



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA Y PROSPECCION MINERA DEL
AREA PALMAR CHICO, MUNICIPIO
DE AMATEPEC, MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A N :
JAVIER HERNANDEZ VELAZQUEZ
RAYMUNDO ARTURO HERRERA MARTINEZ
JOSE LUIS JIMENEZ MENDOZA
AGUSTIN MADRIGAL BULNES
ALFREDO MOJICA MONDRAGON
JESUS MONSALVO ARELLANOS



MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Los autores del presente trabajo, hacemos patente nuestro sincero agradecimiento al Sr. ingeniero German Arriaga Garcia, por compartir con nosotros su experiencia así como por su acertada dirección para la realización de esta tesis.

También nuestro agradecimiento para los ingenieros Miguel Vera Ocampo, Carlos Garza Gonzalez Velez, Alejandro Guzman Aguirre y Francisco Javier Medina Escutia, por sus atinados comentarios que nos ayudaron de algun modo a llevar a cabo este trabajo.

Nuestro agradecimiento al ingeniero Jose M. Tiscareño Pifa, por el apoyo recibido para la pronta elaboración de esta obra.

Es necesario manifestar nuestra gratitud a los ingenieros de quienes recibimos cátedra, también a los laboratoristas, por la asesoría técnica que nos brindaron en su momento, a Gilberto Garnica Garcia por su asesoría para el uso adecuado del manejo de las computadoras que promueve la Secretaría de Asuntos Estudiantiles para los alumnos que realizan tesis, al personal de transporte sin cuya colaboración a lo largo de nuestra estancia en la facultad, hubiese sido difícil realizar las prácticas tan importantes en nuestra vida profesional.

Y nuestra sentida gratitud a compañeros y amigos por sus comentarios así como por alentarnos en los momentos difíciles durante la realización de nuestros estudios profesionales.

I N D I C E

INDICE	1
INTRODUCCION	4
RESUMEN	5
CAPITULO	
I. GENERALIDADES	
I.1 Objetivos de estudio	9
I.2 Estudios previos	11
I.3 Metodo de trabajo	15
II. GEOGRAFIA	
II.1 Localización y extensión	19
II.2 Vías de acceso	19
II.3 Clima	20
III. FISIOGRAFIA	
III.1 Fisiografía	22
III.2 Geomorfología	24
III.3 Hidrografía	26
IV. GEOLOGIA	
IV.1 Estratigrafía	31

PALEOZOICO

IV.1.1 Esquistos Taxco 31

MESOZOICO

Triásico

IV.1.2 Roca Verde Taxco Viejo 33

Jurásico - Cretácico

IV.1.3 Formación Acuitlapan 35

IV.1.4 Formación Amatepec 36

IV.1.5 Formación Xochibala 36

IV.1.6 Formación Arcelia 40

CENOZOICO

Terciario

IV.1.7 Grupo Balsas 42

IV.1.8 Riolita Tilzapotla 45

IV.1.9 Aluvión 47

IV.1.10 Rocas Ultrabásicas 48

IV.1.11 Rocas ígneas intrusivas 49

a) Dioritas 49

b) Microgranito 50

IV.2. Geología Estructural 51

IV.3. Geología Histórica 54

V. MODELOS DE LOS YACIMIENTOS

V.1	Yacimientos asociados a rocas básicas - ultrabásicas	62
V.2	Yacimientos asociados a rocas dioríticas	67
V.3	Yacimientos asociados a vulcanismo almohadillado	71
V.4	Yacimientos asociados a vulcanismo andesítico	76
V.5	Yacimientos asociados a depósitos ignimbriticos	78
V.6	Yacimientos asociados a rocas del Grupo Balsas	81
V.7	Placeres	83

VI. PROSPECCION MINERA

VI.1	Rocas básicas - ultrabásicas	90
VI.2	Vulcanismo almohadillado	92
VI.3	Vulcanismo andesítico	95
VI.4	Depósitos ignimbriticos	97
VI.5	Grupo Balsas	101
VI.6	Placeres	104

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

INTRODUCCION

El papel de la minería en México ha sido de gran trascendencia, para el desarrollo de algunos asentamientos humanos; ha contribuido al crecimiento económico, social e industrial de los lugares donde se establece.

En México, la agricultura dista de alcanzar el desarrollo deseable; por otra parte, se puede considerar que la industria se encuentra en sus primeros pasos; sin embargo, el territorio nacional contiene una gran abundancia de minerales que han sido, son y serán esenciales para la marcha del país.

El papel y la influencia que la industria minera tenga en el futuro, dependerá mucho de la respectiva política nacional e internacional, cuyo acierto y buen manejo se reflejará en la vida de la industrial y económica del país.

Existe un gran interés por descubrir y explotar oro y plata, así como, metales industriales (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, etc.). El aprovechamiento de estos metales se ha incrementado a medida que han aumentado las necesidades industriales, domésticas e internacionales.

Conforme el tiempo pase habrá una demanda cada vez mayor de los metales antes indicados por lo cual, es posible que mediante estudios apropiados se localicen nuevos yacimientos minerales que sean factible de transformarse en fuentes de trabajo y de riqueza importantes para la economía nacional. En virtud de lo antes expuesto, el Área estudiada abre un nuevo campo de actividad con el fin de significar una nueva fuente de recursos minerales, que en un futuro lleguen a representar polos de desarrollo minero en el país.

RESUMEN

El área de estudio se sitúa en la parte septentrional de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, en la región denominada Tierra Caliente; el área está comprendida entre las coordenadas geográficas $100^{\circ} 20'$ y $100^{\circ} 40'$ de longitud oeste y $18^{\circ} 30'$ y $18^{\circ} 45'$ de latitud norte; está formada por abruptas montañas entre las que destaca la sierra de San Vicente, a través de ellas corren las aguas de numerosos ríos que siguen un patrón estructural en algunos casos y donde la configuración dendrítica sobresale respecto de la radial.

Se identificaron rocas cretácicas y cenozoicas como son: Fm. Xochipala, Fm. Arcelia, Rocas básicas - ultrabásicas. Grupo Balsas y Riolita Tilzapotia; además cuerpos intrusivos básicos e intermedios y escasos aluviones.

De Cserna (1981), el área de estudio y en zonas vecinas existen rocas precretácicas, como son la Fm. Amatepec, Fm. Acuitlapán y más antiguas como el Esquisto Taxco Viejo y la Roca Verde Taxco Viejo, las cuales no afloran y que en el presente trabajo se consideran la parte basal de la secuencia litológica.

Las rocas del área de estudio estuvieron sujetas, por lo menos, a dos etapas de deformación; se generó un fallamiento inverso con la subsecuente inyección forzada de rocas ultrabásicas, estas mismas fallas se reactivaron y se desplazaron en forma sinistral; de esta manera, se formaron zonas de debilidad por donde se emplazaron rocas intrusivas, diques y vetas.

Las deformaciones a la que estuvieron sujetas las rocas ultrabásicas en combinación con los fluidos hidrotermales derivados de los intrusivos y canalizados por los planos de fallas, favoreció la removilización de elementos de Au, Ag, Cu, Cr, Ni y Co.

Al parecer el principal evento que originó la formación de un arco de islas con cuenca marginal fue la Orogenia Laramide, de manera que tectónicamente, la zona estudiada se encuentra ubicada en una antigua cuenca caracterizada por la presencia de lavas almohadilladas asociadas a lutitas carbonosas; así se formó un ambiente propicio para la ocurrencia de sulfuros masivos vulcanogénicos.

Desde el punto de vista geológico - minero el Área de estudio es favorable para contener yacimientos de Au y Ag, principalmente contenidos en yacimientos de rellenos de fisura y diseminaciones.

Se proponen siete modelos para la mineralización de la zona referida:

1. Yacimientos asociados a rocas básicas - ultrabásicas.
2. Yacimientos asociados a rocas dioríticas.
3. Yacimientos asociados a vulcanismo con lavas almohadilladas.
4. Yacimientos asociados a vulcanismo de lavas andesíticas.
5. Yacimientos asociados a materiales ígneos básicos.

6. Yacimientos asociados a rocas del Grupo Balsas.

7. Yacimientos detríticos o conocidos como de placer.

De las áreas propuestas únicamente El Pinzán ha presentado buenas posibilidades; esta coincide con las estructuras mineralizadas de Cincuenta Arrobas, Potrerillos y Barranca de Quimichatenco; los trabajos de campo y resultados de laboratorio han dado las bases para proponer una asignación minera que proteja las estructuras anteriores. Hasta ahora, las estructuras de Cincuenta Arrobas han sido las más estudiadas; poseen longitudes de 2.5 y 3.5 km, espesores promedio de 10 m; están orientadas casi N - S con buzamiento al poniente. Los valores obtenidos en estas estructuras deben considerarse únicamente como indicativos de la mineralización y se debe continuar con la exploración.

Finalmente se menciona que existen problemas estructurales, estratigráficos y metalogénicos que deberán ser resueltos en etapas subsecuentes de la exploración.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.2. ESTUDIOS PREVIOS

1.3. METODO DE TRABAJO

I.1. OBJETIVOS DE ESTUDIO

La finalidad que se persigue en el desarrollo del presente estudio atiende a los siguientes objetivos.

- Es necesario integrar la minería mexicana. Se deben ampliar las posibilidades para un desarrollo nacional; de esta manera, se fortalecería la economía y la dependencia tecnológica en un futuro no muy lejano, disminuiría, el país puede llegar a ser totalmente autosuficiente en algunos elementos. Los resultados obtenidos del área de estudio abren las posibilidades de contener mineralizaciones económicas y por tanto se incrementaría la necesidad de apoyar la continuación de trabajos de exploración.

Todo el conjunto de estudios requeridos entra en una fase de estudio que puede denominarse investigación básica que tendrá como fin utilizar tecnología moderna que puede ser una forma de participación de las Universidades, entre otros aspectos. Además, de esta manera, se estrecharía más el vínculo Industria minera - Universidades.

- Es imprescindible crear polos o puntos de desarrollo en diferentes regiones, al mismo tiempo se influye en el desenvolvimiento de asentamientos humanos que pueden contribuir al crecimiento económico, social e industrial de estos lugares y para el país en general.

- Existe la carencia absoluta de determinados metales (Ni-Cr, Co, etc.) en el país; sin embargo, en esta región de

Palmar Chico, estado de México, existen los cuadros geológicos bien definidos que permiten suponer su existencia (por lo menos existen probabilidades).

- Con base a las actividades geológicas - mineras realizadas, se trata de proponer las áreas particulares para el estudio de semidetalle, con un rango de escala variable entre 1:10,000 - 1:25,000; y de detalle, con rango de escala entre 1:500 - 1:10,000, encaminados los trabajos a determinar yacimientos de minerales metálicos de rendimiento económico.

- En general para todos los modelos de yacimientos minerales tratados, se tuvo como objetivo poner las bases para una prospección minera adecuada en la región de Palmar Chico, estado de México, donde se presentan las condiciones similares a las de otras regiones cercanas.

- Así mismo, se tuvo como fin determinar la distribución de las alteraciones hipogénicas, para conocer si pueden ser utilizadas como una guía en la localización de cuerpos mineralizados.

1.2. ESTUDIOS PREVIOS

A continuación se describe brevemente lo más relevante de la información geológica hecha por varios autores, relacionada a regiones vecinas al área de estudio y otras que la incluyen.

Campa et.al. (1974), estudiaron la secuencia mesozoica vulcano - sedimentaria con metamorfismo, de Ixtapan de la Sal, México y Teloloapan, Guerrero la secuencia esta constituida por una sucesión de metasedimentos y rocas verdes o metavibricas. Los autores referidos concluyen que la deformación volcano - sedimentaria debió realizarse a fines del Cretacico Inferior, ya que los bancos de caliza del Albiaco que los cubre discordantemente no presenta metamorfismo.

Por su parte De Cserna (1975), asigno una edad radiométrica, utilizando zircones autigenos (?) al Precambrico Tardío, para el basamento metamorfoico definido como Escuisto Taxco. Posteriormente lo corrigió y lo situo en el Paleozoico Superior.

Segun Campa (1978), en la región de Tierra Caliente se han reconocido unidades litostratigráficas paleozoicas y pre-cámbricas que constituyen el zocalo metamorfoico y tambien rocas mesozoicas (calizas y terrígenos) y capas rojas continentales terciarias, así como diversas manifestaciones magmáticas intrusivas y volcánicas terciarias y recientes.

Del análisis de la estratigrafia, paleogeografía y tectónica se definen cuatro dominios paleogeográficos - tectónicos: arco

andesítico insular de mar marginal (Js - K1) correspondiente a Tloloapan - Ixtapan de la Sal; zona de transición (Js - Ks) en la zona de Michoacán - Guerrero y una plataforma (k1) que corresponde a la zona de Morelos - Guerrero.

Altamirano y Fernández (1976), realizaron una exploración geológica en el distrito minero de Finzán Morado ubicado al oeste del estado de Guerrero, con el fin de conocer y cuantificar las reservas mineras de oro. Las principales rocas, desde el punto de vista minero, son las rocas metamórficas (esquistos), las cuales contienen la totalidad de las estructuras mineralizadas (intersección de vetas de cuarzo con pirita, galena y bienda principalmente).

En otro estudio de Campa et.al. (1980) definen lo que denominan los terrenos basales y los terrenos suprayacentes de la Sierra Madre del Sur. estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos; según ellos, ocho conjuntos corresponden al Mesozoico y tres al Cenozoico; estas zonas están delineadas en un mapa de terrenos tectonoestratigráficos (cartografía de las unidades en las que afloran secuencias litológicas que representan ambientes tectónicos unificados) además, proponen un modelo paleogeográfico bastante incompleto con base en la descripción de su estratigrafía, litología, estructuras, límites, origen y edad de algunos. De acuerdo con las características propias de cada terreno y su posible correlación con áreas vecinas las asocian a un ambiente determinado.

En la Hoja Tejuzilco, De Cserna (1983) expone un marco geológico regional en el cual interpreta una gran estructura de tipo anticlinal con su eje mayor orientado NW - SE, al centro del cual afloran rocas volcánico - sedimentarias metamorfozadas pre-mesozoicas flanqueadas por unidades sedimentarias y volcánicas mesozoicas.

Por su parte Delgado y Morales (1983) argumentan que el complejo básico - ultrabásico de El Tamarindo, Guerrero, representa la base de un arco magmático; su afinidad con las rocas volcánicas podrían definirlo como la raíz de ese arco. Se presentan evidencias de haber sido alteradas por movimientos tectónicos que producen brechamiento, textura fluída y una tendencia estructural vertical. Estos autores concluyen que su emplazamiento es diapírico por intrusión forzada formando cuerpos elongados, debido a que ocupan zonas de fracturamiento y fallamiento. Desde el punto de vista económico, el área en lo que respecta a Cr y Ni son de interés relativo; sin embargo, el grupo del Pt puede hacer económicamente importante la región.

González y Torres (1988), proponen la existencia de provincias o franjas metalogénicas en la porción centro - occidental de México cuya distribución y origen obedecen a procesos tectónicos como el de un arco insular de mar marginal.

Si se considera todo lo anterior, la zona muestra características geológicas y estructurales muy complejas, muchas de las cuales aún no se encuentran bien esclarecidas. Por lo que corresponde a las relaciones estratigráficas observadas por

Campa, afirma que se trata de una misma unidad, sin embargo las rocas volcánicas de la parte superior no presentan metamorfismo sino fenómenos de espilitización (metasomatismo sódico local de las rocas, resultando la presencia de labradorita albitizada), por lo cual la hipótesis de Campa sería incorrecta al confundir varias secuencias con una sola (González y Torres. 1988).

Por otra parte, el marco geológico establecido por De Cserna, ubica al Falmar Chico localizada en el flanco oriental del mencionado anticlinal al que denominan " Levantamiento Tejuicilco ".

Desde el punto de vista económico el área de Falmar Chico, estado de México promete gran interés en yacimientos en vetas hidrotermales de Au, Ag, (Pb, Zn, Cu); Au. Ag. (Cu), y no menos alentador de Cr, Ni y Co.

1.3. METODO DE TRABAJO

El estudio del área se realizó por medio de trabajos de campo y gabinete, comprendió el desarrollo de las siguientes etapas:

1. Etapa previa o de documentación
2. Etapa de trabajo de campo
3. Etapa de gabinete.

1. Etapa previa: durante esta etapa se consultó la documentación existente del área de estudio y zonas vecinas, con el fin de adquirir un conocimiento generalizado del marco geológico regional y de sus posibilidades mineras que sirvieran de base para sustentar las etapas sucesivas de la presente investigación.

La documentación consultada consta de los siguientes puntos:

- Bibliografía de la zona.
- Bibliografía de yacimientos minerales (para tener conocimiento de las características de los minerales que interesan, rocas encajonantes, porcentaje, etc.).
- Carta topográfica denominada Faimar Chico, escala 1: 50,000, clave E14-A55, editada por I.N.E.G.I.
- Carta geológica, escala 1: 100,000, correspondiente a la hoja Tejupilco 14Q-9(9). De Cserna, Z. Instituto de Geología U.N.A.M., 1982 (1983).
- Fotografías aéreas: escala 1: 50,000, de la misma

área que cubre la hoja Palmar chico de I.N.E.G.I., con las que se llevo a cabo su interpretación fotogeológica, para posteriormente elaborar el mapa respectivo.

- Elaboración de un itinerario para llevar a efecto una reconocimiento con el propósito de evaluar la información consultada previamente.

2. Etapa de campo: consistió en verificar la interpretación fotogeológica; se llevaron al campo, además del mapa. las fotografías para hacer las correcciones pertinentes sobre el terreno. Las dudas que se tuvieron se tomaron muy en cuenta para programar los estudios de verificación. Dicha verificación se inició con diversos caminamientos a pie o en vehículo; los reconocimientos se planearon con el propósito de recabar información que permitió definir con precisión las condiciones geológicas presentes en la zona de estudio, tales como comprobar los límites de las unidades litoestratigráficas. identificación de estructuras geológicas importantes como anticlinales, cuerpos intrusivos, discontinuidades (fracturas, fallas, discordancias) y cuerpos mineralizados.

Se obtuvieron datos estructurales de las rocas, tales como el rumbo y el echado, así como la foliación en las zonas de falla. Posteriormente, se hizo un muestreo de rocas y zonas mineralizadas, las cuales fueron analizadas en el laboratorio y cuyos resultados petrográficos que se describen en el capítulo de geología y anexo, fueron básicos para elaborar el

mapa geológico del Área.

3. Etapa de gabinete: el trabajo de laboratorio consistió en realizar estudios petrográficos y mineralógicos. Con los datos obtenidos en el campo y lo concerniente al trabajo de laboratorio, se elaboró el mapa geológico escala 1:50,000 y las secciones transversales a la misma escala. Después de la interpretación e integración de todos los datos obtenidos se procedió a la redacción del presente trabajo.

CAPITULO II

GEOGRAFIA

II.1. LOCALIZACION Y EXTENSION

II.2. VIAS DE ACCESO

II.3. CLIMA

11.1. LOCALIZACION Y EXTENSION

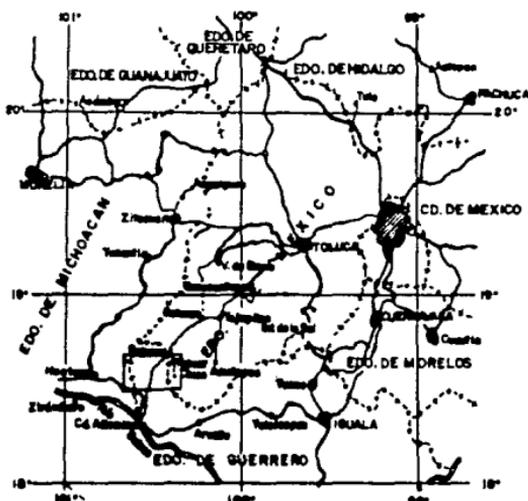
El área de estudio está situada en la parte sur de la República Mexicana, en la porción suroeste del estado de México.

La zona está comprendida entre las coordenadas geográficas $100^{\circ} 20'$ y $100^{\circ} 40'$ de longitud oeste y $18^{\circ} 30'$ y $18^{\circ} 45'$ de latitud norte. El área tiene forma rectangular de aproximadamente 1000 km^2 , colindando al este y sureste con la carretera federal México - Zihuatanejo.

11.2 VIAS DE ACCESO

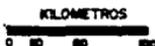
En general, el área se encuentra bien comunicada: es accesible por la carretera federal de cuota México - Toluca, a partir de la cual se continúa por la carretera federal libre Toluca - Temascaltepec con el pueblo de Tezupilco de Hidalgo.

Al sur de este poblado se continúa por una carretera revestida, de aproximadamente 15 km de longitud, hasta llegar al poblado de Epazotes. Por la misma carretera, 59 km al suroeste se pasa por los poblados de Estanco, Salitre, El Coporo y termina en el poblado de Bejuco. Hacia el sur del poblado de Bejuco existe una terracería transitable en toda época del año de 16 km aproximadamente hasta llegar al poblado de Palmar Chico (figura No. 1).



EXPLICACION

-  LIMITE ESTATAL
-  CARRETERA PAVIMENTADA
-  CAMINO DE TERRACERIA
-  CIUDAD O POBLADO
-  AREA DE ESTUDIO

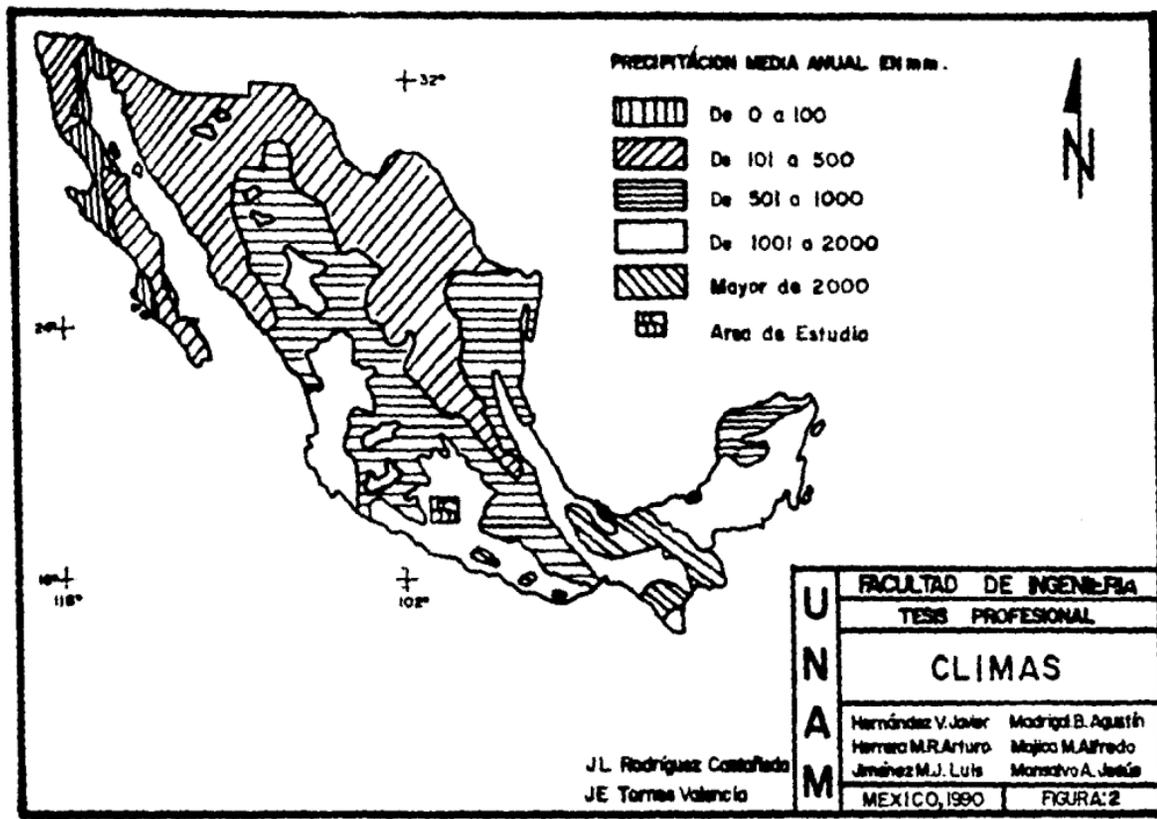


U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	Mapa de localización de la Hoja Palmar Chico (DETENAL), Edo. de México	
	Hernández V. Javier	Madrigal B. Agustín
	Herrera M.R. Arturo	Mojica M. Alfredo
Jiménez M.J. Luis	Monsalvo A. Jesús	
MEXICO, 1960		
FIGURA 1		

11.3 CLIMA

De acuerdo con la clasificación de Koppen, el área estudiada tiene un clima AMGi, es decir, tropical lluvioso con lluvias en verano e invierno seco; las lluvias son abundantes en el periodo comprendido entre junio y octubre (figura No. 2).

En la zona existe una temperatura maxima de 37.4°C y minima de 4° C; el promedio de temperatura anual es de 23.4°C y una precipitación pluvial de 1400 mm anuales en las partes altas de la sierra, mientras que en las partes bajas se reduce a 1100 mm.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	CLIMAS	
	Hernández V. Javier	Madrigal B. Agustín
	Herrera M.R. Arturo	Mojica M. Alfredo
Jiménez M.J. Luis	Monsalvo A. Jesús	
MEXICO, 1990		FIGURA: 2

J.L. Rodríguez Costafreda
JE Torres Valencia

CAPITULO III

FISIOGRAFIA

III.1. FISIOGRAFIA

III.2. GEOMORFOLOGIA

III.3. HIDROGRAFIA

III.1 FISIOGRAFIA

De acuerdo a la clasificación de provincias fisiográficas de México establecida por Raisz (1959), el área estudiada se localiza en la parte septentrional de la subprovincia denominada Cuenca del Balsas - Mexcala (figura No. 3) perteneciente a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, que tiene alturas promedio de 1500 m.s.n.m. (M. Álvarez Jr. 1967).

La Sierra Madre del Sur es una región donde los sedimentos del Mesozoico se encuentra en un estado avanzado de erosión; este rasgo lo constituyen esquistos paleozoicos, intrusiones graníticas y calizas mesozoicas, cubiertas por tobas riolíticas en el extremo noroeste.

Las áreas constituidas por lutitas apizarradas, presentan una topografía ondulada con eminencias en forma domica; sin embargo, en aquellas cubiertas por calizas se desarrollan cumbres planas con riscos verticales. La topografía que caracteriza a las zonas cubiertas por rocas ígneas es de pendiente escalonada y escabrosa.

El área estudiada se ubica en el flanco norte de la mencionada sierra y en ella afloran, rocas cretácicas en las que se desarrolla una topografía muy accidentada; en ésta son comunes las montañas con elevaciones de 1250 m a 1500 m sobre el nivel del mar, disectadas por profundas barrancas.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	RELACION DEL AREA ESTUDIADA CON LAS PROVINCIAS FISIGRAFICAS
	Hernández V. Javier Madrigal B. Agustín Herrera M.R. Arturo Mojica M. Alfredo Jiménez M.J. Luis Monrealvo A. Jesús
	MEXICO, 1980 FIGURA: 3

III.1 FISIOGRAFIA

De acuerdo a la clasificación de provincias fisiográficas de México establecida por Raisz (1959), el área estudiada se localiza en la parte septentrional de la subprovincia denominada Cuenca del Balsas - Mexcala (figura No. 3) perteneciente a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, que tiene alturas promedio de 1500 m.s.n.m. (M. Álvarez Jr. 1967).

La Sierra Madre del Sur es una región donde los sedimentos del Mesozoico se encuentra en un estado avanzado de erosión; este rasgo lo constituyen esquistos paleozoicos, intrusiones graníticas y calizas mesozoicas, cubiertas por tobas riolíticas en el extremo noroeste.

Las áreas constituidas por lutitas apizarradas, presentan una topografía ondulada con eminencias en forma domica; sin embargo, en aquellas cubiertas por calizas se desarrollan cumbres planas con riscos verticales. La topografía que caracteriza a las zonas cubiertas por rocas ígneas es de pendiente escalonada y escabrosa.

El área estudiada se ubica en el flanco norte de la mencionada sierra y en ella afloran, rocas cretácicas en las que se desarrolla una topografía muy accidentada; en ésta son comunes las montañas con elevaciones de 1250 m a 1500 m sobre el nivel del mar, disectadas por profundas barrancas.

La subprovincia Balsas - Mexcala tiene una forma irregular; su eje mayor con rumbo NW - SE tiene una longitud aproximada de 700 km, en la parte media su eje E - W mide aproximadamente 165 km; está limitada al N, por la planicie neovolcánica, al S por la Sierra Madre del Sur, al E por la Altiplanicie Septentrional (E. Raisz, Land Forms of Mexico, 1959).

La cuenca del río Balsas se encuentra hacia el norte de la zona montañosa de la Sierra Madre del Sur y es una de las unidades hidrográficas más grandes de México, con una orientación NW - SE que comprende los estados de Puebla, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y parte de los estados de Morelos, México y Jalisco. La cuenca tiene una longitud de 750 km con una superficie total de 115,263 km².

En esta subprovincia se encuentran rocas continentales marinas del Mesozoico, rocas ígneas extrusivas e intrusivas, así como sedimentos continentales del Cenozoico. El espesor de las rocas principales del mesozoico fluctúa entre los 1000 y 2000 m. Se alinean de muy diversas formas, pero predominantemente siguen una dirección noroeste - sureste.

El curso de la corriente del río Balsas - Mexcala es una vía fluvial antecedente (la corriente principal mantuvo el curso que seguía originalmente antes del levantamiento de la región, de manera que la corriente ha podido erosionar a través de las rocas de diferentes resistencias). El río Balsas, así como sus afluentes vierten sus aguas en el Océano Pacífico y sus cursos siguen el sistema de diaclasas y fallas activas de la zona:

NW - SE , NE - SW y N - S principalmente.

El agua que escurre en la cuenca es recogida por el río Balsas, que constituye el nivel base de erosión local y finalmente es transportada al Océano Pacífico, en donde tiene su desembocadura, precisamente en los límites de los estados de Michoacán y Guerrero.

III. 2. GEOMORFOLOGÍA

En el área estudiada se pudieron observar una variedad de rasgos de segundo orden; una de las principales geformas que sobresalen en la región que es la unidad constituida por la porción montañosa central y la sierra de San Vicente, las cuales están representadas por las posiciones más elevadas que van de 1250 a 1600 m.s.n.m. Estas prominencias están formadas por la Riolita Tlilzapotla (secuencia de emisiones piroclásticas de composición riolítica) marcada por abruptos cantiles que la identifican de las otras rocas que están en contacto. Grupo Balsas (brechas, conglomerados, areniscas, arcosas, limolitas, tobas y derrames de andesita) que forman el piedemonte.

Debido a la diversa constitución de estas rocas, la Riolita Tlilzapotla, resulta ser la más dura y por consecuencia más resistente a la acción de los agentes denudatorios; las rocas del Grupo Balsas por ser menos resistentes han sufrido en diversos grados los efectos del intemperismo.

Estas prominencias son cortadas por valles (50 a 100 m de ancho) y con sección en V amplia de 200 a 300 m.

En la región oriental la Formación Arcelia (lutitas silíceas, interestratificadas con limolitas y grauvacas que contiene derrames de lava andesítica con estructura almohadillada) y la Formación Xochipala (miembro inferior: conglomerados, lavas andesítico - basálticas y lutitas; miembro superior: calizas, lutitas y ocasionales derrames andesíticos con estructura en almohadilla), se extienden en una franja orientada N-S con elevaciones intermedias (de 600 a 1300 m.s.n.m.) constituida en su mayoría por cerros de expresión morfológica semirrugosa y en algunas partes escarpada, no menos abundantes las que presentan un declive entre 10° y 25°; los parteaguas están redondeados y alargados, integrados los no menos profundos y amplios valles con declives suaves. Se han producido tales geofomas a consecuencia de los procesos erosivos, así como a las características propias de los materiales (resistencia a los agentes erosivos) y la influencia que ejercen las condiciones climáticas (tropical lluvioso) que caracteriza la región.

Hacia la parte poniente se identificó un sistema de cerros aislados, lomas y algunas mesetas que representan en su conjunto los rasgos morfológicos de menor elevación (300 - 700 m.s.n.m.); los espacios que los separan están ocupados por una penillanura (superficies con pendiente insensible). Toda esta región representa el producto final de los procesos erosivos que afectaron a las formaciones preexistentes.

Si se trata de enmarcar todos estos rasgos geomórficos en el

ciclo de erosión regional, se clasificaría en una etapa juvenil tardía o de madurez temprana.

III.3. HIDROGRAFÍA

Los principales ríos que drenan la región de estudio, son el Bejucos y el Cutzamala, los cuales forman parte de la cuenca hidrográfica del río Balsas. El río Bejucos atraviesa la Hoja Palmar Chico en dirección NE-SW, para llegar al punto de confluencia con el valle del río Cutzamala cerca del poblado de Zacapuato, desembocando este último en el vaso de la presa Hermenegildo Galeana continuando su caudal hasta llegar al río Balsas para finalmente desembocar en el Océano Pacífico.

Los ríos Bejucos y Cutzamala poseen un curso curvo y retorcido con amplias llanuras de inundación y apreciándose que el primero aunque resulta ser uno de los ríos principales, su cauce aparece de menor volumen que el segundo.

Tanto en la parte poniente como oriental, el curso que siguen las corrientes secundarias (corrientes tributarias) tienden a confluir hacia los puntos de los ríos Bejucos y Cutzamala que conforman los niveles base de la red hidrográfica de la zona; tal es el caso por ejemplo del río Grande (continuación del río Palmar Grande) ubicado en la porción sur que se une al río Cutzamala, y el río de la Papaya que intersecta al río Bejucos.

Del análisis para determinar la configuración del drenaje,

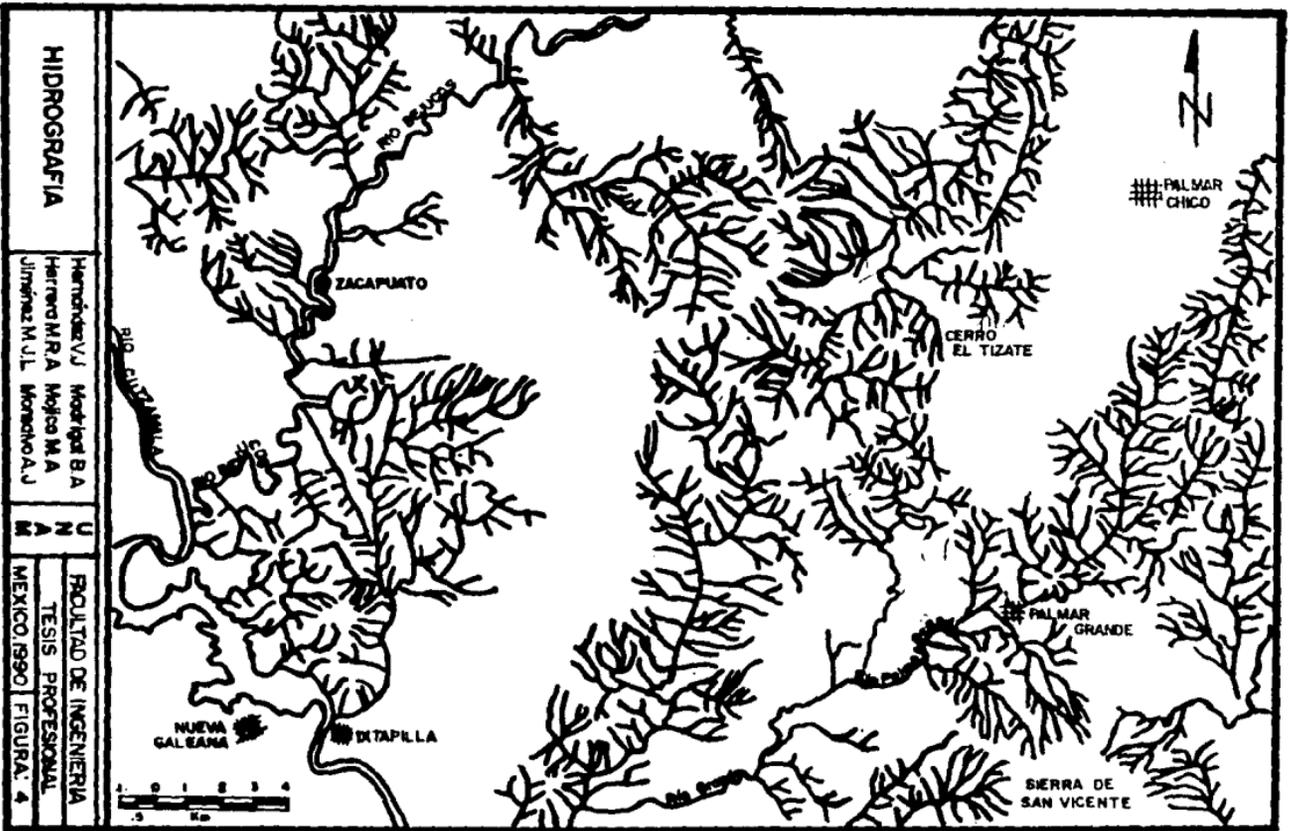
se observa que este se ha desarrollado por el efecto de estructuras geológicas (fracturas, fallas y buzamiento de las rocas), al control litológico (naturaleza de las rocas, dureza, resistencia, permeabilidad, etc.), dando origen a los siguientes patrones de escurrimientos superficiales:

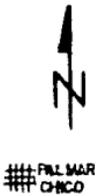
Existe una combinación de drenaje radial y dendrítico, originados en un punto común, con el promedio del drenaje dendrítico (figura No. 4).

También, existen drenajes dendríticos simples (sierra San Vicente), donde si se analizan las corrientes fluviales individualmente, se aprecian unos tramos rectos, lo cual denota que se trata de un control estructural en ese segmento (fracturas) y en parte además debido a las pendientes abruptas que ahí imperan, genéticamente se trataría de los ríos subsecuentes (desarrollados esencialmente aguas arriba).

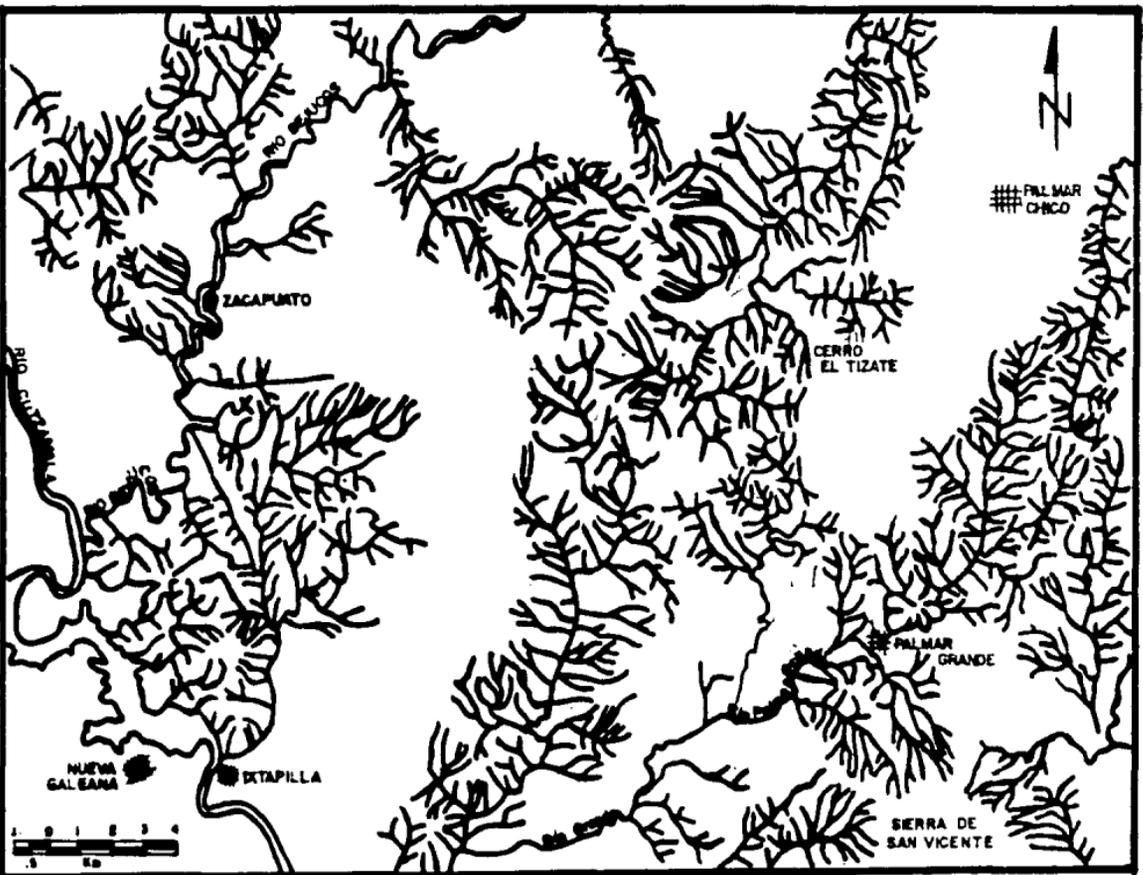
De acuerdo a las diversas clases de corrientes fluviales descritas, también se tienen de tipo genético consecuente (su curso depende o es controlado por las estructuras geológicas, por la forma o pendiente de la superficie).

Respecto a la densidad del drenaje donde resulta ser que la permeabilidad de las rocas ejerce influencia, es posible afirmar que es alta en toda la región oriental (de Norte a Sur), la central es paralela a la oriental y disminuye hacia el extremo poniente en su parte sur (Área que se extiende alrededor del río Cutzamala).





FILMAR
CIRCO



HIDROGRAFIA

Herrera V.J. Madrid B.A.
Herrera M.A. Mexico M.A.
Jimenez M.J.L. Monrovia A.J.

U
N
A
M

Facultad de Ingeniería
Tesis Profesional
MEXICO, 1990 FIGURA. 4

CAPITULO IV

G E O L O G I A

IV.1 ESTRATIGRAFIA

IV.1.1 ESQUISTO TAXCO

DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
EDAD Y CORRELACION

IV.1.2 ROCA VERDE TAXCO VIEJO

DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
AMBIENTE DE DEPOSITO
EDAD Y CORRELACION

IV.1.3 FORMACION ACUITLAFAN

DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
AMBIENTE DE DEPOSITO
EDAD Y CORRELACION

IV.1.4 FORMACION AMATEPEC

DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
AMBIENTE DE DEPOSITO
EDAD Y CORRELACION

IV.1.5 FORMACION XOCHIPALA

DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
EDAD Y CORRELACION

IV.1.6 FORMACION ARCELIA

**DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
EDAD Y CORRELACION**

IV.1.7 GRUPO BALSAS

**DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
EDAD Y CORRELACION**

IV.1.8 RIOLITA TILZAPOTLA

**DEFINICION
LITOLOGIA Y ESPESOR
DISTRIBUCION
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS
EDAD Y CORRELACION**

IV.1.9 ALUVION

IV.1.10 ROCAS ULTRABASICAS

IV.1.11 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

- a) DIORITAS**
- b) MICROGRANITOS**

IV.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

IV.3 GEOLOGIA HISTORICA

IV.1 ESTRATIGRAFIA

La naturaleza y edad del basamento en la región denominada " Tierra Caliente ", no ha sido determinada y a la fecha se encuentra bajo discusión.

Fries (1969) y De Cserna (1975), consideran que el basamento de la región está formado por rocas metamórficas del Esquisto Taxco y la Roca Verde Taxco Viejo.

De Cserna, con base en aisladas dataciones radiométricas asigna una edad Paleozoica Tardía para el Esquisto Taxco y de acuerdo con las relaciones estratigráficas considera a la Formación Taxco Viejo como Triásico Superior - Jurásico Inferior.

Campa y colaboradores (1974), encontraron en la región de Ixtapan de la Sal, México y Teloloapan, Guerrero, una secuencia volcánico - sedimentaria con metamorfismo muy semejante al Esquisto Taxco y Rocas Verdes Taxco Viejo y con base en el hallazgo de fósiles localizados de manera esporádica le asigna una edad Jurásico Tardío - Cretácico Temprano.

Los autores correlacionan litológicamente la secuencia volcánico-sedimentaria con las rocas de Taxco y Arcelia en Guerrero; Amatepec, Tejupilco, Temascaltepec, Valle de Bravo, en el estado de México y Zitácuaro en Michoacán suponiendo la misma edad para toda la secuencia.

Se considera que no es aceptable el hecho de tratar de extrapolar la edad obtenida a toda la secuencia metamórfica con

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

SISTEMA		SERIE	PISO	(1) HUETAMO	(2) AMATEPEC TEOLOAPAN	(3) TEMASCALTEPEC TEJUPILCO	PALMAR CHICO	
CENOZOICO	TERCIARIO	Recente		ALUVION	Bosque Aluvion	BASALTO	ALUVION	
		Pleistoceno				Fm. Cuernavaca		
		Plioceno					Riolitas Andolitas	
		Mioceno		Serie Velocitas Chorogorand		RIOJITA ANDESITA Y TOBA		RIOJITA Y TOBLA
		Oligo- cenico			SPO. BALSAS	SPO. BALSAS	SPO. BALSAS	GRUPO BALSAS
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Mpactich- tina	FORMACION	Formacion Mel			
			Campaniano	MAL	Pm. Paso, Mezcala	FORMACION MEZCALA		
			Santoniano	PASO	FORMACION KUCHIPALA	FORMACION CUAUTLA		
			Turoniano	FORMACION MORELOS	Pm. Pm.	FORMACION MORELOS		
			Coniaciano					
	JURASICO	INFERIOR	Albiano	FORMACION SAN LUCAS			SERIE VOLCANICO	
			Aptiano	FORMACION ANSAD			SEDIMENTARIA	
			Neocomio					
			Yfiteoico					
			Comanchiano					
TRIASICO	SUPERIOR	Oxfordiano						
		Calloviano						
		Beroniense						
PALEOZOICO	INFERIOR	Triasico						
		Permiano						
		Carbonifero						
				ROCAS METAMORFICAS		BASAMENTO ?		
PRECAMBRICO								

- (1) Pantoja Aler (1962).
- (2) Zaitzev de Coarce (1971).
- (3) Colorado (1979).

INTRUSIVOS

No dep. / No se muestra	No dep. / No se muestra	No dep. / No se muestra

escasas dataciones radiométricas o localidades fosilíferas separadas, por lo que, la edad de dicha secuencia no está claramente precisada.

Sin embargo, para el desarrollo del presente trabajo se optó por seguir la estratigrafía informal propuesta por De Cserna, por ser el único estudio estratigráfico de la región.

Para la descripción de las unidades litológicas aflorantes en el área se siguió, hasta donde fue posible el Código de Nomenclatura Estratigráfica.

Con el objeto de dar un marco geológico más amplio de la estratigrafía de la región, se hace referencia a las formaciones que no afloran en el área, pero que lo hacen en las zonas vecinas.

IV.1.1 ESQUISTO TAXCO

DEFINICION.

Fries (1960), De Cserna y Fries (1981) proponen este nombre a las rocas que afloran en una area de 4 km² hacia el oriente y sureste de la ciudad de Taxco. Asimismo, estas rocas afloran al oriente de la población de Taxco Viejo.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

Consiste en una secuencia de rocas pelíticas, psamíticas y volcánicas que se presentan como esquistos de sericita y cuarzo de grano fino a medio, esquistos de clorita, esquistos

grafíticos, pizarras negras, cuarcitas, metatobas, metaconglomeratas y metalavas.

En la parte más baja de esta secuencia se presentan rocas filíticas que contienen cordierita y biotita, así como esquistos de tremolita-actinolita.

No se reporta, por parte de Fries, espesor alguno en la región tipo, sin embargo Elias-Herrera (1981), reporta en la parte septentrional de la región de Tejupilco una secuencia (sin que este expuesta la base) de aproximadamente 2,000 m de espesor.

DISTRIBUCION.

Esta unidad también aflora en la parte oriental de la región de Tejupilco en una faja orientada N - S, con una anchura de 5 a 20 km y continúa hacia la parte meridional y septentrional de la región.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Subyace de manera discordante a la Formación Roca Verde Taxco Viejo del Triásico .

EDAD.

De Cserna (1983), le asigna una edad tentativa del Paleozoico Tardío con base a aisladas dataciones radiométricas, González y Torres (op. cit.), afirman que la edad no se conoce

con precisión debido a que las dataciones geocronológicas en zircons autigénicos (?) revelan edades desde el Paleozoico hasta el Terciario.

IV.1.2 ROCA VERDE TAXCO VIEJO

DEFINICION.

Fries (1960). De Csorna y Fries (1981) proponen este nombre a los afloramientos situados al oriente del pueblo de Taxco Viejo.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

Formada por una secuencia de derrames de lava, tobas y lahares de composición andesítico-dacítica, interestratificados con sedimentos terrígenos (lutitas, areniscas y conglomerados), así como horizontes de pizarras negras y grauwacas. Esta unidad estratigráfica posee un grado bajo de metamorfismo, principalmente en los depósitos vulcanoclasticos (tobas y lahares) manifestándose por el desarrollo de una foliación secundaria incipiente, además por el desarrollo de minerales como la celadonita, epidota, clorita; existe con tonalidades verdes debido a la presencia de estos minerales.

Para González y Torres (1988) estas rocas no presentan

metamorfismo sino más bien fenómenos de espilitización⁽¹⁾.

En la región de Tejupilco, De Cserna (1982) hace mención de espesores de 200 y 250 m. en tanto que Farga (1981) reporta un espesor de 2,000 m en la región de Ixtapan del Oro y Gutiérrez (1975) reporta un espesor de 1,600 m en Ixcatepec.

DISTRIBUCION.

Esta Formación se encuentra entre el sur del Eje Neovolcánico y la cuenca del río Balsas (región norte del estado de Guerrero).

En la región de Tejupilco, aflora en la parte suroriental del " Levantamiento de Tejupilco ". en ambos flancos oriental y occidental.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Descansa discordantemente sobre el Esquistos Tanco y guarda la misma relación con la unidad sobreyacente que es la Formación Acuitlapán.

EDAD

Con base en las relaciones de discordancia mencionadas, se considera del Triásico Inferior - Triásico Superior y quizá Jurásico Inferior.

⁽¹⁾ lavas básicas en las cuales predominan minerales como la serpentina y la clorita en lugar del olivino y piroxenos, junto con albita y epidota en lugar de plagioclasa calcica.

IV.1.3 FORMACION ACUITLAFAN

DEFINICION.

Nombre propuesto por Fries (1960) para las rocas que afloran a lo largo de la base suroccidental del cerro de Acuitlapán, que se levanta al NE de dicho pueblo.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

Una secuencia de lutitas, grauwacas, areniscas, conglomerados y escasas calizas conforman la litología de esta unidad.

A lo largo del flanco occidental del del Levantamiento de Tejuvilco se estima que el espesor no sobrepasa los 250-300 m. mientras que el flanco oriental el espesor alcanza 350 - 400 m .

DISTRIBUCION.

Aflora a ambos flancos de un gran anticlinal del area de Tejuvilco y que De Cserna denomina "Levantamiento de Tejuvilco".

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La relación con la formación inferior es de discordancia erosional; presenta un horizonte de paleosuelo o de repolita encima del esquisto.

La cima de la Formación Acuitlapán es transicional y

aparentemente concordante con la Formación Amatepec y está formada por lutitas y pizarras filíticas.

AMBIENTE DE DEPÓSITO.

Si se toma en cuenta la asociación litológica de grauvacas y lutitas, esto evidencia una depositación producto de sedimentación profunda en regiones tectónicamente inestables, que se conocen como eugeosinclinales.

EDAD.

De acuerdo con hallazgos de fósiles. (De Cserna y Fries, 1981), así como los trabajos realizados en la región de Taxco, se le considera una edad Jurásico Superior (litoniano) - Cretácico Inferior (Neocomiano - Aptiano).

IV.1.4 FORMACION AMATEPEC

DEFINICION.

Denominada informalmente por De Cserna (1978). De Cserna y Fries, (2) (1981) definen formalmente como Formación Amatepec a una secuencia de calizas que afloran en la parte septentrional de la cuenca hidrográfica del río Balsas y que tiene sus mejores afloramientos a lo largo del flanco occidental del " Levantamiento de Tejupilco " en el área del poblado de Amatepec entre el cerro de Amatepec y el poblado de Coatepec.

*Publicación póstuma.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

Consiste en su mayor parte de micrita pelágica laminada en estratos delgados a medianos, con muy pocos intervalos de estratos gruesos. Las micritas varían de gris oscuro a casi negro y a menudo contienen lentes de pedernal. Interestratificadas con las micritas se presentan también calcarenitas finas, así como intervalos de lutita.

El espesor en la región de Tejupilco varía de unos 300 a 350 m.

DISTRIBUCION.

Aflora a lo largo del flanco occidental del " Levantamiento de Tejupilco " y en su flanco oriental en la porción NE.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La Formación Amatepec es aparentemente concordante con la Formación Acuitlapán subyacente. El contacto con la Formación Xochipala sobreyacente es aparentemente concordante y brusco; está marcada por los primeros depósitos volcánicos marinos de dicha formación.

AMBIENTE DE DEPOSITO.

La Formación Amatepec es considerada como un cambio de facies de la Formación Morelos, esta última de plataforma y la primera de cuenca (De Cserna, 1981).

EDAD.

La posición estratigráfica encima de rocas portadoras de fósiles aptianos al sur de la región de Tejuicilco, así como su transición lateral a la Formación Morelos (Fries, 1960; De Cserna, 1981), permiten considerar a la Formación Amatepec esencialmente del Albiano - Cenomaniense Temprano.

IV.1.5 FORMACION XOCHIPALA

DEFINICION.

Esta formación fue definida por De Cserna en 1978. En la región de Tejuicilco sólo presenta dos miembros, el inferior constituido por rocas volcánicas andesíticas y depósitos volcanoclasticos en forma de conglomerados, areniscas, tobas y grauwacas y el superior, que consiste de calizas y lutitas pardas interestratificadas.

La localidad tipo la fijó en las cercanías del poblado de Xochipala, Guerrero y como sección tipo, la secuencia que aflora a lo largo de la vereda que comunica a Xochipala con el poblado de Agua Zarca.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

En el área de Palmar Chico, estado de México, aflora el miembro superior de la Formación Xochipala, consistente de calizas de color gris oscuro, en estratos de 40 a 60 cm de espesor, interestratificadas con limolitas, lutitas color pardo

(ver anexo, informe petrográfico número 9).

Dada la intensa deformación que presentan estas rocas no fue posible medir su espesor, pero se le considera del orden de 300 metros.

DISTRIBUCION.

La Formación Xochipala aflora ampliamente en la porción oriental del área de estudio; forma una franja oriental N-E con una anchura promedio de 4 ka.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

El contacto inferior de la formación no se observa en la zona de Palmar Chico; sin embargo, al oriente sobrevace a la Formación Anatepec en forma concordante. Asimismo esta unidad subyace a la Formación Arcelia en forma concordante.

EDAD.

De acuerdo con su posición estratigráfica y en los escasos microfósiles encontrados. De Cserna (Op. cit.) le asigna una edad del Cenomaniano Superior - Turoniano.

IV.1.6. FORMACION ARCELIA

DEFINICION.

Termino informal propuesto por De Cserna (1983) para designar una secuencia de rocas constituidas por abundante material volcánico (derrames almonadillados y tobas de composicion andesítica), que hacia su base se presenta interestratificada con lutitas negras silíceas, limolita, grauvaca y algunos intervalos de caliza impura; afloran en la mitad occidental de la Hoja Tejuzilco y constituye la unidad estratigráfica mesozoica marina mas joven de la región.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

En el área de estudio la Formación Arcelia está constituida por derrames andesíticos con estructura de almonadilla, tobas y brechas de la misma composición, en menor proporción lutitas negras silíceas interestratificadas, que forman bancos de 0.5 a 5.0 m de espesor.

Los derrames andesíticos son de color gris verdoso, porfídicos con fenocristales zonados de oligoclasa - andesina, con una mesostasis formada por albita y oligoclasa con ilmenita y epidota; los espacios entre los microlitos están ocupados por clorita; presenta vesículas y amígdalas, estas últimas de calcita, clorita y cuarzo.

Las tobas son de color gris verdoso, masivas, a veces con pseudoestratificación de textura afanítica. Al microscopio muestra

textura piroclástica (ver anexo. informes petrográficos; 7, 11 y 12); presenta cristales de andesina y pirita así como fragmentos de roca.

La cima de la Formación Arcelia está truncada por una superficie de erosión, y dadas las deformaciones ocasionadas por fallamiento, los paquetes litológicos de esta formación están repetidos, por lo que no se puede medir su espesor, sin embargo, De Cserna calcula un espesor cercano a los 500 m.

DISTRIBUCION.

La Formación Arcelia está expuesta en la porción centro-oriental de la zona de estudio y forma una franja de aproximadamente, 7 km de ancho con una orientación N - S.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Sobreyace a la Formación Xochipala en forma concordante, definiéndose el contacto donde las primeras lutitas negras interestratificadas con rocas vulcanoclásticas de la Formación Arcelia, se presentan encima de las calizas de la Formación Xochipala. La unidad subyace en discordancia a las rocas del Grupo Balsas.

EDAD.

Debido a su posición estratigráfica y su contacto inferior concordante se le asignó una edad edad que corresponde al Coniaciano.

IV.1.7 GRUPO BALSAS

DEFINICION.

Fries (1960) denomina como Grupo Balsas, a una secuencia de rocas que comprende una gran variedad de tipos litológicos de espesor variable, que se presentan en la cuenca del río Mexcala - Balsas.

El grupo incluye conglomerados, calizas de mar marginal, conglomerados volcánicos, areniscas, brechas y tobas volcánicas así como corrientes lávicas interestratificadas, de origen continental; estas rocas presentan diferentes grados de endurecimiento y una deformación moderada y representan las rocas terciarias más antiguas depositadas encima de las rocas cretácicas y precretácicas de la región.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

En el área, las capas rojas del Grupo Balsas están formadas por areniscas de composición volcánica y conglomerados polimicticos interestratificados: en algunas localidades (al sur de la cuadrilla Cruz de Mondragón, inmediaciones de la mina La Fajaya, Cerro El Cóporo, Cerro Blanco), se observaron derrames andesíticos dentro de la secuencia clástica.

Las areniscas son de color gris verdoso a rojizas, de estructura compacta y de grano grueso; al microscopio muestran

una textura epiclástica, psammitica, piroclástica, (ver anexo, informes petrográficos números 10, 13, 14, 16 y 23); está compuesta por feldespatos alterados a calcita y sericita, cuarzo, fragmentos de roca de diferentes tipos, como piroclásticos, andesiticas, básalticas y traquiandesiticos, etc.

Todos los constituyentes presentan bordes subredondeados a subangulosos, en gran parte cementados por calcita o en una matriz arcillosa; se clasificó como una arenisca vulcanoclástica o grauvaca litica. Su estratificación es variable, desde 20 cm hasta bancos de 10 m.

Los conglomerados son de color rojo pardusco, estructura porosa, textura epiclástica, con fragmentos de roca que varían en tamaño desde milímetros hasta 20 centímetros y que proceden de rocas félsicas, andesiticas, calcáreas, lutitas y tobas. Al microscopio presentan textura epiclástica, mal clasificada con constituyentes de bordes subangulosos a subredondeados envueltos en una matriz arcillosa con abundante hematita que le produce su color característico. Es común observar una disposición rítmica de areniscas y conglomerados.

Estos conglomerados son cortados a su vez por diques de composición básica como doleritas, las que presentan al microscopio una textura porfídica y labradorita y bitownita como minerales esenciales (ver anexo, informes petrográficos: 1, 2 y 3).

Estos diques tienen dos orientaciones preferenciales: NE-SW

y NW - SE; los de orientación NE - SW están representados por los afloramientos de Valderrama y al NW del cerro Felón; los de orientación NW - SE están representados por los afloramientos del cerro El platanillo y de la Loma de los Tecolotes.

Los derrames andesíticos son de color gris oscuro, de textura afanítica a porfídica, presentan cristales de plagioclasa y anfíbol, son de espesor variable y se encuentran dentro de la secuencia clástica.

El Grupo Balsas, por ser producto de la destrucción de las rocas preexistentes, presenta espesores variables, desde unos cuantos metros en las partes topográficas altas hasta 500 metros en los valles (De Cserna, 1983).

DISTRIBUCION.

Las capas rojas del Grupo Balsas se distribuyen ampliamente en la porción occidental del área de estudio, en el llamado valle de Cutzamala.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Indistintamente, el Grupo Balsas se encuentra sobre yaciendo en discordancia erosional a las unidades más antiguas que afloran en la cuenca del río Balsas - Mexcala. Sobrevace en discordancia a la Riolita Tilzapotla.

EDAD Y CORRELACION.

Con base a su posición estratigráfica y la presencia de rocas volcánicas andesíticas en su parte inferior, (como ocurre en el área de San Juan Tetelcingo, donde las rocas volcánicas son del Maestrichtiano), De Cserna (1983) infiere que en la región de Tejupilco, el depósito de este grupo comenzó durante este mismo tiempo o un poco más temprano (Campaniano) y finalizó en el Eoceno, puesto que la base de la Riolita Tilzapotla en la región de Taxco es del Oligoceno inferior.

IV.1.6. RIOLITA TILZAPOTLA

DEFINICION.

Nombre propuesto por Fries (1960), para los extensos afloramientos de brecha tobácea de composición riolítica situados en las cercanías de Tilzapotla al sur del lago de Tequesquitenco y del río Amacuzac.

De Cserna (1983), hace extensivo el nombre de Riolita Tilzapotla para la secuencia de emisiones piroclásticas de composición riolítica y en menor grado riodacítica a dacítica, que afloran en la región de Tejupilco por mostrar continuidad lateral con esta unidad estratigráfica de la Hoja Taxco.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

La composición litológica de esta formación, corresponde a ignimbritas riolíticas y brechas de composición dacítica a

riodacíticas; su color varía de rosa al gris muy claro con tintes amarillentos; presenta estructura de flujo y textura porfídica con fenocristales de cuarzo y sanidino; al microscopio presenta textura eutaxítica. Los minerales esenciales son sanidino, vidrio, cuarzo, oligoclasa - andesina; los accesorios son magnetita y biotita y los secundarios son hematita, cuarzo, arcilla y sericita.

Los cristales de feldespato se observan fragmentados e incluidos en una matriz microcristalina fluidal bandeada. (ver anexo, informes petrográficos B. 17 y 18). formada por un intenso intercrecimiento de cuarzo - feldespato; también se observa que la arcilla es producida por desvitrificación.

Las brechas son compactas, de textura piroclástica; se observan fragmentos de roca, sanidino y oligoclasa.

El espesor de esta unidad es variable, de 300 a 600 m en la zona estudiada.

DISTRIBUCION.

Existen cinco áreas de afloramientos notables de esta formación: sierra de Sultepec, sierra de La Goleta, La Mesa de Los Naranjos, la sierra de Nanchititla y la sierra de San Vicente; esta última forma parte del área en cuestión.

En la región central de la zona estudiada forman los cerros Alveliste, La Fraque, El Tigre, La Yerbabuena y la Cuenequilla, más al sur la sierra de San Vicente.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La Riolita Tilzapotla descansa generalmente en discordancia sobre el Grupo Balsas , aunque localmente pueden encontrarse capas delgadas de este grupo arriba de la base de la Riolita Tilzapotla (Fries. 1960).

EDAD Y CORRELACION.

Por su posición estratigráfica y continuidad lateral con las rocas que afloran en la región de Taxco. (mismas que fueron fechadas y donde la base corresponde al límite entre Eoceno - Oligoceno). De Cserna (1983) considera a la Riolita Tilzapotla del Oligoceno.

IV.1.9. ALUVION

Las áreas donde se presenta el aluvion en la zona de estudio. corresponden a los cauces de los rios Bejuco, Cutzamala, El Salitre, El Rincón Grande y otros de menor importancia.

Estos depósitos consisten de grava y arena. su distribución está sujeta a las avenidas de las temporadas de lluvia y son del Cuaternario.

IV.1.10 ROCAS ULTRABASICAS

Ocurren esporádicamente y presentan afloramientos poco extensos. los más conocidos son los del cerro Pelón al W del poblado del Palmar Chico del cerro de La Libertad al W del rancho Huixtitia; otros pequeños afloramientos se encuentran sobre la terracería que va de Palmar Chico al rancho San Francisco Los Pinzanes y en las cercanías de los ranchos Matlacua y La Lagunillas.

Los cuerpos ultrabásicos presentan formas dómicas, de color pardo grisáceo y escasa vegetación que los hacen fácilmente identificables. Se observan tres fases de reemplazamiento, la primera muestra textura reticular y el reemplazo del piroxeno por actinolita. la segunda asociada a eventos hidrotermales producen magnetita, talco y el reemplazo de actinolita por antigorita; la tercera (dinámica) como lo muestra la magnetita en bandas sigmoidales (ver anexo. informes petrográficos 4, 5 y 6).

El emplazamiento de estos cuerpos en las rocas de la Formación Xochipala. es tema de discusión que se resolverá con estudios estructurales detallados, pudiendo ser por inyección forzada o bien, que sean cuñas tectónicas asociados a eventos compresivos.

IV.1.11 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

En el área de Palmar Chico. afloran varios cuerpos intrusivos de composición básica a intermedia.

a) DIDRITAS

Esta roca integra al intrusivo que forma el cerro El Picate, localizado entre los ranchos Fotrerillo y El Hodeo; está emplazado en las rocas andesíticas con estructura almonadillada (Formación Arcelia).

Es una roca de color gris oscuro a verdoso, estructura compacta, fanerítica, con plagioclasas, ferromagnesianos y pírita.

Al microscopio se observa textura holocristalina fanerítica, inequigranular, hipidiomórfica, constituida por minerales de andesina, labradorita, augita, epidota, clorita, albita, actinolita, cuarzo y uralita.

Se observa una intensa alteración de las plagioclasas, conservándose " sanas " sólo pequeñas porciones de ellas aunque existen algunas que conservan su forma euedral, siendo el núcleo el que está alterado; la alteración es sausunización (epidota - clorita - albita - actinolita) el piroxeno está alterado a uralita (actinolita rica en Fe), sin embargo es posible reconocer la textura y roca original la cual pudo alterarse por disoluciones magmáticas residuales o por hidrotermalismo (ver anexo, informes petrográficos: 19 y 22).

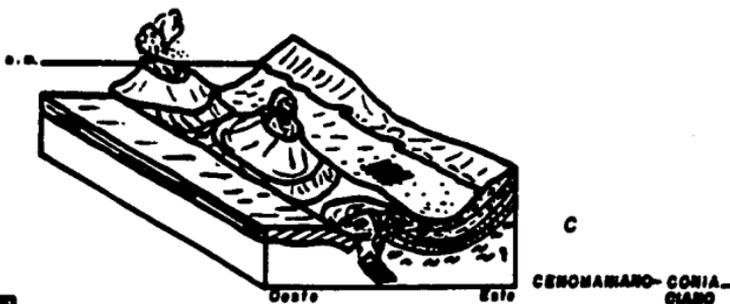
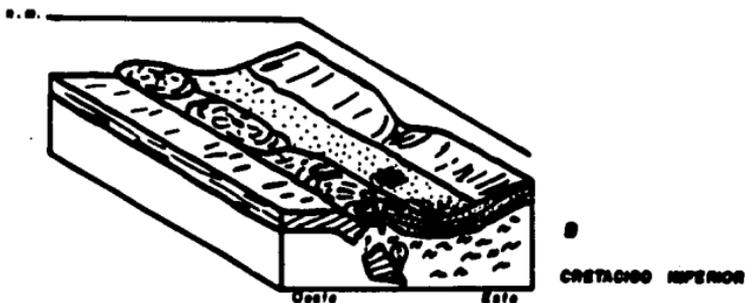
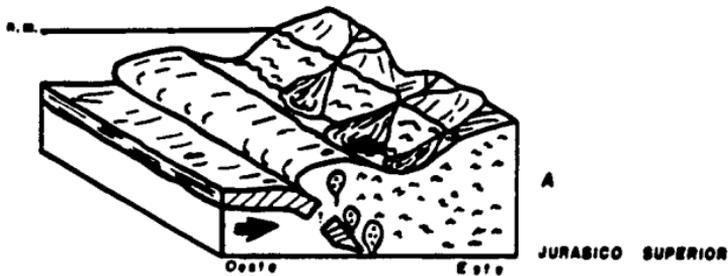
b) MICROGRANITO.

Al sur del poblado de Valderrama aflora un apófisis de composición microgranítica, emplazado en las capas rojas del Grupo Balsas y otros afectando a las rocas andesíticas de la Formación Arcelia en el cerro de Cincuenta Arrobas y al norte del puerto del Encino Grueso cerca del rancho rotterillos; estos últimos por estar asociados a estructuras mineralizadas presentan una fuerte oxidación derivada de los sulfuros de hierro.

Los cuerpos intrusivos son de color gris claro, intemperizan a color beige, estructura compacta, ligero aspecto sacaroides, textura fanerítica, grano fino observándose cuarzo y feldespatos, muy fracturados con escasa diseminación de malaquita.

Al microscopio presentan textura holocristalina alotriomórfica con fenocristales aislados y poco abundantes. Están constituidos por cuarzo y feldespatos, con cristales subedrales de plagioclasa zonada alterada a caolinita y sericita que da la impresión de estar sucios, la magnetita se altera a hematita; se observa una silicificación avanzada (ver anexos, informes petrográficos: 15 y 21).

De la misma naturaleza pero en forma tabular, se tienen diques adlíticos. El del cerro Peñón al este de Palmar Chico se encuentra emplazado en la Formación Arcelia formando un parteaguas que se observó a lo largo de 4 km con espesores de 15 a 20 m; se orienta casi N - S con echado vertical. Al SW de Palmar Chico entre el cerro El Zapote y el cerro El Fincón aflora



Zona estadiada.



Sedimento autocárstico.



Fm. Acultipán.



Fms. Amatepec, Xochipala y Arcoha.

SIN ESCALA

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Evolución histórica del área de estudio.

Hernández V. Javier	Medriol B. Agustín
Herrera M.R. Arturo	Mejías M. Alfredo
Méndez M.J. Luis	Monzote A. Jesús

MEXICO, 1990

FIGURA: 6

UNAM

a todo lo largo del parteaguas otro dique aplítico con una longitud de 5 km y espesor de 20 m aproximadamente, se orienta casi N - S con un echado vertical. este dique está asociado al sistema de vetas de Cincuenta Arrobas.

IV.2. GELOGIA ESTRUCTURAL

Al oriente del área de estudio se presenta un anticlinal de grandes dimensiones que De Cserna en la hoja Tejubilco (op. cit.) denomina como " Levantamiento Tejubilco ".

Este anticlinal presenta un rumbo de 15° al NW. la roca más antigua en el centro de la estructura es el Esquistos Taxco.

En el mismo estudio De Cserna menciona la existencia de cinco anticlinales menores con las siguientes denominaciones: Palmar Chico, Del Llano, La Esmeralda, Los Pinzones y Del Rancho. Todos se presentan aparentemente hacia el centro de la hoja Tejubilco; además, al norte también señala otro anticlinal que denomina Plaza de Gallos. Sin embargo, es necesario manifestar que ninguno de los anticlinales citados pudo ser observado durante el desarrollo del presente trabajo, pero en cierta forma lo que se observó fue una intensa agrupación de plegamientos menores cuyos datos estructurales son en promedio 54°W, buzamiento 43° al NW.

Además se determinó muy claramente, que todo el oeste del " Levantamiento Tejubilco " forma parte del flanco occidental del anticlinal mencionado anteriormente; en este flanco se sucedieron

asimismo, diferentes eventos volcánicos cuyas rocas han sido mencionadas con anterioridad y entre las que destacan los importantes depósitos ignimbríticos característicos de la zona.

IV.2.1 - Sistemas de fallas y fracturas.

Las fallas y fracturas son bastante numerosas y afectan a las diferentes unidades litológicas que conforman el área. Existen tres sistemas de fracturamiento regional los cuales son los siguientes:

a).- De NW 35° a 45° SE

b).- De NW 10° a 15° SE

c).- De NE 10° a 15° SW

a).- El primer sistema y afecta rocas de las Formaciones Xochipala, Arcelia y Grupo Balsas; las fallas de este sistema son de tipo normal.

b).- El segundo sistema, es de menor importancia que el anterior, puesto que el número de fallas y fracturas es más restringido: sin embargo, en ocasiones llegan a tener longitudes de 3 km de largo, como la que se presenta en la parte SE del cerro La Frauca. Este sistema afecta principalmente a las rocas de la Formación Xochipala; las fallas de este sistema también son de tipo normal.

c).- El tercer sistema mencionado es el menos importante y está presente en la parte oriental y al sureste de la zona. Las

fallas de este sistema son transcurrentes y afectan a las rocas de las Formaciones Xochipala y Arcelia; al suroeste se presenta en el Grupo Balsas.

Las fallas transcurrentes son laterales izquierdas; los desplazamientos de un bloque con respecto al otro varían entre 3 y 6 metros. En el cerro Colorado se midió un desplazamiento de 5 m; estas fallas tienen una longitud de 5 a 20 km.

Desde el punto de vista económico estas fallas son importantes por la presencia en ellas de mineralizaciones (capítulo V).

Asimismo, existe una falla normal con la misma orientación de este sistema y con una longitud de 12.5 km que se presenta en la Formación Arcelia y al NW del cerro El Huizache y al SE de la Peña Quebrada.

IV.2.2. Pliegues y fallas inversas.

Con los diversos estudios realizados a diversas escalas, se diferenciaron diversos tipos de pliegues:

- _ Asimétricos
- _ Disarmónicos
- _ De radio de curvatura cerrado.

Las dimensiones de estos plegamientos son de tamaños microscópicos a decenas de metros.

De acuerdo a las relaciones de esfuerzos y estratificación

en la Formación Arcelia se han podido definir dos eventos compresivos cuyas direcciones son:

_ NW 55° SE

_ NE 30° SW

y probablemente un tercer evento compresivo con dirección:

_ N - S

IV.3 GEOLOGIA HISTORICA

El conjunto de rocas que afloran en el área de estudio, comprende del Cretácico Superior al Reciente. No obstante en este apartado se analizará la historia geológica del lugar, principalmente del lapso mencionado, aunque se tratarán detalles desde el Fermo - Triásico.

Se acepta la idea de la existencia de un mar marginal seguida por varios autores: Fries C. Jr. (1960), Cserna Z. (1965), Ontiveros F. G. (1977), Campa (1978), Damon et. al. (1981), Ortega (1981), Campa y Coney (1981), González (1982), De Cserna (1984), González y Torres (1982), y varios autores más.

El basamento supuesto para el área de estudio se considera formado por las rocas metamórficas del Esquistos Taxco y de la Roca Verde que pertenecen al Paleozoico, según De Cserna (1984).

Ontiveros (op. cit.) concluye que, debido a la matriz

calcárea que presentan en ocasiones las tobas y limolitas de la Roca Verde Taxco Viejo, la región estuvo bajo el nivel del mar.

Estas rocas son erosionadas hasta el Jurásico Superior (Titoniano), que es cuando se empiezan a depositar los sedimentos que constituirán la Formación Acuitlapan en una región tectónicamente inestable.

Con base en los hallazgos de fósiles hechos por De Cserna y Fries⁽²⁾ (1981), esta formación se depositó hasta el Neocomiano - Aptiano.

Delgado (1983) y González y Torres (1988) asignan una edad Cretácica temprana para el origen de un arco de islas, en donde se presentan las condiciones para la formación de sedimentos de cuenca profunda con la depositación de limos y la formación de pedernal durante el Albiano y Cenomaniano Temprano, que más tarde formaron las lutitas y pizarras filíticas de la Formación Amatepec.

Con las pulsaciones de la Orogenia Laramide, a finales del Cenomaniano y principios del Turoniano, se depositaron los dos miembros de la Formación Xochipala (De Cserna, Op. Cit.), (ver figura 6). El miembro inferior es de composición volcánica andesítica, con estructuras en almohadilla, lo que pone de manifiesto un vulcanismo en un medio marino; en forma penecontemporánea, se produjeron varios levantamientos en las

²publicación póstuma.

áreas continentales, que dieron origen al segundo miembro de la Formación Xochipala. Este miembro se encuentra formado por lutitas negras interestratificadas con calizas por lo que se concluye que también se formó en condiciones marinas.

A principios del Coniaciano, se presentan eventos volcánicos de naturaleza andesítica con estructura en almohadilla, lo que demuestra la existencia de un mar marginal; la actividad volcánica es debida a la Orogenia Laramide; estos depósitos corresponden a la Formación Arcelia.

En el Cretácico Superior (principios del Santoniano) se produce un efecto distensivo que provoca fracturamientos en la placa continental que permitió la inyección forzada de los cuerpos ultramáficos.

Al término de la Era Mesozoica y a principios de la Era Cenozoica entra en su mayor actividad la Orogenia Laramide que por movimientos epeirogénicos, desde el Maestrichtiano o finales del Campaniano, plegaron y fallaron las rocas que fueron sujetas a erosión produciendo fragmentos de rocas, conglomerados, brechas, areniscas, limos y arcillas del Grupo bajas que cubren en discordancia las rocas cretácicas.

Durante el Eoceno se produce la intrusión de microgranitos afectados por diques de composición diorítica, este evento está asociado a la Orogenia Laramide (ver figura 7).

González y Torres (op. cit.) opinan que como consecuencia del represo rápido hacia el occidente (hace 40 m. a.) del arco

magmático. hay una depositación amplia de ignimbritas con intercalaciones de flujos de lava y vulcanoclastos los cuales afloran ampliamente en la sierra Madre Occidental, margen continental occidental y al sur del Eje Neovolcanico.

CAPITULO V

YACIMIENTOS MINERALES

V.1 YACIMIENTOS ASOCIADOS A ROCAS BASICAS - ULTRABASICAS

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERFICIAL
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
ALTERACION HIPOGENICA
 a) Serpentinizacion
 b) Silicificacion
HIPOTESIS GENETICA
LOCALIDADES

V.2 YACIMIENTOS ASOCIADOS A ROCAS DIORITICAS

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERFICIAL
COMPOSICION QUIMICA (LEYES)
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA
LOCALIDADES

V.3 YACIMIENTOS ASOCIADOS A VULCANISMO ANDESITICO

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERFICIAL
COMPOSICION QUIMICA (LEYES)
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA

V.4 YACIMIENTOS ASOCIADOS A VULCANISMO ALMOHADILLADO

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERFICIAL
COMPOSICION QUIMICA (LEYES)
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA
LOCALIDADES

V.5 YACIMIENTOS ASOCIADOS A IGNI-MBRITAS

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERGENICA
COMPOSICION QUIMICA (LEYES)
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA
LOCALIDADES

V.6 YACIMIENTOS ASOCIADOS AL GRUPO BALSAS

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERGENICA
COMPOSICION QUIMICA (LEYES)
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA

V.7 PLACERES

PARAGENESIS
ALTERACION SUPERGENICA
COMPOSICION QUIMICA
ROCA ENCAJONANTE
ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
HIPOTESIS GENETICA
LOCALIDADES

YACIMIENTOS MINERALES

En el presente capítulo se tratarán los diferentes tipos de yacimientos minerales, susceptibles de ser objeto de una prospección minera, en el área de estudio.

Se proponen los siguientes modelos:

- Cuerpos ultramáficos, para la localización de yacimientos de;

Asbesto

Cromo

Grupo del platino

Níquel - Cobalto

Talco y

Titanio

- Intrusión de dioritas y la formación asociada de vetas periplutonicas, en donde es muy posible obtener valores altos de:

Oro - Plata

Cobre y

Plomo

- Otro de los modelos considerados es el de vulcanismo almohadado con valores de oro y plata.
- También se tiene vulcanismo andesítico de carácter calcoalcalino con valores altos de cobre, así como indicios de oro y plata.
- Igualmente existen leyes buenas de:

Oro - plata

Cobre y

plomo

en depósitos ignimbríticos.

El área cuenta con zonas de acumulación de sedimentos producidos por la intensa erosión de las partes susceptibles de serlo, por lo que no se descarta la formación de placeres.

V.1. YACIMIENTOS ASOCIADOS A ROCAS BÁSICAS - ULTRABÁSICAS

En el área de estudio afloran cuerpos intrusivos de composición básica - ultrabásica, pero debido al alto grado de serpentización de los afloramientos no fue posible identificar el tipo de roca original (*).

Estos cuerpos se presentan con escasa vegetación, tomas de poca altitud y redondeadas.

En el flanco norte del cerro Pelón aflora un cuerpo en el cual se observan prospectos por asbesto y talco en tajos a cielo abierto.

PARAGENESIS

Los minerales que pueden encontrarse son:

- _ Asbesto
- _ Cromo
- _ Grupo del platino
- _ Níquel - Cobalto
- _ Talco y
- _ Titanio

En el área estudiada se han encontrado las siguientes especies mineralógicas:

Espinela

*Las rocas que pueden dar origen a este tipo de rocas son las peridotitas y dunitas.

Ilmenita

Mañetita

Leucoceno

ALTERACION SUPERFICIAL

La principal alteración superficial es la laterización, que se presenta en zonas tropicales y afecta a los cuerpos ultrabásicos, donde por efectos de una lixiviación, se originan arcillas ferruginosas y algunos hidróxidos de hierro, también se pueden presentar silicatos de níquel como la garrnerita.

ROCA ENCAJONANTE

Como ya se ha mencionado, la roca está fuertemente serpentinizada.

La mineralogía que presenta:

serpentina:

Antigorita

Oxidos:

Espinela

Ilmenita

Mañetita

Silicatos :

Clorita.

Talco

Se concluye que se trata de serpentinitas; este tipo de

rocas tiene por vecinas a las de la Formación Arcelia y los contactos son tectónicos.

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Las estructuras tectónicas que forman los cuerpos ultrabásicos son horsts, en donde la ocurrencia de los elementos: (Ni-Cr, Co y grupo del Ft) se encuentra en forma diseminada.

ALTERACION HIPOGENICA

Con base en observaciones de campo y laboratorio en secciones delgadas, se distinguen para este tipo de rocas los siguientes tipos de alteraciones:

- a) Serpentinización
- b) Silicificación

a) Serpentinización:

Este tipo de alteración hipogénica se debe principalmente a la introducción de agua en el cuerpo ultrabásico. lo que produce en este cuerpo un cambio de volumen y comportamiento reomórfico (Walker, 1975).

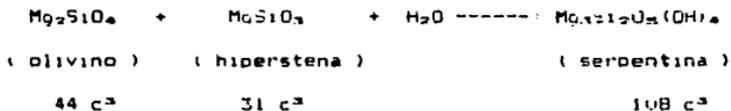
b) Silicificación:

Este tipo de alteración es la menos desarrollada. además se observa principalmente en el contacto de la Formación Arcelia, con los cuerpos ultrabásicos.

HIPOTESIS GENETICA

El área estudiada se supone que formó parte de un mar marginal. (Gonzalez y Torres, 1988). que cuando se intrusió la placa tectónica produjo la formación de fracturas poronuas, por donde se introdujo agua que ocasiono la alteración de los cuerpos ultrabásicos en serpentinitas. formando el sistema: $H_2O-SiO_2-H_2O$.

Asociado a la formación de las serpentinitas hay incremento de volumen. (Best, 1962). según puede verse en la siguiente reacción:



El emplazamiento se llevó a cabo siguiendo los planos de

debilidad, fracturas profundas, con un mecanismo de intrusión diapírica; en este evento hay la adición de CO_2 , lo que forma el sistema:



el cual está asociado con la esteatización y metasomatismo de bajo grado.

LOCALIDADES:

Las localidades donde se presentan estos tipos de rocas son las siguientes:

- Al norte del cerro Pelón.
- Al sur y al noroeste del cerro La Lucha.
- Al sur del cerro El Canalote.
- Al sur del cerro El León.
- Al noroeste del poblado La Lagunilla
(ver mapa geológico anexo).

V.2 YACIMIENTOS ASOCIADOS A ROCAS DIORITICAS

Este tipo de intrusiones está representada por algunos afloramientos en el área de estudio:

- _ Cerro el Bujón
- _ Cerro El Tizate
- _ Cerro La Vibora

(ver mapa geológico anexo).

De estos afloramientos el de el cerro El Bujón no presenta indicios de mineralización.

El cerro El Tizate presenta estructuras mineralizadas a las cuales se les denominó:

El Magnífico Finzán y

Conjunto Fotrerillos

Para el cerro La Vibora también presenta estructuras mineralizadas a las que se les llamo: Zacahuato.

PARAGENESIS

La paragenésis que se presenta en el cerro El Tizate está constituida por un probable zoneamiento, en las estructuras:

- _ El magnífico Finzán: Au, Ag
Ag. (Au)
Ag. (Cu, Pb, Zn)
- _ Conjunto Fotrerillos: Ag (Au)
Ag (Cu, Zn, Pb)
Ag (Co, Ni)

Por lo que respecta a los minerales se tiene:

Mena:	Galena
	Calcopirita
Ganga:	Cuarzo
	Pirita

En lo que respecta al conjunto Potrerillos, mediante estudios de fluorescencia de rayos X, hay indicadores de la presencia de arsenico, por lo que se espera que se puedan presentar arseniuros de niquel y cobalto, minerales de alta temperatura que se hayan depositado en una primera etapa de mineralización dentro de un sistema hidrotermal.

Por lo que respecta a la paraqenesis para Zacapuato está representada por minerales de: oro y plata.

ALTERACION SUPERFICIAL

La alteración que se presenta produce alteración por lixiviación de la roca que forma sombreros de fierro.

También se presenta la formación de carbonatos de coors que dan por resultado minerales como:

Malaquita y
Azurita.

COMPOSICION QUIMICA (LEYES)

Con base en los análisis realizados por los métodos de copelación y absorción atómica los cuales arrojaron los siguientes resultados en promedio para:

El Magnifico Finzán

Elemento	gr/ton
Au	8.40
Ag	449.50
Cu	74.60
Pb	28.38
Zn	0.13

Conjunto Fotrenillos

Elemento	gr/ton
Au	1.07
Ag	7.87
Cu	75.66
Pb	0.30
Zn	3.50
Ni	3.34
Co	10.00
Fe	3.46

ROCA ENCAJONANTE

Para el Magnifico Finzán la roca encajonante esta constituida por areniscas de composición volcánica y conglomerados polimicticos de la Grupo Balsas (Terciario).

Asociada a esta secuencia de rocas sobreyacen unas de tipo volcánico compuesta por emisiones piroclásticas de composición riolítica (ignimbritas riolíticas) y brechas de composición dacítica a riodacítica que en su conjunto pertenecen a la Fiolita Tilzapotla (Oligoceno Superior - Mioceno).

Las estructuras encajonan en pequeños cuerpos intrusivos dioríticos (cerro El Tizate) que a su vez están encajonados en la Formación Arcelia (Cretacico Superior).

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Las estructuras mineralizadas son de relleno de fisuras conocidas como yacimientos epigenéticos tipo vetas, tanto para el Magnífico Pinzán como para el Conjunto Fotrerillos.

El Conjunto Fotrerillos, está conformado por tres vetas, orientadas NE 10° SW, con 5 km de longitud principal y espesores promedio de 2 metros todas buzan al W con intensidades de 85°.

Para el Magnífico Pinzán también la mineralización se presenta diseminada.

HIPOTESIS GENETICA

Este modelo se basa principalmente en la intrusión de cuerpos ígneos de composición diorítica en forma de stocks.

Al emplazarse estos cuerpos ocasionaron fracturas por las cuales circularon soluciones hidrotermales ricas en elementos metálicos como es el oro, plata, cobre y plomo.

V.3 YACIMIENTOS ASOCIADOS A VULCANISMO ALMOHADILLADO

PARAGENESIS

El analisis por el método de copelacion reporta la siguiente paragénesis (a nivel de elemento) para las estructuras de Ochenta Arrobas: Ag, Au. Mientras que por el método de absorcion atómica se observo la paragénesis de Cu, Zn (Ag) y Cu, Zn, (Ag, Pb).

A nivel megascópico los minerales observados en las estructuras Cincuenta Arrobas están incluidos en una matriz de sílice amorfo, color gris oscuro con diseminacion de sulfuros y oxidos de hierro, de éstos se identificaron en orden de abundancia:

Pirita
Galena
Esfalerita
Calcopirita
Espeularita

La información obtenida por el método de difraccion de rayos X, identifica:

Cuarzo
Caolinita
Pirita
Galena y
Feldespatos.

Por otra parte, los análisis por los métodos de copelación y absorción atómica identifican la presencia de oro y plata, la plata se encuentra en la galena y el oro puede estar presente en la pirita o en el cuarzo.

ALTERACION SUPERGENICA

Esta presente en minerales supergenicos como son la hematita y la limonita; se encuentra ampliamente distribuida, en las estructuras mineralizadas; exhibe una coloración rojiza que sirve de excelente guía para observar la continuidad de los cuerpos mineralizados .

COMPOSICION QUIMICA (LEYES)

El muestreo preliminar realizado sobre las estructuras de Barranca de Quimichatenco, Potrerillos y Cincuenta Arrobas, consistió de veinte muestras de canal el cual se vió limitado por el gran espesor de las estructuras aflorantes que forman grandes bloques.

Los resultados obtenidos arrojaron valores muy bajos:

Cu de 25 a 92 gr/ton

Zn de 5 a 76 gr/ton

Pb de 0 a 30 gr/ton.

Posteriormente se realizó un muestreo con máquina (Cobra). En este muestreo fueron tomadas 52 muestras distribuidas en 10 estaciones. En una se tomaron 7 muestras sobre la veta Cincuenta Arrobas, el resto fue tomado en la estructura Ochenta Arrobas.

ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA

Mediante este método realizado en el laboratorio C. R. M. - México, se analizaron por los elementos Ag, Cu, Zn y Pb. Los valores detectados para la plata son demasiado bajos, desde índices, hasta máximo de 0.8 gr/ton. Para el Cu se tienen valores que fluctúan de 42 a 92 gr/ton; el Zn presenta valores desde índices hasta 90 gr/ton, el promedio varía desde índices hasta 36 gr/ton el Au no se procesó por la carencia de lámpara para el equipo de absorción atómica.

ANALISIS POR EL METODO DE COPRELACION

Durante el cuarteo de las muestras, una porción fue separada y enviada al laboratorio del C. R. M. - Ameca, Jal.; para análisis por Au y Ag; mediante el método de copelación se detectaron:

Au gr/ton	>2	10	IND	CERO	MUESTRAS FALTANTES
NO. DE MUESTRAS	1	8	25	12	5

Ag gr/ton	>3	>1	10	IND	MUESTRAS FALTANTES
NO. DE MUESTRAS	2	4	28	12	5

Un muestreo preliminar realizado en una de las estructuras localizadas en Potrerillos da una idea más clara de la divergencia de los resultados obtenidos entre los métodos de

análisis usados: son poco confiables para hacer alguna interpretación los cuales en promedio son:

COFELACION		ABSORCION ATOMICA			
C. R. M. - AMECA, JAL.		C. R. M. - MEXICO			
Au	Ag	Au	Ag	Ni	Co
ppm/ton	ppm/ton	ppm/ton	ppm/ton	ppm/ton	ppm/ton
1.60	14.75	*NSD	1.0	45.0	15.0

* NO SE DETECTO

ROCA ENCAJONANTE

Los tres conjuntos de estructuras mineralizadas están encajonados en la Formación Arcelia, compuesta por rocas andesíticas con estructura almohadillada y derrames; ocasionalmente existen lutitas carbonosas intercaladas entre lavas (Cincuenta Arrobas y Barranca de Quimichatenco). Cubre un área menos extensa; las estructuras están encajonadas en pequeños cuerpos intrusivos microdioríticos que a su vez están emplazadas en la Formación Arcelia (cerro El Potrillo).

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Las estructuras mineralizadas están controladas por fallas y fracturas que corresponden al tipo de vetas.

El área de Cincuenta Arrobas se compone por tres conjuntos de vetas:

El primer conjunto se localiza en el cerro de Cincuenta Arrobas (ver mapa geológico anexo), donde afloran las vetas de 2.5 y 3.5 l m de longitud, denominadas Ochenta Arrobas y Cincuenta Arrobas, orientadas ligeramente N - S, sus espesores varían de 1 a 20 m, buzán hacia el W con intensidades promedio de 85%.

El segundo conjunto se localiza en la cuadrilla de Barranca de Quimichatenco, lo integra un sistema de ocho estructuras mineralizadas orientadas N - S y NW - SE, longitudes variables de 0.8 a 2.5 l m, sus espesores igualmente varían de 1 a 18 m . Su disposición es escalonada con buzamiento al W con intensidades promedio de 86%.

El tercer conjunto de estructuras se localiza en las cercanías de la ranchería de Fotrerillos; el sistema lo integran tres estructuras mineralizadas NE 10° SW, la principal (falla sinistral) tiene una longitud de 5 l m y espesores promedio de 2 m, todas buzán al W con intensidades promedio de 88%.

HIPOTESIS GENETICA

Al existir un conjunto de fracturas en la Formación Arcelia (l.s), la mineralización se origino por ascenso de soluciones mineralizantes que circularon por las fracturas preexistentes. Se tiene una edad para la mineralización que corresponde al Mioceno. Cuerpos intrusivos (cerro El Lizate) probablemente actuaron como fuente termal y ocasionaron la removilización de elementos a estructuras contenidas o formadas tanto en los intrusivos como en las rocas intrusionadas (Formación Arcelia).

V.4 YACIMIENTOS ASOCIADOS A VULCANISMO ANDESITICO

Este tipo de vulcanismo con valores minerales está ubicado en la parte superior izquierda de la zona de estudio (ver plano geológico anexo).

Las andesitas se presentan en forma de coladas de lava, y al igual que las riolitas se asocian a regiones continentales orogénicas.

PARAGENESIS

La paragenesis presente en el área está determinada por minerales de cobre, oro y plata nativos;

Calcopirita

Tetraedrita

Galena argentífera

Sulfosales de plata

ALTERACION SUPERFICIAL

En el área estudiada, la zona de enriquecimiento supergénico está representada por un sombrero de hierro, donde son susceptibles de enriquecimiento los minerales preciosos, que no es definible tanto por la abundante vegetación como por la alteración superficial de las rocas circundantes.

ROCA ENCAJONANTE

En este tipo de yacimientos la roca encajonante esta

constituida por la andesita, la cual al parecer aflora únicamente en el área denominada La Papaya, este tipo de roca esta incluida en la Grupo Balsas.

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

En estas rocas las estructuras mineralizadas son del tipo de vetas por donde circularon los fluidos que originaron la mineralización.

HIPOTESIS GENETICA

El emplazamiento de este tipo de roca, andesita, tiene por marco geológico zonas orogénicas.

La placa tectónica al intrusionarse debajo de la placa continental generó magmas intermedios, los cuales tuvieron concentraciones anómalas de: cobre, oro, plata y plomo.

V.5 YACIMIENTOS ASOCIADOS A IGNIPIRITAS

Para el modelo de este tipo de yacimiento se analizó la información recabada en dos localidades (ver plano geológico anexo) que presentan características cualitativas muy semejantes, aunque cuantitativamente divergen. Como resultado de esto, se propuso un modelo que funcione para ambos. Las localidades de que se hace mención son:

- _ Distrito San Vicente, localizado en la sierra de San Vicente, al SE del área de estudio.
- _ Mina El Cobre, municipio de Amatepec; situado en la parte sur, en el cerro del mismo nombre.

PARAGENESIS

Por elementos:

Ag , Au, Cu, (Fb)

Por minerales:

Mena: Argentita

Pirarpirita

Proustita

Oro

Calcopirita

Tetraedrita

Galena

Gangas: Cuarzo

Pirita

Pirrotita

ALTERACION SUPERGENICA

Mina El Cobre: Especularita

Oxidos de Fe

Malaquita.

Distrito San Vicente:

Oxidos de Fe

Cuprita

Massicot

Minio.

COMPOSICION QUIMICA (LEYES)

Mina El Cobre:

Ag gr/ton	Cu %	METODOS DE ANALISIS QUIMICO
12.6	-	COPELACION
21	5	ABSORCION ATOMICA

Mediante el análisis por el método de copelación se obtuvo como resultado 12.60 gr Ag/ton., lo cual se considera un valor muy bajo, ya que se encuentra por debajo del límite de explotabilidad. Con el método de absorción atómica resultó para la Ag 21 gr/ton. y Cu 5.3 %. En esta mina inactiva, han de haberse extraído menos de 20 ton. de mineral y es posible su explotación a nivel de pequeño minero.

DISTRITO SAN VICENTE

El distrito de San Vicente cuenta con ocho o más zonas mineras, de las cuales se tienen informes que en conjunto

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

conforman un potencial de 244,072 ton. y leyes superiores a los 120 gr/ton de Ag los terrenos presentan leyes mayores de 145 a 4075 gr/ton de Ag .

Se realizaron análisis en algunos terrenos en la sierra de San Vicente mediante los métodos de copelación y absorción atómica y cuyos resultados promedio se muestran a continuación.

COFELACION					ABSORCION ATOMICA			
Au gr/ton	Ag gr/ton	Fb %	Zn %	Cu %	Au gr/ton	Ag gr/ton	Fb %	Zn %
1.38	808	3.09	3.46	0.07	1.44	396	6.50	6.10

ROCA ENCAJONANTE

Las rocas que fueron afectadas por las estructuras riolíticas (ignimbritas riolíticas) y brechas de composición dacítica a riodacita que pertenecen a la Riolita Tlzapotla (Oligoceno Superior - Mioceno).

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Mina El Cobres

El tipo de vaciamento corresponde a un relleno de fisura con estructura brechada, la fractura brechoide es de dimensiones pequeñas tiene una longitud de 1200 m. orientada al NE 10° SW, con buzamiento al SW y una intensidad de 80° - 85° .

Distrito San Vicente:

Son vetas, las cuales muestran estar alineadas con una

orientación NW - SE.

HIPOTESIS GENETICA

El proceso que puede dar lugar a la formación de estos yacimientos estuvo en directa relación con los procesos hidrotermales.

V.6 YACIMIENTOS ASOCIADOS AL GRUPO BALSAS

PARAGENESIS

Por elementos:

Ag. (Fb. Zn. Cu)

Ag. Cu. (Fb).

Por minerales:

Argentita

Financirita

Calcopirita

Tetraedrita

Finrotita

Galena

Esfalerita

ALTERACION SUPERGENICA

Malaquita

Azurita y óxidos secundarios de hierro
(hematita, magnetita).

COMPOSICION QUIMICA

Se analizaron muestras por los metodos de copelacion y absorcion atómica encontrando los siguientes resultados:

Au gr/ton	Ag gr/ton	Cu %	Pb %	Zn %
*NSD	13.45	2.65	0.02	0.03

*No se detecto

Como se puede observar la divergencia en los valores obtenidos, además de que no proporcionan valores económicamente explotables a excepción del valor del Cu, no se descarta la posibilidad de explotarse a nivel de pequeño minero.

ROCA ENCAJONANTE

La estructura mineralizada se encuentra bordeada por rocas sedimentarias compuestas por areniscas de grano fino que pertenecen al Grupo Balsas (ks - T).

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

La estructura que afecta al Grupo Balsas es una falla de tipo normal que controló la mineralización para formar un vaciamento de tipo veta - falla. La mineralización se aloja en forma diseminada y en vetillas en la brecha de falla. La falla es tamaño pequeño con una longitud aproximada de 20 a 25 m: va que esa longitud corresponde a un socavon que sigue la zona de brecha y donde más adelante se pierde el brechamiento debido a una falla que la desplazó. La veta - falla con espesor de 10 a 50 cm. está

orientada al NW 79°SE, con un buzamiento N - S e intensidad de 85°.

HIPOTESIS GENETICA

El origen que se propone para el modelo de este yacimiento es sujeto a procesos hidrotermales.

LOCALIDADES:

Mina de cobre Otlatepec. Municipio de Tlachapa (ver plano geológico anexo).

V.7 PLACERES

Las corrientes acuíferas superficiales que han labrado profundas barrancas en su camino hacia el Océano Pacífico son las que han efectuado el acarreo de los productos de desintegración de las vetas metalíferas ricas en oro y han dado lugar a la formación de los placeres.

En el área de estudio, las condiciones geológicas existentes, permiten determinar ciertas localidades susceptibles de formar placeres, si se considera los yacimientos (vetas metalíferas) de los cuales se derivaron para su formación.

Las condiciones que permiten asegurar esta posibilidad, son las siguientes:

- 1) Los yacimientos importantes (vetas ricas en oro) que proporcionan los minerales de placer.

- 2) El factor geomorfológico, el cual dio lugar a proponer los posibles sitios para la formación de los placeres.
- 3) Factor hidrográfico, donde las condiciones favorables son las cabezeras de los ríos y la confluencia de los tributarios en ángulo agudo, definiendo áreas de afluencia mineralógica.
- 4) El factor climático que caracteriza a la región (tropical lluvioso) es perfecto, pues ayuda a acelerar más los agentes erosivos que provocan la destrucción de las fuentes de las cuales provienen los minerales de placer.
- 5) Tiempo para la formación de la concentración de minerales de densidad alta.

Las localidades (ver plano geológico anexo) de interés se extienden a lo largo de los ríos principales que drenan el área y algunos tributarios a considerar:

Río Cutzamala
Río Belucos
Río Fajmar Grande
Río Grande.

Si se considera que esta área es de grandes dimensiones y que la cantidad de los cuerpos metálicos no es muy abundante y además que están aislados, se pudieran tener pocas posibilidades

de formar placeres auríferos; sin embargo, existen zonas apropiadas donde la prospección de placeres debe tomarse en cuenta; en particular en la región donde las corrientes drenan mineralizaciones auríferas como las de:

Cincuenta Arrobas
El Magnífico Finzán
sierra de San Vicente
La Fapava y el
Cerro Felón.

Se propone un modelo regional de este tipo de depósito con las siguientes características:

PARAGENESIS REGIONAL

Elementos nativos:

Au v Electrum(Au + Ag)
(Pt y su grupo (Os, Ir, Rh , Ru))

Fosfatos: Monacita

Silicatos:

Topacio

Estena

Zircon

Berilo

Oxidos:

Magnetita

Cromita

Ilmenita

ALTERACION SUPERGENICA

Los placeres se forman con base en los yacimientos atacados por intemperismo y erosión. Son minerales que no permiten una alteración por fenómenos supergénicos por su alta resistencia química; por tanto, se puede decir que los agentes supergénicos sirven para crear las condiciones de concentración mecánica de los yacimientos de placer y no propician un enriquecimiento particular.

COMPOSICION QUIMICA

Las probabilidades que existen son las de yacimientos de placeres auríferos y de manera muy remota de Pt y su grupo.

ROCA ENCAJONANTE

Los minerales de placer se encuentran en sedimentos aluviales principalmente, que puede ser en ríos, lagos o playas.

ESTRUCTURA MINERALIZADA

Como zonas de depósito: meandros, confluencias, accidentes de rocas de diferente consistencia al intemperismo en los recodos de las corrientes.

Según la formación de los yacimientos, las acumulaciones de sedimentos aluviales se presentan en forma de manto, estratificados y lenticulados.

HIPOTESIS GENETICA

Se forman a consecuencia de la concentración de minerales valiosos entre depósitos detríticos que se originan durante la destrucción y redepositación del material rocoso y los yacimientos minerales existentes.

CAPITULO VI

PROSPECCION MINERA

VI.1 ROCAS BASICAS Y ULTRABASICAS

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS ESTRUCTURALES

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS GEOFISICOS

VI.2 VULCANISMO ALMOHADILLADO

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS ESTRUCTURALES

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS GEOFISICOS

VI.3 VULCANISMO ANDESITICO

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS ESTRUCTURALES

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS GEOFISICOS

VI.4 DEPOSITOS IGIMBRITICOS

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS ESTRUCTURALES

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS GEOFISICOS

VI.5 GRUPO BALSAS

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS ESTRUCTURALES

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS GEOFISICOS

VI.6 FLACERES

GUIAS FISIOGRAFICAS

GUIAS LITOLOGICAS

GUIAS MINERALOGICAS

METODOS DE PROSPECCION

VI.1 ROCAS BASICAS - ULTRABASICAS

GUIAS FISIOGRAFICAS.

Las guías fisiográficas en el área de estudio son formas elongadas y dómicas; con poca vegetación y de color amarillento.

Estas formas son las más sobresalientes en la zona de estudio.

GUIAS LITOLOGICAS.

Las guías regionales son;

Esquisto Taxco

Esquisto Taxco Viejo.

Estas rocas no afloran en Palmar Chico, pero se mencionan por considerarse como basamento de la misma zona.

Las guías locales son;

Cataclasitas

Serpentinitas

Y posiblemente susceptible de encontrar:

Feridotitas

Dunitas y

Piroxenitas.

GUIAS ESTRUCTURALES.

Los rasgos estructurales son los indicadores más importantes del yacimiento y se dividen en regionales y locales.

Las guías regionales en Palmar Chico son formas elongadas y dómicas con vegetación de color amarillo y rala.

Las guías locales son diseminados de cromo y níquel, por lo cual, se recomienda, usar métodos sofisticados de exploración.

GUIAS MINERALOGICAS.

La mineralogía de las rocas ultramáficas, de la zona de estudio está constituida por antigorita y como óxidos, la magnetita y cromita.

METODOS GEOFISICOS.

Los principales métodos geofísicos:

Magnético

Eléctrico.

De estos dos métodos el que se recomienda usar en la exploración de rocas ultramáficas es el magnético, ya que, existen minerales accesorios que son magnéticos, como el caso de la pirrotita; además este método proporciona información sobre las estructuras que pueden conducir al descubrimiento de menas.

VI.2 YACIMIENTOS ASOCIADOS A VULCANISMO ALMOHADILLADO

GUIAS FISIOGRAFICAS.

Los rasgos superficiales que se utilizaron como guías en este caso corresponden a las salientes del terreno, refiriéndose principalmente a la topografía más alta de la Formación Arcelia, además de las partes con topografía abrupta, pudiendo definir algunas estructuras (vetas).

Otro rasgo sobresaliente que contrastó es un cuerpo irregular elongado en dirección E - W limitado por afloramiento de la Formación Arcelia y que corresponde a un cuerpo intrusivo (cerro El Tizate) esto permitió inferir cierto acercamiento a las estructuras mineralizadas.

GUIAS LITOLÓGICAS.

Las rocas andesíticas resultan ser muy buenas guías pues su presencia presupone la existencia de mineralizaciones (vetas argentíferas).

GUIAS ESTRUCTURALES.

Regionales

Dentro de los rasgos primarios estructurales que se detectaron se encuentra el emplazamiento del cuerpo plutónico, que es de principal importancia para la mineralización. Otro rasgo que se extiende gran parte del área de estudio es la zona volcánica (Formación Arcelia).

Locales:

Durante la interpretación fotogeológica se identificaron elementos (fracturas y fallas) de las cuales, considerando las anteriores guías se optaron por enfocarse más a las cercanías a los rasgos fisiográficos antes mencionados; ya que existe más la probabilidad de indicar la propia existencia de los yacimientos minerales.

GUIAS MINERALÓGICAS.

Los análisis de laboratorio por los métodos de difracción y fluorescencia de rayos X aplicados a muestras de roca que encajonan las estructuras mineralizadas han determinado la presencia de minerales que conjugados integran alteraciones:

a) Argílica.

Está representada por caolinita y montmorillonita de probable origen subergénico, producidas por procesos hidrotermales, afectando a los feldospatos potásicos y a las plagioclasas calcicas; aquellas son indicativas de un ambiente ácido propicio para la acumulación de metales preciosos.

Esta alteración se distribuye únicamente en los afloramientos de la roca microgranítica localizados en el Puerto del Encino Grueso, al este de la cuadrilla de Boterillitas y en el cerro de Cincuenta Arrobas.

b) Ferropílica.

Los minerales que indican la presencia de esta alteración, corresponden a clorita, epidota, pirita y caolinita, derivados de

procesos hidrotermales, afectando a las plagioclasas y ferromagnesianos de la roca, se encuentra ampliamente distribuida en las andesitas que exhiben una fuerte coloracion verde (propilitas), cercanas a las estructuras mineralizadas.

Esta alteracion tambien indica un medio propicio para la precipitacion de metales preciosos, asi como, constituye una buena guia hacia la mineralizacion considerando que la andesita es la que encajona ampliamente a las estructuras mineralizadas.

c) Oxidacion.

Está representada por minerales supergenicos como son la hematita y limonita, derivados de procesos hidrotermales. Sobre minerales hipogénicos como la pirita, magnetita y calcopirita, que se encuentra ampliamente distribuida, principalmente en las estructuras mineralizadas. Exhibe una coloracion rojiza que sirve de excelente guia para observar la continuidad de las estructuras o anomalías de color derivadas de la oxidacion de cuerpos mineralizados ocultos, orientados N - S y buzamientos al W de la estructura Ochenta Arrobas.

MÉTODOS GEOFÍSICOS.

Los procedimientos geofísicos de los cuales se pueden emplear para prospeccionar minerales metalicos serian:

- a) Método Magnetométrico
- b) Método Eléctrico

Además teniendo en cuenta el tamaño del área de estudio (1000 km²), su costo y efectividad. El aplicar los dos métodos aumentan las posibilidades de tener éxito.

a) METODO MAGNETOMETRICO.

Es ampliamente usado para prospectar minerales metalicos, detectará las irregularidades producidas por materiales ferromagnéticos (con alta susceptibilidad magnetica); va se ha mencionado la presencia de estos en el area de estudio.

Existe una desventaja con respecto a este metodo, que es la de dar aproximaciones burdas.

b) METODO ELECTRICO.

El empleo de éste, resulta ser mas caro, pero tiene mayor resolucion y su uso se restringe a regiones predeterminadas magneticamente, que en este caso se detectaron zonas con tales características y puede utilizarse.

VI.3 VULCANISMO ANDESITICO

El vulcanismo andesitico con valores de Hg, Au, Pb, Zn y Cu está ubicado al noroeste del area de estudio: ahora unicamente en el area denominada La Fabaya.

GUIAS FISIOGRAFICAS.

Las andesitas se presentan en coladas de lava y se encuentran coronadas por depositos ignimbríticos que en ocasiones forman mesetas, tambien existen zonas de enriquecimiento siderogenico representadas por un sombrero de fierro, dificil de observar por la abundante vegetación. Sin embargo, el relieve es bastante abrupto pero discernible de las ignimbritas cuyas pendientes son de 90°.

GUIAS LITOLÓGICAS.

Mediante el análisis petrográfico se clasifica a esta roca como una andesita cloritizada, que debe considerarse como una guía regional para la localización de yacimientos de Ag, Au, Pb, Zn y Cu en estructuras de vetas.

GUIAS ESTRUCTURALES.

Para la localización de estas guías se pueden emplear estudios fotogeológicos.

El marco geológico del área de estudio está sujeto a un régimen compuesto por fallamiento que conservan rumbos NW - SE y NE - SW predominando el primero. La distribución de los yacimientos de Ag, Au, Pb, Zn y Cu está regido y asociado a este tipo de fallamiento.

Las estructuras mineralizadas conservan rumbos NW - SE y NE - SW. La producción minera principal proviene de los yacimientos tipo veta, que han sido ampliamente exploradas por extensos socavones y cruceros en diferentes niveles, (Cincuenta Arrobas).

GUIAS MINERALÓGICAS.

En la zona de estudio las guías mineralógicas son clorita, calcita, hematita, limolita, probilita y una zona de enriquecimiento supergénico representada por un sombrero de oxidación, difícil de observar por la abundante vegetación.

METODO GEOFISICO.

Es conveniente aplicar métodos geofísicos, en especial los eléctricos (resistividad y polarización inducida), que ayuden a la localización de estructuras mineralizadas.

VI.4 DEPOSITOS IGNI-MERITILLOS

GUIAS FISIOGRAFICAS.

Una de las geoformas en el área de estudio, que contrasta con las demás, es la secuencia ignimbrítica, pues forma la porción montañosa central del área y lo que es la sierra de San Vicente.

Estas salientes del terreno resultan buenas guías fisiográficas en la prospección minera, ya que presentan escarpes a 90°; por tanto, son fácilmente discernibles. Además existen algunas obras mineras antiguas que también ayudan a precisar la ubicación de estos depósitos.

GUIAS LITOLÓGICAS.

REGIONALES.

La ignimbrita es una roca excelente en extensas áreas como roca encajonante de ciertos yacimientos minerales metálicos; resulta una guía regional de excepcional validez que puede servir para la prospección de Au y Ag; se tiene conocimiento de que actúa como roca receptora, de estructuras mineralizadas (vetas), tanto en la región como en áreas muy amplias del norte y

occidente del territorio nacional.

GUIAS ESTRUCTURALES.

REGIONALES.

Existen sistemas de fracturas y fallas con direcciones particulares que pueden ser investigados en cada caso para definir la orientacion particular de las mineralizaciones.

El vulcanismo ácido del Terciario en Mexico constituye por sí mismo una serie de estructuras favorables para incluir depósitos mineralizados. En general las áreas de este vulcanismo están en parte alojadas en la sierra Madre Occidental con una orientación NW - SE. En la Mesa Central una orientación prácticamente N - S; en la sierra Madre del Sur adopta una dirección general más hacia el NW - SE.

LOCALES.

Estas se caracterizan por la presencia de vetas en la secuencia ignimbrítica; la mayoría de ellas mineralizadas. La presencia de las estructuras indica la factibilidad de descubrir otras probablemente mineralizadas. La existencia de intersecciones en ellas aumenta las probabilidades de tener yacimientos.

En la mina El Cobre la estructura está orientada NE10°SW, con buzamiento al SW, mientras que para el distrito San vicente las vetas muestran estar alineadas con una orientacion NW - SE.

GUIAS MINERALOGICAS

Pueden concentrarse específicamente en oxidaciones de Fe, pero muy limitados, dado que se encuentran en porciones elevadas y estas guías, serían borradas por los agentes erosivos. Además, el cuarzo asociado al aspecto brechoidal de las estructuras.

La combinación de las áreas estructurales en forma de veta descrita en el inciso anterior, junto con alteraciones hipogénicas, en especial la silicificación puede constituir un rasgo muy importante para la prospección de yacimientos auríferos. Es necesario mencionar con particular interés el cuarzo lechoso que, por lo menos en el caso de la sierra Madre del Sur es una muy buena guía para minerales auríferos.

METODOS GEOFISICOS

El método que más conviene emplear en este modelo, es el eléctrico (polarización inducida y caída de potencial).

a) Polarización inducida.

En esta área ya se han localizado e investigado estructuras mineralizadas con posibilidades económicas. La presencia de minerales con enlace metálico permiten que este método sea muy apropiado pues indicará la conductividad de metales (oro, pirita, calcopirita y otros), delimitando las estructuras ya existentes y localizando otras probables.

b) Caída de potencial.

Ha sido usado extensamente en la localización de vetas de cuarzo en el curso de exploraciones para hallar oro, lo cual puede emplearse en este modelo, con base a la fuerte

conductividad eléctrica que muestran minerales como la pirita, pirrotita, calcopirita y la galena.

La combinación de ambos métodos para investigar el modelo es aconsejable, así un método sirve de comprobación del otro, además uno puede hacer resaltar características que el otro no muestre.

VI.5 YACIMIENTOS ASOCIADOS AL GRUPO BALSAS

GUIAS FISIOGRAFICAS.

El grupo Balsas es muy característico: se destaca mucho por tener una expresión topográfica suave y muy extensa en el área. Cuenta con algunas zonas mineras y por lo tanto, resulta una guía que puede ayudar a la búsqueda de otros yacimientos minerales.

La existencia de rasgos paleogeográficos tales como paleocanales, lechos abandonados por los ríos, que representan la paleogeografía de la región. De un cuidadoso análisis depende que se llegue a encontrar algún yacimiento mineral con buenas perspectivas de explotación.

GUIAS LITOLÓGICAS.

Resulta ser una guía litológica regional dada su gran extensión en el área de estudio y su relación directa como roca encajonante de algunas estructuras mineralizadas (vetas). Es mejor buscar otras guías que ubiquen hacia las estructuras.

GUIAS ESTRUCTURALES.

La mineralización se encuentra en brechas de falla con

espesores variables, que forman un sistema con una orientación preferencial NW-SE, al igual que las demás estructuras que se encuentran en el área de estudio; por tanto, este sistema puede emplearse como una guía estructural.

Respecto a los diques de composición básica (diabasa), que afectan al Grupo Balsas y que siguen un patrón general NW-SE, ya que a menudo cortan los cuerpos mineralizados se considera que no tiene relación con la mineralización de la zona, por lo cual son posteriores a la mineralización.

GUIAS MINERALOGICAS.

La prospección aluvionar puede conducir a encontrar otros yacimientos metálicos, donde la concentración anómala de minerales en zonas de depósito como meandros, confluencias, lechos de arroyo son indicativos de fuentes ricas en esos minerales.

Las especies mineralógicas que se utilizarían como guías son el oro nativo, pirita, calcopirita y cuarzo. Estos minerales se localizan en los sedimentos aluviales; es posible ubicar las concentraciones de placer a través de ellos se puede localizar el yacimiento del cual derivaron.

Se debe de considerar el tamaño y forma de las partículas minerales en especial las del oro, si son grandes o pequeñas, asperas o pulimentadas; ya que esto indicara la distancia de acarreo. Además, la forma, disposición y naturaleza petrográfica de los guijarros que los acompañan son guías que acercan más a

la fuente original.

MÉTODOS GEOFÍSICOS.

De la supuesta existencia de rasgos paleogeográficos (paleocanal, lechos abandonados por los ríos) en esta región . la utilización de los métodos geofísicos indicarán la posición de estos rasgos, su profundidad, así como, la localización de otras posibles estructuras mineralizadas importantes.

a) Método magnético.

Con base a las variaciones magnéticas, la aplicación de este método puede delimitar la posición de los rasgos paleogeográficos donde habitualmente se acumula magnetita al mismo tiempo que el oro, si la intensidad magnética del material aluvial en el paleocanal es alta, es debido al alto contenido de tal mineral.

b) Métodos eléctricos.

Podrían seguir después de los métodos magnéticos de manera que confirmen y complementen los resultados, considerando el contraste en la conductividad entre el paleocanal y el material que le sobreyace (Grupo Balsas).

VI.6 PLACERES

GUIAS FISIOGRAFICAS.

El principal rasgo morfológico son las acumulaciones pertenecientes al reciente, constituidas por material aluvial el cual es acarreado por los rios:

Cutzamala
Rejuco
Palmar Grande y
Grande.

El depósito se lleva a cabo en forma de barra y de cauce. originan zonas más o menos extensas de depósitos de material meteorizado clástico, elementos nativos, fosfatos, silicatos y óxidos.

Las áreas donde es posible encontrar este tipo de depósitos susceptibles de ser prospectados es en las partes aledañas de zonas mineralizadas como son:

Cincuenta Arrobas
Magnífico Pinzán
Sierra de San Vicente y el
Cerro Felón

y así como aguas abajo de los rios anteriormente citados.

Estas áreas tienen formas irregulares debido a que están sujetas a la configuración de las partes bajas en las zonas mencionadas.

GUIAS LITOLÓGICAS.

Las principales guías litológicas para el tipo de placer aluvial son, de depósitos recientes no consolidados formados principalmente por:

Cantos
Guijarros
Gravas
Arenas
Arcillas.

GUIAS MINERALÓGICAS.

Al llevarse a cabo el transporte de las partículas mayores por el proceso de saltación en los ríos, se produce intemperismo mecánico, atrición, que disgrega a las rocas en los materiales que constituirán los depósitos recientes, estos son representados por depósitos de barra y depósitos de cauce, dentro de los cuales es posible encontrar:

Elementos nativos:

Au y Electrum (Au + Ag)
[Pt y su grupo (Os, Ir, Rh, Ru)]

Fosfatos: Monacita

Silicatos:

Topacio
Esfena
Zircón

Berilo

Oxidos:

Magnetita

Cromita

Ilmenita

METODOS DE PROSPECCION

FOTOGEOLOGIA.

Con base en la interpretacion fotogeologica general se determinaron las regiones más favorables para contener placeres, que corresponden a depósitos de aluvion cercanas o aguas abajo de las áreas mineralizadas.

METODOS GEOFISICOS.

A partir del hecho de que es necesaria la informacion de las anomalias minerales en este tipo de vaciamentos en el area. Se pueden utilizar métodos electricos v magnetométricos.

Métodos electricos.

Se basan en la variacion de la distribución del potencial eléctrico que depende del tamaño, forma, localizacion de la profundidad v espesor de dichos estratos, v minerales metálicos.

Métodos magnetométricos.

Basado en la susceptibilidad magnetica de los materiales ferromagnéticos, resulta ser muy util en la prospeccion de placeres.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desde el inicio de los trabajos de exploración, los métodos empleados para la localización y selección de áreas favorables de contener yacimientos minerales, fueron Fotogeología, Geología Regional, Análisis químicos y Análisis de resultados.

CONCLUSIONES

a) FOTOGEOLOGIA.

- El área de Pinzán presenta actualmente mayor interés geológico - minero.
- Este estudio aportó las bases para definir el comportamiento estructural y distribución litológica en el área de estudio.
- Las observaciones de campo sobre controles estructurales v/o distribución litológica se complementaron con un análisis fotogeológico para una mejor interpretación de conjunto.

b) GEOLOGIA REGIONAL

- La estratigrafía del área de estudio agrupa a rocas ultrabásicas, Formación Arcelia, Formación Xochibala, Grupo Balsas, Secuencia ignimbrítica (Riolita Iilzapotla) y aluvión.

- Los afloramientos de rocas ultrabásicas son cuerpos alóctonos emplazados tectónicamente entre las Formaciones Arcelia y Xochipala.
- El área de estudio se encuentra entre antiguos y conocidos distritos mineros productores de oro y plata.
- Dados los antecedentes y resultados de laboratorio, el área de estudio se sitúa metalogénicamente en la franja polimetálica Ag - Au, (Pb - Zn - Cu), Zn - Cu.
- La mineralización filoniana de la región comprendida entre Anpanqueo, Mich. hasta Taxco, Gro. presenta características estructurales y mineralógicas similares, así como una génesis de la misma edad de finales del Mioceno.
- Los tipos de yacimientos minerales presentes en el área Cutzamala, son de relleno de fisura, diseminados, sin genéticos, removilización y concentración.
- La deformación que sufrieron las rocas ultrabásicas pueden propiciar la reactivación y movilidad de los elementos primarios Co, Ni, Fe y diatinoxidos.
- La mineralización de Au y Ag también sufrió reactivación y removilización, lo que permite emplazarse en fallas, al bajo de estructuras de relleno.

- Los movimientos relativos de las fallas sinestrales, ocasionaron a las rocas, un microfracturamiento, con un radio de influencia de hasta 500 m.
- Tanto el Au y Ag como el Co, Ni, Fe y platinoides, pueden ocurrir asociados en una misma paragénesis y se depositan tanto en las fallas sinestrales principales, como en un radio de influencia cercano a ellas.
- La asociación de minerales de origen ortomagmático e hidrotermal sugiere dos teorías: removilización y concentración. los intrusivos actúan como la fuente termal o un mismo sistema hidrotermal con varias etapas de mineralización.
- Las rocas ultrabásicas de la región de Palmar Chico presentan pocas posibilidades de mineralización por asbesto - crisólito. el alto contenido de SiO_2 y bajo explorados son los de Cincuenta Arrobas, detectando valores bajos de Au, Ag, Ni y Co.
- Aunque el muestreo realizado en las estructuras de Cincuenta Arrobas arrojó valores bajos, no es determinante para desechar el área: debe considerarse como indicativo de la presencia de Au y Ag y se debe insistir con la exploración.
- Dado el conjunto de características estructurales y litológicas, la región de Palmar Chico se sitúa en

una cuenca marginal.

- La distribución de rocas intrusivas, vetas y diques está regulada por controles estructurales, asociados al fallamiento inverso - sinistral.
- Los sistemas de fracturamiento que predominan en el área, son el N - S, NW - SE y E - W, siendo el sistema N - S el de mayor interés geológico - minero.
- El plegamiento de las Formaciones Arcelia y Achupala se encuentra íntimamente asociado a las grandes fallas inverso - sinestrales.

RECOMENDACIONES

- Realizar un mapeo a detalle de la distribución de las lavas almohadilladas y lutitas carbonosas, que son los horizontes favorables de contener mineralización del tipo sulfuros masivos.
- Realizar un muestreo por esquirlas de roca de las unidades litológicas, tendiente a definir el contenido normativo de las mismas, y usarlo como referencia para comparar las anomalías resultantes en la prospección de los yacimientos presentes en el área de Palmar Chico.
- Continuar con el análisis estructural para definir los diferentes eventos de deformación que han

afectado a las rocas del área, principalmente a las Formaciones Arcelia y Xochipala.

- Determinar la capacidad de penetración de los fluidos mineralizantes, en las rocas adyacentes a los planos de fallas sinestrales: mediante un muestreo sistemático.

- Aplicar en las estructuras de Cincuenta Arrobas: estudios de metalogénesis que permitan determinar la paragénesis, zoneamiento, alteraciones, temperatura de depósito, estimación aproximada de cima y base de mineralización, tamaño de partícula de minerales económicos, caracterización mineralógica y química, etc.

- Identificar por medio de microsonda electrónica los minerales desconocidos en superficie pulida, ya que estos pueden ser importantes por su contenido metálico.

- Determinar a que minerales se asocia el oro y la plata, ya que en algunos yacimientos similares a los de Cincuenta Arrobas, el oro viene como electrum en oquita o se puede asociar al cadmio contenido en la esfalerita y la plata en la galena.

- Realizar un estudio geoquímico detallado en el área, para determinar las anomalías que resulten

interesantes por su importancia minera.

- Aplicar métodos eléctricos de Geofísica (Resistividad o Polarización Inducida), que conduzcan a la localización de áreas anómalas en las estructuras de Cincuenta Arrobas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLUM, J. A., 1978. Fotogeología y cartografía por zonas. Paraninfo, Madrid España.
- ALTAMIRANO, K. F. y FERNANDEZ, F. J., 1978. Exploración de Finca Morado: Municipio de Coyuca de Catalan, Guerrero: VII seminario interno sobre exploración Geológico-Minero, C. R. M., pp. 99- 229.
- AUGUSTITHIS, S. S., 1979. Atlas of the Textural Patterns of Basic and Ultrabasic Rocks and their Genetic Significance. Walter of Gruyter, 379 p.
- ALVAREZ Jr., M., 1962. Provincias Fisiográficas de la Republica Mexicana. Bol. Soc. Geol. Mex., 24 (2), 3 - 20 pp.
- BEST, M.G., 1962. Igneous and metamorphic petrology W.H. Freeman and Co, NY 620 p.
- CAMPA, M. F., CAMPOS, M.F. y OVIEDO, R., 1974. La Secuencia Mesozoica Volcano-Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Mexico, Toluca, Guerrero: Bol. Soc. Geol. Mex. XXXV, pp. 7 - 28.

- CAMPA, M. F.. 1978. La evolución tectónica de Tierra Caliente, Guerrero, Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXIX, No.2 pp. 52-64.
- CAMPA, M. F., RAMIREZ, J. FLORES, R. y CONEY.,1980. Terrenos Tectono-estratigráficos de la sierra Madre del Sur, región comprendida entre los estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos: Soc. Geol. Mex.. V Convencion Geologica Mexicana.
- CAMPA, M. F. and CONEY, P. J.. 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resources distribution in Mexico. Can. J. Earth Sci., 20, pp. 1040-1051.
- CANTOS, FIGUEROLA J., 1973. Tratado de Geofísica Aplicada. Instituto Geológico y Minero de España.
- CARBALLIDO, S. E. A.. 1988. Petrología y relaciones geológicas de las rocas ultramáficas de Tehuiztzingo Puebla. Tesis profesional, Facultad de Ingeniería, U. N. A. M., inédito.
- CSERNA, Z. de. 1965. Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur, entre Chilpancingo y Acapulco, estado de Guerrero, U. N. A. M. Inst. Geología, Bol. 62 pp. 76.

CSERNA, Z. de 1965. FRIES, C., RINCON, C.W.H., SOLORIO, J. Y SCHMITER, V. E., 1975. Edad Precambrica Tardia del Esquistos Tanco. estado de Guerrero: Bol. Asoc. Geol. Pet. V de pp. 183-193.

CSERNA, Z. de. PALACIOS, N. M., PANIJOA, A.J., 1978. Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noroeste de Guerrero y en areas colindantes de Mexico y Michoacan., Libro - Guia de la Exc. Geol. a Tierra Caliente. Publicado en la revista de Geol. U. N. A. M., pp. 8-18.

CSERNA, Z. de. 1983. Hoja Geologica 140 - G (Y), con resumen de la hoja Tepicico, estados de Guerrero, Mexico y Michoacan. Carta Geologica de Mexico Serie 1:100,000 mapa con texto. U. N. A. M., Inst. de Geologia.

DAMON, P. E., SHAFIQUILLAH, M. y CLARK, I.F., 1981. Evolucion de los arcos magmaticos en Mexico y su relacion con la metalogénesis. U. N. A. M., Inst. Geologia, Revista, vol. 5 num 2, pp. 223-238.

- DELGADO, A. L., MORALES, V.J., 1983. Rasgos Geológicos y Económicos del Complejo Básico - Ultrabásico de El Tamarindo. Gro., Consejo de Recursos Minerales. Geomimet no.128
- DELGADO, A. L., 1986a. Síntesis de áreas máficas y ultramáficas de México y su potencial económico. Bol. Min. Rev. Soc. Mex. Min., V. 2 (1).
- DELGADO, A. L., 1986b. Ambiente tectónico de las rocas ultramáficas del sur de México. Primer simposio de Geología regional de México. Inst.Geología, U. N. A. M., p. 54 - 56, programa y resúmenes.
- DIAZ, OLIVERA A., 1972. Estudio Geológico Minero del Área de Coxcoatlán Mpio. de Buenavista de Cuellar. Gro. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería U. N. A. M. inédita.
- FRIES, CARL JR., 1960. Geología del estado de Morelos y de Partes Adyacentes de México y Guerrero. Región Central Meridional de México. U. N. A. M., Inst. Geología, Bol. 60, pp. 236

- GARCIA, E.. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a. Ed. México : Offset Larios.
- GONZALEZ. REYNA J.. 1956. Riqueza Minera y Yacimientos Minerales de México. tercera edición, XX Sesión Congreso Geológico Internacional.
- GONZALEZ, F. E.. 1983. Analisis de las Inclusiones Fluidas e Isótopos de Azufre. Hidrogeno y Oxígeno de los Sulfuros Masivos de Tizapa - Santa Rosa. Edo. de Mexico. Geomimet. No. 128. pp. 66-76.
- GONZALEZ. F. E.. TORRES. R. V.. 1988. Evolucion Tectónica de la porción centro occidental de México y su relacion con los yacimientos minerales asociados. Geof. Int.. Vol. 27 - 4, pp. 543 - 581 .
- HEINRICH, E. W.. 1980. Petrografía Microscópica. edic. Omega. Barcelona España
- HOBBS, B. E., MEANS, W.D. y WILLIAMS, P. F., 1981. Geología Estructural, edic. Omega, Barcelona España.

- HOLMES. A. y HOLMES. D. L.. 1980. Geología Física. edic. Omega. Barcelona España
- I. N. E. G. I.. Carta topográfica. Palmar Chico. clave E 14 A 65. escala 1: 50,000
- MCINSTRY, E. H.. 1977. Geología de Minas. edic. Omega. Barcelona España.
- MARTINEZ, R. C. J.. 1972. Geología y prospección minera del área de Chilapa de Alvarez, estado de Guerrero. Tesis Profesional. E. S. I. A. J. P. N. inédito.
- MORAN. Z. D.. 1985. Geología de la República Mexicana. I. N. E. G. I.. D. F. Mexico.
- MONTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G.. 1980. Guía de Minerales y Rocas. edit. Grimalvo. Barcelona España.
- ONTIVEROS, T. G.. 1973. Estudio estratigráfico de la porción Noroccidental de la cuenca Morelos Guerrero. Bol. 4 - 6. vol. XXV A. M. G. F. pp. 190 - 234
- ORTEGA - Gutierrez, F.. 1981. Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance. Geot. Int. vol. 20 - 3. pp. 177 - 202

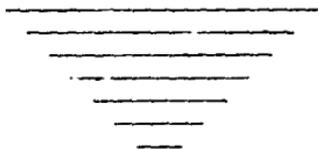
- ORRIZ. H. L.. 1984. Paragenesis v alteracion hidrotermal en el prospecto - niquelifero de Loma Baya. Petatlan Guerrero. Geomimet No. 130
- FARI. CH. F. v MAC DIARMID. R. A.. 1981. Yacimientos minerales edic. Omega. Barcelona España.
- RAMDHR. P.. 1980. The ore minerals and their intergrowths. second edition. Pergamon Press. Two Volume.
- SALAS. C. E.. 1982. Geología de la Región de Amatepec y Evaluación Metalogenética del Prospecto "La Sierrita". Matlaxa estado de Mexico. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. U. N. A. M. Inedita.
- SALAS. G.F.. 1988. Geología Económica de Mexico. Fondo de Cultura Económica. Mexico D.F.
- SMIRNOV. V. I.. 1982. Geología de yacimientos minerales. edit. MIF. Moscú URSS.
- THORPE. R. S.. 1984. Andesites: orogenic andesites and related rocks. Jhon Willey & Sons. Great Britain.

TRUJILLO, C. L. 1971. Estudio Geológico - Minero del
Área La Delfina Nauchal, Municipio de
Leonardo Bravo, estado de Guerrero, tesis
Profesional, E. S. I. A. I. P. N. inédita

VALLE, T. E. del. 1986. Apuntes de Introducción a los
Métodos Geofísicos de Exploración. U.N.A.M.,
Facultad de Ingeniería.

WALKER, G. F., 1975. A new concept of the evolution
of the British tertiary intrusive centres,
J. Geol. soc. London 131, pp. 121 - 141.

A N E X O



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 01	LOCALIDAD: VALDEKARÁN, AMATEPEC, ESTADO DE MEXICO.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> DIQUE BASICO. </div>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris oscuro con tonalidades verdes y negras. Estructura: _____ Compacta. Textura: _____ Porfidica. Minerales: _____ Plagioclasas, ferromagnesianos, hematita, magnetita y epidota.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center; padding: 5px;"> MINERALOGIA </div> TEXTURA: _____ Holocristalina, porfidica. Esenciales: Labradorita y bitownita. Secundarios: Estilpnomelano, clorita, calcita, cuarzo y hematita. Accesorios: Actinolita y magnetita.	ORIGEN: IGNEO INTRUSIVO. CLASIFICACION: DIABASA CON ALTERACION HIDROTHERMAL. OBSERVACIONES: Grandes cristales de labradorita, bitownita que se alteran a calcita y clorita; la matriz es tipo intersticial con laminillas de plagioclasa y actinolita, los intersticios están ocupados por abundante clorita, el estilpnomelano reemplaza al piroxeno. Dada la alteración de las plagioclasas, la abundancia de clorita así como la presencia de actinolita y el estilpnomelano indican una alteración hidrotermal.	
REPORTE NO.: 01		

TESIS PROFESIONAL

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO-MINERO DEL AREA DE PALMAR CHICO, AMATEPEC ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ U. J. MADRIGAL B. A.
HERRERA M. A. MOJICA H. A.
JIMENEZ M. J. L. HONSALVO A. J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 02	LOCALIDAD: AL SIJ DE VALDERRAMA, AMATEPEC, EDO. DE MEX.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> DIQUE. </div>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris oscuro con tonalidades verdes. Estructural: Masiva. Textura: _____ Porfídica. Minerales: _____ Plagioclasas y piroxenos.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center; padding: 5px;"> MINERALOGIA </div> TEXTURA: _____ Hipocristalina (micro-cristalina). Esenciales: _____ Labradorita, poca andesina y vidrio. Secundarios: Clorita y arcillas. Accesorios: _____ Augita, apatito, opacos y esfena.	ORIGEN: IGNEO INTRUSIVO. CLASIFICACION: DIABASA DE AUGITA.	
OBSERVACIONES: _____ Grandes xenocristales subhedral-les y subhedral-les de labradorita la matriz presenta abundante plagioclasa y augita, clorita y arcillas rellenan los intersticios minerales de plagioclasas, el vidrio es poroso tambien rellena espacios, la clorita y arcillas sustituyen al vidrio original. Se observa intercrecimiento grafico de plagioclasa en clorita y apatito lo que evidencia un enfriamiento brusco.		
REPORTE No.: 02		

**TESIS
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

**PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMIR, CHICOMANATEPEC
ESTADO DE MEXICO.**

**HERNANDEZ U. J. MADRIGAL B. D.
HERRERA M. A. MOJICA M. A.
JIMENEZ M. J. L. MONSALVO A. J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 84

LOCALIDAD: CERRO PELON, AMATEPEC,
ESTADO DE MEXICO.

**FACULTAD
DE
INGENIERIA**

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:

DOMO DE ROCAS ULTRABASICAS

DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: _____ Verde con manchas negras, pardo grisáceo al intemperismo.

Estructura: Masiva.

Textura: _____ Porfídica.

Minerales: Piroxenos, serpentina, magnetita, hematita, talco y magnesita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

MINERALOGIA

TEXTURA: _____ En mallas y pseudomorfica.

Esenciales: Antigorita, Lizardita.

Secundarios: Hematita, magnesita,
clorita y talco.

Accesorios: Magnetita.

ORIGEN: SERPENTINIZACION POR AUTOMETAMORFISMO DE ROCAS ULTRAMAFICAS.

CLASIFICACION: SERPENTINITA.

OBSERVACIONES: Estructura en malla de antigorita y lizardita a partir del olivino, concentraciones de magnetita a lo largo de las líneas de la malla o diseminado dentro de ella, se observa antigorita como pseudomorfo de olivino y fracturas rellenas por magnetita, esta ultima alterada a hematita.

REPORTE NO.: 84

**TESIS
PROFESIONAL**

MEXICO, 1990

**PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, AMATEPEC
ESTADO DE MEXICO.**

**HERNANDEZ U. J. MADRIGAL B. A.
HERRERA M. A. MOJICA M. A.
JIMENEZ M. J. L. MONSALVO A. J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 05	LOCALIDAD: CUADRELLA DE LOBITO, PALMAR CHICO, ANATEPEC, EDO. DE VER.	
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">PEQUEÑO DOMO ULTRAMAFICO</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Verde oscuro. Estructura: _____ Compacta. Textura: _____ Foliateda. Minerales: _____ Piróxenos, serpentina.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;">MINERALOGIA</p> TEXTURA: _____ Reticular y pseudomorfica. Esenciales: _____ Antigonita, lizardita. Secundarios: _____ Clorita, magnesita y hematita. Accesorios: _____ Magnetita y talco.	ORIGEN: SERPENTINIZACION ULTRAMAFICA E HIDROTHERMAL DE ROCAS ULTRAMAFICAS, PROBABLEMENTE PERIDOTITAS.	
	CLASIFICACION: SERPENTINITA.	
	OBSERVACIONES: Antigonita y lizardita desarrollando textura en walls a partir del olivino, la antigonita tambien se presenta como pseudomorfos del piróxeno en algunos bordes se presenta la clorita. Formando parte o dentro de la walla se tiene magnesita y talco indicadores de un posible origen hidrotermal de la serpentinitizacion. La magnetita es abundante y se encuentra asociada con la clorita.	
	REPORTE No.: 05	

TESTIS
PROFESIONAL
NAL

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, ANATEPEC
ESTADO DE MEXICO.

HERRERA M.A. MOJICA M.A.
HERRERA M.A. MOJICA M.A.
JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. **HJM 06**

LOCALIDAD: **MINERALIA, TOLUCA, MEXICO, EDIFICIO DE ING.**

**FACULTAD
DE
INGENIERIA**

DESCRIPCION DEL AFILAMIENTO:

DORU ULTRAMAFICO.

DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: Verde oscuro.

Estructural: Compacto.

Textura:

Minerales: Serpentina, carbonatos y pirroxenos.

ALTERACIONES:

Serpentinización.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

MINERALOGIA

TEXTURA: Reticular y pseudocristal.

Esenciales: Antiperita y lizardita.

Secundarios: Clorita y hematita.

Accesorios: Unigranita y actinotrita.

ORIGEN: SERPENTINIZACION DE ROCAS ULTRAMAFICAS, PROBABLEMENTE PERIDOTITAS, POR AUTOMETAMORFISMO Y PROCESOS TECTONICOS.

CLASIFICACION: SERPENTINITA

OBSERVACIONES: Instrucciones de muestra en etiqueta 1 y 2 y 124. Muestra en la que está incluida la muestra como lente y banda. Se notan dos tipos de deformación de deformación, la primera de tipo a) y b) reemplazada por serpentina. Inicial que por lo menos existen los tipos de serpentinización, la primera al estar el clivaje dando origen a la estructura de malla y la segunda de tipo a) b) c) d) e) f) g) h) i) j) k) l) m) n) o) p) q) r) s) t) u) v) w) x) y) z) aa) ab) ac) ad) ae) af) ag) ah) ai) aj) ak) al) am) an) ao) ap) aq) ar) as) at) au) av) aw) ax) ay) az) ba) bb) bc) bd) be) bf) bg) bh) bi) bj) bk) bl) bm) bn) bo) bp) bq) br) bs) bt) bu) bv) bw) bx) by) bz) ca) cb) cc) cd) ce) cf) cg) ch) ci) cj) ck) cl) cm) cn) co) cp) cq) cr) cs) ct) cu) cv) cw) cx) cy) cz) da) db) dc) dd) de) df) dg) dh) di) dj) dk) dl) dm) dn) do) dp) dq) dr) ds) dt) du) dv) dw) dx) dy) dz) ea) eb) ec) ed) ee) ef) eg) eh) ei) ej) ek) el) em) en) eo) ep) eq) er) es) et) eu) ev) ew) ex) ey) ez) fa) fb) fc) fd) fe) ff) fg) fh) fi) fj) fk) fl) fm) fn) fo) fp) fq) fr) fs) ft) fu) fv) fw) fx) fy) fz) ga) gb) gc) gd) ge) gf) gg) gh) gi) gj) gk) gl) gm) gn) go) gp) gq) gr) gs) gt) gu) gv) gw) gx) gy) gz) ha) hb) hc) hd) he) hf) hg) hh) hi) hj) hk) hl) hm) hn) ho) hp) hq) hr) hs) ht) hu) hv) hw) hx) hy) hz) ia) ib) ic) id) ie) if) ig) ih) ii) ij) ik) il) im) in) io) ip) iq) ir) is) it) iu) iv) iw) ix) iy) iz) ja) jb) jc) jd) je) jf) jg) jh) ji) jj) jk) jl) jm) jn) jo) jp) jq) jr) js) jt) ju) jv) jw) jx) jy) jz) ka) kb) kc) kd) ke) kf) kg) kh) ki) kj) kl) km) kn) ko) kp) kq) kr) ks) kt) ku) kv) kw) kx) ky) kz) la) lb) lc) ld) le) lf) lg) lh) li) lj) lk) ll) lm) ln) lo) lp) lq) lr) ls) lt) lu) lv) lw) lx) ly) lz) ma) mb) mc) md) me) mf) mg) mh) mi) mj) mk) ml) mm) mn) mo) mp) mq) mr) ms) mt) mu) mv) mw) mx) my) mz) na) nb) nc) nd) ne) nf) ng) nh) ni) nj) nk) nl) nm) nn) no) np) nq) nr) ns) nt) nu) nv) nw) nx) ny) nz) oa) ob) oc) od) oe) of) og) oh) oi) oj) ok) ol) om) on) oo) op) oq) or) os) ot) ou) ov) ow) ox) oy) oz) pa) pb) pc) pd) pe) pf) pg) ph) pi) pj) pk) pl) pm) pn) po) pp) pq) pr) ps) pt) pu) pv) pw) px) py) pz) qa) qb) qc) qd) qe) qf) qg) qh) qi) qj) qk) ql) qm) qn) qo) qp) qq) qr) qs) qt) qu) qv) qw) qx) qy) qz) ra) rb) rc) rd) re) rf) rg) rh) ri) rj) rk) rl) rm) rn) ro) rp) rq) rr) rs) rt) ru) rv) rw) rx) ry) rz) sa) sb) sc) sd) se) sf) sg) sh) si) sj) sk) sl) sm) sn) so) sp) sq) sr) ss) st) su) sv) sw) sx) sy) sz) ta) tb) tc) td) te) tf) tg) th) ti) tj) tk) tl) tm) tn) to) tp) tq) tr) ts) tt) tu) tv) tw) tx) ty) tz) ua) ub) uc) ud) ue) uf) ug) uh) ui) uj) uk) ul) um) un) uo) up) uq) ur) us) ut) uu) uv) uw) ux) uy) uz) va) vb) vc) vd) ve) vf) vg) vh) vi) vj) vk) vl) vm) vn) vo) vp) vq) vr) vs) vt) vu) vv) vw) vx) vy) vz) wa) wb) wc) wd) we) wf) wg) wh) wi) wj) wk) wl) wm) wn) wo) wp) wq) wr) ws) wt) wu) wv) ww) wx) wy) wz) xa) xb) xc) xd) xe) xf) xg) xh) xi) xj) xk) xl) xm) xn) xo) xp) xq) xr) xs) xt) xu) xv) xw) xx) xy) xz) ya) yb) yc) yd) ye) yf) yg) yh) yi) yj) yk) yl) ym) yn) yo) yp) yq) yr) ys) yt) yu) yv) yw) yx) yy) yz) za) zb) zc) zd) ze) zf) zg) zh) zi) zj) zk) zl) zm) zn) zo) zp) zq) zr) zs) zt) zu) zv) zw) zx) zy) zz)

REPORTE NO. 06

TESIS
PROFESIONAL MEXICO, 1990
NAL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINEROLOGICO DE LA UNAM
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE MINERIA

BERNARDEZ J.J. MADRIGAL B.A.
BERRERA A.A. MOJICA M.A.
DINEFEZ M.J.L. MORGALLO R.J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 07	LOCALIDAD: CUADRILLA DE LOPEZ, ARTEPEC, EDO. DE MEX.	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 100%;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">TOBAS.</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris con ligero tono verdoso. Estructura: _____ Masiva con pequeñas vetillas. Textura: _____ Afanítica. Minerales: _____ Cuarzo en vetillas, pequeños y abundantes cristales de pirita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;">MINERALOGIA</p> TEXTURA: _____ Piroclástica relicta. Esenciales: _____ Andesina, labradorita. Secundarios: _____ Cuarzo, clorita y sericita. Accesorios: _____ Pirita.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: TOBA ANDESITICA SILICIFICADA. OBSERVACIONES: Masivo microcristalino de qtz, feldspato y sericita que contiene escasos fragmentos de cristales de andesina y labradorita alterados a clorita y sericita, dando lugar a "fantasmas" de plagioclasas, se tienen concentraciones de cuarzo microcristalino oscuro que puede representar la alteración total de los ferromagnesianos o fragmentos de roca, la pirita presenta rotación y la clorita formas sigmoidales, lo que indica que la roca estuvo sujeta a esfuerzos tectónicos.	
<div style="text-align: right;">REPORTE INV.: 07</div>		

**TESIS
PROFESIONAL**

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, ARTEPEC,
ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ V. J. MADRIGAL B. A.
HERRERA M. A. BALBUENA M. A.
JIMENEZ M. J. L. MONSALVO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 08	LOCALIDAD: EL INSIGNIFICO FINCA, PALMAR CHICO, EDO. DE MEX.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">TOBA</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris verdoso. Estructura: _____ Compacta. Textura: _____ Piroclástica. Minerales: _____ Liticos, cuarzo, clorita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;"><u>MINERALOGIA</u></p> TEXTURA: _____ Piroclástica. Esenciales: _____ Liticos de composición dacítica, cristales de plagioclasa, vidrio. Secundarios: _____ Mns. arcillosos, clorita y cuarzo. Accesorios: _____ Feldespato potásico y hornblenda.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: TOBA DACITICA. OBSERVACIONES: Fragmentos liticos redondeados a subangulosos de tamaño variable, de composición esencialmente dacítica, acompañados por cenizas y vidrio, se observaron vetillas de cuarzo secundario, la roca en general está cloritizada.	
		REPORTE NO.: 38

**TESIS
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, AMATEPEC,
ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ U. J. MADRIGAL B. A.
HERRERA M. A. MOJICA M. A.
JIMENEZ M. J. J. MANGALDO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MUESTRA NO. HJM 09	LOCALIDAD: PEREÑO CUADRILLA DE EL LUPÓN, AMATEPEC, ESTADO DE MÉXICO.	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 100%; height: 100%;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO: <div style="text-align: center; padding: 10px;">Caliza de color negro, estratificada.</div>		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: Color: _____ gris con manchas pardas. Estructura: _____ Estratificada, compacta. Textura: _____ Epitaxial. Minerales: _____ Pirita, calcita, hematita.		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA: <div style="text-align: center; padding: 5px;">MINERALOGÍA</div> TEXTURA: _____ Crptocristalina. Esenciales: _____ Mosado crptocristalino de cuarzo. Secundarios: Clorita y hematita. Accesorios: _____ Pirita.	ORIGEN: SEDIMENTARIO. CLASIFICACION: PEDERNAI DE RADIOLARITA OBSERVACIONES: Roca formada de radiolarios recubiertos por cuarzo crptocristalino, distribuido en forma de bandas paralelas, presenta cristales cúbicos de pirita. La calcita disocia en vetillas e intercrecida entre los radiolarios. Se propone que el pedernal de radiolarita pertenece a depósitos continuos precipitados directamente en aguas profundas y tranquilas de cuenca (fajas de cuenca), asociados a calizas y lutitas. Prevalden en ambientes volcánicos submarinos.	
TESTS PROFESIONAL		REPORTE NO.: 09

**TESTS
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

PROSPECTO GEOLOGICO-
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, AMATEPEC
ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ U.J. MADRIGAL B.A.
HERRERA M.A. MOJICA M.A.
JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 10	LOCALIDAD: LA PAPAYA, RIATEPEC, ESTADO DE MEXICO.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> AGLOMERADO BASALTICO DE GRANO FINO </div>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris con un ligero tono rosa. Estructura: _____ Vesicular, amigdaloides. Textura: _____ Ferfidica. Minerales: _____ Ferromagnesianos, plagioclasas, pirita, galena, cuarzo en vetillas, malaquita y calcopirita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center; padding: 5px;"> MINERALOGIA </div> TEXTURA: _____ Hipocristalina. Esenciales: _____ Andesina, labradorita. Secundarios: _____ Cuarzo, calcita, clorita, sericita, arcillas. Accesorios: _____ Opacos y vidrio.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: ANDESITA BASALTICA. OBSERVACIONES: Laminillas de plagioclasa con disposicion radial alteradas por un cuarzo secundario, vidrio, arcillas y opacos ademas presenta vetillas de opacos, cuarzo y clorita así como vesiculas rellenas por calcita, la roca esta asociada a sulfuros hidrotermales.	
REPORTE No.: 10		

**TESIS
PROFESIONAL
MEXICO, 1990**

PROYECTO GEOLÓGICO-
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, RIATEPEC
ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ V.J. MADRIGAL B.A.
HERREIRA M.A. MOJICA M.A.
JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 11	LOCALIDAD: HERRERA, EL CERRE, AL NORTE DEL RANCHO, 50000, PARRIS, QUERETARO, 600, P. MEX.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">BRECHA VOLCANICA</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris con tono verde. Estructural: _____ Vesicular. Textura: _____ Friccionalista. Minerales: _____ Fragmentos de roca, feldespatos, plagioclasas y clorita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;"><u>MINERALOGIA</u></p> TEXTURA: _____ Friccionalista, axiolitica. Esenciales: _____ Fragmentos de roca (teobas), oligoclasa-andesita, sanidino. Secundarios: _____ Calcita, clorita, cuarzo, epidoto y hematita. Accesorios: _____ Cuarzo, magnetita, broquita y ceniza.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO (PIROCLASTICO). CLASIFICACION: BRECHA VOLCANICA LATTICA. OBSERVACIONES: Fragmentos de roca granitica de plagioclasa epidotizada, poco de sanidino y cuarzo contenidos en una matriz cementificada por clorita, cuarzo secundario, magnetita, calcita y hematita, presenta agregados microliticos de plagioclasa en forma de textura axiolitica, así como vesículas, esta roca que sugiere en vidrio y puede estar asociada a una secuencia andesitica.	
REPORTA NO.: 11		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 12	LOCALIDAD: Progreso de Guadalupe, Estado de Jalisco, México.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Brecha volcanica, color gris verdoso con fragmentos subangulosos de tobas.		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Verde. Estructural: Brechoidal. Textura: _____ Piroclástica. Minerales: _____ Fragmentos de roca, feldespato y clorita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <u>MINERALOGIA</u> TEXTURA: _____ Piroclástica. Esenciales: Fragmentos de rocas (tobas), sanidino, oligoclasa-andesina. Secundarios: Cuarzo, clorita, arcillas, epidota y hematita. Accesorios: Biotita, ceniza, vidrio y minerales opacos.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: BRECHA VOLCANICA LÁTITICA.	
OBSERVACIONES: Fragmentos de tobas contenidos en una matriz con piroclásticas alteradas a arcillas y clorita, pocos cristales de sanidino y cuarzo así como de biotita se observa también ceniza, vidrio y minerales opacos en ocasiones oxidados, la roca presenta abundante clorita por lo que la principal alteración es la cloritización.		REGISTRO: 12

TESIS PROFESIONAL

MEXICO, 1990

PROSPECTO GEOLOGICO - MINERO DEL AREA DE PALMAR CHICO, MICHTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ U. J.
HERRERA M. A.
JIMENEZ N. J. I.

MADRIGAL B. A.
NOJICA M. A.
MANSALVO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

NUESTRA NO. HJM 13	LOCALIDAD: LA ZONA DE TONCANGUO, PALMAR CHICO, EDU. DE MEXICO.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Roca de grano fino clasificada tentativamente como andesita basáltica.		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris rosado con manchas blancas. Estructural: Estructura masiva con esferulitas. Textura: _____ porfídica con matriz afanítica. Minerales: _____ Cuarzo, plagioclasas, ferromagnesianos.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black; padding: 2px;">MINERALOGIA</div> TEXTURA: _____ Microcristalina porfídica plagiavítica.	ORIGEN: TIPO EXTRUSIVO.	
Esenciales: Labradorita, andesina.	CLASIFICACION: TRACUIANDESITA.	
Secundarios: Calcoprita, calcita, clorita, iddingsita y hematita.	OBSERVACIONES: Roca con xenocristales euhedrales y subhedrales de leucocrita, entrecruzados a iddingsita y hematita, -- contenidos en la matriz tricrostica compuesta por laminitas euhedrales de andesina y labradorita, -- algunas alteradas a calcita, los espacios entre -- estas son ocupados por vidrio, magnetita, calcita y clorita. Presenta esferulitas formadas por calcita, idingsita y calcoprita, asociadas con vetillas de calcita.	
Accesorios: Leucocrita, magnetita y vidrio.	REPORTE NO. 13	

**TESIS
PROFESIONAL
MAL**

MEXICO, 1990

**PROYECTO GEOLOGICO
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, AMATEPEC
ESTADO DE MEXICO.**

HERRERA M.A. JIMENEZ M.J.L.	MADRIGAL B.A. MOJICA M.A. HONSALUO A.J.
--	--

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 14	LOCALIDAD: LA CRUZ DE HONORACION, PALMAR CHICO, ESTADO DE MEXICO.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Roca color gris oscuro a gris claro, se clasifica como un aglomerado basaltico.		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: ——— Roca con tono guinda, manchas blancas y granos oscuros. Estructura: Masiva, amigdalas de silice. Textura: ——— Porfirica con matriz afanitica. Minerales: ——— Cuarzo, feldespatos, plagioclasa y ferromagnesianos.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center;"><u>MINERALOGIA</u></div> TEXTURA: ——— Microcristalina, traquita-porfirica. Esenciales: Andesina, labradorita Secundarios: Cuarzo, calcita, clorita, iddingsita, hematita y calcedonia. Accesorios: ——— Lanerobolita (exhornblenda), vidrio.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: TRAQUIANDESITA OBSERVACIONES: Fenocristales euhedrales y subhedrales de lanerobolita alterados a iddingsita, contenidos en la matriz traquita, donde los intersticios de los microcristales de plagioclasa se encuentran ocupados por clorita, cuarzo y calcita secundarios producto de desmitrificación. Se observan esferulitas de cuarzo calcedonia, clorita y calcita. Esta roca proviene de un magma rico en volátiles.	
REPORTE NO.: 14		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. **HJM 15**

LOCALIDAD: **ALTA DE CALDERAMA,
PALMAR CHICO, ESTADO
DE MEXICO.**

**FACULTAD
DE
INGENIERIA**

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:

GRANITO.

DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: _____ Gris con un ligero tono verde.
Estructural: Masiva, sacaroide, fractura concoide.
Textura: _____ Afanítica.
Minerales: _____ Manchas de malaquita y puntos de feldespató.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

MINERALOGIA

TEXTURA: _____ Holocristalina, astromor-
fica, con fenocristales
euhedrales escasos.
Esenciales: Cuarzo, microclina, periti-
ta y oligoclasa.
Secundarios: Hematita, serpentina, mins.
arcillosos y cuarzo.
Accesorios: Magnetita.

ORIGEN: **IGNED.**

CLASIFICACION: **MICROGRANITO (APLITA)**

OBSERVACIONES:

Muestra anhidral de cuarzo y feldespató este últi-
mo alterado a mins. arcillosos; contiene fenocrista-
les de plagioclasa zonada alterada a serpentina,
dando en conjunto la impresión de roca sucia o cen-
polvosa, se observó magnetita diseminada alterada
a hematita.

REPORTE NO.: **13**

TESIS
PROFESIO-
NAL

MEXICO, 1990

INSTITUTO GEOLOGICO-
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, QUATEPEC
ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ U. J.
HERRERA M. A.
JIMENEZ M. J. I.

MADRIGAL B. A.
MOJICA M. A.
MONSALVO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 16,	LOCALIDAD: CENTRO TIFATERIO, PUEBLA CHICO, ESTADO DE MEXICO.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: CONGLOMERADO BALSAS.		
DESCRIPCION MACROSCOPICA:		
Color: _____ Rojo parduzco.	Alteracion: Oxidacion.	
Estructura: _____ Porosa, epiclastica.		
Textura: _____ Epiclastica.		
Minerales: _____ Fragmentos de roca (10 a 1 mm), cuarzo y feldspato.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA:	ORIGEN: SEDIMENTARIO.	
MINERALOGIA	CLASIFICACION: CONGLOMERADO POLIGNITICO HEMATIZADO.	
TEXTURA: _____ Epiclastica.	OBSERVACIONES: Fragmentos de rocas mal clasifi- cados, de subangulosos a sub- redondeados, denotando una fuente de aporte cercano los fragmentos de cuarzo no muestran efectos de defor- macion los feldspatos estan parcialmente alterados a sericita, la matriz esta repleta por arcilla y abundante hematita produciendo el color caracteris- tico, el ambiente de deposito fue rico en oxigeno y quizo con variacion en el nivel del agua.	
Esenciales: Fragmentos de roca (fel- sicas, andesitas, peder- al y tobas).		
Secundarios: Sericita y hematita.		
Accesorios: Cuarzo feldspatos y arcillas.		
REPORTE NO.: 16		

**TESTES
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO -
 MINERO DEL AREA DE
 PUEBLA CHICO, QUATEPEC,
 ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ U.J. MADRIGAL B.A.
 HERRERA N.A. MOJICA M.A.
 JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 17	LOCALIDAD: SIERRA DE SAN VICENTE, AHUATEPEC, EDO. DE MEX.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> IGNIMBRITAS. </div>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Blanco con tintes cremas, pardo rojizo al intemperismo. Estructural: Compacta, vesicular. Textural: _____ Fricolástica. Minerales: _____ cuarzo, plagioclasas, magnetita, hematita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <div style="text-align: center; padding: 5px;"> MINERALOGIA </div> TEXTURA: _____ Fricolástica, eutaxítica. Esenciales: Oligoclasa, sanidino. Secundarios: Sericita, clorita, minerales arcillosos, hematita y cuarzo. Accesorios: Magnetita, ferromagnesianos (biotita), vidrio y cuarzo.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: IGNIMBRITA RIODACITICA. OBSERVACIONES: Cristales y fragmentos de sanidino, oligoclasa - alterados a sericita, clorita y minerales arcillosos contenidos en una matriz formada por vidrio, arcillos, cuarzo y relinocitos micro y microfritales productos de devitrificación. Se observaron muy pocos fragmentos de cuarzo y de pseudomorfo de ferromagnesiano (biotita), los últimos sustituidos por magnetita y clorita, la hematita se presenta por alteración de la magnetita.	
REPORTE NO.: 17		

**TESIS
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

**PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, AHUATEPEC
ESTADO DE MEXICO.**

**HERNANDEZ U.J. MADRIGAL B.A.
HERRERA H.A. MOJICA M.A.
JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 18	LOCALIDAD: SIERRA SAN VICENTE, LOS REFINONES, PALMAR CHICO, EDO. DE MEX.	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; width: 100%;"> FACULTAD DE INGENIERIA </div>
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">Riolita, roca piroclastica que presenta vidrio y algunas vesiculas.</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris claro con bandas de color blanco y crema. Estructura: _____ Seudoestratificada. Textura: _____ Piroclastica. Minerales: _____ Cuarzo, feldespato, clorita y hematita.		Alteraciones: Hematizacion.
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;">MINERALOGIA</p> TEXTURA: _____ Piroclastica. Esenciales: _____ Sanidino, oligoclasa-andesina, cuarzo y vidrio. Secundarios: _____ Sericita, arcillas, cuarzo feldespato y hematita. Accesorios: _____ Magnetita y biotita.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: IGIMBRITA RIOLITICA. OBSERVACIONES: Cristales fragmentados de sanidino y oligoclasa andesina incluidos en una matriz microcristalina fluidal-bandeada, formada por un denso intercalamiento de cuarzo, feldespato y arcillas, producto de desvitrificacion. La oligoclasa-andesina se presenta alterada a sericita y minerales arcillosos, la biotita es esnea y esta alterada a hematita, la magnetita se presenta agrupada en forma de bandas o "lentes".	
		REPORTE NO.: 18

**TESIS
PROFESIO-
NAL**

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO-
MINERO DEL AREA DE
PALMAR CHICO, ANATEPEC
ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ U. J.
HERRERA M. A.
JIMENEZ D. J. I.**

**MADRIGAL B. A.
MOJICA M. A.
MONSALVO A. J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 19	LOCALIDAD: AL N. DEL RANCHO LA JICHA, AMATEPEC, EDO. DE MEXICO.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">Roca ignea intrusiva de color verde grisáceo, emplazada en rocas volcánicas, cerca de estructuras de falla.</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Verde. Estructura: _____ Compacta. Textura: _____ Fanerítica. Minerales: _____ Plagioclasas, clorita, ferromagnesianos y pirita.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;"><u>MINERALOGIA</u></p> TEXTURA: _____ Holocristalina. Esenciales: _____ Andesina y labradorita. Secundarios: _____ Epidota, clorita, albita, actinolita, cuarzo y uranita. Accesorios: _____ Opcos y augita.	ORIGEN: IGNEO INTRUSIVO. CLASIFICACION: DIORITA DE AUGITA. OBSERVACIONES: Al microscopio se observa una intensa alteración de las plagioclasas, conservándose solo pequeñas porciones de ellas, aunque existen unas cuantas que conservan su forma siendo el núcleo el que está alterado, el piroxeno está alterado a uranita (actinolita rica en hierro) sin embargo es posible reconocer las texturas y roca original. Esta roca pudo alterarse por disoluciones magmáticas residuales o por hidrotermalismo.	
		REPORTE NO.: 19

**TESIS
PROFESORAL**

MEXICO, 1990

PROYECTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
AMATEPEC, AMATEPEC,
ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ U.J. MADRIGAL D.A.
HERRERA M.A. MOJICA M.A.
JIMENEZ M.J.L. MONSALVO A.J.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. **HJM 21**

LOCALIDAD: **EL HERRERA, MOJICA, ESTADO DE MEXICO.**

**FACULTAD
DE
INGENIERIA**

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:

Roca de grano fino con vetillas de calcita y se clasifico en campo como latita.

DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: _____ Gris claro con puntos rosas.

Estructura: _____ Masiva.

Textura: _____ Porfidoica (porfiroide).

Minerales: _____ Calcoposita, oligoclusas, ferropneumolitas y cuarzo.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

MINERALOGIA

TEXTURA: _____ Holocristalina.

Esenciales: _____ Oligoclusa, oligoclusa y cuarzo.

Secundarios: _____ Feclinita, clonita, cuarzo, magnetita, calcita y epidota.

Accesorios: _____ Magnetita, apatita y esfena.

ORIGEN: _____ IGNEO INTRUSIVO.

CLASIFICACION: _____ MICROGRANITO PORFIDICO GRANULIZADO.

Observaciones: _____ La latita, de color verde amarillento, posee un granido subhedral intermediano con cristales finitos en una matriz holocristalina de oligoclusa, oligoclusa clara de a feclinita, clonita y apatita. La magnetita se presenta como renacuajales subhedral, la apatita se observa como pequeños cristales en la matriz. Esta roca se propaga con un microgranito con intersección neumática, la cual intersecciona a la latita la presencia de apatita y cuarzo secundario apatita y cuarzo.

REPORTE: 01/77

TESIS
PROFESIO-
NAL

MEXICO, 1990

INSTITUTO GEOLOGICO -
MINERO DEL AREA DE
PALMIR, CHICOMILCO, ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ G. J.
HERRERA A. A.
ITIMENEZ G. J. J.

MADRIGAL S. A.
MOJICA M. A.
MONSALVO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. **HJM 22**

LOCALIDAD: **AL ESTE DE LA CUADRILLA EL INHIERO, AMATEPEC ESTADO DE MEXICO.**

FACULTAD

DE

INGENIERIA

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:

DIQUE

DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Color: _____ Roca de color verde olivo.
 Estructural: compacta.
 Textura: _____ Fenitica de grano fino.
 Minerales: _____ Plagioclasa, clorita y epidota.

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

MINERALOGIA

TEXTURA: _____ Holocristalina.

Esenciales: _____ Andesina-plagioclasa.

Secundarios: Calcita, arcillas, clorita, sericita, epidota, albita, actinolita y cuarzo.

Accesorios: Magnetita, augita, cuarzo y esfena.

ORIGEN: IGNEO INTRUSIVO.

CLASIFICACION: DIORITA DE AUGITA.

OBSERVACIONES: Se encuentran cristales de plagioclasa, andesina y plagioclasa y sus homoclasas, cuarzo y actinolita, sericita y arcilla, se encuentran también abundantes cristales anhidrales y subhidrales de augita y clorita, estas se encuentran alterados a sericita y clorita, la albita se encuentra alterada a sericita siendo anhidrales al igual que el cuarzo, la magnetita se encuentra dispersada en la roca, la principal alteración es la cloritización.

REPORTE NO.: **22**

TESIS
 PROFESIONAL
 NAL. **MEXICO, 1990**

PROYECTO GEOLÓGICO -
 MINERO DEL AREA DE
 RALHAR CHICO, AMATEPEC
 ESTADO DE MEXICO.

HERNANDEZ U. J. MADRIGAL B. G.
HERBERO M. A. MOJICA M. A.
JIMENEZ M. J. L. MONSALVO A. J.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MUESTRA NO. HJM 23	LOCALIDAD: FERRO ELIMOS, PALMIR MICHICO, EDO. DE MEX.	FACULTAD DE INGENIERIA
DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: <p style="text-align: center;">Roca de grano grueso con fenocristales de feldespatos y cuarzo.</p>		
DESCRIPCION MACROSCOPICA: Color: _____ Gris con tono rosa y granos blancos. Estructural: _____ Porosa, vesicular. Textura: _____ Porfírica. Minerales: _____ feldespatos y cuarcos.		
DESCRIPCION MICROSCOPICA: <p style="text-align: center;">MINERALOGIA</p> TEXTURA: _____ Anocristalina. Esenciales: _____ Oligoclasa y cuarzo. Secundarios: _____ Sericita, cuarzo, feldspato y hematita. Accesorios: _____ Apatito, vidria y coarctos.	ORIGEN: IGNEO EXTRUSIVO. CLASIFICACION: CUARZOLATITA. OBSERVACIONES: Fenocristales de oligoclasa alterada a sericita con inclusiones de apatita en una pasta formada por microlitos de plagioclasa submicroscopicos, los espacios entre los microlitos estan ocupados por hematita y criptocristalizacion (cuarzo y feldspato), la roca puede estar asociada a traquitas, cuarzolitas.	
<div style="text-align: right;">VERIFICAR NO.: 23</div>		

**TESIS
PROFESIONAL**

MEXICO, 1990

REACTIVO GEOLÓGICO -
MUEBRO DEL AREA DE
FRANCO MICHICO, INDIPEEC
ESTADO DE MEXICO.

**HERNANDEZ V. J. MADRIGAL B.A.
HERRERA M.A. MUJICA M.A.
JIMENEZ M. J.L. MONSALVO A. J.**

DE LOS EMPLEADOS

TERCERA Empleado de
producción en una de las
Zonas de Empleo Especial
Nacional de Actividades
Especiales de Empleo.

Página 4. Tercer apartado último renglón DICE: "...
vicio de la industria, ..." DICE DICE: "... vicio
industrial y ..."

Página 11. Último párrafo segundo renglón DICE: "...
definidos entre otros ..." DICE DICE: "... definidos
tres formas ..."

Página 16. Segundo párrafo tercer renglón DICE: "...
efecto una reconstrucción ..." DICE DICE: "...
efecto un reconstrucción ..."

Página 27. Segundo párrafo segundo renglón DICE: "...
al estudio del servicio ..." DICE DICE: "... al
estudio del servicio ..."

Página 33. Cuarto párrafo cuarto renglón
DICE: "... Pasa ..." DICE DICE: "... Pasa ..."

Página 38. Tercer párrafo primer renglón
DICE: "... comercial del ..." DICE DICE: "...
DICE: "... comercial del ..."

Página 43. Último párrafo segundo renglón
DICE: "... una edad ..." DICE DICE: "... una
edad ..."

Página 49. Tercer párrafo segundo renglón
DICE: "... conserva ..." DICE DICE: "...
DICE: "... conserva ..."

Página 50. Segundo párrafo tercer renglón
DICE: "... Gobierno ..." DICE DICE: "...
DICE: ..."

La figura 6 debe aparecer entre las notas 51 y 57.

Página 51. Cuarto párrafo primer renglón: DICE: "...sistema y afecta..." DEBE DEBEIR: "...sistema afecta...".

Página 52. Quinto párrafo segundo renglón: DICE: "..., se despidieron los..." DEBE DEBEIR: "..., se despidieron los...".

La figura 7 aparece al final del acápite.

Página 61. Segundo párrafo segundo renglón: DICE: "...reintegración..." DEBE DEBEIR: "...reintegración...".

Página 62. Sexto párrafo último renglón: DICE: "...políticos de la..." DEBE DEBEIR: "...políticos de el Grupo...".

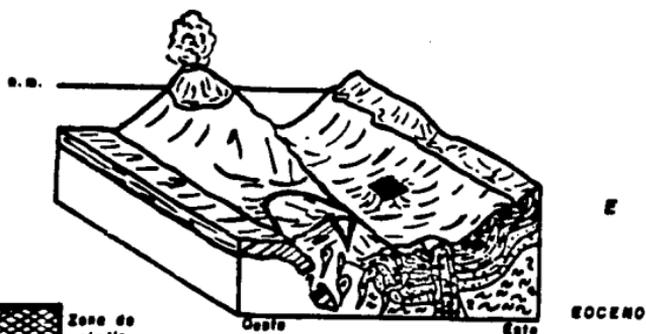
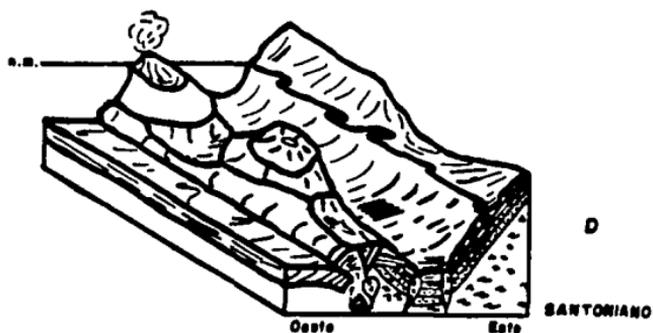
Página 77. Primer párrafo último renglón: DICE: "...de el Grupo Baile..." DEBE DEBEIR: "...de el Grupo Baile...".

Página 92. Segundo párrafo segundo renglón: DICE: "... con el..." DEBE DEBEIR: "...por el...".

Página 106. Primer párrafo segundo renglón: DICE: "...pero no..." DEBE DEBEIR: "...pero no...".

Página 108. Cuarto párrafo tercer renglón: DICE: "...de B12 y bajo..." DEBE DEBEIR: "...de B12 y bajo...".

Página 116. Sexto párrafo segundo renglón: DICE: "...la..." DEBE DEBEIR: "...la...".



Zona de estudio.



Grupo Salinas.



Inyección forzada de cuerpos ultrabásicos.



Intrusivos con diques de colorito.

SIN ESCALA

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	Evolución histórica del área de estudio.	
	Morán J. V. Javier	Medriol B. Agustín
Herrera M. R. Arturo	Mojca M. Alfredo	
Jiménez M. J. Luis	Moncalvo A. Jesús	
MEXICO, 1990		FIGURA: 7

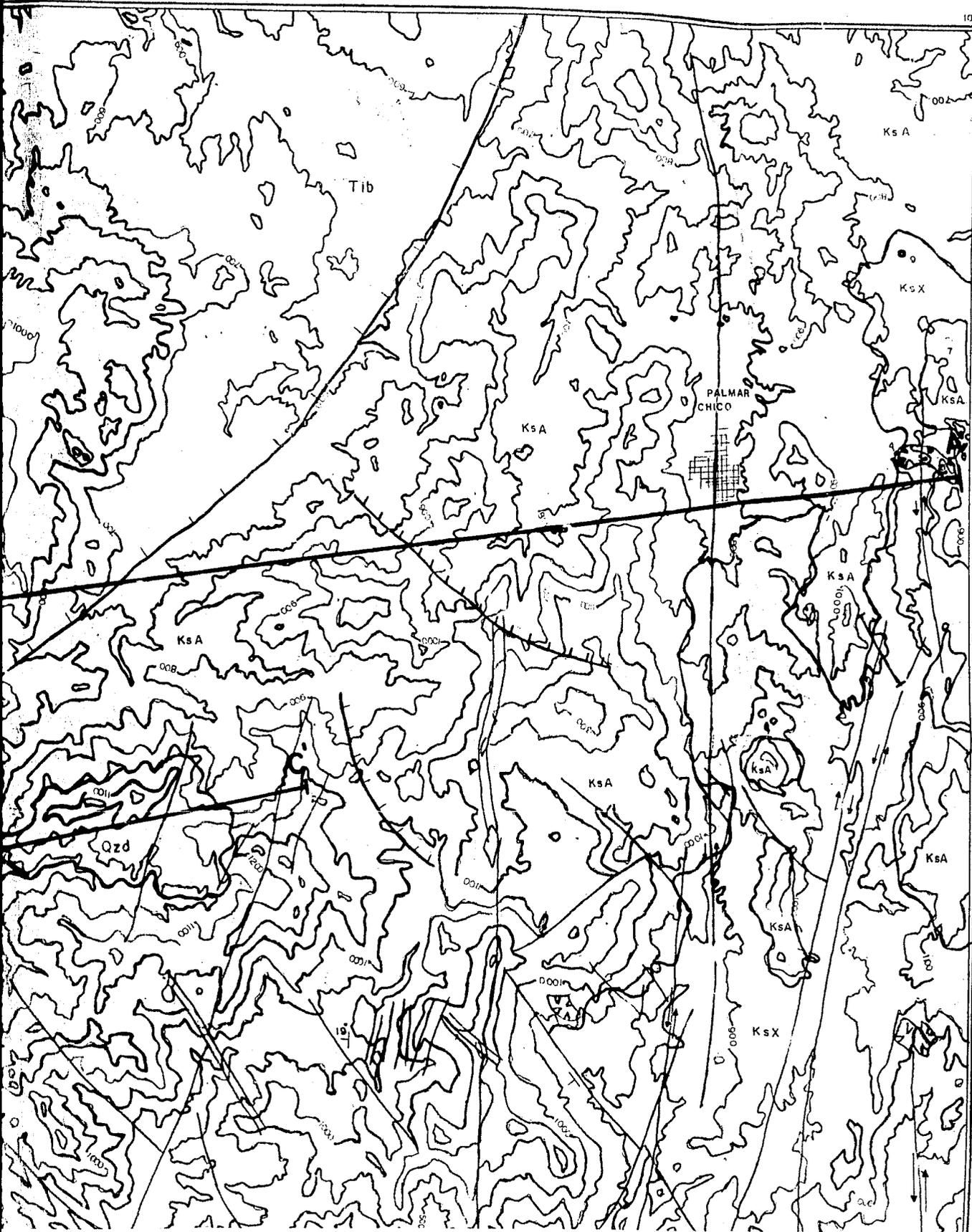
100°40'
18°45'



PALMAR CHICO



100°20'
1945





LEYENDA

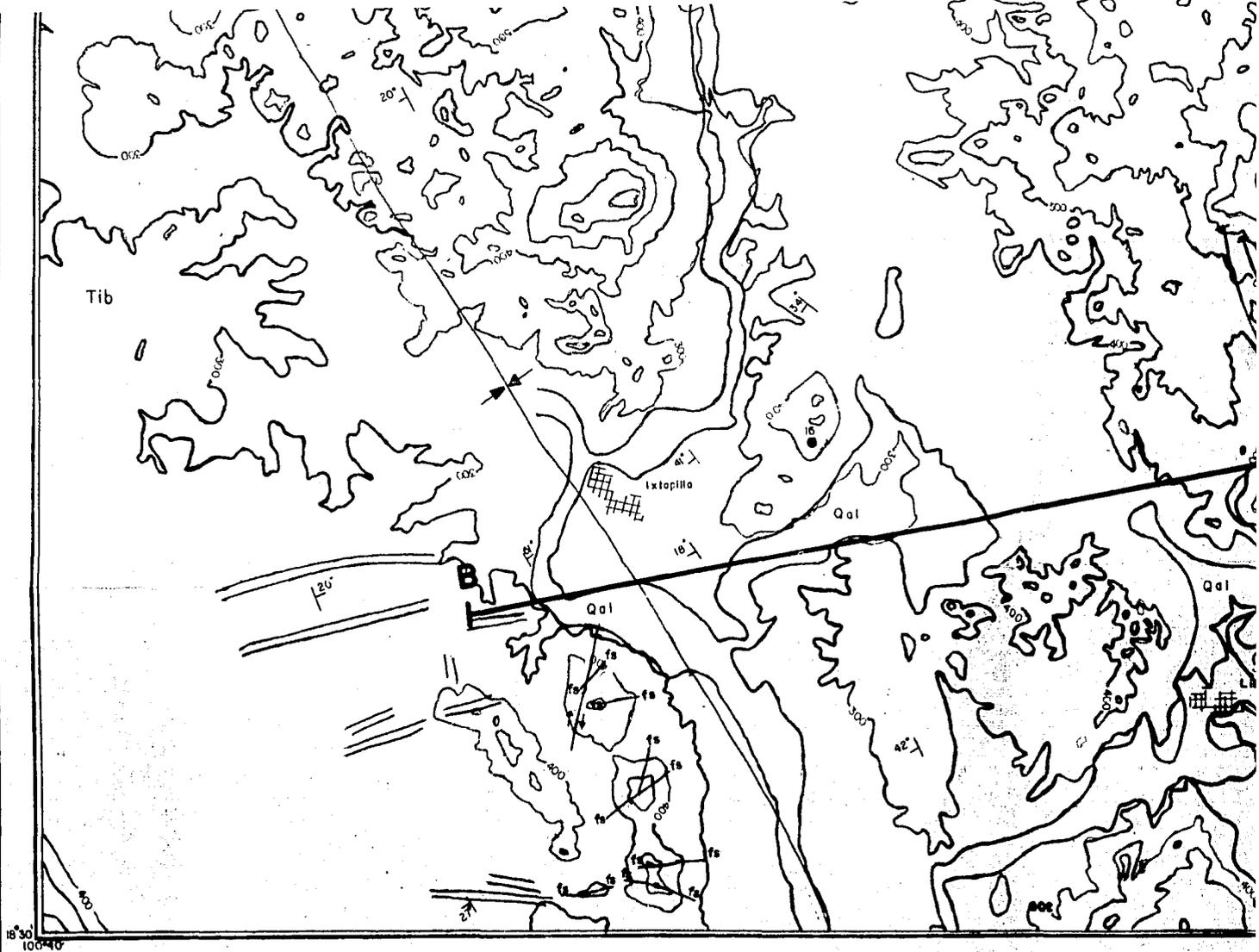
CENOZOICO	TERCIARIO	Quaternario	Qol	Aluvión: gravas, arenas, limos y arcillas recientes
		Oligoceno	Tot	Riolita Tilzapote; tobos e ignimbritas
		Eoceno	Tib	Grupo Boisas: conglomerados polimícticos y areniscas
		Cenozoico	KsA	Formación Arcelia: andesitas, tobos andesíticos y lutitas
		Cenozoico	KsX	Formación Xochipala: caliza, limolitas y lutitas
MESOZOICO	CRETACICO	Turpato	KsX	Formación Xochipala: caliza, limolitas y lutitas
		Contactano	KsA	Formación Arcelia: andesitas, tobos andesíticos y lutitas

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

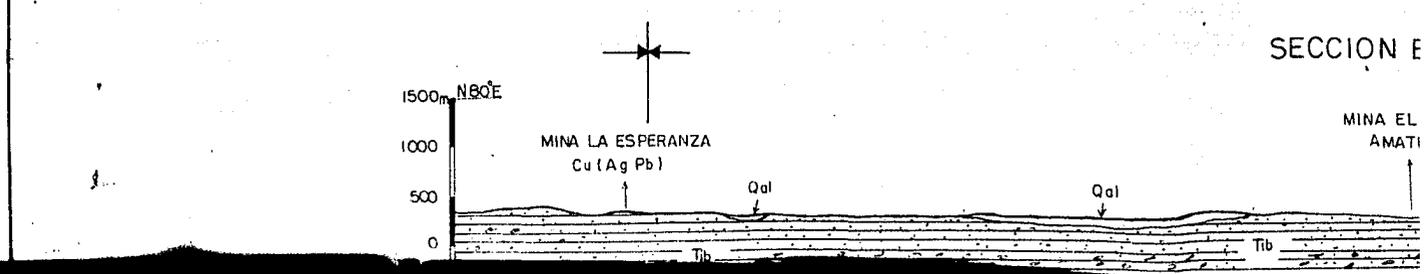
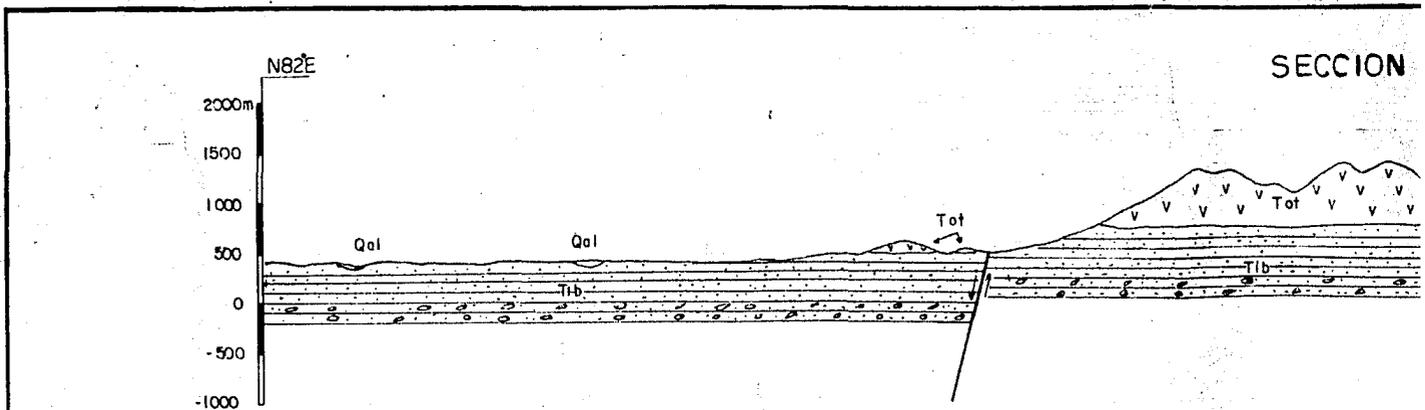
CENOZOICO	TERCIARIO	Qzd	Cuarzo dioritas
		Sib u	Secuencia basica-ultrabásica: serpentinitas
		Mg	Microgranito

SIMBOLOS GEOLOGICOS

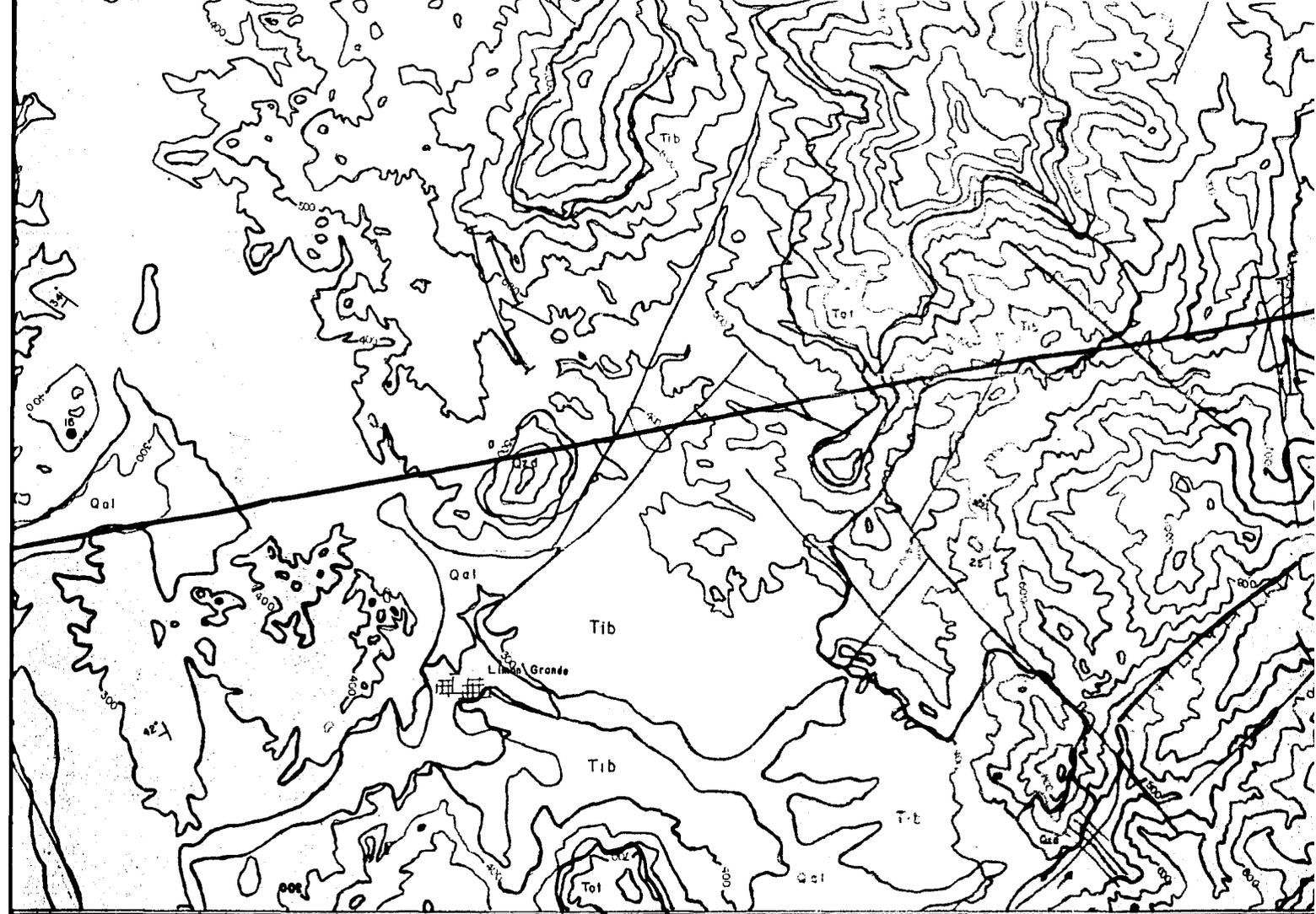
	Contacto geológico
	Falla normal
	Falla inversa
	Falla lateral (planta y sección)
	Fractura
	Vetas
	Diques
	Fracturas silicificadas
	Rumbo y echado



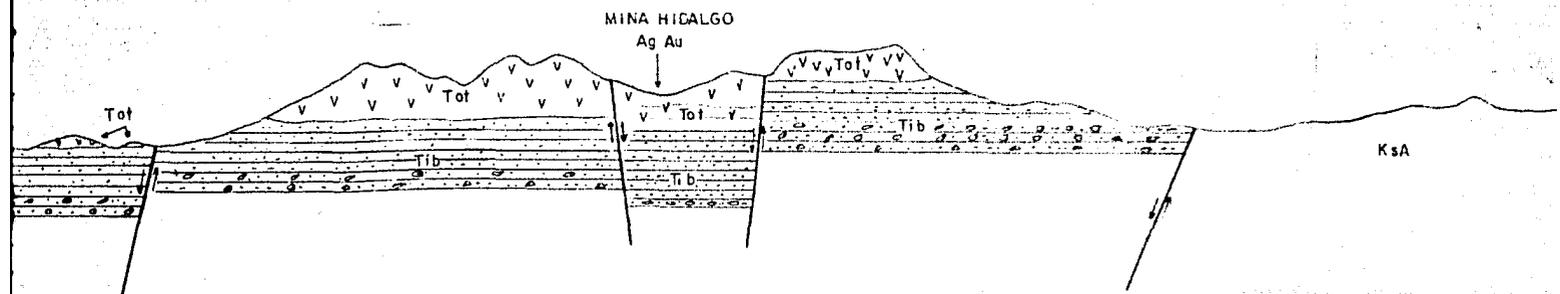
18°30'
105°40'



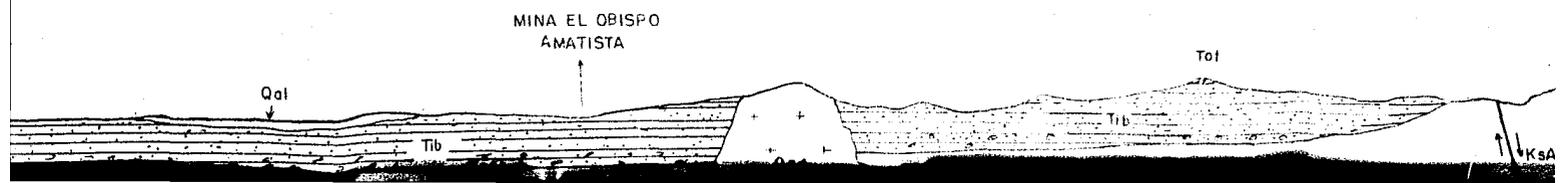
Mina El Amati

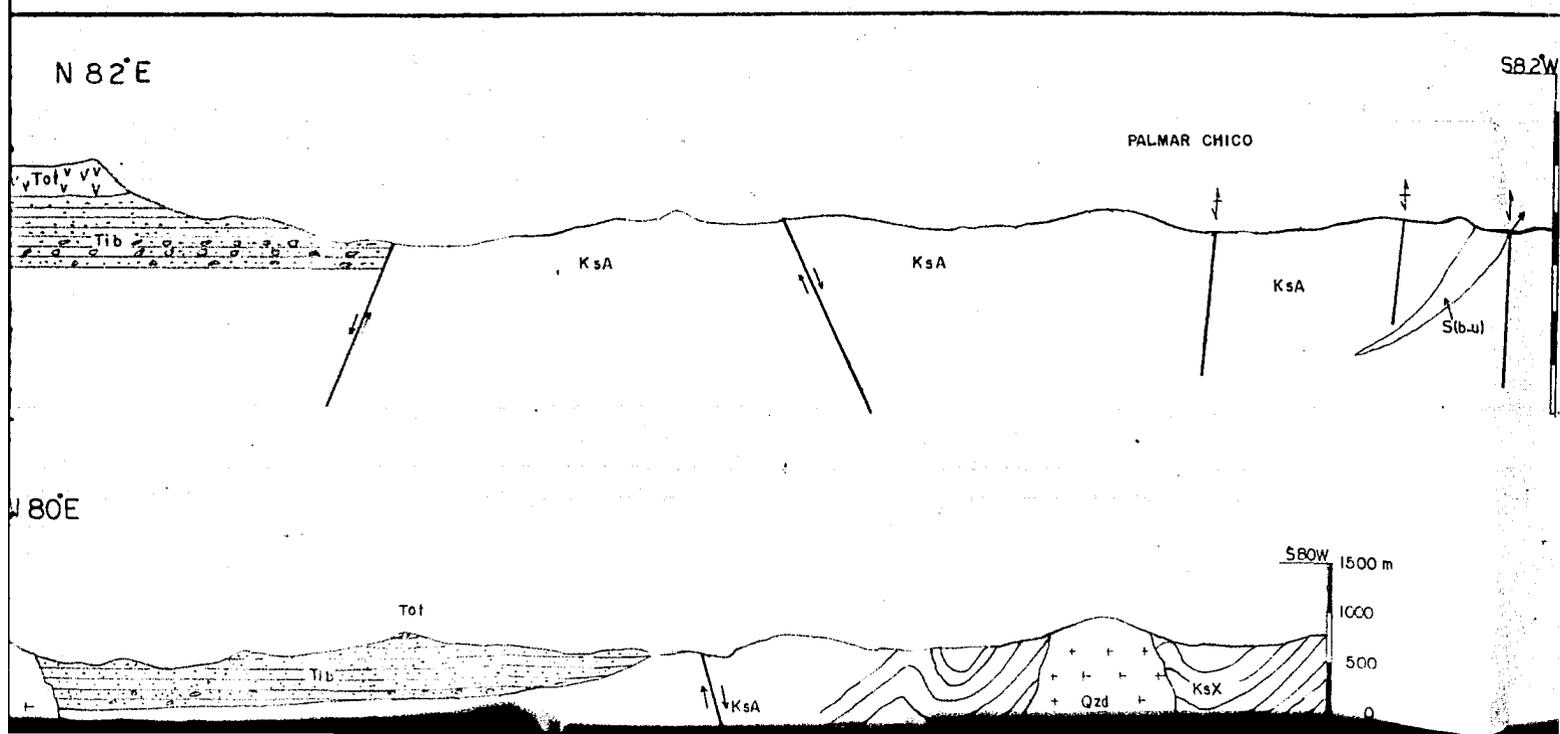
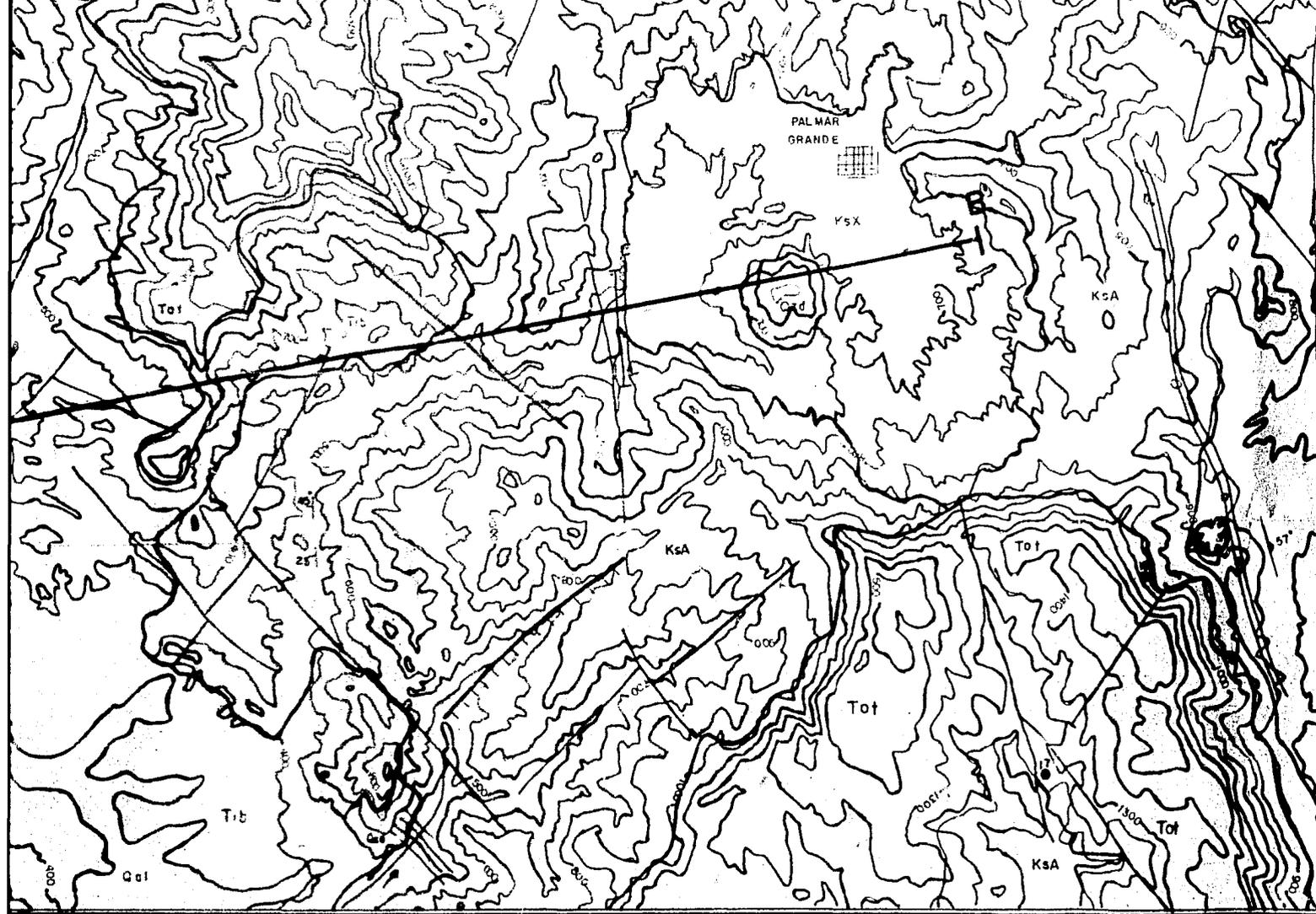


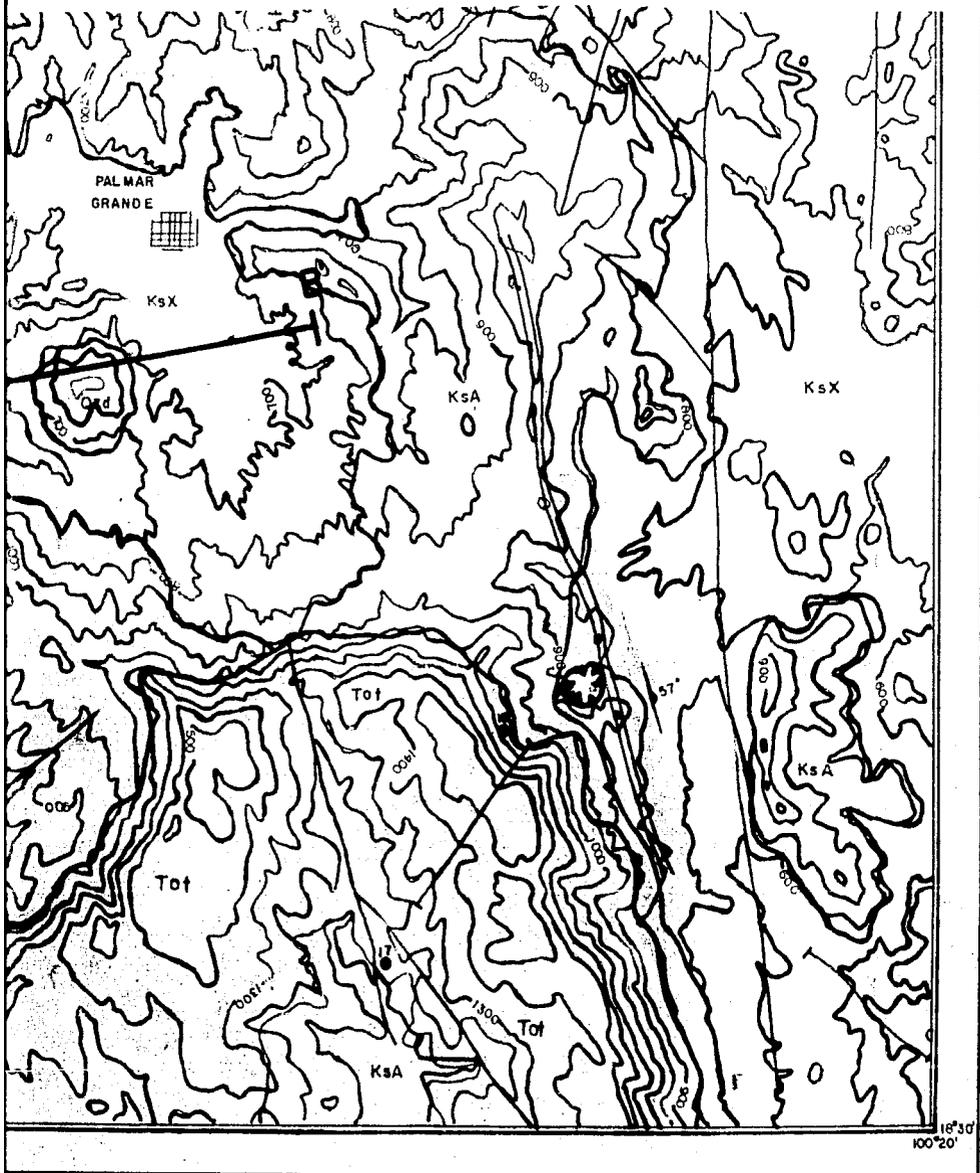
SECCION A-A' RUMBO N 82°E



SECCION B-B' RUMBO N 80°E







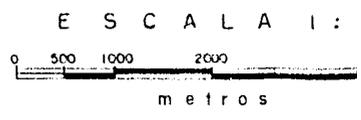
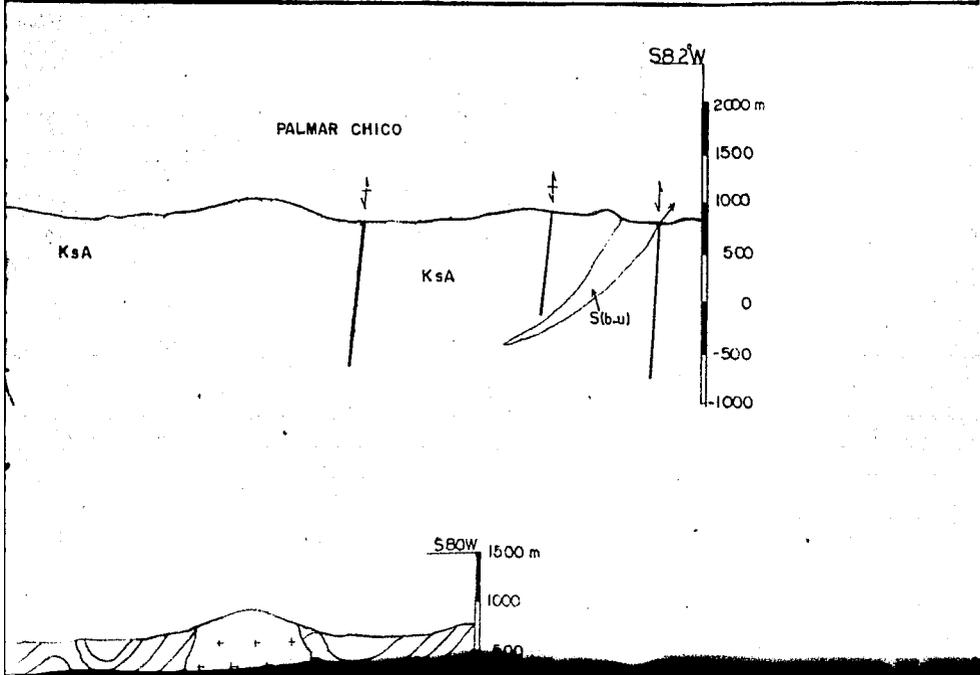
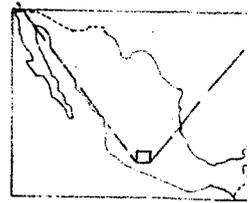
- Rumbo y echado
- A A' Línea de sección
- 21 Muestra Petrogr
- ⊕ Síncinal

SIMBO

- Carretera pav.
- - - Terracería
- ▣ Poblado
- 500 Curvas de nive



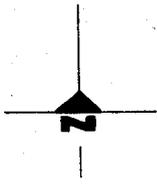
CROQUIS DE LOCALIZACION



-  Línea de sección
-  Muestra Petrográfica
-  Sinclinal

SÍMBOLOS TOPOGRAFICOS

-  Carretera pavimentada
-  Terracería
-  Poblado
-  Curvas de nivel

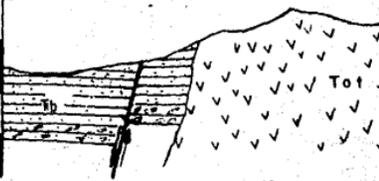


- 500
- 1000

N78E

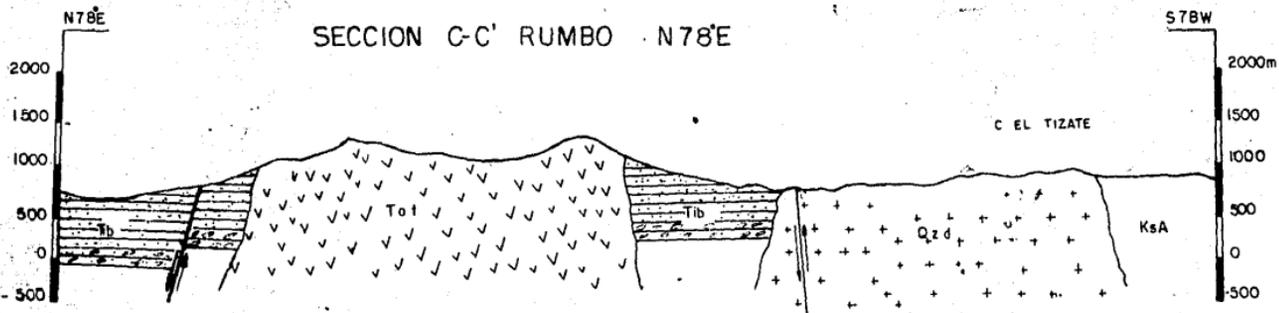
SECCION

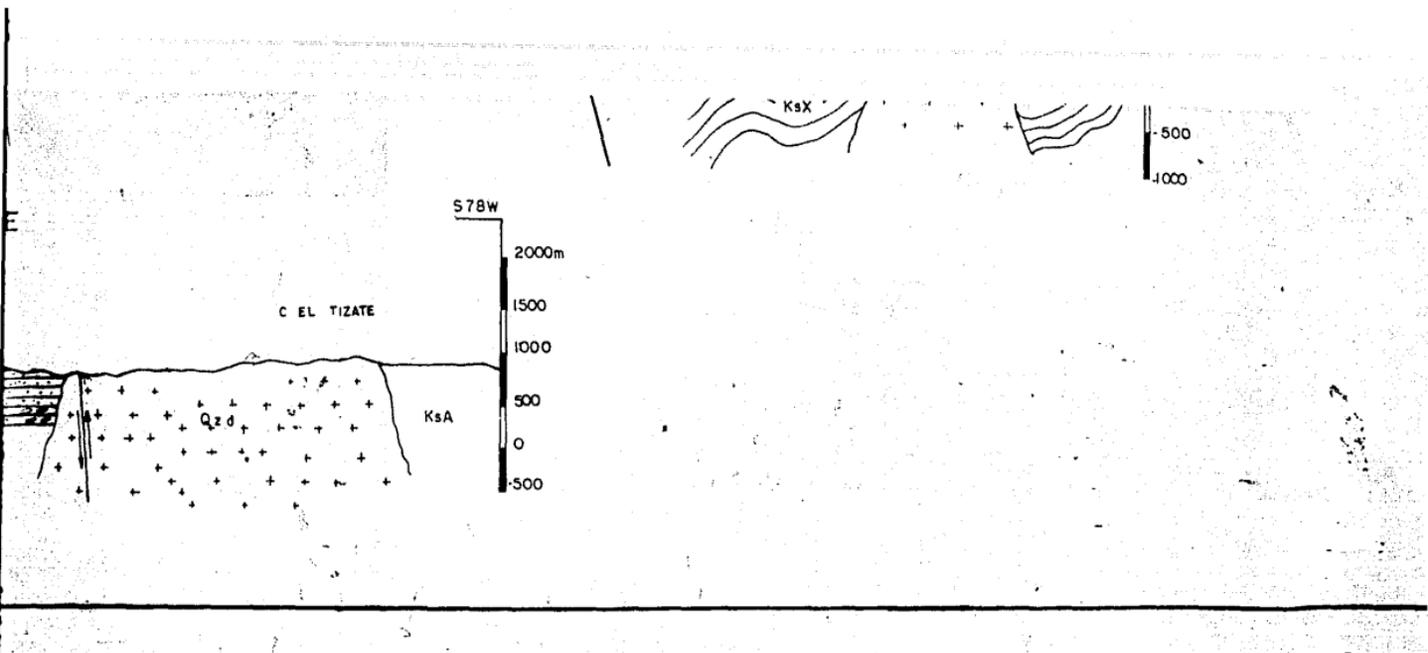
2000
1500
1000
500
0
-500



+ + +
+ + +

SECCION C-C' RUMBO N78°E







U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO DEL AREA PALMAR
CHICO, MPIO. DE AMATEPEC, EDO. DE MEXICO.

Hernández V. Javier

Madrigal B. Agustín

Herrera M.R. Arturo

Mojica M. Alfredo

Jiménez M. J. Luis

Monsalvo A. Jesús

MEXICO, DF.

MARZO

DE 1990