

2ej 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



ANALISIS TECTONICO-METALOGENETICO EN EL PROSPECTO "EL BARQUEÑO, JAL."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A N

JULIO ALVAREZ ROSALES

LETICIA ROSAS SANCHEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

RESUMEN

I.	INTRODUCCION	1
I.1.	Objetivo del estudio.....	4
I.2.	Secuencia de Trabajo.....	5
II.	GENERALIDADES SOBRE LA FORMACION DE LAS CALDERAS	
II.A.	Teoría.....	7
II.1.	Modelo de Smith R. I. y Bailey R. A.	7
II.2.	Modelo de F.P. Puskas.....	14
II.B.	Ejemplos relacionados a las calderas.....	19
II.3.	Centro Volcánico Nevado Portuguesa, Perú.....	19
II.4.	Sierra La Primavera, México.....	25
III.	GEOGRAFIA	
III.1.	Localización y extensión del área.....	32
III.2.	Vías de acceso y comunicación.....	32
III.3.	Clima, vegetación y fauna.....	33
IV.	GEOLOGIA	
IV.1.	Fisiografía.....	35
IV.1A.	Geomorfología.....	35
IV.B.	La Red Fluvial.....	39
IV.C.	Descripción Geomorfológica de la Hoja Amatlán de Cañas y Guachinango.....	40
IV.2.	Geología Estructural.....	46
IV.3.	Estratigrafía.....	52
IV.4.	Tectónica.....	56
IV.4A.	Geología Histórica.....	56
IV.4B.	Secuencia de acontecimientos en el área de estudio..	58

V. METALOGENIA

V.1.	Generalidades.....	62
V.2.	Mineralogía.....	66
V.3.	Forma de las estructuras mineralizadas.....	67
V.4.1.	Veta Tórtolas	
a).	Descripción.....	68
b).	Paragénesis y sucesión.....	68
V.4.2.	Veta Azteca II	
a).	Descripción.....	69
b).	Paragénesis y sucesión.....	70
V.4.3.	Veta Angostura	
a).	Descripción.....	70
V.5.	Roca encajonante y alteraciones.....	70
V.6.	Análisis de Inclusiones Fluidas.....	72
V.7.	Clasificación genética del yacimiento.....	78

Conclusiones

Bibliografía

Anexos

-Petrográfico I

-Minerográfico II

R E S U M E N

El área que comprende este estudio se localiza en el Ejido Pánico, Jalisco, quedando incluida dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje - Neovolcánico.

Tomando en cuenta que varios autores (Mc.Dowell y Clabaugh, 1979) informan de la presencia de varias calderas sobre la Sierra Madre Occidental y que posiblemente existan algunas más sobre la vertiente del Pacífico, en este estudio se exponen varios modelos teóricos para la formación de calderas y de los efectos que estos producen en cuanto a la formación de yacimientos minerales o en el caso de que sea una caldera reciente, se piensa en su potencial en cuanto a la energía geotérmica que esta ofrece. Todo esto para tratar de aplicar estos modelos en la zona de trabajo, lo cual no implica que se quiera demostrar la existencia de una caldera ya - que se cuenta con poca información del área y en realidad se requiere un trabajo más a detalle y de mayor extensión.

Por consecuencia el enfoque de este trabajo es el de querer aportar alguna información acerca de este tema, que para trabajos futuros sirvan como una base para la continuación de este estudio.

Tomando en cuenta el objetivo se realiza una descripción Geomorfológica sobre las Hojas de Amatlán de Cañas y Guachinango de Detenal, en - las cuales se determinaron las orientaciones predominantes de las sierras, fracturas y fallas, así como las rocas aflorantes.

Las Sierras presentes son: La Sierra Las Palmas, Jolalpa y El Rosario, dichas Sierras exhiben una orientación NE-SW las cuáles están enmarcadas por dos ríos El Atenguillo y Ameca, que muestran una disposición semiparalela a dichas Sierras. La Sierra El Guamuchil se caracteriza por su orientación E-W con deflexiones en sus extremos hacia el sur y la Sierra El Comalito por su disposición perpendicular a la Sierra Las Palmas.

Observando la disposición de los ríos así como el de las sierras, se puede pensar en una estructura semicircular, en la que hacia su porción sur-oriental no conforma dicho rasgo esto es quizá debido al vulcanismo terciario que destruyó la estructura original (Lugo Hupb, Comunicación Personal, 1983).

Aceptando como válido lo anterior, se podría pensar en una paleocaldera de edad anterior a las últimas manifestaciones volcánicas del Eje Neovolcánico. Esto serviría como una base para la exploración minera ya que si se identificara la estructura, sería más fácil elaborar un programa de prospección minera a partir de ella.

Esto, complementado con estudios de Isotopía y de Inclusiones Flúidas podrían colaborar en el conocimiento del origen de los flúidos hidrotermales y su relación con el tiempo, y como consecuencia identificar algunas características que la relacione con los procesos que involucran la formación de una caldera.

Las razones antes mencionadas implican la necesidad de un estudio detallado dándole este tipo de enfoque que sería importante en cuanto al aspecto económico y geológico en nuestro país.

En este trabajo se realizaron estudios de Petrografía, Minerografía y de inclusiones flúidas para conocer las características geológicas de este yacimiento. El yacimiento del Barqueño (Pánico, Jal.) se encuentra emplazado en rocas volcánicas de composición andesítica, en vetas con orientación NE-SW asociadas a un posible Stock Work. El yacimiento es de tipo hidrotermal de Au - Ag - Pb - Cu - Zn con temperaturas de formación que varía de 157°C a 354°C.

Los minerales de Plata son la Pirargirita y la Argentita; el oro se encuentra en estado libre asociado a una zona de oxidación (López Ojeda, Comunicación Personal, 1983).

CAPITULO I

INTRODUCCION

La República Mexicana es un país tradicionalmente productor de minerales metálicos como lo muestran las grandes minas de Plata, Oro, Plomo y Zinc, que generaron grandes riquezas y poder en la Epoca Colonial y en el Siglo Pasado.

En la actualidad surge la necesidad de incrementar la exploración y desarrollo de la minería a todos los niveles. Es por esta razón que en la prospección minera se ha dado a la tarea de explorar áreas que no se consideran mineras en el estricto sentido, este es el caso específico de la zona que comprende el Ejido Pánico, Jal., de la cual sólo se tienen reportes hechos por gambusinos, en los que no se incluye un desarrollo minero en forma; además de que son escasos los estudios geológicos publicados y los que existen son de carácter regional.

El prospecto El Barqueño, Jal., es un proyecto del Consejo de Recursos Minerales y es el resultado de la exploración de minerales a lo largo de la Costa Occidental de la República Mexicana. En esta porción del país, se considera que existieron las características adecuadas para la formación de yacimientos minerales, producidos por la subducción de la Placa Pacífica en la Americana y que dieron como resultado a la Sierra Madre Occidental y al Eje Neovolcánico. Es sobre éste último donde se encuentra ubicada el área que comprende el presente estudio.

El vulcanismo en la porción occidental del Eje Neovolcánico es calcoalcalino, de acuerdo con Demant A. 1975, Mooser F. 1978, Sillitoe 1977 y otros. En base a los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio (ver anexos) esta aseveración se pudo comprobar.

Este prospecto se encuentra dentro de la faja metalogenética de depósitos Epitermales de Au-Ag propuesto por Sillitoe (1977), P. Damon (1979, 1982) y otros, para la República Mexicana.

El proyecto se encuentra en una etapa inicial en cuanto a la evaluación de sus estructuras mineralizadas debido a que se cuenta con información puramente superficial representada por los crestones y sus alteraciones, apoyada con una serie de zanjas perpendiculares a las estructuras y con los escasos núcleos de perforación obtenidos por el Consejo de Recursos Minerales, en las primeras perforaciones hechas dentro de un programa establecido por esta Institución. Por esta razón algunas consideraciones tomadas en este trabajo podrán ser modificadas o invalidadas a medida que los trabajos de evaluación del yacimiento avancen y se tenga un control estricto de la mineralización, sus alteraciones y compuesto mineral, ayudado con el desarrollo de las obras mineras.

Las estructuras mineralizadas se encuentran emplazadas en rocas volcánicas terciarias (Demant A. 1975) de composición andesítica. La forma de las estructuras es de vetas, en donde los minerales característicos son de Au, Ag, Pb, Cu y Zn, siendo los principales Oro y Plata debido a su importancia económica.

En este trabajo se concede mayor importancia a las estructuras mineralizadas con orientación NE-SW, no obstante, se tiene información de que el fracturamiento radial del cerro El Barqueño también presenta mineralización, pero las vetas no son de interés económico (López Ojeda, Comunicación Personal), y han sido explotadas con anterioridad principalmente por gambusinos.

Existen dos fallas normales de carácter regional que le dan al área de estudio una forma escalonada (Ver plano Fotogeológico); estas fallas presentan una orientación NW-SE y además constituyen el cauce de los ríos de mayor importancia que son el Río Pánico y el Atenguillo.

En base a las comparaciones realizadas entre los resultados de los análisis químicos hechos por el Consejo de Recursos Minerales y las observaciones de las estructuras mineralizadas, se podría decir que en la zona donde las vetas presentan una fuerte oxidación los valores de oro y plata son altos y los de plomo, zinc son bajos (Veta Azteca II); en cambio en donde no se tiene oxidación o es muy escasa, los valores de oro y plata son bajos (Veta Tórtolas, Angostura) y los de plomo y zinc aumentan. Lo anterior al parecer correspondería a un zoneamiento vertical, pero falta la información de la mineralización a profundidad para poder confirmarlo.

De los estudios realizados a las muestras por medios ópticos, no se encontró oro, por lo cual se analizaron por métodos químicos; los análisis confirmaron la presencia de dicho elemento.

En este trabajo se pretende introducir teorías recientes sobre la serie de procesos que constituyen la génesis de los yacimientos minerales; desde el punto de vista estructural: "Análisis de Calderas". Estas fueron aplicadas en la zona de estudio sin que por el momento se tengan resultados definitivos; por prudencia los resultados son tratados en forma muy somera, dejando se la inquietud a futuros trabajos comprobatorios, lo que vendría a proveer una herramienta más para la exploración regional de nuevos yacimientos.

I.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente trabajo tiene dos objetivos fundamentales; uno de carácter económico y otro sustancialmente Geológico.

El primero consiste en la prospección de yacimientos minerales para incrementar las Reservas Mineras Nacionales, lo cual trae consigo el desarrollo Socio-Económico de la Región, creando fuentes de trabajo y con esto elevar el nivel de vida de los habitantes.

El segundo es conocer las características Geológicas del área y establecer criterios para la prospección de depósitos minerales similares al que se menciona en este trabajo; para ello se utilizó la ayuda del estudio de Inclusiones Fluídas, que representa una herramienta suplementaria muy importante a la disposición del Geólogo para comprender mejor los procesos involucrados en la formación de los yacimientos minerales.

En los últimos años el estudio de las calderas ha venido a ser de gran interés debido a los recursos naturales asociados a ellas, tanto de reservas minerales como de energía Geotérmica.

Swanson, 1977 y 1978, Mc. Dowell y Clabaugh 1979, realizaron estudios Geológicos sobre la Sierra Madre Occidental entre las ciudades de Durango-Mazatlán y Oeste del Estado de Chihuahua, revelando la presencia de cuatro calderas y la evidencia de otras dos.

Después en 1979, Mc. Dowell y Clabaugh extrapolaron la información en toda la Sierra Madre Occidental, estimando la existencia de 200 a 400 calderas y además mencionan que estas estructuras se pueden extender por toda la vertiente del Pacífico. Se tiene el conocimiento de algunos estudios (inéditos) elaborados por Compañías Privadas en relación a la posible existencia de depósitos minerales asociados a calderas cerca de la Región.

En 1981 Nieto Obregón determinó un rasgo curvilíneo en la Mesa del Nayar en el Estado de Nayarit, en la que actualmente se están realizando estudios para determinar la existencia de una caldera que vendría a ser la más

grande en el mundo en cuanto a sus dimensiones (González Partida 1983, Comunicación Personal). En base a lo anterior, se consideró importante incluir en este trabajo algunos aspectos teóricos sobre la formación y los efectos que provoca el establecimiento de una estructura de tal magnitud y describir de un modo general algunos ejemplos de calderas ya identificadas.

Los análisis morfológicos, estructurales y de cartografía geológica del área en estudio para esta tesis, no permitieron en forma definitiva establecer la existencia de una Paleocaldera; aunque esta hipótesis no se descarta se consideró pertinente no avanzar la idea, hasta no tener argumentos suficientes para demostrar su existencia; futuros trabajos de Geología a detalle permitirán afirmar o negar nuestra proposición.

I.2. SECUENCIA DE TRABAJO

El trabajo se inició con la recopilación bibliográfica sobre las características Geológicas de este tipo de yacimientos, así como los procedimientos para su exploración. En seguida se reunió toda la información existente sobre el área de trabajo, la cual consistió de informes Geológicos, trabajos realizados y planos Geológicos y Topográficos superficiales, además se elaboró un Plano Fotogeológico preliminar del área a escala 1:50 000.

Posteriormente se realizó una etapa de campo que consistió esencialmente en reconocer los rasgos Geomorfológicos del área, las Unidades Litológicas existentes, la Geología Estructural, así como las Estructuras Mineralizadas, el comportamiento de éstas últimas, sus extensiones, orientaciones, Mineralogía y alteraciones.

Se hicieron rectificaciones al Plano Fotogeológico mediante caminamientos que permitieron revisar contactos y Unidades Litológicas.

Se llevó a cabo un muestreo de todas las Unidades Litológicas, estructuras Mineralizadas y alteraciones; es importante mencionar que dicho muestreo no se hizo en forma sistemática debido a que no se consideró necesario para cumplir los objetivos del presente estudio.

Por último se efectuó una etapa de gabinete en la cual se elaboró el Plano Fotogeológico corregido de la Zona a escala 1:10 000; y secciones longitudinales del área que permitieran visualizar el comportamiento de las estructuras mineralizadas a profundidad, así como las características estructurales y geomorfológicas presentes. Se hicieron estudios Petrográficos y Minerográficos de las muestras colectadas, con el fin de revisar las Unidades Litológicas reportadas, así como la determinación de su Mineralogía, Paragénesis y Sucesión.

En los estudios Minerográficos se tuvo la valiosa cooperación del Ing. Alfredo Victoria Morales, Jefe del Departamento del Estado Sólido de la Comisión de Fomento Minero, quién utilizó la Microsonda Electrónica (Electron Probe X-Ray Microanalyser) que tiene dicha Institución para la determinación de ciertos minerales, que debido a su tamaño resultaba un tanto difícil el reconocimiento de sus propiedades ópticas y por consiguiente su identificación.

Debido a que por medios ópticos la identificación del Oro no fue posible, se realizó una serie de concentrados de la Veta Azteca II, con el fin de detectar por medios cuantitativos la cantidad existente de dicho elemento.

Se realizaron estudios de inclusiones fluídas, bajo la supervisión directa del Dr. Eduardo González Partida, estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Investigaciones Metalogenéticas del Consejo de Recursos Minerales. Se tomaron varias fotografías en el Laboratorio de Petrografía de la Comisión Federal de Electricidad.

Se hizo un análisis Geomorfológico del área en estudio y de zonas adyacentes en coordinación con el Dr. José Lugo Hubp, con el fin de poder determinar algún rasgo curvilíneo en la Región.

Finalmente se llevó a cabo la integración y análisis de toda la información.

CAPITULO

GENERALIDADES SOBRE LA FORMACION DE CALDERAS

II.A. TEORIA

En los últimos años ha adquirido gran importancia el estudio de las calderas que se presentan dentro de la Sierra Madre Occidental y del Eje Neovolcánico, en cuanto a los Recursos Económicos que de ellos se desprenden tanto para la Minería como para la Geotermia.

En esta Capítulo se presenta información general sobre las Calderas en cuanto a su origen, desarrollo e importancia económica de los recursos naturales ligados a ellas. A continuación se mostrarán dos modelos teóricos, siendo el primero elaborado por Smith R.L. y Bailey R.A. y el segundo por F.P. Puskas.

II.1. MODELO DE SMITH R.L. Y BAILEY R.A.

"CALDERAS RESURGENTES"

II.1A. DEFINICION.

Caldera: Williams (1941). Es una amplia depresión volcánica más o menos circular; morfológicamente más grande que un cráter volcánico. Las Calderas son producidas por colapso.

Caldera Resurgente: (Smith y Bailey, 1962 y 1964), es definida como aquella dentro de la cual, un bloque de la Caldera, después de haber padecido una subsidencia inicial ha experimentado un levantamiento, usualmente en forma de domo estructural.

Dicho domo es fracturado radial, concéntricamente o ambos, comúnmente muestra rasgos de colapsos secundarios o los efectos de los movimientos diferenciales de grandes segmentos, relacionados al levantamiento al que se ha estado sujeto.

II.1B. ETAPAS DE DESARROLLO DE LAS CALDERAS RESURGENTES.

Smith y Bailey utilizando como modelo la Caldera de Valles de Estados Unidos, ha reconocido 7 Estados en el desarrollo de una Caldera Resurgente, (Fig. II.2). Dichos estados o etapas incluyen eventos volcánicos, estructurales, sedimentarios y plutónicos.

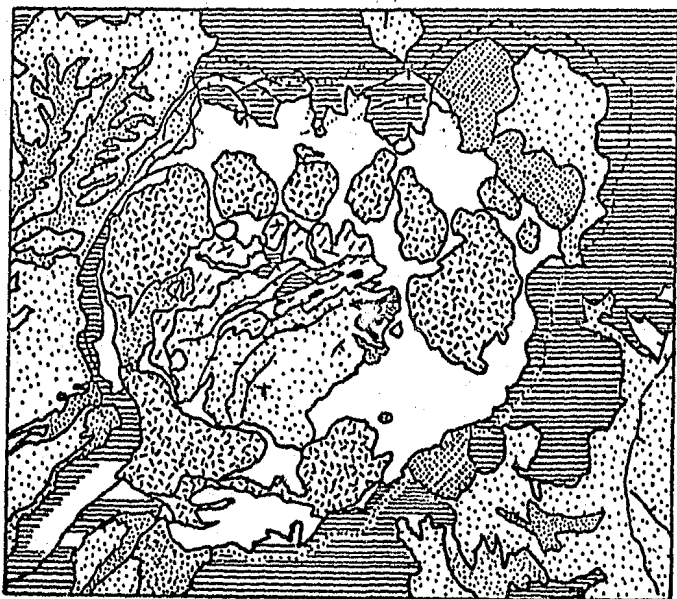
La Caldera de Valles (Fig. II.1) es una gran depresión volcánica Sub-circular localizada en las Montañas Jemez en la parte Norte-Central de Nuevo México en Estados Unidos.





El diámetro de la Caldera es de 24.135 - 19.308 Km. (12-15 Millas) y tiene una elevación de unos pocos cientos a más de 609 m. (2,000 Pies) sobre el nivel del terreno.

Aproximadamente en el centro de la Caldera se eleva un domo estructural, el cual constituye una masa "Montañosa". Entre la masa montañosa y las paredes de la Caldera existen más de 10 inmensos domos Riolíticos que forman un anillo discontinuo de montañas aisladas, las cuales varían en diámetro de media a dos millas y tienen de 152.4 - 609.4 m. (550-2,000 Pies) de relieve.

LAS SIETE ETAPAS RECONOCIDAS EN EL DESARROLLO DE UNA CALDERA RESURGENTE SON:






- 1.- Tumescencia Regional y generación de fracturas anulares.
- 2.- Formación de la Caldera por erupciones.
- 3.- Colapso de la Caldera.
- 4.- Vulcanismo Pre-resurgente y sedimentación.
- 5.- Domo Resurgente.
- 6.- El mayor vulcanismo por las fracturas anulares
- 7.- Una etapa final solfatárica y de fuentes termales.



-  BORDE TOPOGRAFICO DE LA CALDERA VALLES
-  BORDE TOPOGRAFICO DE LA CALDERA TOLEDO
-  FALLA NORMAL
-  ECHADO DE LAS CAPAS

TOMADO DE "RESURGENT CAULDRON" 1968
 DE ROBERT L. SMITH Y ROY A. BAYLEY.

RIOLITAS DE LA CALDERA VALLES

-  RIOLITA TARDIA
-  RIOLITA MEDIA
-  RIOLITA INICIAL
-  PIROCLASTOS, SEDIMENTOS LACUSTRES Y ALUVION
-  RELLENO INICIAL DE LA CALDERA

-  RIOLITA DE LA CALDERA TOLEDO
- TOBA BANDELIER
 -  2º CICLO
 -  1º CICLO

-  ROCAS VOLCANICAS PRE-CALDERA Y ROCAS SEDIMENTARIAS

0 4 8 Km



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	PLANO GEOLOGICO DE LA CALDERA VALLES		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG II. 1	1983
ALVAREZ ROSALES J.			

ETAPA I. TUMESCENCIA REGIONAL Y GENERACION DE FRACTURAS ANULARES.

La Tumescencia Regional (Fig. II.2a), se refiere a la formación de domos en un área bastante grande que está circunscrita por el fracturamiento anular en la parte externa de una Caldera dada. Este período de "Abultamiento" progresivo es un intervalo de tiempo relativamente largo, provoca la formación de fracturas radiales y concéntricas a lo largo de las cuales toma lugar una gran erupción volcánica.

La principal evidencia de dicha Tumescencia (combamiento) es el sistema de fracturas anulares de la caldera.

Christiansen y otros (1965) al analizar la Caldera de Timber Mountain, presentaron una evidencia sobre el límite de los domos que lleva a la formación de una zona de fallas de extensión circunferencial, geométricamente relacionada a las fallas anulares.

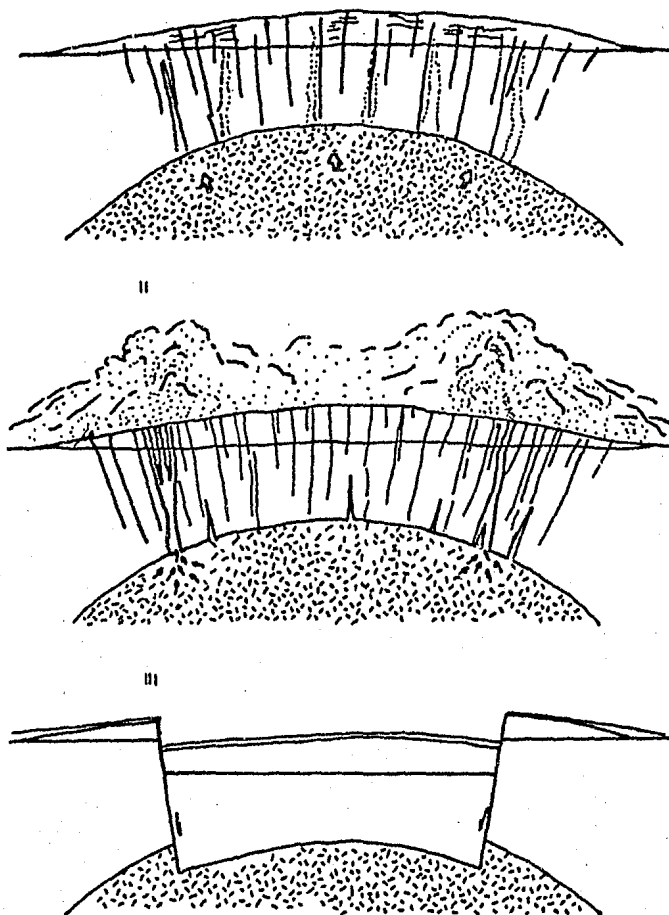
ETAPA II. LA FORMACION DE LA CALDERA POR ERUPCIONES.

La finalización de la Etapa I y el inicio de la II se caracteriza por la erupción de grandes volúmenes de material Piroclástico por medio del sistema de fracturas (Fig. II.2a).

ETAPA III. EL COLAPSO DE LA CALDERA.

Aunque se han separado las Etapas de erupción y colapso, se debe reconocer que son procesos lógicamente continuos. El colapso de la Caldera debe seguir a una removilización eruptiva del Magma y con esto producir la subsidencia, es decir, el colapso de la Caldera debió seguir a la más grande erupción del Estado II (Fig. II.2a).

Es concebible que en algunas Calderas la subsidencia se inició en el Estado I, que es el de Tumescencia (combamiento) por ceder a las fallas del graben que se encuentran sobre la cima del domo; esto podría explicar el déficit de volumen que ha preocupado a varios estudiosos de las Calderas; esto es que el volumen del material expulsado comúnmente es menor al del área "Hundida" (Mc.Call, 1963; Johnson, 1966).



TOMADO DE "RESURGENT CAULDRON" 1968
 DE ROBERT L. SMITH Y ROY A. BAILEY.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	ETAPAS DEL CICLO DE UNA CALDERA RESURGENTE		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	Fig. II. 2a	1983

ETAPA IV. VULCANISMO PRE-RESURGENTE Y SEDIMENTACION.

El período que sigue al colapso de la Caldera debe ser una etapa de extremo desequilibrio, tanto en la Cámara Magmática como dentro de la Caldera. - En esta etapa, se desprende de las paredes de la Caldera por gravedad material de la misma. La restauración parcial de la presión del Magma y la amplia sedimentación puede estar acompañada por material Piroclástico o Láxico (Fig. II. 2B).

En esta etapa se empiezan a formar lagos sobre la estructura de la Caldera.

La etapa de relleno sedimentario debe ser un proceso continuo desde que se formó la Caldera. Lo anterior es la base para comprender los eventos posteriores a la subsidencia que dependen del estado de denudación de cualquier Caldera debido a que la duración del Estado IV es corto.

ETAPA V. DOMO RESURGENTE.

Se caracteriza por la elevación del bloque central para formar el domo, acompañado por el fracturamiento radial y la creación de grabens longitudinales (Fig. II.2B).

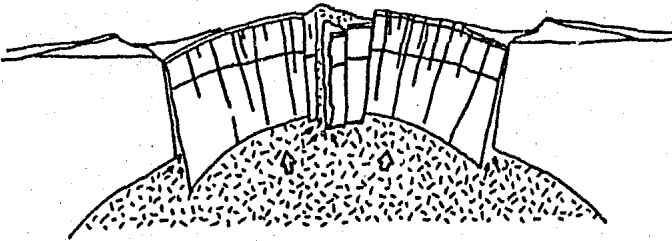
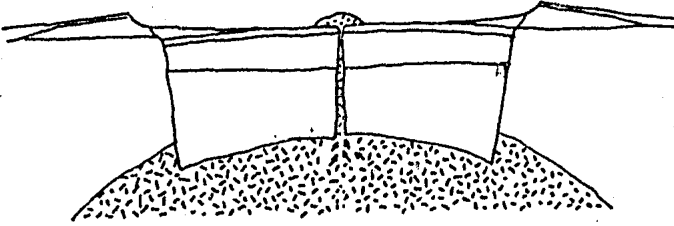
Los domos están caracterizados por la presencia de fallas longitudinales, radiales o grabens apicales. Debido a dicho levantamiento, se producen inclinaciones radiales desde pocos a más de 65 grados en las capas que inicialmente estaban horizontales, principalmente en la cercanía de la periferia del domo. El vulcanismo puede acompañar en la formación de las fracturas radiales, así como a la intrusión o efusión del magma a lo largo de los grabens u otras fracturas del domo.

Eventualmente muchas Calderas son disectadas y los lagos formados en el piso de la Caldera son drenados, esencialmente por una corriente principal.

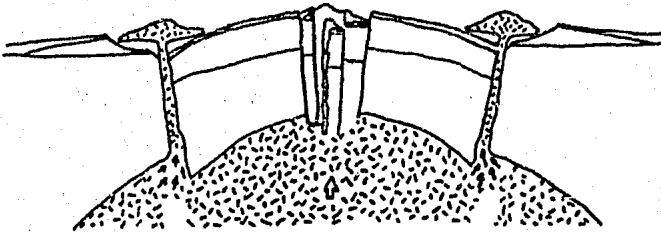
ETAPA VI. EL MAYOR VULCANISMO POR LAS FRACTURAS ANULARES.

Este estado es una de los de mayor actividad volcánica superficial que es posterior a la subsidencia, y tiene una duración mayor que cualquier otra etapa, excepto tal vez a la del Estado I.

IV



VI



TOMADO DE "RESURGENT CAULDRON" 1968
DE ROBERT L. SMITH Y ROY A. BAILEY.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	ETAPAS DEL CICLO DE UNA CALDERA RESURGENTE	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	Fig. II.2b

Smith y Bailey reconocieron que el vulcanismo a partir de los "Conductos" o de la zona de fracturas anulares continúa después de la formación del domo resurgente en todas las Calderas que abarcan su estudio (Ver Bibliografía).

El estado VI termina con la última erupción del ciclo de la Caldera y se puede pensar además en una subdivisión de las Calderas, basada esencialmente en la marcada variación de los productos expulsados (Fig. II.2B).

El material volcánico de dicha etapa está comúnmente interestratificado con o sobreyaciendo a los sedimentos lacustres no deformados y del material de relleno de las Calderas que se acumuló después del levantamiento. Mucho de ese relleno se derivó de las erupciones piroclásticas de esta etapa.

ETAPA VII. ETAPA FINAL SOLFATARICA Y DE FUENTES TERMALES.

Las fuentes termales y la actividad solfatárica son probablemente la etapa más común dentro del ciclo de una Caldera; y puede ser considerado como un estado que es posterior a todos los demás. Sin embargo, es sólo una característica de la Caldera después de que todas las erupciones han finalizado. Es decir, constituye la etapa final de la actividad volcánica (un estado eventualmente alcanzado por todos los volcanes).

La duración del Estado VII en las Calderas Epicontinentales sugieren una larga vida de los sistemas hidrotermales y un mayor potencial en la formación de yacimientos, esto insinúa una explicación simple para las discrepancias geoquímicas de las rocas encajonantes y con los intrusivos que están espacialmente asociados.

El componente magmático de los sistemas hidrotermales en esa etapa, puede ser relacionado a la cristalización de un plutón a grandes profundidades, el cual en cuanto a su composición geoquímica, por una razón u otra ha venido cambiando a través del ciclo de la Caldera, y es por este motivo que difiere con relación a otro plutón que se emplazó a un nivel menos profundo y que también está asociado con la Etapa VI y al vulcanismo inicial.

Parece razonable pensar que las Etapas VI y VII cuentan con una duración más amplia en las calderas de mayor dimensión, esto es por los grandes volúmenes de magma que son involucrados; no obstante la forma y la profundidad de la Cámara Magmática puede ser un factor de importancia.

Los sistemas hidrotermales con duración de un gran intervalo de tiempo, se relacionan a volcanes de composición silícea, esta relación se comprobó con la comparación hecha con las grandes áreas de rocas alteradas por acción hidrotermal que se asocian a un vulcanismo silíceo y que se encuentran sobre la margen del Océano Pacífico.

La Etapa II que se caracteriza por las grandes erupciones, no es probablemente la etapa de mayor emplazamiento de los cuerpos anulares en las calderas de composición granítica; dicho emplazamiento se produce en un intervalo de tiempo más largo y continúa con el colapso de la Caldera durante los Estados IV al VI, después de que la presión del magma es restaurada.

II.1C. ORIGEN DE LOS DOMOS RESURGENTES.

En base a los estudios realizados en varias Calderas, se ha reconocido que la fuerza que ejerce el magma sobre el material que lo sobreyace es el factor más importante para producir los domos.

Los tipos de cuerpos ígneos que produjeron la formación del domo son:

- * Inyección Lacolítica.
- * Inyección Forzada de "Stocks" u otros cuerpos similares que actúan dentro de la caldera.
- * Debido a la presión Magmática que se ejerce sobre el bloque de la caldera y provoca la formación del domo.

II. 1D INTRUSIONES IGNEAS Y PLUTONES CENTRALES.

Cualquier intento de reconstrucción de la secuencia de denudación de las Calderas Resurgentes, conduce a la identificación de "Complejos Anulares"

de composición granítica que tienen un cuerpo plutónico central. El modelo más aceptable requiere que este Plutón mantenga sus características en forma de domo y que las porciones que aún se preservan del bloque de la Caldera conserven una inclinación radial a partir de su cima. Al parecer es probable que el mayor emplazamiento de los diques anulares sea frecuentemente un fenómeno posterior a la subsidencia. Durante la etapa de "abultamiento regional" (Etapa I - del Ciclo de la Caldera Resurgente) las inyecciones anulares en la forma de stocks, cuello volcánico (plugs), y otros cuerpos, con presencia o no de vulcanismo superficial, pueden ser los rasgos más comunes. Estas inyecciones anulares son deformadas o destruidas durante las erupciones de la formación de la caldera y el subsecuente colapso (Etapas II y III).

Hasta ahora se ha considerado que el emplazamiento de la mayoría de las intrusiones anulares ha sido a lo largo de las fracturas anulares, pero Smith y Bailey discuten el hecho y señalan que no es el único proceso involucrado. - Además las intrusiones anulares muestran un marcado patrón de consistencia en tiempo-espacio de las variaciones magmáticas.

II.1C. SUBDIVISION GENETICA DE LAS CALDERAS RESURGENTES.

Williams 1941, subdividió el colapso de las calderas en base a su origen y no en su clasificación descriptiva, en dos grupos principales:

1.- Los que inicialmente son asociados con los volcánes de escudos máficos y que en cuanto a su origen son independientes de las erupciones de material Piroclástico.

2.- Los que inicialmente son asociados con volcánes diferenciados y cuya formación está precedida o acompañada por grandes volúmenes de productos Piroclásticos (pómez y cenizas).

Este último grupo se ha subdividido en:

2a.- Calderas en las cuales el colapso se presenta en partes, o es en forma caótica.

2b.- Calderas en las cuales el bloque se hunde a lo largo de las fracturas anulares.

II.2. MODELO DE F.P. PUSKAS.

Puskas relaciona en su modelo a los depósitos de vetas terciarias de oro y plata con las calderas y con aquellos grabens volcano-tectónicos formados durante la etapa de extensión y comprensión de la corteza terrestre.

II.2A. MODELO CONCEPTUAL.

ESTADO 1.

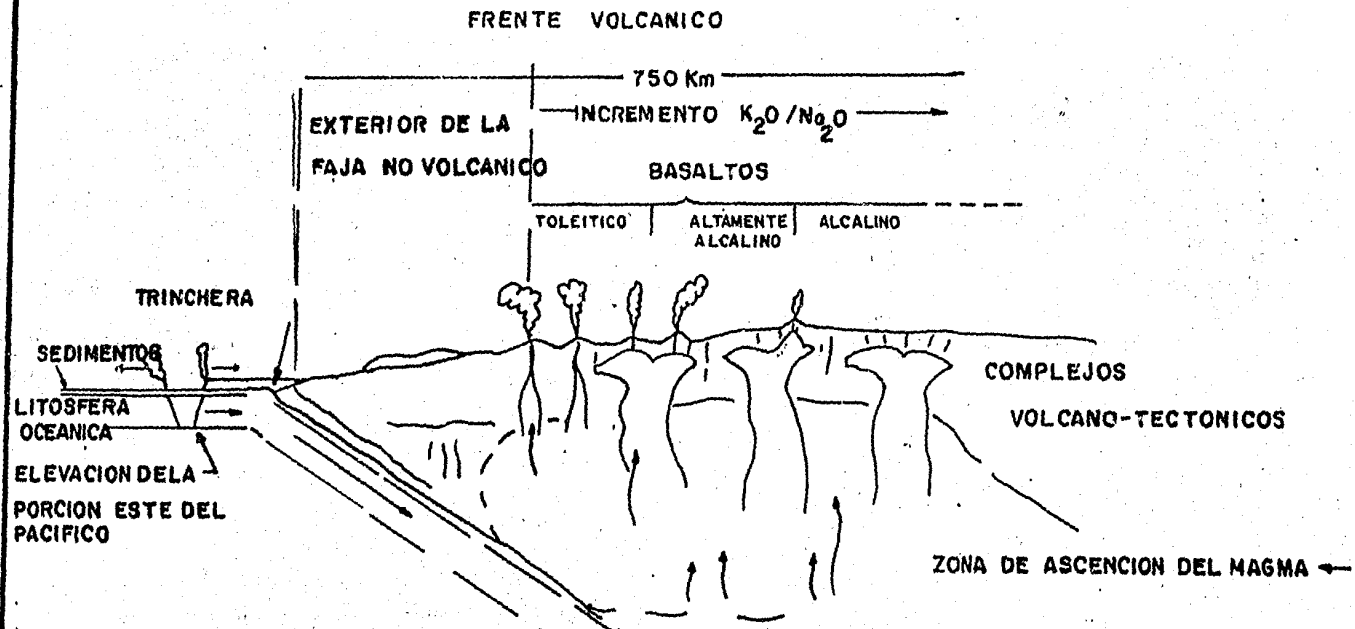
La figura II.3 presenta una visión generalizada de la tectónica de una sección de una faja montañosa tipo cordillerano. En este estado se genera gran cantidad de magma, junto con el levantamiento que experimenta la superficie producto del proceso de subducción entre la interacción de las placas tectónicas. El magma generado se considera como un emplazamiento ígneo a gran escala.

De acuerdo con algunos estudios japoneses sobre este tema, se considera que los depósitos terciarios se establecen dentro de la provincia basalto-alcalino y en menor escala dentro de la provincia basalto-alumina.

ESTADO 2.

Es la etapa de formación del domo (Fig. II.4) es decir la del "abultamiento" producido por el emplazamiento del magma terciario. Las áreas que estuvieron sujetas a un máximo plegamiento y estrangulamiento mecánico dieron por resultado una zona de intenso fracturamiento.

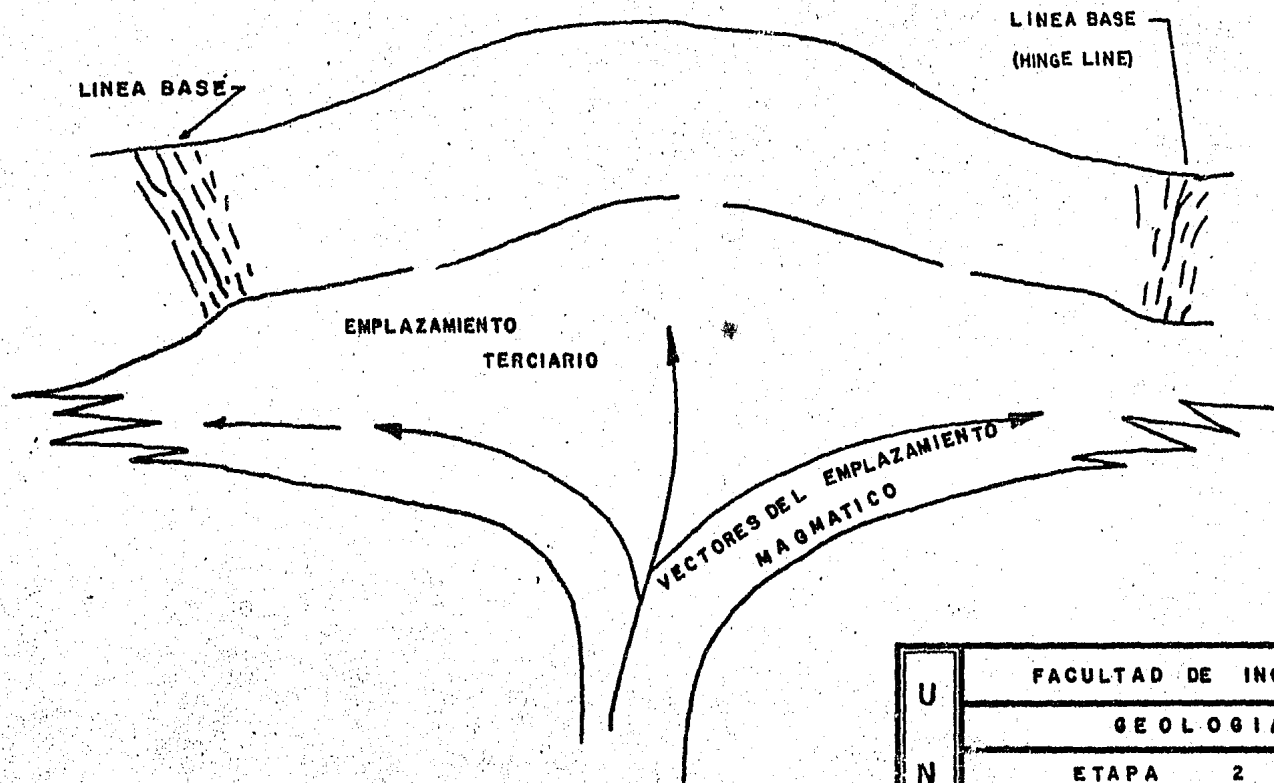
El límite externo del abultamiento está indicada por la línea base (Hinge line).



SECCION ESQUEMATICA ; FAJA MONTAÑOSA TIPO CORDILLERANO

TONADO DE TERTIARY LOBE AU - AG
 DEPOSITS DE PUSKAS F.P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	ETAPA I	
	GENERACION MAGMATICA, EMPLAZAMIENTO	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROBALES J.	FIG. 22.5
		1983



TOMADO DE "TERTIARY LODE Au - Ag DEPOSITS" DE PUSKAS F.P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	ETAPA 2	
	PERIODO DE TUMESCENCIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG. II 4 1983

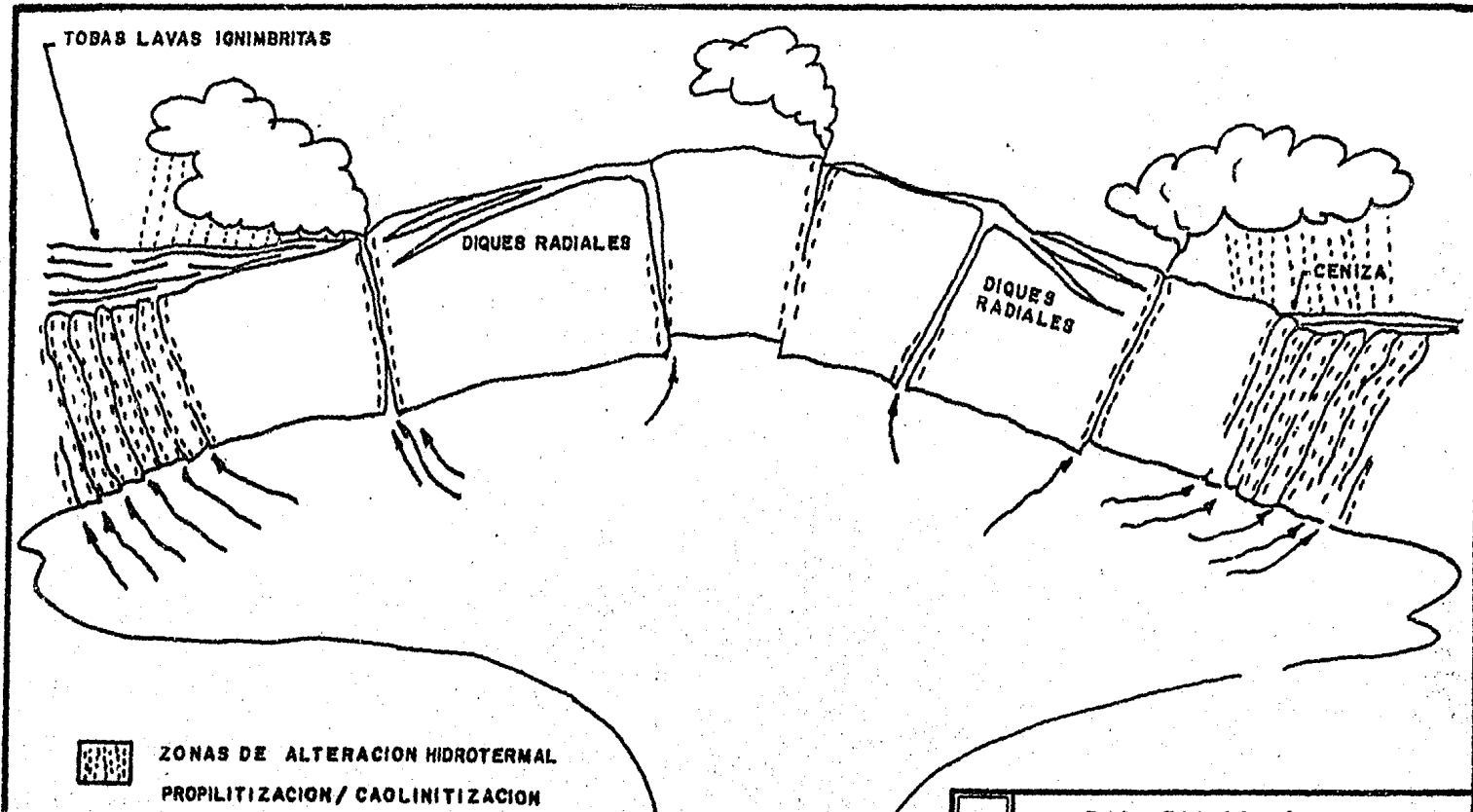
Como se ilustra en la Figura II.5, el continuo abultamiento estuvo acompañado por los siguientes procesos:

- 1.- Incremento de la extensión o ensanchamiento de la capa rocosa.
- 2.- Emplazamiento de los diques radiales; la solidificación hacia la parte superior de esos diques, hizo que actuaran como soportes que afianzaron el domo levantado.
- 3.- Desprendimiento de volátiles del magma simultáneos a la alteración hidrotermal (Propilitización, Caolinitización y silicificación) de la cubierta rocosa particularmente dentro del área que delimita la línea base (Hinge line).
- 4.- Volúmenes importantes de ceniza, tobas, lavas e ignimritas; esas erupciones por así decirlo, fueron las responsables del colapso de la estructura dómica.

ESTADO 3.

Como lo ilustra la figura II.6, la subsidencia de la caldera está invariablemente acompañada por la formación de un ambiente subacuoso en la zona denominada como "fosa", la cual ocupa una depresión y está delimitada por la zona de falla circunferencial. El colapso de la caldera rellena este ambiente subacuoso de brechas de relleno, material piroclástico deslizado y sedimentos de agua poco profunda generalmente con miembros ricos en materia orgánica.

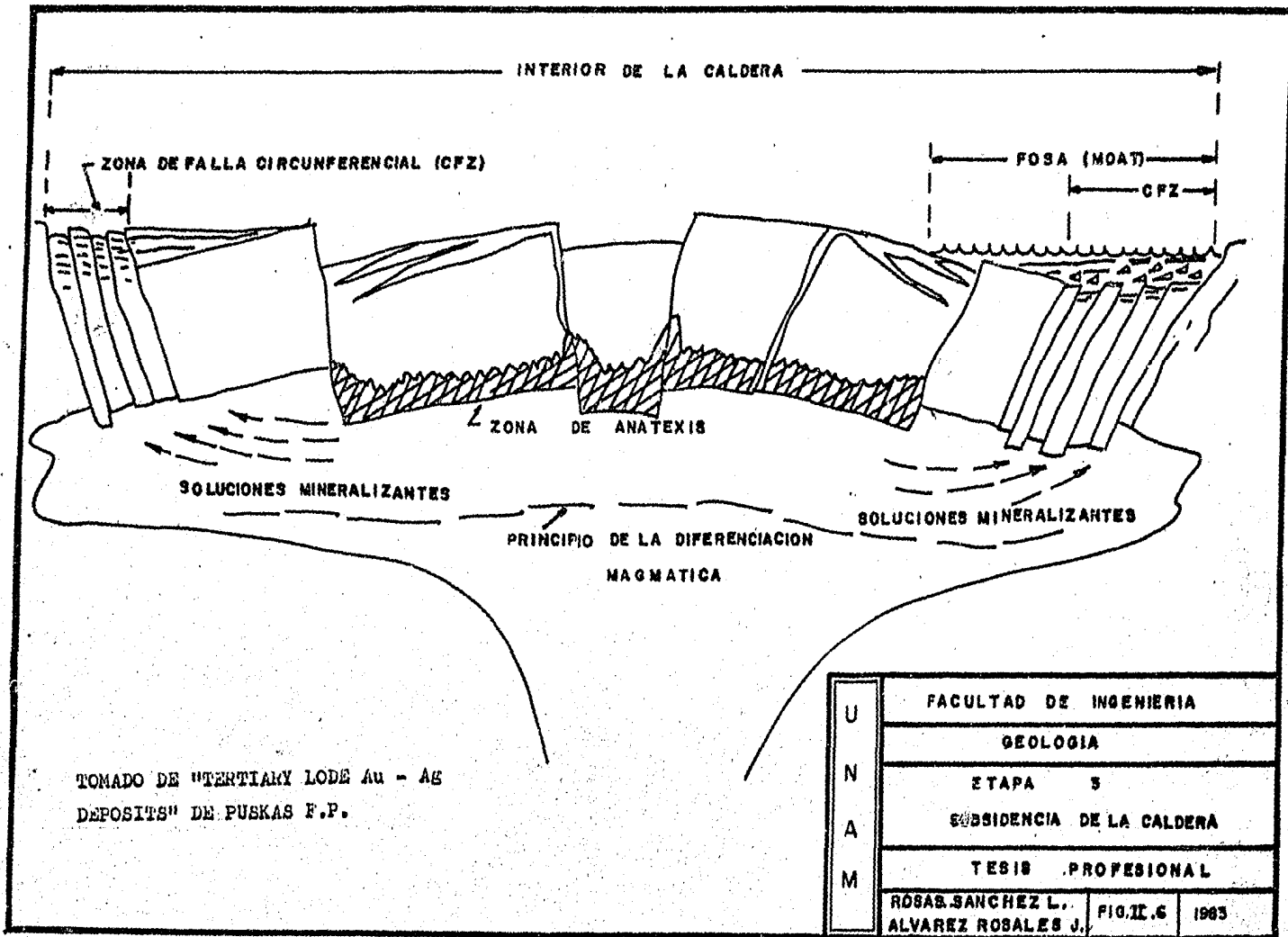
La subsidencia del bloque de la parte central produjo una fase de fraccionamiento lateral en respuesta a la acción de una presión filtrante impuesta sobre un magma parcialmente diferenciado. Con el tiempo esos mismos bloques son sujetos a una alteración anatéxica, la cual produce la hibridación - hidratación - sulfurización de la porción no solidificada del magma terciario. El sistema magmático durante la subsidencia de la caldera fue "cerrado" y el escape de gases fue mínimo.



ZONAS DE ALTERACION HIDROTHERMAL
 PROPILITIZACION / CAOLINITIZACION
 ALUNITIZACION / POCHA SILICIFICACION

TOMADO DE "TERTIARY LODE Au - Ag
 DEPOSITS" DE PUSKAS F.P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	G E O L O G I A		
	ETAPA 2		
	Continuación		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG 115	1983
ALVAREZ ROSALES J.			



TOMADO DE "TERTIARY LOBE Au - Ag
DEPOSITS" DE PUSKAS F.P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	ETAPA 5	
	SUBSIDENCIA DE LA CALDERA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. II.6
	ALVAREZ ROSALES J.	1983

ESTADO 4.

Esta etapa se caracteriza por la resurgencia de la caldera y una extensión pronunciada y reajustes importantes del bloque (Ver Fig. II.7). En particular el bloque localizado al centro experimentó un levantamiento tal que podría ser considerado como el domo resurgente de la caldera, el cual invariablemente contiene un graben lineal.

En la zona de falla circunferencial las fracturas fallas reactivadas - representan el sistema de circulación de las soluciones hidrotermales con o sin mineralización. Los tipos comunes de alteración hidrotermal son las caolinitización, alunitización y silicificación. Dichas alteraciones se intensifican en la depresión de la "Fosa" (Moat), (Ver Fig. II.7).

Como se muestra en la Fig. II.8 el lugar adecuado para la depositación de minerales potencialmente económicos coincide con la zona de falla circunferencial, la cual se localiza en el margen del bloque resurgente.

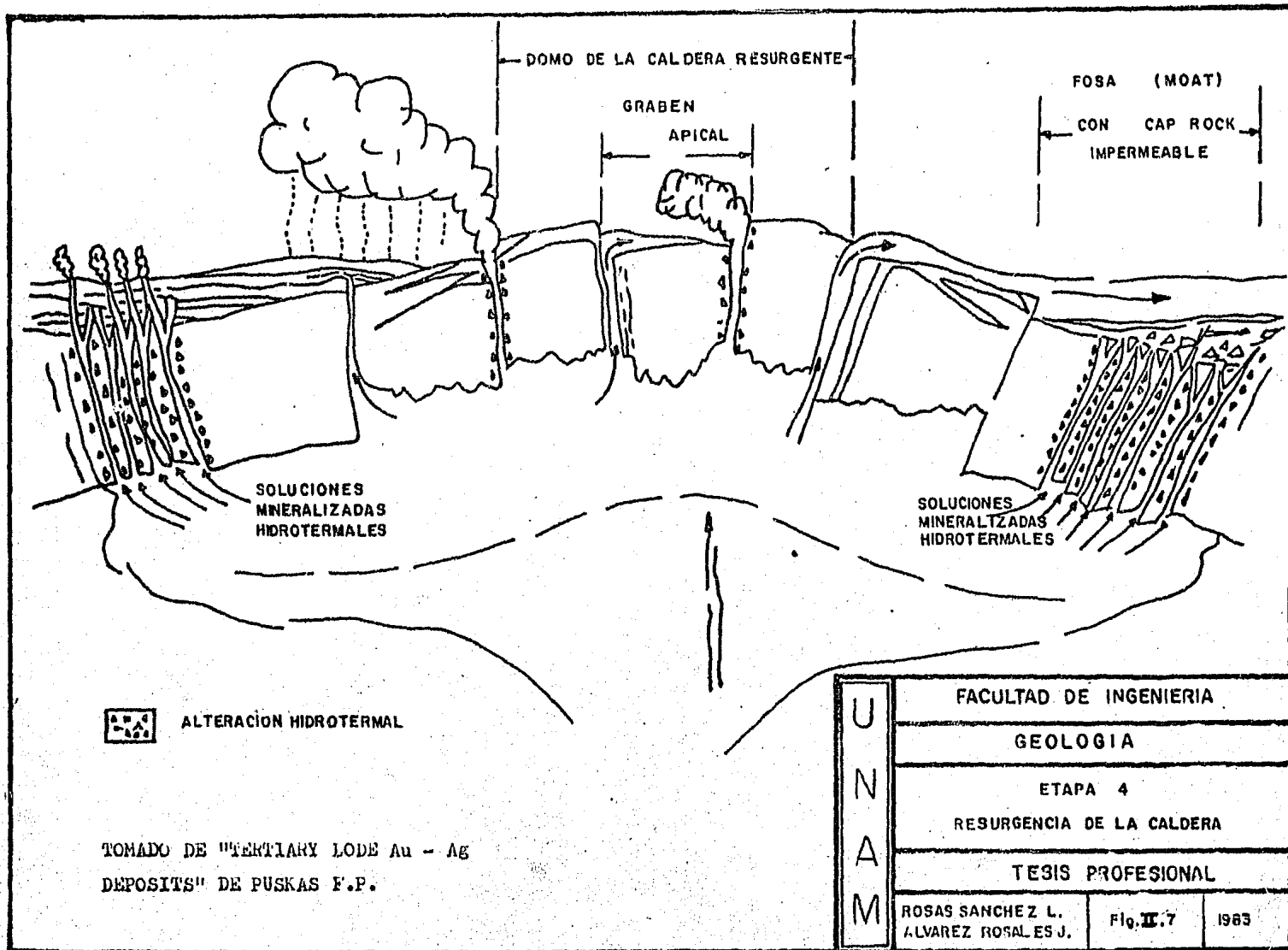
II.2B. EXTENSION Y GEOMETRIA DE LA VETA, SUS TEXTURAS Y MINERALES.

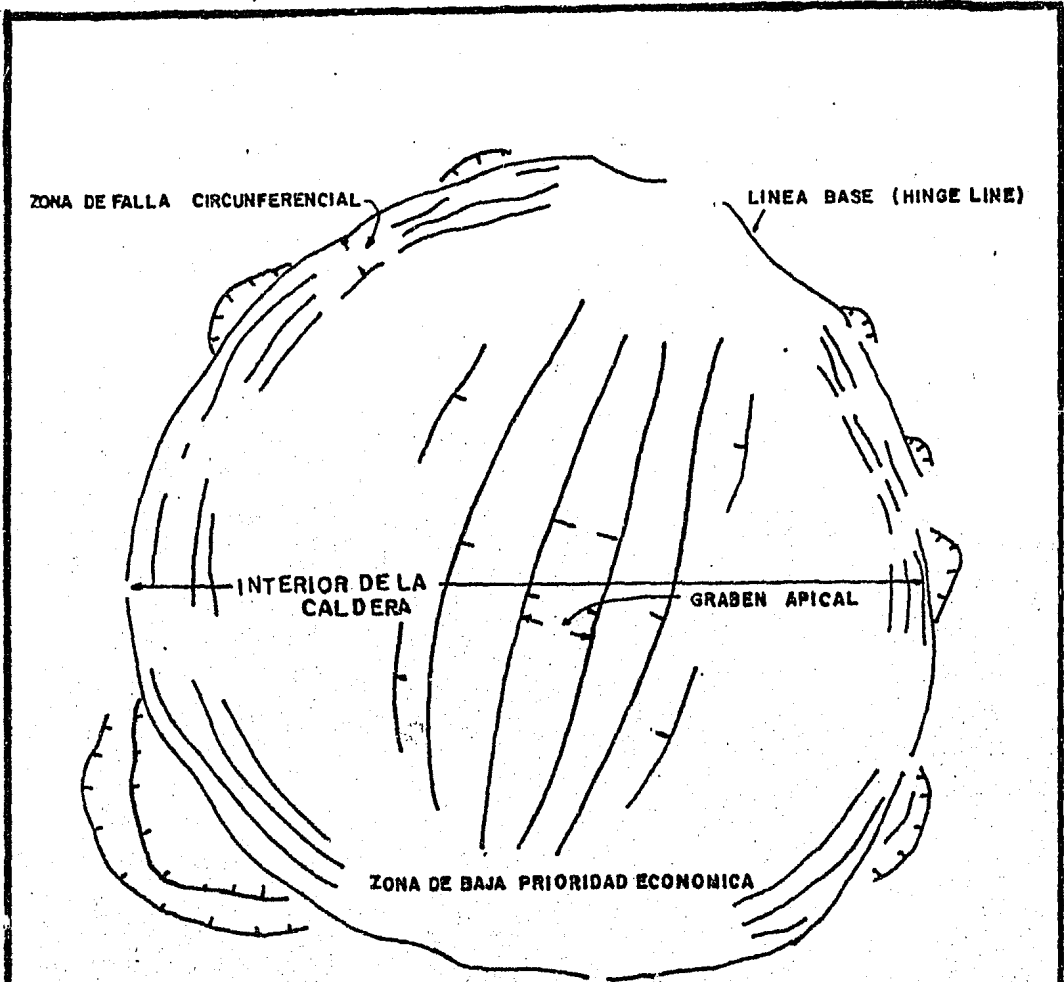
Un examen más detallado de las calderas resurgentes se justifica por las siguientes bases:

- 1.- Las fracturas vetas invariablemente contienen mineralización de Au-Ag.
- 2.- El sistema de fracturas y vetas pueden ayudar en la definición del ambiente geológico, el cual tiene relación en la evaluación económica.

Las características relevantes de la mineralización son las siguientes:

- 1.- Las fracturas en su movimiento producen zonas Miloníticas.
- 2.- Las fracturas principales exhiben superficies ondulares y sinuosas.
- 3.- Las fracturas secundarias presentan un sistema más complejo que llega a parecerse a un "Stock Work"





TOMADO DE "TERTIARY LODE Au - Ag DEPOSITS" DE PUSKAS F. P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PLANO DE UNA CALDERA TERCIARIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	RODRIGAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	Fig. II.8

4.- Las mayores fracturas, en particular contienen fragmentos de brecha Monolito**l**ógica.

Como mineral de ganga tenemos al Cuarzo Criptocristalino, Calcedónico y Opalino; las vetas exhiben grandes volúmenes de Cuarzo con morfología planar, las placas presentan hasta 15 cm. de longitud.

Las figuras II.9 y II.10 tienen el objeto de ilustrar con detalle el sistema de fracturas-vetas de una caldera resurgente dentro de la zona de falla circunferencial.

II.2C. MINERALIZACION ASOCIADA.

Los yacimientos están predominantemente compuestos de sulfuros y sulfosales de antimonio, arsénico, oro, plata, selenio, mercurio, telurio y bismuto junto con el oro nativo y la plata, también tenemos electrum y sulfuros de fierro, plomo, cobre, zinc y cobalto.

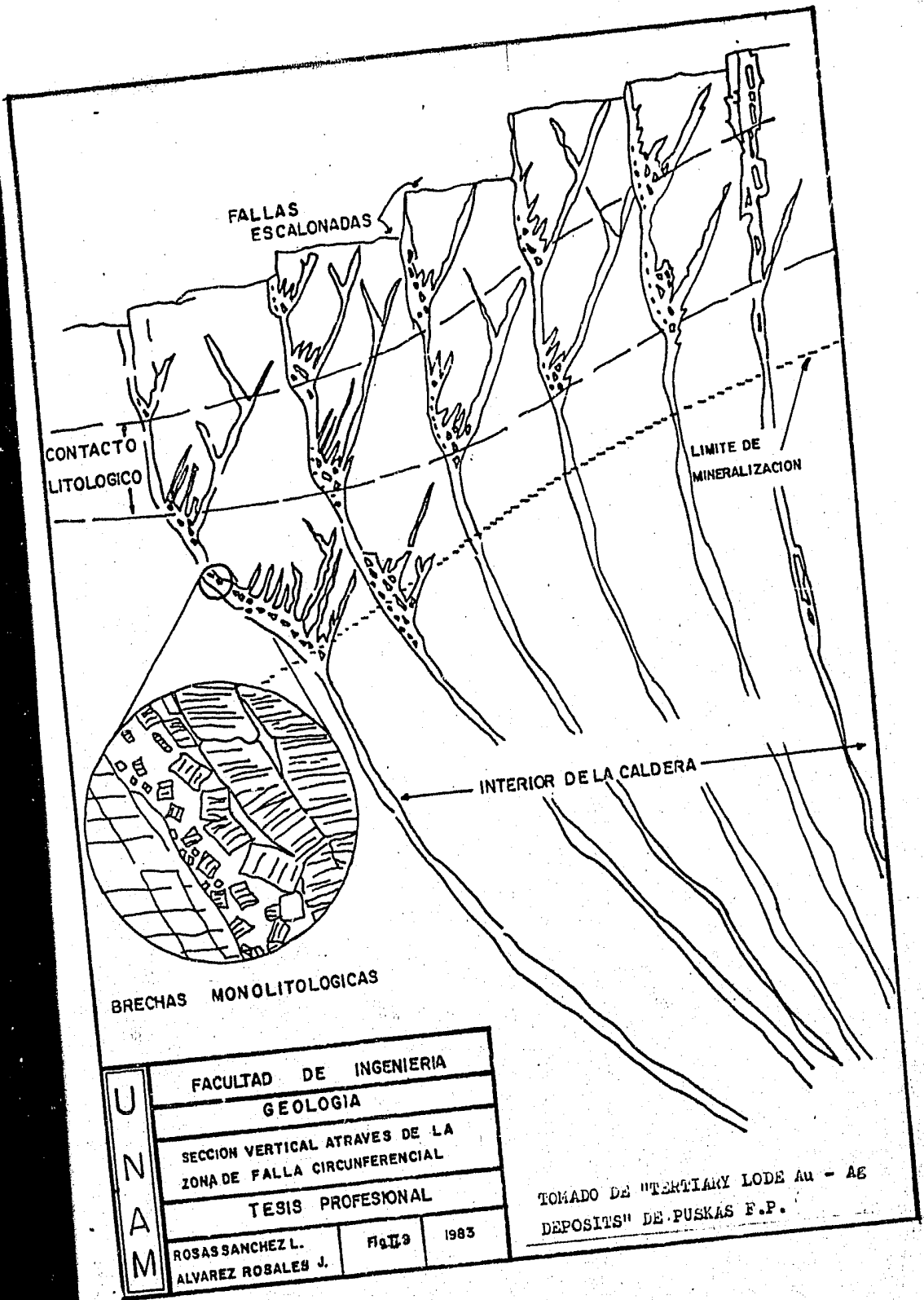
La mineralización está restringida específicamente a tres tipos de ambientes o estructuras mineralizadas:

- I. Clavos Mineralizados.
- II. Areas de "Stock Work" que se extienden inmediatamente sobre los Clavos Mineralizados.
- III. Diseminaciones de bajo grado con porcentajes aparentemente importantes de minerales de mena incluidos en matriz silícea.

II.2D. ZONEAMIENTO METALIFERO DENTRO DE LAS VETAS.

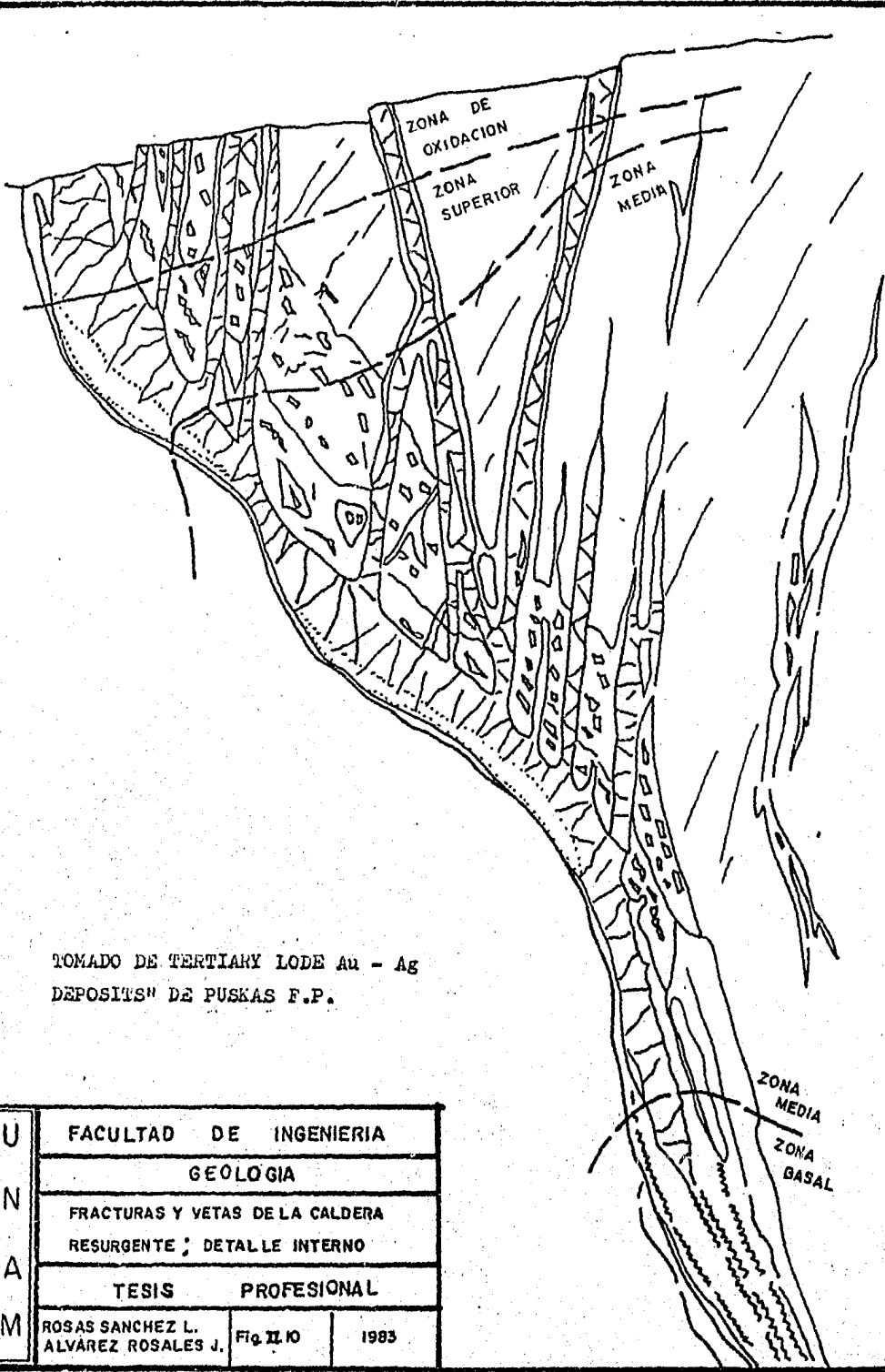
Dicho zoneamiento se ha diferenciado en base a la relación oro-plata y así se han distinguido cuatro zonas, (Tabla I) (Fig. II.10).

Como se muestra en la Tabla I, la zona superior se caracteriza por la predominancia de sulfosales y sulfuros de As, Sb, Au y Tl. La zona media pre-



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	SECCION VERTICAL ATRAVES DE LA ZONA DE FALLA CIRCUNFERENCIAL	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	Fig. 19
	ALVAREZ ROSALES J.	
		1983

TOMADO DE "TERTIARY LODE Au - Ag DEPOSITS" DE PUSKAS F.P.



TOMADO DE TERTIARY LOBE Au - Ag
DEPOSITOS DE PUSKAS F.P.

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	FRACTURAS Y VETAS DE LA CALDERA RESURGENTE; DETALLE INTERNO	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	Fig II 10

T A B L A I

CARACTERISTICAS TEXTURALES
MINERALOGICAS - QUIMICAS DEL ZONEAMIENTO
COMUN DE LAS VETAS TERCIARIAS DE Au-Ag

ZONA - TIPO (Relación Au-Ag)	MINERALOGIA	MINERALES DE GANGA Y TEXTURA
<u>ZONA DE OXIDACION</u> Contenido anómalo alto de Au-Ag; variación extrema en relación Au-Ag.	Hidróxidos de Fe, Mn; enriquecimiento secun dario de Au-Ag.	Cuarzo; Alunita secundaria, Caolinita.
<u>ZONA SUPERIOR</u> Proporción alta de Au/Ag ($> 1/20$)	Oro nativo; sulfosa les/sulfuros de As, Sb, Au, (+ Marcasita)	Cuarzo masivo y tabular; in cremento en Feldespato Alca lino: (Adularia).
<u>ZONA MEDIA</u> Baja proporción Au/Ag ($\leq 1/20$)	Plata nativa; sulfosa les/sulfuros de Se, Te, Ag, Bi, Electrum.	Cuarzo masivo y tabular; in cremento de Feldespato Alca lino; Calcita.
<u>ZONA BASAL</u> Baja proporción Au/Ag ($\leq 1/20$)	Sulfuros de Cu, Zn, Pb, Co, Ag.	Cuarzo masivo, bandeado en - forma de cepillo (en parte - amatista); incremento de Fel despato Alcalino; Barita, Si derita, calcita, Rodocrosita.

senta un predominio de sulfosales y sulfuros de Se, Te, Ag y Bi.

En cuanto a la mineralización se puede concluir:

- * Las vetas son alojadas por rocas volcánicas terciarias.
- * Existe una capa de sedimentos lacustres discordante conteniendo en su litología material rico en materia orgánica. Estos sedimentos son restringidos a la parte baja afallada dentro de la fosa (Moat).
- * Las vetas mineralizadas no cortan las Unidades Litológicas que corresponden al ambiente de la fosa (Moat), sugiriendo con esto la presencia de un "Caprock" impermeable que representa un factor muy importante para la retención y concentración de los fluidos mineralizantes.

II.B. EJEMPLOS RELACIONADOS A LAS CALDERAS.

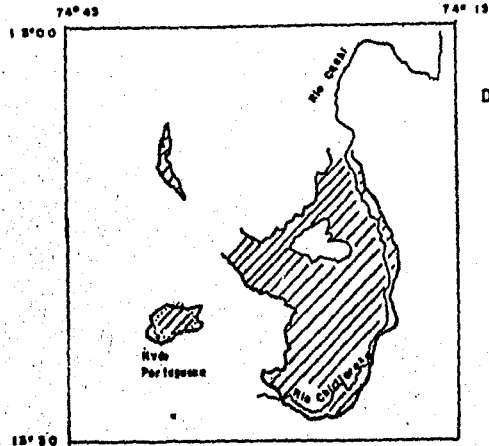
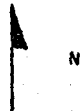
II.3. CENTRO VOLCANICO NEVADO PORTUGUEZA, PERU.

El Centro Volcánico Nevado Portugueza es uno de los más grandes y más jóvenes centros volcánicos activos durante el Terciario Tardío (Plioceno), - localizado en la porción superior de la Cordillera Occidental de la Parte Central de Perú (Fig. II.11), (Donald y Mckee 1982).

La actividad volcánica consiste en erupciones a partir de conductos - centrales, los cuales forman: Volcánes compuestos de composición Dacítica a Andesítica, de domos y derrames locales la mayoría de composición Dacítica y menos comúnmente de tobas. La más grande mineralización de metales preciosos y metales base también está asociado con esta caldera volcánica-plutónica.

II.3A. DATACIONES RADIOMETRICAS.

Ocho muestras del Nevado Portugueza (T-2) han sido datadas por K /Ar (Noble y Mckee 1982) usando métodos estandard de dilusión de isótopos; siete



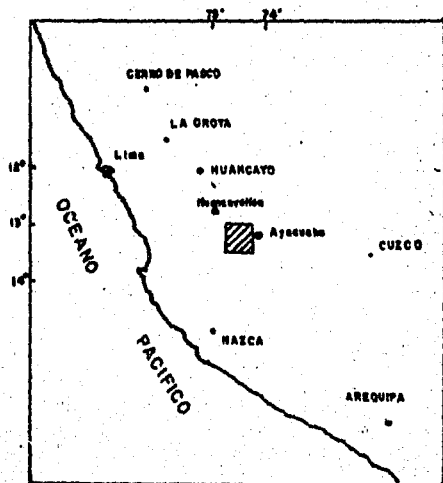
DISTRIBUCION DE LA TOBA

ATUNSULLA



0 10 KM.

PLANO DE LOCALIZACION



TOMADO DE MAHOOD, 1981

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	CENTRO VOLCANICO NEVADO		
	PORTUGUEZA		PERU
	TESIS PROFESIONAL		
Rosas Sánchez L. Alvarez Rosales J.		FIG. II . II	1983

T A B L A 2

DETERMINACION DE EDADES POR K/Ar SOBRE ROCAS
DEL CENTRO VOLCANICO NEVADO PORTUGUEZA, PERU.

MUESTRA	LOCALIZACION		EDAD (m.a)
	LATITUD S	LONGITUD W	
1	13°21.1'	74°36.9'	1.90±0.08
2	13°22.3'	74°38.1'	1.96±0.1
3	13°21.4'	74°20.4'	2.23±0.3
4	13°20.1'	74°26.3'	2.34±0.2
5	13°20.1'	74°26'3"	2.76±0.3
6	13°21.8'	74°32.8'	3.5 ±0.2
7	13°23.1'	74°37.5'	3.9 ±0.2
8	13°21.0	74°38.0'	6.0 ±0.2

Toda las edades se deteminaron sobre biotitas fenocristalina, excepto la muestra 1 la cual fue sobre muscovita.

de ellas fueron determinadas a partir de concentrados de Biotita Fenocristalina usando técnicas de líquidos pesados y con una muestra mediante la separación de moscovita hidrotermal con poco contenido de cuarzo. Todas las edades obtenidas a excepción de una son concordantes con las relaciones observadas en el campo y por lo tanto confiables para proveer estimaciones de los tiempos de emplazamiento actual o alteración de las unidades datadas.

II.3B. Dentro del Centro Volcánico Nevado Portuguesa se distinguen tres estados de actividad Magmática, los cuales se podrían correlacionar con los siete estados que presentan Smith y Bailey (1968) en su modelo sobre las Calderas Resurgentes.

B.1) Vulcanismo Central inicial.

B.2) Erupción Piroclástica que produjo la Toba Atunsulla y la coexistencia de la subsidencia para formar la caldera del Cerro Sago-llan.

B.3) La subsecuente y escasa resurgencia central y el emplazamiento de un domo endógeno y el de un dique a lo largo de la zona de fractura anular. La actividad hidrotermal se presenta antes y después de la formación de la Toba Atunsulla.

B.1) ESTADO I

VULCANISMO CENTRAL INICIAL

La actividad ígnea comienza con la formación de un macizo volcánico de 30 Km. de diámetro aproximadamente, está constituido por domos volcánicos y derrames de composición Dacítica a Andesítica.

Debido a la alteración hidrotermal y a la erosión glacial, los límites y la estructura original de la parte occidental del volcán no son reconocidos, aunque hacia los lados E, SE y NE están mejor preservados.

Las edades obtenidas de las muestras 6 y 7 (T-2) indican que una parte del volcán fue construido entre los 4 y 3.5 m.a. por lo que se considera que

podiera existir un Hiatus entre el vulcanismo central inicial y la erupción de la Toba Atunsulla de hace 2.4 m.a.

B.2) ESTADO 2

ERUPCION PIROCLASTICA, TOBA ATUNSULLA.

La Toba Atunsulla es el único cuerpo de cenizas que se encuentra bien conservado hacia la porción Oriental y Nororiental del Volcán. Algunos remanentes erosionales han sido encontrados cerca de los 16 Km. al Norte del Nevado Portugueza y se supone que debió haber estado presente hacia los alrededores del Centro Volcánico y que debido a la erosión han desaparecido (Fig. II. 11).

Las capas de la Toba Atunsulla muestran que fue emplazada como una sucesión de unidades de ceniza, las cuales se encuentran moderadamente soldadas sólo en la parte externa de la Caldera con espesores locales de 400 m.

Hacia el lado Este de la Toba Atunsulla se observa un echado regional, el cual parece ser muy grande para ser echado inicial, lo que sugiere que la sección de la Cordillera Occidental ha sido inclinada hacia el Este, quizás - unos 5° después de la depositación de la unidad (Noble, Mckee 1982).

La Toba Atunsulla es rica en Fenocristales, contiene de 25 - 40% de material Fenocristalino, Plagioclasas, Cuarzo y en menor cantidad Biotita, Sanidina, Oxidos de Fe y Ti y Apatito. De acuerdo a la mineralogía que presenta y al análisis parcial de un fragmento de pómez se puede decir que la Toba es de composición Riodacítica, con una edad de 2.4 ± 0.2 m.a. aproximadamente calculado de tres muestras (Tabla 2) (Noble, Mckee 1982).

CALDERA CERRO SAGOLLAN

La erupción de la Toba Atunsulla destruyó parte del cono volcánico por la formación de una Caldera Colapsada y elongada con orientación E-NE definida como la Caldera Cerro Sagollan. La caldera se encuentra situada aproximadamente sobre el macizo volcánico inicial, y presenta un diámetro de 7 Km., además

está delimitada por una toba densamente soldada de 800 m. de espesor que llena la depresión creada por la subsidencia (Fig. II.12)

La margen topográfica de la caldera está bien expuesta en varias localidades donde la Toba soldada cubre las paredes de la depresión. La inclinación de la Toba muestra un segundo derrame que cubre una pared casi vertical (70 - 90°) en la localidad A, (Fig. II.12).

Las paredes de la caldera deben, sin embargo, representar escarpes formados por deslizamientos de las paredes originales, así como lo definido para cualquier zona de fracturas anulares. Lipman 1976, ha sugerido que la subsidencia de la caldera fue seguida inmediatamente por el derrumbe de las paredes originales que la sobreyacían. Subsecuentemente se produjo la subsidencia de la caldera debido a la continua erupción Piroclástica.

B.3) ESTADO III

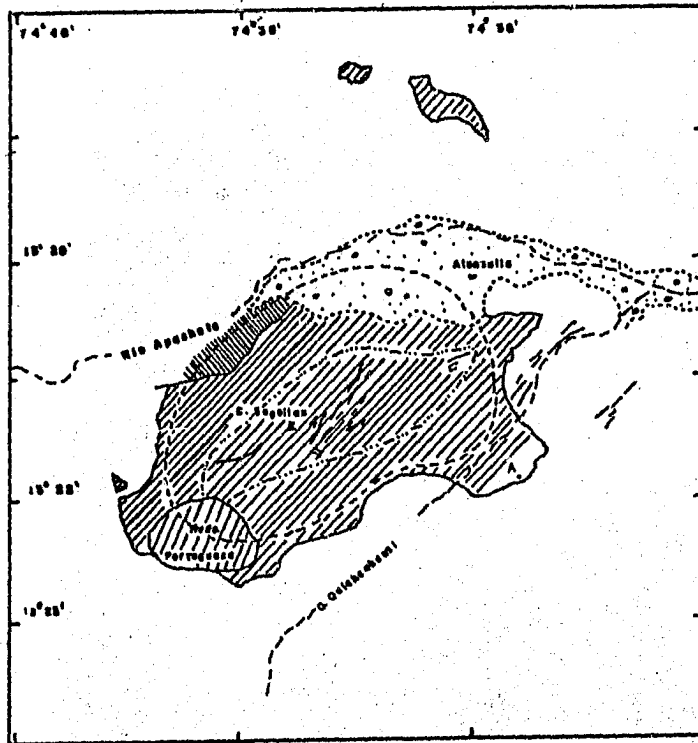
ACTIVIDAD MAGMATICA POST-SUBSIDENCIA.

La actividad Piroclástica finalizó poco después y el cuerpo de la Toba intracaldera sufrió un arqueamiento hacia arriba, produciendo con esto un sistema de fracturas ahora mineralizadas, las cuales son paralelas a lo largo del eje del bloque de la caldera; este fracturamiento fue originado por el emplazamiento de un domo sobre la margen de la caldera hace 2 m.a. El domo es de composición Riodacítica y es Petrográficamente similar a la Toba Atunsulla excepto por la presencia de Fenocristales de Hornblenda.











Una ausencia de alteración puede sugerir que el domo fue emplazado, después del fracturamiento y de la actividad hidrotermal, dentro de la parte Central del bloque de la caldera o que está situado en la parte externa de la zona de alteración hidrotermal, ubicada en la parte central del bloque de la caldera.

C) MINERALIZACION.

Las vetas de metales preciosos con orientación NE-SW, se localizan en -



EXPLICACION

-  aluvión
-  domo volcánico
-  dique anular
-  toba Atunulla
-  lavas intermedias
-  zona de fracturas anulares de la caldera C. Sagollan
-  area de alteración hidrotermal
-  drenajes principales
-  localidades
-  vetas

0 1 2 3 4 km

TOMADO DE NOBLE AND MCKEE 1982

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	MAPA GEOLOGICO DEL NEVADO	PORTUGUEZA PERU
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG. 12 1983

dos áreas del Distrito Atunsulla. El sistema Carmen Paulina incluye vetas paralelas expuestas al NE de la Quebrada Quichcahuasi, sobre un área de cerca de 2 Km. de largo por 0.5 Km. de ancho y el Sistema Rosario al SE incluye cuatro vetas expuestas sobre una distancia de cerca de 700 m. Estas vetas contienen Tetraedrita y Enargita en adición a la Galena, Esfalerita, Pirita y Calcopirita. Su edad no es conocida con exactitud pero las relaciones de campo indican que pueden ser posteriores a la formación del Cerro Sagollan.

El segundo grupo de vetas se localiza dentro del cuerpo tabular de Toba Soldada que rellena la caldera. Las vetas contienen sulfosales de Plata, Oro nativo acompañado de Galena, Esfalerita y Pirita; de acuerdo a pruebas realizadas por K/Ar se ha registrado una edad de 1.90 ± 0.8 m.a. (Muestra 1, T-2; Noble y Mckee 1982).

Dentro de la formación de la Caldera Cerro Sagollan se establecen dos periodos de mineralización:

* El Primero es establecido antes de la erupción de la Toba Atunsulla, a lo largo de la margen Occidental de la Caldera donde se encuentran fuertes alteraciones de silicificación y piritización.

* El Segundo es establecido durante la actividad Post-colapso representada por la débil a localmente intensa alteración hidrotermal que afectó a la Toba intracaldera y por lo tanto se estableció la mineralización de Au-Ag en esas áreas.

COMO CONCLUSIONES SOBRE LA CALDERA CERRO SAGOLLAN SE DESTACAN:

- La mineralización tuvo lugar dentro y directamente en la parte externa de la estructura colapsada.
- La edad de 1.90 ± 0.8 m.a. obtenida a partir de una alteración en la Toba intracaldera relacionada a las fracturas controladas por la actividad hidrotermal, sugiere que el fracturamiento fue hecho por la presión del magma vertical y que la mineralización tomo lugar cerca de los 0.5 m.a. del colapso.

- Por la edad del domo volcánico y la alteración Sericita-Cuarzo dentro de la caldera se sugiere que la mineralización estuvo relacionada a cuerpos intrusivos Riodacíticos similares a los que componen el domo.
- Probablemente grandes cantidades de aguas meteóricas fueron incluidas en la formación de la mineralización de Atunsulla, aunque las Riodacitas jóvenes sugieren que parte del Cl, S, metales y algo de agua requerida para la mineralización fueron derivadas del cuerpo intrusivo que manejó el sistema de convección hidrotermal.
- La presencia de agua caliente y azufre pueden reflejar fases débiles de un sistema hidrotermal activo manejado por actividad magmática - continúa del Centro Volcánico Nevado Portugueseza.

II.4. SIERRA LA PRIMAVERA, JALISCO, MEXICO.

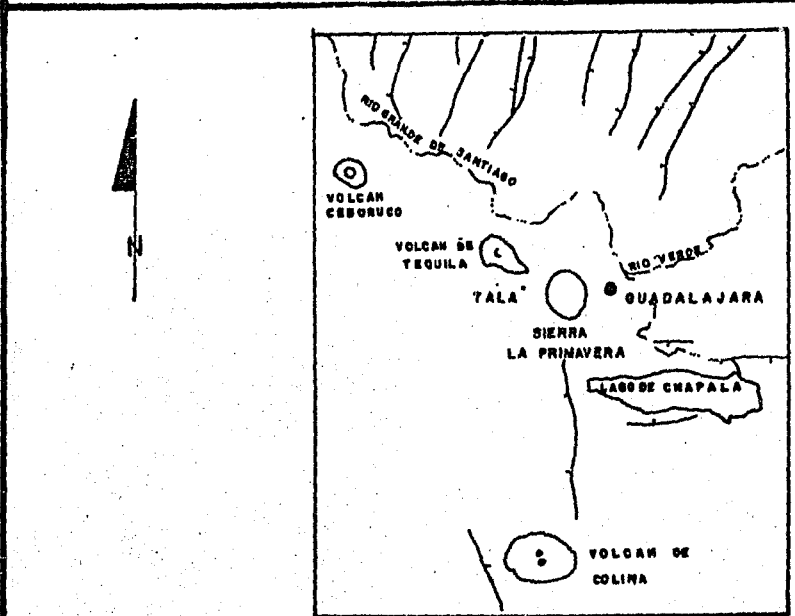
La Sierra La Primavera se encuentra situada en la intersección de dos principales Provincias Volcánicas Cenozoicas de México (Fig. II.13); el Eje Neovolcánico y la Provincia Terciaria Cordillerana. La primera está constituida por rocas de composición medianamente Peralcalina y la constituyen estrato-volcánes andesíticos y conos cineríticos basálticos; la segunda la constituyen lavas silíceas metaluminosas y derrames de cenizas.

Se tiene poca información en cuanto al basamento pre-volcánico, no obstante en el Cañón del Río Grande Santiago las rocas más antiguas que afloran son derrames de cenizas del Mioceno (Watkins Et. Al, 1971).






Todas las fallas reconocidas en la Sierra La Primavera están relacionadas al colapso de la caldera o al levantamiento provocado por la renovación de la presión del magma sobre las rocas que le sobreyacen, todas las fallas comienzan y terminan dentro de dicho sistema y ninguna se extiende más allá de la Sierra.

A) EVOLUCION GEOLOGICA.

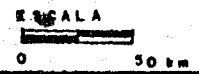
De acuerdo a las características que presenta la Sierra La Primavera -



EXPLICACION

-  PROVINCIA CORDILLERANA
-  EJE NEOVOLCANICO
-  GUADALAJARA.
-  M MEXICO
-  FALLAS

TOMADO DE MAHOOD, 1981.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PLANO DE LOCALIZACION	
	SIERRA LA PRIMAVERA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	
	ALVAREZ ROSALES J.	FIG. 22.15
		1985

se distinguen varias etapas, las cuales se correlacionan con las que conforman el modelo de las Calderas Resurgentes elaborado por Smith R.A. y Bailey. Las etapas son las siguientes (Mahood, 1981):

- 1.- Levantamiento Regional.
- 2.- Emisión de las Tobas Soldadas.
- 3.- Hundimiento de la caldera relacionado con la disminución de la presión del magma debido a la pérdida de material magmático por las anteriores expulsiones de dicho material.
- 4.- Sedimentación lacustre y vulcanismo de la caldera.
- 5.- Levantamiento de la porción central formando un domo de resurgimiento.
- 6.- Desarrollo de los domos Riolíticos a lo largo de las fracturas anulares.
- 7.- Manifestaciones hidrotermales tardías.

Todas las unidades eruptivas de la Sierra La Primavera las componen Riolitas medianamente Peralcalinas con alto contenido de Sílice (75% de SiO_2 sobre una base Anhidra). Las variaciones en cuanto a la composición de los elementos principales son mínimas; en contraste las de los elementos de menor frecuencia y de trazas son muy grandes.

La proporción de Fenocristales en las unidades eruptivas es en promedio menor de 1% a 15% por volumen. La sanidina y el cuarzo son por lo general más abundantes; juntos comprenden el 97% - 99% de los Fenocristales. Y los remanentes existentes los constituyen la Ferro-Hedenbergita, Fayalita e Ilmenita; la Titanomagnétita, Circón y Apatito se encuentran en algunas unidades.

A.1) ESTADO I

LEVANTAMIENTO REGIONAL.

El empuje ejercido por la presión de la Cámara Magmática trajo como consecuencia el fracturamiento anular y radial en el área y con esto la erupción de las primeras lavas, formando domos en la Sierra La Primavera (145 000 años). Dichas lavas constituyen un grupo eruptivo composicionalmente muy heterogéneo.

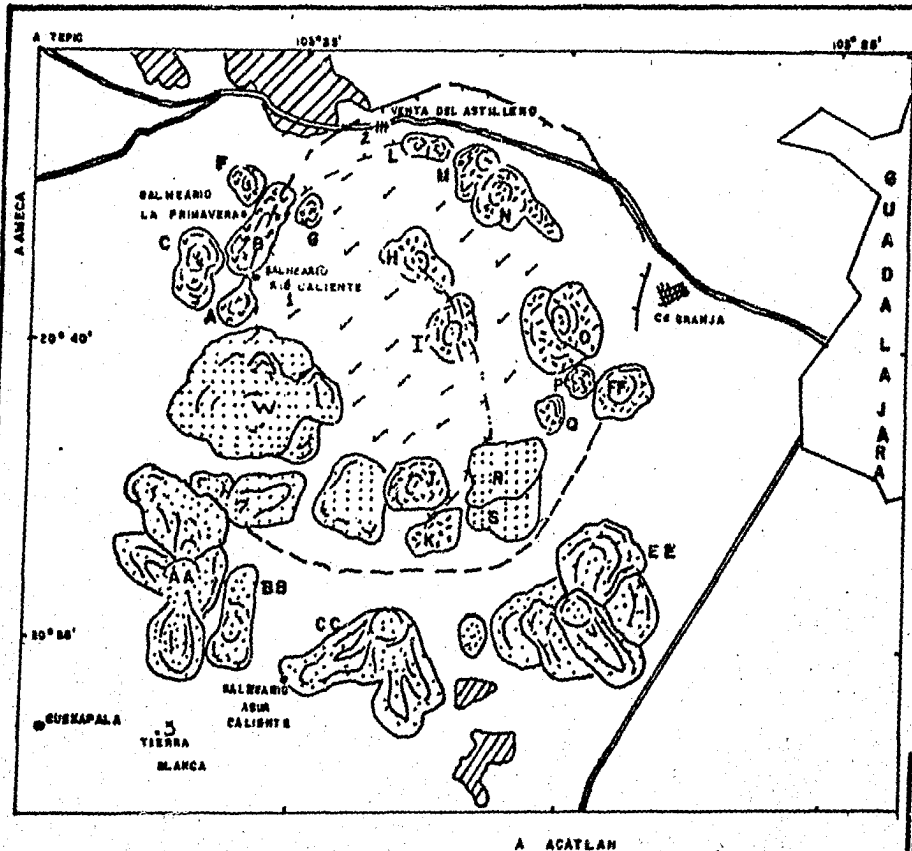
Los Domos Porfiríticos, Aféricos y los derrames afloran en dos áreas - (Fig. II.14 y II.15A). En el área Norte, el Domo Porfirítico del Río Salado - (Fig. II.14A) se formó primero y después fue seguida por el derrama aférico - del Cañón de Las Flores (Fig. II.14B). Estas Unidades no muestran una orientación sistemática con el tiempo, debido a que el grupo de lavas en la porción Sur de la precaldera ha sido cubierto por la Toba Tala; por esta razón no se ha podido determinar su edad.

A.2) ESTADO II

EMISION DE LAS TOBAS SOLDADAS.

Las emisiones de material Piroclástico de hace 95 000 años representan en volumen 20 Km^3 de Magma, dicho material es conocido como la Toba Tala y se agrupa en tres miembros informales:

- 1.- El Primer Miembro lo forma pómez aférica blanca y representa más de 90% del volumen de la Toba. Ocurre como derrames de cenizas en el interior de la caldera y como tobas soldadas aproximadamente de 60 m. de espesor.
- 2.- El Segundo Miembro presenta un espesor de 10 m. que se caracteriza por pómez aférica blanca y gris, esta última contiene muy poco cuarzo y sanidina. Sin tomar en cuenta el color oscuro de la pómez gris, ésta muestra la misma composición que la blanca. La transición del segundo miembro de la Toba Tala desde el miembro que lo sobreyace hacia el que la subyace es gradual, pero toma lugar en - menos de un metro estratigráficamente hablando.
- 3.- El espesor del Tercer Miembro de la Toba Tala es de 5 a 10 m. y se caracteriza por Lapilli blanco que contiene menos de 1% de cuarzo y sanidina en una matriz fina. En muchos lugares el tercer miembro muestra una interstratificación de derrames de ceniza y capas de - Toba, las cenizas de los derrames en algunas porciones están laminadas.



TOMADO DE MAHOOD, 1981

EXPLICACION

-  ROCA ANTERIORES AL COMPLEJO LA PRIMAVERA
-  LAVAS ANTERIORES A LA CALDERA
-  TOBA TALA
-  SEDIMENTOS LACUSTRES
-  DOMOS CENTRALES Y ANULARES ANTIGUOS
-  DOMOS ANULARES RECIENTES
-  LAVAS DEL ARCO SUR



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	MAPA GEOLOGICO DE LA SIERRA LA PRIMAVERA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ, ALVAREZ ROSALES J.	Fig. 2.14

A.3) ESTADO III

HUNDIMIENTO DE LA CALDERA

La erupción de la Toba Tala trajo consigo el hundimiento de la Cámara Magmática y por consiguiente la formación de una caldera colapsada. Dicha caldera presenta un diámetro de aproximadamente 11 Km. y muestra una orientación preferencial NE-SW, la caldera se encuentra delimitada por los miembros segundo y tercero de la Toba Tala y debido a que estos sólo se encuentran en la parte central de la Sierra La Primavera, se sugiere que el colapso de la Cámara Magmática empezó mientras que el primer miembro de la Toba Tala emanaba tranquilamente y que los demás miembros superiores fueron retenidos dentro de la caldera colapsada. Hacia la porción Occidental del Río Caliente, se tienen expresiones topográficas de un terreno con fallas anulares (1 en Fig. II.14), donde las lavas de la Pre-caldera del Río Salado y del Cañon de Las Flores se interceptan. El patrón circular definido por la expresión del arco Nororiental de antiguos domos anulares y jóvenes indican la localización persistente de la falla maestra anular.

A.4) ESTADO IV

SEDIMENTACION LACUSTRE Y VULCANISMO DE LA CALDERA.

Una vez colapsada la caldera, ésta fue rellenada rápidamente por agua, depositándose así sedimentos, los cuales llegaron a proteger la superficie de la Toba Tala. Estos sedimentos consisten principalmente en capas con espesores de 15 a 50 cm. de cenizas y pómez fina blanca, las cuales muestran una gradación normal y repetitiva. Posterior a esto, existe un horizonte de 3 a 13 m. de espesor de bloques gigantes de pómez en una matriz de diatomeas grises. Los bloques de pómez completamente inflados se encuentran en proporciones de 0.3 a más de 6 m. y están comúnmente relacionados a un burdo patrón radial.

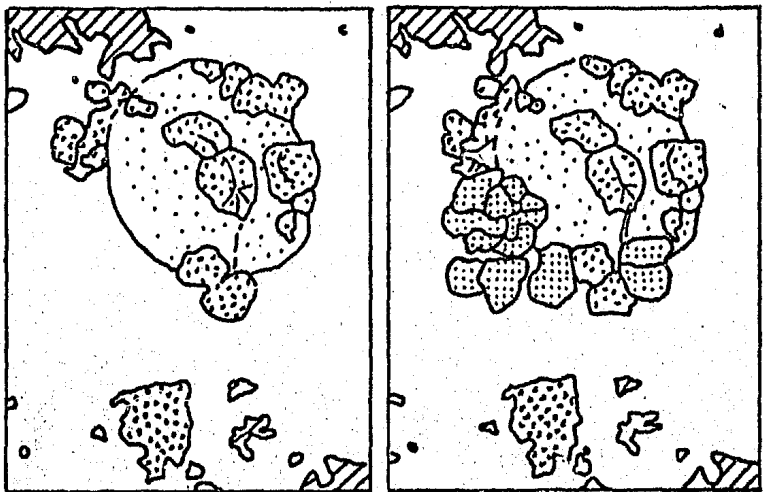
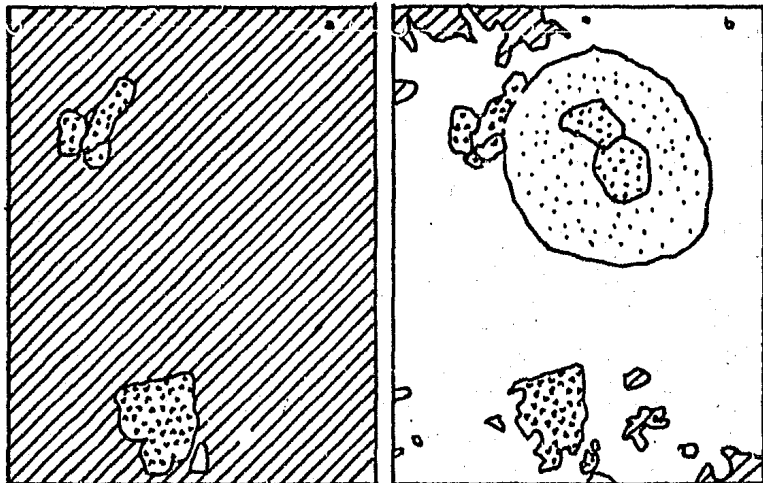
Este horizonte de pómez sirvió de sello para las fallas de la Toba Tala. Y los sedimentos sobreyacentes raramente son intersectados por fallas, hecho que indica que el fallamiento relacionado al colapso de la caldera tuvo que haber finalizado al tiempo de la depositación.

Poco después de la depositación de este horizonte una nueva actividad magmática trajo consigo la erupción del Domo La Mesa del Najahuete (Fig. II. 15b) el cual fue emplazado a un nivel estratigráfico del horizonte grande de pómez, en la porción Central-Sur; tanto el domo como el horizonte grande de pómez tienen menos de 1% de Fenocristales. La similitud química de la última porción expulsada de la Toba Tala y del Domo Central-Sur sugiere que dicha - Toba pudo haber salido a partir de un conducto central cercano a la actual - localización del Domo Central-Sur (Mahood, 1980 b).







Posteriormente al emplazamiento del Domo Central-Sur un domo que contiene 10% de fenocristales fue emplazado directamente en la parte media del Lago (Fig. II.15b). La composición de las rocas y los fenocristales son generalmente intermedios entre el Domo Norte y el Sur (Mahood 1981).

Una serie de Domos Anulares que contienen aproximadamente 10% de fenocristales y que representan 5 Km^3 en volumen del Magma fueron expulsados a lo largo de dos arcos concéntricos: uno a lo largo de la fractura anular en la margen Nororiental del Lago, y el otro a través de la parte media del Lago - (Fig. II.15c). El nuevo magma expulsado a través del Domo Central, así como el del Cerro Alto de La Mesa El Najahuete (Fig. II.14.H,I), son domos compuestos, sus porciones superiores e inferiores presentan escasas diferencias en cuanto a su composición.

El bloque de la caldera está cortado por un sistema arqueado de fallas normales que se extienden 9 Km., desde El Cerro Alto (H) hasta el Sur del Cerro El Tule (J) (Fig. II.14). Estas fallas atraviesan a La Mesa El Najahuete (I) y parece que proveen un control estructural para la extrusión de lava - porfirítica sobre su flanco sur, sugiriendo con esto que el fallamiento y la erupción estuvieron estrechamente relacionados. Estas fallas pueden representar fracturas desarrolladas en la zona del techo de la Cámara Magmática sobre la caldera colapsada que fue reactivada durante la erupción del antiguo domo anular. La presencia de los antiguos domos anulares Cerro El Chato, Mesa El Burro y Mesa El Chiquihuitillo (G.F.E. Fig. II.14) sobre la extensión de las fallas con orientación arqueada más allá de la margen del Lago, sugiere que la subyacente Cámara Magmática fue un poco más grande que la cuenca colapsada.



EXPLICACION

-  ROCAS ANTERIORES AL COMPLEJO LA PRIMAVERA
 -  LAVAS ANTERIORES A LA CALDERA
 -  TOBA TALA
 -  SEDIMENTOS LACUSTRES
 -  DOMOS CENTRALES Y ANULARES ANTIGUOS
 -  DOMOS ANULARES JOVENES
- FALLAS



TOMADO DE NOBLE AND MCKEE, 1982

0 5km

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PALEOGEOGRAFIA DE LA SIERRA LA PRIMAVERA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	Fig. II.15

La sedimentación del lago continuó después de los antiguos domos anulares, tales sedimentos consisten en ceniza blanca y material diatomáceo y exhibe un espesor de aproximadamente 30 m. La naturaleza de los sedimentos finos y la virtual ausencia de detritos líticos derivados de la parte externa de la caldera sugieren que toda la región experimentó una elevación, por lo que las corrientes drenaron lejos de lo que sería La Sierra La Primavera. La actividad continuó con la erupción de un nuevo grupo de domos anulares a lo largo de la margen sur del Lago (Fig. II.15), que corresponden a lavas porfíricas y affricas que representan en volumen aproximadamente 3 Km^3 de Magma expulsado. La información reciente de K/Ar acerca de estos domos se corrobora por su posición superior dentro de la secuencia de las capas del lago.

A.5) ESTADO V

LEVANTAMIENTO DE UNA ZONA CENTRAL FORMANDO UN DOMO DE RESURGIMIENTO.

Una nueva resurgencia del magma trajo consigo la finalización de la sedimentación lacustre hace aproximadamente 60,000 años. Parte de la expresión geomorfológica de la caldera fue destruída debido a que este levantamiento coincide casi con la fractura anular de la caldera. La gran falla asociada a este levantamiento paralelo de la margen de la caldera, puede ser trazada aproximadamente 8 Km. al Sur-Oeste de La Venta del Astillero (2 en Fig. II. 14), en el Cerro del Pedernal; su máximo desplazamiento se encuentra en el Río Caliente (1 en Fig. II.14), donde la Toba Tala y los depósitos lacustres sobreyacentes son cortados por 100 m. de escarpe.

La notable escasez de fallas que cortan los sedimentos de la porción central del antiguo Lago, indican que el levantamiento se realizó como una unidad individual y que las máximas deformaciones se concentraron en las márgenes del Lago, esto es, que las fallas y fracturas anulares y radiales se encuentran presentes en estas zonas.

A.6) ESTADO VI.

DESARROLLO DE LOS DOMOS RIOLITICOS A LO LARGO DE LAS FRACTURAS ANULARES.

El levantamiento finalizó con la erupción de aproximadamente 7 Km^3 en

volumen de Magma. Los derrames afíricos y los domos fueron seguidos por erupciones de pómes, las cuales cubrieron las capas del lago; un pequeño derrame de cenizas se extiende sobre aproximadamente 2.5 Km^2 cerca de Tierra Blanca - (E Fig. II.14).

Las lavas que corresponden al arco del Sur son generalmente más jóvenes hacia la porción Este; Los Cerros, El Tajo y El Colli (EE,FF, Fig. II,14), proporcionan una edad de 25,000-30,000 años, las cuales están de acuerdo con la expresión topográfica juvenil de estas unidades. El Cerro El Colli es químicamente distinto al resto de las lavas del arco Sur; su posición definida por los domos posteriores a la caldera indica que es la unidad más joven de la Sierra La Primavera.

A.7) ESTADO VII

MANIFESTACIONES HIDROTERMALES TARDIAS.

La erupción de los domos Riolíticos viene seguida por la actividad final de fuentes termales y emisión de vapor que es la característica de la etapa después de que las erupciones han finalizado.

La Caldera La Primavera se puede considerar que se encuentra dentro de esta etapa (A. Demant y P.M. Vincent.)

Esto es demostrado por las emisiones de agua caliente sobre todo en el límite Noroccidental, con los Balnearios Cañon de Las Flores, La Primavera y Río Caliente; el de Agua Caliente, que se encuentra al Sur (Fig, II.13) se localiza fuera del límite de la caldera; otras manifestaciones de vapor se encuentran en la parte central de la misma, precisamente sobre la parte alta de la Mesa El Najahuete (Mahood, 1977).

Se puede concluir, considerando la etapa en que se encuentra la caldera La Primavera y el hecho de que las calderas constituyen zonas muy favorables para el desarrollo de la energía geotérmica, que la Sierra La Primavera representa un lugar potencial para el desarrollo o explotación de esta energía, así como un lugar adecuado para el emplazamiento de yacimientos minerales probablemente en formación actual.

CAPITULO III

G E O G R A F I A

III.1 LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA.

El área de estudio se encuentra localizada en la porción Noroccidental del Estado de Jalisco, en el Municipio de Guachinango, (Fig. III.1 a y b), específicamente en el Ejido de Pánico, comprende una extensión de aproximadamente 59 Km².

Geográficamente queda comprendido entre los paralelos:

20° 34'	-	20° 39'	Latitud	N
104° 30'	-	104° 26'	Longitud	W

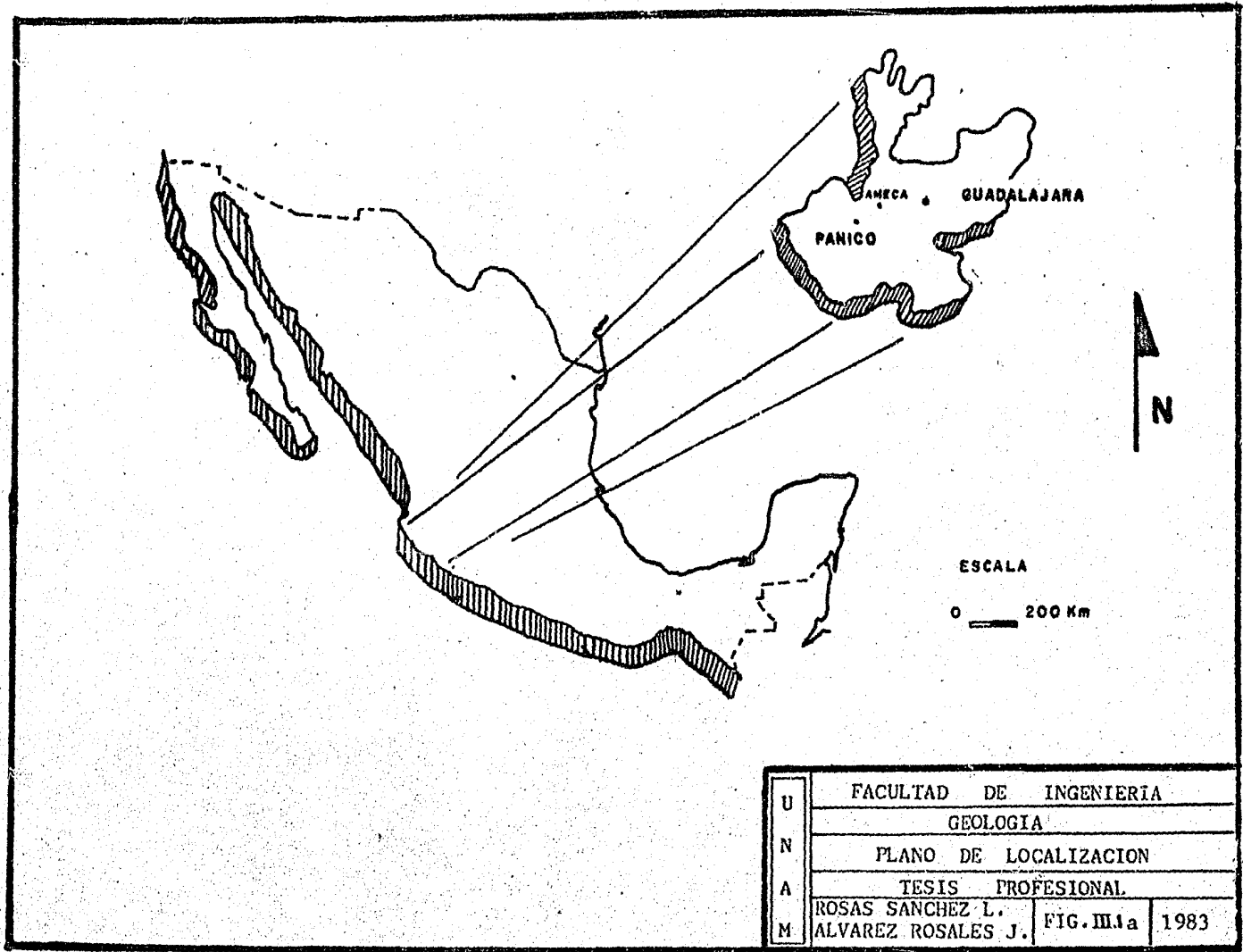
Dentro del área se localizan varias estructuras mineralizadas como son: La Azteca I, La Azteca II, La Zapoteca, El Refugio, La Angostura, Las Tórtolas, La Maree y La Pilarica; de las cuales sólo La Azteca II, La Zapoteca, La Angostura y Las Tórtolas se están trabajando actualmente (ver plano fotogeológico).

III. 2 VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION.

El acceso a la zona de estudio se realiza de la siguiente manera:

Partiendo de la ciudad de Guadalajara, hacia Ameca, Jal., son 78 Km. a través de una carretera pavimentada; y de Ameca hasta el poblado de Guachinango, Jal., la comunicación se hace en un tramo de camino pavimentado y otro en un camino de terracería, con una distancia total aproximada de 44 Km.; partiendo de Guachinango al área de estudio en el Ejido de Pánico, Jal., se sigue una brecha de aproximadamente 12.5 Km. de distancia (Fig. III.1b).

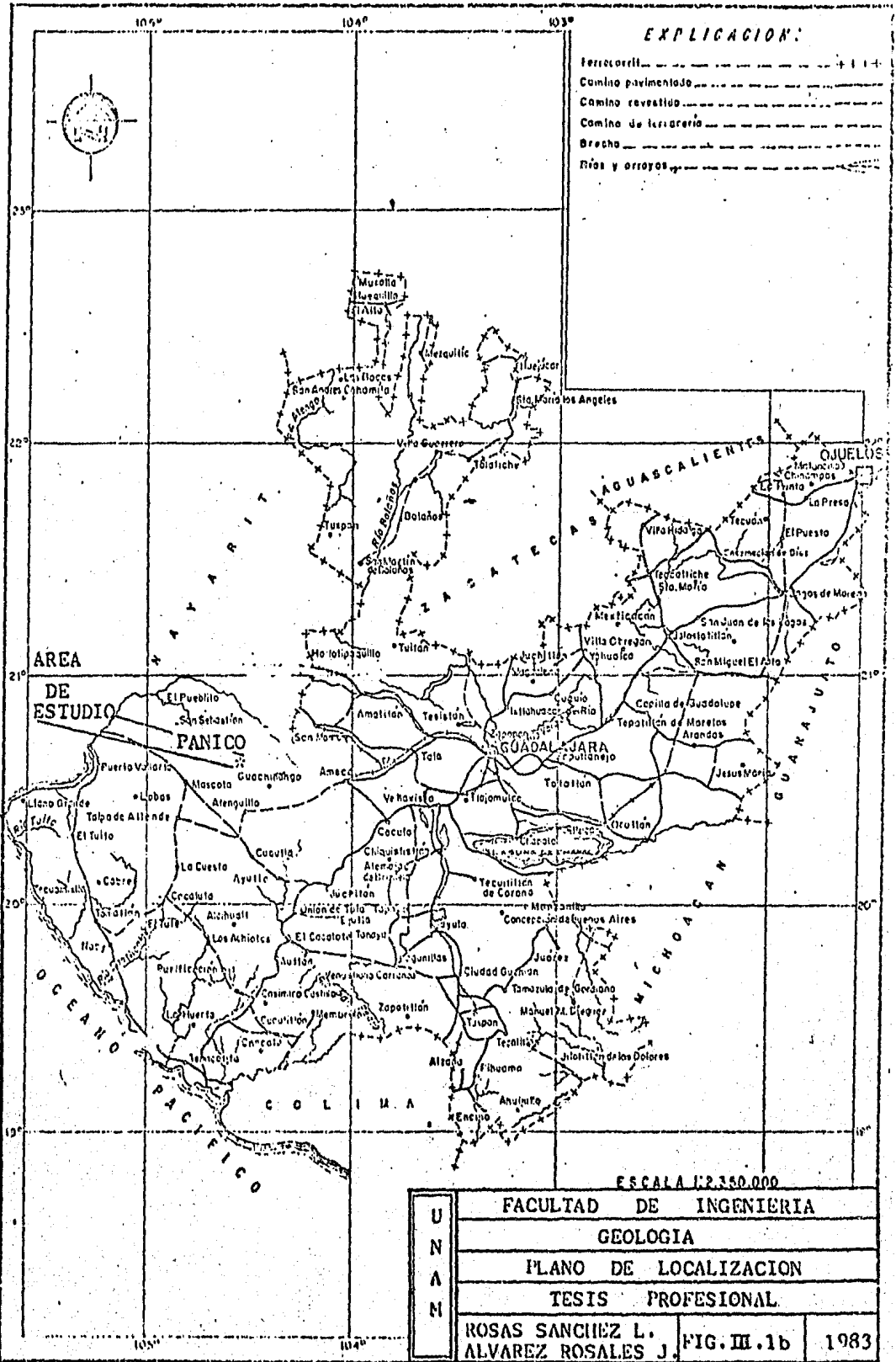
Se debe mencionar la existencia del servicio de ferrocarril que parte de la ciudad de Guadalajara hasta Ameca, Jal., aunque no llega hasta el área de estudio.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PLANO DE LOCALIZACION	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. III.a
ALVAREZ ROSALES J.		1983

EXPLICACION:

- Ferrocarril
- Camino pavimentado
- Camino revestido
- Camino de terracería
- Brecha
- Ríos y arroyos



ESCALA 1:235,000

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PLANO DE LOCALIZACION	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. III.1b
ALVAREZ ROSALES J.		

El medio de transporte de Ameca. Jal., a Guachinango es a través de autobuses urbanos, los cuales realizan dos salidas diarias, a las 6 A.M. y a las 12 P.M.

A partir de Guachinango hacia Pánico, Jal. la comunicación se lleva a cabo por medio de vehículos particulares y por medio de bestias de carga.

El poblado de Guachinango es el más cercano a la zona de estudio, en este poblado se cuenta con servicios de Correos y Telégrafos.

III.3 CLIMA, VEGETACION Y FAUNA.

III.3a CLIMA.

De acuerdo a la clasificación hecha por Koppen a la zona de la Cordillera Neovolcánica, se le clasifica como una zona templada lluviosa que se caracteriza por tener la temperatura media del mes más cálido, superior a los 18°C y el mes más frío por exceder de los 0°C ; siendo además, la altura anual de la lluvia aproximadamente superior a los 400 mm. si ésta se presenta en verano y 200 mm. si la precipitación ocurre en invierno.

La zona de estudio de acuerdo con Koppen se clasifica como Cw, lo cual significa clima templado lluvioso con lluvias en verano. La lluvia que se presenta en verano debe alcanzar alturas superiores a los 580 mm., si es superior a este límite quedará comprendido entre 900 y 1,000 mm. de precipitación anual.

III.3b VEGETACION.

Considerando las condiciones climáticas que prevalecen, la zona se ubica dentro de la Región Mesoamericana de Montaña a la que pertenece la Provincia de las Sierras Meridionales y en la que queda incluido el Eje Neovolcánico.

Esta provincia queda representada principalmente por los bosques de pinus y quercus, los cuales se distribuyen en forma de manchones discontinuos, en las partes más altas los bosques de pinus y en niveles inferiores los de -

quercus. La vegetación en zonas más bajas es de tipo de pradera caracterizada por plantas herbáceas.

Entre las especies más abundantes tenemos: Achenpodium, Hintonella, Mi crosperum, Omiltemia, Peyritschia y Silvia.

III.3c FAUNA.

La fauna queda representada por las siguientes especies: Venado (caria cus sp), Víbora de Cascabel (Crotalus Verdis), Liebre (Lipus Gaillardi) y Conejo (Anasplaty Rhynchos).

CAPITULO IV

G E O L O G I A

IV.1 FISIOGRAFIA

IV.1a GEOMORFOLOGIA

El área en estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico (Fig. IV.1). Esta Provincia consiste en una franja Plio-cuaternaria con orientación E-W, que se extiende desde el Estado de Veracruz hasta la ciudad de Tepic, Nay. Colinda al Norte con la Mesa Central, al Sur con la Sierra Madre del Sur, La Cuenca de Morelos y la de Tlaxiaco.

El Eje Neovolcánico se encuentra constituido por dos tipos de estructuras (Demant, 1978).

1). Grandes estratovolcanes alineados con orientación N-S que coinciden con los pliegues Terciarios que se observan en el Sur de México.

2). Un gran número de pequeños volcanes, alineados en dirección NE-SW, sobre fracturas de tensión que son responsables de la formación de fosas tectónicas.

Los volcanes mayores son: El Citlaltépetl, Popocatepetl, Iztacihuatl y Nevado de Toluca.

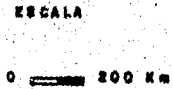
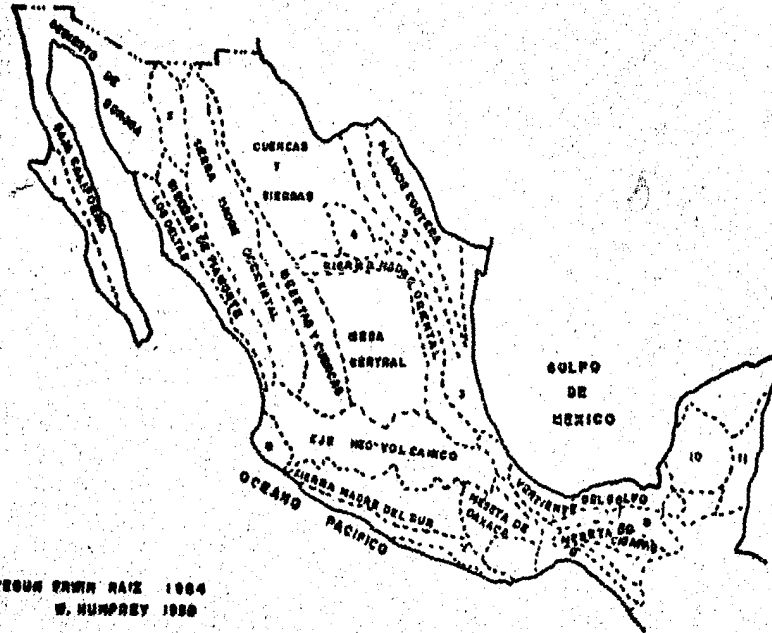
Como se ha indicado, el Eje Neovolcánico se encuentra fragmentado por un sistema de fosas tectónicas con orientación N-S o NW-SE, destacando El Valle de México como uno de los principales, así como el de Tepic-Chapala y el de Colima.

Las rocas presentes son basaltos calcoalcalinos, andesitas, dacitas y ocasionalmente riolitas (Demant, 1978).

El área que abarca este estudio comprende unas elevaciones montañosas conocidas como Sierra El Comalito, rodeada por volcanes jóvenes, coladas de lavas y laderas de lavas y piroclastos.

EXPLICACION

1. TIERRA CDM
2. SIERRAS ALABADAS
3. SIERRAS TAMAULIPAS
4. SIERRA DEL NORTE
5. SIERRA PANUCO-TIERRA
6. SIERRAS DEL NORTE
7. SIERRAS DEL SUR
8. SIERRAS COSTERAS
9. SIERRAS PLEADAS
10. PLATAPORNA DE TUCATAN
11. COSTA BAJA



REGION PRIMA PARTE 1984
W. HUMPHREY 1980

ELABORADO POR:
CAMPO Y CAMPO E UNAH S.I.
"MELCHOR OCAMPO-CUENICAME", 1977

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSA SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG. IV.1

Se caracteriza por un relieve original de acumulaciones volcánicas y cuerpos intrusivos, afectados actualmente por una fuerte disección fluvial, que se manifiesta por una alta concentración de talwegs y un corte vertical de 300 - 500 y más metros, formado por el Río Atenguillo y algunos de sus afluentes.

El río principal es el Atenguillo que escurre al sur, descendiendo de las altas montañas de la Sierra Madre Occidental. Es un típico río montañoso que ha cavado una garganta profunda y estrecha, con orientación irregular que cambia en forma continua, siguiendo el contorno de las estructuras: lavas, volcanes e intrusivos. Visto en plano forma algunos meandros fijos que están controlados por la estructura litológica.

Las dos expresiones orográficas de mayor altura que constituyen la zona de estudio son: El Cerro El Barqueño y El Cerro La Verdosilla, ambos son cuerpos intrusivos cuya altitud es de 1,780 m. s.n.m. y 1,820 m. s.n.m. respectivamente. Otras expresiones presentes son la meseta La Laja con altura de 1,540 m. s.n.m. y la meseta El Ollejo de 1,360 m. s.n.m.

Todas estas expresiones constituyen la sierra denominada en este trabajo como Sierra Las Palmas, la cual presenta orientación preferencial NW-SE. En una disposición semiparalela se encuentra La Sierra Jolalpa, cuya máxima altura es de 2,360 m. s.n.m. Tanto la Sierra Jolalpa como la Sierra Las Palmas están afectadas por la Sierra El Comalito, debido a la disposición perpendicular que ésta muestra.

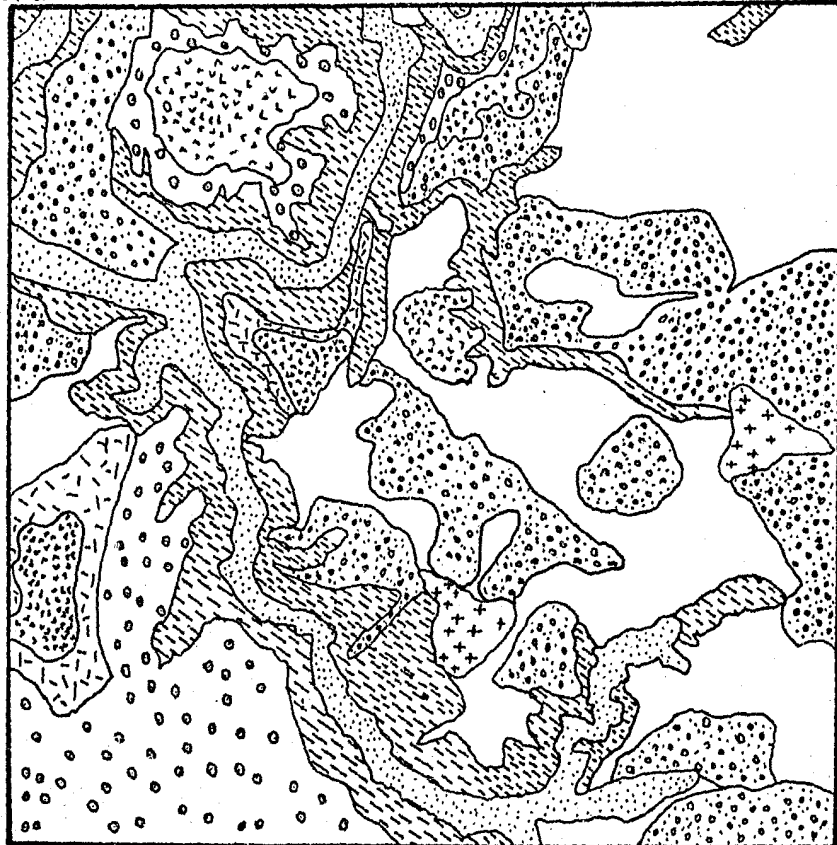
En el área en estudio (Fig. IV.2), se pueden distinguir las siguientes formas del relieve:

- 1.- Mesetas Basálticas.
- 2.- Laderas de cuerpos ígneos intrusivos.
- 3.- Valles profundos de más 100 m.
- 4.- Laderas superiores de los valles.
- 5.- Laderas de lavas basálticas
- 6.- Superficies irregulares de lavas basálticas.

104°31'









104°26'

20°39'



20°34'

EXPLICACION

-  MESETAS BASALTICAS
-  LADERAS DE CUERPOS INTRUSIVOS
-  VALLES PROFUNDOS 100m
-  LADERAS SUPERIORES DE LOS VALLÉS PROFUNDOS 150m
-  LADERAS DE LAVAS
-  SUPERFICIES IRREGULARES DE LAVAS BASALTICAS
-  CABECERAS DE VALLES
-  SUPERFICIES IRREGULARES DE LAVAS ANDESITICAS

0 2 Km



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PLANO GEOMORFOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO	
	TESIS	PROFESIONAL
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG. IV. 2

7.- Cabeceras de valles montañosos.

8.= Superficies irregulares de lavas andesíticas.

MESETAS DE LAVAS BASALTICAS.

Se encuentran ubicadas en las porciones Noroccidental y Centro del área en estudio, representadas por las mesetas El Ollejo, La Pilarica, La Angostura y La Laja. Dichas estructuras se caracterizan por una horizontalidad y se muestran coronando las partes superiores de los cerros.

Las mesetas El Ollejo y La Laja presentan una forma semicircular, con una orientación preferentemente hacia el N-S; las mesetas La Pilarica y La Angostura presentan una orientación básicamente NW-SE.

Debido a sus propiedades litológicas de las estructuras, se pudo observar que éstas son unas de las más resistentes a los procesos modeladores del relieve, siendo esta razón por lo que aún se preserva el carácter casi horizontal. Actualmente la erosión remontante avanza, por lo que gradualmente se van reduciendo en cuanto a la superficie que representan.

LADERAS DE CUERPOS INTRUSIVOS.

Están representados por los cerros El Barqueño y La Verdosilla, siendo su ubicación la porción oriental de la zona en estudio.

Estas estructuras constituyen las porciones más altas del área y a pesar de la posición se pudo observar su gran resistencia a los procesos erosivos; ya que las profundidades de disección producidas por las corrientes superficiales son las menos desarrolladas en el área.

VALLES PROFUNDOS.

Se han delimitado no los valles completos sino el fondo de éstos, generalmente cortes de un mínimo de 100 m. en sentido vertical. Estos valles han sido originados por la erosión fluvial a lo largo de fracturas o siguiendo los límites de las principales estructuras. El más importante es el que ha formado el Rfo Atenguillo, que se ubica en la porción occidental.

Es importante mencionar que estos valles encuentran su desarrollo en las rocas extrusivas de composición andesítica, las cuales enmarcan perfectamente a las rocas de mayor resistencia a la erosión (Cerro El Barqueño, Mesetas La Laja, La Pilarica, La Angostura y El Ollejo).

LADERAS SUPERIORES DE LOS VALLES PROFUNDOS.

Representan la porción superior de los valles profundos y también los valles de poca profundidad (menores de 150 m.). Debido a que han sido afectados en mayor proporción por los procesos erosivos fluviales y gravitacionales, presentan pendientes no tan abruptas de 33° aproximadamente.

LADERAS DE LAVAS BASALTICAS.

Se forman por las acumulaciones de lava en laderas pre-existentes. Son una continuación de las mesas basálticas; se caracterizan por un grado de erosión muy débil aunque sus pendientes son muy fuertes, casi verticales.

En estas formas son muy características las coloraciones rojizas debidas a la oxidación que es el tipo de intemperismo dominante.

SUPERFICIES IRREGULARES DE LAVAS BASALTICAS.

Debido a los procesos modeladores del relieve, estas superficies representan los primeros remanentes erosivos de la estructura original; muestran pendientes muy suaves, del orden de 11° aproximadamente. Estas superficies se ubican principalmente en la porción SW, alrededor del Cerro La Laja, y en la porción NW alrededor de la meseta basáltica denominada El Ollejo.

CABECERAS DE VALLES.

Son las laderas que han sido modeladas por procesos fluviales y gravitacionales, se encuentran con mayor frecuencia dentro del área en estudio y exhiben pendientes muy suaves de aproximadamente 10° .

Estas laderas se presentan principalmente en las rocas de composición andesítica, donde el mayor fracturamiento se concentra debido a su débil resistencia a los esfuerzos tectónicos.

SUPERFICIES IRREGULARES DE LAVAS ANDESITICAS.

Son las superficies que se encuentran con mayor frecuencia dentro del área en estudio, corresponden a las partes más bajas, donde los procesos erosivos han actuado con mayor intensidad, por lo que las pendientes que presentan son extremadamente suaves.

IV.B LA RED FLUVIAL.

Es sabido que las corrientes superficiales encuentran su desarrollo en las zonas de mayor debilidad cortical. Este hecho en la región que comprende el presente trabajo se manifiesta claramente, ya que tiene su máximo desarrollo sobre la litología que presenta menor resistencia a los procesos erosivos, que es precisamente en las rocas volcánicas andesíticas que se encuentran en el área y que en su mayor parte están constituidas por plagioclasas calcosódicas que ofrecen muy poca resistencia al intemperismo.

Las red hidrográfica está constituida por dos cauces principales (Fig. IV.3); el río Atenguillo y el río Pánico. Estos dos ríos presentan una disposición semiparalela, debido a que su comportamiento está regido por la presencia de dos fallas regionales que afectan el área. El río de mayor importancia es el denominado Atenguillo, el cual cruza la asignación en la parte sur, con tendencia general NW-SE y hacia la parte meridional con una tendencia N-S, - cambiando hacia el N a una dirección W-E.

Debido a que tanto los cuerpos intrusivos como las mesetas de basalto son de composición menos alterable que las rocas andesíticas, se tienen diferentes profundidades de disección:

La mayor profundidad de disección es la mostrada por el río Atenguillo, la cual varía entre los 300 y 320 metros; sobre el Río Pánico hacia la parte NW de 40 a 60 metros y hacia el Norte donde se encuentran las mesetas La Angostura y La Pilarica de 100 a 110 metros. Esta variación, en cuanto a la profundidad, se debe al carácter de cada corriente: la del río Pánico es considerada como una corriente intermitente, por lo que la cantidad de material acarreado es menor; la del río Atenguillo que es una corriente permanente, provoca una mayor erosión sobre la superficie y por lo tanto una mayor profundidad.

104° 31' 1

104° 26'
20° 39'



20° 34'

EXPLICACION

 CORRIENTE PRINCIPAL

 CORRIENTE SECUNDARIA

POBLACION



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	RED HIDROLOGICA DEL AREA DE ESTUDIO	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV.3
	ALVAREZ ROSALES J.	1985

Los valles que ocasionan las corrientes superficiales son de dos tipos: Simétricos y Asimétricos.

Los valles simétricos cortan rocas de igual composición, tal es el caso del río Pánico que corre sobre rocas andesíticas. Los valles asimétricos se forman cuando la erosión corta rocas de diferente composición, esto es observable en el contacto de cuerpo intrusivo con el andesítico y en el contacto de las mesetas basálticas y las rocas andesíticas.

IV.C DESCRIPCION GEOMORFOLOGICA DE LA HOJA AMATLAN DE CAÑAS Y GUACHINANGO.

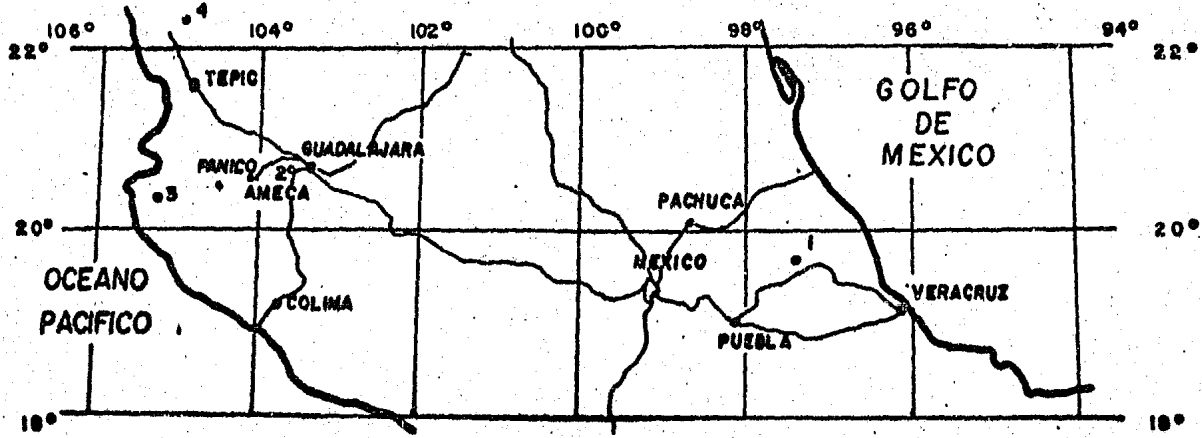
Mc. Dowel y Clabaugh, 1979, realizaron estudios geológicos a detalle en la Sierra Madre Occidental, entre las ciudades de Durango, Mazatlán y en la porción Oeste de Chihuahua, revelando la presencia de 4 calderas y la evidencia de otras dos.

Mas tarde ellos mismos extrapolaron esta información sobre La Sierra Madre Occidental y estiman conservadoramente la existencia de 200 - 400 calderas; además de la existencia de otras a lo largo de todo el Eje Neovolcánico.

Nieto y Asociados en 1981, esbozan un rasgo curvilíneo en el Estado de Nayarit, al que se le denominó plataforma levantada de la Mesa del Nayar, pero sin sugerir que pudiera representar una caldera. Actualmente el personal de la Comisión Federal de Electricidad, realiza estudios en esa área para poder definir algo al respecto (comunicación personal, Dr. González Partida, E. 1983).

La Fig. IV.4 muestra las diferentes calderas reportadas a lo largo del Eje Neovolcánico y en regiones aledañas a la de estudio.

Tomando en cuenta estas consideraciones, el objetivo de esta descripción geomorfológica es aportar información para que en trabajos futuros se concluya la existencia o no de una paleocaldera; lo cual sería de una gran utilidad en los programas de prospección de yacimientos minerales, así como en el campo de la Geotermia.



- 1 LOS NUMEROS
- 2 LA PRIMAVERA
- 3 BAHIA BANDERAS
- 4 BAYAR?

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	LOCALIZACION DE ALGUNAS CALDERAS		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV. 4	1983
ALVAREZ ROSALES J.			

Para esta descripción se han utilizado las cartas de Detena1 escala - 1:50 000, que corresponden a la de Amatlán de Cañas (F-13-D-52) y la de Guachinango (F-13-D-62).

El área que comprende la presente descripción está entre los 20° 30' - 21° 00' latitud Norte y 104° 20' - 104° 40' longitud Oeste, abarcando una porción de los Estados de Jalisco y Nayarit, (Fig. IV.5).

La Fig. IV.5 muestra la distribución de los rasgos geológicos que más adelante se describen.

Las rocas que afloran son:

- Rocas Igneas extrusivas
- Igneas intrusivas de composición ácida
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas
- Material Aluvial

Las rocas ígneas extrusivas están representadas por andesitas, riolitas, tobas y basaltos. Este tipo de rocas es la que más abunda en el área.

Las rocas ígneas intrusivas están constituidas por granitos, granodioritas, dioritas y tonalitas (Cerro El Barqueño). Estas rocas se reportan con más abundancia en la Hoja Amatlán de Cañas, no obstante, también se manifiestan en la Hoja de Guachinango en la porción Norte y Sur, aunque son de menores dimensiones.

Las rocas sedimentarias se presentan exclusivamente en el Norte y Centro de la Hoja Amatlán de Cañas, las cuales incluyen areniscas y conglomerados.

Las rocas metamórficas al igual que las sedimentarias, solamente afloran en la porción norte - centro de esta misma Hoja, siendo representadas por esquistos y mármoles.

El material aluvial, producto de la erosión de las rocas existentes, - se encuentra ocupando las márgenes de los ríos (Ameca, Atenguillo y Pánico),

EXPLICACION

- A SIERRA JOLALPA
- B SIERRA EL COMALITO
- C SIERRA LAS PALMAS
- D SIERRA EL ROSARIO
- E SIERRA EL GUAMUCHIL

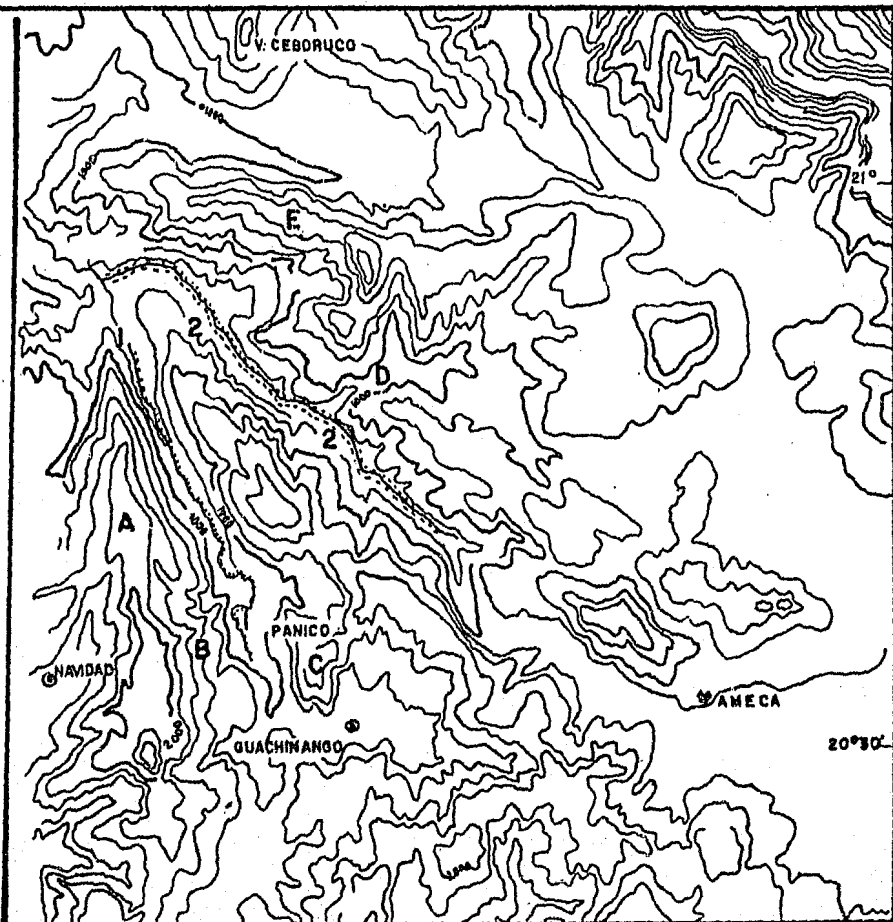
RIOS

- 1 ATENQUILLO
- 2 AMECA

CURVA DE NIVEL

0 10 Km

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	PLANO DE LA DESCRIPCION GEOMORFOLOGICA		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV.5	1983
	ALVAREZ ROSALES J.		



así como en otros pequeños afloramientos distribuidos en toda el área.

SIERRA LAS PALMAS.

Está situada en la porción Sur del área que comprende esta descripción (Fig. IV.5) (Hoja Guachinango) mostrando una orientación NW-SE, con alturas - que varían entre los 1,300 m. s.n.m. y los 1,400 m. s.n.m. En ella afloran rocas ígneas intrusivas de composición ácida (Tonalita, Cerro El Barqueño), tobas andesíticas y derrames basálticos, así como rocas extrusivas de composición intermedia a ácida.

SIERRA JOLALPA.

Esta sierra muestra una orientación NW-SE, presentándose en forma semi paralela a La Sierra Las Palmas (Fig. IV.5) en la porción Sur, pero hacia el Norte cambia su orientación a NE-SW hasta unirse con La Sierra Las Palmas y - así formar una sola estructura.

Las rocas que constituyen esta sierra son de origen ígneo extrusivo de composición ácida y tobas, siendo sus máximas alturas de 2,300 m. s.n.m. y - las mínimas de 600 m. s.n.m.

SIERRA EL COMALITO.

Se ubica en la porción Sur del área en estudio y se caracteriza por su forma oblicua con respecto a la Sierra Las Palmas. Muestra una orientación NE-SW y está constituida por rocas ígneas extrusivas, de composición ácida principalmente, así como básica debido a derrames recientes de composición basáltica que han tenido lugar en el área; las elevaciones que se tienen varían entre los 2,500 m. s.n.m. y los 180 m. s.n.m.

SIERRA EL GUAMUCHIL.

Se encuentra en la parte Norte de la Hoja Amatlán de Cañas, mostrando una orientación diferente a las otras sierras (NW-SE), debido a que ésta es - de Este-Oeste y con unas deflexiones en sus extremos hacia el Sur.

Esta constituida por rocas ígneas extrusivas de composición ácida, tobas y pequeños cuerpos de rocas intrusivas ácidas. Sus alturas varían entre los 1,100 m. s.n.m. y los 1,600 m. s.n.m., aunque llegan a encontrarse hasta de 1,900 m. s.n.m.

SIERRA EL ROSARIO

Esta sierra ocupa la porción Nororiental de la Hoja Amatlán de Cañas y esta regida por una falla normal de dirección NW-SE a la que debe su orientación.

Está integrada por rocas ígneas intrusivas ácidas (granitos), rocas metamórficas (esquistos y mármoles) y tobas, sus alturas varían de 2,200 m. s.n.m. a 1,500 m. s.n.m.

Una serie de aparatos volcánicos de forma semi-circular con sus respectivas coladas de lava están ampliamente distribuidas en todo el área, presentándose con mayor frecuencia a todo lo largo de las márgenes de los ríos Amecca y Atenguillo, aunque algunos llegan a encontrarse en las zonas comprendidas entre los ríos antes mencionados. Por su extensa distribución estos aparatos enmascaran el relieve original y hacen difícil la distinción de las estructuras pre-existentes.

LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES SON LAS SIGUIENTES:

En la porción Noroccidental: cerro La Laja con altura de 1,600 m. s.n.m., cerro Peña Blanca con 1,800 m. s.n.m., los cerros Zacatongo, La Ciénega, El Naranja, todos con elevaciones mayores a los 1,200 m. s.n.m.; hacia la porción Nororiental: cerro La Huerta con 1,800 m. s.n.m., cerro Las Cebollas y cerro El Metate con alturas de 1,680 m. s.n.m. y 1,700 m. s.n.m., respectivamente.

Debido a las erupciones volcánicas en conjunto con los movimientos tectónicos y procesos erosivos que afectan a estas estructuras, se tienen las expresiones denominadas mesetas basálticas cuya horizontalidad que exhiben es su rasgo característico, dichas expresiones se encuentran también en una forma

muy distribuida dentro de la región que comprende esta descripción siendo la de mayor dimensión la que se encuentra en la intersección de los ríos Ameca y Atenguillo, creando una forma semicircular regida a su alrededor por fallas normales, que a la vez controlan los cauces de los dos ríos; dicha meseta exhibe un diámetro de aproximadamente 1 Km. Otras estructuras de menor dimensión son: las mesas La Pedregosa, Juana de Castillo, El Jocuixtle, así como La Angostura, El Ollejo y La Pilarica descritas anteriormente.

Debido a la resistencia a la erosión de las rocas ígneas intrusivas y las metamórficas, éstas vienen a representar las formas de relieve de mayor altura en cuanto a su expresión topográfica, siendo sus valores máximos de 2,000 a 2,300 m. s.n.m.

Las mesetas de basalto cuya actitud horizontal es característica, constituyen otro rasgo importante ya que sus alturas (2,000 m. s.n.m.) conforman las mayores expresiones del área.

En general el fracturamiento existente tiene una mayor predominancia al NNE-SSW; y en segundo término al NW-SE. Además se tiene el fracturamiento radial producido por las mesetas de basalto y por los cuerpos ígneos intrusivos (cerro El Barqueño y sierra El Rosario).

El fallamiento existente es regional, de tipo normal, con orientación preferencial NW-SE. Una de las fallas principales debidas a su extensión, es la que se encuentra en la porción norte en la Hoja Amatlán de Cañas (sierra El Rosario); esta falla presenta una orientación NW-SE, aunque más al centro y en la parte occidental cambia de dirección para colocarse en posición E-W, mostrando una disposición semiparalela al río Ameca. Fallas regionales de menor extensión son las representadas por los ríos Atenguillo y Pánico, estas encuentran su mayor desarrollo en la rocas ígneas extrusivas de composición intermedia, las cuales también están controladas por la ubicación de los cuerpos intrusivos y derrames basálticos existentes. Estos al igual que la falla regional antes descrita presentan una orientación NW-SE.

Fallas de menor extensión se ubican en el área comprendida entre los ríos Atenguillo y Ameca, mostrando orientaciones al NW-SE principalmente y NE-SW; dando a la zona un aspecto escalonado debido a las fosas tectónicas que ellas representan.

Al norte de la Hoja Amatlán de Cañas, específicamente, en la unión de los ríos Ameca y Atenguillo, existe una estructura volcánica (meseta de basalto) conteniendo fallas en disposición semicircular.

El patrón de la red fluvial es principalmente de tipo dendrítico y está regido por la competencia de las rocas; dicha red está integrada por dos ríos principales que presentan un arreglo semi-circular ya que en su porción Noroccidental (Hoja Amatlán de Cañas) se unen para formar el río Ameca.

Debido a la composición de las rocas ígneas extrusivas intermedias (andesitas), las areniscas y conglomerados; los procesos erosivos actúan con mayor intensidad en ellas por lo que la profundidad de disección que en ellas se tienen (mayores a 200 m.) es mayor que en las rocas ígneas intrusivas ácidas (80 m.).

La profundidad de disección que muestran estos dos ríos oscila entre los 80 m. y 350 m. dependiendo del tipo de roca que van cortando; aunque también llegan a localizarse en planicies donde la profundidad de disección es mínima.

Los dos ríos son permanentes por lo que su capacidad de erosión es constante, ambos muestran una serie de meandros, los cuales están más desarrollados en las planicies aluviales, así como en las rocas ígneas extrusivas, aunque algunos se encuentran controlados por fracturas ya existentes.

Los valles que provocan las corrientes superficiales son de dos tipos: Simétricos y Asimétricos.

Los valles Simétricos disectan rocas de igual composición, no así los asimétricos que encuentran su desarrollo cuando atraviezan rocas de distinta composición, esto es, rocas intrusivas en contacto con rocas extrusivas.

Es importante recalcar que la sierra El Rosario constituida por areniscas, conglomerados, esquistos, mármoles y granitos presenta una orientación preferencial NW-SE (Hoja Amatlán de Cañas) cuya disposición es semi-paralela al curso del río Ameca. Además de que existen una serie de fosas tectónicas producidas por el fallamiento normal que también tiene un patrón NW-SE; en lo

que corresponde al río Atenguillo presenta un semi-paralelismo con la sierra Jolalpa y la sierra Las Palmas cuyas rocas aflorantes son tobas, granitos, andesitas y tonalitas presentando una orientación preferencial NW-SE.

En general, tomando en cuenta la disposición de las sierras, fallas regionales y corrientes superficiales que se encuentran en la zona, se puede hablar de una estructura semi-circular, aunque la porción SE de esta estructura no parece confirmar dicho rasgo curvilíneo, debido posiblemente a la destrucción de las estructuras originales por el vulcanismo terciario (Lugo Hubp, comunicación personal, 1983).

IV.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El objetivo de este capítulo es mostrar los elementos estructurales más importantes en el área de estudio, como son el sistema de fallas y fracturas, así como los cuerpos intrusivos que en ella afloran; los cuales son el resultado directo de los eventos tectónicos que han trascurrido a lo largo del tiempo y que han tenido influencia sobre las rocas ya existentes.

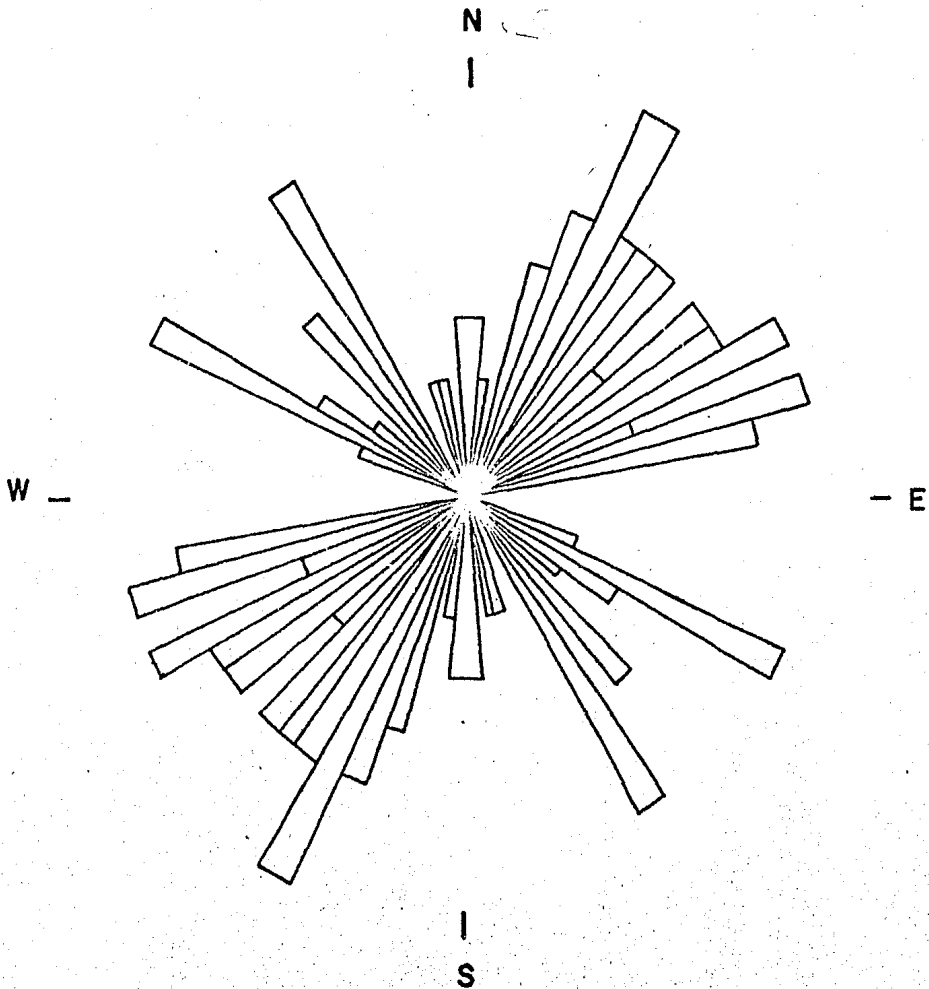
Para lograr dicho objetivo se hizo necesario realizar una serie de estudios, los cuales incluyen la utilización de diagramas estereográficos por medio de la falsilla de Schmidt y la de Kalsbeek; así como diagramas de rosetas de fracturas.

IV.2a ROSETAS DE FRACTURAS

En base a este análisis (Fig. IV.2.1) se ha podido distinguir dos orientaciones preferenciales, la NE-SW y la NW-SE tendiendo a ser perpendiculares entre sí.

En cuanto a su abundancia se puede constatar claramente la predominancia de las orientaciones NE-SW sobre las NW-SE, por lo que se podría concluir que la dirección de los esfuerzos actuó con mayor intensidad sobre la orientación NW-SE.

Como se había mencionado anteriormente, la orientación preferencial es la NE-SW, en la que las mayores expresiones están comprendidas entre los 25°-



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA		
	GEOLOGIA		
	ROSETA DE FRACTURAS		
	TESIS PROFESIONAL		
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV.2.1	1983
	ALVEREZ ROSALES J.		

30° y en segundo término entre 60° - 65° y 70° - 75° (Fig. IV.2.1), aunque hay un fracturamiento homogéneo y constante entre los 20° - 80°.

En cuanto a la orientación NW-SE el mayor fracturamiento está comprendido entre los 30° - 35° y 60° - 65°, presentándose algunos intervalos de menor importancia distribuidos entre los 40° - 45°.

IV.2b ANALISIS POR RED ESTEREOGRAFICA

Para este análisis se agruparon las orientaciones en función de la litología que las aloja y en un diagrama general.

En los siguientes párrafos se mostrarán los diagramas hechos con las redes estereográficas, así como sus respectivos resultados; cabe mencionar que la Falsilla de Schmidt se utilizó para realizar los diagramas de puntos y la de Kalsbæk para realizar diagramas de distribución de densidad.

De las Figs. IV.2.2a y IV.2.2b se desprende que existen dos orientaciones preferenciales tendiendo a ser perpendiculares entre sí, observándose claramente por medio del diagrama de distribución de densidad (IV.2.2b) que la orientación NE-SW es más abundante, teniendo una distribución de densidad del 16% por 1% comprendida entre los 60° y 70°, y una distribución más homogénea entre los 20° a 30°, con una distribución del 13% y 14% por 1%.

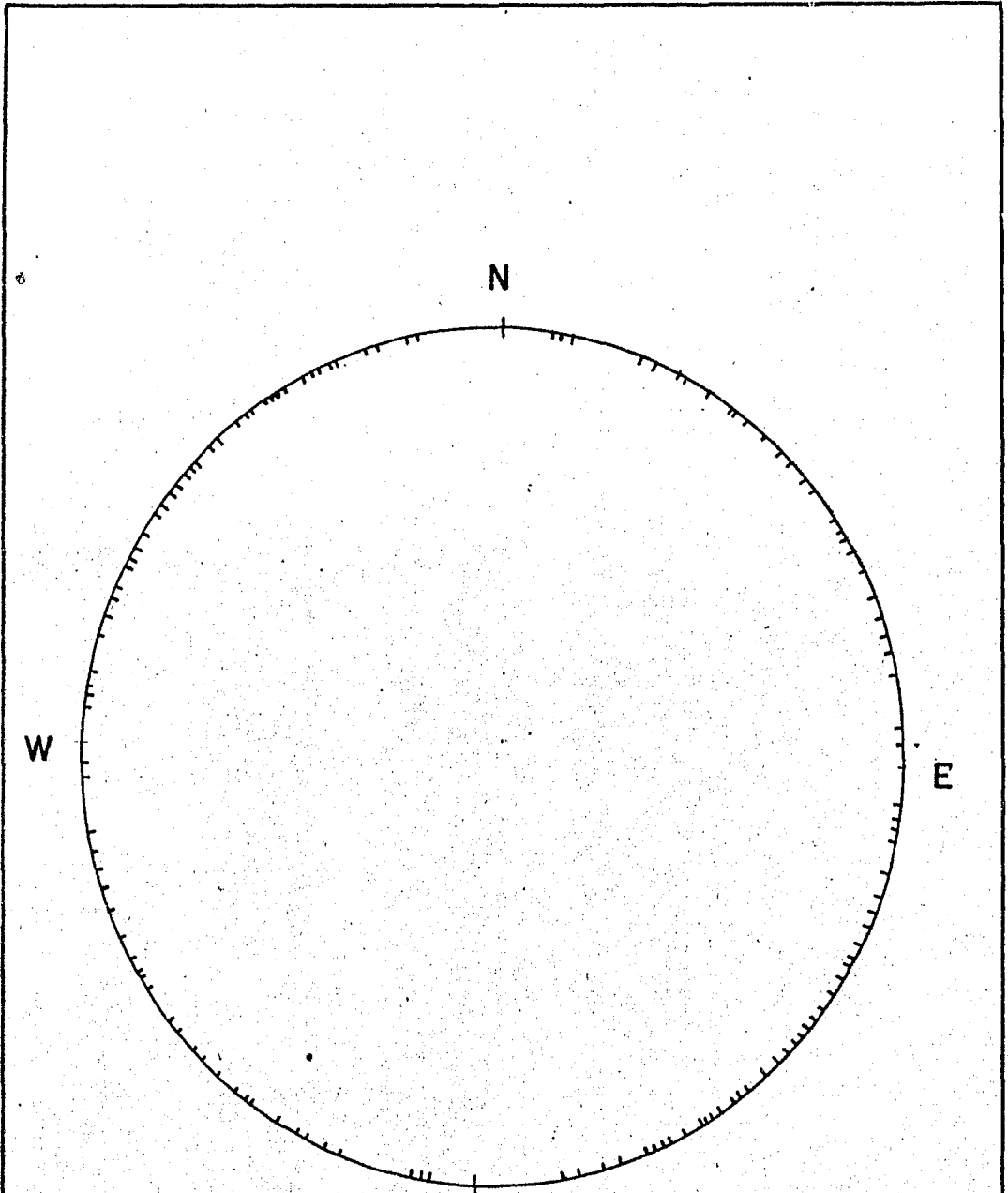
Se observa una orientación menos homogénea y con esta más abundante al NW-SE, en el que la orientación entre 0-15° y 15°-35° con una distribución de densidad del 9% por 1% que es la de mayor importancia. En segundo término se encuentra la comprendida entre los 55°-65° con una distribución de densidad del 8% por 1%.

Ahora, con respecto a cada unidad litológica se tienen los siguientes resultados:

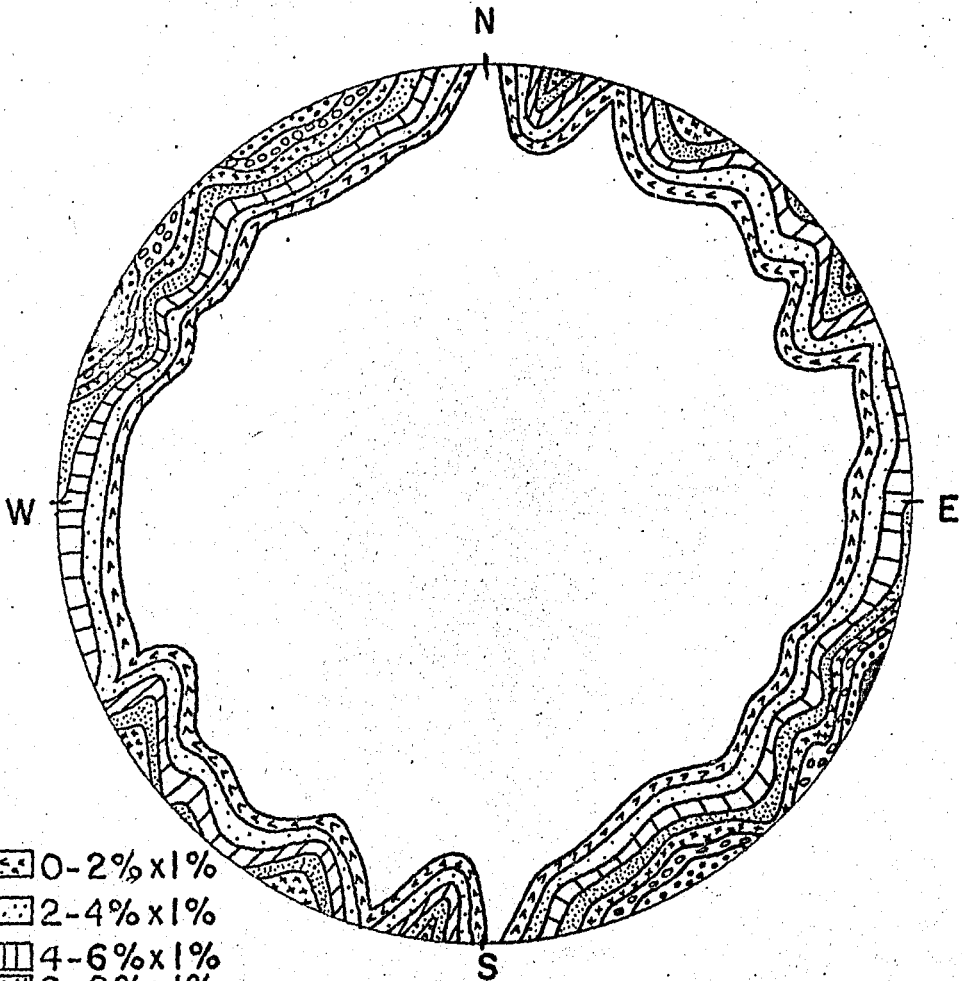
SERIE ANDESITICA









ANDESITA

La roca exhibe un fracturamiento cuya orientación predominante es la -



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	DIAGRAMA DE PUNTOS	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG.IV.2.2a
	ALVAREZ ROSALES J.	



-  0-2% x 1%
-  2-4% x 1%
-  4-6% x 1%
-  6-8% x 1%
-  8-10% x 1%
-  10-12% x 1%
-  12-14% x 1%
-  >14% x 1%

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE DENSIDAD	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG. IV. 2. 2b

NE-SW, está comprendida entre los 55° - 70° y con una distribución de densidad de 4% por 1%. Se tiene otro fracturamiento constante y homogéneo el cual se encuentra entre los 20° - 33° con distribución de densidad de 3% por 1%.

En cuanto a la orientación NW-SE, existe una comprendida entre los 22° - 33° con distribución de densidad del 5% por 1% y otros entre los 55° - 70° y 72° - 88° con distribución de 3% por 1% (Fig. IV.2.3a).

ANDESITA-ANDESITA PORFIDICA

Estas rocas comprenden dos principales orientaciones de fracturamiento el NE-SW que varía entre los 60° - 75° con una distribución del 2% por 1% y otra comprendida entre los 75° - 88° con la misma distribución; el fracturamiento de orientación NW-SE se encuentra muy escasamente y sólo se distribuye entre los 20° - 35° con una distribución de densidad del 2% por 1%. (Fig. IV.2.3b).

ANDESITA-ANDESITA PORFIDICA-TONALITA

El fracturamiento comprendido en estas rocas se presenta exclusivamente con orientación NE-SW, distribuido únicamente entre los 60° - 70° y con una distribución de densidad de 2% por 1% (Fig. IV.2.3c).

TOBA ANDESITICA

Dicha roca comprende una sola orientación de fracturamiento el NE-SW, el cual varía entre los 70° - 80° con tendencia N-S y una distribución del 2% por 1% (Fig. IV.2.4d).

ANDESITA PORFIDICA

El fracturamiento existente presenta una orientación NE-SW, principalmente variado entre los 26° - 42° y 70° - 88° y de una manera homogénea 10° - 20° y E-W, con una distribución de densidad del 3% X 1% y un fracturamiento menor al NW-SE de 70° - 80° con una distribución de densidad del 2% por 1%. (Fig. IV.2.4e).

TOBA-ANDESITA

Este fracturamiento muestra una sola orientación, la NE-SW, concentrada

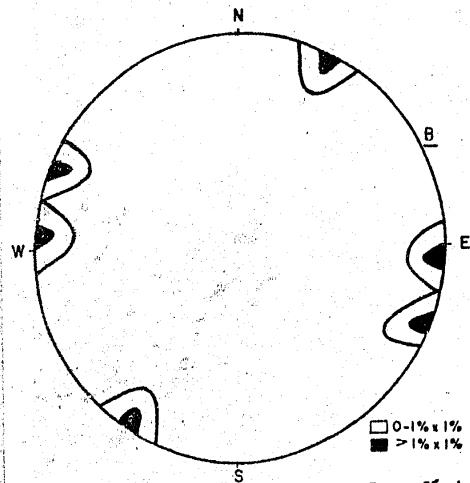
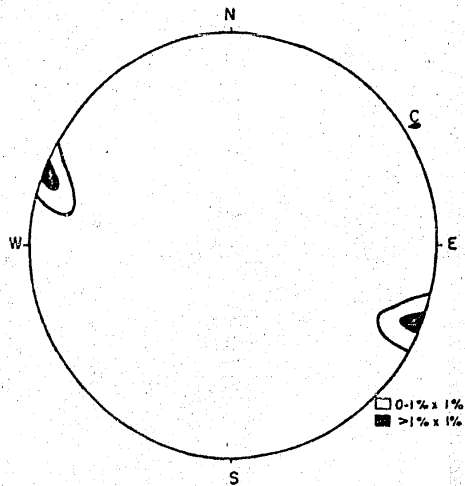
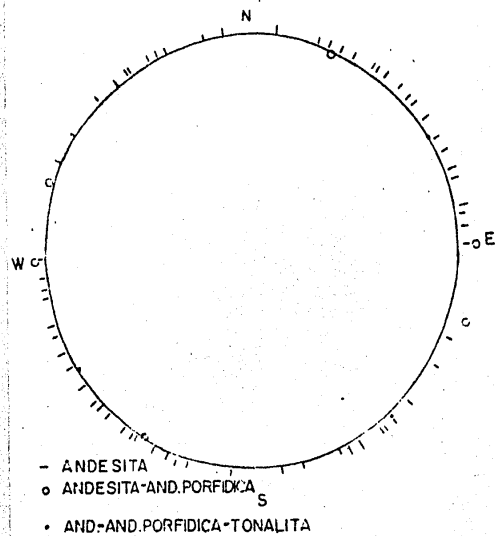
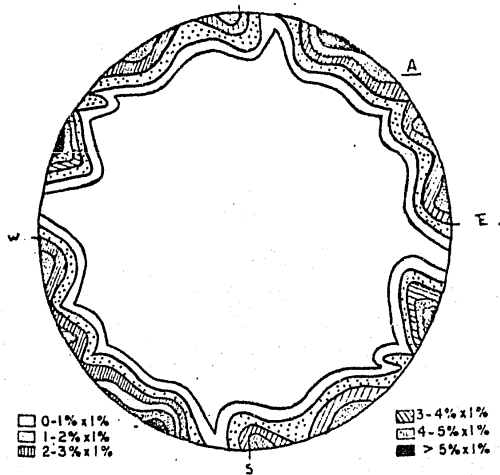


Fig. IV.2.3

Rosas Sánchez Leticia
 Alvarez Rosales Julio

entre los 26°-42° y 48° a 58° con una distribución de densidad homogénea del 1% X 1% (Fig. IV.2.4f).

TONALITA

El fracturamiento que exhibe esta unidad litológica se presenta sin una orientación preferencial, es decir distribuida en forma dispersa alrededor de dicha unidad litológica, aunque es notable la concentración hacia NE-SW.

TONALITA - ANDESITA

La orientación preferencial que se observa en esta unidad es la NE-SW, la cual tiene su mayor concentración entre los 72°-80° y distribución de densidad del 3% X 1%, observándose un fracturamiento homogéneo entre los 10°-42° con distribución de densidad de 1% X 1%; en cambio al NW-SE el fracturamiento es muy escaso quedando incluido únicamente entre los 42° - 49°. (Fig. IV.2.5g).

BASALTO - ANDESITA

Esta unidad únicamente exhibe un fracturamiento con orientación NE-SW comprendida entre los 40° y 52° y con distribución de densidad del 3% por 1%, tendiendo hacia el N-S con una distribución de densidad del 4% por 1% (Fig. IV.2.5h).

BASALTO-ANDESITA PORFIDICA

El único fracturamiento de este tipo de rocas es de orientación NE-SW, comprendido entre los 30° y 37° con distribución de densidad de 3% por 1% (Fig. IV.2.5i).

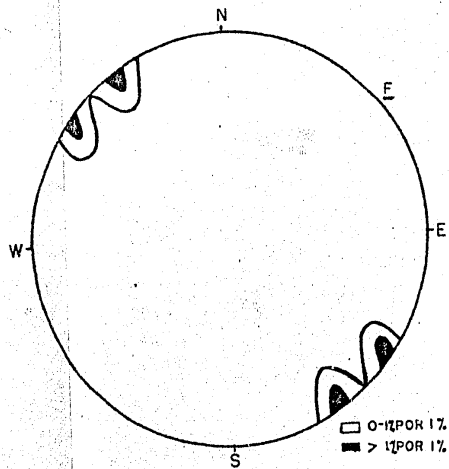
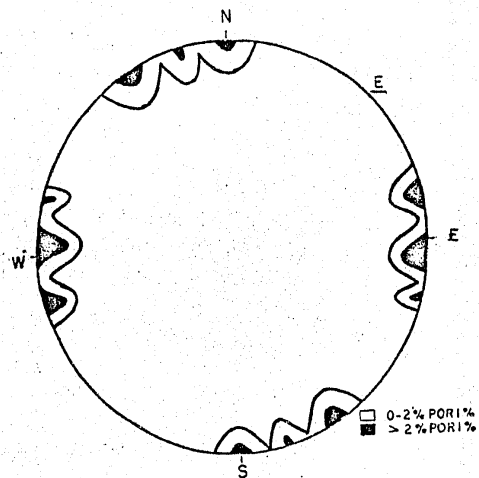
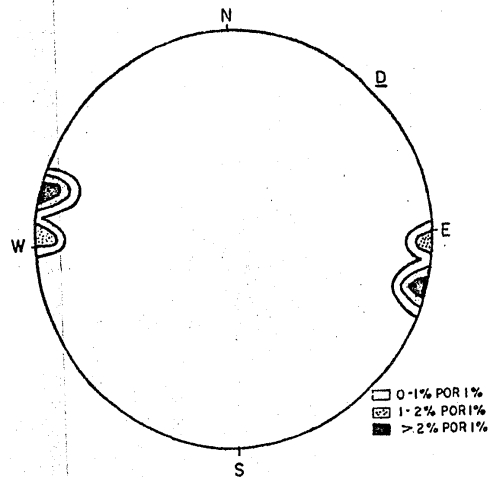
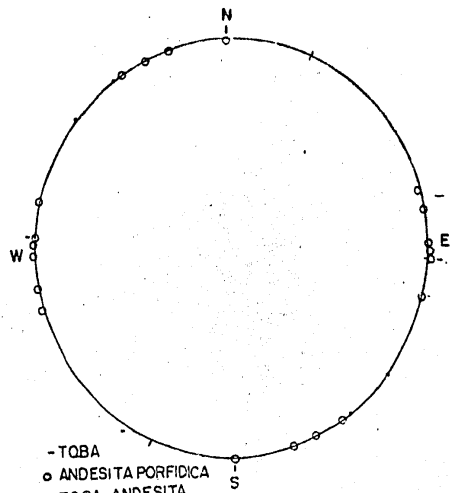


Fig. IV. 2-4

Rosas Sánchez Leticia

Alvarez Rosales Julio

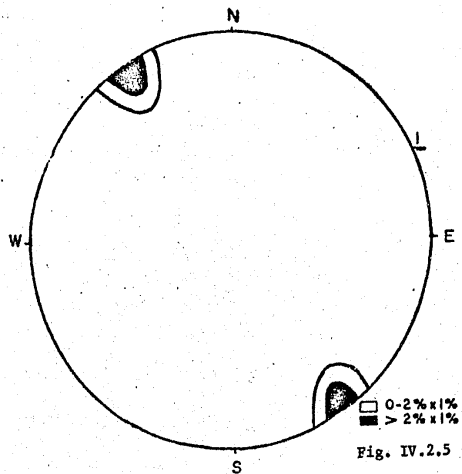
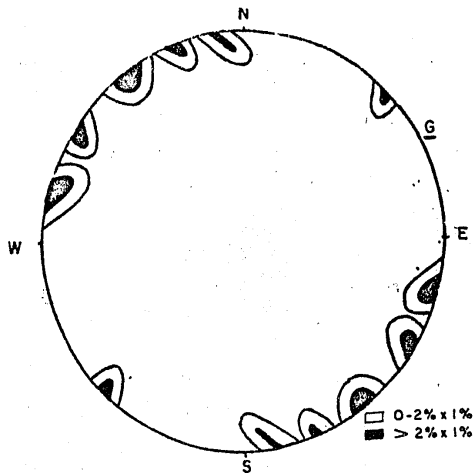
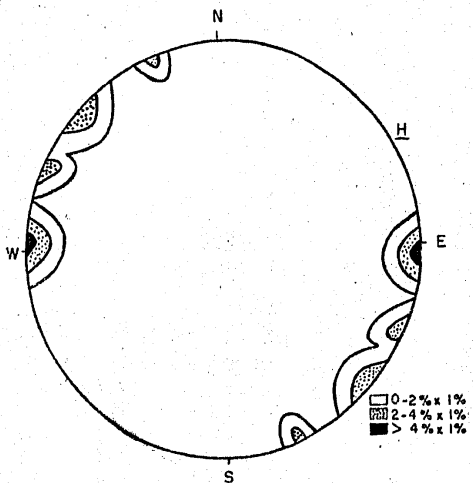
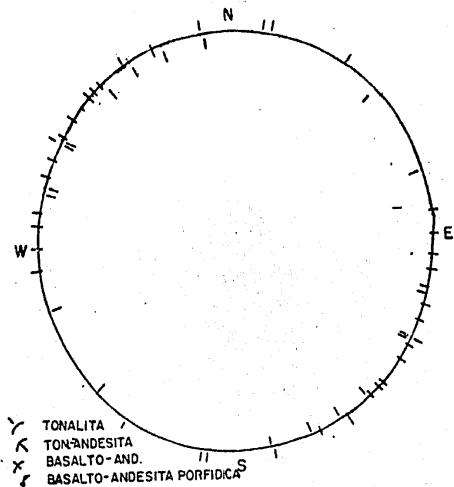


Fig. IV.2.5

Rosas Sánchez Leticia
 Alvarez Rosales Julio

O R I E N T A C I O N E S

DISTRIBUCION DE
DENSIDAD:

LITOLOGIA	NE-SW	NW-SE	N-S	E-W	NE-SW	NE-SW	N-S
Andesita	55°-70°	22°-33°	-	-	4%X1%	5%X1%	-
Andesita-Andesita Porfídica.	60°-75°	20°-35°	-	-	2%X1%	-	-
Andesita-Andesita Porfídica-Tonalita	60°-78°	-	-	-	2%X1%	-	-
Toba Andesítica	70°-80°	-	-	-	2%X1%	-	-
Andesita Porfídica	70°-88°	70°-80°	-	-	3%X1%	-	-
Toba-Andesita	48°-58°	-	-	-	1%X1%	-	-
Tonalita	-	-	-	-	-	-	-
Tonalita-Andesita	72°-80°	42°-49°	-	-	3%X1%	-	-
Basalto-Andesita	40°-52°	-	-	-	3%X1%	-	4%X1%
Basalto-Andesita Porfídica	30°-37°	-	-	-	3%X1%	-	-

Como resultado de los estudios antes presentados se puede concluir:

- Existen dos orientaciones preferenciales, siendo la NE-SW la más importante con respecto a la NW-SE, esto nos indica dos etapas de fracturamiento regional.

- Las rocas que componen la serie andesítica han sido las más susceptibles al fracturamiento con orientación NE-SW, esto es comprensible debido a su baja competencia con respecto a las otras unidades litológicas, por lo cual se le puede considerar la roca más viable para alojar la mineralización. Esta serie presenta un intervalo de mayor fracturamiento entre los 50°-80°, comprobándose esto en el diagrama general de distribución de densidad (Fig. IV.2.2b).

- La distribución de densidad para la serie andesítica queda comprendida entre 0-4% por 1%.

- El cuerpo ígneo intrusivo no mostró ningún patrón preferencial de

orientación, aunque tiende ligeramente a agruparse al NE-SW, esto puede indicar que el fracturamiento se produjo al emplazarse dicho cuerpo. Debido a la tendencia de fracturamiento NE-SW, se puede pensar que esto es sincrónico o ligeramente posterior al fracturamiento que afectó a la serie andesítica (NE-SW) en cuanto al tiempo de formación de ambos.

El fracturamiento que muestran los basaltos tiene una marcada tendencia NE-SW comprendida entre los 30°-45° y con una distribución de densidad muy homogénea del 3% por 1%.

El fracturamiento con orientación NW-SE es escaso en comparación con el NE-SW, pero esto no implica que no sea importante, ya que agrupa a las dos fallas regionales de tipo normal que corresponden a los cauces de los ríos Pánico y Atenguillo.

Desde el punto de vista económico es importante, ya que desplaza a las estructuras mineralizadas haciendo más difícil su exploración y más adelante su explotación.

El desplazamiento de las vetas producido por las fallas normales (ver plano Fotogeológico) posiblemente nos indica que la mineralización ya existía cuando se produjo el fracturamiento NW-SE (fallas normales).

Las fallas regionales producen una serie de bloques desplazados en forma de fosas tectónicas (Grabens) semejando una serie de escalones.

El fracturamiento distribuido radialmente en el cuerpo intrusivo, es considerado de gran importancia ya que también afectó a la serie andesítica y a las estructuras mineralizadas desplazándolas (observaciones de campo).

Esto hace pensar que aparentemente la mineralización pudo haber sido anterior al emplazamiento del cuerpo intrusivo, aunque no implica que dicho cuerpo no haya producido mineralización alguna ya que se reporta vetas en la parte sur del cerro El Barqueño, las cuales no son económicamente explotables (López Ojeda A., 1983 comunicación personal).

IV.3 ESTRATIGRAFIA

La columna litológica se estableció en base a las observaciones de campo con la ayuda de los barrenos de perforación programados por el Personal Técnico del Consejo de Recursos Minerales y con la clasificación de cada unidad en el laboratorio.

Debido a que en el área en estudio no existen dataciones radiométricas no se puede establecer una columna estratigráfica con edades precisas, lo que hizo necesario extrapolar datos sobre áreas adyacentes (ver Fig. IV.3.1) (ver Cap. IV,4). Demant y Robin C. (1975) consideran que la historia geológica del Eje Neovolcánico comprende desde el Eoceno al Cuaternario, aunque otros la incluyen a partir del Oligoceno (Mooser F. 1970).

BASAMENTO CRISTALINO.

Dentro del área en estudio no se encuentra reportado el tipo de rocas que constituyen el basamento debido al gran espesor que muestran las rocas extrusivas de composición andesítica. La Comisión Federal de Electricidad perforó un pozo hasta 300 m. en el Lago de Chapala sin atravesar otro tipo de roca, sin embargo, hacia la parte suroccidental en las cercanías de Talpa de Allende, Jal, afloran esquistos, filitas y calizas principalmente, las cuales se podrían considerar las constituyentes del basamento (López Ramos E., 1970).

SERIE ANDESITICA

ANDESITA

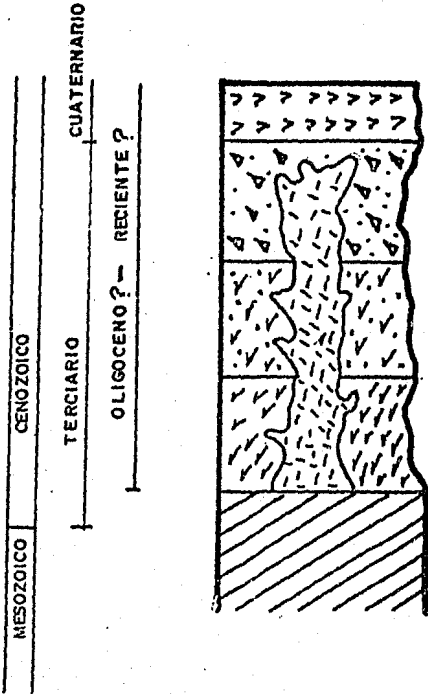
Es la roca que se encuentra más ampliamente distribuida en el área de estudio; aflora principalmente en la parte central. Presenta una coloración verdosa, con tonalidades amarillentas y muestra normalmente una estructura compacta y una textura afanítica.







Al microscopio se observa una textura inequigranular microlítica (ver apéndice Petrográfico) y la siguiente mineralogía.

Esenciales: Plagioclasas intermedias (Oligoclasa-andesina)

Accesorios: Apatito, Esfena.

FIGURA ESQUEMATICA



-  BASAMENTO CRISTALINO
-  ANDESITA
-  ANDESITA PORFIROICA
-  TOBA
-  TONALITA
-  BASALTO

U h. A h.	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	SECUENCIA LITOLOGICA DEL PROSPECTO "EL LARQUENO"	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV. 3.1 1963
	ALVAREZ ROSALES J.	

Secundarios: Clorita, sericita, minerales opacos, minerales arcillosos, calcita, epidota.

La roca se encuentra altamente alterada (Propilitizada) por lo que se hace difícil la identificación de los minerales.

ANDESITA PORFIDICA

Aflora sobre el camino que lleva a la meseta El Ollejo, Las Minas, El Purgatorio, así como sobre el camino que llega al campamento y alrededor de las vetas La Azteca I, Azteca II, Zapoteca, Tórtolas y Angostura, donde forma parte de la roca encajonante.

Presenta un color de intemperismo verde claro, con coloraciones oscuras, blanquesinas y rosadas. Exhibe un estructura compacta y textura porfirítica.

Al microscopio se observa una textura porfídica pilotaxítica (ver apéndice Petrográfico) y la siguiente mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (Oligoclasa-andesina)

Accesorios: Apatito, Zircón.

Secundarios : Clorita, cuarzo, sericita, minerales arcillosos y opacos.

El interés que representa esta unidad, es debido a que constituye la roca encajonante de la mineralización y porque aloja el sistema de vetillas entrelazadas consideradas como "Stock Work" (ver Cap. V).

TOBA ANDESITICA

Aflora en la porción centro y norte de la zona de estudio y en los alrededores de algunas de las vetas en donde constituye parte de la roca encajonante (veta Azteca II y Zapoteca).

Presenta un color de intemperismo pardo con tonalidades amarillas y negras.

La estructura que exhibe esta roca no es muy compacta debido a que se encuentra en una zona de alta alteración y la textura que presenta es Piroclástica.

Al microscopio se observa, una textura Piroclástica y la siguiente mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas intermedias (Oligoclasa), vidrio.

Accesorios: Fragmentos de roca, biotita alterada.

Secundarios: Clorita, minerales opacos y arcillosos, sericita.

Los fragmentos de roca son de una roca ígnea extrusiva en la cual al parecer su principal constituyente son feldespatos.

ROCA IGNEA INTRUSIVA

Aflora en la porción Noroccidental y Nororiental del área de estudio.

Presenta al fresco una coloración gris clara con tonalidades negras (minerales máficos) y blanquesinas (Plagioclasas y cuarzo) y al intemperismo una coloración gris oscuro; muestra una estructura compacta y textura fanerítica.

Al microscopio se observa una textura equigranular hipidiomórfica (ver apéndice Petrográfico) donde los minerales observados son los siguientes:

Esenciales: Cuarzo Plagioclasas (Oligoclasa, andesina).

Accesorios: Biotita, circón, hornblenda y apatito.

Secundarios: Calcita, sericita, minerales arcillosos, opacos y clorita.

De acuerdo al estudio Petrográfico que se realizó, la muestra se clasifica como tonalita.

El Consejo de Recursos Minerales ha clasificado al cerro de El Barqueño como Granodiorita y Diorita. Esta variación en cuando a la clasificación es comprensible tomando en cuenta las dimensiones de dicho cuerpo ígneo intrusivo.

BASALTO

Aflora en la porción norte y Sur-occidental de la zona en estudio. Se encuentra dos tipos de basalto, uno de textura vesicular y otro afanítico variando en cuanto a sus coloraciones desde gris claro a gris oscuro con tonalidades pardas, verdes y rojizas, esta últimas debidas a la oxidación a la que han estado sujetos.

El basalto de estructura compacta se encuentra en la porción Oriental constituyendo la mesa La Pilarica en donde la pseudoestratificación es su rasgo característico.

Al microscopio presenta textura inequigranular, ofítica microlítica - (ver apéndice Petrográfico) en donde la mineralogía es:

Esenciales: Plagioclasas.

Accesorios: Zircón, olivino, apatito, augita y esfena.

Secundarios: Sericita, clorita, calcita y minerales opacos.

La roca se clasificó como basalto de olivino.

El basalto vesicular constituye la denominada meseta La Angostura.

Al microscopio presenta textura microlítica siendo su mineralogía la siguiente:

Esenciales: Plagioclasas (labradorita).

Accesorios: Augita, Zircón, apatito.

Secundarios: Minerales arcillosos y clorita.

De acuerdo al análisis hecho en el laboratorio, la roca fue clasificada como un basalto de augita.

MATERIAL ALUVIAL

Este material ocupa principalmente la planicie, esto es en la porción que corresponde al Ejido de Pánico Jal., así como en las partes superiores de

las mesetas de basalto y a lo largo de los ríos Pánico y Atenguillo.

IV.4 T E C T O N I C A

IV.4a GEOLOGIA HISTORICA.

La Paleogeografía del Cretácico al Cenozoico de México es consecuencia de dos procesos fundamentales: (Damon, Shafiqulah, 1981; Clark y otros, 1982).

- La migración del arco magmático cordillerano como un resultado de los cambios en los movimientos de las placas (Coney Reynolds, 1977; Keith, 1978).

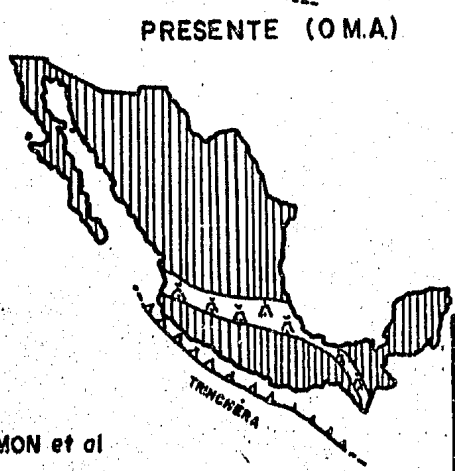
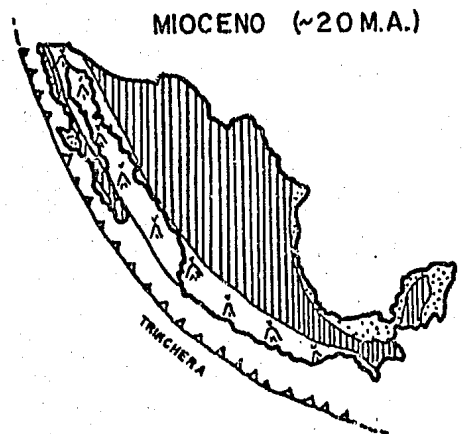
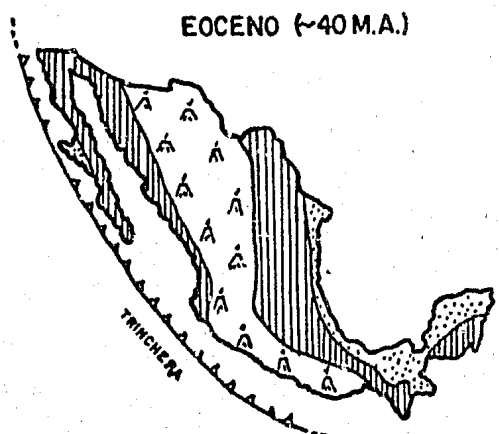
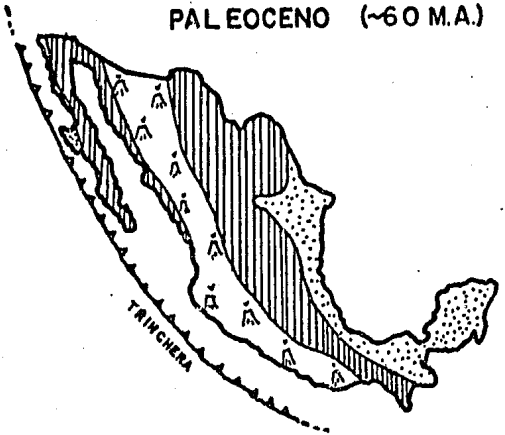
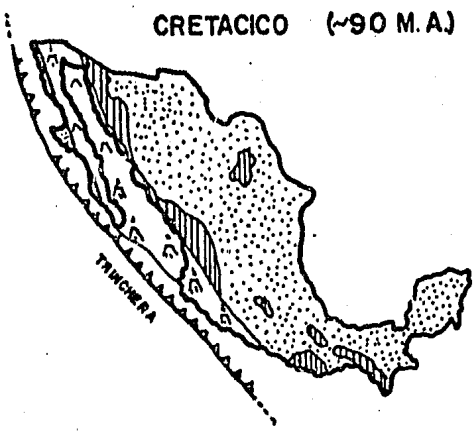
- Un levantamiento en la margen convergente en respuesta a un ajuste isostático (Damon, 1979).




La distribución espacial de las edades de rocas ígneas en el Norte de México, muestran la presencia de la migración, un hiatus y regresión de arcos magmáticos a través de nuestro país (Damon, Shafiqullah, 1981; Clark y otros, 1982).

El primer arco magmático se estableció en la cordillera del sur, desde Chiapas (México) a Nevada y California (E.U.), iniciándose en el Jurásico Temprano (Clark y otros 1982), cerca de una Paleotrinchera avanzando hacia el Este por 40 m.a. Esto es apoyado por una serie de afloramientos que aproximadamente son paralelos a la costa del Pacífico y presentan una distancia con respecto a la Paleotrinchera desde 100 Km. en Chiapas a 500 Km. en Arizona.

Durante el Cretácico Tardío (Fig. IV.4.1) hace 90 m.a., México estuvo regido por un arco magmático tipo andino. Dicho arco migró hacia el este y se extendió hasta el Istmo de Tehuantepec. El levantamiento comenzó en el Cretácico Tardío al tiempo de colisión del continente con la Dorsal Pacífica (East Pacific Rise). Por 60 m.a. sólo la costa del Golfo de México y Yucatán estuvieron todavía sumergidos.

Las diferentes asociaciones minerales en zonas subparalelas a la Paleotrinchera son contrastantes por la distribución del magma en espacio y tiempo con los yacimientos de Cu (Mo, W) (Fig. V.1b) (106-40 m.a. Cretácico-Eoceno)



-  ARCO MAGMATICO
-  ARRIBA DEL NIVEL DEL MAR
-  BAJO EL NIVEL DEL MAR

DAMON et al

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PALEOGEOGRAFIA DE MEXICO DESDE EL CRETACICO AL PRESENTE	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. V.4.1
ALVAREZ ROSALES J.		

en magmas calcoalcalinos, formados durante el avance hacia el Este del arco, de donde los depósitos de Mo y CaF_2 coinciden con el cinturón alcalino durante la transición entre el avance y la regresión de dicho arco, por encima de la mayor profundidad de subducción y con éste se formaron los yacimientos de Pb-Zn-Ag (49-26 m.a.; Eoceno-Oligoceno).

En el Eoceno hace 40 m.a., el avance del arco magmático persistió y fue seguido por un levantamiento continental exponiendo las rocas Laramídicas a la erosión, creando una extensa superficie de erosión en el continente (Fig. IV.4.1) (Damon y Shafiqillah, 1981).

Al sur del Eje Neovolcánico, las rocas volcánicas e intrusivas del Cretácico al Oligoceno, persisten estratigráficamente como una serie volcánica inferior del Cretácico Tardío al Eoceno, con un espesor de 1 a 1.5 Km. que consiste principalmente en andesitas. Están sobreyacidas por la serie volcánica superior de 1 Km. de espesor que está constituido por tobas de composición riodacítica del Oligoceno (Clark y otros, 1982)

Para el Mioceno Temprano el arco magmático migró de regreso hacia el Pacífico y costa de California. Dicho arco fue continuo a lo largo de todo México (Damon y Shafiqillah, 1981), para el Mioceno Medio cesó la subducción y con esto el magmatismo calcoalcalino en la cordillera del Sur (Costa del Pacífico) siendo los yacimientos porfiríticos laramídicos cubiertos por material piroclástico.

Clark y otros en 1982, postulan un segundo arco magmático del Mioceno Tardío al Holoceno representados por productos volcánicos que constituyen el cinturón volcánico trans-mexicano (Eje Neovolcánico), del cual la composición andesítica y dacítica son las más comunes (Gunn y Mooser, 1970).

Desde el Mioceno Tardío la cobertura de basaltos fue extrusionada. La fase plutónica consiste en batolitos en Baja California principalmente al NW de México.

En conclusión Clark y otros en 1982, reconocen tres regímenes magmáticos desde hace 180 m.a. (Jurásico).

El primer evento es del Triásico al Jurásico, el segundo evento define el cambio de magmatismo desde 140 a 16 m.a. (Cretácico-Mioceno), así como el avance hacia el Este desde la antigua margen Pacífica permaneciendo estática por un corto tiempo y regresando rápidamente a la margen continental en el - Mioceno Temprano (Fig. IV.4.1). El tercer evento magmático marca la apertura del Golfo de California, y el magmatismo relacionado a la subducción cesó poco después del fallamiento transcurrente en esa región. Atwater 1970, menciona que lo anterior se debe a que la Dorsal (East Pacific Rise) tocó por primera vez la trinchera de Norteamérica y América Central hace no menos de 30 m.a. (Oligoceno).

La Zona de estudio pertenece al denominado "Graben Tepic-Chapala (Fig. IV.4.2) es uno de los focos principales de vulcanismo del Eje Neovolcánico y acerca del cual A. Demant (1976) dice:

"Esta estructura constituye la terminación occidental del Eje Neovolcánico, las manifestaciones recientes se alinean con una orientación NW-SE, en una franja que se extiende de Tepic a Guadalajara; a la altura del Lago de Chapala cambian las direcciones tectónicas llegando a ser E-W."

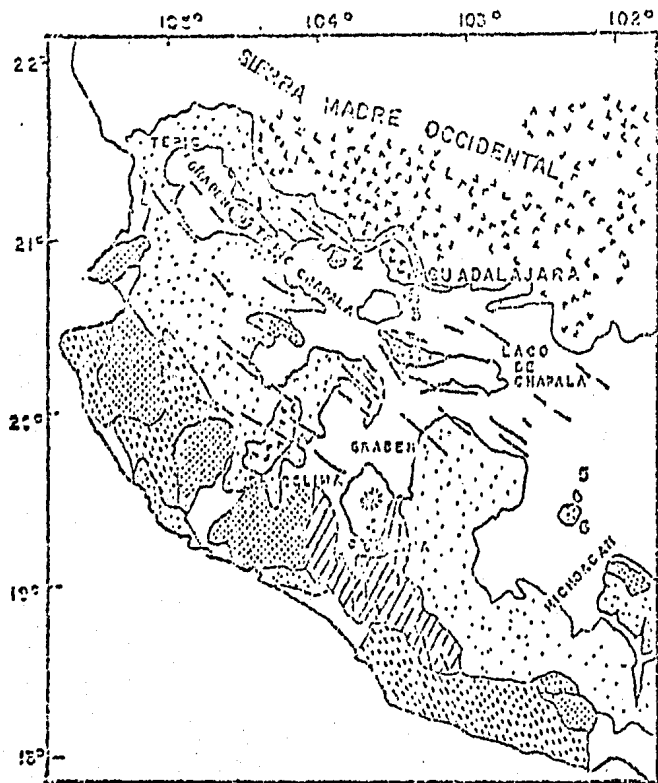
Los límites del Graben están constituidos por la secuencia volcánica Oligo-Miocénica presente al nivel del Río Grande de Santiago, así como en ambos lados del Lago de Chapala.

El proceso de plegamiento de Nayarit y Jalisco se puede asignar a la evolución tectónica del área influenciada grandemente por la zona de subducción para ese período.

El vulcanismo Cuaternario del Eje Neovolcánico, se relaciona en su parte occidental con la subducción de la Placa Rivera, debajo de la porción sur de Jalisco-Colima y se caracteriza por la proximidad de la cresta del Pacífico Oriental, mientras que el vulcanismo de las demás regiones del Eje Neovolcánico se debe a la subducción de la Placa de Cocos (Demant A., 1979) (Fig. IV.4.3).

IV.4.8 SECUENCIA DE ACONTECIMIENTOS EN EL AREA DE ESTUDIO.








Localmente la historia geológica del área comienza con un vulcanismo



ESCALA
0 — 50 Km

DEMANT A. 1978

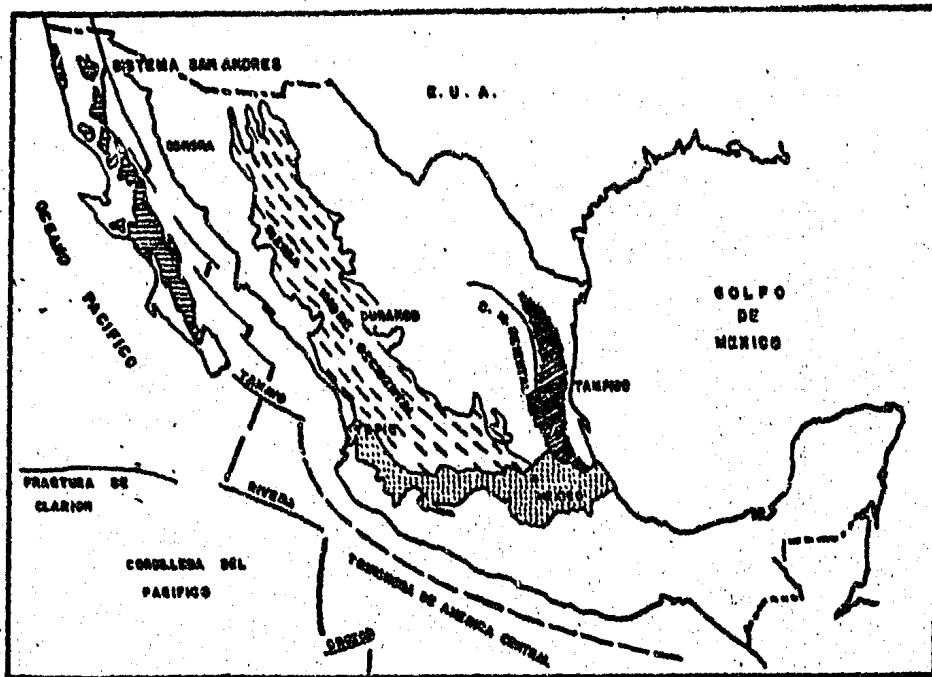
EXPLICACION

-  Vulcanismo basáltico-andesítico y dacítico del Eje Neovolcánico Plio-Cuaternario.
-  Rocas ácidas del Eje Neovolcánico.
-  Ignimbritas Miocénicas de la Sierra Madre Occidental.
-  Vulcanitas del Oligo-Mioceno (andesitas).
-  Rocas mesozoicas marinas plegadas.
-  Granitos de edad cretácica hasta miocénica
-  Basamento pre-mesozoico.

Fracturas

- 1 Volcán Ceboruco
- 2 Volcán Tequila
- 3 Caldera La Primavera
- 4 Volcán Colima
- 6 Cerro Tancitaro

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	GEOLOGIA DE LA PORCION OCCIDENTAL DEL EJE NEVOLCANICO	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG. IV.4.2 1980
	ALVARO ROSALES J.	



EXPLICACION



PROVINCIA CALIFORNIANA



PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL



EJE NEOVOLCANICO TRANS-MEXICANO



PROVINCIA ORIENTAL



ESCALA

0 200 Km



ALAIN DEHANT, 1978

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA

LOCALIZACION DE LAS PROVINCIAS VOLCANICAS Y ELEMENTOS TECTONICOS AL NIVEL DEL PACIFICO.

TESIS PROFESIONAL

ROSAS SANCHEZ L.
ALVAREZ ROSALES J.

FIG. IV.4.3 1983

andesítico, representado por andesitas porfiríticas andesitas y tobas andesíticas; éstas últimas constituyen las rocas más antiguas aflorantes. Existe información de que este vulcanismo es del Mioceno (Mc.Dowell, F.W. y Clabaugh, S.E., 1972) con una edad de $22.4 \text{ m.a.} \pm 3.5 \text{ m.a.}$; esta información se obtuvo al Norte del área en estudio, en las márgenes del Río Santiago.

En seguida a este evento, el área fue afectada por un fracturamiento de orientación NE-SW, con una marcada tendencia N-S, quizá producido por la zona de subducción que se encuentra en la porción occidental del área. Dicho fracturamiento se estableció en las zonas más supracorticales y sirvieron de conducto para la circulación de fluidos hidrotermales que dieron origen a la mineralización y a las subsecuentes alteraciones.

Después sobrevino el emplazamiento del cuerpo intrusivo (cerro El Barqueño), el cual produjo el fracturamiento radial que afectó a las estructuras mineralizadas (veta Las Tórtolas y veta Maree; ver Plano Fotogeológico). Esto se observa en la porción Occidental del cerro El Barqueño, lo anterior sirvió como evidencia estructural para la ubicación del cuerpo intrusivo en la secuencia de la columna litológica, ya que no existe información radiométrica de dicho cuerpo intrusivo. Lo anterior parece indicar que dicho cuerpo no es responsable de la mineralización. (ver Cap. IV.2). Próximamente se tendrá la edad del cuerpo intrusivo ya que se le entregó al Dr. Eduardo González Partida una muestra para esos fines, y así poderlo ubicar correctamente.

Lo anterior indica que hubo dos etapas de fracturamiento; una producto de movimientos tectónicos y otra causada por intrusiones, ya que el fracturamiento pudo ser sincrónico a estas dos unidades litológicas.

El vulcanismo basáltico en la región de Pánico, Jal., se manifiesta por las mesetas La Angostura, Pilarica, Ollejo y La Laja (ver Plano Fotogeológico) las cuales se encuentran en la porción Norte y Centro del área y cuya presencia constituye las últimas manifestaciones volcánicas existentes en la zona.

Después la región fue afectada por movimientos distensivos de grandes proporciones que dieron lugar a fallas y fracturas de orientación predominante NW-SE, casi perpendicular a la orientación NE-SW, dando lugar al basculamiento regional y a la formación de bloques escalonados de rumbo principal NW-SE y bu

zamiento al NE. El mencionado basculamiento está representado en el área por las dos fallas regionales (ver Plano Fotogeológico) que corresponde al río Atenguillo y al Pánico. La ubicación de estas fallas estuvieron regidas por el emplazamiento del cuerpo intrusivo ya que las fallas enmarcan a dicho cuerpo (ver Capítulo IV.1).

La relación del fracturamiento NE-SW y NW-SE de la zona de trabajo se puede correlacionar con la reconocida por Damon, Et. Al., 1979, en el área del Río Grande de Santiago, en el cual establecen un plegamiento de edad Neogénica que afectó a la secuencia de ignimbritas riolíticas con intercalaciones menores de andesitas basálticas cuyo comportamiento estructural es de NE-SW generalmente. En seguida reconocen un extenso y reciente fallamiento normal con orientación NW-SE que afecta al anterior plegamiento.

Posteriormente los procesos volcánicos cesan y la región (Eje Neovolcánico) queda expuesta a la erosión cubriéndose parcialmente por una capa de aluvión y suelo vegetal.

EDAD DE LAS ROCAS

Debido a que en este trabajo no se cuentan dataciones de las rocas, se tuvo que extrapolar la información sobre dataciones hechas por diversos autores en regiones aledañas para que, en base a esto, proponer una secuencia litológica en la cual sólo se marcan periodos de formación (Fig. IV.3.1).

Coyne 1956 mapeó las andesitas oligocénicas de Pachuca, Hgo., en cambio Clark y otros 1982, fecharon las andesitas y traquiandesitas, las cuales dieron edades de 25.5 a 13.4 m.a. (Oligoceno-Mioceno).

Hacia el Norte del área en estudio cerca del Río Santiago fueron datados los basaltos (Navarro C., 1979) los cuales dieron como resultado edades de 11.2 m.a. \pm 0.8; 8.7 m.a. \pm 0.7; 1.1 m.a. \pm 0.3 los cuales corresponden a un periodo Mioceno Superior Pleistoceno.

Los yacimientos de Pb-Zn-Ag se formaron en un periodo Eoceno-Oligoceno (49-26 m.a.) durante el último estado de progresión y en el de la regresión inicial del arco magmático hacia la costa del Pacífico (Clark y otros, 1982).

Las vetas de fisura de la Sierra Madre Occidental (Clark y otros, 1979), exhiben dos tipos de asociaciones, Au-Ag y Pb-Zn-Ag-Au; ellos se presentan sobre el Este y Oeste de los flancos; variando en edad desde los 49-28 m.a. -- (Eoceno-Oligoceno), y localizados a unos 650 Km. de la trinchera aunque la asociación Pb-Zn con poco de plata están ampliamente distribuidos.

Campa y otros en 1977, concluyen que la mineralización de relleno de fisura de la parte Central del Eje Neovolcánico, se presenta en varios distritos durante el Mioceno Tardío. Adicionalmente en el Sur de Nayarit y Norte de Jalisco (Damon Et. Al., 1979) fecharon una época de mineralización desde los 19 a 11 m.a. (Oligoceno-Plioceno) Buchanan (1981), indica varias edades para la mineralización, que a continuación se mencionan:

Pachuca, Hgo.	Plioceno ?
Guanajuato	28.4 m.a. (Oligoceno)
Fresnillo, Zac.	Oligoceno ?

Es claro que los depósitos del Barqueño probablemente fueron generados por encima de la zona de subducción activa, desde el Cenozoico Medio al Tardío (Oligoceno-Plioceno), en el que los límites de las placas convergieron a lo largo de las márgenes continentales. Durante esta subducción fueron generados los depósitos de afinidad calcoalcalina hacia el Este de la placa Farallón. Dicho proceso dio origen a los yacimientos epitermales mexicanos de Guanajuato y Tayoltita (Sierra Madre Occidental) que se formaron de una forma similar a la parte Central de los Andes (Sillitoe, 1977). De acuerdo con los datos de Damon Et. Al., 1979, del yacimiento La Yesca, Nay. de edad 11-19 m.a., la edad del Barqueño podría igualmente estar en este rango de edad.

CAPITULO V

METALOGENIA

V.1 GENERALIDADES.

En el norte y centro de México existe un cinturón longitudinal de rocas volcánicas cenozoicas y depósitos minerales epitermales (Sillitoe, 1977) que se extiende por 2,400 Km., desde la frontera de los Estados Unidos hacia el Sur, hasta la Ciudad de México (Fig. V.1a); ésta es una de las más grandes con centraciones epitermales en el mundo.

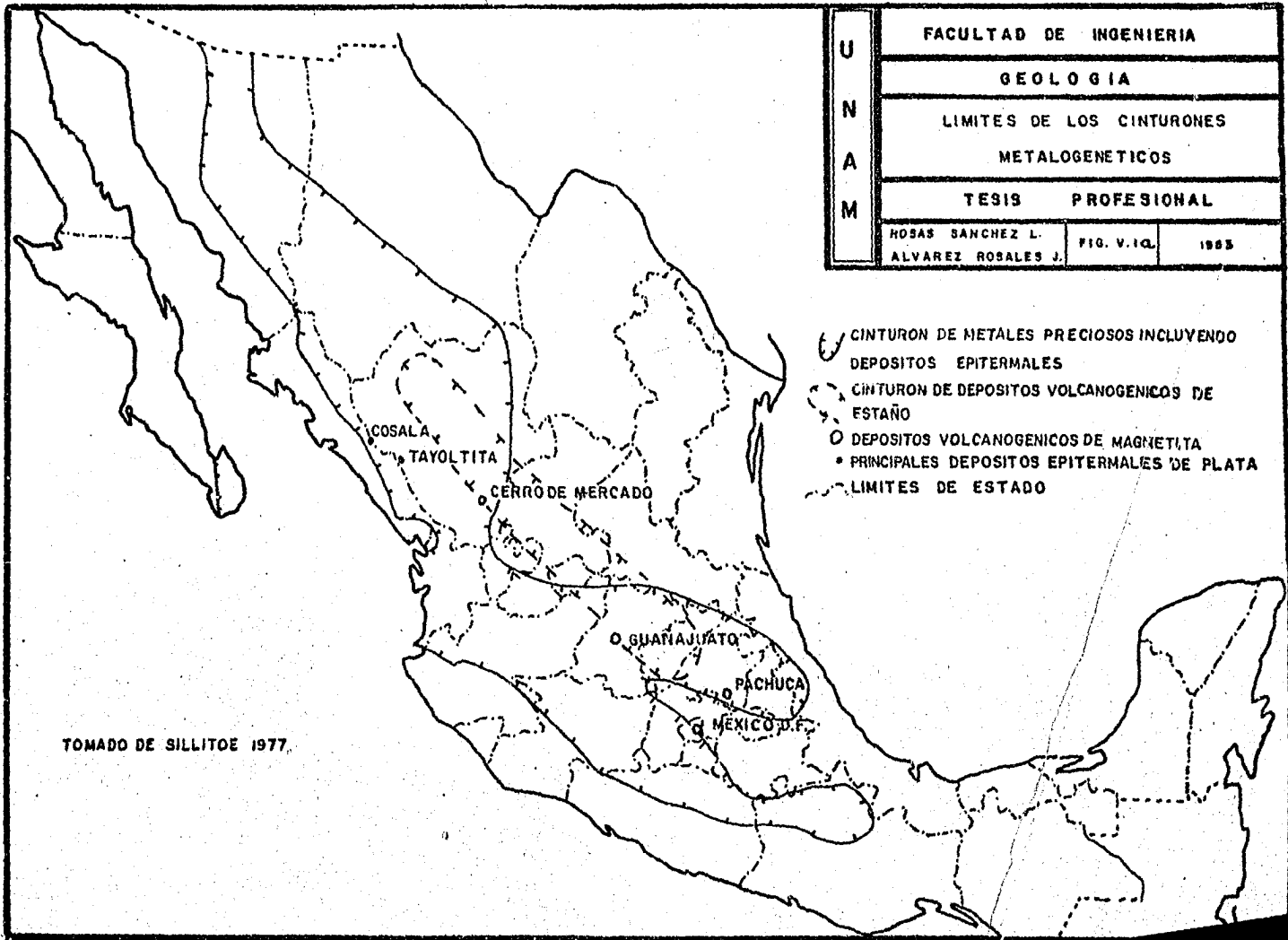
La faja está limitada por la Sierra Madre Occidental y la faja volcánica Trans-Mexicana (Eje Neovolcánico), en el Noroeste hace contacto con la cuen ca de Sonora, y en el Sureste y Sur de la faja volcánica Trans-Mexicana sobre la Sierra Madre Oriental. Como se había mencionado anteriormente, el área que comprende el presente estudio se encuentra en la porción occidental del Eje - Neovolcánico y queda incluida en la faja de depósitos epitermales definida por Sillitoe (1977), además de que concuerda con algunas características geológicas que este autor expone (ver Cap. V.7).

Clark, Foster y Damon (1979-1982) reconocen un patrón de migración del magmatismo y a la vez aquellos depósitos minerales que han sido formados por procesos magmáticos-hidrotermales que son un directo reflejo de dicha migración magmática; esto da como resultado la agrupación de distintos elementos por zonas (Fig. V.1b). De acuerdo a esto, El Barqueño queda integrado a la faja de depósitos minerales de Au-Ag.

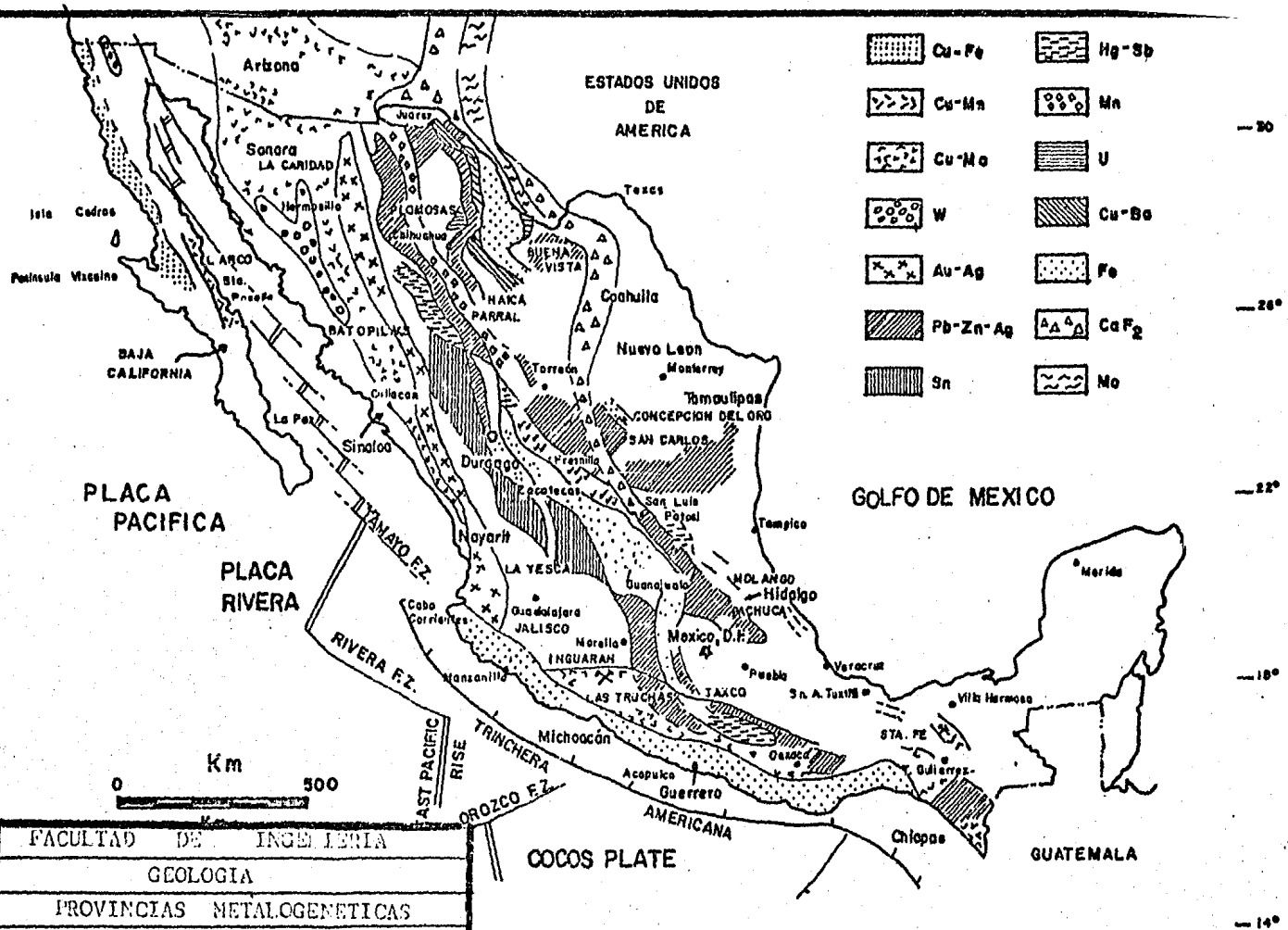
La mayor parte de las vetas se presentan en rocas andesíticas, siendo este material de una edad menor al Terciario Medio (Sillitoe, 1977).

El conocimiento de la secuencia en que se fueron desarrollando los dife rentes fenómenos geológicos que originaron los yacimientos minerales es muy im portante, tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Desde el punto de vista teórico ayudará a comprender el origen del yacimiento y desde el punto de vista práctico en la prospección de más yacimientos de este tipo, tanto

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	LIMITES DE LOS CINTURONES METALOGENETICOS	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROBAS SANCHEZ L.	FIG. V. IQL.
	ALVAREZ ROSALES J.	



TOMADO DE SILLITOE 1977.



- Cu-Fe
- Hg-Sb
- Cu-Mn
- Mn
- Cu-Mo
- U
- W
- Au-Ag
- Cu-Ba
- Pb-Zn-Ag
- Fe
- Sn
- CaF₂
- Mo

0 Km 500

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	PROVINCIAS METALOGENETICAS	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG.V.1b 1983
	ALVAREZ ROSALES J.	

Damon et. al., 1982

en El Barqueño como en otros distritos que poseen características geológicas similares a la del área de estudio.

En El Barqueño, Jal., la mineralización se encuentra en forma de vetas siendo este sistema manifestado en la superficie como crestones. Las principales estructuras son: La Azteca I, Azteca II, La Angostura, La Zapoteca y Las Tórtolas (ver Plano Fotogeológico). Como ya se había mencionado con anterioridad, estas vetas se encuentran alojadas en rocas de composición andesítica - (ver Cap. V.3).

El Consejo de Recursos Minerales, para un mejor estudio de las estructuras mineralizadas, realizó una serie de zanjas perpendiculares a dichas estructuras, con dimensiones de 70 metros de largo por 5 metros de ancho y 6 metros de profundidad, con lo cual se pudo observar claramente el comportamiento de las vetas, y así constatar las características geológicas que éstas presentan como son: mineralogía, zona de alta oxidación donde se encuentran alojadas, rumbo que presentan, su echado y la serie de vetillas entrelazadas asociadas a la estructura principal.

Las vetas han sido clasificadas como brechas silicificadas, de relleno de cavidades, siendo frecuente la presencia de crustificación o bandamiento y drusas, pero todo esto, junto con la mineralogía de cada estructura mineralizada, forma y su comportamiento estructural será explicado más adelante.

Las vetas exhiben un rumbo general NE-SW, con echados al SE del orden de 70° aproximadamente; pero esto no puede considerarse como regla, ya que en ocasiones las estructuras mineralizadas muestran deflexiones que las hacen tender hacia la verticalidad, presentando a veces un aspecto sinuoso y algunas veces es difícil distinguir el alto y el bajo de la veta; específicamente esto sucede en el prospecto Azteca II.

En el área donde se ubica el Ejido de Pánico, Jal., (ver Plano Fotogeológico), se observó que las estructuras de veta tienden a unirse y se puede pensar, que en la zona de oxidación existe una serie de ramaleos teniéndose dos estructuras de mayor importancia La Azteca y Zapoteca. O sea, estas estructuras provienen de un tronco principal, es decir que a profundidad se va

a tener una sola estructura. Esto se puede comprobar observando las diferentes vetillas de espesor variable (mm-cm) asociadas a la estructura principal semejándose a un "Stock Work"; además, en la última zanja hecha en la porción Nor-oriental de la zona de estudio se puede constatar una sola estructura mineralizada de 10 metros de ancho aproximadamente, aunque con tramos de roca estéril.

En el caso de los espesores antes mencionados en las vetas, se puede considerar que desde el punto de vista económico esto se puede estimar de tal magnitud, debido a que la roca encajonante presenta valores económicos de oro por las vetillas que contiene y además la zona de alteración también los reporta (argilitización), es por eso que el Consejo de Recursos Minerales considera mayores espesores en las estructuras.

Al revisar la continuidad de la veta La Angostura hacia la porción oriental del área de estudio (ver Plano Fotogeológico), se hizo por medio de los crestones partiendo de la meseta de La Pilarica hasta chocar con la meseta de la Angostura, gracias al corte del Río Pánico que corresponde a una falla normal se pudo observar que mientras más se baja topográficamente la roca encajonante, es decir, la andesita porfídica incrementa en el contenido de sulfuros, principalmente pirita y menos frecuentemente calcopirita. Además se comprueba que los crestones están enmarcados por una serie de ríoles que son una importante guía biológica en la localización del prospecto. Así mismo se observó que la estructura está acompañada por una serie de vetas paralelas de menor espesor y al parecer de poca importancia económica que no están cubiertas por la meseta de basalto La Angostura. Se habla de una aparente poca importancia, debido a que los crestones no son tan evidentes y marcados como el de La Angostura y además de que en ocasiones se pierden en cuanto a su continuidad. Se podría hablar de una analogía con lo que sucede con las vetas Azteca II y Zapoteca que presentan una serie de vetas de poco espesor, paralelas a ellas y las cuales se descubrieron gracias a las zanjas (veta Nueva y El Refugio).

Las vetas Tórtolas y Angostura presentan espesores de uno y seis metros respectivamente, aunque La Angostura se divide en otras dos de aproximadamente dos y tres metros de ancho.

Debido a las características geológicas de las estructuras mineraliza-

das que se incluyen en este estudio, consideramos que pertenecen al mismo sistema de vetas. En el caso particular de La Angostura se calcula una zona de oxidación de aproximadamente 10-15 metros de espesor y se piensa que esta zona es de menores dimensiones que las presentadas en la zona de la Azteca II y Zapoteca, debido a que en La Angostura, topográficamente hablando, es de mayor altura y que lo faltante se erosionó. La situación anterior es producto de la posición del nivel freático con respecto a cada veta, lo que respecta a la zona de La Azteca II y La Zapoteca se localiza casi a un mismo nivel, topográficamente hablando, de donde afloran los crestones, que el que ocupa el Río Pánico; en cambio, en la veta La Angostura, el mismo río presenta una profundidad de disección hasta de 80 m. y en el de Las Tórtolas hasta de 40 m. aproximadamente. Por esta razón, el nivel freático se puede considerar que se encuentra a mayor profundidad y la zona de oxidación de dichas vetas ha podido disminuir en espesor por los procesos de erosión (ver Plano Fotogeológico).

Teniendo en cuenta que las vetas que existen en la zona son brechas cementadas por sílice (ver anexos), es conveniente señalar que la silicificación aumenta, de los extremos hacia el cuerpo de veta, esto es, por la serie de vetillas o fracturas (Stock Work), las cuales están rellenas por sílice principalmente, que se encuentran enmarcando la estructura principal.

Se pudo comprobar que los proyectos que se ubican en una zona de mayor intensidad de oxidación se obtenían mejores valores en leyes de oro (Azteca - II); en cambio en donde existe menor oxidación, los valores de plata, plomo y zinc mejoran y los de oro disminuyen o no se presentan (Tórtolas, Angostura), la anterior consideración se hizo en base a las leyes de cada elemento reportados en los análisis químicos.

En cuanto a las leyes y tonelajes de cada prospecto, el Consejo de Recursos Minerales las calculó y según información del personal de dicha Institución, se tienen valores altos en oro y plata y que económicamente hablando el proyecto es redituable; los valores de las leyes y el tonelaje calculado no, se puede proporcionar en este estudio debido a que esta información es de carácter confidencial.

Para los estudios de laboratorio se seleccionaron las vetas Tórtolas y

Azteca II, aunque también se proporciona la descripción megascópica de La Angostura.

Se tuvo la colaboración del Ing. Alfredo Victoria Morales, quién revisó en la microsonda (Electron Probe X-Ray Microanalyser) aquellos minerales que debido a su tamaño y sus propiedades ópticas resultaban un tanto difícil en la identificación.

V.2 MINERALOGIA

A) El prospecto La Azteca II presenta la siguiente mineralogía (consultar apéndice Mineragráfico).

a) Minerales Hipogénicos.

Esfalerita, pirita, calcopirita, siendo reportados por análisis químicos el oro y la plata.

b) Minerales Supergénicos.

Covelita, calcosita y hematita.

B) En la veta Las Tórtolas la mineralogía es la siguiente:

a) Minerales Hipogénicos.

Pirita, esfalerita, galena, argentita, pirargirita y calcopirita.

b) Minerales Supergénicos.

Hematita, azurita, covelita, calcosita y crisocola.

Considerando la información anterior los minerales de mena son: oro, argentita, pirargirita, esfalerita, galena, calcopirita y pirita; y los minerales de ganga son: cuarzo, clorita y sirecita.

Debido a que el oro no se encontró en los estudios de óptica realizados en el laboratorio, se mandaron a analizar por medios químicos, dos muestras de la estructura Azteca II en los laboratorios de la Comisión Federal de Electricidad y Comisión de Fomento Minero; los cuales reportaron leyes medias de 4 y 5 gr/ton. respectivamente, demostrando con esto la existencia de este elemento en el yacimiento.

V.3 FORMA DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.

Dentro del área de trabajo existe un conjunto de estructuras mineralizadas, con orientación NNE-SSW. Para el presente estudio se seleccionaron dos estructuras específicamente, las cuales el personal técnico del Consejo de Recursos Minerales las mantiene en etapa de evaluación.

Las estructuras son las siguientes: Azteca II y Las Tórtolas, (ver Plano Fotogeológico).

PROSPECTO AZTECA II.

FORMA DEL YACIMIENTO.

Debido al zanjeo realizado se pudo observar el comportamiento de la estructura principal, siendo su potencia promedio de 4.42 metros, con una longitud aproximada de 1,400 m. y rumbo general de NE 79° SW, conformando flexiones que la hacen tender hacia la verticalidad. En relación directa a esta estructura, se encuentran otras series de cuerpos de menores dimensiones y un sistema de vetillas entrelazadas o ramificadas que hacen pensar en un "Stock Work". Siguiendo este criterio, se considera que La Azteca I, Azteca II y La Zapoteca - (ver Plano Fotogeológico) corresponden a una sola estructura pero con un patrón de ramificaciones.

Con todo lo anterior, se puede constatar que la forma del yacimiento se presenta en forma de vetas.

PROSPECTO LAS TORTOLAS

FORMA DEL YACIMIENTO.

El prospecto Las Tórtolas presenta un rumbo que varía de N 70° E, al N 85° E, se encuentra afectado por un juego de fallas con rumbos NNE-SSW, con echados en promedio de 70° a 80° hacia el SE y en partes tendiendo hacia la verticalidad. Su longitud aproximada de 2.7 Km. y su espesor que varía de 0.60 m. a 1.50 m.; y también al igual que la anterior, la forma del yacimiento es en vetas.

Las vetas han sido clasificadas como brechas silicificadas; a continuación se da una descripción de cada una de ellas.

V.4.1 VETA TORTOLAS

a) Descripción:

Está constituida por rocas de color gris oscuro, con tonalidades que van de azul muy claro a azul fuerte y otros de color rojo; muestra fragmentos de rocas extrusivas de composición andesítica los cuales varían de tamaño, midiendo los más pequeños escasos mm. hasta algunos de 6 cm. presentan una forma angulosa y debido a que se encuentran cementados por sílice, la muestra es clasificada como una brecha silicificada, mineralizada, con fracturas rellenas de hematita y limonita y con huellas de lixiviación.

Cabe mencionar que las vetas Las Tortolas muestran como rasgo característico la crustificación o bandeamiento, así como la presencia de drusas cuando el relleno no ha sido completo, en donde los cristales muestran un desarrollo perfecto en sus caras.

Presenta un rumbo que varía del N 70° E al N 85° E y echados que van de 70° a 80° hacia el SE en ocasiones tendiendo a la verticalidad.

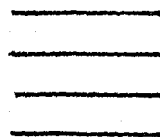
Los minerales observados megascópicamente son los siguientes: Esfalerita, Pirita, Calcopirita, Oxidos de Hierro, Crisocola, Azurita y Cuarzo.

MINERAGRAFIA

b) Paragénesis y Sucesión.

Pirita	_____
Esfalerita	_____
Galena	_____
Argentita	_____
Pirargirita	_____
Calcopirita	_____
Hematita	_____

Azurita
 Calcocita
 Covelita
 Crisocola



V.4.2 VETA AZTECA II

a) Descripción:

Está constituida por rocas de color blanco-rojo con tonalidades amarillas y violáceas a negras; presenta fragmentos angulares de roca de composición andesítica, los cuales se encuentran cementados por sílice, el tamaño de los fragmentos varían desde mm. hasta 10 cm. por las características antes mostradas y por la forma angulosa de los fragmentos se le ha clasificado como brecha silicificada.

Esta estructura mineralizada se encuentra dentro de una zona de intensa oxidación, de ahí los colores rojos que predominan. Es importante hacer mención el hecho de que al personal técnico del Consejo de Recursos Minerales ha reportado la existencia del manganeso, sin embargo, en los estudios de laboratorios realizados para el presente trabajo, no se ha encontrado dicho elemento.

La veta muestra un rumbo NE 79° SW con un echado de 73° al SE, pero este no se podría considerar como un echado original, debido a que la estructura presenta deflexiones a profundidad, y en ocasiones tiende a la verticalidad.

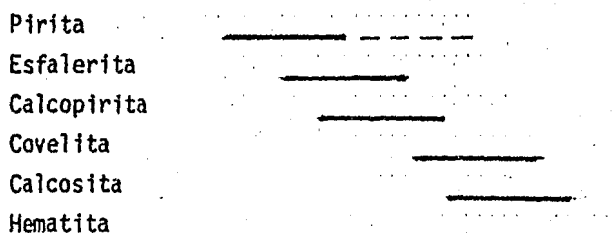
Las texturas más representativas de la veta son la crustificación o bandeamiento, aunque se observa con menor facilidad y frecuencia que las observadas en las vetas Las Tórtolas y La Angostura.

La importancia que reviste esta estructura son las altas leyes de oro reportados en los análisis químicos hechos por el Consejo de Recursos Minerales.

Los minerales observados megascópicamente son: Cuarzo, Oxidos de Fierro y Pirita.

MINERAGRAFIA.

b) Paragénesis y Sucesión:



V.4.3 VETA LA ANGOSTURA

a) Descripción:

Está constituida por rocas de color rojizo con tonalidades amarillas, cafés, blancas y verdes; muestra fragmentos de rocas ígneas extrusivas de composición andesítica, cementados por sílice, y el tamaño que presentan los fragmentos varían de mm. hasta 2 cm. y debido a la forma angulosa de dichos fragmentos, la muestra es clasificada como una brecha silicificada mineralizada.

El fracturamiento que exhibe dicha estructura se encuentra relleno por sílice y óxidos de fierro.

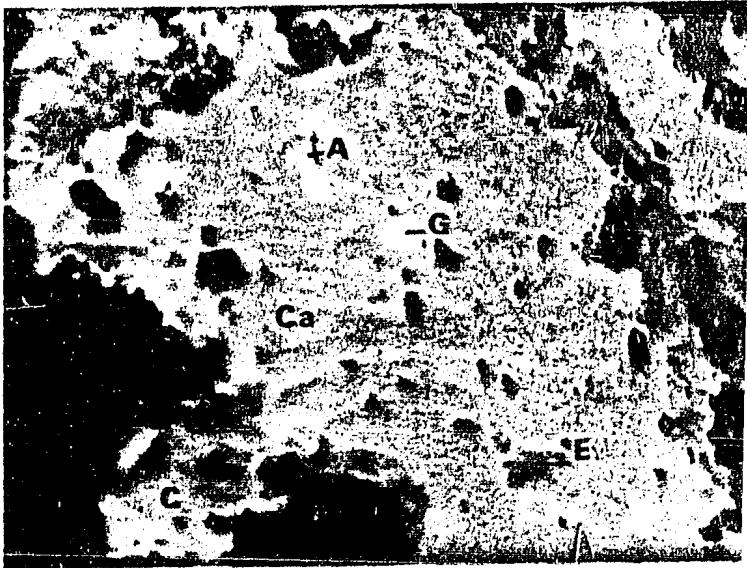
La veta muestra un rumbo N 83° E con echados que varía de 70° a 75° hacia el SE. Las texturas del prospecto son la crustificación o bandeamiento, así como la presencia de numerosas drusas.

La mineralogía observada megascópicamente consiste de sulfuros, óxidos de fierro y cuarzo. Según los estudios de análisis químicos, se reportan: La plata, plomo y zinc.

Las fotomicrografías A, B, C, D, E, F y G de las vetas Tórtolas y Azteca II, exhiben la mineralogía existente, así como su relación textural.

V.5 ROCA ENCAJONANTE Y ALTERACIONES.

La roca encajonante de las vetas es la andesita porfídica y la toba an



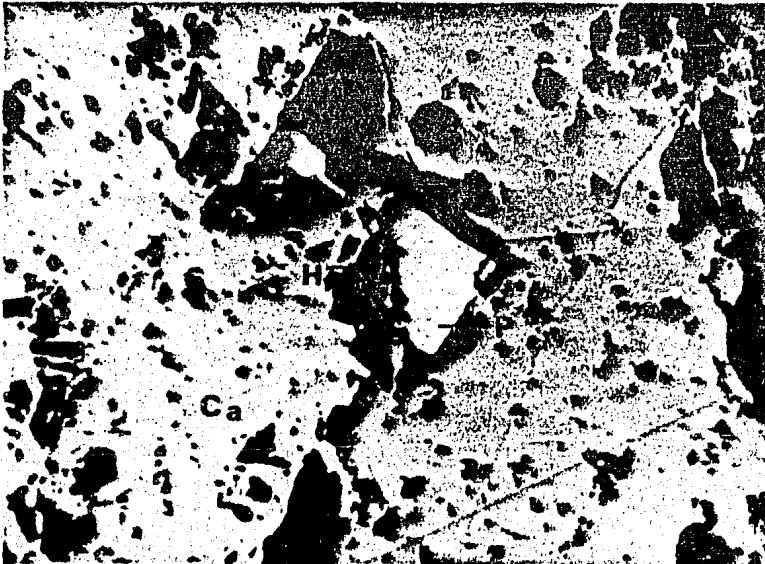
FOTOMICROGRAFIA A). Superficie pulida en la que se muestr
 (X 50) (A), galena (G), y esfarelita (E) inc
 copirita (Ca) y a la vez ésta última
 la covelita (C).
 (Tomada con luz paralela)



FOTOMICROGRAFIA B). Superficie mostrando la relación pir
 (X 50) calcopirita (Ca) y la relación galen
 rita (Ca)- covelita (C). (cristal má
 (Tomada con luz paralela).



FOTOMICROGRAFIA C). Sección en la que se muestra el contacto de la esfalerita (E) - galena (G), esta última mostrando su cruce característico, así como el estado de depositación posterior a la esfalerita.



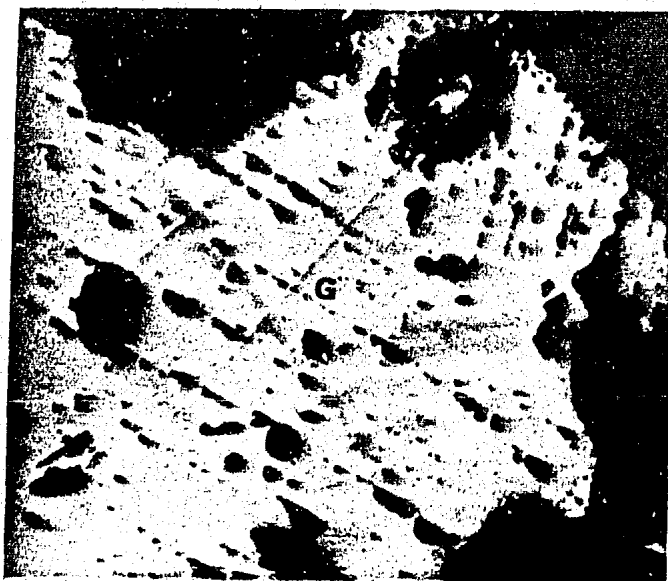
FOTOMICROGRAFICA D). Cristal de pirita (P), el cual está siendo reemplazado por la calcopirita (Ca), y a la vez está alterando a hematita (H).
(Tomada con luz paralela)



FOTOMICROGRAFIA E).
(X 50)

Superficie pulida en la que se observa el reemplazamiento producido por la esfalerita (E), sobre la pirita (P) y calcopirita (Ca) y al reemplazamiento de la covelita (C) sobre la esfalerita.

(Tomada con luz paralela)



FOTOMICROGRAFIA F).
(X 10)

Cristal de galena (G) en la que se observa el cruce-ro característico de este mineral.

(Tomada con luz paralela)



FOTOMICROGRAFIA G). Hematita (H) relleno de las cavidades de la calcopirita (Ca), demostrando con esto la etapa de deposición posterior a la calcopirita.
(Tomada con luz paralela)

desítica (ver anexos), las cuales muestran coloraciones que varían de verde a café claro con tonos amarillentos.

Teniendo en cuenta que el comportamiento de las estructuras no es homogéneo, es decir, que no conservan un echado original debido a que presentan una serie de deflexiones que la hacen parecer sinuosa, la ubicación de las alteraciones existentes resulta un tanto confusa, por lo que el mencionarlas no se ubicarán de una manera precisa.

Las alteraciones observadas en el área son las siguientes: cloritización, oxidación, argilitización y propilitización.

La cloritización es la alteración más distribuida dentro del área de trabajo, debido a que está presente en la serie volcánica andesítica, la cual es más susceptible a esta alteración por el alto contenido de ferromagnesianos que la constituyen. Dentro de la zona no es posible considerarla como una guía mineralógica directa para la localización de una estructura mineralizada.

La oxidación en el área en estudio se considera una guía importante, debido a que la mayoría de los crestones mineralizados presentan coloraciones rojizas, hecho que resulta una guía valiosa para lograr una buena prospección y continuación de cada vetá.

Cabe mencionar que las vetas se encuentran dentro de una zona de oxidación superficial, donde en el caso particular de los prospectos La Azteca I, Azteca II y Zapoteca existe una mayor oxidación y además altas leyes de oro, en cambio en los prospectos Las Tórtolas y La Angostura, la zona de oxidación es menor y por consiguiente las leyes de oro son bajas o nulas y altas en plata, plomo, zinc, esto es tal vez debido a la serie de fallas regionales (ver Plano Fotogeológico, Río Pánico y Atenguillo) que afectaron la región, las cuales ocasionaron un escalonamiento, siendo esta zona la más alta topográficamente hablando, por lo que el área de oxidación que pudo haber tenido fue erosionada y por consiguiente ese material tuvo que depositarse en las partes más bajas.

La argilitización es una guía muy importante, ya que se encuentra en contacto directo con la estructura mineralizada, presentándose al alto o al

bajo de la veta, debido a las deflexiones que sufre la misma. En la mayoría de los casos esta alteración se encuentra únicamente al alto, como es el caso de Las Tórtolas y La Angostura.

Se utiliza el término genérico de Argilitización, debido a que éste incluye a los minerales de alteración tales como caolinita, montmorillonita, arcillas amorfas, sericita, dickita y porque existe una acumulación de calcio, sodio y magnesio (Barnes, 1979), probablemente aportado por las plagioclasas y ferromagnesianos que contiene las rocas existentes en la región (ver anexos).

La propilitización en general se puede considerar una buena guía hacia la mineralización pero no es directa.

Es buena guía porque en el caso de la pirita y epidota, aumentan en contenido al acercarse a la estructura mineralizada (Veta Angostura) y la clorita y calcita se pueden encontrar más distribuidas, por el contrario, no se le puede designar como una guía directa debido a que no siempre indica la presencia exacta de la mineralización.

V.6 ANALISIS DE INCLUSIONES FLUIDAS.

V.6.1 CONSIDERACIONES TEORICAS SOBRE EL USO DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS EN METALOGENIA.

En los últimos años ha habido un interés importante por conocer el origen y tipo de fluido formador de los yacimientos minerales, es por esto que se han desarrollado varias técnicas para tal objetivo, las cuales se mencionan a continuación:

- Estudios de Inclusiones Fluidas en minerales de mena y ganga de los depósitos minerales, los cuales proveen las temperaturas de deposición y las composiciones químicas de los fluidos minerales secundarios (Roedder, 1972; Roedder, 1963; Nall and Friedman, 1963).
- Análisis isotópicos de los fluidos y minerales asociados.
- Estudios de aguas naturales y sistemas activos geotermales.

Para el caso del presente estudio, se realizaron análisis de inclusiones fluídas de muestras representativas de las estructuras mineralizadas; Tórtolas y Azteca II, presentes en el área de trabajo.

El estudio de las inclusiones fluídas es una herramienta a la disposición del Geólogo para comprender mejor la génesis de los yacimientos minerales, así como en la estabilización de equilibrio físico-químico en los terrenos metamórficos, diagenéticos y en la elaboración de modelos geológicos adecuados en campos geotérmicos.

A.- HIPOTESIS FUNDAMENTALES EN LA UTILIZACION DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS.

La utilización de las Inclusiones Fluídas, se basa en dos hipótesis -- fundamentales (González Partida, E., 1983).

A.1) El Fluído capturado es representativo de la solución que ha estado presente en un momento mineralógico considerado.

A.2) Una vez que el fluído es capturado, las características físicas-químicas como composición y densidad no se modifican (Weisbrod A., -- 1976).

La segunda hipótesis tiene relativamente pocos problemas en particular cuando el mineral huésped es el cuarzo (Roedder Et. Al., 1979), aún en caso de la calcita, los feldespatos y otros minerales, en donde la composición tiene el riesgo de modificarse por reacción con las paredes de la inclusión, la densidad del fluído permanece constante.

Por el contrario, la primera hipótesis puede presentar ciertas dificultades y los argumentos que pueden invalidarla son:

- Decrepitación natural de las inclusiones ya que en este caso, el contenido del fluído se modifica.
- Estrangulamiento de las inclusiones, fenómeno que provoca la separación en dos o más inclusiones que contienen fluídos de características diferentes al fluído original.

- Captura simultánea de dos fases fluidas inmiscibles.
- Fracturamiento posterior a la formación de la inclusión, lo que provoca una modificación de las características físico-químicas iniciales del fluido.

B. METODO DE ESTUDIO.

El análisis se realiza con la ayuda de un microscopio Petrográfico; el primer paso consiste en reconocer los diferentes tipos de inclusiones y en hacer una descripción detallada de las mismas, incluyendo su forma, tamaño y fases presentes, que pueden ser sólida, líquida o gaseosa (González Partida, E., 1983).

El tamaño pequeño de las inclusiones fluidas que varían de 5 a 30 micras hace de ellas en la actualidad una técnica difícil.

La etapa más importante tiene lugar en Microtermometría, técnica que consiste en realizar medidas a bajas y altas temperaturas. Las primeras observaciones a bajas temperaturas fueron hechas por Ermakov (1962-1973), y el método consiste en provocar la solidificación de fases fluidas al descender la temperatura, lo que permite el cálculo de porcentaje de sales disueltas en la fase acuosa o caracterizar el fluido. El análisis a altas temperaturas consiste en homogeneizar las diferentes fases presentes a medida que se eleva la temperatura, así como obtener información sobre la temperatura de decrepitación (explotación) de la inclusión.

Es indispensable el análisis a baja temperatura de las inclusiones fluidas antes de calentarlas ya que existe la posibilidad de que se produzca una decrepitación.

C.- INTERPRETACION DE RESULTADOS.

A partir de resultados criométricos (a baja temperatura) se obtiene información sobre la composición de la fase fluida y con la temperatura de homogeneización final se puede calcular la densidad del fluido y la isocora correspondiente.

Los fenómenos observados en Microtermometría son inversos a los de la naturaleza y un buen conocimiento de las propiedades físico-químicas constituye el fundamento de la interpretación de los resultados.

La distinción entre alteraciones superficiales y alteraciones hidrotermales que no siempre es clara en el campo, puede ser evidente (caracterización del fluido).

V.6.2 DESCRIPCION Y MORFOLOGIA DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS.

A partir del análisis de inclusiones fluidas, se pudo observar que dichas inclusiones son de tipo bifásicas, es decir, con una relación fase vapor/fase líquida, que en su porción varía de 10% a 30% como se puede apreciar en las fotografías H, I y J.

En cuanto al tamaño de las inclusiones, se puede apreciar que varían de 10 micras a 30 micras, y los fluidos estudiados se consideraron de carácter primarios.

Los presentes análisis fueron hechos bajo la supervisión directa del Dr. Eduardo González Partida con la platina térmica del laboratorio de investigaciones metalógenéticas del Consejo de Recursos Minerales; y las fotografías y dispositivos fueron tomadas en el laboratorio de Petrografía de la Comisión Federal de Electricidad.

V.6.3 PRESENTACION DE RESULTADOS.

Los valores obtenidos de las diversas inclusiones fluidas estudiadas son consignadas en la Tabla 3, las cuales se encuentran desglosadas en las figuras V.2a y V.2b.

El histograma de la figura V.2a, muestra la temperatura de fusión del hielo para las inclusiones bifásicas, cuyo rango varía de -0.5 a -4.4° C, lo que corresponde a una salinidad de 1.22 a 7.01 equivalente en peso de NaCl.

La figura V.2b, muestra un histograma con la temperatura de homogeneización en fase líquida (desaparición de la fase vapor) de las mismas inclusiones.

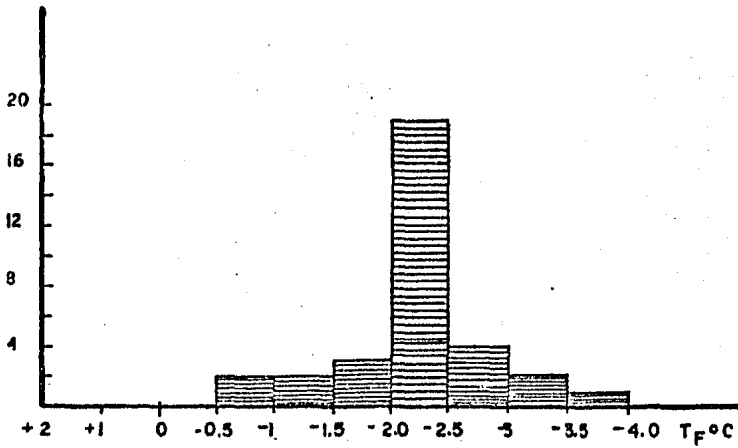


FIG.a: HISTOGRAMA DE LA TEMPERATURA DE FUSION DEL HIELO (T_F).

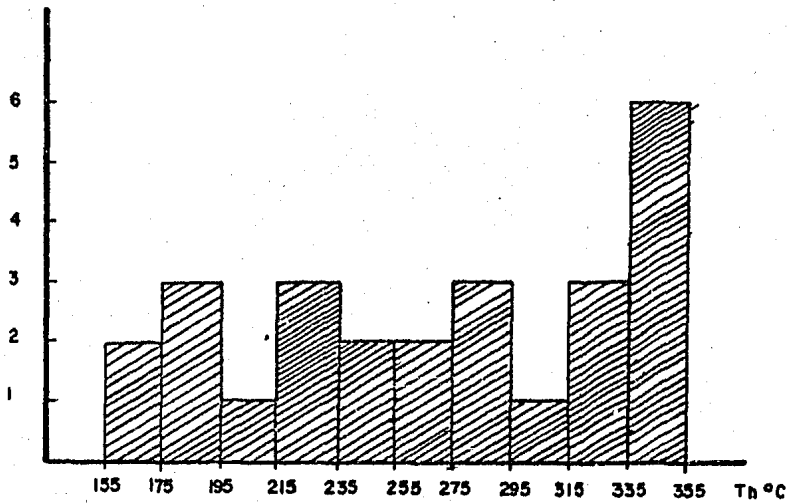


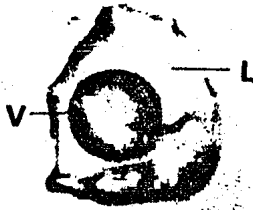
FIG.b: HISTOGRAMA DE LA TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	HISTOGRAMAS DE TEMPERATURAS	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L. ALVAREZ ROSALES J.	FIG.V .2

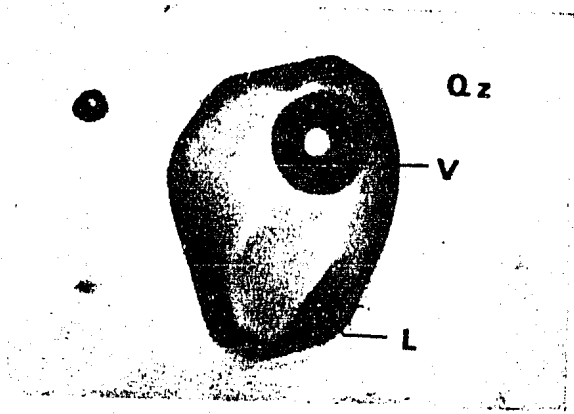


FOTOGRAFIA H.- Tamaño 25 micras, fase vapor (V),
fase líquida (L) en ganga de cuarzo (Qz). Luz natural.

Qz



FOTOGRAFIA I.- Tamaño 20 micras, fase vapor (V), fase líquida (L), en ganga de Cuarzo (Qz). Luz Natural.



FOTOGRAFIA J.- Talla 30 micras, mismas Fases que en la Fotografía H e I. Nótese la variación volumétrica de las fases vapor/líquido. Luz natural.

T A B L A 3

PRESENTACION DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS INCLUSIONES ESTUDIADAS.

TEMPERATURA DE FUSION DEL HIELO.	SALINIDADES EN PESO EQ. Na Cl	TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION °C	DENSIDAD g/cm ³
-2.5	4.17	347	0.650
-2.3	3.85	280	0.790
-2.3	3.85	303	0.740
-2.1	3.53	272	0.781
-2.9	4.79	336	0.725
-2.3	3.85	354	0.645
-2.3	3.85	333	0.699
-2.6	4.32	231	0.715
-3.3	5.40	291	0.765
-2	3.37	285	0.780
-4.4	7.01	338	0.750
-0.7	1.22	340	0.640
-2.2	3.69	340	0.670
-1.3	2.23	308	0.739
-1.9	3.21	215	0.850
-2.0	3.37	250	0.820
-2.1	3.52	157	0.960
-2.2	3.69	186	0.890
-2.7	4.48	225	0.875
-2.3	3.85	186	0.888
-2.2*	3.69	158	0.891
-3.4*	5.55	247*	
-2.5*	4.17	325*	
-2.3*	3.85	253*	
-4.0*	6.43	184*	
-2.6*	4.32	184*	
-2.2* (4 veces)	3.64	184*	
-1.0	1.73	219*	

* Resultado incompleto.-

nes estudiadas a baja temperatura, variación de 157°C a 354°C. Tomando en consideración el límite inferior y superior del histograma Th=157°C con 3.52 equivalente en peso de NaCl y Th=354°C con 3.85 peso equivalente de NaCl; se puede calcular la densidad, presión y profundidad hidrostática de formación del yacimiento, auxiliados con las tablas de Potter and Brown (1975 y 1977) Haas L.J. (1971).

En base a estos cálculos, se obtiene:

Th°C	SALINIDAD PESO EN % DE NaCl.	DENSIDAD g/cm ³ .	PRESION (bars)	PROFUNDIDAD HIDROSTATICA (m)
157	3.52	0.960	200	50
354	3.85	0.645	250	1350

V.6.4 DISCUSION DE RESULTADOS.

Los fluidos hidrotermales de los yacimientos de Oro-Plata, están actualmente bien determinados. Entre algunos estudios importantes se tiene; Guajajuato (Gross, 1975), Pachuca, Real del Monte (Dreier, 1978), Miahuatlán, Edo. de México (González Partida, E., 1983); Sultepec, Temascaltepec (González Partida, E., 1983); presentando valores muy similares, tanto de salinidad como temperatura de formación.

La composición de los fluidos de Sunnyside Colorado (Casedevell y Ohmoto, 1977), varía de 0.5 - 10.0% peso equivalente de NaCl, en Nevada E.U. una gran cantidad de vetas auro-argentíferas presentan salinidades entre $\pm 2.1\%$ en peso de NaCl (Nash, 1972), igualmente en la provincia de Taxco-Guanajuato (González Partida, E., 1981) las salinidades varían de 1% a 10% peso equivalente de NaCl; estos valores son muy similares a los encontrados en este trabajo.

La temperatura de homogeneización de algunos fluidos de este tipo de yacimientos, son resumidos por Spooner (1981) y de igual manera son muy compatibles con el yacimiento estudiado 157°C a 354°C; por lo que se puede concluir lo siguiente:

- El fluido es de baja salinidad: 0.5% a 7.5% en peso de NaCl.
- Con densidad que varía de 0.645 a 0.960.
- Baja presión \pm 200 a 250 bars.
- Profundidad hidrostática de 50 - 1350, lo que corresponde a una profundidad litostática aproximadamente de 400 m.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras superficiales de La Azteca II y Tórtolas, sería recomendable realizar estudios de muestras de las vetas colectadas a mayor profundidad para conocer el comportamiento de las estructuras, y así poder definir si dicha veta se encuentra en su estado original, o ha sido afectada por procesos erosivos. Esto sería una información importante para la planeación de la explotación y exploración de otras estructuras en la zona.

V.7 CLASIFICACION GENETICA DEL YACIMIENTO.

La parte Occidental del Eje Neovolcánico se caracteriza por un vulcanismo calcoalcalino (Demant A., 1975-1977; Mooser F., 1970; Sillitoe, 1977 y Atwater T., 1970). En el caso específico del Ejido Pánico, Jal., también se manifiesta el carácter calcoalcalino de las rocas aflorantes (ver anexo Petrográfico).

Demant A., 1978, postula que en la costa occidental de la República Mexicana se mantuvo activa la zona de subducción hasta mediados del Terciario, lo cual dio como resultado una intensa actividad magmática. Esto podría corresponder al origen de los diferentes yacimientos minerales que se encuentran localizados en el borde occidental de nuestro país; entre estos yacimientos se le puede considerar al yacimiento polimetálico (Au, Ag, Pb, Zn, Cu) del Barqueño (Pánico, Jal.) que está asociado a un vulcanismo subáereo producto de la actividad magmática antes mencionada.

Los depósitos del Barqueño están emplazados en una secuencia volcánica de composición intermedia, lo cual está representada por andesita porfídica y toba andesítica (ver anexo petrográfico).

En los últimos años se han intensificado los estudios para conocer el

origen de los fluidos hidrotermales que dieron lugar a los yacimientos minerales, ya que en algunos distritos mineros pocas rocas intrusivas están espacial y genéticamente relacionados a los depósitos minerales (Sillitoe, 1977), en algunos otros son totalmente desconocidos, aunque comúnmente son inferidos a profundidad (Ejem. Pachuca, Hgo.).

Entre los estudios que pueden aportar el conocimiento del origen de los fluidos hidrotermales, tenemos a los de Isótopos estables y de las inclusiones fluidas, que entre otras cosas indican el porcentaje del tipo de agua que estuvo involucrado en el proceso de la mineralización.

Localmente en El Barqueño, aparentemente la relación del cuerpo ígneo intrusivo (tonalita) con la mineralización es algo dudosa, debido a que el fracturamiento radial que éste produjo, muestra un desplazamiento en las vetas mineralizadas (Tórtolas y Maree) (ver plano Fotogeológico) en la porción Occidental del mismo; lo anterior no excluye el posible origen de las estructuras mineralizadas a partir del cuerpo intrusivo.

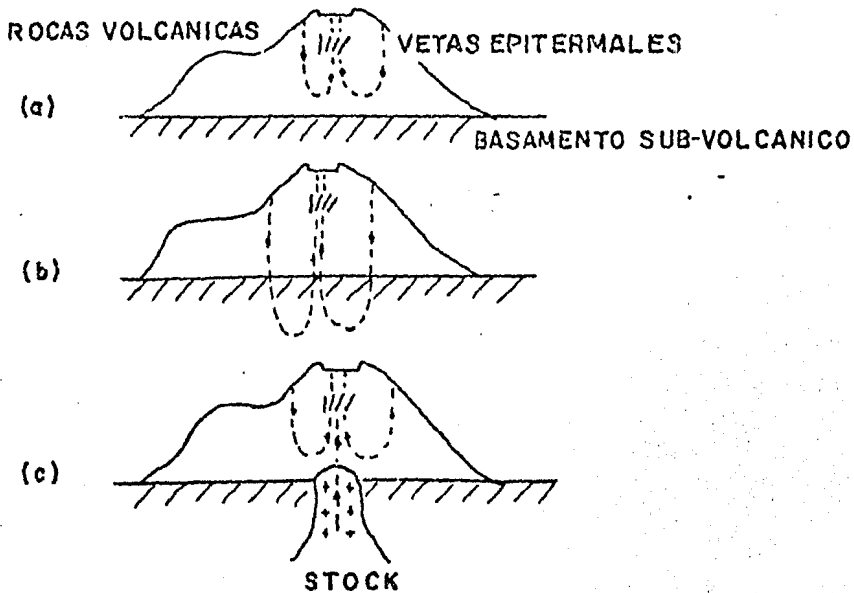
Sillitoe, 1977, propone varios mecanismos que dieron origen a los fluidos hidrotermales, los cuales se ilustran en la figura V.7.1.

En base a lo antes expuesto, se puede proponer dos hipótesis para el origen de la mineralización del prospecto El Barqueño:

A).- El origen de los fluidos hidrotermales a partir del cuerpo ígneo intrusivo.

B).- El origen de los fluidos hidrotermales a partir de una remobilización de la mineralización producida por una celda convectiva, teniendo el agua meteórica como su principal constituyente (ver Fig. V.7.1).

La primera hipótesis se puede considerar poco probable tomando en cuenta las razones estructurales ya antes expuestas, esto no significa que quede excluida; para lo cual sería recomendable hacer estudios radiométricos de la andesita y tonalita para poderlos colocar correctamente en el tiempo, o por el contrario, efectuar los análisis de inclusiones fluidas de las vetas que se encuentran en forma radial al cuerpo intrusivo (ver plano Fotogeológico).



Tres posibles modelos para la generación de yacimientos en vetas epitermales en rocas volcánicas:

- a) Involucra la circulación de agua meteórica a través del macizo volcánico.
- b) Involucra la circulación de agua meteórica a través del basamento sub-volcánico.
- c) Involucra la circulación de agua meteórica combinada con la contribución del fluido magmático.

SILLITOE, 1977

U N A N	FACULTAD DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA	
	POSIBLES ORIGENES DE LOS FLUIDOS HIDROTHERMALES	
	TESIS PROFESIONAL	
	ROSAS SANCHEZ L.	FIG.V.7.1
ALVAREZ ROSALES J.		

para poder comparar su temperatura, salinidad, densidad (ver análisis de Inclusiones Flúidas) con los resultados obtenidos para este trabajo y así poder establecer una relación genética entre ellas.

La segunda hipótesis puede representar el origen más probable en comparación con la primera, esto es si se acepta como verdadera la evidencia estructural entre el cuerpo intrusivo (tonalita) y las estructuras mineralizadas ya explicada con anterioridad. Además se cuenta con los resultados de los análisis de inclusiones flúidas (ver Cap. V.6), los cuales al compararlos con la información Bibliográfica postulada por Sillitoe (1977), Spooner (1981) y White (1974) en cuanto a estudios de inclusiones flúidas e isótopos estables para yacimientos minerales similares a los del Barqueño en el Estado de Jalisco, se podría suponer que la mineralización sufrió una removilización producida por una celda convectiva, en la cual el calor pudo haber sido aportado por la cámara magmática subyacentes o por el mismo cuerpo intrusivo aflorante (cerro El Barqueño), siendo el agua meteórica su más viable constituyente.

A continuación se explicará los diversos criterios en que se apoyan los mencionados autores, con los cuales clasifican los yacimientos en base a los resultados de las inclusiones flúidas e isótopos estables.

Debemos recordar que para este trabajo no se cuenta con los estudios de Isótopos Estables y que al hablar del agua meteórica como principal constituyente, se hace tomando en cuenta los resultados obtenidos por dichos autores para yacimientos similares al del Barqueño.

Sillitoe R.H., 1977, define varias características para esta clase de yacimientos originados por la removilización mineral (Celda convectiva) (Fig. V.7.1), pero antes explica en que forma adopta el término epitermal.

Depósito epitermal es definido por Schmidt para describir a la mineralización que se emplaza a baja profundidad y normalmente en rocas volcánicas.

Las características definidas por Sillitoe para estos depósitos minerales son:

- 1.- Estos yacimientos se encuentran comúnmente en secuencias volcánicas que varían en cuanto a composición de andesita a riolita, y en cuanto a la edad

es del Cenozoico Medio al Tardío. En algunas ocasiones no hay una relación observable evidente con las rocas intrusivas.

2.- Las vetas ocupan fracturas de tensión preexistentes, incluyendo fallas y se presentan en un cierto sistema o patrón de ramificaciones, los cuales son más complejos hacia la parte superior (superficie). Las estructuras son más persistentes lateralmente y los clavos mineralizados que están dentro de esas vetas, constituyen los cuerpos mineralizados llamados "Bonanza", los Stock Works pueden estar presentes.

3.- Los depósitos contienen esencialmente metales preciosos en varias proporciones, pero también metales básicos. La plata se presenta como Argentita (o Acantita) o sulfosales de antimonio, oro en estado nativo; el plomo y el zinc como galena y esfalerita respectivamente. El cobre es menos abundante pero comúnmente se presenta como enargita donde se desarrolla la alteración argilícea.

4.- Son comunes las texturas crustiformes, coloformes, cavidades formando drusas y las brechas interminerales en las vetas, todo lo anterior sugiere una baja presión confinante. Los minerales de mena y ganga son típicamente de grano fino.

5.- El emplazamiento es a bajas profundidades, es tal vez de 100 a -- 1000 metros, por debajo de la superficie y es recalado por la abrupta terminación hacia abajo de la mineralización; o el incremento de sulfuros de metales básicos a expensas del oro y la plata.

Es importante mencionar que las características antes descritas en general cumplen con los rasgos encontrados en las vetas que comprenden este trabajo. Aunque la presencia de riolita no es reportada localmente.

Para esta clase de yacimientos minerales Sillitoe considera que los constituyentes de los fluidos hidrotermales son predominantemente de agua meteórica con una pequeña contribución magmática (Fig. V.7.1).

Por lo tanto el Prospecto El Barqueño es un yacimiento epitermal (según Schmidt) en donde los fluidos hidrotermales que le dieron origen estuvieron constituidos principalmente por agua meteórica.

Spooner en 1981, agrupa las características físico-químicas medias encontradas en las soluciones hidrotermales de los principales tipos de yacimientos de sulfuros en un medio ambiente volcánico, y las muestras en una tabla - que a continuación se transcribe:

	SALINIDAD % EQ. PESO NaCl.	T °C	K/Na	P	ORIGEN DE LAS SOLUCIONES.
SULFUROS MASIVOS TIPO KUROKO.	2 a 8	260-360	0.059 0.196	-	Agua marina dominante más agua magmática.
FILONES DE Au-Ag-Cu.	0.5 a 12 Pb-Zn	200-360	500 a 1,500 m.	-	Agua meteórica dominante.

Haciendo una comparación de la Tabla de Spooner y los resultados de los análisis de Inclusiones Fluídas de este estudio (0.5 a 10% peso equivalente de NaCl, Temperatura de 157° a 354°C, profundidad de 400 m.; ver resultados de Inclusiones Fluídas), el yacimiento del Barqueño correspondería a filones de Au-Ag-Cu en donde el agua meteórica es el constituyente hidrotermal principal.

Ahora, basándonos en los minerales de mena y ganga encontrados en los estudios Mineragráficos y de Microsonda (ver anexos), la mineralización del Barqueño correspondería a filones de Au-Ag-Cu principalmente.

White 1974, agrupa mediante estudios isotópicos realizados en el agua de los fluidos mineralizantes, las características más importantes para determinar el origen de los fluidos y sus constituyentes disueltos.

La Tabla que a continuación se muestra, resume las características generales de una serie de estudios de fluidos de los yacimientos minerales.

	Hg	DEPOSITOS EPITERMALES DE Au.	METALES BASE Ag.	PORFIDOS DE Cu-Mo.
% DE SALINIDAD.	< 3 ?	< 2	> 2 a 40	~ 5 a 60
CONSTITUYENTES DISUELTOS DOMINANTES	Na, HCO ₃ , CO ₂ , B, NH ₃ .	Na, Cl, HCO ₃ , SiO ₂	Na-Cl-Ca	Na-Ca-Cl
RANGO DE TEMPERATURA, °C.	< 200 ?	150 a 300	75 a 50	> 250
ENERGIA MANEJADA.	Calor magnético y gravedad.	Calor magmático.	Calor magmático y gravedad.	Calor magnético.

Según la clasificación de White (1974) los depósitos del Barqueño quedarían incluidos dentro de los depósitos epitermales de Au-Ag y los de metales base de Ag.

Considerando los criterios que se han expuesto anteriormente, se puede definir que el yacimiento del Barqueño (Pánico, Jal.) es de tipo hidrotermal en vetas de oro y plata principalmente, baja salinidad (0.5 a 7.5% peso equivalente de NaCl), temperatura de formación que varía de 157°C a 354°C y de baja profundidad emplazadas en rocas volcánicas.

C O N C L U S I O N E S

- Existen dos orientaciones preferenciales, siendo la NE-SW la más importante con respecto a la NW-SE, debido a su mayor frecuencia que ésta presenta, lo cual nos indica dos etapas de fracturamiento en la zona, que tienden a ser perpendiculares entre sí.

Las rocas más susceptibles al fracturamiento, han sido la serie Andesítica, debido a su poca competencia que muestra con respecto a las otras unidades litológicas; esto desde el punto de vista económico es de gran importancia, ya que constituyó el lugar más adecuado para el depósito de la mineralización.

Considerando los análisis realizados se concluye que la orientación preferencial para desarrollar una mayor prospección, es sobre las fracturas con orientación NE-SW comprendida entre los 60-80° sobre rocas de composición andesítica.

- Comparando las relaciones de oro reportadas por análisis químicos, se puede decir que: cuando la estructura mineralizada se encuentra en una zona de intensa oxidación, las leyes de oro son altas (Azteca II), en cambio las de plata, plomo y zinc son bajas o nulas; por el contrario, cuando está en una zona de baja oxidación los valores son de oro o nulos y los de plata, plomo y zinc aumentan (Tórtolas).

- Basándonos en el hecho de que los valores de oro son altos en donde la oxidación es intensa, se puede concluir que el yacimiento es económicamente redituable, debido a que no se tendría mayor problema en la obtención de dicho elemento.

- De los estudios de análisis de Inclusiones Fluidas de las vetas Tórtolas y Azteca II, se desprende:

- * El fluido que dio lugar a la mineralización es de baja salinidad 0.5% a 7.5% en peso de NaCl.
- * Con densidad que varía de 0.645 a 0.960
- * Baja presión 200 bars a 250 bars.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las inclusiones obtenidas, es recomendable establecer un programa en el cual se incluyan estudios de Inclusiones Fluídas a profundidad sobre las vetas existentes, esto con el objeto de poder establecer en qué etapa de erosión se encuentran y así poder definir si el yacimiento permanece en su estado original o ha sido erosionado y sólo se tenga una parte de él. Esto es de suma importancia para la evaluación del yacimiento, así como su explotación.

- Debido a que por medios ópticos la identificación del oro no fue posible, se realizaron análisis químicos los cuales nos revelaron su presencia, considerando esto y los resultados de los análisis de las Inclusiones Fluídas, se puede definir que el yacimiento del Barqueño (Pánico, Jal.) es de tipo hidrotermal en vetas de oro y plata principalmente, baja salinidad (0.5 a 7.5% peso equivalente de NaCl), temperatura de formación que varía de 157°C a 354°C y de baja profundidad emplazadas en rocas volcánicas.

- En este trabajo se realizó un análisis geomorfológico del área de estudio con el fin de enfocar el origen de la mineralización a partir de los procesos involucrados en la formación de una caldera; pero debido a que por el momento no se tienen resultados definitivos, por prudencia estos son tratados en forma muy somera, dejándose la inquietud a futuros trabajos comprobatorios, los cuales puedan definir con exactitud la existencia de dicha estructura o desechar la idea.

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

- Arriaga, G.G. (1976) Apuntes de Minerografía. Descripción de minerales opacos. UNAM. Facultad de Ingeniería.
- Atwater, T. (1970) Implicaciones of plate tectonics for the Cenozoic evolution of Western North America. Geological Society of America Bulletin, V.81, P. 3513-3536.
- Bateman, M.A. y Jensen, L.M. (1979) Economic Mineral Deposits III Edition, Revised Printing Ed. John Wiley & Sons.
- Buchanan, L.J. (1981) Precious metal deposits associated with volcanic environment in the southwest. Edited by Dickinson W.R. and Payne W.D. in "Relations of tectonics to ore deposits in the southern cordillera". Arizona Geological Society Digest. V.XIV.
- Casadevall, T., H. Ohmoto (1977) Sunnyside mine, Eureka mining district, San Juan country, Col: Geochemistry of gold and base metal ore deposition in a volcanic environment. Econ. Geol. 72, pp. 1285-1320.
- Cepeda Dávila, L. (1975) Apuntes de Yacimientos Minerales. UNAM. Facultad de Ingeniería.
- Clark, K.F., Damon P. (1979) Magmatismo en el norte de México en relación a los yacimientos minerales. Convención A.I.M.M.G., Mem. Tec. XIII, -- Acapulco, Gro.

Clark, K.F., Paul, E.
Damon, Steven R. Schütter y
Mohamed Shaffiqullah (1980)

Clark, K.F., Foster, T.,
Damon, P. (1982)

Damon, P.E., Shaffiqullah (1981)

Demant, A. y Robin C. (1975)

Demant, A., Mauvois y Silva
(1976)

Demant, A. (1978)

Magmatismo en el Norte de México en relación con los yacimientos metalíferos. Consejo de Recursos Minerales con la colaboración de la Universidad de Texas en El Paso, E.U., Universidad de Iowa, Iowa City, E.U.

Cenozoic mineral deposits and subduction related magmatic arcs in Mexico. Geological Society of America, Bulletin V.93, p. 533 - 544 June.

Age trends of igneous activity in relation to metallogenesis in southern cordillera. Edited by Dickinson, W.R. and Payne W.D. in "Relations of tectonics to ore deposits in the southern cordillera" Arizona geological society Digest. V. XIV.

Las fases del vulcanismo en México: Una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico, Rev. del Instituto de Geología, No. 1, Pág.70 - 83.

El Eje Neovolcánico Transmexicano Instituto de Geología; III Congreso Latino Americano de Geología.

Características del Eje Neovolcánico - Transmexicano y sus problemas de interpretación. UNAM. Instituto de Geología Rev. Vol. 2, No. 2.

Demant, A. (1979)

Vulcanología y Petrografía del Sector -
Occidental del Eje Neovolcánico. UNAM.
Instituto de Geología, Rev. Vol. 3. No.
1, Pág. 39-57.

Díaz, C. E. (1972)

Formación del Graben de Chapala. Socie-
dad Geológica Mexicana. Memoria IIa. -
Convención Nacional. Pág. 139.

Donald C. Noble y Edwin H.
McKee (1982)

Nevado Portuguese Volcanic Center, Cen-
tral Peru: A Pliocene Central Volcano--
Collapse Caldera Complex with Associated
Silver Mineralization, Economic Geology.
Vol. 77, pp. 1893-1900.

Donald M. Ragan (1980)

Geología Estructural, Introducción a las
técnicas geométricas. Ed. Omega.

Douglas M. Smith, Jr. (1972)

Comentarios sobre la Geología Histórica
de la parte Central de la Sierra Madre
Occidental y sobre la nueva Tectónica
Global. Sociedad Geológica Mexicana Me-
moria II Convención Nacional, Minas de
San Luis, S.A., Tayoltita, Dgo.

Dreiser, JE (1978)

The distribution of the wall rock alte-
ration and trace elements in the Pachu-
ca - Real del Monte district Hgo. Méxi-
co. A.I.M.E. 78-L-37, 14 páginas.

González Partida, E. (1981)

La Province Filonienne Au-Ag de Taxco-
Guanajuato (Mexique) C.R.P.G./C.N.R.S.
These Doctor Ingeniero, 235 p.

- González Partida E. (1983) Características de las soluciones hidrotermales en el Yacimiento de Au-Ag de - Miahuatlán-Ixtapan del Oro, Edo. de México. Geomimet No. 124, mayo/junio.
- González Partida, E. (1983) Las Inclusiones Fluídas y las características genéticas de las Mineralizaciones Polimetálicas de Tierra Caliente, Geomimet mayo/junio No. 123, Pág. 35-55.
- Gross, W.H. (1975) New ore discovery and source of silver-gold veins, Guanajuato México. Econ. Geol. 70, pp. 1175-1189.
- Gunn, B.M. and Mooser F. (1970) Geochemistry of the volcanis of Central México. Bulletin Volcanologique. V.34 p. 577-616.
- Hass, J.L. (1971) The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure: Econ. Geol. V.66 pp. 940-946.
- Jerzy Rzedowfki (1978) La vegetación en México. Limusa Wiley.
- Kerr F. Paul (1965) Mineralogía Óptica. 3a. Edición Ed. Mac Graw Hill, Book Company Incorporation.
- López Ramos, E. (1978) Geología de México; Tomo III. Edición - Escolar.
- Mahood A. Gail (1981) A Summary of the Geology and Petrology of The Sierra La Primavera, Jalisco, Mexico, Journal of Geophysical Research, Vol. 86, No. B11 pp. 10137 - 10152.

- Mc. Dowell Fred W.,
Clabaugh Stephen E. (1979)
- Ignimbrites of The Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of western Mexico. Geological Society of America. Special paper 180.
- Mooser F. (1970)
- Origen probable de la Faja Trans-Mexicana. Resumen I Convención Nacional Oaxaca.
- Nash, J.T. (1972)
- Fluid Inclusion Studies of some gold deposits in Nevada, U.S. Geol. Survey prof. paper 800-C, C15-C19.
- Navarro Candelas, J. (1979)
- Geología del Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa, Nayarit. Tesis Profesional. UNAM.
- Nieto O.J., Damon, P.,
Delgado, A., (1979)
- Un plegamiento neogénico en Nayarit y Jalisco y evolución geomórfica del Río Grande de Santiago. Mem. Tec. XIII A.I.M.M.G.M., Acapulco, Gro.
- Nieto, O.J. y Delgado, A.L.A.
(1981)
- Relaciones Petrológicas y Geocronológicas del magmatismo de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico en Nayarit, Jalisco y Zacatecas. Memoria XIV. Convención Nacional A.I.M.M.G.M. Pag. 327-261.
- Nockolds, S.R., Knox, R.W.Q.B.
(1978)
- Petrology for students. Cambridge University Press.
- Picot, P. y Johan, Z. (1977)
- Atlas Des Mineraux Metalliques. Memories du Bureau de reacherches geologiques et minieres. No. 90.

- Potter, R.W. and Broum, D.L. (1975) The volumetric properties of aqueous - sodium chloride solution from 0° to 500°C at pressures up to 2000 bars based on a regression of the available literature data: U.S. Geol. Survey Openfile report. 31 p.
- Potter, R.W. and Broum, D.L. (1977) Pressure corrections for fluid inclusions homogenization temperature based on the volumetric properties of the system NaCl-H₂O. Jour. Resch. U.S. Geol. Surv. V.5. No. 5 pp. 603-607.
- Puskas, F.P. Tertiary Lode Au-Ag deposits. (En prensa).
- Ramdor H. Paul (1980) The ore minerals and their intergrowths second edition. Volume 2. International series in Earth Sciences Volume 35.
- Servicios Industriales Peñoles (1979) Geología, Mineralización y Tectónica de la Hoja Puerto Vallarta, Jalisco. Escala 1:250 000.
- Sheridan, F. Michel (1972) Tobas de Flujo Cinerítico, Caldera y Depósitos Minerales. Sociedad Geológica - Mexicana. Memoria II Convención Nacional Arizona State University, Arizona.
- Sillitoe, R.H. (1977) Metallic Mineralization affiliated to subaerial volcanism: a review Department of Mining Geology, Royal School of Mines, Imperial College, London, England.

- Smith, R.L. y Bailey, R.A. (1968) Resurgent Cauldron. *Geology Society America*, Mem. 16, pp. 613-662.
- Soto Gutierrez, M.A., Ortega Martfnes, J.G. (1982) Geología del Río Santiago en los estados de Jalisco y Nayarit, México. *Sociedad Geológica Mexicana*, VI Convención Nacional, Septiembre.
- Spooner. E. (1981) Fluid Inclusion Studies of Hidrotermal ore deposits: *Mineralogical Asociation of Canada. Short Course in Fluid Inclusions: Applications to Petrology*, Calgary Canada. pp. 209-253.
- S.P.P. (DETENAL) Carta Geológica Guachinango. F13-D-62 Escala 1:50 000.
- Tamayo L., Jorge (1946) Datos para la Hidrología de la República Mexicana. *Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación No. 84.*
- Tamayo L. Jorge (1974) *Geografía Moderna de México. Ed. Trillas.*
- Williams Howel, Turner, F. M. Petrografía. Introducción al estudio de las rocas en secciones delgadas. *University of California.*
- Gilbert Charles (1980)

A N E X O I

ESTUDIO PETROGRAFICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I. Datos de Campo
Muestreo No. C
Localidad: Pánico, Jal.

II. Descripción Macroscópica.
Color: verdosa con tonalidades pardas.
Estructura y Textura: compacta y afánitica.
Minerales observables:

III. Descripción Microscópica.
Textura: Inequigranular.
Mineralogía:
Minerales Esenciales:
Plagioclasas intermedias
alteradas (Oligoclasa-Ande
sina). ?

Minerales Secundarios:
Calcita Min. Opacos
Sericita Min. Arcillosos
Clorita
Epidota.

Minerales Accesorios:
Apatito
Esfena

Matriz o Cementante:

Caracteres especiales: La roca está muy alterada (propilitizada) por lo cual la identificación de sus minerales resulta difícil.

IV. Origen de la Roca: Igneo extrusivo.

V. Clasificación: Andesita Propilitizada.

Rosas S., L./Alvarez R., J.
PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida
REVISOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo.

Muestreo No.: M-43

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica.

Color: verdosa parda con coloraciones blanquesinas.

Estructura y Textura: compacta porfirítica.

Minerales observables: Feeldespatos.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Inequigranular, porfirítica con matriz microlítica pilotaxítica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas: Oligoclasa-
Andesina.

Minerales Secundarios:

Clorita
Sericita
Cuarzo

Minerales Opacos
Minerales Arcillosos

Minerales Accesorios:

Apatito
Zircón.

Matriz o Cementante:

Caracteres especiales: La roca está muy alterada (cloritizada).

IV.- Origen de la Roca: Igneo extrusivo.

V. - Clasificación: Andesita Porfídica.

Rosas S., L./Alvarez R. J.
PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida
REVISO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo.

Muestreo No. I-R

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica.

Color: Gris oscuro con tonalidades verdosas.

Estructura y Textura: Compacta, porfirítica de matriz afanítica.

Minerales observables: Plagioclasas, anfiboles.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Inequigranular porfirítica felsosfírica de matriz cripto cristalina.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas (Andesina)

Minerales Secundarios:

Minerales opacos.

Minerales arcillosos.

Minerales Accesorios:

Hornblenda

Hiperstena

Augita

Apatito

Matriz o cementante:

Matriz criptocristalina

Caracteres Especiales: Los plagioclasas se encuentran zonadas; Los anfiboles presentes son euhedrales y están un poco alterados, aunque otros están totalmente, pero conservando su forma original.

IV.- Origen de la Roca: Igneo extrusivo.

V.- Clasificación: Andesita porfirítica de hornblenda.

Rosas S., I./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida

REVISO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo: M-42

Muestreo No.: M-R2

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica.

Color: Pardo con tonalidades negras, grises y amarillas.

Estructura y Textura: Piroclástica poco compacta.

Minerales observables: Feldespatos.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Piroclástica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas (Oligoclasa)
fragmentos de roca (Plagio
clasas intermedias)
Vidrio

Minerales Accesorios:

Apatito
Biotita alterada.?

Minerales Secundarios:

Clorita
Sericita
Minerales opacos.
Minerales Arcillosos.

Matriz o Cementante:

Caracteres especiales: La roca se encuentra muy alterada (Sericita) por lo cual, la identificación adecuada de los minerales es algo dudosa.

IV.- Origen de la Roca: Igneo Extrusiva.

V.- Clasificación: Toba Andesítica.

Rosas S., L./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida

REVISO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo

Muestreo: B-4-E

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica.

Color: Gris oscuro a negro con tonos verdes.

Estructura y Textura: compacta.

Minerales observables: Plagioclasas y máficos.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Inequigranular óptica, microlítica, varfolítica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas: Labradorita.

Minerales Secundarios:

Sericita

Clorita

Minerales opacos

Calcita

Minerales Accesorios:

Zircón

Olivino

Apatito

Augita

Matriz o Cementantes:


Caracteres especiales: Las Plagioclasas presentan un aspecto alineado.

IV.- Origen de la Roca: Igneo Extrusivo

V.- Clasificación: Basalto de olivino

Rosas S., L./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida

REVISOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo.

Muestreo No.: B-2-W

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica:

Color: Grs oscuro con tonos verdes pardos y rojizos.

Estructura y Textura: Vesicular, compacta.

Minerales observables: Máficos.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Inequigranular microlítica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas: Labradorita.

Minerales Secundarios:

Clorita

Minerales Arcillosos

Minerales Accesorios:

Zircón.

Apatito

Augita.

Matriz o Cementante:

Caracteres especiales: Las Plagioclasas presentan un arreglo alineado.

IV.- Origen de la Roca: Igneo Extrusivo.

V.- Clasificación: Basalto de Augita.

Rosas S., L./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo Gonzalez Partida

REVISO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO.

I.- Datos de Campo.

Muestreo No. B-1-E

Localidad: Pánico, Jal.

II.- Descripción Macroscópica:

Color: Gris claro con tonos pardos y verdes.

Estructura y Textura: Vesicular porfirítica en matriz afanítica.

Minerales observables: Feldespatos.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Inequigranular, porfirítica con matriz microlítica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Plagioclasas: Labradorita

Minerales Secundarios:

Minerales opacos.

Minerales arcillosos.

Sericita

Oxidos de Fe.

Minerales Accesorios:

Olivino

Iddingsita.

Matriz o Cementante:

Caracteres especiales: Algunas plagioclasas se encuentran zonadas en los cuales sus características ópticas no son fácilmente distinguibles, encontrándose otros sin esta característica, por lo que se clasificaron como Labradoritas.

IV.- Origen de la Roca: Igneo Extrusivo.

V.- Clasificación: Basalto de Olivino.

Rosas S., L./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida

REVISO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOLOGIA

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Datos de Campo

Muestreo No.: TMMS-1

Localidad: Pánico, Jal. (Cerro El Barqueño)

II.- Descripción Macroscópica.

Color: Gris clara con coloraciones negras y blanquesinas.

Estructura y Textura: Compacta, Fanerítica.

Minerales observables: Cuarzo, Minerales máficos, Plagioclasas.

III.- Descripción Microscópica.

Textura: Equigranular Hipidiomórfica.

Mineralogía:

Minerales Esenciales:

Cuarzo

Plagioclasas: Andesina,

Oligoclasa.

Minerales Secundarios:

Minerales opacos

Clorita

Sericita

Minerales Arcillosos

Calcita.

Minerales Accesorios:

Biotita

Zircón

Apatito

Hornblenda

Matriz o Cementante:

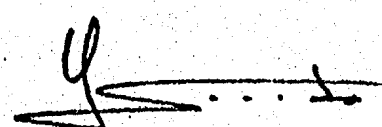
Caracteres especiales: Las Plagioclasas se encuentran zonadas.

IV.- Origen de la Roca: Igneo Intrusivo.

V.- Clasificación: Tonalita.

Rosas S., L./Alvarez R., J.

PETROGRAFO


Dr. Eduardo González Partida

REVISO

A N E X O I I

E S T U D I O M I N E R A G R A F I C O

AZTECA II

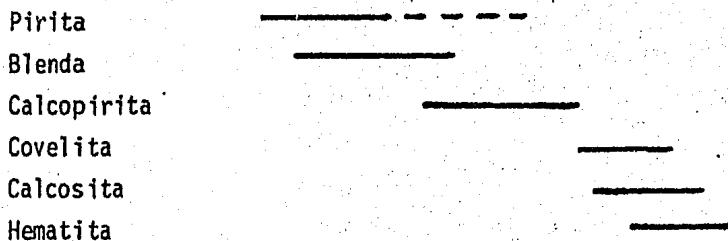
Color: verde con tonalidades rojizas y amarillentas.

Estructura y Textura: brechoide, en el cual el cementante es sílice y los fragmentos de roca provienen de la roca encajonante que es una roca ígnea extrusiva de composición andesítica. La crustificación y el drusamiento son rasgos característicos de esta veta, presenta también huellas de lixiviación.

Los minerales observados megascópicamente son: Calcopirita y Oxidos de Fierro.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión



RELACIONES TEXTURALES

La pirita se encuentra como primer mineral que se depositó en el yacimiento debido a que se encuentra como intercrecimientos dentro de la esfalerita, posterior a éste se depositó la calcopirita debido a que se encuentra rodeando a la esfalerita.

La covelita, calcosita y la hematita son minerales que se depositan en las últimas etapas de mineralización, el orden de depositación es el mostrado, debido a que se encuentran reemplazando unos a otros.

AZTECA A* I *Y

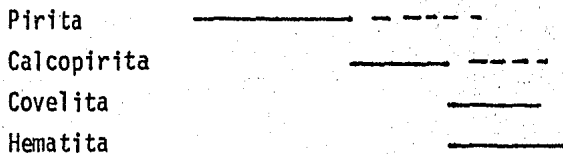
Color: verde con coloraciones rojas, negras y amarillas.

Estructura y Textura: compacta brechoide, constituida por fragmentos de roca andesítica alterada, los cuales se encuentran cementados por sílice. La - crustificación es común en la veta así como la presencia de drusas bien desa- rrolladas; la roca se observa muy bien oxidada.

Los minerales observados megascópicamente son: Pirita, Calcopirita, Es- falerita, Galena, Oxidos de Fierro y Cuarzo.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión



RELACIONES TEXTURALES

La pirita se encuentra en contacto con la calcopirita y a la vez rodeada por ésta última, lo que indica un reemplazamiento.

La Covelita reemplaza a la calcopirita através de fracturas presentes. Y por último se encuentra a la hematita reemplazando a la covelita.

AZTECA M Z 0

Color: blanca con coloraciones rojas y amarillas.

Estructura y Textura: compacta brechoide, en el cual el cementante es la sílice y los fragmentos de roca provienen de la roca encajonante de composición andesítica. Se tiene huellas de lixiviación así como texturas de crustificación y drusas.

Los minerales observados megascópicamente son: Calcopirita y Oxidos - de Fierro.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión

Calcopirita	————— - - - - -
Covelita	—————
Hematita	—————

RELACIONES TEXTURALES

La calcopirita se presenta en contacto con la covelita y ésta a su vez con la hematita mostrando bordes de reacción entre ellas.

TORTOLAS 1

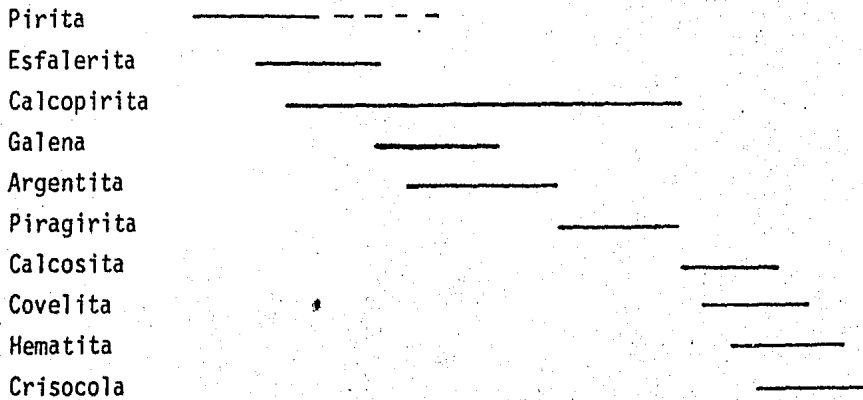
Color: gris oscuro con tonalidades azules y rojas.

Estructura y Textura: compacta, brechoide siendo los fragmentos que la constituyen los de una roca andesítica y actuando como cementante la sílice. Además presenta fracturas rellenas de hematita y limonita, así como huellas de lixiviación.

Los minerales observados megascópicamente son los siguientes: Esfalerita, Pirita, Calcopirita, Hematita, Crisocola y Azurita.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión



RELACIONES TEXTURALES

La pirita se encuentra asociada a la esfalerita como incluida dentro de ella o en forma de intercrecimientos, los que nos indica que la esfalerita es contemporánea o posterior a la pirita y que esta siguió depositándose posteriormente.

La esfalerita se encuentra en contacto con la galena, esto es, rodeando a todo el mineral y con bordes de reacción lo que indica que la galena la está reemplazando.

La galena presenta bordes de reacción con la calcopirita, esto es un -
reemplazamiento de la calcopirita por la galena, así como intercrecimientos -
dentro de la misma calcopirita, la depositación de éste mineral se presenta -
casi a todo lo largo del yacimiento debido a que se encuentra en contacto con
la esfalerita galena y argentita.

La Covelita, Calcocita, Azurita y Crisocola son minerales posteriores
a todos los mencionados y se presentan en contacto entre ellos lo que indica
su secuencia de depositación.

TORTOLAS 2

Color: Blanco con tonos rojos, verdes y grises.

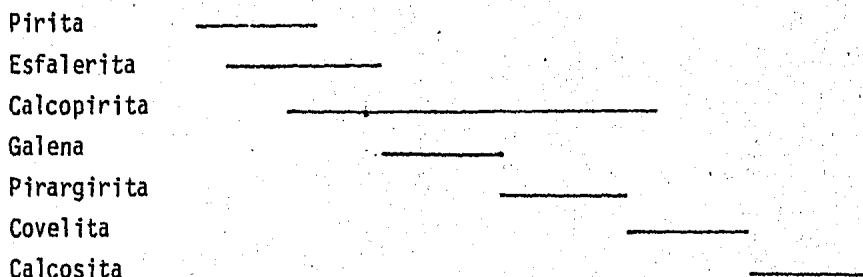
Estructura y Textura: presenta una estructura compacta de textura brechoide, los fragmentos de roca que la constituyen pertenecen a la roca encajante, la cual es de composición andesítica cementadas por sílice.

Presenta un bandeamiento o alternancia de minerales debido a la crustificación y el drusamiento cuando el desarrollo no ha sido completo.

Mineralogía: Galena, Esfalerita, Pirita, Calcopirita y Oxidos de Hierro.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión



RELACIONES TEXTURALES

La pirita debido a las relaciones que presenta con respecto a los otros minerales nos indica que debió haberse depositado en las primeras etapas de mineralización, la relación que se encuentra en esta superficie es que la pirita se encuentra como intercrecimiento dentro de la esfalerita, así como dentro de la galena.

La esfalerita como se mencionó anteriormente se encuentra en contacto con la pirita, además la galena se presenta rodeandola, lo cual indica que la galena la está reemplazando.

Por lo tanto la galena es posterior a los minerales antes mencionados debido a las características que presenta, siendo además reemplazada por la - pirargirita debido a que esta última se encuentra en las fracturas de la galena.

La calcopirita debido a su forma de presentación es contemporánea o - posterior a la depositación de la esfalerita, así como la galena; el último - mineral en depositarse es la covelita debido a que se encuentra reemplazando a la calcopirita.

TORTOLAS 2 - A

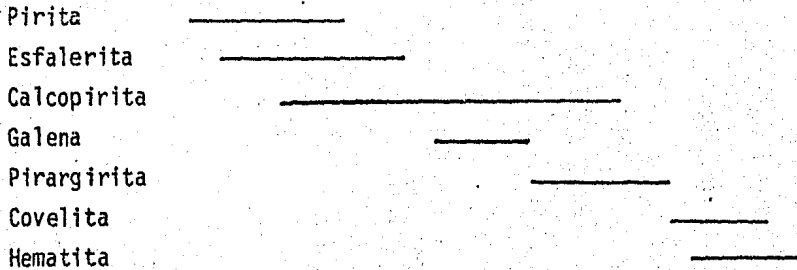
Color: Blanco con tonos amarillentos, presenta un bandeamiento y coloraciones verdes y rojas.

Estructura y Textura: compacta de textura brechoide, los fragmentos que la constituyen corresponden a una roca andesítica alterada cementada por sílice. La crustificación o bandeamiento está presente, así como huellas de oxidación y lixiviación.

Los minerales observados megascópicamente son los siguientes: Cuarzo, Galena, Esfalerita, Pirita y Calcopirita.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión



RELACIONES TEXTURALES

La pirita se encuentra como inclusiones dentro de la esfalerita, lo que indica un estado de depositación anterior que el de la esfalerita.

La esfalerita reemplaza a la pirita a través de fracturas, lo que afirma lo anteriormente expuesto, la esfalerita a su vez se encuentra rodeada por la galena y ésta por la covelita, esto indica las diferentes etapas de depositación, por último se encuentra la hematita la cual está en contacto con la covelita.

TORTOLAS 3

Color: Gris verdozo con tonos rojos amarillos y morados.

Estructura y Textura: compacta brechoide, los fragmentos de rocas que la constituyen son de composición andesítica alterada (cloritizada) cementados por sílice.

Los minerales observados megascópicamente son: Esfalerita, Galena y Calcopirita.

MINERAGRAFIA

Paragénesis y Sucesión

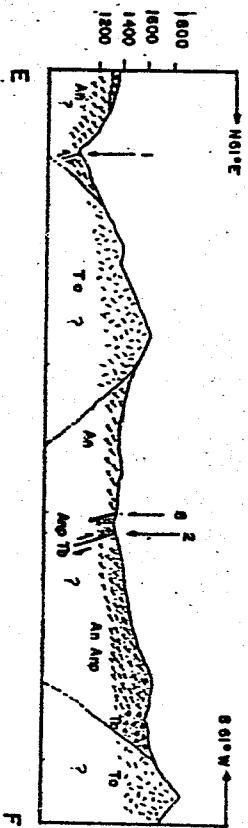
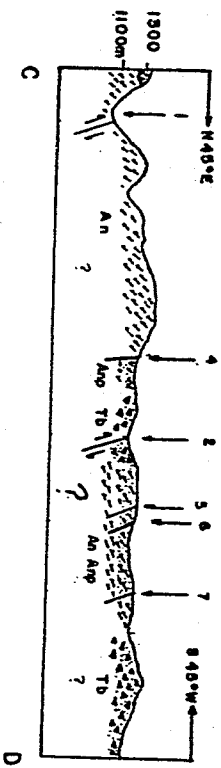
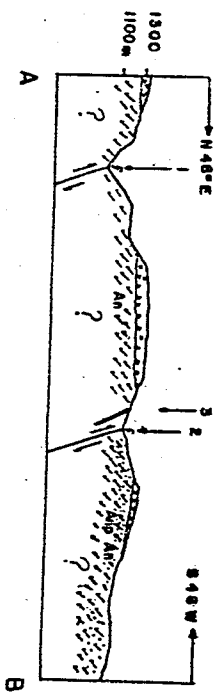
Pirita	_____
Esfalerita	_____
Calcopirita	_____
Galena	_____
Hematita	_____

RELACIONES TEXTURALES








En esta superficie se observó que la pirita está incluida en la esfalerita.

La galena es posterior a la esfalerita debido a que se encuentra en contacto o rodeándola completamente, esta misma relación la presenta con la calcopirita. La calcopirita se encuentra dentro de la esfalerita lo que indica, que se depositó contemporáneamente a la esfalerita y a lo largo del tiempo de deposición de la galena.

La hematita se encuentra en contacto con la calcopirita, mostrando bordes de reacción.



EXPLICACION

-  ANDESITA An
-  ANDESITA PORFÍDICA Anp
-  TOBA Tb
-  TONALITA To
-  BASALTO
-  ALUVION
-  FALLA. NORMAL

- 1 RIO ATENGUILLO
- 2 RIO PANICO
- 3 VETA ANGOSTURA
- 4 VETA TORTOLAS
- 5 VETA AZTECA II
- 6 VETA REFUGIO
- 7 VETA ZAPOTECA
- 8 VETA MAREE

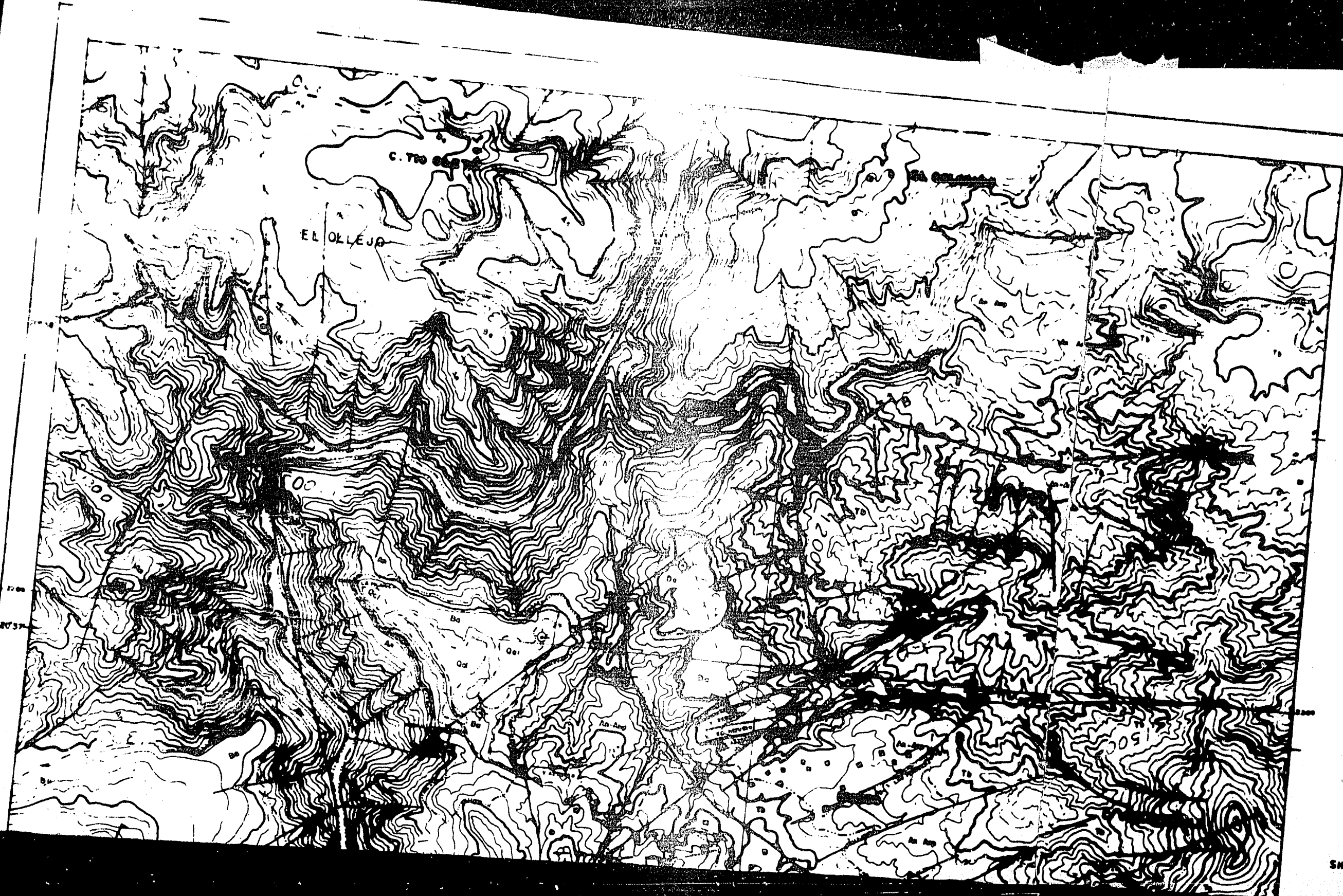
N



ESCALA GRAFICA



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	GEOLOGIA
	SECCIONES GEOLOGICAS DEL BARQUEÑO - PANICO JAL.
	TESIS PROFESIONAL
	ROSAS SANCHEZ L. 1983 ALVAREZ ROSALES J.

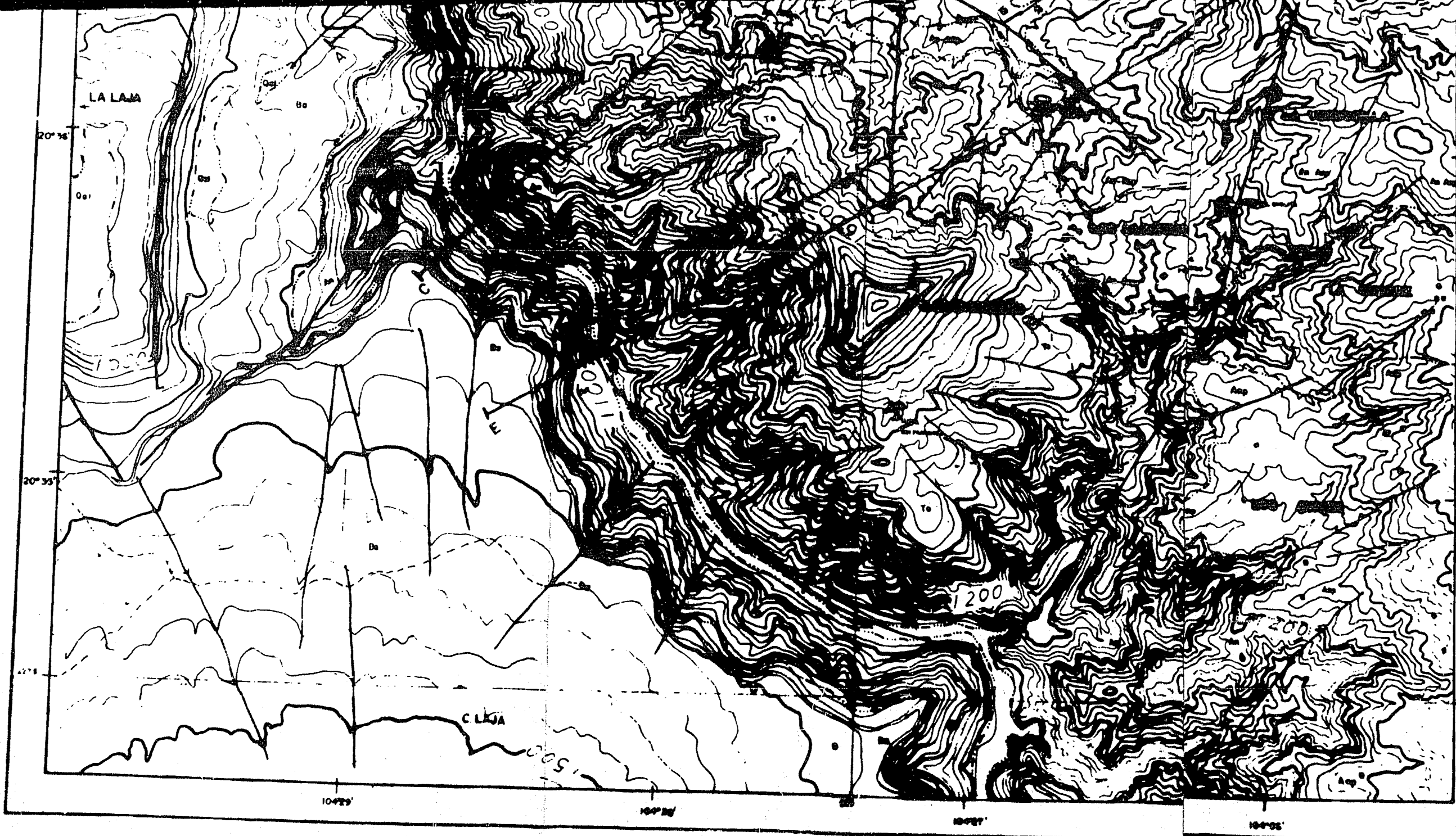


LEYENDA

COLUMNA LITOLÓGICA

Qol	ALUVION
Bo	BASALTO
To	TORNALITA
Tb	TOBA
Asp	ARENISTA PORFIRICA
An	ANDEBITA

SIKPOLOS GEOLOGICOS



- FRACTURA
- FALDA NORMAL
- ESTRUCTURA MINERALIZADA
- RUMBO Y ECHADO DE VETA
- APARATO VOLCANICO
- SECCION
- MUESTRA PETROGRAFICA

- SEMBOLOS TOPOGRAFICOS**
- CURVA DE NIVEL CADA 20m
 - ARROYO
 - CAMINO DE TERRACERIA
 - MINA
 - POBLADO

ESCALA GRANICA



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	GEOLOGIA
	PLANO FOTOGEOLOGICO DEL
	BARRIOÑO — PARICO JALISCO
	TESIS PROFESIONAL
	ALVARO RAMIREZ LEPON
	ALVARO RAMIREZ LEPON