres clases o grupos son los siguientes: Reservas probadas o medidas (Proved ore, measured ore), mineral probable o indicado (Probable ore, indicated ore), y mineral posible o inferido (Posible ore, inferred ore).

Para la cubicación de reservas del yacimiento de Tahuehueto, Dgo., se utilizaron los términos anteriores de la siguiente - manera:

RESERVAS PROBADAS O MEDIDAS

Es el material sobre el cual se calcula un tonelaje determinado, basándose en dimensiones reveladas por afloramientos, trincheras, trabajos subterráneos y/o barrenaciones y del cual se calcula la ley de acuerdo a los resultados hechos por un muestreo - adecuado.

Los lugares en que se puede inspeccionar el muestreo,

las medidas son espaciadas de tal manera, que el carácter geológico también define que el tamaño, forma y contenido mineral pueden ser establecidos.

Además el tonelaje y ley precisos deben poderse juzgar - dentro del límite de precisión previamente establecido.

Debe establecerse si el tonelaje y ley de mineral calculado es extraíble indicando el factor de dilución.

MINERAL PROBABLE O INDICADO

Son aquéllos que se componen del material sobre el cual - se hacen cálculos del tonelaje, basándose en parte en mediciones específicas y datos de producción y en proyecciones sobre distancias razonables respaldados por datos geológicos.

Los puntos que son accesibles para ser inspeccionados, - medidos y muestreados, se encuentran a distancias precisas para establecer certeramente la continuidad del material y la ley a través de la estructura.

MINERAL POSIBLE O INFERIDO

Es el material en que las estimaciones cuantitativas se - basan principalmente sobre un conocimiento amplio del yacimiento y

para el que existen pocas o ninguna muestra medida.

Estas estimaciones se basan en continuidad y repetición supuestas para las cuales existen indicaciones geológicas razonables. Estas indicaciones pueden incluir comparaciones con depósitos de tipo semejante; cuerpos completamente tapados pueden ser incluidos, si para ellos existen condiciones específicas.

Las estimaciones de reservas posibles o inferidas deben incluir la información sobre las condiciones en que ocurre el mineral; los promedios aritméticos de cualquier número de muestras no son representativos a menos que los valores y número de muestras se hubiere tomado en cuenta.

Dado las definiciones anteriores, las reservas estipuladas en este estudio caen dentro de las tres categorías, las cuales fueron calculadas en base a figuras geométricas, principalmente triángulos, cuadrados y rectángulos, utilizando las siguientes fórmulas:

Para la Ley Media:

$$Lm = \frac{(E \times L)}{\sum E}$$

en donde:

Lm = Ley Media

E = Potencia

L = Ley

Para Tonelaje:.

$$T = V \times Pe$$

en donde:

T = Tonelaje

V = Volumen

Pe = Peso específico

AREA EL REY

En esta área se cubicaron un total de 16 blocks (Ver Plano No. 12), tomando en cuenta para obtener la ley media las muestras sacadas en cateos en superficie, en frentes y contrapozos en interior de mina y muestras extraídas de las estructuras que fueron cortadas con barrenación de diamante.

En la siguiente tabla se expone un resumen de la cubicación de estos bloques utilizando la ley media de cada uno de ellos, separando las reservas en las categorías ya establecidas.

VETA AZUFROSAT O N E L A D A S P R O B A D A S

BLOCK	TONS.	POTENCIA	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Zn %	Cu %
I	2821	0.75	0.84	123	8.78	2.87	-
II	2930	0.72	1.32	151	5.27	5.57	-
III	3420	0.72	1.32	151	5.27	5.57	-
IV	2640	0.62	1.89	188	5.86	6.17	-
V	3521	0.68	1.53	173	8.16	7.65	-
VI	3024	0.66	1.50	157	5.44	6.40	-
VII	5271	0.59	1.37	163	7.87	6.50	0.16
VIII	6987	0.77	1.80	203	10.54	13.08	-
IX	6910	0.79	2.60	344	9.57	14.61	0.50
X	5904	0.64	1.33	251	6.55	13.11	0.53
XI	2583	0.90	0.35	35	0.93	0.35	-
XII	4384	0.74	0.96	59	1.75	3.71	-
XIII	6019	0.76	1.18	142	4.10	8.84	0.22
TOTAL:	55879	9.34	82789.5	10146006	370749.89	777486.20	8754.31
LEY MEDIA		0.71	1.48	182	6.62	8.54	0.15

TONELADAS PROBABLES

BLOCK	TONS.	POTENCIA	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Zn %	Cu %
XIV	59066	0.82	0.62	46	1.29	1.85	-
XV	28773	0.75	0.92	186	5.13	6.27	0.26
TOTAL	87839	1.57	63092.08	7982405	28967800.63	289678.81	7480.98
LEY MEDIA		0.79	0.72	91	2.55	3.30	0.90

TONELADAS POSIBLES

XVI	50589	0.82	-	-	-	-	--
-----	-------	------	---	---	---	---	----

AREA 5 DE MAYO

En el área 5 de Mayo se cubicaron 15 blocks, de los cuales 5 están en la Veta 5 de Mayo 1, 5 sobre la Veta 5 de Mayo 2 y 5 en la Veta 5 de Mayo 2-SW. (Ver Planos Nos. 13, 14 y 15)

VETA 5 DE MAYO 1

TONELADAS PROBADAS

BLOCK	TONS.	POTENCIA	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Zn %	Cu %
I	11125	1.53	0.58	52	1.69	1.75	0.43
II	21017	1.51	0.30	32	2.44	2.54	0.31
TOTAL	32132	3.04	12754.60	1250724	70058.33	72826.53	11295.92
LEY MEDIA		1.52	0.39	39	2.18	2.26	0.35

TONFLADAS PROBABLES

III	29354	1.51	0.30	32	2.44	2.54	0.31
IV	15750	2.00	3.46	80	1.20	2.03	0.19
V	1999	2.02	-	25	0.62	0.21	0.08
TOTAL	47103	5.53	63301.20	2249303	91763.14	107011.42	12252.16
LEY MEDIA		1.81	1.31	48	1.94	2.27	0.26

AREA 5 DE MAYO 2 - SWTONELADAS PROBADAS

BLOCK	TONS.	POTENCIA (m)	Au gr/ton	Ag gr/ton.	Pb %	Zn %	Cu %
I	2132	0.83	2.07	195	0.63	0.30	1.27
II	6973	0.64	3.31	440	2.25	1.41	2.78
III	39138	1.79	0.14	179	1.04	1.62	0.86
TOTAL	48243	3.26	32973.19	10489562	57735.93	73875.09	55751.26
LEY MEDIA		1.08	0.68	217	1.19	1.53	1.15

TONELADAS PROBABLES

IV	42287	1.79	0.14	179	1.04	1.62	0.86
V	23187	0.95	0.48	159	0.84	1.13	1.20
TOTAL:	65474	2.74	17049.94	11256106	63455.56	94706.25	64191.22
LEY MEDIA		1.37	0.26	172	0.97	1.45	0.98

VETA 5 DE MAYO 2TONELADAS PROBADAS

BLOCK	TONS.	POTENCIA (M)	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Zn %	Cu %
I	8098	0.93	3.89	166	2.95	1.14	0.65
II	6018	0.80	3.84	177	1.82	171	1.04
TOTAL	14166	1.72	54610.34	2409454	34841.86	19522.50	11522.42
LEY MEDIA		0.86	3.86	171	2.46	1.38	0.81

TONELADAS PROBABLES

III	9462	0.68	3.84	177	1.82	1.71	1.04
IV	6180	0.67	1.65	196	1.42	2.06	2.46
V	6001	0.86	3.86	171	2.42	1.39	0.82
TOTAL	21643	2.21	69694.94	3912225	40457.06	37252.21	29964.10
LEY MEDIA		0.73	3.22	181	1.95	1.72	1.38

AREA EL CRESTON

En el área El Crestón se realizó cubicación únicamente sobre la Veta El Crestón 1 y entre los niveles 3 al 14. Se cubicaron seis blocks en un desnivel de 360 m. (Ver Plano No. 16).

VETA CRESTON I

TONELADAS PROBADAS

BLOCK	TONS.	POTENCIA (m)	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	Zn %	Cu %
I	13998	1.28	6.78	182	0.76	0.62	0.12
II	21853	1.27	7.87	52	1.12	1.40	0.07
III	21478	1.20	9.25	86	3.32	6.94	0.18
IV	26179	1.24	8.56	89	4.50	9.26	0.33
V	44869	1.36	1.92	57	3.59	6.13	0.44
VI	9241	1.47	3.56	41	2.54	5.49	0.49
TOTAL	137618	7.82	808699.73	10797445	408778.15	756527.88	39985.03
LEY MEDIA		1.30	5.88	78	2.97	5.50	0.29

AREA TEXCALAMA

En el área Texcalama se realizó cubicación únicamente en la Mina El Saltito, sobre la Veta Texcalama. Esta cubicación se hizo en dos blocks, en una distancia de 130 m (Ver Plano No. 17).

I	7389	0.72	5.37	86	2.23	3.57	0.58
II	7939	0.72	5.37	86	2.23	3.57	0.58
TOTAL	15327	1.44	82311.36	1318208	34181.44	54720.96	8890.24
LEY MEDIA		0.72	5.37	86	2.23	3.57	0.58

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con base en los estudios y en los resultados obtenidos en el Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo., se puede concluir lo siguiente:

1o. - Dentro del área de Tahuehueto, Dgo., se encuentran aflorando únicamente rocas volcánicas y rocas plutónicas de edad Terciaria.

2o. - En este distrito minero existen esencialmente dos tipos de mineralización: Una de tipo "pórfidos cupríferos" y otra en vetas asociadas a vulcanismo.

a) Mineralización de tipo pórfido cuprífero. Esta mineralización se encuentra asociada en espacio-tiempo a rocas plutónicas; ya que al mismo tiempo que su asociación es singenética, constituye la roca huésped de la mineralización.

b) Mineralización en vetas. Esta mineralización se encuentra asociada a fenómenos volcánicos con características hidrotermales; las rocas encajonantes son rocas volcánicas (Andesitas-Dacitas) y rocas plutónicas (cuarzomonzonitas-granodioritas).

3o. - La edad de la mineralización del primer tipo descrito es con

temporánea con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos y es necesariamente anterior a la formación de las vetas, - ya que éstas en el área de El Rey y de El Crestón se encuentran emplazadas en fallas dentro de los intrusivos.

40. - La mineralización que tiene mayor interés económico en el distrito es la que se presenta en vetas y que tiene leyes relativamente altas en Pb-Zn-Ag y en menor proporción Au y Cu debido a que los cuerpos plutónicos que presentan mineralización tipo "pórfidos cupríferos" son de dimensiones restringidas.
50. - El último evento volcánico en el área lo constituyen las ignimbritas y basaltos andesíticos, mismas que actuarán como roca sello a la mineralización. Por lo tanto estas rocas no están mineralizadas.
60. - El último período tectónico ocurrido en la región ocasionó en el área una serie de fallas normales, sensiblemente paralelas, que aparentan un escalonamiento y hasta un posible basculamiento de bloques.
70. - Tomando como base las toneladas probadas que existen en el área y considerando la infraestructura necesaria para una explotación, actualmente este yacimiento es económicamente

mente explotable con bajo rendimiento.

RECOMENDACIONES

Considerando como una necesidad el incrementar las reservas del área, se recomienda lo siguiente:

- 1o. - Continuar con el desarrollo de obra minera en el área El Rey, sobre la Veta Azufrosa hacia la parte norte. Con esto se podrán detectar otros clavos, de acuerdo con el comportamiento de la estructura.
En esta misma área en los Niveles I y III, dar barrenos de interior de mina con el objeto de detectar la Veta Santa Rita tanto lateralmente como a profundidad.

- 2o. - Debido a que en el área El Crestón se presentan muchos ramaleos, es muy importante muestrear todos los cruceros e inclusive superficialmente todo el espesor de El Crestón para determinar si es posible que se tenga un volumen grande mineral de baja ley que se pudiera explotar como un block caving. Para tener un mayor apoyo en esto, es necesario dar barrenos en sentido lateral en las partes más profundas de los Niveles 10, 12 y 14 que al mismo tiempo que detectarían los desplazamientos de las estructuras conocidas, darían mayor información para los fines ya men-

cionados.

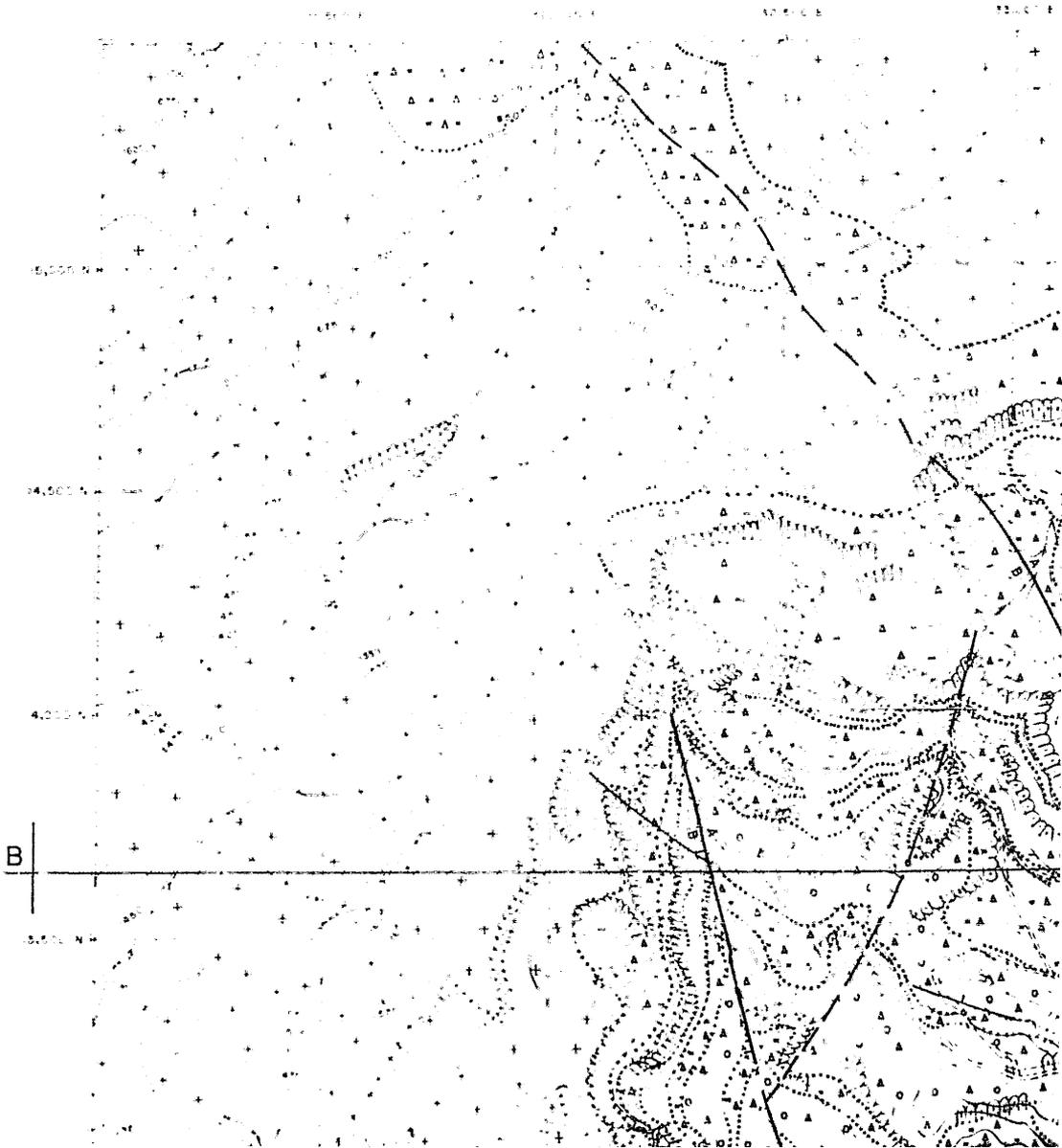
- 30.- En el Area 5 de Mayo se recomienda continuar el desarrollo tanto lateral como vertical de las obras en las estructuras - 5 de Mayo 1 y 2 para conocer el alcance de las mismas, ya que esta área se considera como un block cáfdo. Así mismo, en la Veta 5 de Mayo 2-SW se debe definir por medio - de barrenación la geometría de este cuerpo mineralizado.
- 40.- En el área Texcalama debido a que la veta se encuentra superficialmente muy bien definida y a que no hay lugares - apropiados para poder dar barrenos, se recomienda seguir el desarrollo de la obra hacia el norte y hacer un pozo de - 50 metros.
- 50.- En el área 3 de Mayo es interesante conocer mediante un - programa de barrenación, la geometría y los valores de - estos cuerpos mineralizados y de acuerdo con los resulta- dos obtenidos, programar obras mineras de exploración si resultan económicamente interesantes.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIAGA, G. Germán y
RODRIGUEZ, M. Héctor, 1981
Estudio Metalogenético del Distrito Minero Tahuehueto, Dgo., C. R. M., (et. al.)
- BALLARD, M. S.
Structural Geologic Control at the San Luis Mines, Tayoltita, Dgo. - (Tesis Maestría, U. de Arizona)
- BARNES, Lloyd H., 1976
Géochimistry of Hidrothermal ore Deposits.
- BATEMAN, Alan M., Jensen, M. L.
Economic Mineral Deposits
- BILLINGS, M. P.
Geología Estructural, Prentice - Hall, Inc. New Jersey
- CARRASCO, C. M., 1978
Cartas y Provincias Metalogenéticas del Edo. de Durango, México.
- CORTES, O. S., ELVIR, A. R.,
GAMBOA, A. A., y GARCIA, C. P.
Recorrido Geológico Minero de Cuiliacán, Sin., a Tepehuanes, Dgo., Informe del C. R. N. N. R., Publicación 14E.
- DURAN, M. H., ALBA, S. L., y
PEREZ, J. A., 1982
Retabulación de Reservas a Septiembre de 1982, en las Areas El Rey, 5 de Mayo y Texcalama en el Proyecto Tahuehueto, Dgo., C. R. M., (et. al.)
- HENRICH, M. W. E., 1972
Petrografia Microscópica
- HERBERT, E. Ch., 1902
Report on the gold silver, lead mines of Tahuehueto del Alto, (et. al.)
- HISASH, K., 1978
Report on Geological Investigations at Sacramento (Tahuehueto El Alto), Mine Tepehuanes, Dgo. (et.al.)
- HOLTS, B. E.
Extract from letter of Elgin Bryant Holt, M. E., to W. E. Brock concerning mines visited in northwestern Durango in 1926. (et.al.)

- HUANG, W.T.**, 1968
Petrología, UTEHA, Mexico
- LEMISH, John**, 1955
The Geology of the Topia Mining District, Topia, Dgo., Mexico., Unpubl., Ph. D. Dissertation, Univ. of Michigan, U. S. A.
- LOPEZ, O.A., Romo J. y González, S. J.**, 1980
Informe final de trabajos realizados en el Proyecto "R.M.N., Canelas, - Dgo". Informe C.R.M., (et. al.)
- LOPEZ, R.E.**, 1979
Geología de México, Tomo II
- Mc. DOWELL, F.W., and Claybaugh, S.E.**, 1972
Edades Potásicas Argón de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental, al noreste de Mazatlán, Soc. Geol. Mex., Mem. II Convención Nacional, p. 182.
- McKinstry, H. E.**, 1970
Geología de Minas, Omega
- OLMEDO, V. J.A.**, 1979.
Estudio Geológico Minero del Distrito de Coneto de Comonfort, Estado de Durango., Tesis Profesional.
- PARK, Ch. F., and Mc Diarmid Roy A.**, 1970
Ore Deposits, W.H. Freeman and Co. San Francisco.
- PASTOR, R.**, 1929
Geografía del Estado de Durango.
- PETERS, William C.**
Exploration and Mining Geology, John Wiley.
- PETRACHECK, E. W.**, 1965
Yacimientos y Criaderos
- PINEDA, R.A.**
Contribución al conocimiento geológico de la Sierra Madre Occidental en el Estado de Durango., Sociedad Geológica Mexicana.
- PINEDA, R.A., y Carrasco, C. M.**, 1971
Estudio Geológico Minero de las Minas ubicadas en Tahuehueto El Alto, Dgo., C.R.N.N.R., (et. al.)

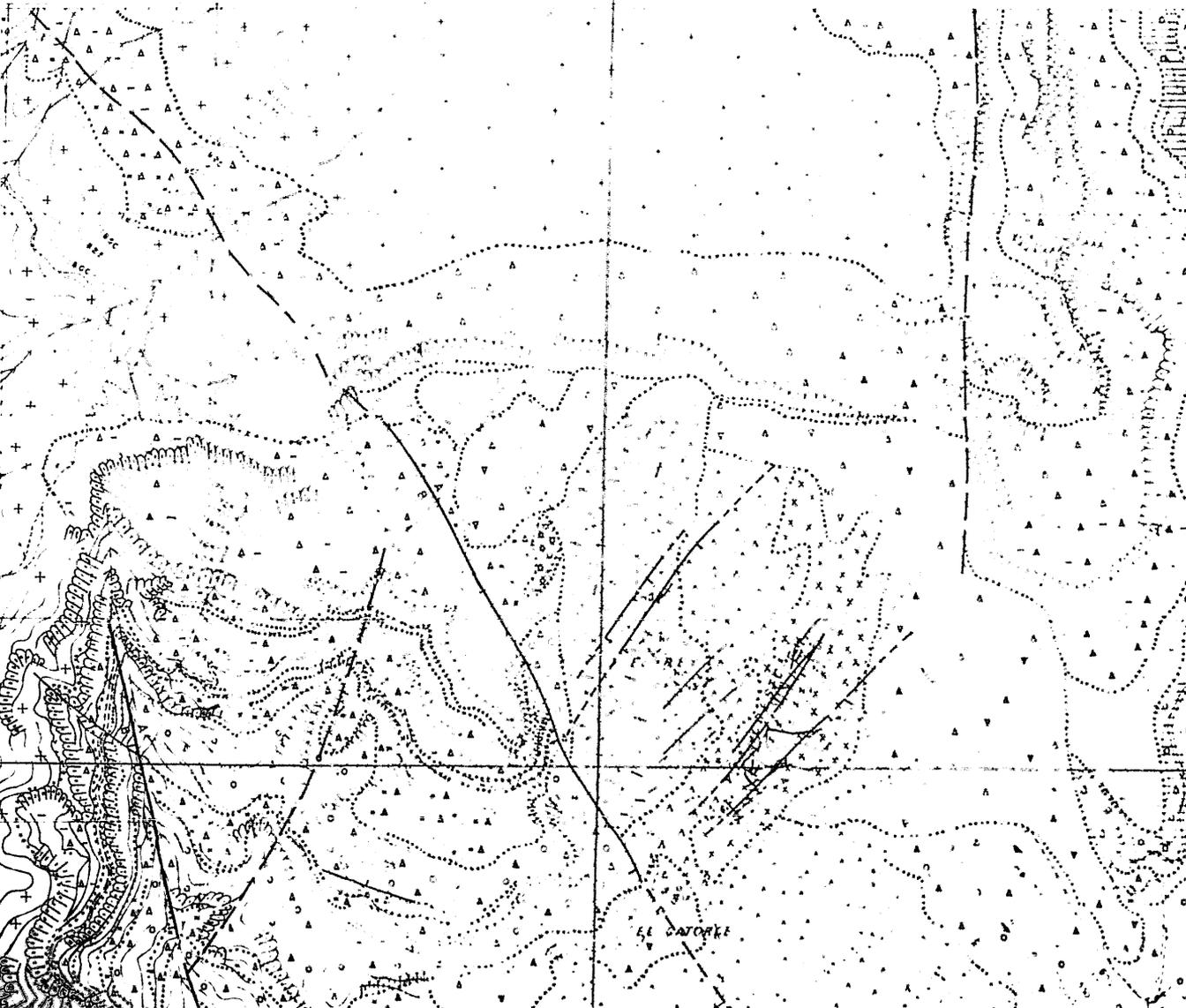
- SEYFERT, C.K., Sirkin, L.A. Earth History and Plate Tectonics, Harper Row Publishers, New York.
- SILVA, M.D. Estudio Metalogenético del proyecto "Tahuehueto, Edo. de Durango".
- SILLITOE, R.H., 1977 Base and precious metal mineralization relates to subaerial volcanism
- SHIGEKICHI, I, and Hisashi K., 1976 Report of Geological Reconnaissance in Sacramento de la Plata (Tahuehueto El Alto Mine, Durango, EMIJAMEX S. A., de C. V. (et.al.)
- SMITH, Jr. D. M., Comentario sobre la geología histórica de la parte central de la Sierra Madre Occidental y sobre la nueva tectónica global. (Minas de San Luis, S. A., Tayoltita, Dgo.)
- STANTON, R.L., 1972 Ore Petrology
- TAMAYO, J.L., 1980 Geografía Moderna
- VARGAS, B.B., 1980 Informe de Avance a Diciembre de - 1980, Proyecto Tahuehueto, Dgo., C. R.M., (et.al.)
- VARGAS, L. M., 1981 Estudio Geológico Minero del Distrito Minero de Indé, Dgo., Tesis Profesional.
- WILSON, T.J. Deriva Continental y Tectónica de Placas, 2a. edición. Selecciones de Scientific American.
- WISSER, E., The epithermal precious metal province of northwest, Mexico.
- WRIGHT, B. J., Mineral Deposits, Continental Drift and Plate Tectonics.
- ZUÑIGA, A.J.L., 1981 Estudio Geológico Minero del Mineral "La Esperanza", La Esperanza, Mpio. de Canelas, Dgo., Tesis Profesional.



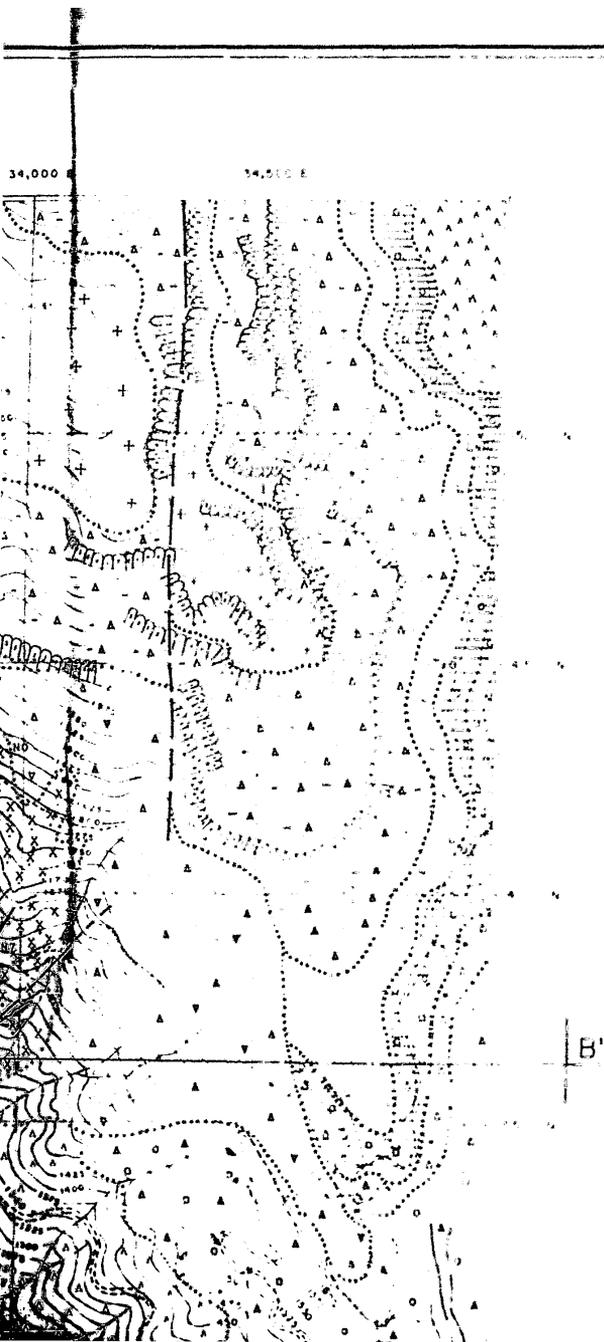
1,000 E

32,500 F

SCALE



EL CATORKE



EXPLICACION

SIMBOLOGIA

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Línea de sección*  A—|
- Bocamina* 
- Contacto geológico* 
- Diques* 
- Falla normal* 
- Falla inversa* 
- Veta mostrando echado*  67°

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

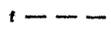
- Acantilados* 
- Arroyos* 
- Brecha* 
- Canchales de herradura* 
- Curvas de nivel*  625



EXPLICACION

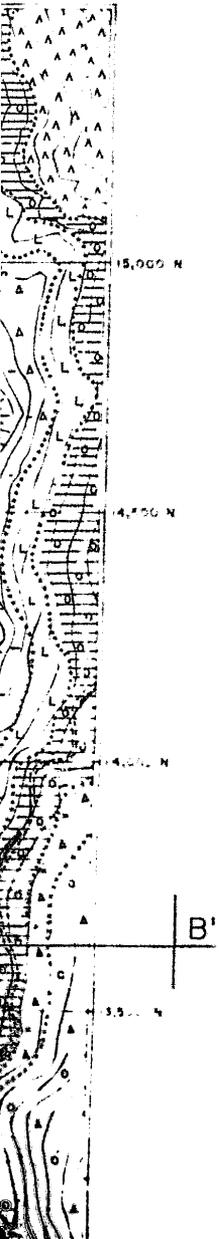
SIMBOLOGIA

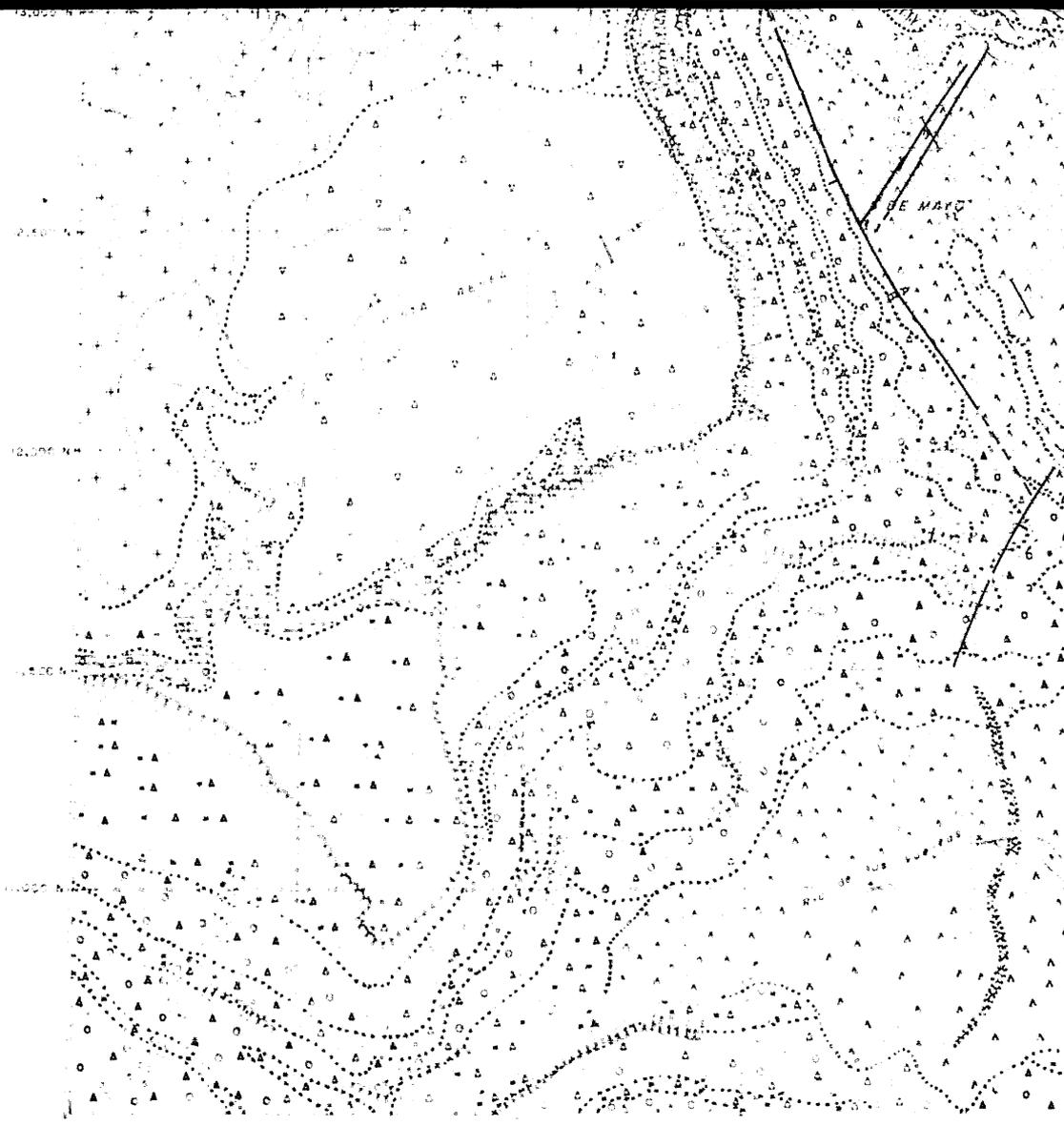
SIMBOLOS GEOLOGICOS

<i>Línea de sección</i>	A + ——— A'
<i>Bocamina</i>	≡
<i>Contacto geológico</i>	— —
<i>Diques</i>	
<i>Falla normal</i>	
<i>Falla inversa</i>	
<i>Veta mostrando echado</i>	

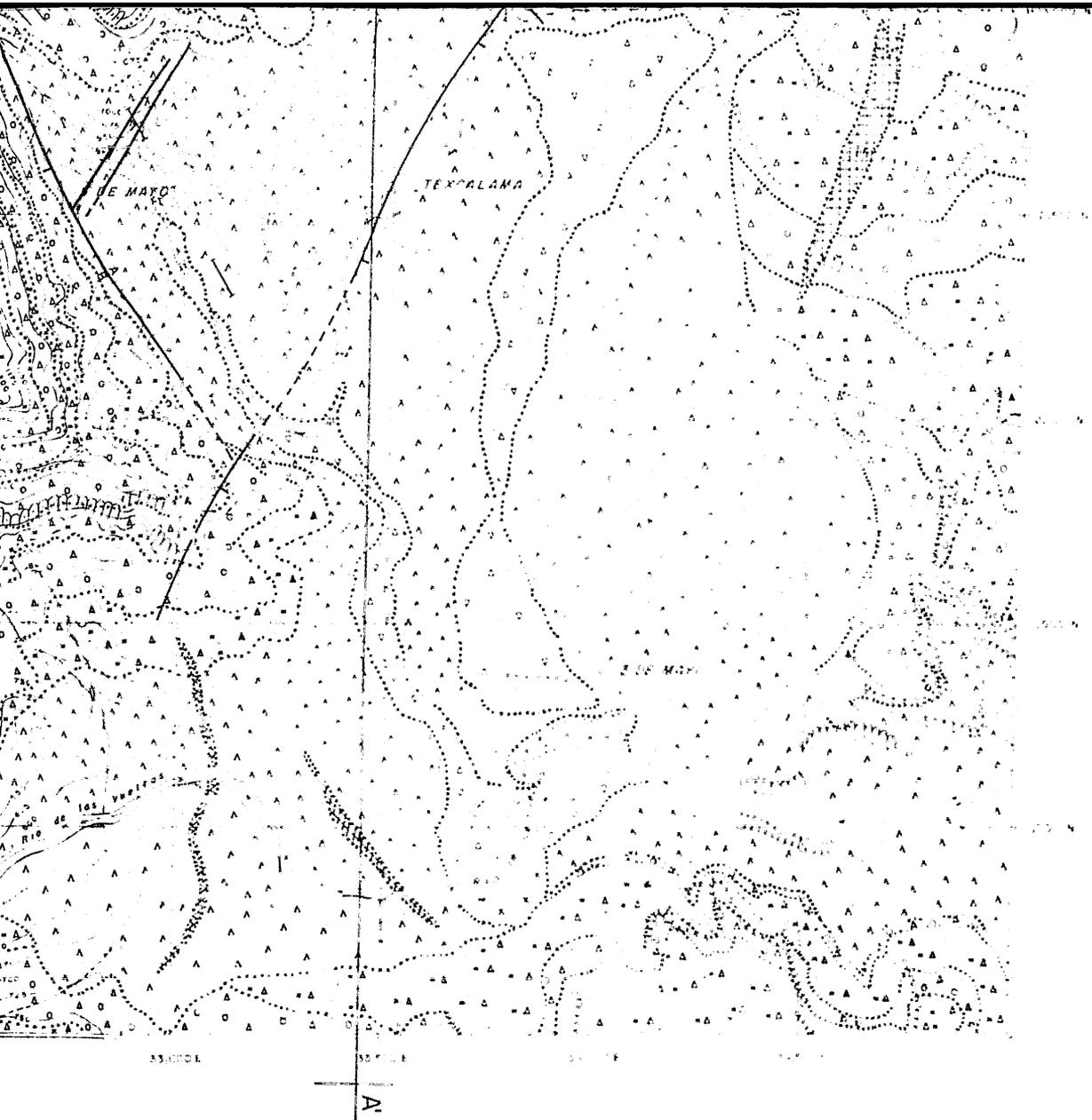
SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

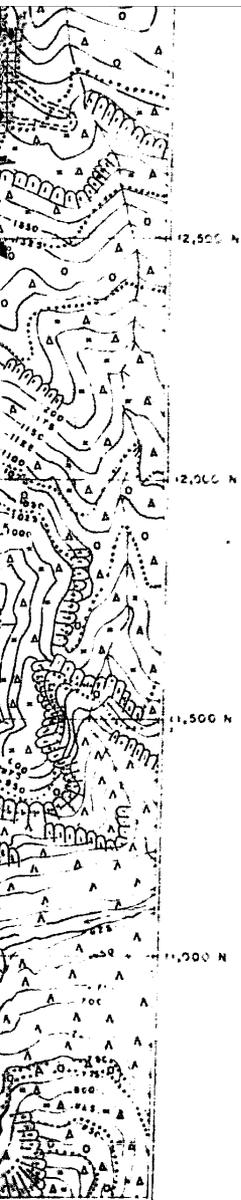
<i>Acartirados</i>	
<i>Arroyos</i>	
<i>Brecha</i>	
<i>Caminos de herradura</i>	
<i>Curvas de nivel</i>	 625





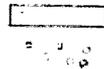
1:50,000 Scale





Pista aerea

Rancheria



LITOLOGIA



Andesit

Rocas igneas

Extrusivos

intrusivos



Basalto (B B B)



Igambritas



Granitos



Brechas aglomeradas



Tals simoniticos (T T T)



Aglomerado (Ag)



Tals nublados (Tn)



Aglomerado (Ag)



Tals nublados (Tn)



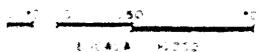
Andesitas



Diques Andesitico Graniticos



Granodioritas-Quartzomonzonitas



U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Plano Geologico Topografico
Area Jahuehuetz Dgo.

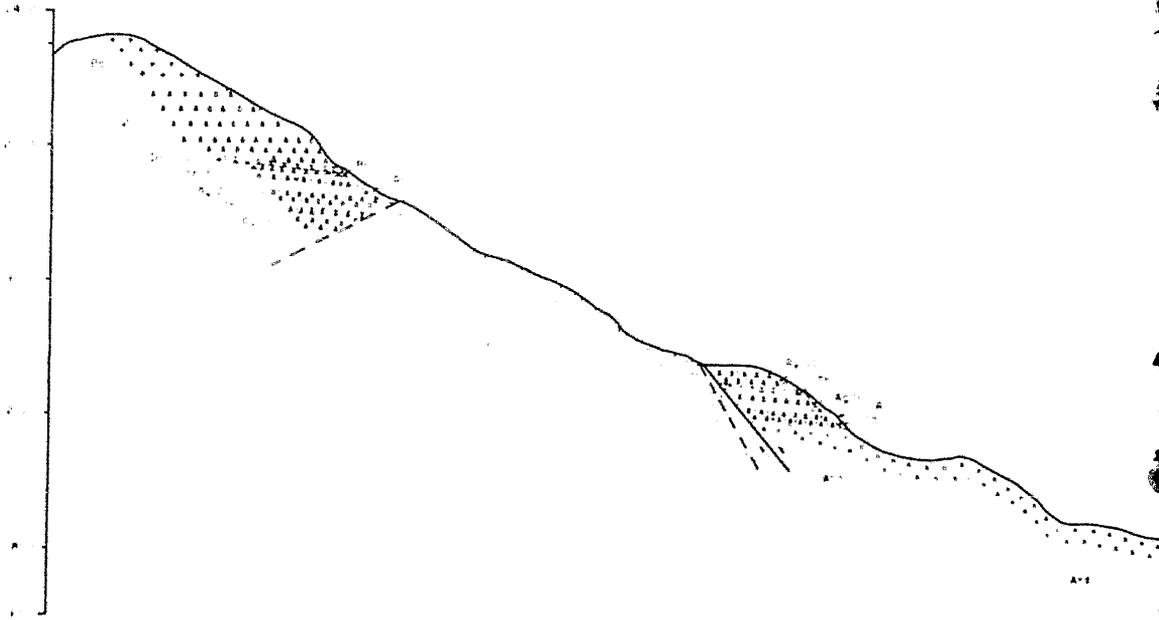
TESIS PROFESIONAL

PABLO VARELA A.

1982

PLANO Nº 1

N

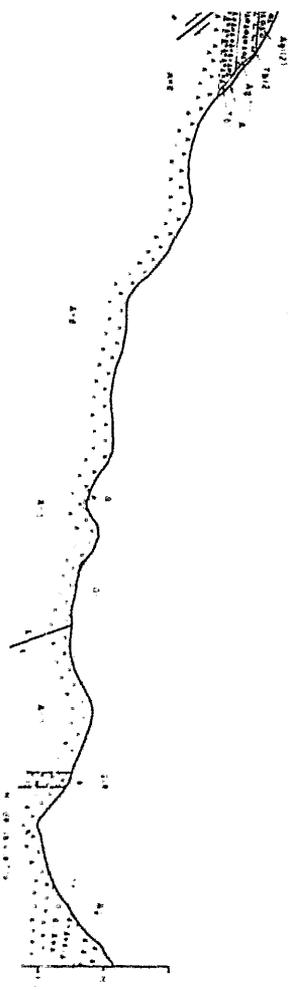


SECCION A - A'

(S)

EXPLICACION
LITOLOGICA

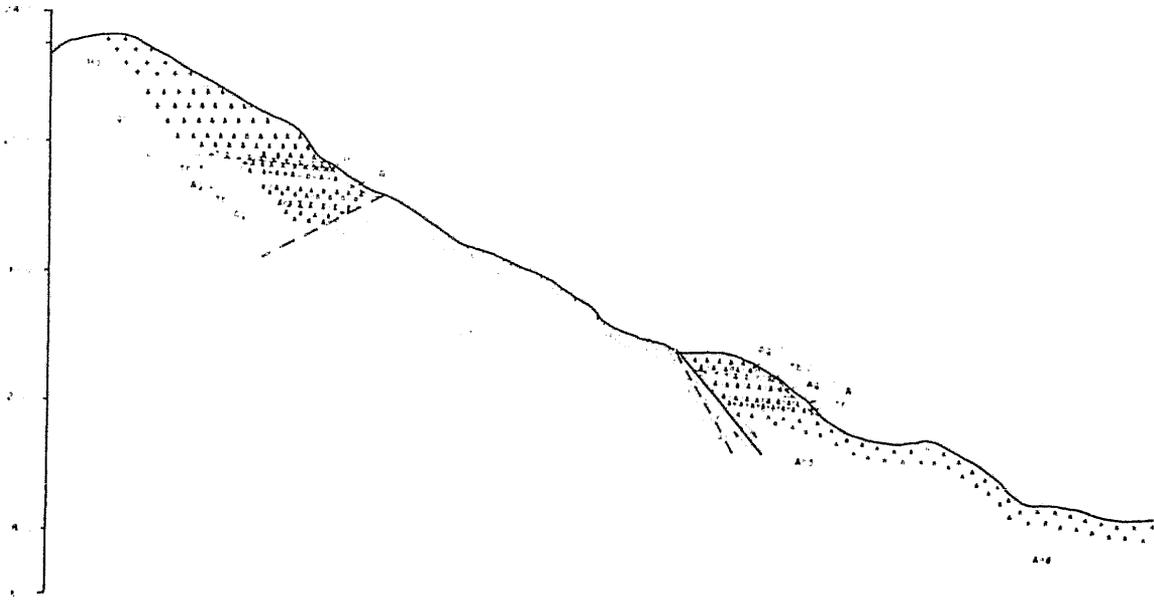
- 1000 Arenas
- Rocas Igneas
- 1001 Granodioritas
- 1002 Dioritas
- 1003 Gneiss
- 1004 Metapelitas
- 1005 Metavolcanicas
- 1006 Metasiltarcas
- 1007 Metarenas
- 1008 Metarcas
- 1009 Metarenas
- 1010 Metarcas
- 1011 Metarenas
- 1012 Metarcas
- 1013 Metarenas
- 1014 Metarcas
- 1015 Metarenas
- 1016 Metarcas
- 1017 Metarenas
- 1018 Metarcas
- 1019 Metarenas
- 1020 Metarcas
- 1021 Metarenas
- 1022 Metarcas
- 1023 Metarenas
- 1024 Metarcas
- 1025 Metarenas
- 1026 Metarcas
- 1027 Metarenas
- 1028 Metarcas
- 1029 Metarenas
- 1030 Metarcas
- 1031 Metarenas
- 1032 Metarcas
- 1033 Metarenas
- 1034 Metarcas
- 1035 Metarenas
- 1036 Metarcas
- 1037 Metarenas
- 1038 Metarcas
- 1039 Metarenas
- 1040 Metarcas
- 1041 Metarenas
- 1042 Metarcas
- 1043 Metarenas
- 1044 Metarcas
- 1045 Metarenas
- 1046 Metarcas
- 1047 Metarenas
- 1048 Metarcas
- 1049 Metarenas
- 1050 Metarcas



ECCION A-A'

U	FACU
N	AREA D.
A	506
M	TE
M	PARO VARI

N



SECCION A - A'

W

1900

1700

1400

1200

Ba

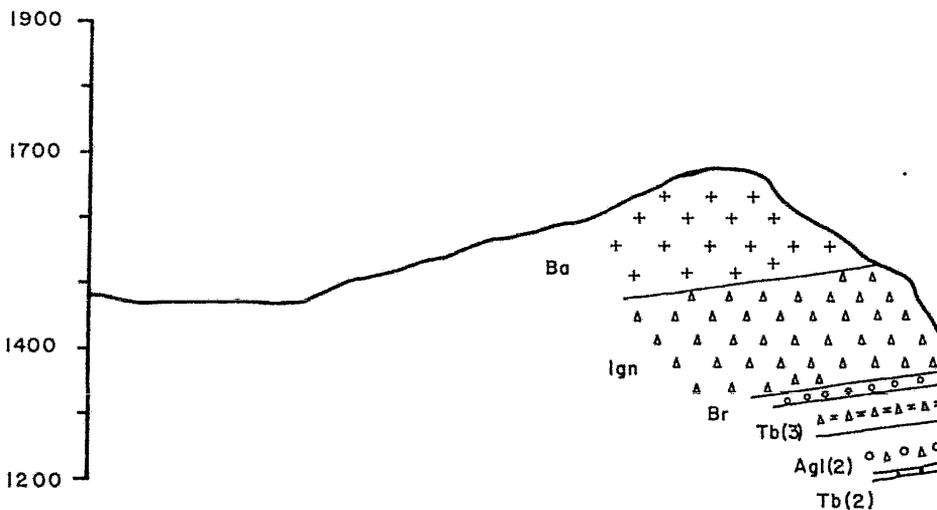
Ign

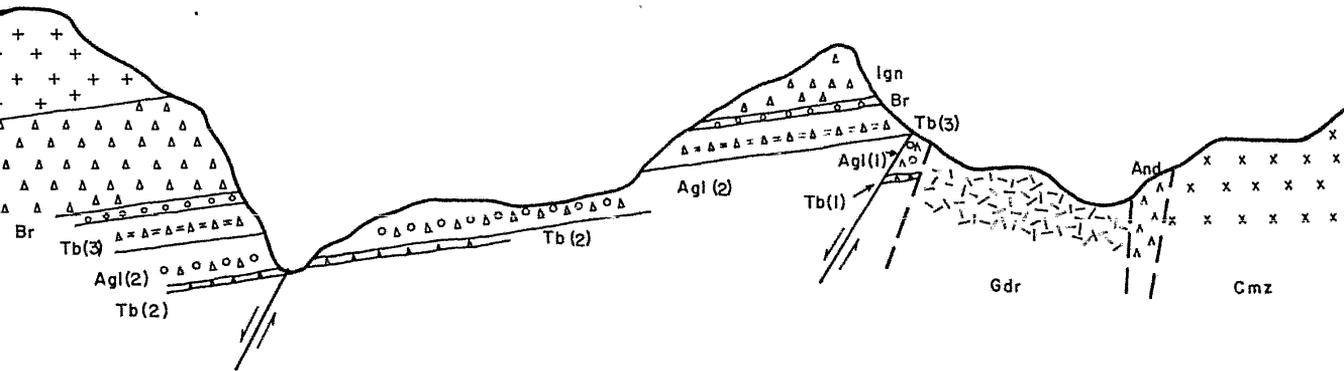
Br

Tb(3)

Ag(2)

Tb(2)





SECCION B - B'

E

E X P L I C A

L I T O L O G I A



Aluvion

Rocas Igneas

Extrusivas



Basalto andesítico



Ignimbritas



Dacitas



Brechas aglomeraticas



Tabas riolíticas (3)



Aglomerado (2)



Tabas riolíticas (2)



Aglomerado (1)



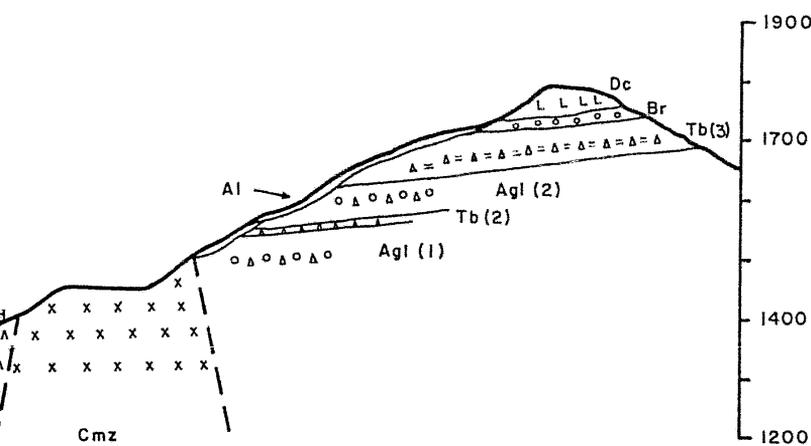
Tabas riolíticas (1)

Diques andesíticos-dioríticos

Granodioritas-Cuarzomonzonitas



Andesíticas



EXPLICACION

LITOLOGIA



Aluvion

Rocas Igneas

Extrusivos

Intrusivos



Basalto andesitico



Ignimbritas



Dacitas



Brechas aglomeraticas



Tobas rioliticas (3)



Aglomerado (2)



Tobas rioliticas (2)



Aglomerado (1)



Tobas rioliticas (1)

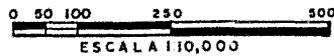
Diques andesiticos-dioriticos



Granodioritas-Cuorzomonzonitas



Andesiticas



U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Sección Transversal
B — B'

TESIS PROFESIONAL

PABLO VARELA A. 1983 PLANONº 3

33 500 E

Al

Grd

Al

700

And

Grd

Crd

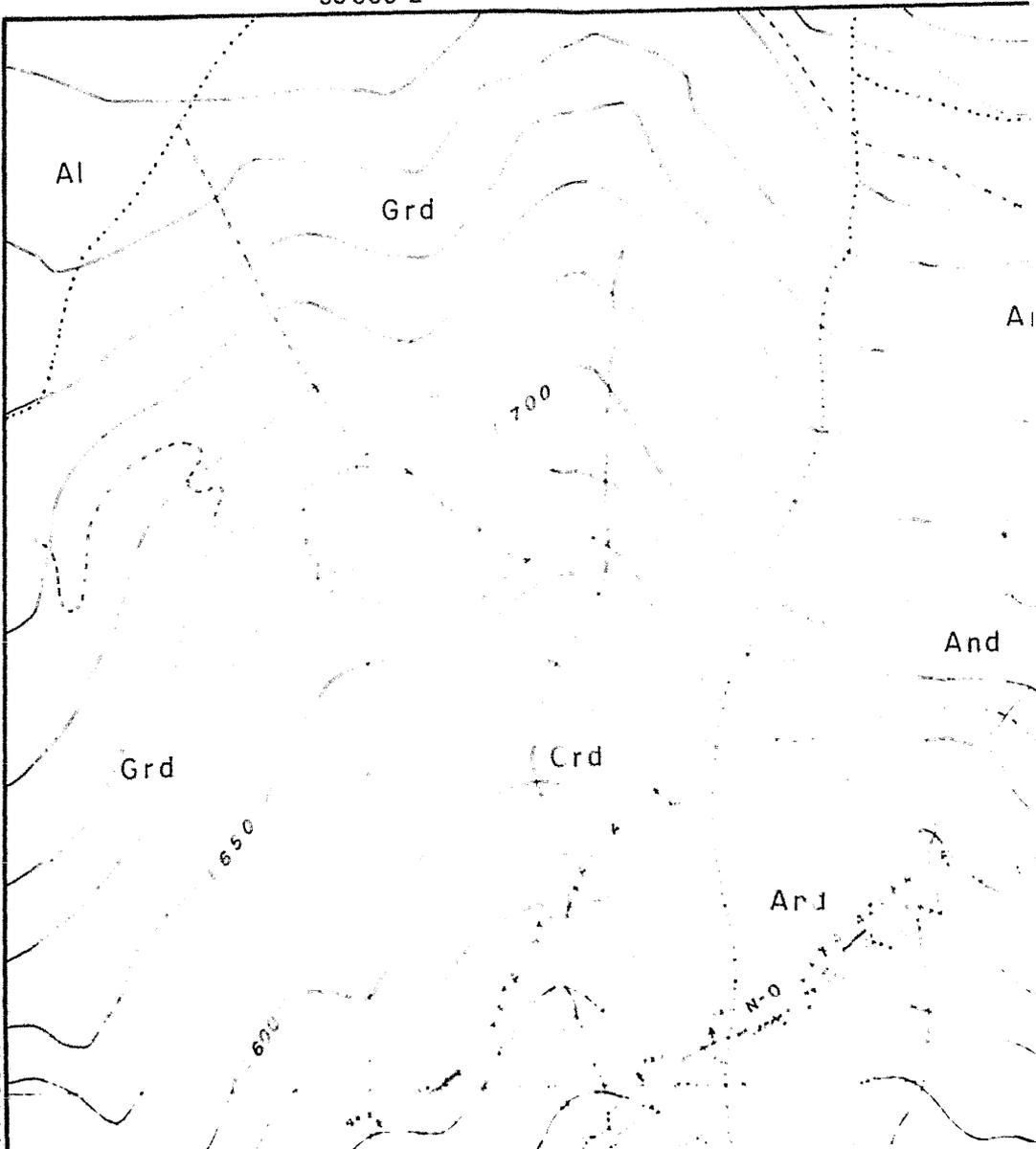
And

650

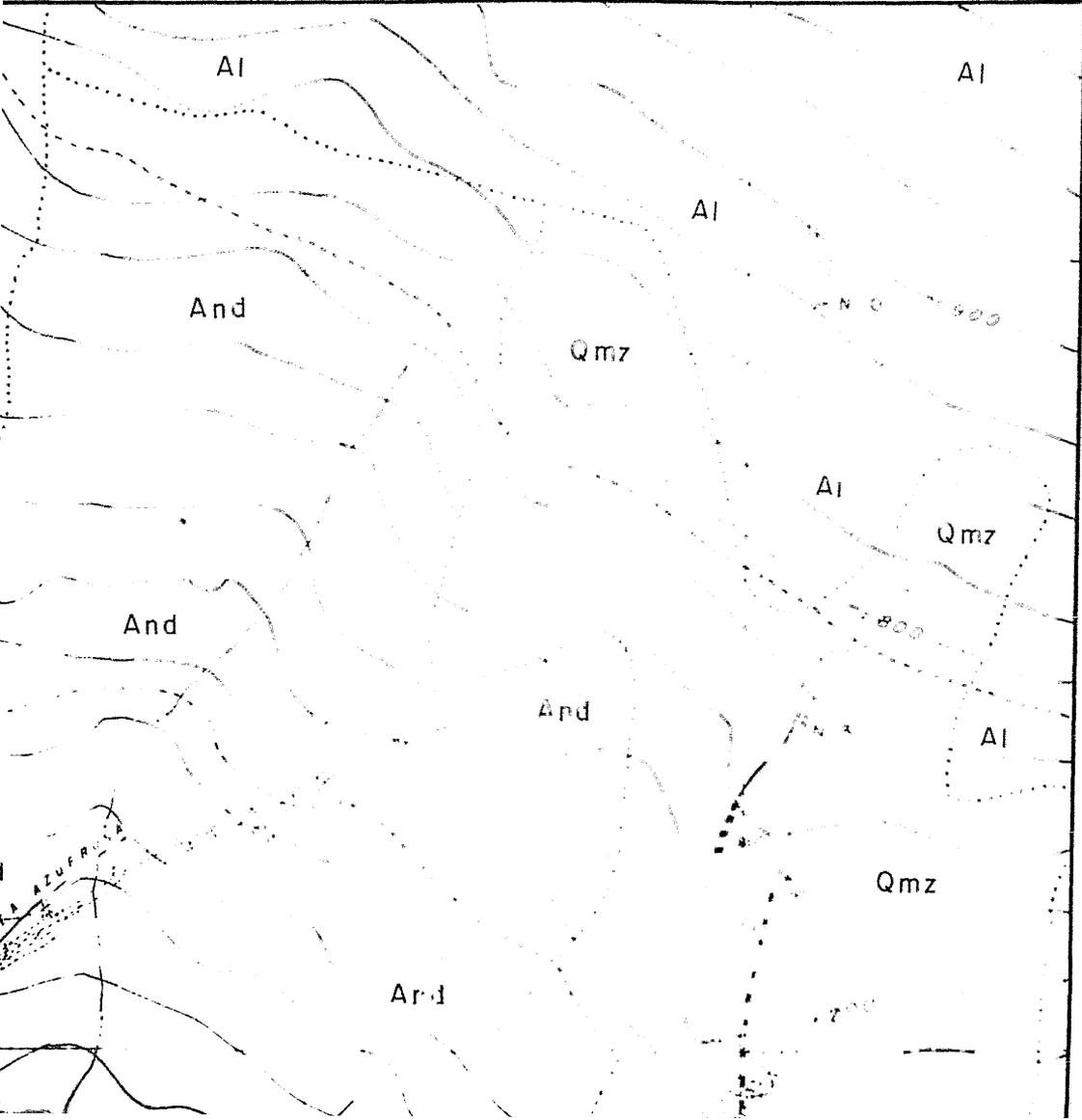
N-0

600

14 000 N



34 000 E



A
C
A
L
A
A
V
A
E
C
C
M
A
A
G
G

E X P L I C A C I O N

S I M B O L O S G E O L O G I C O S

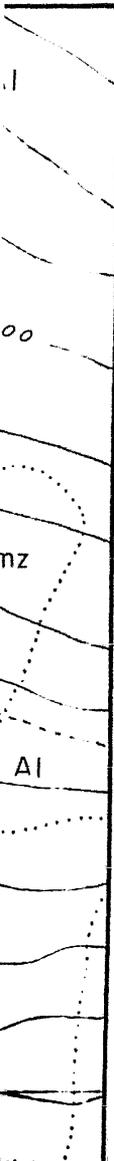
<i>Bocamina</i>	
<i>Contacto Geologico</i>	
<i>Fractura</i>	
<i>Dique</i>	
<i>Falla Normal</i>	
<i>Falla Invertida</i>	
<i>Veta mostrando echado</i>	

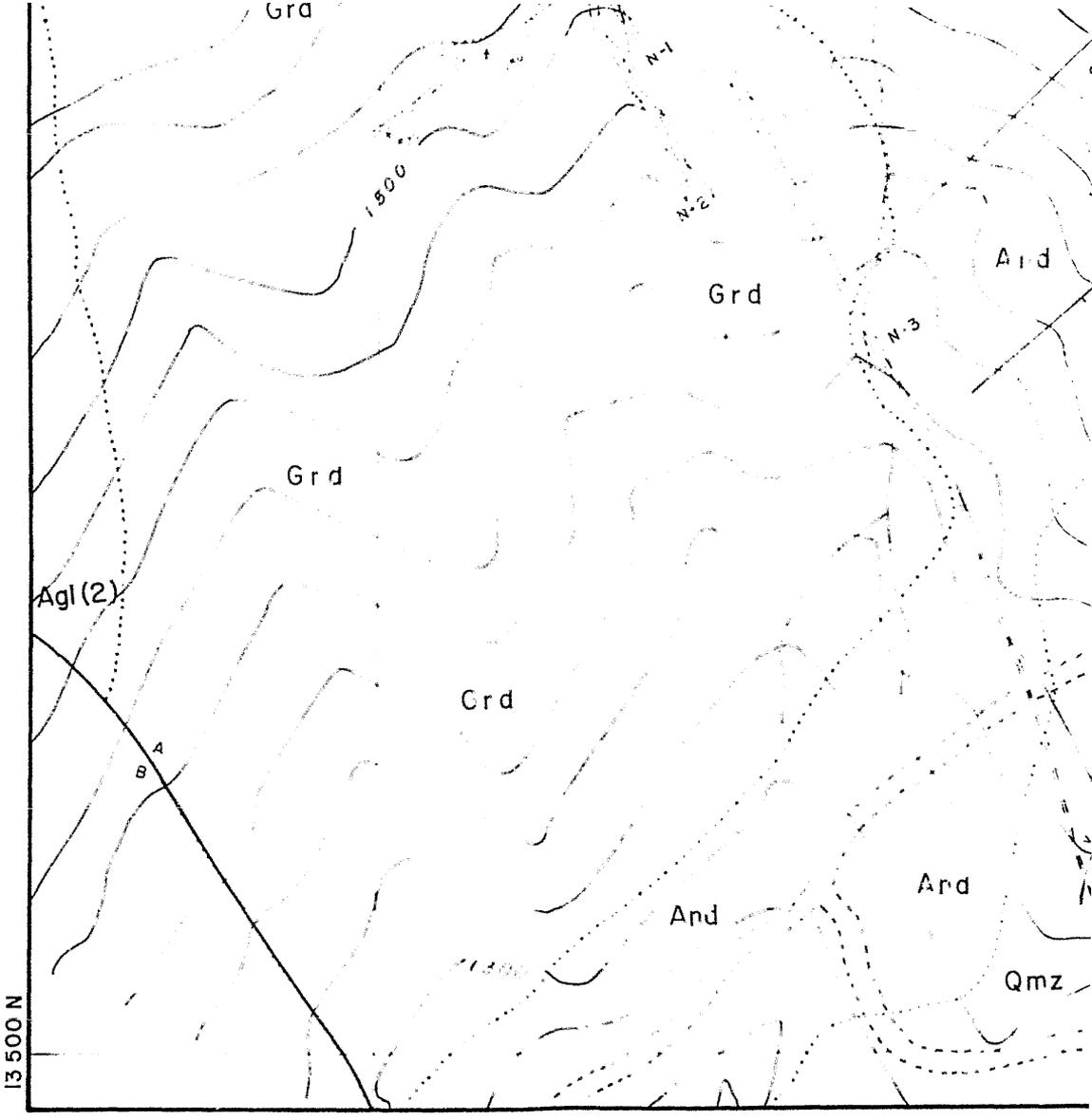
S I M B O L O S T O P O G R A F I C O S

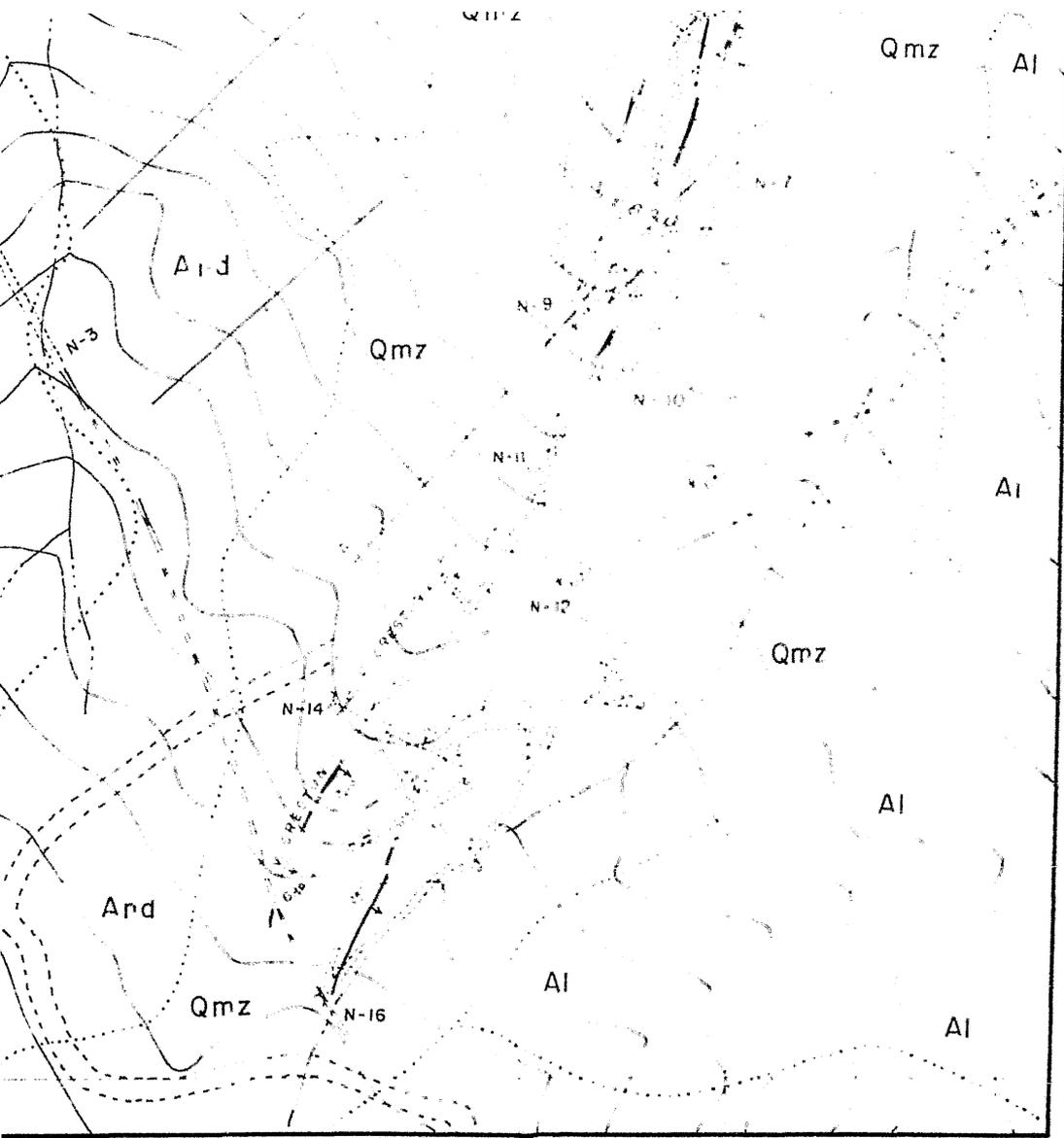
<i>Arroyos</i>	
<i>Brecha</i>	
<i>Camino de herradura</i>	
<i>Curvas de nivel</i>	
<i>Mina</i>	
<i>Pista aerea</i>	
<i>Rancherla</i>	

L I T O L O G I A

<i>Aluvion</i>	Al
<i>Aglomerado</i>	Agl
<i>Granodiorita</i>	Grd
<i>Cuarzomazonita</i>	Qmz

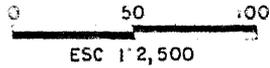




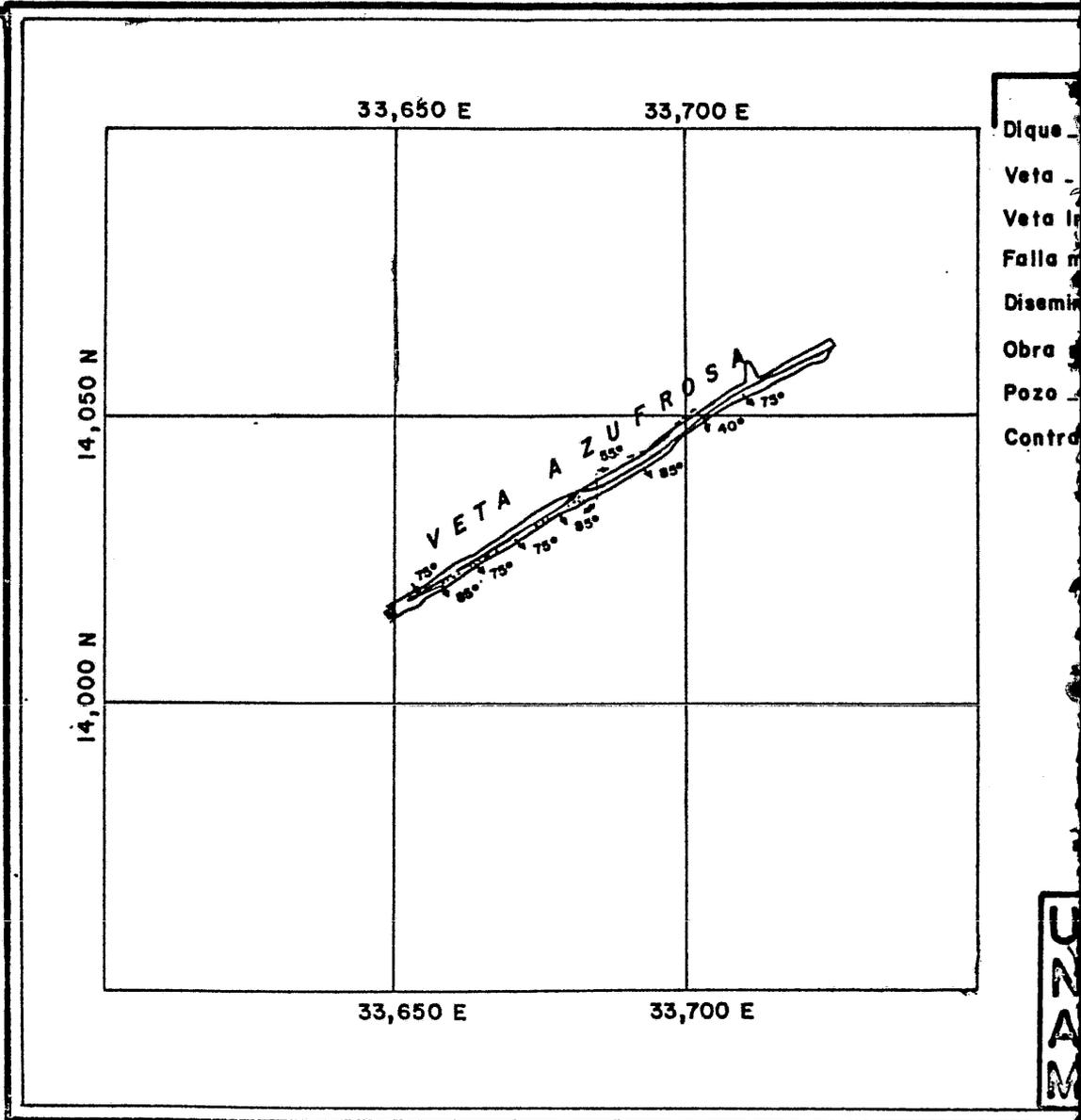


Andesita

Año



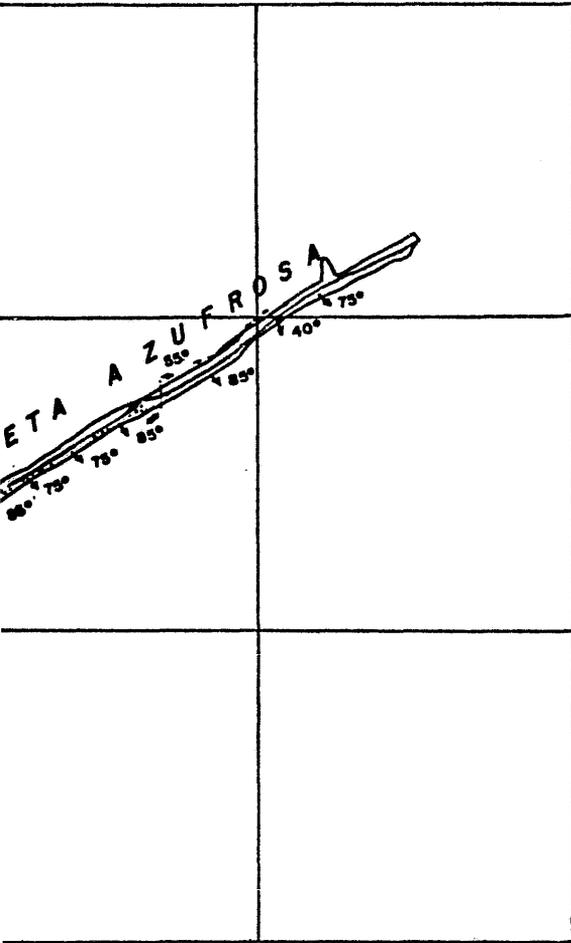
U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA	
	PLANO GEOLOGICO SUPERFICIAL	
	AREAS EL PEY - EL CRESTON	
	TESIS PROFESIONAL	
	PAOLO I VARELA A	PLANO No 4 1982



- Dique
- Veta
- Veta In
- Falla n
- Disemin
- Obra
- Pozo
- Control

MARC

E 33,700 E



E 33,700 E

LEYENDA

- Dique 
- Veta 
- Veta Inferida 
- Falla mostrando rumbo y echado 
- Diseminacion de mineral (Pb.Zn.Cu.Fe) 
- Obra minera 
- Pozo 
- Contrapozo 



10 0 10 20 30 40

ESCALA 1:11,000

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

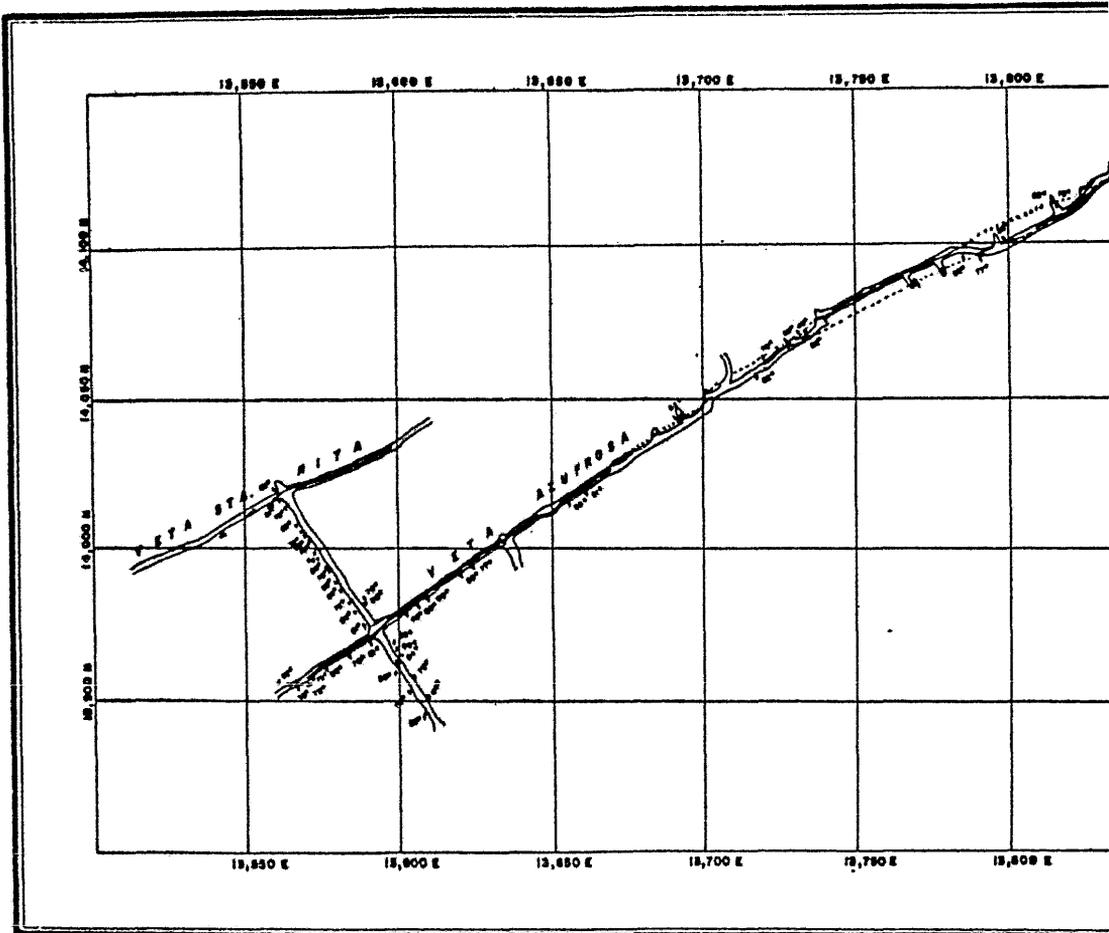
PLANO GEOLOGICO

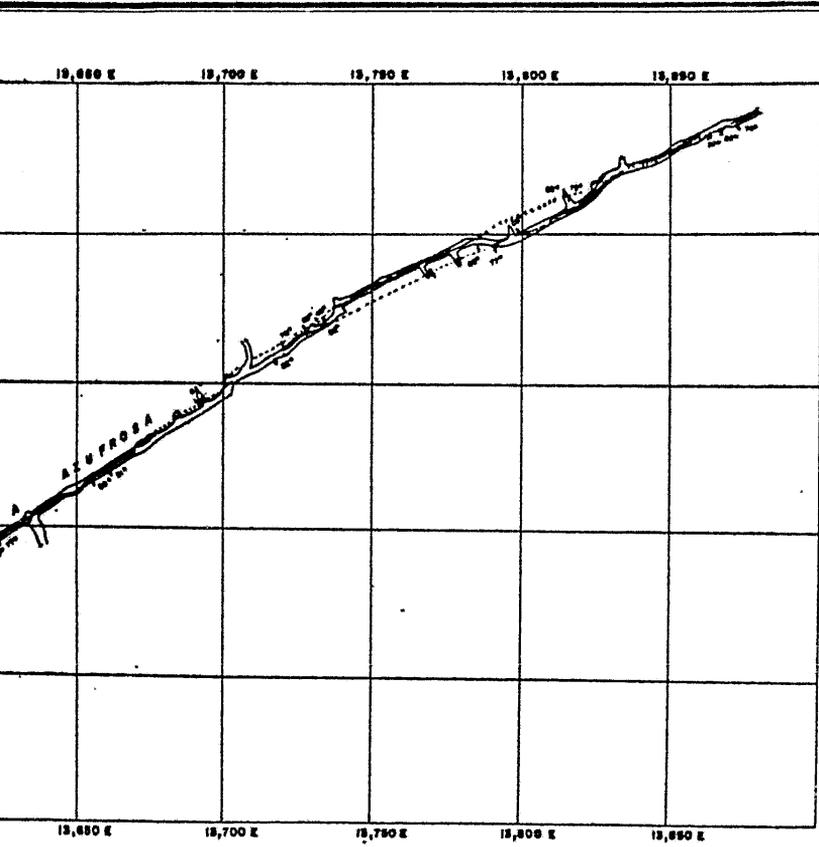
NIVEL 0

MINA EL REY

TESIS PROFESIONAL

PABLO I. VARELA A. PLANO N° 5 | 1983





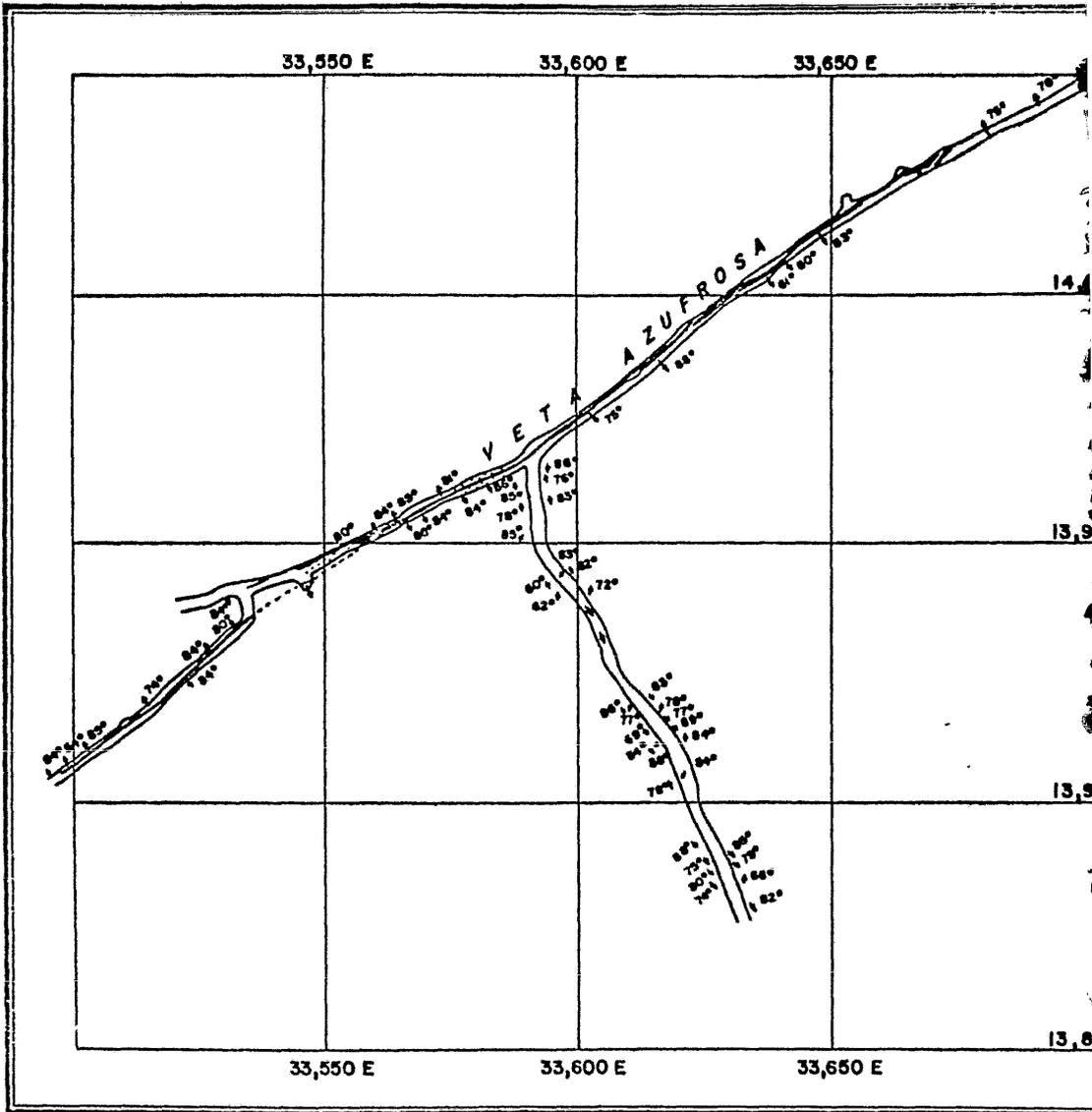
LEYENDA

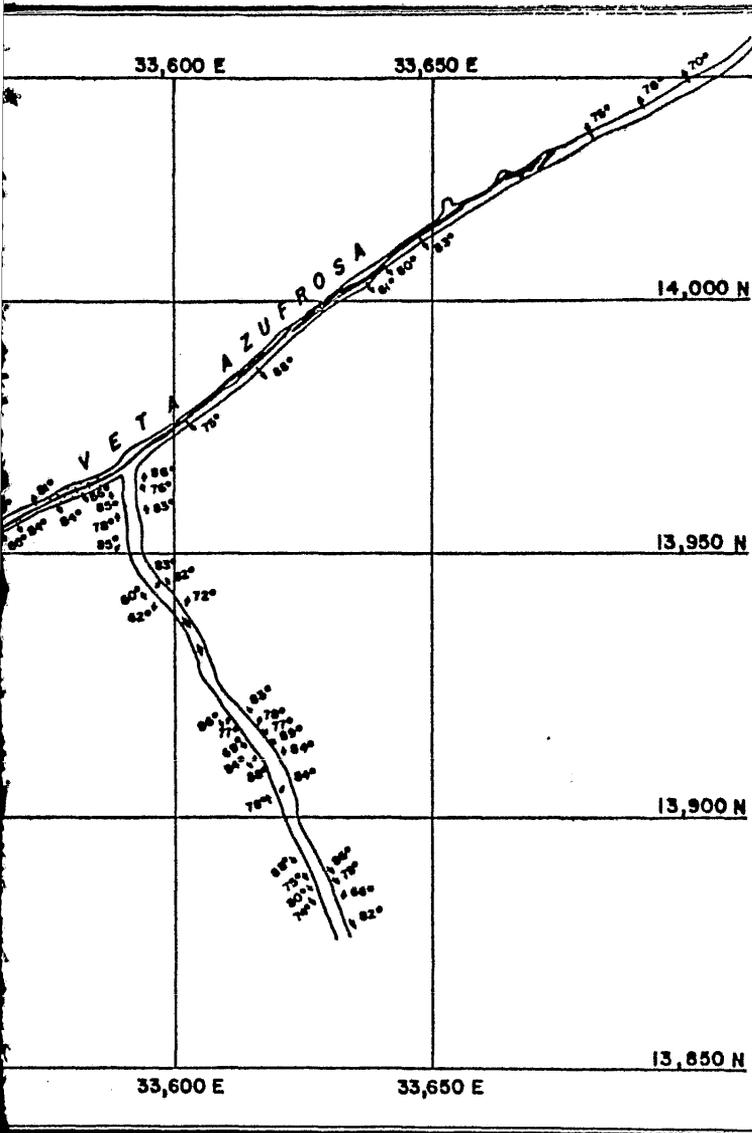
- Dique [Symbol]
- Veta [Symbol]
- Veta inferior [Symbol]
- Falla mostrando rumbo y sentido [Symbol]
- Diseminaciones de mineral (Pb, Zn, Cu, Fe) [Symbol]
- Obra minera [Symbol]
- Pozo [Symbol]
- Centropozo [Symbol]



U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
 PLANO GEOLOGICO
 NIVEL 2
 ENFOQUE DEL REY
 TESIS PROFESIONAL
 PABLO VARELA | PLANO No. 2 (1983)



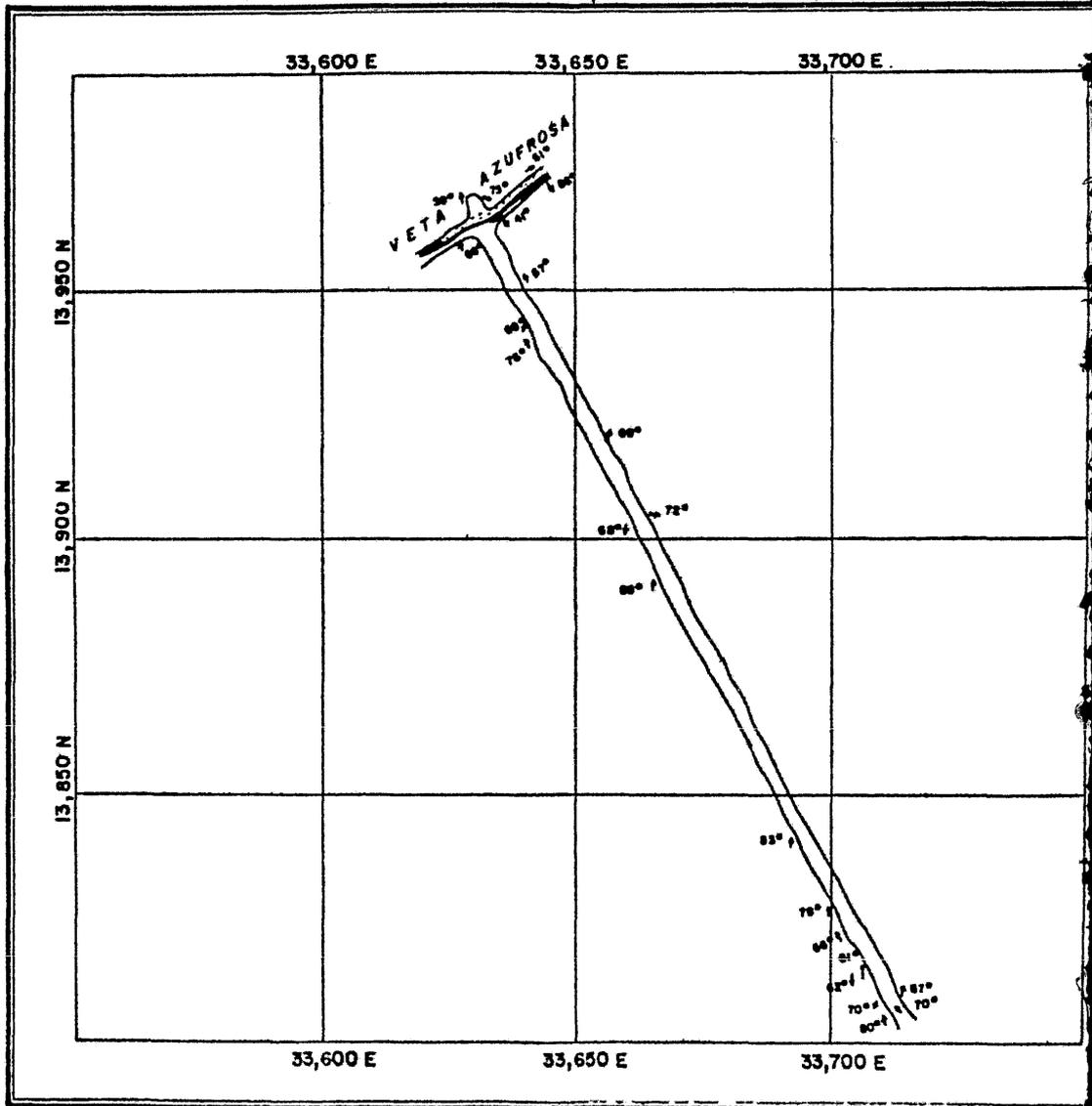


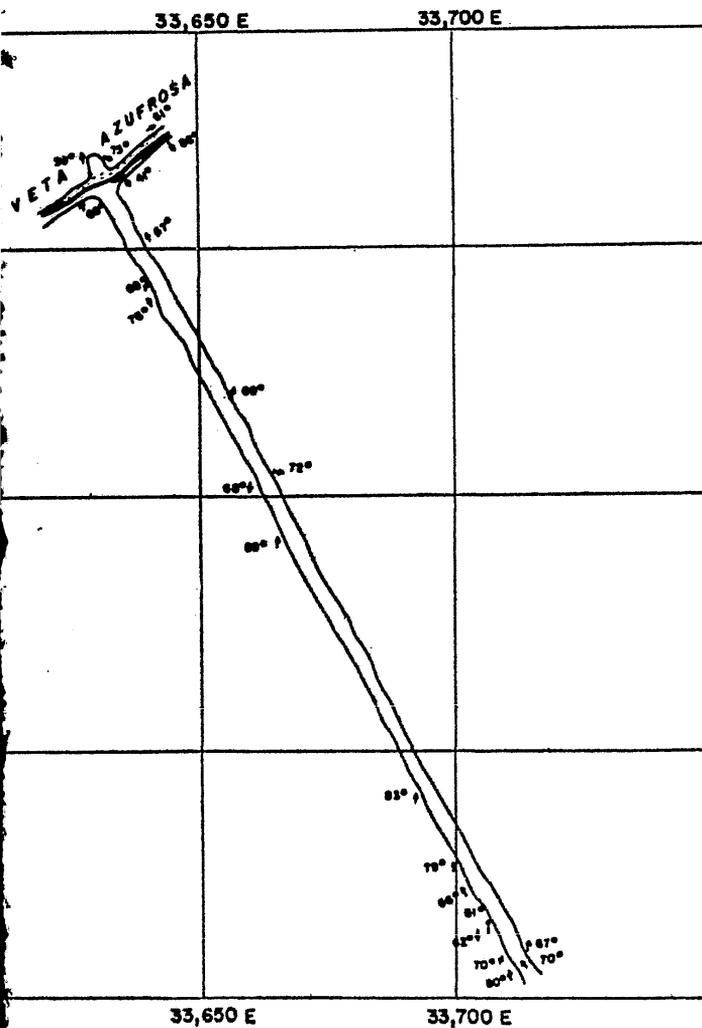
LEYENDA

- Dique  Dique
- Veta  Veta
- Veta inferida  Veta inferida
- Falla mostrando rumbo y echado  Falla mostrando rumbo y echado
- Diseminacion de mineral (Pb,Zn,Cu,Fe)  Diseminacion de mineral (Pb,Zn,Cu,Fe)
- Obrá minera  Obrá minera
- Pozo  Pozo
- Contrapozo  Contrapozo



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO GEOLOGICO NIVEL II
	MINA EL REY
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO I. VARELA A. PLANO No 7 1983



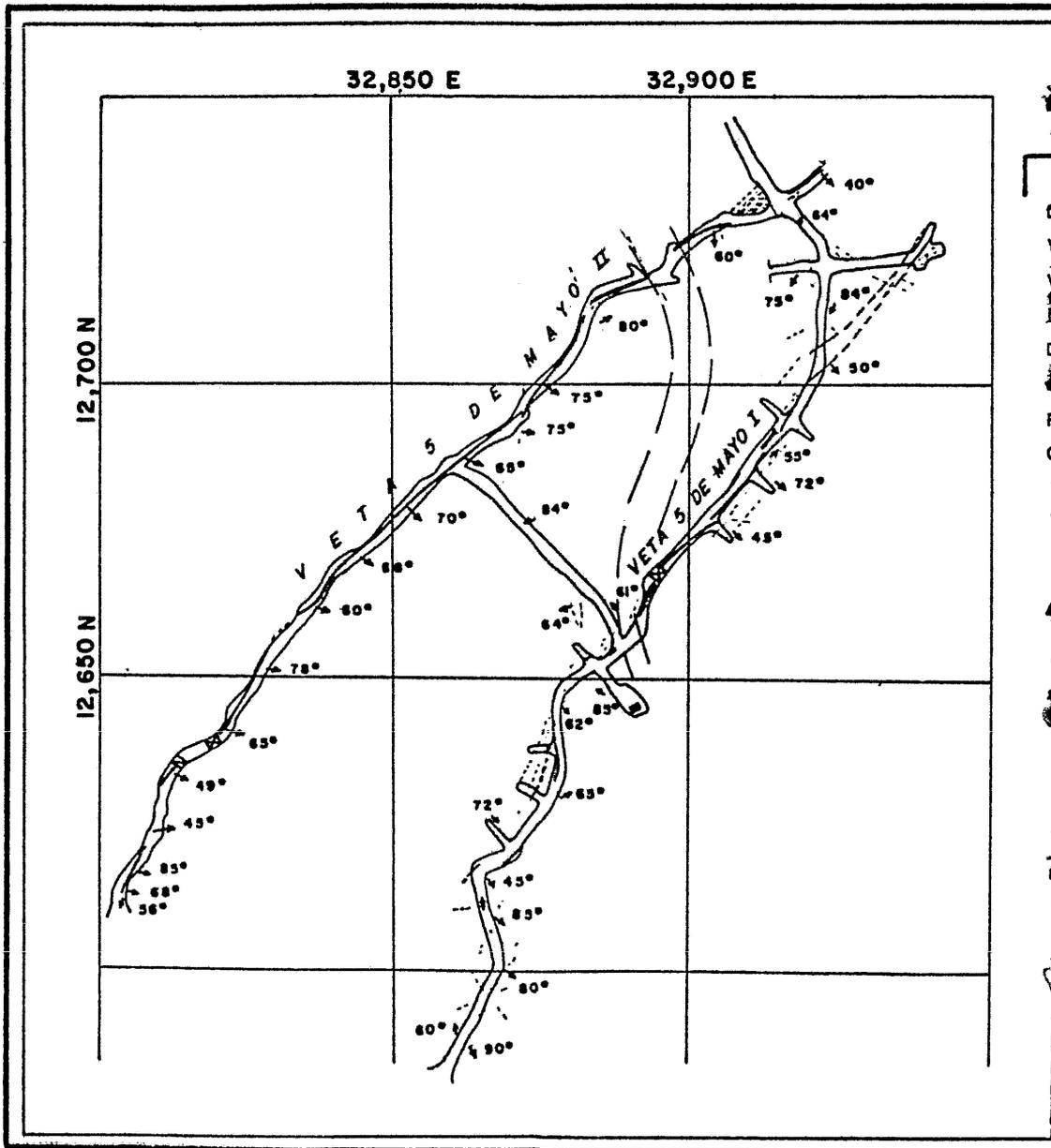


LEYENDA

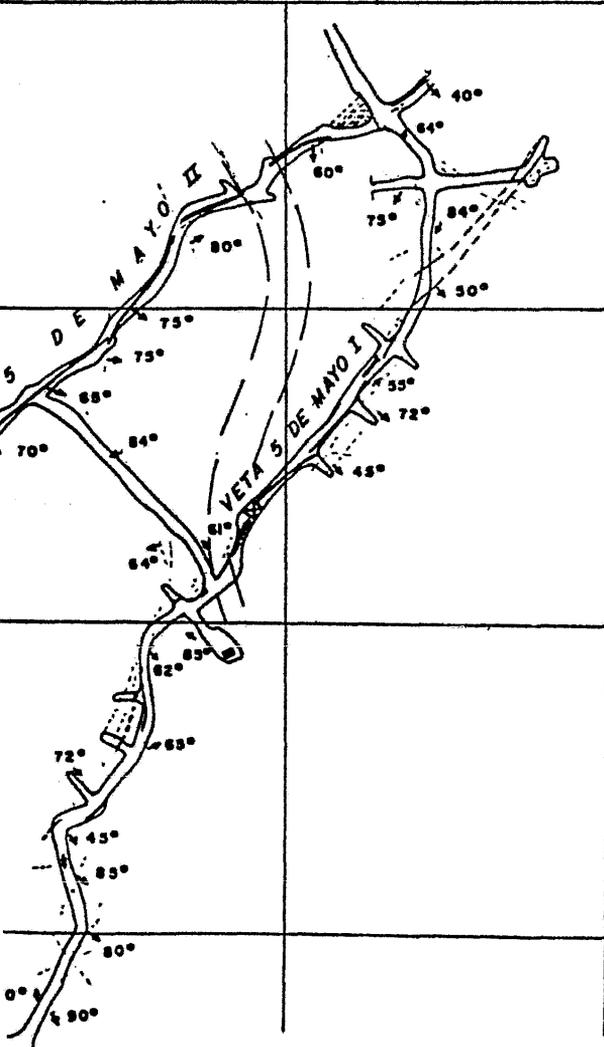
- Dique  Diq
- Veta  67°
- Veta inferida  67°
- Falla mostrando rumbo y echado  70°
- Diseminacion de mineral (Pb. Zn. Cu. Fe) 
- Obra minera 
- Pozo 
- Contrapozo 



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA	
	PLANO GEOLOGICO	
	NIVEL III	
		MINA EL REY
TESIS PROFESIONAL		
PARLO LVARELA A.		PLANO No 8 1963

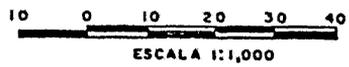


0 E 32,900 E

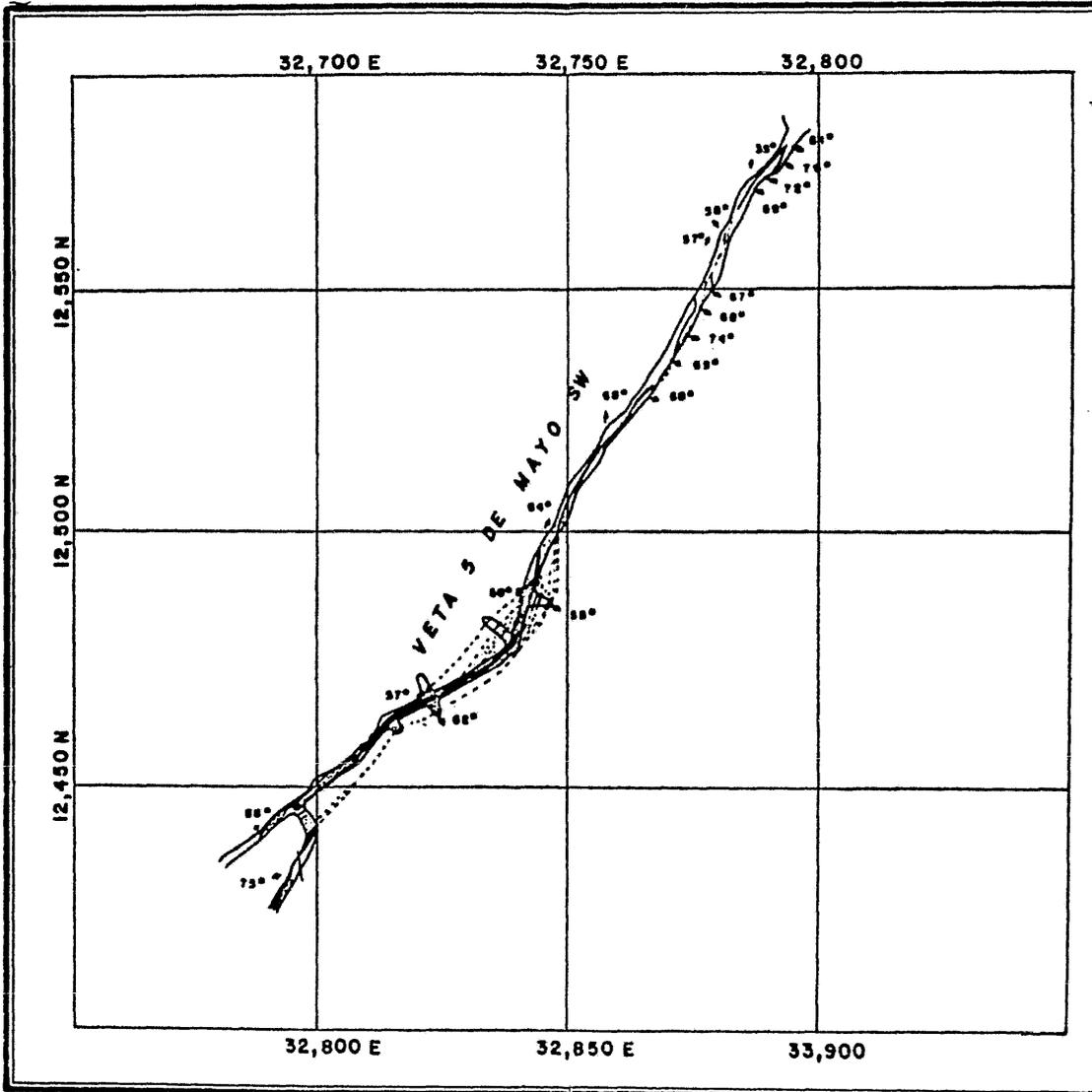


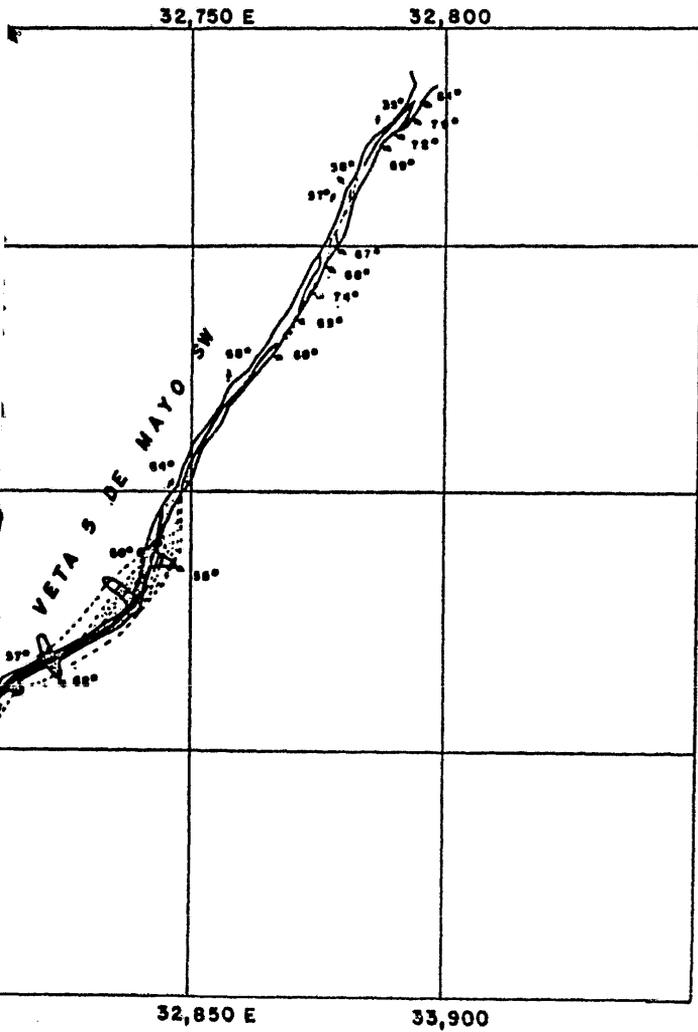
LEYENDA

Dique	-----	Di q.
Veta	-----	67°
Veta Infrida	-----	70°
Falla mostrando rumbo y echado	-----	70°
Diseminacion de mineral (Pb.Zn.Cu.Fe)	-----	
Obra minera	-----	
Pozo	-----	☐
Contrapozo	-----	☒



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO GEOLOGICO VETA 5 DE MAYO I y II AREA 5 DE MAYO
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO I. VARELA A. PLANO No 9 1983





L E Y E N D A

Dique	-----	Diq
Veta	-----	4 67°
Veta inferida	-----	-----
Falla mostrando rumbo y echado	-----	70°
Diseminación de mineral (Pb.Zn.Cu.Fe)	-----	-----
Obra minera	-----	-----
Pozo	-----	☐
Contrapozo	-----	☐



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO GEOLOGICO
	MINA S DE MAYO SW
	AREA S DE MAYO
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO I. VARELA A. PLANO N.º 10 1963

33,450 E 33,475 E 33,500 E 33,525 E

12,525 N

12,500 N

12,475 N

12,450 N

12,425 N

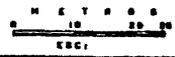
12,400 N

12,375 N

No	Esp.	Au %	Ag %	Pb %	Zn %	Cu %
1	0.20	0.80	0.22	16.28	1.22	7.18
2	0.30	1.30	0.25	1.58	1.12	1.12
3	0.30	1.20	1.22	1.08	1.0	1.12
4	0.30	1.10	1.22	1.22	1.18	1.12
5	0.30	1.30	1.22	1.30	1.18	0.81
6	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
7	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
8	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
9	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
10	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
11	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
12	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
13	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
14	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
15	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
16	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
17	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
18	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
19	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
20	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
21	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
22	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
23	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
24	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
25	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
26	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
27	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
28	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
29	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
30	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
31	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
32	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
33	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
34	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
35	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
36	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
37	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
38	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
39	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
40	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
41	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
42	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
43	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
44	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
45	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
46	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
47	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
48	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
49	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18
50	0.30	1.30	1.22	1.30	1.22	1.18

LEYENDA

- Dique
- Veta
- Veta infiltrada
- Falla mostrando rumbo y echado
- Distribución de mineral (Pb,Zn,Cu,Pb)
- Obras mineras
- Pozo
- Contrapozo
- Muestra



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

PLANO GEOLOGICO Y DE HUERTOS

AREA TEXCALAMA

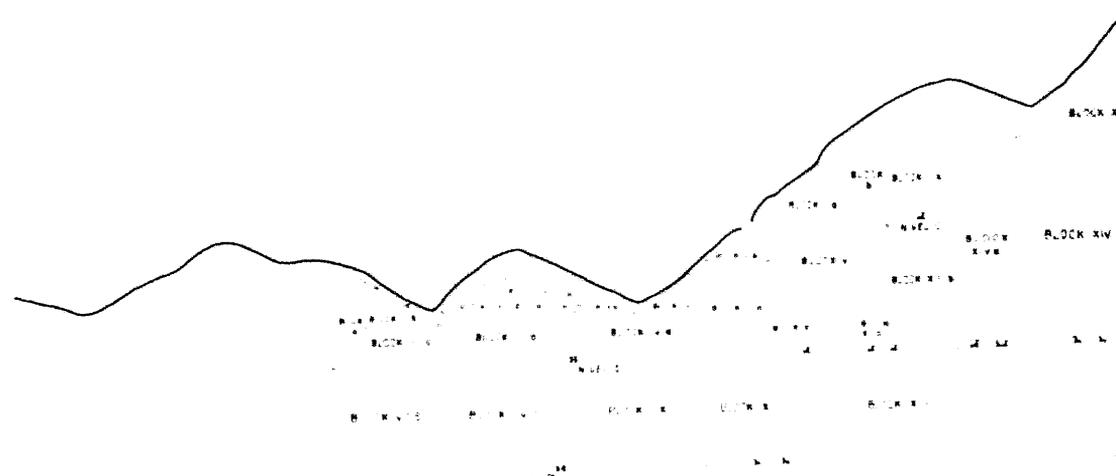
GETA TEXCALAMA

TESIS PROFESIONAL

PABLO L. MARCELA S. | PLANO No. 11 | 1983

SW

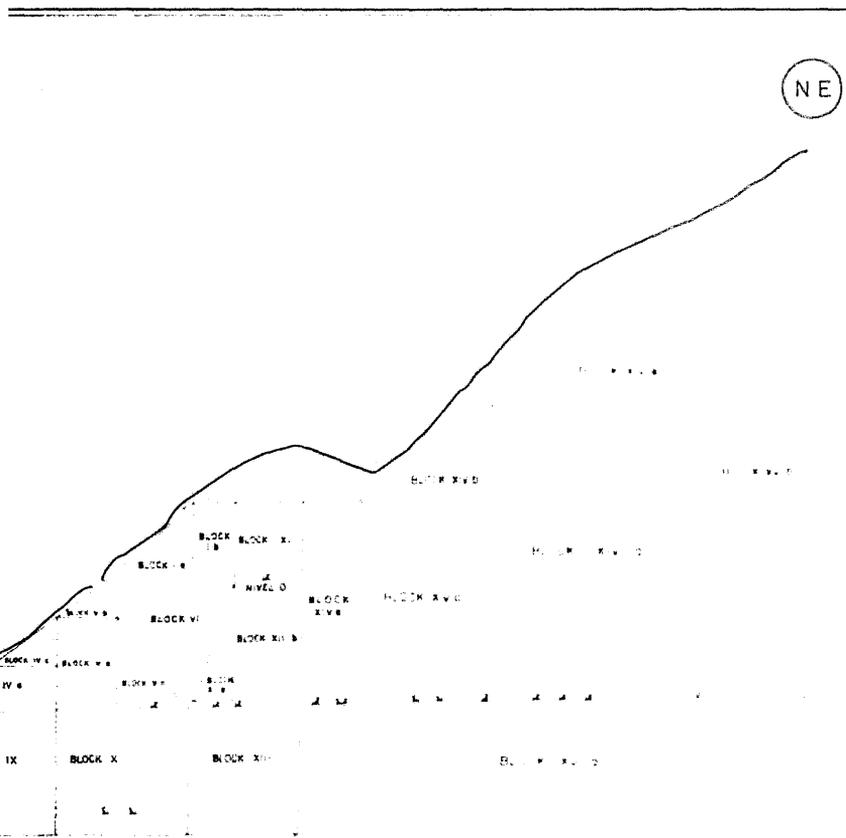
MSNM
1700
1650
1600
1550
1500
1450
1400
1350
1300



BLOCK	TONS	Au	Ag	Pb	Zn
1	82	84	1	278	7
2	180	42	4	127	3
3	142	32	1	127	3
4	1,541	89	88	1,885	9
5	1,52	55	73	818	7
6	1,24	40	77	1,448	6
7	1,27	37	63	1,87	6
8	1,98	41	1	143	5
9	1,60	240	144	937	4
10	1,808	33	25	646	3
11	1,388	035	39	082	0
12	4,185	144	14	113	3
13	8,19	8	42	410	8
14	15,878	48	82	868	8

RUMBO DE SECCION N 52° 30' E VIENDO AL

NE



EXPLICACION

- ENTRADA REALIZADA
- ENTRADA PROGRAMADA
- PUENTE A LA DERECHA
- PUENTE A LA IZQUIERDA
- PUENTE A AMBOS LADOS
- BRA PROGRAMADA
- BRA REALIZADA
- PUENTE DERRIBADO
- ATRIUM PERSONAL



BLOCK	TONS	AV	AL	AS	AZ	AV	AL	AS	AZ
I	1780	75	8	20	10	10	10	10	10
II	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
III	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
IV	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
V	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
VI	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
VII	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
VIII	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
IX	1800	75	8	20	10	10	10	10	10
TOTAL	15870	68	72	200	100	100	100	100	100

BLOCK	TONS	AV	AL	AS	AZ
I	1780	75	8	20	10
II	1800	75	8	20	10
III	1800	75	8	20	10
IV	1800	75	8	20	10
V	1800	75	8	20	10
VI	1800	75	8	20	10
VII	1800	75	8	20	10
VIII	1800	75	8	20	10
IX	1800	75	8	20	10
TOTAL	15870	68	72	200	100

BLOCK	TONS	AV	AL	AS	AZ
I	1780	75	8	20	10
II	1800	75	8	20	10
III	1800	75	8	20	10
IV	1800	75	8	20	10
V	1800	75	8	20	10
VI	1800	75	8	20	10
VII	1800	75	8	20	10
VIII	1800	75	8	20	10
IX	1800	75	8	20	10
TOTAL	15870	68	72	200	100

N 52° 30' E VIENDO AL NW

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

ALUMNO: []

GRUPO: []

TITULO: []

FECHA: []

Elev. M.S.M.M.
1000

SW

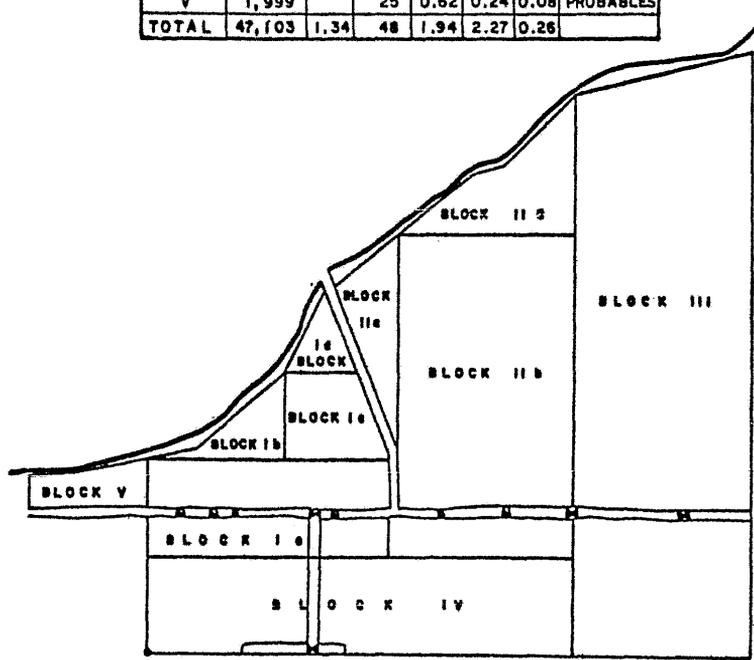
BLOCK	TONS.	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
I	11,125	0.58	52	1.69	1.75	0.43	PROBADAS
II	21,007	0.30	32	2.44	2.54	0.31	PROBADAS
TOTAL	32,132	0.39	39	2.18	2.26	0.35	
III	29,354	0.30	32	2.44	2.54	0.31	PROBABLES
IV	15,750	3.46	80	1.20	2.03	0.19	PROBABLES
V	1,999		25	0.62	0.24	0.08	PROBABLES
TOTAL	47,103	1.34	48	1.94	2.27	0.26	

1000

950

900

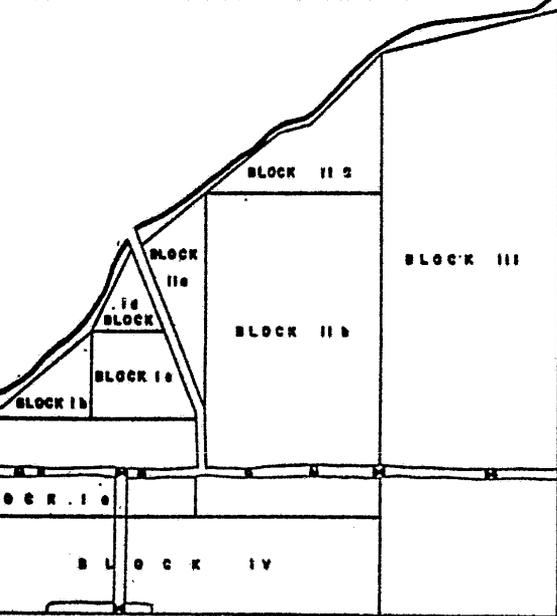
850



850-1

BLOQUE	TONS.	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
	11,129	0.58	52	1.69	1.75	0.43	PROBADAS
	21,007	0.30	32	2.44	2.54	0.31	PROBADAS
TOTAL	32,132	0.39	39	2.18	2.26	0.35	
	29,354	0.30	32	2.44	2.54	0.31	PROBABLES
	15,750	3.46	80	1.20	2.03	0.19	PROBABLES
	1,999		25	0.62	0.24	0.08	PROBABLES
TOTAL	47,103	1.34	48	1.94	2.27	0.26	

NE

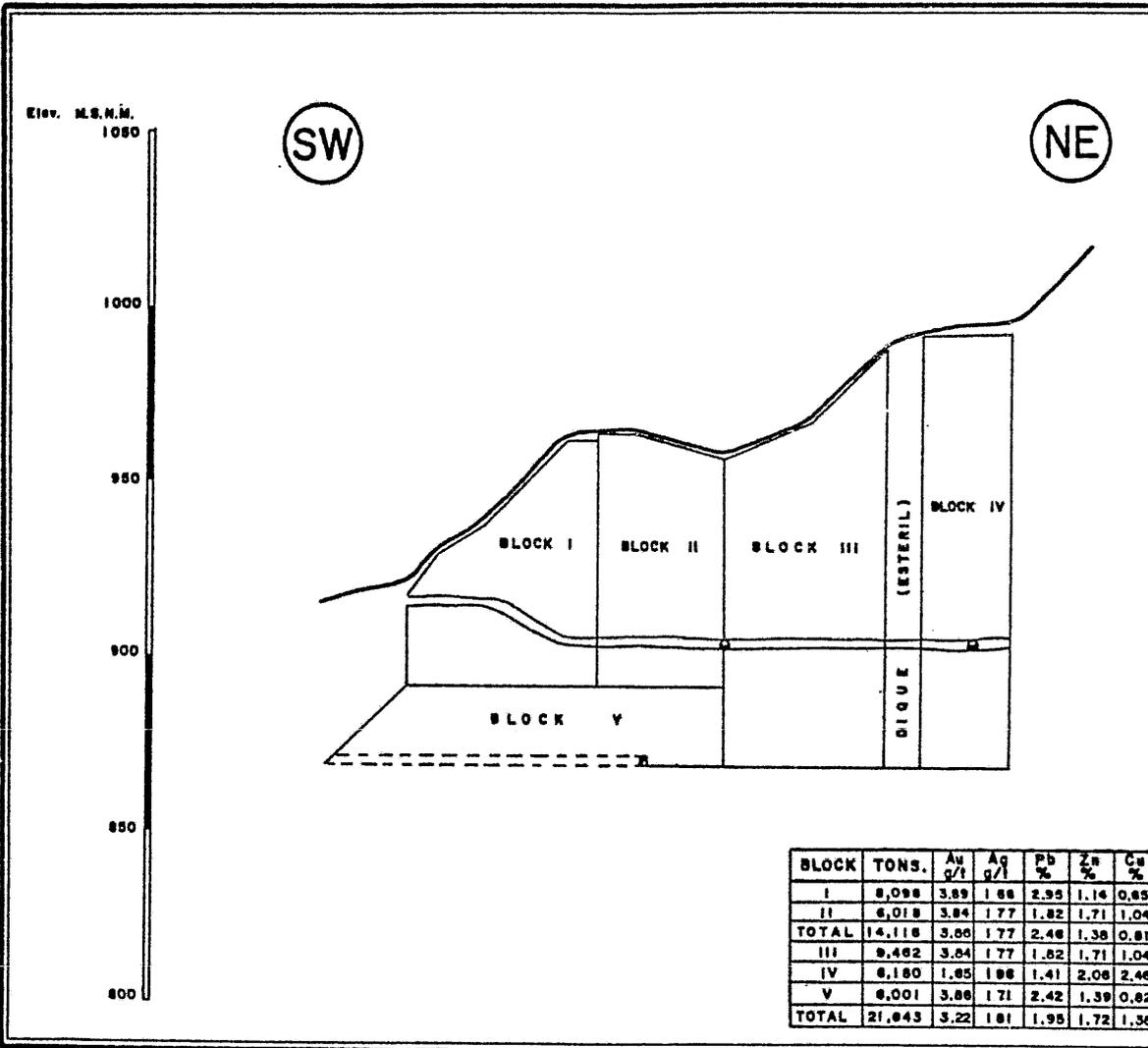


L E Y E N D A

Contrapozo Realizado	---	—
Contrapozo Programado	---	—
Cruce a la Izquierda	---	⊘
Cruce a la Derecha	---	⊙
Cruce a Ambos Lados	---	⊞
Obra Programada	---	----
Obra Realizada	---	=====
Block Cubicado	---	BLOCK V
Corte Superficial	---	-----

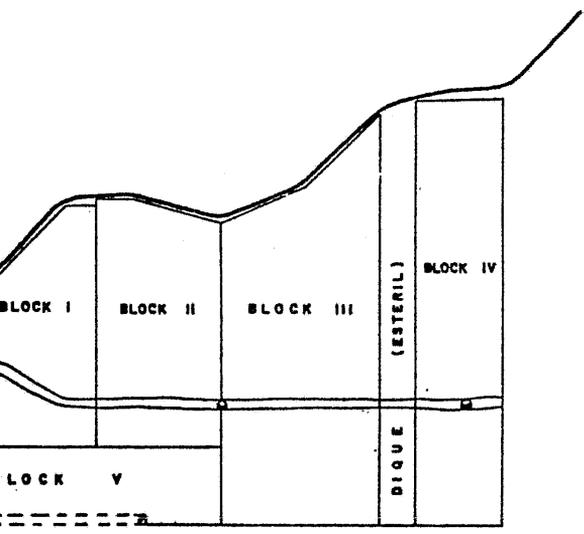
10 0 10 20 30 40
ESCALA

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO DE CUBICACION MOSTRANDO CPOZUIS UTILIZADO
	META S DE MAYO I
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO I VARELA A. PLANO No.13 1983



BLOCK	TONS.	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %
I	8,098	3.89	1.68	2.95	1.14	0.65
II	6,018	3.84	1.77	1.82	1.71	1.04
TOTAL	14,116	3.86	1.77	2.46	1.38	0.81
III	9,462	3.84	1.77	1.82	1.71	1.04
IV	6,180	1.85	1.96	1.41	2.08	2.46
V	6,001	3.86	1.71	2.42	1.39	0.82
TOTAL	21,643	3.22	1.81	1.95	1.72	1.36

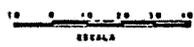
NE



L E Y E N D A

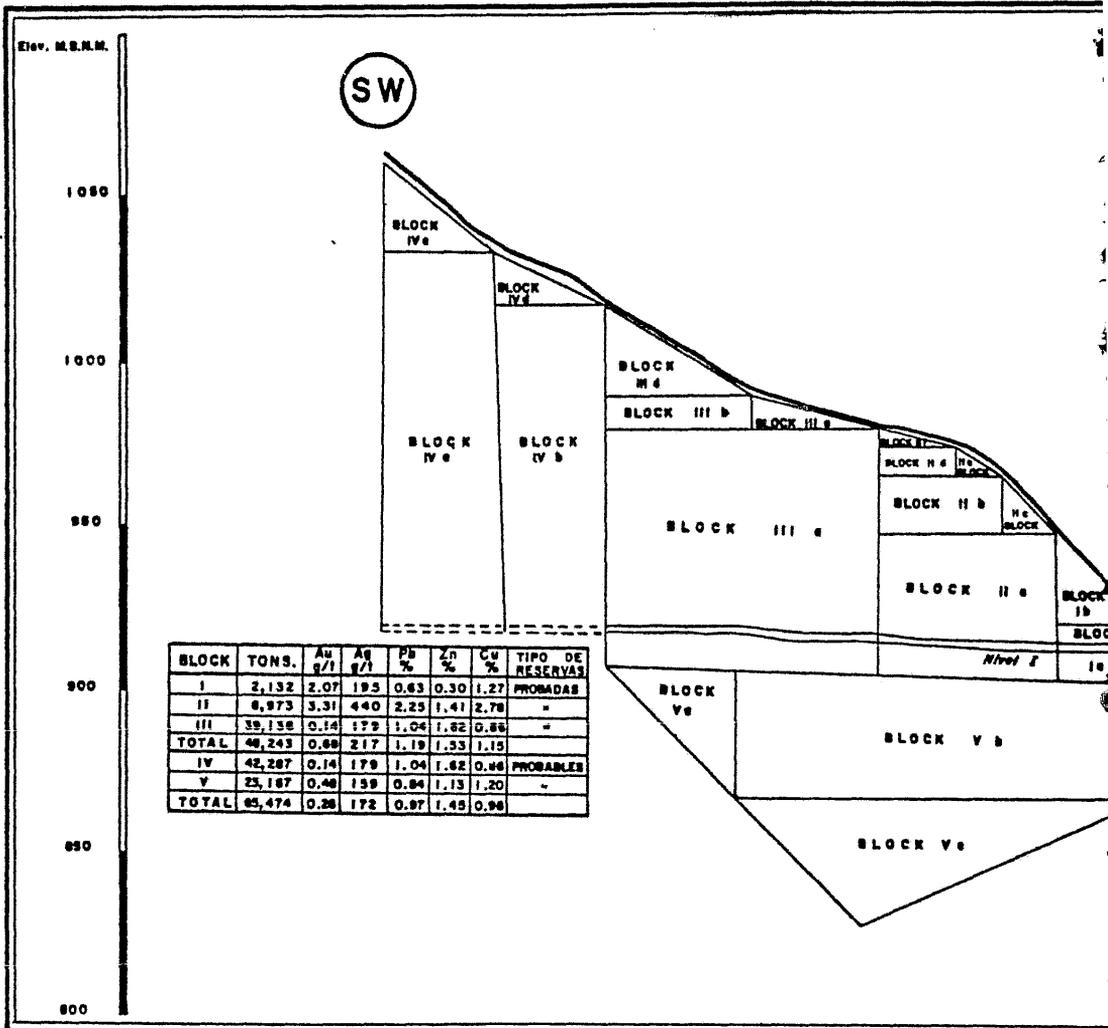
- Contrapeso Realizado -----
- Contrapeso Programado -----
- Crecera a la Izquierda -----
- Crecera a la Derecha -----
- Crecera a Ambos Lados -----
- Obra Programada -----
- Obra Realizada -----
- Block Cubiende -----
- Corteo Superficial -----

BLOCK	TONS.	Au g/l	Ag g/l	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
I	8,098	3.89	1.66	2.95	1.14	0.65	PROBADAS
II	6,018	3.84	1.77	1.82	1.71	1.04	"
TOTAL	14,116	3.66	1.77	2.46	1.38	0.81	
III	9,482	3.64	1.77	1.62	1.71	1.04	PROBABLES
IV	6,180	1.65	1.96	1.41	2.06	2.46	"
V	6,001	3.86	1.71	2.42	1.39	0.82	"
TOTAL	21,643	3.22	1.81	1.95	1.72	1.36	



UNIVERSIDAD

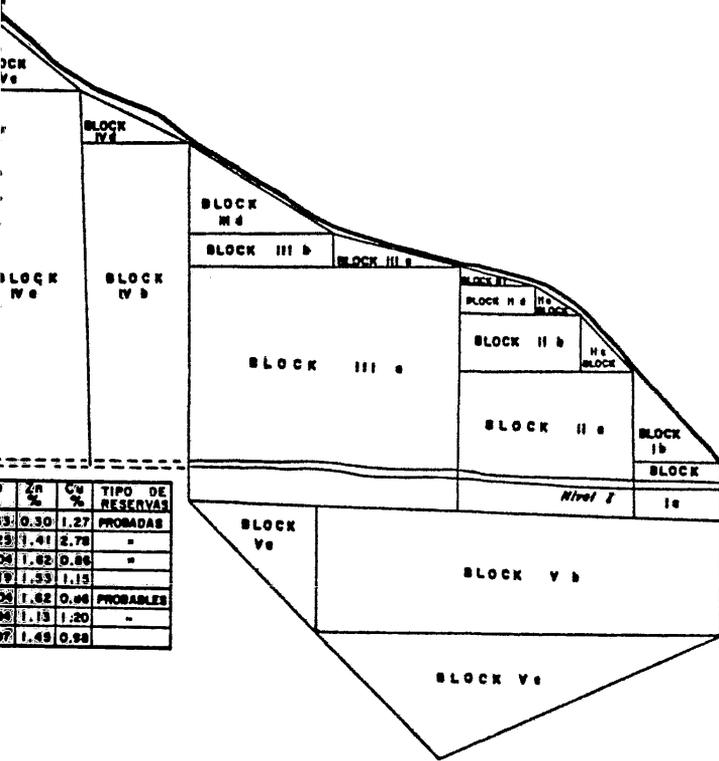
FACULTAD DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
 PLANO DE CUBICACION MOSTRAMDO
 CRUQUIS UTILIZADO
 VISTA 3 DE MAYO II
 TESIS PROFESIONAL
 PABLO I VARELA A. | PLANO No. 14 | 1983





L E Y E N D A

Contrapezo Realizado	— — — — —
Contrapezo Programado	— — — — —
Cruceiro a la Izquierda	⊙
Cruceiro a la Derecha	⊙
Cruceiro a Ambos Lados	⊞
Obre Programado	— — — — —
Obre Realizado	— — — — —
Block Cubicado	BLOCK V
Ceceo Superficial	— — — — —



	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
3	0.30	1.27	PROBADAS
13	1.41	2.78	"
24	1.62	0.86	"
19	1.53	1.13	"
24	1.62	0.46	PROBABLES
18	1.13	1.20	"
27	1.45	0.98	"



UNA

FACULTAD DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

PLANO DE CUBICACION MOSTRANDO
 CROQUIS UTILIZADO
 VISTA 3 DE NIVEL I Y II

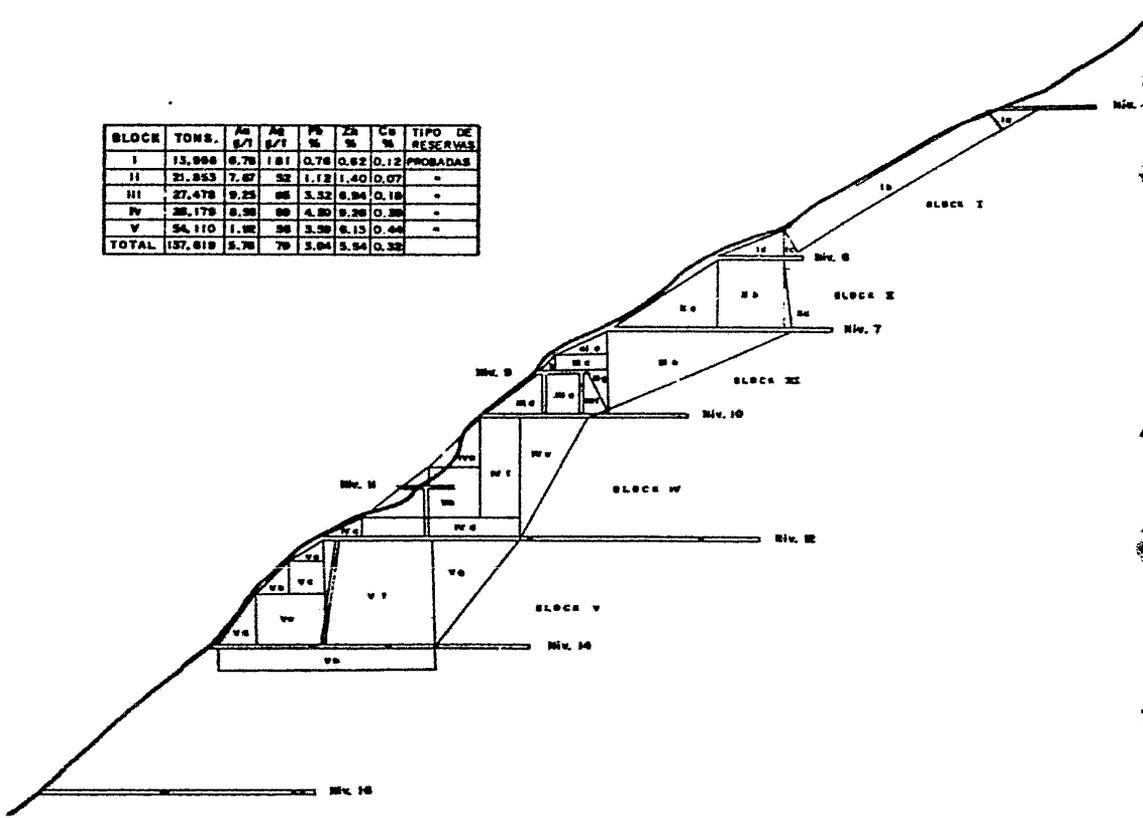
TESIS PROFESIONAL

PAULO I VAPELA 6 | PLANO N° 13 | 1983

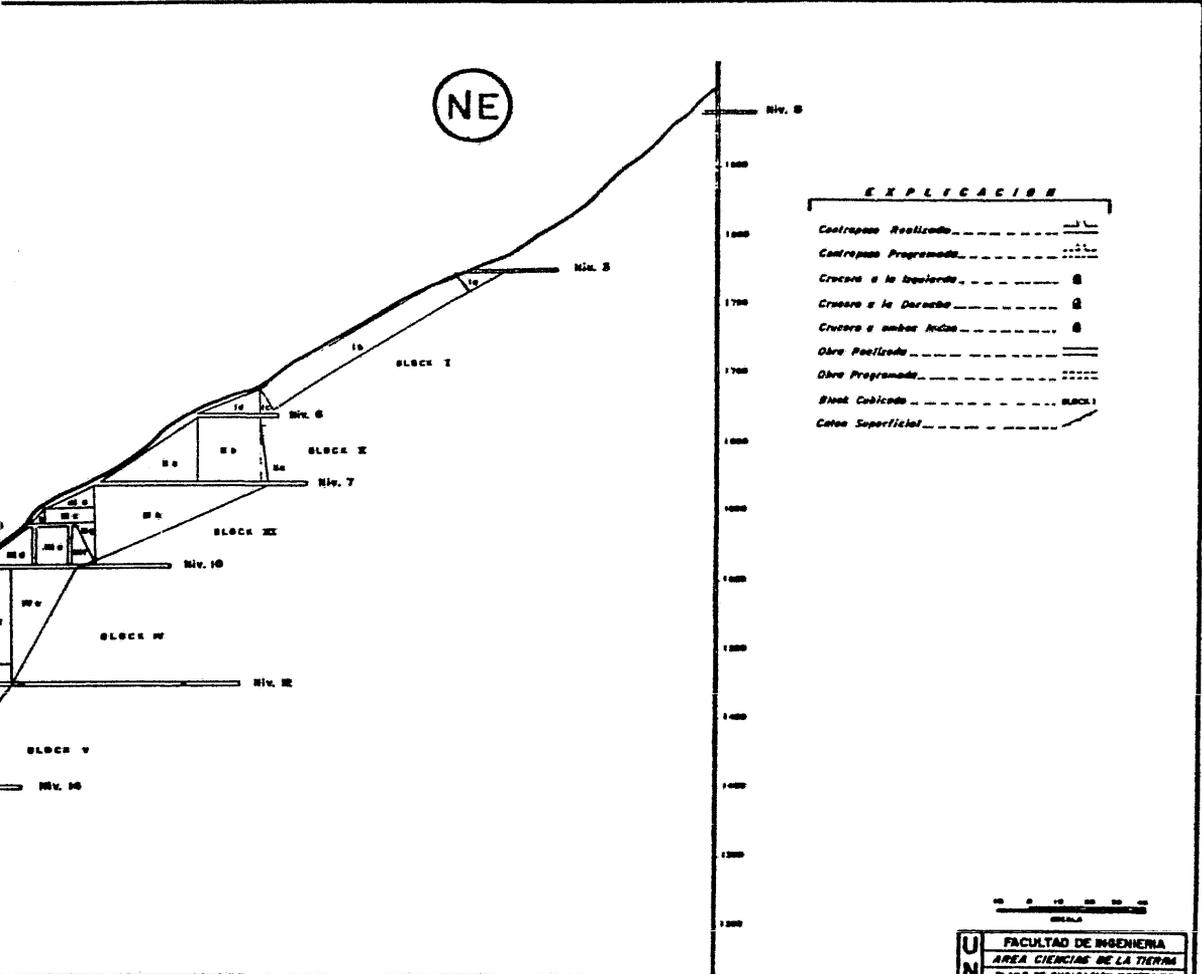
(SW)

(NE)

BLOCK	TONS.	As g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVA
I	13,998	6.78	181	0.78	0.82	0.12	PROBADAS
II	21,853	7.87	52	1.12	1.40	0.07	"
III	27,478	9.25	88	3.32	6.94	0.18	"
IV	28,178	8.38	89	4.89	9.28	0.39	"
V	54,110	1.88	38	3.39	6.13	0.44	"
TOTAL	137,619	5.78	79	3.94	5.54	0.32	



NE



EXPLICACION

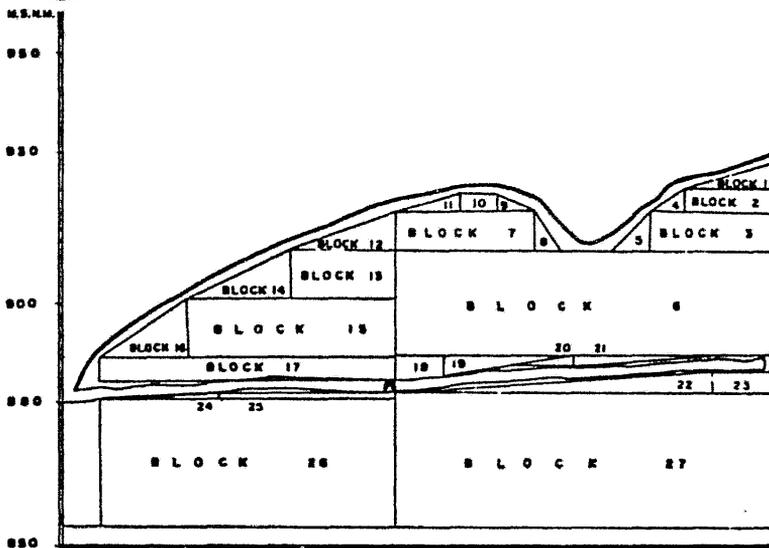
- Contrapeso Realizado
- Contrapeso Programado
- Cercera a la Izquierda
- Cercera a la Derecha
- Cercera a ambas Indias
- Obra Realizada
- Obra Programada
- Revol. Cubicada BLOQUE I
- Cota Superficial

0 10 20 30 40 50
METROS

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO DE CUBICACION MOSTRANDO CONDICION UTILIZADO
	COTA CUESTOS (M.)
	TEMA PROFESIONAL
	FOLIO 1, TABLA 2, PLANO No. 1, 1983

SW

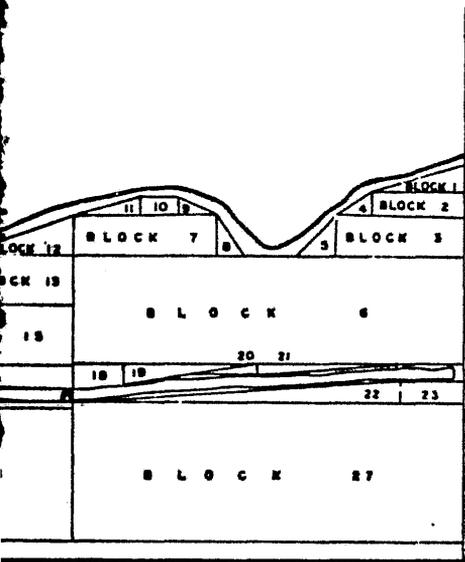
NE



Contrapozo Na
 Contrapozo Pr
 Crucero e la
 Crucero e la
 Crucero e emb
 Obra Program
 Obra Realizad
 Block Cubicad
 Cetes Superfi

BLOCK	TONS.	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
1 a 27	15,327	5.37	88	2.23	3.57	0.58	PROBABLES

NE



EXPLICACION

- Contrapozo Realizado
- Contrapozo Programado
- Crucero a la Izquierda
- Crucero a la Derecha
- Crucero a ambas ladas
- Obra Programada
- Obra Realizada
- Block Cubicada
- Corte Superficial

Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	TIPO DE RESERVAS
86	2.23	3.57	0.58	PROBABLES



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PLANO DE CUBICACION MOSTRANDO CROQUIS UTILIZADO VETA TEXCALAMA
	TESIS PROFESIONAL
	PABLO L VARELA A. PLANO No 17 1982