

30

2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"GEOLOGIA Y PALEOMAGNETISMO
DEL AREA DE JOCOTEPEC, JALISCO"**

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO GEOLOGO

presenta:

ROBERTO URIBE AFIF



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Señor URIBE AFIF ROBERTO.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Profr. Ing.- Hugo Delgado Granados, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"GEOLOGIA Y PALEOMAGNETISMO DEL AREA DE JOCOTEPEC, JALISCO"

RESUMEN.

- I INTRODUCCION.
- II GENERALIDADES.
- III GEOLOGIA.
- IV PALEOMAGNETISMO.
- V DISCUSION Y CONCLUSIONES.
CITAS BIBLIOGRAFICAS.
ANEXOS.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., Octubre 2 de 1985

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

I N D I C E

	Pág.
I.- INTRODUCCION -----	1
I.1.- Planteamiento del Problema -----	1
I.2.- Objetivos -----	5
II.- GENERALIDADES -----	7
II.1.- Localización y Extensión -----	7
II.2.- Vías de Comunicación -----	7
II.3.- Hidrografía y Clima -----	10
II.4.- Estudios Previos -----	13
II.5.- Método de Trabajo Geológico -----	18
III.- GEOLOGIA -----	21
III.1.- Fisiografía y Geomorfología -----	21
III.2.- Estratigrafía -----	25
III.3.- Petrología -----	31
III.4.- Geología Estructural -----	38
III.5.- Evolución Tectónica -----	42
IV.- PALEOMAGNETISMO -----	49
IV.1.- Método de Trabajo Paleomagnético -----	49
IV.2.- Aplicaciones a Problemas Geológicos y Geofísicos -----	54
IV.3.- Resultados e Interpretación -----	58
V.- CONCLUSIONES Y CONSIDERACION ECONOMICAS -----	68
V.1.- Conclusiones -----	68
V.2.- Consideraciones Económicas -----	71
BIBLIOGRAFIA -----	73
ANEXO PETROGRAFICO	
MAPAS: GEOLOGICO Y SECCIONES GEOLOGICAS	

I.- INTRODUCCION

I.1.- Planteamiento del Problema

Luhr y otros, en 1985, propusieron la existencia de un gran proceso de fracturamiento continental en la parte occidental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM), este fracturamiento está representado por 3 rasgos tectónicos (Grabenes) que se intersectan en la porción occidental del país.

En dicha zona se han realizado diversos estudios de cada uno de los rasgos tectónicos (Nieto y otros, 1985; Nelson y Carmichael, 1984; Luhr y otros, 1985; Allan, - - 1985; etc.). La presencia de estos eventos, que tienen un punto común, motiva a la realización de más estudios y análisis de diversa índole, que ayuden a dar claridad a una tectónica tan compleja como la que es posible observar en la parte occidental de la Faja Volcánica Mexicana sobre la cual se realiza el presente trabajo.

Aspectos importantes, dentro del análisis de esta región, son el estructural y el estratigráfico, ya que en trabajos anteriores existe discrepancia en cuanto a la -- cronoestratigrafía y la forma en que se presentaron los - eventos antes mencionados.

Nelson y Carmichael, en 1984, hacen notar que en -

esta porción de la FVTM, aproximadamente para el mismo período, se observan manifestaciones de vulcanismo de composición Calco-alcalina y alcalina. Luhr y otros (1985), interpretan ésto como un resultado asociado al proceso de subducción, el cual se considera con ciertas reservas.

Este gran episodio de fracturamiento continental - que se observa en la parte occidental de la FVTM representa y da origen a una serie de estructuras de gravedad, que inicialmente fueron estudiadas por Palmer, en 1926, quien reconoció la depresión sobre la que se encuentra el Lago de Chapala como una estructura de colapso de orientación E-W.

Según Díaz y Mooser (1974), durante el Mioceno fue plegada una secuencia de rocas volcánicas dando origen al Anticlinal Chapala, mismo que sufrió fallamientos en bloques escalonados con hundimiento central durante el Plioceno. La existencia de estos fallamientos es comprobada por la presencia de escarpes desde Chapala hasta Jocotepec al oeste del Lago de Chapala (Clements, 1963). La Formación del Anticlinal Chapala (Palmer Op. cit.; Díaz y Mooser Op. cit.), se explica en base a fuerzas de compresión que han actuado en la región.

Otra estructura importante es la interpretada por Allan (1985), en la intersección de las fosas de Colima y Chapala en base a estudios de gravimetría. Tomando en -

cuenta la profundidad de los sedimentos y el relieve topográfico, este autor ubicó el origen de la fosa en Colima entre el Mioceno y el Pleistoceno.

Las secuencias estratigráficas que se han reportado para la región han sido muy diversas, debido a diferentes factores como la presencia tan cercana de la Sierra Madre Occidental y la FVTM, la influencia que ejerce un vulcanismo extenso dentro de la región, la gran actividad tectónica que afecta el área y las variaciones climáticas que han ocurrido durante el Cuaternario. Estas últimas han tenido una gran influencia en los procesos de sedimentación.

Palmer (Op. cit.), registró 2 eventos volcánicos representados por el basalto Tizapán y por el basalto La Estancia; dio el nombre de Capas Chapala a una secuencia compuesta por arcillas, arenas, margas y tierra de diatomitas que según él se interdigitan con el basalto La Estancia. En base a fósiles localizados en las Capas Chapala, los cuales no consigue identificar plenamente, le asigna una posible edad Pleistoceno-Plioceno Tardío. Esta edad también es asignada por Clements (1962), aunque en 1963 con base en la identificación de fósiles encontrados en las Capas Chapala, determina una edad Plioceno. Anteriormente, Downs en 1958), sugiere en forma generalizada una edad pleistocénica basándose principalmente en la identificación

de fósiles de la especie Equus sp. que fueron localizados en la cima de la Formación (Clements, 1959).

Clements en su trabajo de 1963 define a las Capas Chapala de Palmer (Op. cit.), como la Formación Chapala - al igual que Downs (Op. cit.), la cual es descrita como - una unidad constituida principalmente de arcillas, lutitas y limolitas, cuerpos de areniscas, tobas y un cuerpo conglomerático con interdigitaciones de pómez; además, Palmer (1926), describe 2 episodios volcánicos caracterizados por el basalto Tizapán y el basalto La Estancia entre los cuales, según él, se depositan las Capas Chapala. Por otra parte, Clements (Op. cit.), atribuye estos eventos volcánicos a solo un episodio, piensa que se debe a 2 flujos de gran magnitud en un intervalo de tiempo muy amplio. Esta última interpretación implica una serie de cambios en la estratigrafía de la región. Una discrepancia más es que Palmer (Op. cit.), menciona la presencia de rocas cretácicas en la región. Sin embargo, en el mismo artículo dice que "no se conoce algún afloramiento de las lutitas del Cenomaniano", ni de las calizas del Turoniano las cuales según él afloran a 50 km del lago.

En el mismo orden de ideas Clements (1963), determina, en base a su trabajo de campo y a información obtenida de un pozo perforado en la ribera del lago (este pozo -

finalizó en rocas volcánicas a 1220 m de profundidad) la inexistencia de rocas cretácicas.

Venegas y otros en 1985, proporcionan datos de pozos perforados en las inmediaciones del poblado de San Marcos, Jal., en los cuales mencionan la existencia de areniscas cretácicas aproximadamente a los 1800 m de profundidad, en tanto que Clements (Op. cit.), reporta la presencia de granitos mesozoicos a 2150 m de profundidad.

Existen datos de edades de otros autores como son el de Rosas (1980), que da la datación de 7 m.a. de diatomitas localizadas dentro de la fosa tectónica de San Marcos-Zacoalco y por último un dato basado en la presencia del fósil Melania, Subgenus Melanoidea encontrados a una profundidad de 240 m, el cual parece caracterizar a estos depósitos en un período del Eoceno al Mioceno (Godinez, - 1961).

Debido a las consideraciones mencionadas, esta zona despierta gran interés.

I.2.- Objetivos

Los objetivos a cubrir en el presente trabajo son:

___ Ubicar precisamente, al área, dentro de los contextos (Geológico y Geográfico) regionales.

___ Plantear, en función del paleomagnetismo, una magneto-
estratigrafía.

Los pasos seguidos para alcanzar los objetivos plantea-
dos fueron:

___ Establecer la problemática local y regional.

___ Revisar la bibliografía relacionada al tema.

___ Describir las formas del relieve de la región.

___ Describir las unidades estratigráficas aflorantes en
la zona.

___ Analizar los estudios petrográficos y químicos.

___ Analizar las aplicaciones del paleomagnetismo a proble-
mas geológicos y geofísicos.

___ Integrar e interpretar la información

II.- GENERALIDADES

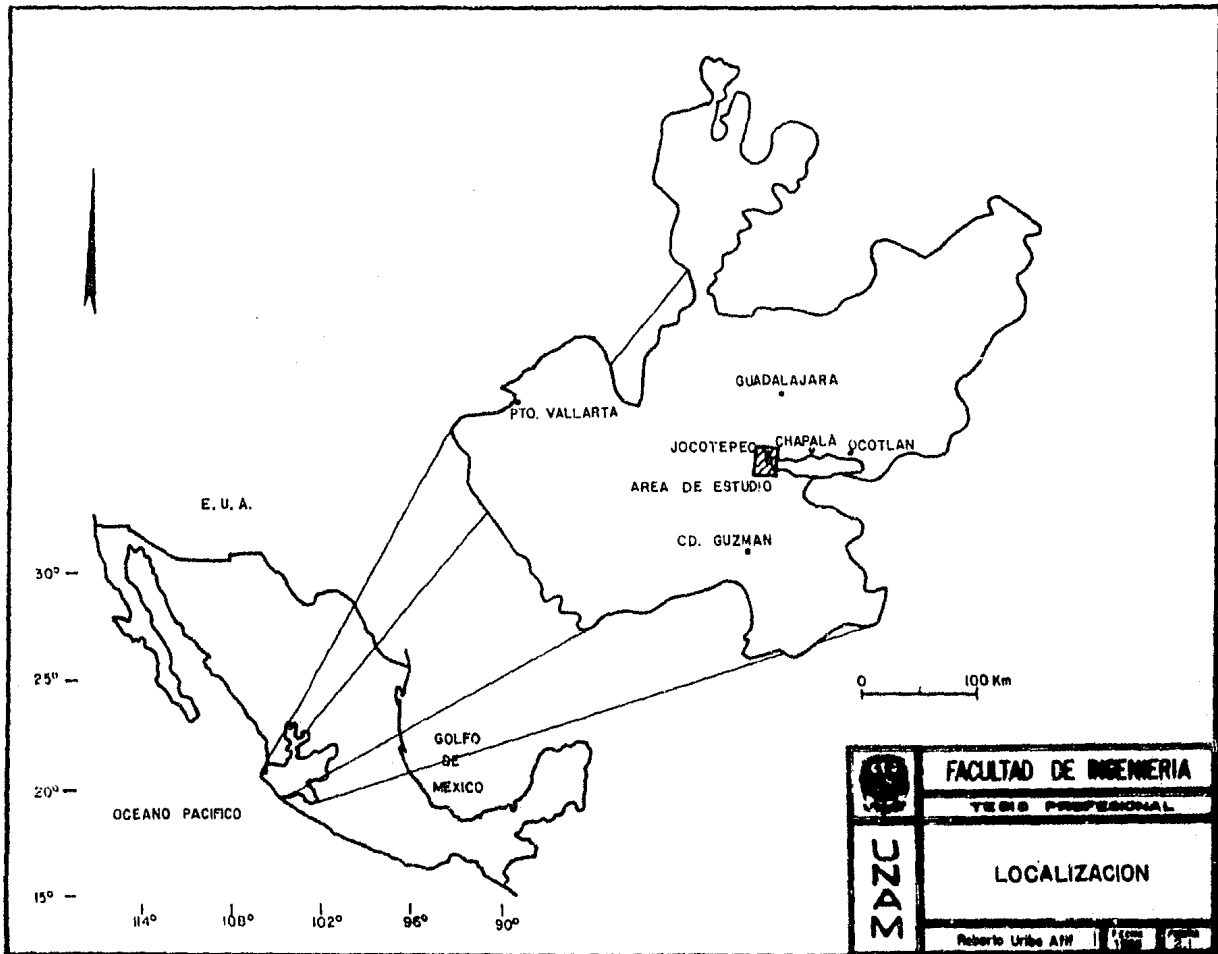
II.1.- Localización y Extensión

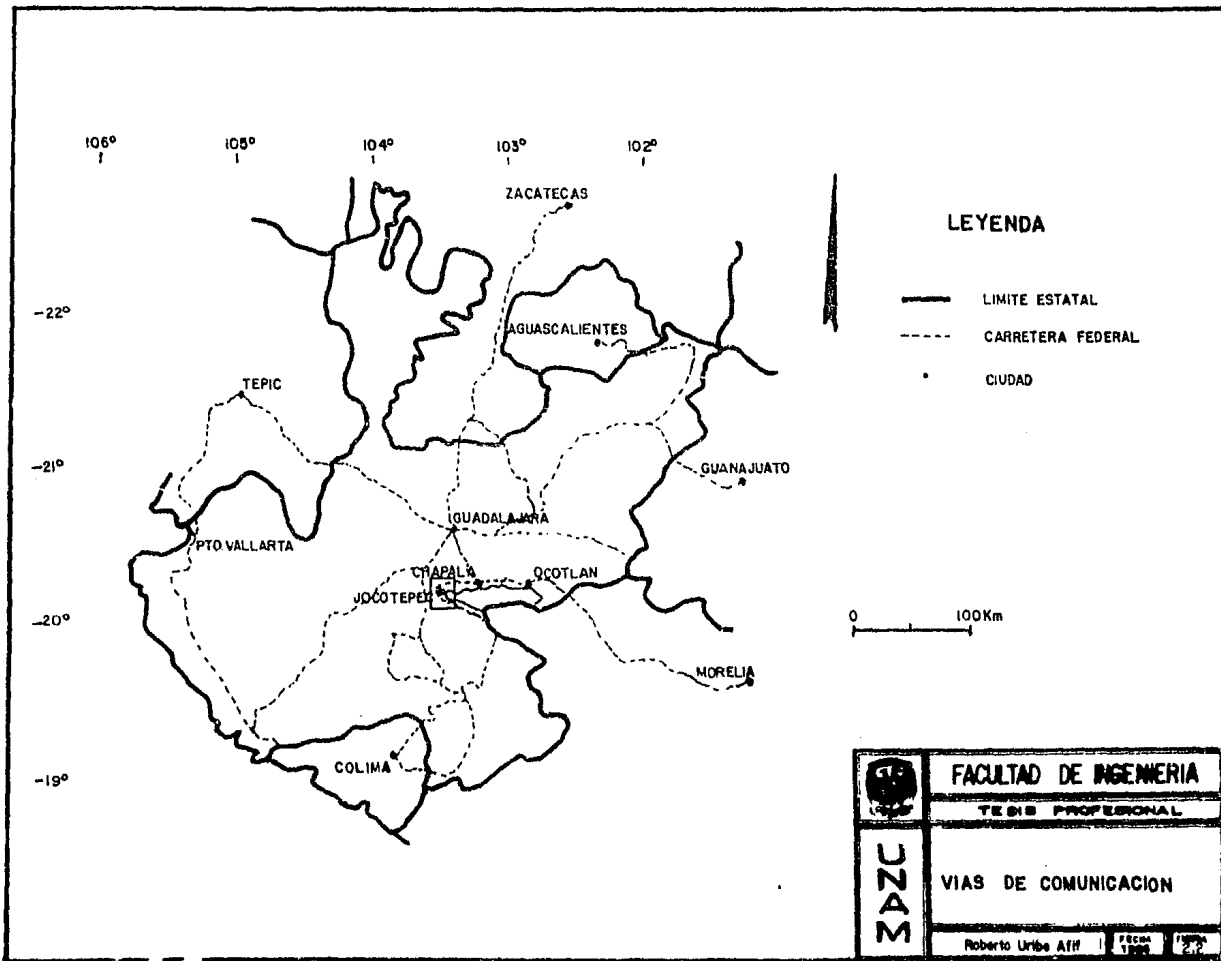
La localización del área de estudio se encuentra dada por las siguientes coordenadas: Entre $20^{\circ}07'$ y $20^{\circ}26'$ de latitud norte y entre $103^{\circ}20'$ y $103^{\circ}33'$ de longitud oeste, cubriendo una superficie total de 869.75 km^2 . La población más importante es Jocotepec, Jal. (Fig. 2.1).

II.2.- Vías de Comunicación

La zona de trabajo ocupa un lugar de gran actividad agrícola y ganadera además de un marcado interés turístico, las vías de comunicación son en términos generales buenas, teniendo las siguientes carreteras dentro del área: la carretera federal número 15 que comunica al norte con la Ciudad de Guadalajara, atravesando la región en dirección NW-SE, además de las carreteras estatales Nos. 35 y 54 que comunican diversos poblados que se localizan circundando el Lago de Chapala (Fig. 2.2). Aunado a lo anteriormente escrito, la superficie de trabajo cuenta con una buena cantidad de caminos de terracería, transitables sólo en época de sequía.

En Guadalajara se localiza el Aeropuerto Internacio-





nal "Miguel Hidalgo" que tiene pista de aterrizaje de concreto con capacidad para recibir grandes naves, sus dimensiones son de 60 x 4000 m. En Puerto Vallarta hay otro aeropuerto internacional, en el Municipio de Zapopan se tiene un aeropuerto de menor capacidad que los anteriores, su pista es de asfalto, está al servicio de la Escuela Militar que ahí se localiza, además existen 37 pistas adicionales de poco alcance distribuidas en toda la entidad.

Jalisco cuenta con 969 km de vías férreas, el 4% del total de la red nacional. El 50% fue tendida por Ferrocarriles Nacionales de México, el 24% por Ferrocarriles del Pacífico y el 25% restante formado por vías auxiliares. La mayor concentración se encuentra en Guadalajara, Ameca y Ocotlán ocupando 272 km.

Las principales rutas son: Guadalajara-Mexicali; Guadalajara-México y Guadalajara-Manzanillo.

II.3.- Hidrografía y Clima

La zona de estudio se localiza enmarcada en la región hidrológica conocida con el nombre de "Lerma-Chapala-Santiago" de la que se pueden mencionar las siguientes características:

La superficie que cubre el Lago de Chapala es de aproximadamente 1,100 km², siendo el vaso natural más gran

de del País, este lago cumple con la misión de ser el regulador del sistema Lerma-Santiago. Su capacidad es de 8,130 millones de m³ y drena una superficie aproximada de 5,127.43 km² que se distribuyen a lo largo de sus 80 km de longitud y 6 a 26 km de anchura (Tabla 2.1), teniendo una profundidad que varía entre 8 y 10 m (S.R.H., 1971).

La importancia de esta región hidrológica radica en la gran diversidad de usos benéficos como son: agricultura, pesca, generación de energía, abastecimiento de agua, deportes acuáticos, etc., además de ser el captador de aguas residuales domésticas, agrícolas, municipales e industriales de la región.

Cabe aclarar que las aguas residuales que llegan al Lago traen consigo sustancias orgánicas e inorgánicas que al llegar al vaso sufren una transformación natural debida en gran parte a la capacidad de dilución del vaso además de distintos factores fisico-químicos y biológicos que se llevan a cabo en su área.


Otros elementos hidrográficos que se localizan en la zona en cuestión son la Laguna de San Marcos que tiene 15 km de largo por 6 km de ancho y la Laguna de Sayula que tiene 19 km de longitud y 13 km de ancho aproximadamente; estas lagunas presentan de una manera más notable el problema de la desecación ya que sólo tienen cuerpos de agua pequeños y aislados, que se encuentran sólo en época de -

TABLA 2.1

FACTOR	MAXIMO m ³ /seg	MINIMO m ³ /seg	MEDIO m ³ /seg
PRECIPITACION Y ESCURRIMIENTO	274.2	0.15	49.5
EVAPORACION	111.8	19.9	53.0
APORTACIONES RIO LERMA	605.0	0.89	50.0
SALIDA HACIA RIO SANTIAGO	354.9	6.67	37.2

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y MEDIOS MENSUALES PARA UN PERIODO DE 20 AÑOS (1953-1972), DE LOS FACTORES HIDROLOGICOS QUE AFECTAN EL LAGO

TOMADO DE S.P.P., 1981

 UNZU	FACULTAD DE INGENIERIA
	TECNICO PROFESIONAL
	FACTORES CLIMATICOS
Roberto Uribe AFM Fecha: 1981 Pagina:	

lluvias y que en época de secas sufren una desecación total, trayendo con ésto algunos problemas para la economía de la región.

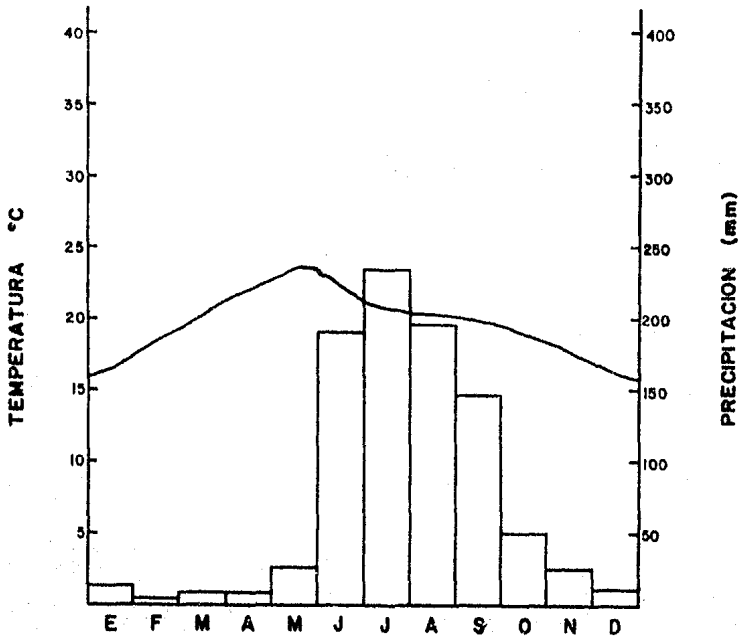
Los datos aquí expuestos fueron tomados de la síntesis geográfica del Estado de Jalisco de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1981).

El clima es semicálido subhúmedo, siendo éste el menos húmedo de los semicálidos, presenta época de lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5. La precipitación media anual es mayor de 700 mm. La temperatura media anual está entre 22° y 28°C, la mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio, con un rango que fluctúa entre 220 y 230 mm. La temperatura máxima es en mayo con 23° a 24°C y la mínima en enero entre 16 y 17°C (Fig. 2.3).

II.4.- Estudios Previos

El primer trabajo sobre el área de estudio fue realizado por Galleoti en 1840, el cual posteriormente fue reimpresso íntegramente por Orozco y Berra (1857). Posteriormente, Palmer (1926), es el primero en realizar un trabajo con fines geológicos, en el cual hace un análisis sobre los eventos tectónicos de la región, así como de la geología y la estratigrafía de la misma, es el autor que

ESTACION CHAPALA



NOTA: LAS BARRAS REPRESENTAN LA PRECIPITACION

TOMADO DE S.P.P., 1981

	FACULTAD DE INGENIERIA
	TRABAJOS PROFESIONALES
	CLIMA
	Roberto Uribe Alfaro FECHA: 1988 FOLIO: 2

asigna el nombre de capas Chapala a los sedimentos lacustres que hay en la zona, en los que entre otras cosas menciona la presencia de fósiles y diatomitas. Existen dos trabajos que reportan aspectos petroleros de la región del Lago de Chapala, estos son los realizados por Ely (1922) y Muir (1935), en donde el primero habla de la presencia de chapopote que se localiza en material volcánico al sur del Lago. Por su parte Muir, Op. cit., menciona manifestaciones de gas en las inmediaciones del Lago, además de describir en forma somera las rocas del perímetro del lago y habla de la posible fuente que genera dicho material. Bargallo (1952), habla del descubrimiento de diversos fósiles - al sureste del lago entre los que menciona la presencia de huesos de Mamut.

Para el año 1956, Delgado en colaboración con un grupo de ingenieros realiza un estudio que tiene por finalidad salvar el lago de una total desecación. De la O (1958) hace una descripción generalizada de la región.

Con el descenso del nivel del agua del Lago de Chapala, quedaron expuestas zonas del lago que antes se encontraban cubiertas, y con ello vino el hallazgo de vertebrados fósiles en el lecho del lago, de los fósiles encontrados, Downs (1958) realiza un estudio detallado, además definió la Formación Chapala y le asignó una edad Plio-Pleistoceno.

Para 1959, Clements asigna el término de Formación Chapala (Downs, Op. cit.), a los sedimentos lacustres denominados por Palmer (1926) como capas Chapala, dando en este trabajo una descripción más detallada de la litología existente. En un artículo posterior Clements (1962), realiza la descripción de la Geología Histórica del lago. Estos trabajos son la base de uno más detallado, publicado en 1963; en el que analiza a la región desde diversos enfoques (climático, estratigráfico, tectónico, fisiográfico e histórico). En dicho escrito Clements (Op. cit.), establece ciertas discrepancias con el trabajo ejecutado por Palmer (Op. cit.), sobre todo desde el punto de vista estratigráfico.

Godines (1961), realiza un estudio de la región para la obtención del Grado de Maestro en Geografía en el que habla en forma escueta de la geología. Varios años más tarde Díaz y Mooser (1974), dan a conocer un trabajo sobre tectónica y geología histórica, en donde a la Formación Chapala le asignan una edad Oligoceno, y la consideran compuesta por lavas ácidas y básicas. En el trabajo en cuestión asignan una posición parcialmente parecida a la de Palmer (Op. cit.). En diversos trabajos (Demant y otros, 1976; Demant y Vicent, 1978; Demant, 1979) Demant analiza las estructuras existentes en la porción occidental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM), denominando Graben "Tepic-Chapa-

la" y Graben "Colima" a los rasgos tectónicos presentes en esta región y presenta un análisis detallado de la petrología de varios volcanes, además bosqueja la relación de la composición química y mineralógica con la tectónica del área analizada.

Debido al gran interés geotérmico que tiene la región la Comisión Federal de Electricidad ha realizado diversos trabajos aunque la mayoría no han sido publicados, pero algunos otros si han visto la luz, como son los realizados por Rosas (1980), en el que aporta datos sobre la estructura del graben Zacoalco, así como la datación de diatomitas.

Por otra parte Venegas (1985), hace una correlación estratigráfica con la cual infiere la presencia de una paleofaja volcánica como basamento de la FVTM, presentando una recopilación de datos obtenidos de varios trabajos efectuados en la zona de estudio.

Para el año de 1985, Allan publica las evidencias obtenidas, a través de métodos geofísicos (gravimetría) y sedimentológicos, de la intersección de los sistemas de fallas de las fosas tectónicas de Colima y Chapala, para este mismo año Luhr y otros, en trabajo de carácter petrológico proponen la existencia de una unión triple continental formado por la intersección de 3 fosas tectónicas al oeste

de la FVTM.

El último trabajo realizado sobre la región y que apareció durante la realización del presente estudio, fue un artículo publicado por Allan (1986), en el que hace una descripción de las litología, basándose en análisis químicos y estudios petrográficos, además de presentar una recopilación de muestras sobre las cuales se tienen datos radiométricos.

II.5.- Método de Trabajo Geológico

La primera etapa para la ejecución de la presente tesis fue una recopilación bibliográfica de los trabajos realizados en el área de estudio con diversos enfoques, como es la geología histórica, composición litológica, Geología Estructural, mapas topográficos y geológicos.

Se estudió el área a través de fotografías aéreas escala 1:50,000 en base a las cuales se realizó una fotointerpretación geológica. Para la elaboración de un plano base se utilizaron, por pensarse que eran las más adecuadas para este trabajo, las Cartas Topográficas escala 1:50,000 publicadas por la Secretaría de Programación y Presupuesto. Al efectuar la revisión del material mencionado se identificaron y ubicaron las regiones de mayor interés con el fin de

trazar un plan de trabajo a desarrollar en la visita al campo.

La segunda etapa dió inicio ya en la zona de trabajo donde se llevaron a cabo diversos recorridos tratando de cubrir el sitio en su totalidad con el fin de verificar la fotointerpretación y realizar las correcciones pertinentes.

En dichos caminamientos se obtuvieron muestras tanto para petrografía como para análisis químicos y se procedió a la perforación de muestras para el análisis paleomagnético, localizadas todas estas muestras en las fotografías aéreas y Cartas Topográficas.

Se efectuaron una serie de mediciones de datos estructurales en todos aquellos sitios en que fue factible - realizar dicha labor, además de analizar la posición y relación estratigráfica de los eventos ocurridos.

Con los datos obtenidos en el campo dió inicio la tercera etapa (gabinete) en la que se procesó el material muestreado. Esta etapa consistió en la laminación de rocas, preparación de muestras para análisis químico las cuales - tienen que someterse a una preparación que consiste en quebrar, cuartear y moler la muestra hasta tener el tamaño -- adecuado, para posteriormente ser lavadas con ácido clorhídrico con lo cual quedan listas para ser sometidas al análisis, por último se procedió a preparar las muestras para paleomagnetismo (las técnicas empleadas en paleomagnetismo

se detallan en el capítulo correspondiente).

Una vez preparadas las muestras se procedió a su medición (según el caso) y a su análisis para poder diferenciar los eventos geológicos ocurridos.

Por último se hizo la integración de toda la información, la realización de una Carta Geológica escala 1:50,000 y la interpretación de los datos, con lo cual finalmente se redactó el escrito en el que se presentan las conclusiones.

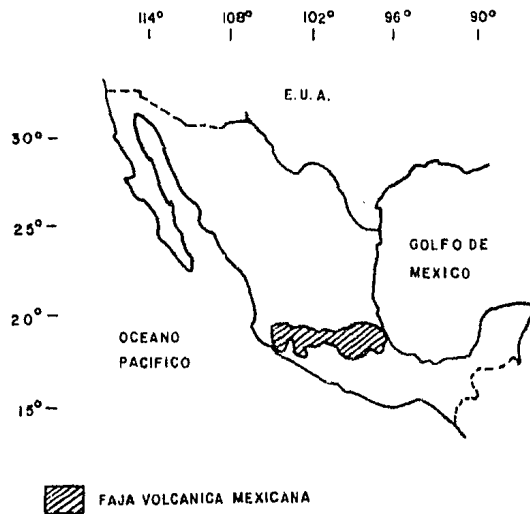
III.- GEOLOGIA

III.1.- Fisiografía y Geomorfología


El área de estudio se encuentra localizada dentro de la provincia fisiográfica que se conoce con el nombre de Eje Neovolcánico (Alvarez, 1961), aunque las características fisiográficas que presenta con respecto a la República Mexicana no son las de un Eje propiamente dicho; debido a ésto, en el presente trabajo no se utilizará este nombre, sustituyéndosele por el de Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) que de alguna manera trata de ser más descriptivo tanto en su forma física como en su origen (Fig. 3.1).

Los límites geográficos de esta provincia son: al occidente, el graben de Tepic-Chapala (López-Ramos, 1983) y el graben de Colima (Allan, 1985); su terminación al oriente queda marcada por la presencia del Volcán Citlaltepetl (López, R. 1983), y por último, sus límites al norte y al sur son los paralelos 21°00' y 19°00' de latitud norte --- aproximadamente, límites en los cuales está en estrecho contacto con las sierras mayores del occidente, oriente y del sur, además de la Mesa Central.

Los rasgos geomorfológicos prominentes en la zona, son los siguientes: hay varias cadenas montañosas que se encuentran expresadas en formas de domos alargados, estos



TOMADO DE: VERMA, P.S., 1986

 UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PROVINCIA FISIOGRAFICA	
Roberto Uribe AHN	

elementos son la Sierra del Madroño y la Sierra de las Vigas, las cuales tienen una orientación de su eje mayor, en dirección NW-SE la primera y E-W la segunda. En cuanto a las elevaciones de éstas, la Sierra Madroño tiene la cota más alta dentro del área analizada, de 2900 m.s.n.m. y una altura relativa de 1300 m respecto a los valles que la circundan, mientras que la Sierra de las Vigas, tiene una cota máxima de 2300 m.s.n.m. y una altura relativa de 700 m. Un tercer componente no menos importante es la Sierra de la Difunta que tiene una orientación de dirección NW-SE de su eje mayor. Esta Sierra posee la mayor extensión en la zona de estudio, tiene en promedio 35 km de longitud por 9 km de ancho, alcanzando una elevación de 2700 m.s.n.m., con una altura relativa de 1200 m.

Además de estas cadenas montañosas descritas, hay en el área una serie de elevaciones aisladas que no tienen ninguna orientación preferencial y cuyas formas varían desde domos alargados hasta domos casi equidimensionales. En este caso, las cotas máximas oscilan en promedio entre los 1800 m.s.n.m. con alturas relativas variables que pueden ir de 200 a 400 m.

En las Sierras del Madroño y de La Difunta se observan depósitos de piedemonte, que en el flanco sur de la Sierra del madroño presentan los volúmenes más importantes, - siendo sus dimensiones aproximadas de 7-8 km de longitud -

con una altura relativa de 300 m, alcanzando los 1800 m.s. n.m.

Las planicies de nivel base en esta región están constituidas por lagunas que pueden ser de carácter permanente - como la de Chapala, o intermitentes (sólo en época de lluvias) como las lagunas de San Marcos y Sayula, cuya elevación es de 1400 m.s.n.m.

El área ha sido afectada por procesos geomórficos en dógenos y exógenos que son los que han moldeado la morfología de la zona, tales procesos son: vulcanismo, tectonismo, erosión fluvial y acumulación.

Todos los procesos antes mencionados han contribuido de alguna manera a que la región muestre las características que se destacan al principio de este inciso, como sería el vulcanismo, que ha proporcionado casi la totalidad de - los elementos montañosos; el tectonismo, que actúa en las formas produciendo grandes escarpés de falla de hasta 200 m, y los depósitos de piedemonte producto de la erosión y acum lación.

III-2.- Estratigrafía

La secuencia estratigráfica del presente trabajo, tuvo como punto de partida, para el establecimiento de las po-

siciones en la columna y la edad de los diferentes eventos geológicos, la posición y edad de la Formación Chapala, para la cual, Palmer (1926) y Clements (1962) asignan a esta Formación una edad Plio-Pleistoceno, en base a la presencia de fósiles.

Teniendo como parámetro lo expresado en el párrafo anterior, se estableció un orden secuencial de los paquetes de roca, haciendo la determinación de aquellos eventos ocurridos antes y después del depósito de la Formación Chapala, lo que, aunado a los trabajos de campo y los estudios petrográficos permite el establecimiento de la estratigrafía del área de estudio, misma que puede observarse en la (Figura 3.2), que a continuación se describe más ampliamente, iniciando por las unidades más antiguas hasta llegar a las más jóvenes.

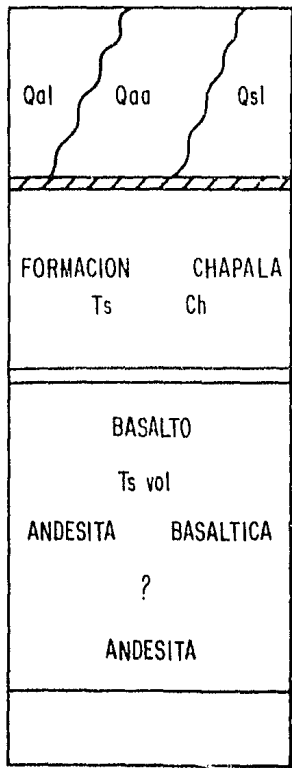
ERA CENOZOICA

SISTEMA TERCIARIO

Grupo Volcánico Indiferenciado del Terciario Superior (Ts vol)

La ausencia de edades radiométricas de estas rocas, no da la posibilidad de establecer límites cronológicos exactos, por lo cual se iniciará del período Plio-Pleistoceno, - en base a lo expresado en párrafos anteriores.

T E R C I A R I O	CUATERNARIO	HOLO- CENO
		PLEISTOCENO
		PLIOCENO
		MIOCENO
	OLIGO- CENO	



SECUENCIA ESTRATIGRAFICA
ESQUEMATICA DEL AREA
DE JOCOTEPEC JALISCO.



FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL



La unidad más antigua que aflora en el área de estudio, es un paquete de rocas volcánicas, que varían su composición desde intermedia (Andesitas) hasta básica (Basalto) pasando por un miembro intermedio al que se denominó andesitas basálticas. (Ver anexo petrográfico).

Estas rocas ocupan las grandes sierras que conforman el área de trabajo, constituyéndolas de la siguiente manera: las Andesitas se emplazan de manera principal en la Sierra de la Difunta y el Cerro del Campanario, al sur del poblado de Zacoalco de Torres. Las Andesitas Basálticas constituyen el elemento fundamental de la Sierra El Madroño y por último los Basaltos que dan forma al Cerro García, al SW de San Cristóbal Zapotitlán, La Sierra de Las Vigas y el Cerro La Lima, los cuales llegan a tener espesores de más de 1000 m. (Ver mapa geológico). La separación entre estas tres litologías no es posible establecerla de forma tajante, por lo cual se han denominado como un grupo volcánico indiferenciado con las variaciones ya mencionadas, entre las cuales se puede establecer una evolución normal de una secuencia volcánica, en la cual aparecen primeramente los miembros de menor densidad que serán seguidos por las rocas con mayor densidad, lo que da por resultado que las rocas más ácidas sean las más antiguas y las básicas las más jóvenes.

Debido a que estos paquetes de roca subyacen a la For

mación Chapala, lo que puede observarse en el Cerro de Los Agraciados al NW de Jocotepec, se le asigna una posible edad del Mioceno.

Formación Chapala del Terciario Superior (Ts Ch)

Descansando en forma discordante sobre la unidad anterior, se encuentra la Formación Chapala, como se observa al sur de San Luciano.

Dicha formación fue descubierta por Palmer (1926) y definida por primera vez por Clements (1959), quien la describe como capas que consisten de varios cientos de pies de sedimentos, al NW del poblado de Chapala. Las rocas características de esta formación que son más abundantes, son lutitas y arcillas, sin embargo existen comúnmente areniscas, conglomerados finos, mármol, diatomitas y capas de tobas.

En forma ocasional se localizan capas consistentes de fragmentos de pumicita del tamaño del guijarro. Además de que la formación está cortada en forma sesgada, por una serie de terrazas lacustres y a la que, como se mencionó con anterioridad se le asigna una edad Plio-Pleistoceno.

El área ocupada por esta formación Ts Ch queda delimitada dentro del puerto intermontano, localizado entre las sierras de Las Vigas y la del Madroño (ver mapa geológico).

SISTEMA CUATERNARIO

Sedimentos Lacustres del Cuaternario (Qs1)

El siguiente evento geológico, fue el depósito de sedimentos lacustres, constituidos por limos y arcillas, que Palmer (Op. cit.) relacionó con la Formación Chapala como un cambio de facies, fueron interpretados por Clements - - (1963), como una evidencia de períodos glaciales de carácter global, determinado ésto por la presencia de terrazas lacustres que se encuentran elevadas algunas decenas de metros, la posición de estos sedimentos es discordante con respecto al grupo volcánico del Terciario Superior a los que sobreyacen.

Los espesores de estos sedimentos son variables y van desde 2 a 3 metros hasta alcanzar los 30 ó 40 m, y se localizan en los lechos de las Lagunas de San Marcos, Chapala, Sayula, Cajititlán y en los alrededores de Zapotitlán de Hidalgo.

Abanicos Aluviales del Cuaternario (Qaal) y Aluvi6n Cuaternario (Qal)

Son las unidades litol6gicas m6s j6venes, localizadas en el 6rea de estudio, son rocas y suelos producto de la de

sintegración de las litologías preexistentes. Estas unidades ocupan respectivamente los siguientes sitios: En la base de las Sierras del Madroño y La Difunta. Los abanicos aluviales se localizan regularmente, en tanto que el aluvión se presenta distribuido irregularmente en el área de trabajo (ver mapa geológico).

El espesor de estos depósitos es muy variable y va desde unos cuantos centímetros hasta varios metros. Estas unidades consisten principalmente de gravas, arenas y arcillas de composición predominantemente andesítica y cuya consolidación es prácticamente nula. Ambas se atribuyen al Holoceno.

III-3.- Petrología

De las muestras obtenidas en la región se hicieron estudios petrográficos y análisis químicos que pudieran ayudar a determinar las características composicionales de las rocas aflorantes en el área.

Los datos petrográficos se revisaron y se clasificaron con base al diagrama de clasificación para rocas ígneas realizado por Strekeisen (1975), con base en ésto las rocas del área quedaron determinadas como andesitas, andesitas-basálticas y basaltos cuya mineralogía más consistente fue la siguiente: fenocristales de plagioclasas sódico-cálcicas;

microlitos de plagioclasas de la misma composición; clinopiroxenos, que fue el grupo de minerales ferromagnesianos más común. El olivino y los anfíboles fueron minerales - - accesorios que no se presentaron en un gran número de muestras, ya que el primero (olivino) se encontró en 3 de las 4 muestras de composición más básica, en tanto que los anfíboles se encontraron en algunas de las rocas andesíticas, sólo en un caso se encontró la presencia de ortopiroxeno, estando éste en un basalto. Todas las rocas analizadas presentaron una textura porfídica teniendo diferencias en cuanto a los constituyentes de la matriz, ya que ésta variaba en su contenido de microlitos de plagioclasa, vidrio, minerales opacos y algunos piroxenos. La información petrográfica es posible consultarla en la Tabla 3.1 y en el anexo - petrográfico, al final del presente trabajo.

Sobre los datos obtenidos de los análisis químicos (Tabla 3.2) se procedió a la realización de un diagrama AFM que permitiera definir su carácter químico. Los resultados obtenidos indicaron que dicho carácter era calco-alcálido (Fig. 3.3). Dada la importancia que reviste la composición química (ya que esto se asocia a un ambiente tectónico determinado) de estas rocas se decidió usar otros 2 diagramas que aportaran evidencias al respecto, por lo que se utilizaron los diagramas de SiO_2 vs $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ y de SiO_2 vs K_2O (Fig. 3.4) en ambos diagramas se marcaron diferencias con respec-

TABLA 3 I

MUESTRA	FENOCRISTALES										MATRIZ					TEXT.	CLASIFICACION	UNID.
	OL.	OPX	CPX	AN ^{PL}	AB	ANF	BIO	FK	QZ		VID	PL	MG	HEM	PX			
CHP-86			---	---							---					P	ANDESITA	Ts vol
CHP-89			---	---							---					P	AND. BAS.	"
CHP-92			---	---							---					P	AND. BAS.	"
CHP-109			---	---							---					P	BASALTO	"
CHP-122			---	---							---					H	BASALTO	"
CHP-126			---	---							---					P	ANDESITA	"
CHP-128			---	---							---					P	BASALTO	"
CHP-130			---	---							---					P	BASALTO	"
CHP-133			---	---							---					H	TOB. AND.	"
CHP-162			---	---							---					P	ANDESITA	"

MINERALOGIA OL.- OLIVINO, OPX-ORTOPIROXENO, CPX-CLINOPIROXENO, PL-PLAGIOLASA, (AN-ANORTITA, AB-ALBITA), ANF-ANFIBOL, BIO-BIOTITA, FK-FELDSPATO POTASICO, QZ-CUARZO, VID-VIDRIO, MG-MAGNETITA, HEM-HEMATITA

TEXTURA : P-PORFIDICA, H-HIALOPILITICA

CLASIFICACION AND-ANDESITA, AND.BAS.-ANDESITA BASALTICA, BAS-BASALTO, TOB.AND.-TOBA ANDESITICA

UNIDAD : Ts vol-Terciario superior volcanico

MINERAL : ----- ABUNDANTE, --- SUFICIENTE, ACCESORIO



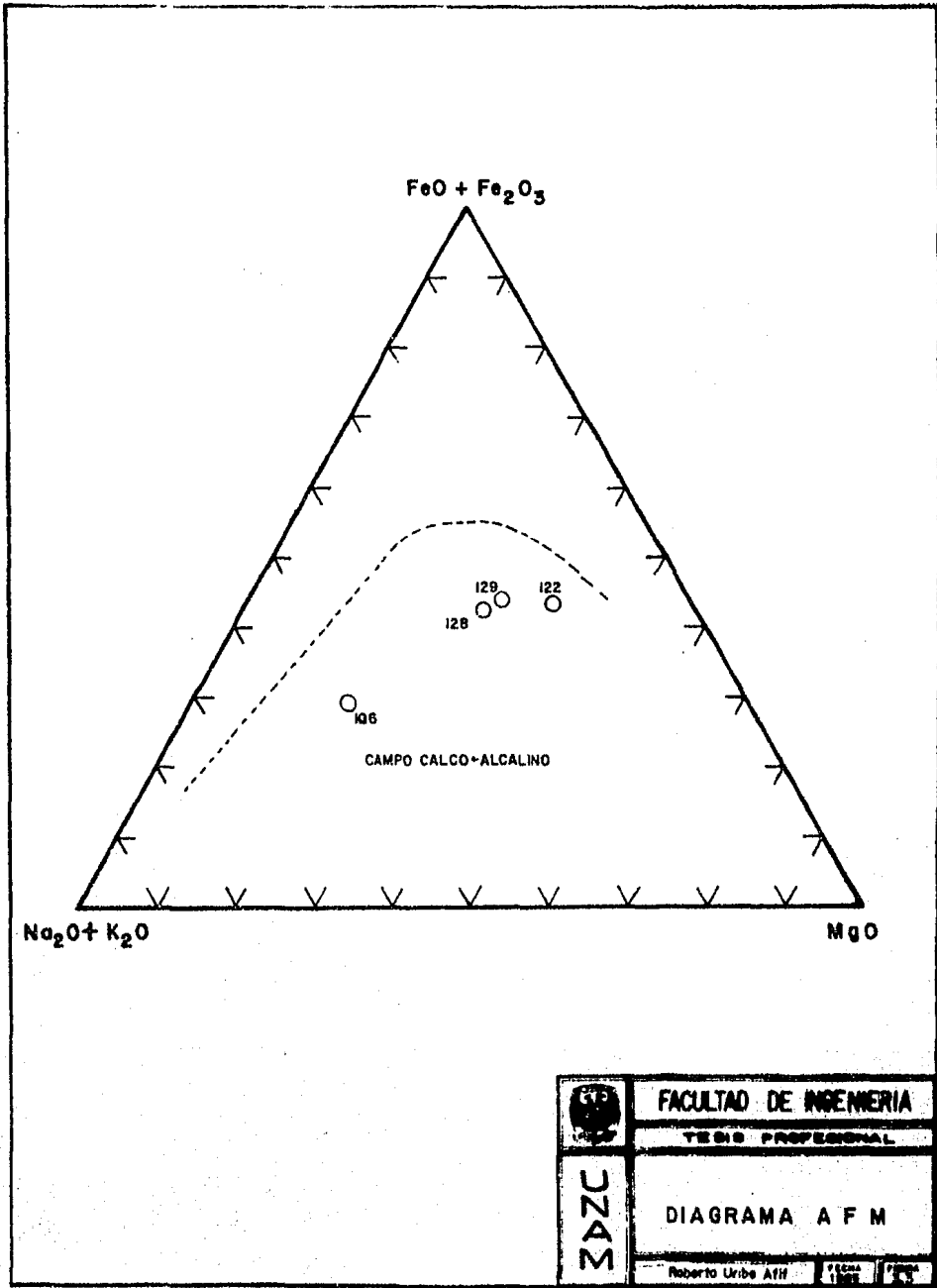
 CCZC	FACULTAD DE INGENIERIA
	TERCIO SUPERIOR VOLCANICO
	PETROGRAFIA
Roberto Uribe Alfaro	

TABLA 3.2

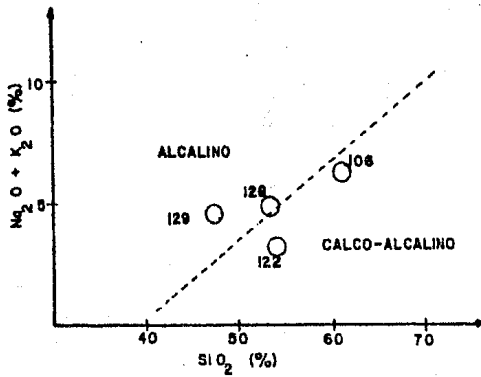
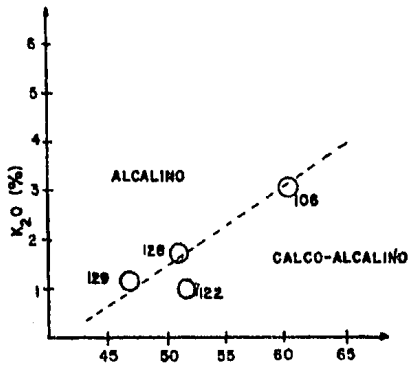
MUESTRA	ANALISIS QUIMICO ORIGINAL				ANALISIS QUIMICO ANHIDRO			
	106	122	128	129	106	122	128	129
Si O ₂	60.660	50.410	50.330	47.160	66.163	51.465	52.204	50.746
Ti O ₂	0.530	0.840	1.440	1.500	0.578	0.858	1.496	1.614
Al ₂ O ₃	14.160	16.370	18.330	17.660	15.445	16.713	19.042	19.024
Fe ₂ O ₃	1.697	6.260	3.990	3.200	1.651	6.391	4.145	3.443
Fe O	2.110	3.860	4.450	5.290	2.301	3.941	4.623	5.692
Mn O	0.072	0.130	0.143	0.163	0.079	0.133	0.149	0.175
Mg O	2.390	6.590	6.650	6.890	2.607	6.770	6.869	6.336
Ca O	3.670	7.430	6.430	6.820	4.003	7.586	6.680	7.339
Na ₂ O	3.140	2.810	3.250	3.470	3.425	2.869	3.376	3.734
K ₂ O	3.020	1.000	1.710	1.290	3.294	1.021	1.776	1.366
P ₂ O ₅	0.233	0.250	0.540	0.470	0.254	0.255	0.561	0.506
H ₂ O -	0.166	0.731	0.171	0.671				
H ₂ O +	1.370	0.666	0.561	0.000				

NOTA: EL ANALISIS QUIMICO ANHIDRO FUE AJUSTADO AL 100 %

 UNZC	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	ANALISIS QUIMICOS
	Roberto Uribe Alfaro - 11990



	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	DIAGRAMA A F M
	Roberto Uribe Alf



	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
FAZC	DIAGRAMAS QUIMICOS
	Roberto Urbe Afil FECHA 1995 PAGINA 34

to al diagrama AFM y se vislumbraron similitudes entre ellos, tales diferencias consistieron en que 2 de las muestras (en ambos diagramas) marcaron una composición calco-alcalina en tanto que las otras quedaron en el campo alcalino.

Estos datos obtenidos son muy importantes ya que las rocas de composición calco-alcalina han sido relacionadas por gran cantidad de autores a zonas de subducción y arcos volcánicos y según lo reportado por autores como Demant, A. (1979); Luhr, F. y otros (1985); Verma, S.P. (1985), ésta es una provincia en la que la composición calco-alcalina es la dominante.

Ahora con respecto a las muestras que fueron ubicadas en el campo alcalino, debido a su menor porcentaje de SiO_2 y un porcentaje más alto de K_2O principalmente, es importante destacar lo reportado por Luhr y otros (1985), en donde se menciona la presencia de pequeñas cantidades de magmas alcalinos que aparecieron en forma contemporánea (Plioceno) con los magmas calco-alcalinos en la fosa tectónica de Colima-Sayula, lo anterior es raro en asociación con zonas de subducción (magmas calco-alcalinos), aunque se presentan con más frecuencia en zonas de fracturamiento continental (magmas alcalinos), (Carmichael, y otros, 1974). Aunado a lo anteriormente expuesto, Nelson y Carmichael (1984) reportan un episodio de vulcanismo alcalino reciente en la región del volcán de Sanganguey.

Cabe señalar que la cercanía de los campos calco-alcalino y alcalino, provoca que en ocasiones algunas muestras, por ejemplo de una serie alcalina, caiga en el campo calco-alcalino muy cerca del límite de ambos campos y viceversa, sin que esto signifique que pertenece a un evento diferente.

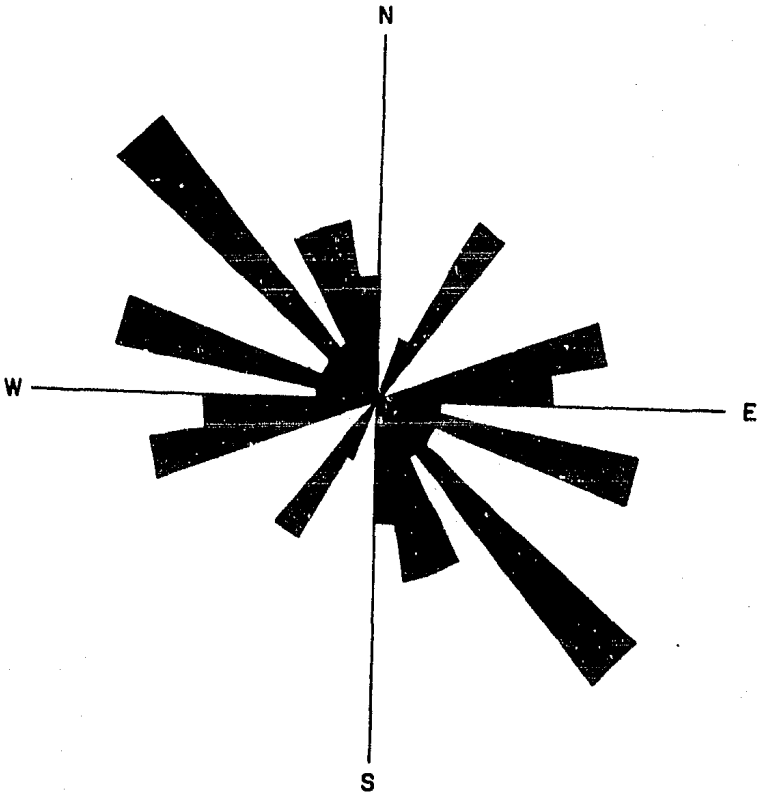
III-4.- Geología Estructural

Uno de los aspectos más importantes de la región es el estructural, debido a lo cual se decidió realizar un trabajo esquemático que permitiese observar de una manera más clara, las estructuras presentes en la fisiografía estudiada.

En el trabajo de campo la cantidad de datos que se pudieron obtener no fue muy grande, en función a la dificultad de acceso y a la escasez de afloramientos en los que los elementos estructurales fueran observados y medidos. No obstante, los resultados obtenidos, resaltan características importantes de la región.

De los trabajos de campo se realizó un análisis estadístico, que permitió saber que la tendencia de las estructuras se encuentra entre los 48 y 50° de rumbo NW-SE (Fig. 3.5); de estos datos, el 90% fue medido en el flanco sur de la Sierra de La Difunta y en el flanco sur de la Sierra del

ROSA DE CAMPO



UNZU		FACULTAD DE INGENIERIA
		TESIS PROFESIONAL
		DIAGRAMA DE FRACTURAS
		Roberto Urbe Afif
		PAGE 1/05
		38

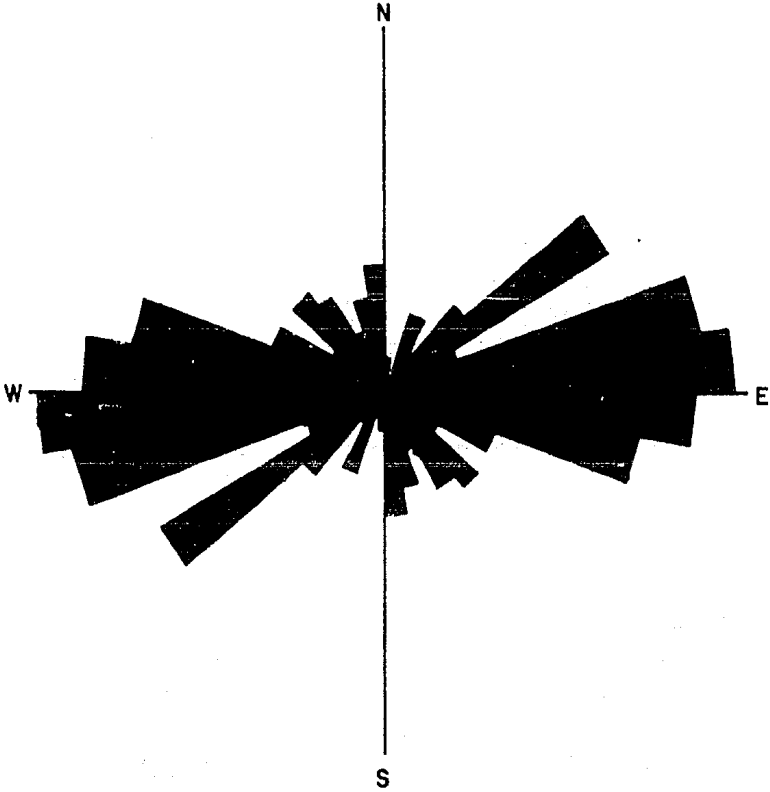
Madroño. Estos sistemas de fallas normales, algunas de ellas llegan a alcanzar longitudes entre los 3 y 5 km, presentan desplazamientos de hasta 50 metros de altura (ver mapa geológico). Este grupo de estructuras coincide con la dirección de la Fosa Tectónica de Tepic Zacoalco (FTTZ).


Además de la realización del trabajo descrito, se buscó complementarlo con el análisis de fotografías aéreas, escala 1:50,000, sobre las que se pudieron fotointerpretar una mayor cantidad de estructuras, de las cuales también se elaboró un diagrama de frecuencia, en el cual, la tendencia dominante se observó en dirección, casi E-W (Fig. 3.6). Estos datos fueron obtenidos de toda el área y representan los sistemas de fallas que es posible observar en el plano geológico. Durante los trabajos de campo fue factible verificar algunas de estas grandes fallas normales con longitudes desde un par de kilómetros hasta unos 10 ó 12 kilómetros, presentando en ocasiones desplazamientos de aproximadamente 50 a 60 m.

Los resultados obtenidos, tienen una evidente relación con el patrón de fracturamiento, que domina la estructura denominada por Díaz y Mooser (Op. cit.) como Graben - Chapala.

La totalidad de los eventos estructurales observados en el campo son fallas normales (ver plano y secciones geológicas) que son provocadas por los esfuerzos extensionales

ROSA FOTOINTERPRETADA



	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	DIAGRAMA DE FRACTURAS
MAZC	Roberto Uribe Afif
	FECHA 1998 FOLIO 3.9

que afectan la región y producen estructuras del tipo de las fosas tectónicas o estructuras asociadas a ellas como los llamados "horst", lo que se puede constatar en las secciones geológicas elaboradas para el presente trabajo (ver anexo).

III.5.- Evolución Tectónica

La faja volcánica Trans-Mexicana (FVTM) ha sido considerada por diversos autores como un arco volcánico que está asociado con la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa de Norteamérica.

Esta franja volcánica cruza en su totalidad la República Mexicana en dirección E-W, aunque Demant (1978) le da una orientación NW-SE. Su límite occidental está constituido por las fosas tectónicas de Tepic-Chapala y Colima-Sayula que constituyen una prueba de la tectónica distensiva dentro de la región (Demant, 1979).

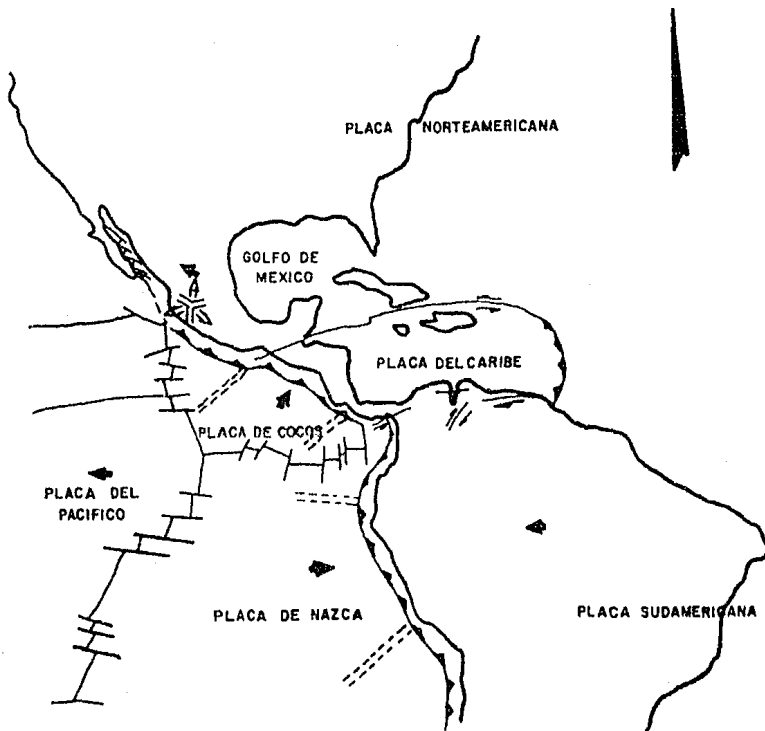
La edad con que da inicio el vulcanismo de la FVTM según Díaz y Mooser (1974) quienes le asignan una edad Mioceno, opinión con la cual no está de acuerdo Demant (1978), quien le asigna una edad Pliocuaternaria.

A través de estudios de reflexión sísmica y perforaciones, se ha encontrado que la FVTM se depositó sobre un basamento que puede ir desde el Precámbrico hasta el Mesozo-

zoico (Verma, 1985). Aunque Venegas y otros (1985), dicen que el basamento de la FVTM está constituido por lo que --ellos denominan como una "paleofosa" volcánica mexicana, --aduciendo que entre la formación de ésta y la FVTM existe un hiatus en la actividad volcánica y que dicho período pudo variar entre 1 y 3.5 millones de años.


Sobre el origen de este complejo volcánico se han -formulado muy diversas hipótesis de las cuales sólo se mencionan aquellas que hayan tenido una mayor aceptación. Nelson y Carmichael (1984), proponen como el origen de la FVTM una mezcla de magmas, evidenciada por análisis petrográficos, esto aunado a la compleja tectónica del área, explica la asociación un tanto anómala de un magmatismo alcalino, contemporáneo con un magmatismo Calco-alcalino. Verma - - (1982), propone que los eventos volcánicos que conforman la FVTM tienen su origen en el manto. Un fracturamiento local asociado a fosas tectónicas es atribuido por Díaz y Mooser (1974) y Luhr y otros (1985). Una posible extensión del -East Pacific Rise es una hipótesis propuesta por Mooser y otros (1970).

Tal vez la idea que ha sido más aceptada sea la que menciona que la FVTM está formada por el vulcanismo asociado a una zona de subducción (Mooser, 1972; Pal y Urrutia, 1977; Demant, 1978, 1979) (Fig. 3.7). El mayor inconveniente de esta teoría es la posición que guarda la FVTM con -



- ▶ MOVIMIENTOS GLOBALES DE PLACAS
- ◄ MOVIMIENTOS RELATIVOS DE LOS BLOQUES DE LA UNION TRIPLE DE JOCOTEPEC

TOMADO DE: DEMANT, A., 1978

	FACULTAD DE INGENIERIA		
	TESIS PROFESIONAL		
	EVOLUCION TECTONICA		
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: left;">Roberto Uribe Añil</td> <td style="text-align: center;">FECHA 1995</td> <td style="text-align: right;">FOLIO 37</td> </tr> </table>	Roberto Uribe Añil	FECHA 1995
Roberto Uribe Añil	FECHA 1995	FOLIO 37	

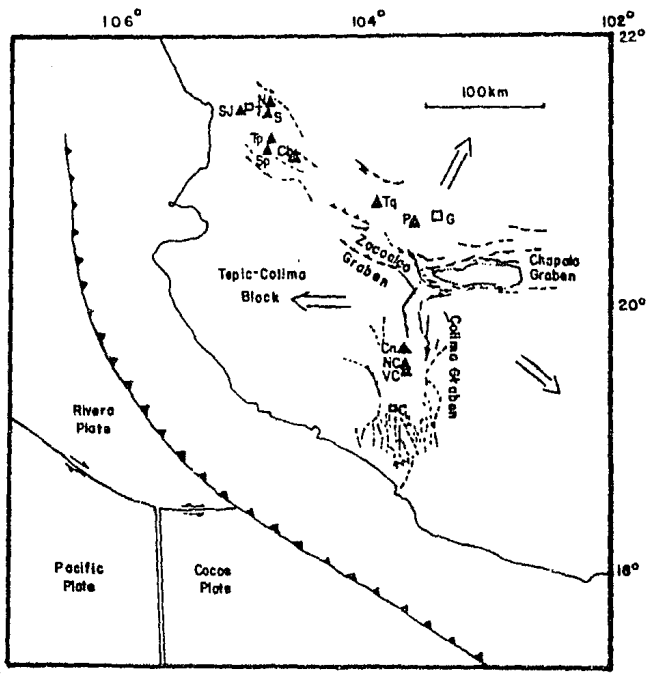
respecto a la trinchera asociada a la subducción, con la cual forma un ángulo aproximado de 20° . Esto no es usual ya que en todas las zonas de subducción conocidas en el mundo, el arco volcánico asociado tiene una disposición paralela a la trinchera.

Como ya se ha mencionado, en la FVTM son observables los elementos estructurales que conforman las fosas tectónicas, a este respecto se puede decir que el sector occidental sea de una gran relevancia ya que en él se han ubicado tres de estas estructuras, que tienen como punto común la porción oeste del Lago de Chapala. Estas fosas tectónicas según Demant (Op. cit.), marcan la expresión de una tectónica distensiva en la región. Estas estructuras son la fosa tectónica de Colima-Sayula (FTCS), la cual tiene aproximadamente 90 km de longitud y una anchura de 20-60 km desde su intersección con la fosa tectónica de Chapala, hacia el sur hasta la costa del Pacífico; la Fosa Tectónica de Chapala (FTCH) posee una orientación este-oeste, tiene aproximadamente 90 km de longitud a partir del área de intersección y por último la fosa tectónica de Tepic-Zacoalco (FTTZ) que tiene una orientación NW-SE y una extensión de 50 km considerados a partir del punto común entre las 3 fosas tectónicas. Los ángulos de separación entre las estructuras son de 100° entre FTCS y FTCH, de 115° FTCH y FTIZ y por último de 145° para la FTTZ y FTCS. (Lühr y ---

otros, 1985) (Fig. 3.8).

La edad que se ha sugerido para estas estructuras es de Plioceno iniciando en la FTCH (Díaz y Mooser, 1974) lo cual coincide con el magmatismo alcalino observado por Demant (1979) para la FTCS, además de ésto los grandes escarpes de fallas recientes que indican la gran actividad tectónica de la región (Allan y Carmichael, 1984), sumado a los diversos estudios sísmicos del área, apoyan la idea de una actividad tectónica extensional iniciada en el Plioceno en la porción occidental de la FVTM (Luhr y otros, -- 1985).

La mayor importancia de las fosas tectónicas discutidas es que pueden representar el punto de unión de tres "rifts", o lo que es lo mismo, el lugar donde se inicia la separación y deriva de 3 placas, como ya lo han sugerido Luhr y otros (1985) y Allan (1986). Esta clase de estructuras son conocidas como uniones triples (triple junctions) y han sido analizados en cuanto a su forma y evolución, lo grande establecer así, varias combinaciones de estas uniones; dependiendo de las componentes involucradas en ellas, dichos componentes pueden ser fosas tectónicas, fallas transformantes o trincheras, con las cuales puede realizar diversas combinaciones (McKenzie y Morgan, 1969). Para el caso analizado en este estudio, se tiene una unión formada por 3 fosas tectónicas (FTCS, FTTZ y FTCH) (Fig. 3.8), la cual



□	CIUDADES	G	GUADALAJARA	C	COLIMA	T	TEPIC
▲	VOLCANES	SJ	SAN JUAN	N	NAVAJAS	S	SANGANGUEY
Tp	TEPITILTIC	Sp	SAN PEDRO	Cb	CEBORUCO	Ta	TEQUILA
P	PRIMAVERA	Cn	CANTARO	NC	NEVADO DE COLIMA	VC	VOL. DE COLIMA

⇌ FALLA TRANSFORMANTE

▲▲▲▲ TRINCHERA

⇒ MOVIMIENTO RELATIVO DE LOS BLOQUES DE LA UNION TRIPLE DE JOCOTEPEC

TOMADO DE: ALLAN (1986)

	FACULTAD DE INGENIERIA <small>TECNICO PROFESIONAL</small>
	FOSAS TECTONICAS
	<small>Roberto Uribe Alir</small>

es un tipo de unión triple característica de un proceso de fracturamiento continental. Burke y Whiteman (1973) describieron 11 ejemplos de este tipo para el continente africano.

El posible origen de esta estructura es sugerido por Luhr y otros (1985), marcándola como una extensión en el continente del "East Pacific Rise", el cual ha quedado debajo del continente debido a la subducción de la Placa Farallón debajo de la Placa Norteamericana. La dirección de propagación del East Pacific Rise es hacia el NE y fue documentada por Mamerick y Kutgord (1982).

Allan (1986) considera que la Fosa Tectónica Colima Sayula puede representar la última etapa de los desplazamientos involucrados con el East Pacific Rise (Luhr y otros, 1985). Si el bloque que está limitado por FTCS y FTTZ fuera separado de la corteza continental, tendría una migración hacia el poniente, formándose un proto-oceano en dicha separación y el bloque formado se acrecionaría a la Placa del Pacífico, si la FTCH, el otro brazo de la unión triple fuera abortado se podría interpretar el posible desarrollo de un aulacogeno.

IV.- PALEOMAGNETISMO

IV.1.- Método de Trabajo Paleomagnético

ANALISIS DE DATOS PALEOMAGNETICOS

Las litologías que nos ocupan en el presente trabajo son rocas ígneas volcánicas, lo cual nos permite pensar que un material de estas características se enfriará en un campo magnético ambiental y que estos cambian de forma relativamente lenta, o bien la separación en tiempo entre 2 eventos volcánicos es lo suficientemente larga para que ocurra un apreciable cambio del campo magnético.

Un aspecto muy importante dentro de un estudio paleomagnético es el ambiente geológico, sobre el cual hay que tener una cabal comprensión de los eventos ahí ocurridos, analizando la parte estructural, la estratigrafía, -- etc. además de ésto hay que valorizar las mediciones obtenidas (para lo cual se empleó el método de Fisher (1953), debido a su gran aceptación en estudios de este tipo).

FUENTES DE DISPERSION DE DATOS PALEOMAGNETICOS

- 1.- Errores experimentales como son: de medición, de orientación de muestras, etc.

- 2.- Cambios debido a la migración polar y/o la deriva continental.
- 3.- Movimientos tectónicos locales entre los sitios durante o después de la magnetización remanente.
- 4.- Variaciones seculares durante el tiempo de la magnetización.

TECNICAS DE MUESTREO

Las rocas más comúnmente muestreadas para estudios paleomagnéticos son las rocas ígneas, después las rocas se dimentarias y con una frecuencia menor aún las rocas metamórficas.

Lo primero a tratar es que todas aquellas litologías que sean susceptibles de ser muestreadas, deben estar in situ o debe poderse determinar su posición original - - - (Collinson y otros, 1967).

Existen de manera fundamental 2 formas de extraer - muestras en el trabajo de campo, que son la extracción de núcleos con una perforadora portatil, que consta de una barra cilíndrica hueca que es de un material no magnético, el material de ataque de esta broca son incrustaciones de diamante en bronce. Una vez cortada la muestra se procede a orientarla con respecto al norte y a un plano horizontal.

Sobre esta técnica es necesario mencionar las venta-

jas y desventajas que involucra, primeramente hablaremos de sus ventajas que son: precisión en la orientación de 1 a 1.5 grados, el peso de la muestra obtenida es menor, el trabajo de laboratorio es mucho menor, las muestras obtenidas estarán menos intemperizadas o fracturadas. Las desventajas serán que se requiere de 2 personas para realizar la labor, el equipo es muy pesado por lo que no es práctico llevarlo a excursiones largas a pie y el equipo es caro.

La otra técnica es la de muestras de bloque, las cuales deben encontrarse in situ para poderlas orientar al igual que los núcleos de perforación, al igual que el procedimiento anterior tiene sus ventajas y desventajas.

Las ventajas de este método son: una sola persona puede desarrollar el trabajo, el equipo de trabajo se puede transportar en una mochila y su peso y costo no son muy elevados, el tiempo de trabajo de campo es menor y se puede aplicar en aquellos sitios donde no hay apoyo para la perforación. En tanto que las desventajas son: menor precisión en la orientación de las muestras de 2 a 3 grados, el peso de la muestra es mayor y el trabajo de laboratorio es mayor.

Hay que hacer ciertas consideraciones especiales en el muestreo para paleomagnetismo, que son las siguientes: es importante usar la brújula solar cuando las rocas poseen un fuerte magnetismo o con una M.R.N. inversa (Creer y -

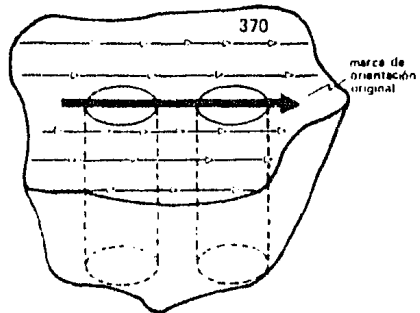
Sanver 1967), además es necesario obtener cuando menos 3 - muestras por cada unidad de tiempo para verificar los resultados a través de procesos estadísticos.

TECNICAS DE LABORATORIO

Si las muestras a trabajar son de bloque, se requiere, en base a las marcas de orientación, extraer una muestra cilíndrica perpendicular (Fig. 4.1), como las obtenidas con la perforadora portátil. Una vez que se tienen los núcleos, se procede a cortar los especímenes sobre los que hay que transferir las marcas de orientación y referencia (Fig. 4.2), el tamaño de los especímenes será de 2.5 cm. Ya que todas las muestras han sido preparadas para su estudio, se procede a seguir los pasos que se enlistan a continuación:

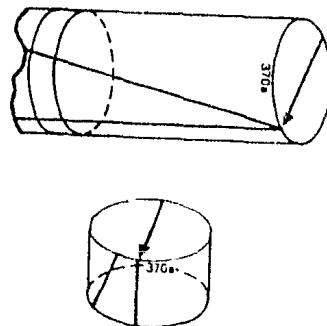
- ___ Magnetómetros astáticos (de control torsional o magnético).
- ___ Magnetómetros de puerta de flujo.
- ___ Magnetómetros rotativos o de giro.
- ___ Magnetómetros vibratorios.
- ___ Magnetómetros de bajas temperaturas o criogénicos.

Una consideración importante es la precisión de las mediciones que depende de la magnetización remanente de las




Extracción de cilindros perpendiculares a la cara orientada de una muestra de ensayo.

FIGURA 4.1



Corte de especímenes y transferencia de marcas de orientación.

FIGURA 4.2

 UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	TECNICAS DE LABORATORIO
Roberto Uribe AHN	1988

muestras. En forma general se puede decir que los magnetómetros de puerta de flujo o vibratorios se emplean en rocas de una alta magnetización y en las magnetizaciones bajas se pueden emplear los rotativos, criogenéticos y los estáticos.

Para nuestro trabajo se empleó el magnetómetro de puerta de flujo para medir la M.R.N.

IV.2.- Aplicaciones a Problemas Geológicos y Geofísicos

Ultimamente, la utilización de técnicas de paleomagnetismo ha tenido una gran aplicación a la solución de problemas tanto geológicos como geofísicos. Se usa como un parámetro más que aporta datos sobre las regiones en las que se plantea alguna incógnita a resolver.

Por lo anteriormente expuesto mencionaremos aquí alguna de las ramas de la geología y la geofísica en las que es frecuentemente utilizado este método de investigación.

En la deriva de los continentes es quizá donde el paleomagnetismo haya sido utilizado más frecuentemente, con la finalidad de obtener reconstrucciones paleogeográficas que nos indiquen los caminos de migración que han seguido los continentes dentro del tiempo geológico (Valencio, 1980; Urrutia-Fucugauchi, 1985). Aunque se debe aclarar que en la aplicación de este procedimiento en la deriva continen-

tal hay que tomar ciertas precauciones, como sería la de realizar un muestreo adecuado con el que se logre cubrir un intervalo mínimo en el tiempo geológico, aunado a este factor tenemos que tomar en cuenta la posición del polo paleomagnético calculado, ya que si dicha posición ha sido mal analizada no daría gran valor a los datos obtenidos. El último parámetro importante a considerar es la edad de las rocas utilizadas para la determinación de los polos paleomagnéticos, ya que esto proporcionaría una mala ubicación de los Continentes en cualquier paleorreconstrucción (Valencio, 1980; Tarling, 1971).

Otra de las funciones importantes de este campo en la evolución tectónica de algún terreno determinado, como los trabajos realizados por Bohnel, H., 1985 para el sur de México.

Debido al establecimiento de épocas sobre las cuales se conoce la posición del norte magnético y la posición que guarda una roca dentro de una columna estratigráfica es posible la realización de la distinción del tiempo en el que ocurrieron los eventos a través de técnicas paleomagnéticas, así como también es posible la datación de algún evento (Urrutia-Fucugauchi, 1985), por lo que en el registro estructural es importante que al realizar el muestreo se tenga especial cuidado cuando las rocas han sufrido cambios estructurales, ya que esto puede ocasionar una variación en

la orientación de la magnetización remanente. Uno de los grandes problemas es la deformación interestatal que pueden tener las capas durante algún plegamiento, aunque a veces es difícil determinar el eje del pliegue, la corrección puede ser simple (Tarling, 1971).

Para este efecto es necesario determinar la dirección y la polaridad de la muestra analizada, ya con estos datos obtenidos se hace posible el establecimiento de una correlación estratigráfica de formaciones geológicas dentro de un solo bloque continental (Valencio, 1980).

Runcor (1964), propone la utilización del paleomagnetismo como una herramienta en la búsqueda de yacimientos minerales utilizando como apoyo el paleoambiente por medio del cual se obtiene una valiosa información sobre regiones en las que sea posible la localización de algún recurso natural explotable.

Otra aplicación importante del paleomagnetismo es en la geología económica, en la exploración y explotación de depósitos de fierro sobre todo en aquellos de baja concentración. La utilización de esto es posible debido a la presencia de minerales magnéticos en estos depósitos, con lo cual es posible determinar respuestas paleomagnéticas y magnetométricas que le son características. (Ramírez y otros, 1985).

Partiendo de la consideración que el clima y su aso-

ciación a latitudes geográficas actuales son las mismas que prevalecieron en el pasado geológico, se puede aplicar el paleomagnetismo. Con los resultados obtenidos de una región determinada se puede inferir cual era la paleolatitud de dicha región lo cual es útil para el conocimiento del ambiente de formación (Irving 1964; Runcor 1964).

Un ejemplo de esta relación es la hallada entre las variaciones de la intensidad y las fluctuaciones de la inclinación del campo magnético terrestre y los cambios climáticos registrados en sedimentos del fondo marino, cuyo orden es de 470,000 años, lo cual sugirió que el campo magnético terrestre puede hacer variar el clima (Wollin y otros 1971).

Para el estudio de las estructuras volcánicas también se ha aplicado el paleomagnetismo, como es el caso del estudio del Volcán Popocatepetl (Carrasco y otros 1985), en estas rocas hay que tener en cuenta que son arrojadas a temperaturas de más de 1000°C y se consolidan más o menos entre 850° y 950°C por lo que adquieren un magnetismo remanente a su posterior depósito por lo que a través del paleomagnetismo es posible determinar su temperatura de emplazamiento, las principales dificultades para determinarla son los componentes de baja temperatura que han sido removidos durante el emplazamiento de la roca y que los componentes de alta temperatura no tienen una dirección consistente, ahora

la diferencia de separación entre los dos componentes nos puede proporcionar la temperatura de emplazamiento (Tarling 1971).

Las aplicaciones para el presente trabajo, serán -- aquellas ya mencionadas que se deriven del análisis de rocas ígneas, que son las aquí estudiadas dependiendo de los resultados que de ellas se obtengan al ser revisadas.

Por último tan solo se mencionarán algunas ramas más en las cuales, las técnicas paleomagnéticas han aportado algunos datos, y que son a saber Geotermia, Paleontología y Arqueología (Urrutia-Fucugauchi, 1985).

IV.3.- Resultados e Interpretación

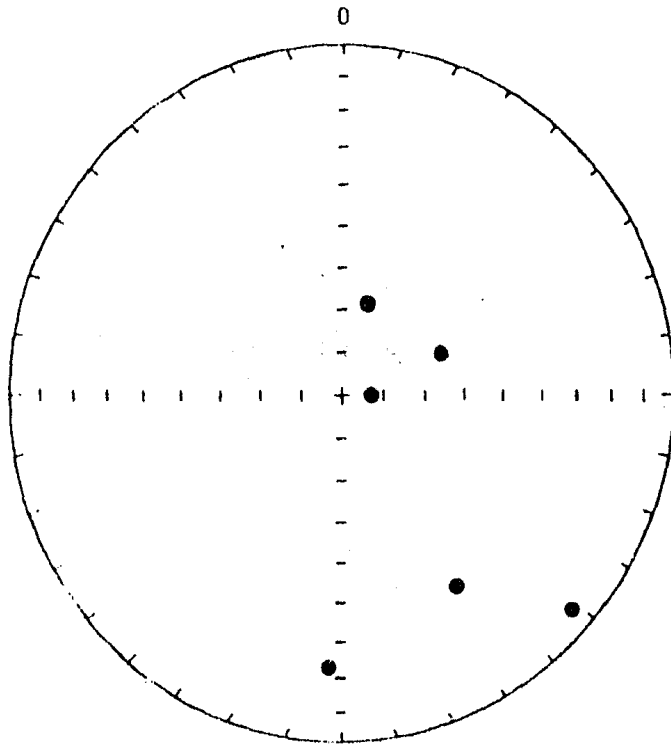
En el área de estudio se colectaron muestras de cinco sitios diferentes, en 3 de ellos se obtuvieron 6 muestras (89, 92 y 106) y en los 2 restantes se sacaron 7 (128 y 129). A estas muestras se les midió el magnetismo remanente en un magnetómetro de puerta de flujo (Tabla 4.3).

De dichas mediciones se pueden derivar varias consideraciones: de los sitios analizados, tres de ellos (Figs. 4.4, 4.5 y 4.6) presentaron un grado de dispersión muy elevado, lo que se determina por los altos valores de 95 (Tabla 4.3), cuyos valores de tolerancia son los menores a 20. Las causas de esta dispersión se pueden relacionar en forma


TABLA 4.3

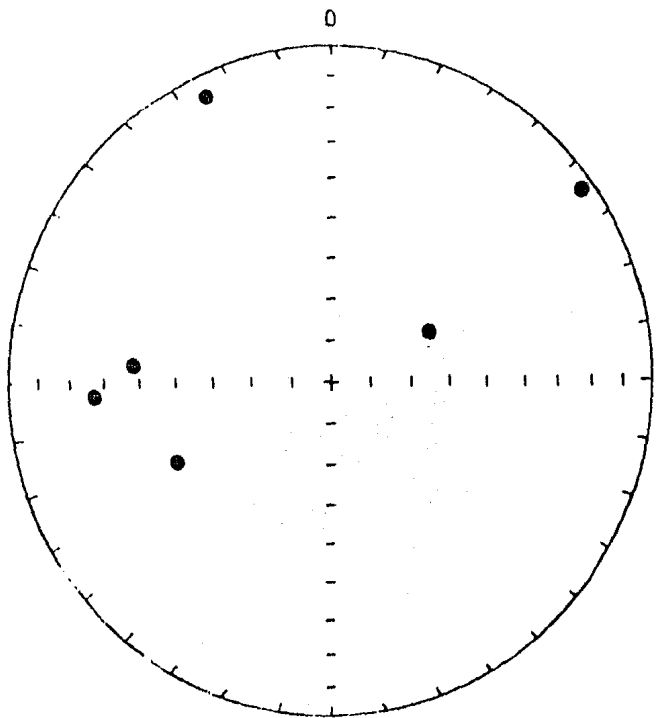
DATOS PALEOMAGNETICOS DE ROCAS VOLCANICAS DE
JOCOTEPEC, JALISCO

SITIO	MUESTRAS No.	DECLINACION	INCLINACION	95
CHP-89	6	132.09	-26.74	81.59
CHP-92	6	256.66	24.73	24.66
CHP-106	6	307.58	-50.41	75.51
CHP-128	7	344.44	40.55	5.51
CHP-129	7	35.86	51.84	65.37




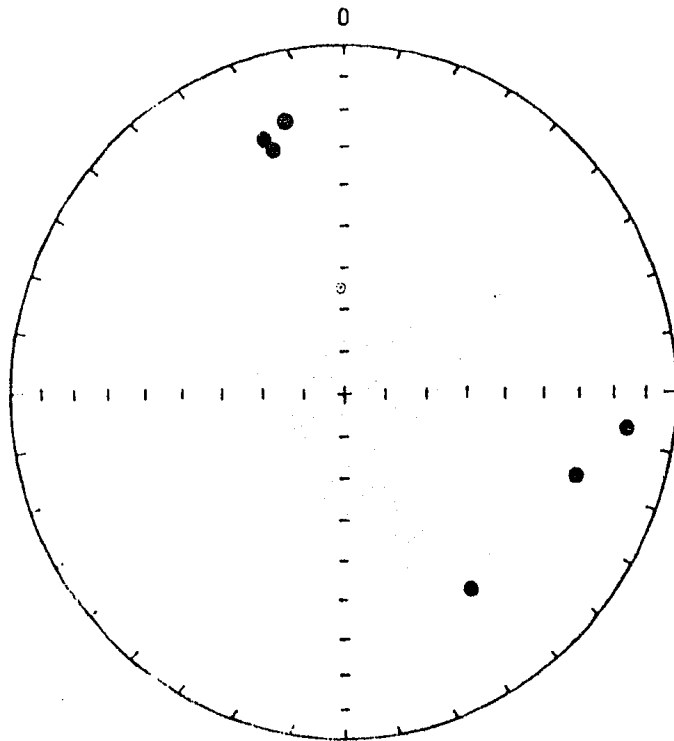
LAMBERT EQUAL-AREA

	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
327C	SITIO CHP-89	
	Huerto Uribe Afif	FECHA 1987
		PÁGINA 44




LAMBERT EQUAL-AREA

 UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SITIO CHP-106
	Roberto Uribe Alf <small>FECHA 1998</small>



LAMBERT EQUAL-AREA

	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
ZAZC	SITIO CHP-129
	Roberto Uribe Afif
	FECHA 1988
	48

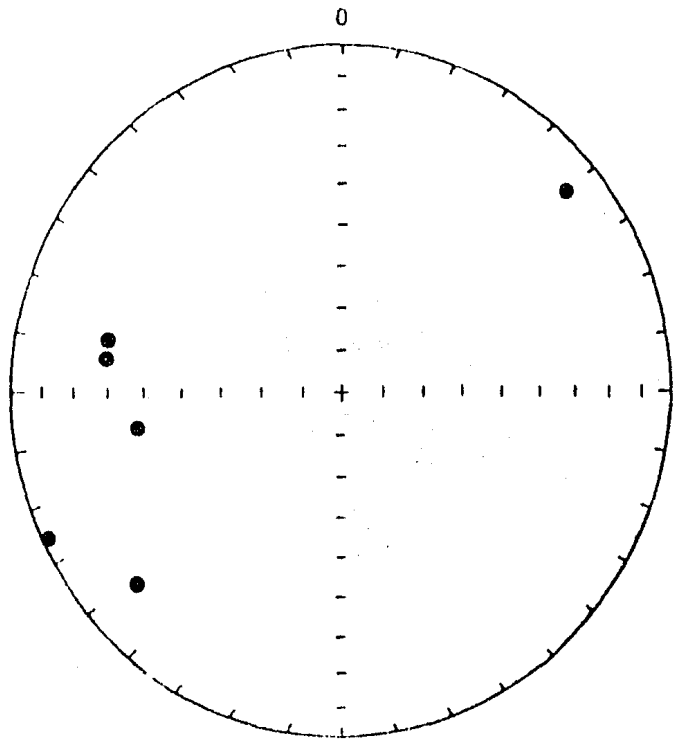
directa con procesos de hidrotermalismo, que han actuado sobre dichas unidades y que no son posibles de observar a simple vista, pero que se detectan con facilidad a través de un análisis microscópico (Anexo petrográfico).

Los otros dos sitios analizados presentaron características importantes en cuanto a su magnetismo remanente natural, ya que tuvieron valores de 95 menores (Tabla 4.3), lo que es un indicador de un mayor agrupamiento de los datos, en consecuencia una baja dispersión (Figs. 4.7 y 4.8).


El sitio CHP-92, al ser estudiado, en cuanto a la posición de su polo, presentó una longitud polar de 177.85 y una latitud polar de 10.97 lo que no es la normalidad para rocas del Terciario Superior, ya que en longitud es adecuada, pero su latitud lo ubica hacia la izquierda de aquella que debe ser su posición (Fig. 4.9), esta ubicación anómala se puede discutir desde 3 diferentes enfoques, que podrían justificar la posición de dicho polo.

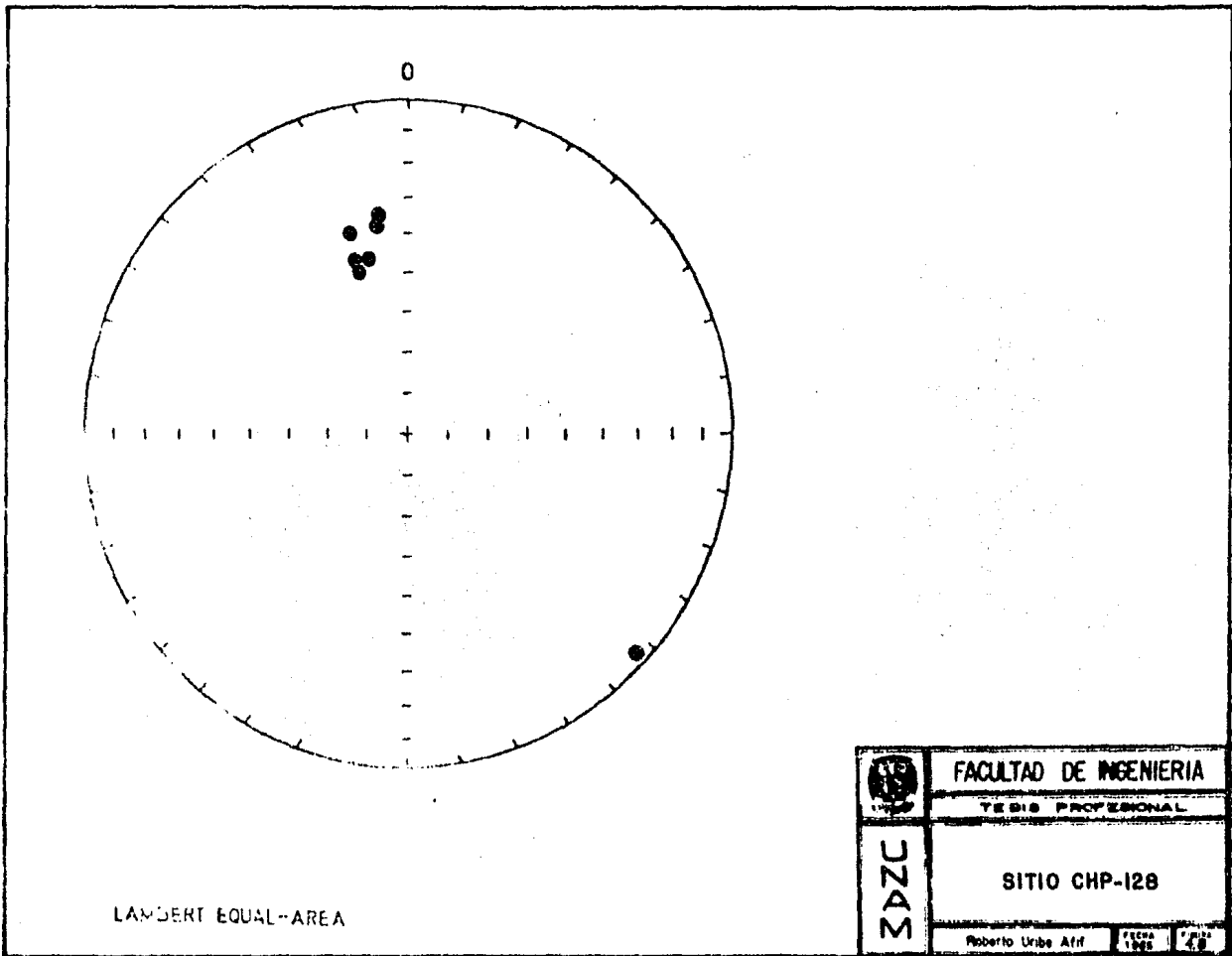
1.- La primera opción conduce a pensar que México, durante el Terciario Superior, se encontraba en un sitio diferente al actual y que por lo tanto, durante ese período ocupaba una posición más hacia el oeste. Esto resulta poco probable debido a que es conocido que la posición geográfica de México no tuvo variaciones de consideración durante dicho período.

2.- Una segunda posibilidad es aquella que sugiere la pre-



LAMBERT EQUAL-AREA

 CZC	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
SITIO CHP-92	
Roberto Uribe Alf	<small>FECHA</small> 1988
	<small>PAGINA</small> 47




ZAZC	FACULTAD DE INGENIERIA		
	TESIS PROFESIONAL		
	SITIO CHP-128		
	Roberto Uribe Afrit	FECHA 1995	PÁGINA 48


sencia de grandes fallas de desplazamiento lateral, que provocan la rotación de grandes bloques de corteza, que están sujetos a procesos regionales de compresión (Urrutia, 1983), esto es posible aplicarlo a la FVTM si se toma en cuenta las propuestas de fallas regionales de desplazamiento lateral de rumbo SW a NE, propuestas por Mooser (1974).

3.- Una tercera y última posibilidad, es aquella que lleva a pensar que la región ha tenido una serie de complejos eventos estructurales, como podrían ser diferentes fallas que tuvieran rumbos diferentes, los que modificarían con mucho la posición original de la muestra, dando por resultado una posición diferente en cuanto a la latitud de su polo, debido ésto a que al realizar la corrección de campo, sólo se considera la posición de la muestra al ser colectada, además que para estas muestras no se realizó ninguna corrección de tipo estructural.

El único sitio que presentó un polo real fue el CHP-128, ya que como es posible observar en la Figura 4.9, la posición de su polo, coincide perfectamente con la región de deriva polar de Norteamérica, marcada para el período terciario que es el mismo al que pertenece la unidad rocosa analizada (ver inciso III.2).



-  TERCARIO
-  CRETACICO
-  JURASICO
-  TRIASICO
-  PERMICO
-  PERISILVANICO

 UNZC	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
RESULTADOS	
Roberto Urbe <i>AM</i>	
FECHA 1988	PAGINA 49

V.- CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES ECONOMICAS

V.1.- Conclusiones

Debido a todos los elementos presentados en este trabajo, es posible expresar las siguientes conclusiones.

El análisis de la fisiografía, revela que la región ha manifestado grandes cambios en el pasado y aún en el presente, lo cual es evidenciable por lo reciente y diversificado de las litologías que constituyen la geomorfología del sitio estudiado, rocas en las que es posible determinar que varios procesos geomórficos han actuado sobre ellas muy claramente.

Los elementos estructurales son una prueba fehaciente, de gran importancia de la tectónica distensiva que ha estado manifestándose en el área, en donde los esfuerzos extensionales siguen direcciones preferentes bien localizadas y que se encuentran enmarcadas por la presencia de 3 fosas tectónicas (Chapala, Colima-Sayula y Tepic-Zacoalco) que tienen un punto en común en la porción occidental del Lago de Chapala.

Un punto de interés en esta discusión es la evolución magmática de las rocas de la zona explorada. En primera instancia es posible establecer una evolución en cuanto a la composición de los magmas eruptados, los cuales varían de intermedios a básicos, lo que en este caso se ha tomado co-

mo una secuencia volcánica en donde es sacado primeramente aquel material (magma) que tiene una menor densidad y posteriormente aquellos cuya densidad sea mayor.

Otro factor importante en relación al anterior, es la composición química de estas rocas, ya que pueden asociarse a un ambiente tectónico determinado. Los resultados obtenidos de 3 diferentes tipos de diagramas químicos, proporcionan datos un tanto sugestivos en cuanto a esta posible asociación, ya que 2 de estos diagramas (Fig. 3.5) marcaron 2 muestras dentro del campo alcalino lo que en forma general se relaciona con zonas de fracturamiento continental, como las observadas en esta región. Aunque es importante no dejar de mencionar que la cercanía de dichas muestras al campo calco-alcalino hace que estos resultados tengan un cierto grado de incertidumbre en cuanto a su relación con el ambiente tectónico, que les ha originado y no permite la emisión de un comentario que realmente sea conclusivo, para explicar todas las características que presenta la región, razón por la cual se debe considerar en forma seria, la realización de mayores trabajos dentro de la región, con la finalidad de poder dar una explicación que sea congruente, con la tectónica global tan compleja y singular, presente en la faja volcánica transmexicana.

Desde el punto de vista paleomagnético es posible establecer una relación, en cuanto a la posición del polo mag

nético, ya que, aunque sólo un dato coincidió claramente con la curva de deriva polar de Norteamérica para el período Terciario, este único dato corrobora lo obtenido por otro autor (Urrutia, 1980 y 1983), para algunas regiones cercanas a la tratada en este trabajo y la importancia que reviste este dato, está marcada por los problemas de alta dispersión, que frecuentemente se observan en muestras colectadas en la FVTM.

En cuanto al posible establecimiento de una magnetostratigrafía de la región, que fue planteado como uno de los objetivos de este trabajo, no es factible establecerla por los resultados paleomagnéticos obtenidos, ya que éstos, tuvieron un alto grado de dispersión y como ya se mencionó solo dos datos presentaron características de interés, dichos datos pertenecen al mismo paquete de rocas, que son el Grupo Volcánico del Terciario Superior.

Por lo tanto, lo único posible de establecer es la relación existente entre la época paleomagnética y la edad en la que se depositaron estas rocas, la época es conocida con el nombre de Matuyama y abarca el período de tiempo -- que se ha considerado en este trabajo para la formación de dicho paquete de rocas.

V.2.- Consideraciones Económicas

Uno de los aspectos más importantes, desde el punto de vista económico en el área de estudio, es el potencial geotérmico.

Este tipo de energía asociada a procesos de gran actividad volcánica, como los que conformaron la FVTM y en donde aunado a lo anterior, se tiene la presencia de grandes sistemas de fallas y fracturas, generan los conductos propicios a través de los cuales los fluidos termales ascienden a la superficie. Razones éstas, que motivan a pensar en la posible existencia de un yacimiento geotérmico. Estas consideraciones se encuentran apoyadas por las diferentes manifestaciones geotermales, que existen distribuidas a lo largo de la faja volcánica Trans-Mexicana, como son los casos conocidos de La Primavera, Jal., Los Humeros, Pue.; Los Negritos, Mich., etc.

Dentro del área de labor, este tipo de energía se ha estado evidenciando en la región de la Laguna de San Marcos, en donde la Comisión Federal de Electricidad, ha ejecutado diversos estudios evaluatorios, en los cuales realizaron varios pozos exploratorios que tienen por finalidad determinar el potencial de dicho yacimiento geotérmico.

Otro aspecto de gran importancia en la región, es la utilización de diversos tipos de roca, los cuales son emplea

dos como bancos de materiales para la construcción de obras de carácter civil (carreteras, presas, etc.).

Los aspectos antes mencionados son los de mayor importancia económicamente hablando, ya que en la región no se han encontrado yacimientos minerales de algún tipo diferente de los bancos de material antes citados; y en cuanto a yacimientos petroleros se realizaron estudios de prospección, ya que Ely (1922) reporta la presencia de chapopote en material volcánico al sur del Lago de Chapala, además se tienen manifestaciones de gas en los alrededores del mismo (Muir, 1935) razones por las cuales Palmer (Op. cit.), realiza un estudio mucho más detallado de la región, con el propósito de evaluar el posible yacimiento, mismo que es descartado ya que dichas manifestaciones fueron muy aisladas y locales.

BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, J.F., 1981. The Colima Graben, SW México EOS, - - Transactions, A.G.U., Abstracts, Fall 1981, - 62 (45), p. 1034.
- ALLAN, J.F.; CARMICHAEL, S. E., 1983. Lamprophyric Lavas in the Colima graben SW Mexico. Geol. Soc. Am., Abstr. Prog. 15, 513 p.
- ALLAN, J. F., 1985. Sediment Depth in the Northern part of the Colima Graben from 3-D Interpretation of Gravity. Geof. Int. Special volume on Mexican Volcanic belt - Part 1 (ed. S.P. Verma), vol. 24-1, p. 21-30.
- 1986. Geology of the Northern Colima and Zacoalco Grabens, Southwest Mexico: Late Cenozoic Rifting in the Mexican Volcanic Belt: Geological Soc. of Am. Bull., v. 97, p. 473-485.
- ALVAREZ Jr. M., 1961. Provincias Fisiográficas de la República Mexicana: vol. 2, Sociedad Geológica Mexicana.
- ATWATER, T., 1970. Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic Tectonic Evolution of western North America: Geol. Soc. of Am. Bull., v. 81, p. 3513-3536.
- BARGALLO, M., 1952. Nuevos Yacimientos de Mamuts y otros Mamíferos de la region suroriental del Lago - de Chapala (México), Paleontología-Macropaleontología, Jalisco. Ciencia Rev. 12.3 (1952) 107.
- BEST, MG, 1981. Igneous and Metamorphic Petrology. W. H. Freeman and Compan y San Fco.
- BURKE, K., and WHITEMAN, A. J., 1973. Uplift, Rifting and the Breakup of Africa, en Tarling, D.H., and Runcorn, S. K., Eds., Implications of Continental drift to the Earth Sciences, Volume 2: - London, Academic Press, p. 735-755.
- CLEMENTS, T.D., 1959. Chapala Formation, Jalisco, Mexico (ABS) Geol. Soc. Am. Bull. 70 12 (1959), 1713.

- CLEMENTS, T. D., 1962. Pleistocene History of Lake Chapala, Jalisco, Mexico. Geol. Soc. America Spec Paper. 68 (1962) 15.
- 1963. Pleistocene History of Lake Chapala, Jalisco, Mexico. In Enssays in Marine Geology in Honor of K. O. Emergy Geologica Regional. Univ. Sont. Calif. Press. (1963) 35-49.
- COLLINSON, D. W., 1967. Methods in Paleomagnetism. Ed. American Elsevier Publishing Co.
- COMISION DEL RIO LERMA, 1952. Estudio Integral del Sistema Lerma-Chapala-Santiago. México. Inst. Geol. (1952).
- COMISION LERMA-CHAPALA-SANTIAGO, 1956. Boletín Hidrológico No. 1 de la Comisión de Estudios.
- CREER, K. y SANVER, M., 1967. Methods in Paleomagnetism. American Elsevier Publishing Co.
- CHAPMAN, S. y BARTELS, J., 1951. Geomagnetism. Oxford - - University Press. v. I y II.
- DAMON, P. E.; NIETO, O. J.; DELGADO, A. L., 1979. Un Plegamiento Neogénico en Nayarit y Jalisco y Evolución Geomórfica del Río Grande de Santiago. Asoc. Ing. Min. Met. Geol. Mex. Mem. Técnica XII, p. 156-191.
- DELGADO, R. R., (ED.), 1956. Bol. Junta Auxiliar Jalisciense de la Soc. Mexicana de Geog. y Estad., v. 10, p. 2-13.
- DE LA O, C., 1958. Libreto Guía de la Excursión Geológica, XX Congreso Geológico Internacional, Mexico.
- DEMANT, A.; ROBIN, C., 1955. Las fases del Vulcanismo en México, una Síntesis en relación con la Evolución Geodinámica desde el Cretácico. Rev. Inst. de Geol., U.N.A.M., v. 1, p. 71-85.
- DEMANT, A., 1976. El Eje Neovolcánico Mexicano. Excursión No. 4. III Congreso Latinoamericano de Geología México, p. 22.
- DEMANT, A., VICENTE, P. M., 1978. A Preliminary Report of the Comenditic Dome and ash flow Complex of -

- Sierra La Primavera, Jalisco, Discusión. U.N.A.M., Rev. del Inst. de Geol., v. 2, p. 218-222.
- DEMANT, A., 1978. Características del Eje Neovolcánico -- Trans-Mexicano y sus problemas de Interpretación. U.N.A.M., Rev. Inst. de Geol., v. 2, no. 2, p. 172-187.
- 1979. Vulcanología y Petrografía del Sector - Occidental del Eje Neovolcánico. U.N.A.M., Inst. Geol. Rev., v. 3, p. 39-57.
- DOWNS, T., 1958. Fossil Vertebrates from Lago de Chapala, Jalisco. México. XX Internl. Geol. Cong., Mexico, D. F. Sec. VII, p. 73-77.
- ELY, F. B., 1922. Southern Mexico. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 6 (1922), 154.
- EOS, TRANS. AM. GEOPHYS UNION, 1983. Pliocene-Recent Rifting. 64: 853.
- GALLEOTI, H. G., 1840. La Laguna de Chapala. Diccionario - Universal de Historia y Geografía, Reimpreso en Orozco y Berra, 1857.
- GASTIL, R. G. and W. JENSKY, 1973. Evidence for strike slip displacement Beneath the Trans-Mexican Volcanic Belt. Stanford Univ. Publ. Geol. Sci. 13, p. 171-180.
- GODINEZ, R. A., 1961. Lago de Chapala. Tesis Profesional (UNAM) p. 31-39.
- INSTITUTO DE GEOGRAFIA, 1983. Boletín No. 13, UNAM.
- IRVING, E., 1964. Paleomagnetism and its Application to -- Geological Problems. Ed. J. Wiley.
- LUHR, J. F., 1978. Factors Controlling the Evolution of the Prehistoric Evolution of Volcan San Juan, Mexico. Geol. Soc. Am., Abstr. Progr. 10, 114.
- LUHR, J. F. and CARMICHAEL, S. E., 1979. Basanite and Minette Cinder Cones from the Northern Flanks of the Andesite Colima Volcanoes, Mexico. Geol. Soc. Am. Abst. Progr., 11, 469-470.

- LUHR, J. F., CARMICHAEL, S. E., 1980. The Colima Volcanic Complex, Mexico. Part I: Post-Caldera andesites from volcan Colima. Contrib. Min. Petrol. 71, 343-372.
- LUHR, J. F., CARMICHAEL, S. E., 1981. The Colima Volcanic complex, Mexico Part II. Late Quaternary -- Cinder Cones. Contrib. Min. Petrol. 76, 127-147.
- LUHR, J. F.; CARMICHAEL, S. E., 1982. The Colima Volcanic Complex, Mexico. Part. III: Ash and Scoria-Fall Deposits from the Upper Slopes of Volcan Colima. Contrib. Min. Petrol. 80, 262-275.
- LUHR, J.F.; ALLAN, J.F., CARMICHAEL, S. E.; NELSON, S., - 1983. Pliocene-Recent rifting in Southwestern Mexico: an Incipient eastward spreading ridge jump of the E.P.R. EOS. Trans. Am. Geophys. Union 64, 853.
- LUHR, J. F.; NELSON, S. A.; ALLAN, J. F.; CARMICHAEL, S. E., 1985. Active Rifting in Southeastern Mexico: Manifestations of an incipient eastward spreading ridge jump. Geology. v. 13, n. 1, p. 54.
- LUHR, J. F. and CARMICHAEL, I.S.E., 1985. Contemporaneous Eruptions of calco-Akaline and Alkaline Magmas along the Volcanic front on the Mexican Volcanic Belt. Geof. Int. Special Volume on Mexican Belt -Part 1 Led. S.P. Verma, v. 24-1 p. 203-216.
- MC ELHINY M. W., 1973. Paleomagnetism and Plate Tectonics. Cambridge University Press.
- MCKENZIE., and WHITEMAN, A. J., 1973. Uplift, Rifting, and Breakup of Africa, en Tarling, D. H., and - - Runcorn, S. K., EOS., Implications of Continental drift to the earth Sciences, Volume 2: London, Academic Press, p. 735-755.
- MAMMERICK, J., and KUTGORD, K. D., 1982, Northern East - Pacific Rise: Evolution from 25 m y B.P. to the present: Journal of Geophysical Research, f. 87, no. B8, p. 6751-6759.
- MOOSER, F. 1961. Los Volcanes de Colima. U.N.A.M. Inst. de Geol. Bol. 61, p. 49-71.

- MOOSER, F., 1969. The Mexican Volcanic Belt-Structure and Development. Formation of Fractures by - -
Diferential Crustal Heating. In: Pan-American
Symp. on Upper Maritile, Mex. City, 2, p. 15-
22.
- 1972. El Eje Volcánico Mexicano, Debilidad Cor-
tical Prepaleozoica reactivada en el Tercia-
rio. Soc. Geol. Mex., Mem. II Conv. Nal., p.
186-188.
- MOOSER, F. y DIAZ, C. E., 1974. Formación del Graven de -
Chapala. Soc. Geol. Mex., Mem. II. Conv. Nal.
Mexico, p. 144-145.
- MUIR, J. M., 1935. Ocurrence of Natural gas in Mexican Cil
fields, with notes on Lake Chapala Region and
Valley of Mexico Jalisco, Mexico, Hidalgo, -
Distrito Federal. Am. Assoc. Petrol. Geol.,
Geology of Natural Gas (1935). p. 997.
- NELSON, S. A. and I.S.E. CARMICHAEL, 1984. Pleistocene to
Recent Alkalic volcanism in the Region of
Sanguaney Volcano, Nayarit, Mexico. Contrib.
Mineral. Petrol., 85, p. 321-335.
- OPEN UNIVERSITY. El Campo Magnético de la Tierra.
- OROZCO Y BERRA., 1957. La Laguna de Chapala. Bol. Soc. Mex.
Geog. y Estad. v. 5, p. 153-165.
- PALMER, R. H., 1926. Tectonic Setting of Lago de Chapala
(México), Jalisco. Pan. Am. Geol. 45, 2, 125.
- PETERS, R. B., 1951. A Preliminary Report on the Geography
of Lake Chapala and the Possibility of its
Being the Site Possibility of its being the
Site of Late Pleistocene Man., Jalisco. Assoc.
Pacific Coast. Geograph. Yearbook 13 (1951)
48.
- ROSAS, E.J., 1980. Estudio Geológico del Area de San Isi-
dro Mazatepec, Jal. Informe 30-80 de C.F.E.
- RUNCOR, S. K., 1964. Problems in Paleoclimatology. Interscience
Publishers.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1981. Síntesis
Geográfica del Estado de Jalisco.

- STRECKEISEN, A. L., 1973. Clasificación y Nomenclatura de las Rocas Igneas recomendada por la "International Union of Geological Science (IUGS)", Subcomisión sobre Sistemática de las rocas Igneas. GEOTIMES.
- TARLING, D. H., 1971. Principles and Applications of Paleomagnetism. Ed. Chapman and Hall, London.
- TELFORD, W. M., GELDART, L. P., 1976. Applied Geophysics. Cambridge University Press., p. 105-216.
- URRUTIA, F. J. y SURENDRA, Pal. 1975. Procedimientos de Campo en Investigaciones Paleomagnéticas. Anales Inst. Geofísica 21/1975.
- 1975. Procedimientos de Laboratorio en Investigaciones Paleomagnéticas. Anales Inst. Geofis. v. 21.
- URRUTIA, F. J., 1980. Paleointensity Determination and K-Ar Dating of the Tertiary Northeast Jalisco Volcanics (Mexico). Geophys. J. R. astr. Soc. (1980) 62.
- 1983. Preliminary Paleomagnetic Study of Cower Tertiary Volcanic Rocks from Morelos and Guerrero States. Geof. Int. v. 22-1, p. 87-110.
- URRUTIA, F. J., 1986. Late Mesozoic-Cenozoic Evolution of the Northwestern Mexico Magmatic are Zone. Geof. Int. v. 25-1, p. 61-84.
- VENEGAS, S., HERRERA, F., MACIEL, F., 1985. Algunas Características de la Faja Volcánica Mexicana y de sus Recursos Geotérmicos. Geof. Int. Special Volume on Mexican Volcanic Belt-Part 1 (Ed. S.P. Verma) v. 24-1 p. 47-81.
- VERMA, S.P., 1985. Mexican Volcanic Belt (Preface) Geof. Int. Special Volume on Mexican Volcanic Belt-Part 1 (Ed. S.P. Verma), v. 24-1, p. 1-14.
- VALENCIO, D. A., 1980. El Magnetismo de las Rocas. Ed. Univeridad de Buenos Aires.
- VILLASEÑOR, P. J., 1853. Barranca del Tecuan (Chapala, Jalisco). Ilust. Mex. 4 (1853) 541.

WALKINS, 1971. Paleomagnetism, Geochemistry and K-Ar Ages
of Rio Grande de Santiago. G.S.A. Bull., v. 82,
p. 1955-1966. 1.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por C. P. Berkey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-122 - 711

Localidad: CHAPALA, JALISCO

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color rojizo debido a oxidación, se observan diversos cristales que están bastante intemperizados

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Merocristalina, inequigranular hialopilitica

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO (X) Min. Esenciales	%	(Z) SECUNDARIO Prod. de alteración	%	(M) METAMORFICO Min. de Recristalización	%	(T) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
Microlitos Pl. Labradorita by- rownita		Cuarzo				
(Y) MIN. ACCESO- RIOS Augita Py-alterados Opacos Lamprohilita		(G) MATRIZ O CEMENTANTE Hematita Vidrio Plagioclasa (Microlitos)		(O) SUBST. INTRODU- CIDAS O MINERALI- ZACION		

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Basalto de piroxenos

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánico

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esquemas por C. P. Berry)

Fecha **Mayo/85**

Colector **Roberto Uribe Afif**

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. **CHP-109 - 706**

Localidad: **CHAPALA, JALISCO**

Edad o Formación:

Pregunta: **Identificación y clasificación**

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: **Roca de color gris claro de textura afanítica que presenta gran cantidad de poros**

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: **Menocristalina, inequigranular, porfídica**

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO % (X) Min. Esenciales	(Z) SECUNDARIO % Prod. de alteración	(M) METAMORFICO % Min. de Recristalización	(T) CAMBIOS TERCIARIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
Labradorita Bitownita	Hematita		
(Y) MIN. ACCESORIOS Olivino Augita Min. Arcillosos Opacos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio Microlitos de Pl. de la misma composición	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: **Basalto de olivino y augita**

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: **Volcánico**

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esquemas por C. P. Berkey)

Fecha **Mayo/85**

Colector **Roberto Uribe Afif**

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. **CHP-92 - 707**

Localidad: **CHAPALA, JALISCO**

Edad o Formación:

Pregunta: **Identificación y clasificación**

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: **Roca de color gris claro donde se observan cristales de plagioclasa**

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: **Merocrystalina, inequigranular, porfídica**

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO %	(Z) SECUNDARIO %	(M) METAMORFICO %	(T) CAMBIOS TERCARIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
(X) Min. Esenciales Plagioclasas zonadas Oligoclasa-andesita Labradorita?	Prod. de alteración Hematita	Min. de Recristalización	
(Y) MIN. ACCESORIOS Augita Min. arcillosos Opacos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Microlitos de Pl. de la misma composición vidrio	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: **Andesita basáltica**

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: **volcánica**

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esquemas por C. P. Berkey)

Fecha **Mayo/85**

Colector **Roberto Uribe Afif**

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. **CHP-128 - 708**

Localidad: **Chapala, Jalisco**

Edad o Formación:

Preguntas: **Identificación y clasificación**

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: **Roca de color rojizo que se observa muy alterada su textura es afanítica**

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: **Merocristalina, inequigranular, pilotaxitica**

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO (X) Min. Esenciales	%	(Z) SECUNDARIO Prod. de alteración	%	(M) METAMORFICO Min. de Recristalización	(T) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
Labradorita Bytownita		Hematita			
(Y) MIN. ACCESO- RIOS Olivino Augita		(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio Microlitos de plagioclasa de la misma comp.		(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Basalto de olivino y augita

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánico

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por C. P. Berkey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-162 - 710

Localidad: Chapala, Jalisco

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL FJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color gris claro de textura porfídica siendo los cristales visibles de plagioclasa

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Mesocristalina inequigranular óptica

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO % (X) Min. Esenciales	(Z) SECUNDARIO % Prod. de alteración	(M) METAMORFICO % Min. de Recristalización	(T) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
Oligoclasa Andesina	Hematita Sericita Cuarzo		
(Y) MIN. ACCESO- RIOS Anfiboles Hornblenda Lamprobo- lita Piroxenos altera- dos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Microlitos de Pl. de la misma com- posición vidrio desvitri- ficado	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALI- ZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Andesita de anfíboles

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánico

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por C. P. Berkey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-133 - 712

Localidad: CHAPALA, JALISCO

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color rosado con fenocristales de biotita, plagioclasas, piroxenas, engolfados por una matriz

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION de color claro

Textura: Metocristalina inequigranular hialoplítica.

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO %	(Z) SECUNDARIO %	(M) METAMORFICO %	(T) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
(X) Min. Esenciales Plagioclasas zonadas Oligoclasa-andesina	Prod. de alteración Sericita Clorita Cuarzo	Min. de Recristalización	
(Y) MIN. ACCESORIOS Biotita Piroxenos alterados Apatito Opacos Min. arcillosos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio devitrificado Hematita	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Toba vitrea (brecha) andesítica

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA:

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por G. P. Berkev)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-86-705

Localidad: CHAPALA, JALISCO

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color gris claro donde es posible : observar fenocristales de plagioclasa

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Microcristalina, inequigranular (Traquitica) porfiridica

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en 4 grupos en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO % (X) Min. Esenciales	(Z) SECUNDARIO % Prod. de alteración	(M) METAMORFICO % Min. de Recristalización	(I) (X) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENTRANQUEAMIENTO
Plagioclasas zonadas Oligoclasa-andesina	Hematita sericita		
(Y) MIN. ACCESORIOS Augita Min. arcillosos opacos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio des. Microlitas de Pl. de la misma composición	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Andesita de augita

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánica

PETROGRAFICO

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por C. P. Berkey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-126 - 713

Localidad: CHAPALA, JALISCO

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color gris claro, en la que se observan fenocristales de plagioclasa

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Merocristalina, inequigranular, hialoplitica

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO %	(Z) SECUNDARIO %	(M) METAMORFICO %	(T) CAMBIOS TERCARIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
(X) Min. Esenciales Plagioclasas zonadas Oligoclasa-andesina	Prod. de alteración Hematita	Min. de Recristalización	
(Y) MIN. ACCESORIOS Augita Mín. arcillosos Apatito Opacos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio Microlitos de Pl. de la misma composición	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Andesita

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánica

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueltos por C. P. Berkey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-130 - 704

Localidad: CHAPALA, JALISCO

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color gris oscuro de textura afanítica
Int. a un color gris claro

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Mepocristalina, inequigranular, intersertal?

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO % (X) Min. Esenciales	(Z) SECUNDARIO % Prod. de alteración	(M) METAMORFICO % Min. de Recristalización	(T) CAMBIOS TERCIA- RIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
Labradorita-bytch- nite	Hematita		
(Y) MIN. ACCESO- RIOS Olivino (faydli- ta) Augita? Opacos Min. arcillosos	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Vidrio Microlitos de Pl. de la mis- ma composición	(O) SUBST. INTRODU- CIDAS O MINERALI- ZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



CLASIFICACION: Basalto

PETROGRAFO

ORIGEN DE LA ROCA: Volcánico

ROBERTO URIBE AFIF

DESCRIPCION PETROGRAFICA

(Esqueletos por C. P. Beckey)

Fecha Mayo/85

Colector Roberto Uribe Afif

I. NOTAS DE CAMPO

Original No. CHP-89-709

Localidad: Chapala, Jalisco

Edad o Formación:

Pregunta: Identificación y clasificación

II. DESCRIPCION DEL EJEMPLAR DE MANO

Aspecto General: Roca de color gris oscura de textura porfídica donde es posible observar piroxenos y plagioclasas

III. ESTUDIO MICROSCOPICO PARA CLASIFICACION

Textura: Merocristalina, inequigranular y pilotaxítica

Estructura Original:

Estructura Secundaria:

MINERALOGIA (los minerales están agrupados con fines interpretativos y arreglados en cada grupo en el orden aproximado de abundancia). (En algunos casos con porcentajes aproximados.)

PRIMARIO %	(Z) SECUNDARIO %	(M) METAMORFICO %	(T) CAMBIOS TERCARIOS Y EFECTOS DE ENRIQUECIMIENTO
(X) Min. Esenciales Plagioclasas zonadas Oligoclasa Andesina	Prod. de alteración Uralita Hematita	Min. de Recristalización	
(Y) MIN. ACCESORIOS Aegirina Min. arcillosos Muscovita ? Opacos Px. alterados Anf. II	(G) MATRIZ O CEMENTANTE Microlitos de Pl. de la misma composición Vidrio	(O) SUBST. INTRODUCIDAS O MINERALIZACION	

CARACTERES ESPECIALES:



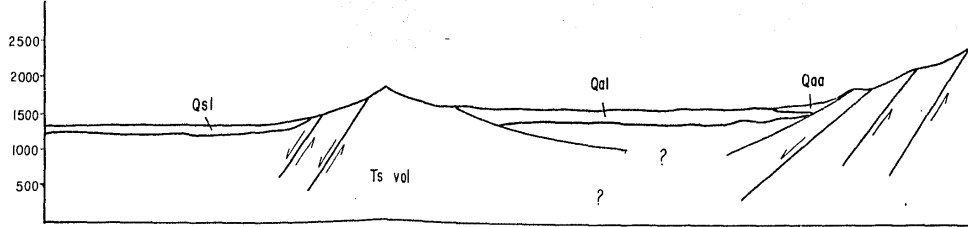
CLASIFICACION: Andesita basáltica

PETROGRAFO

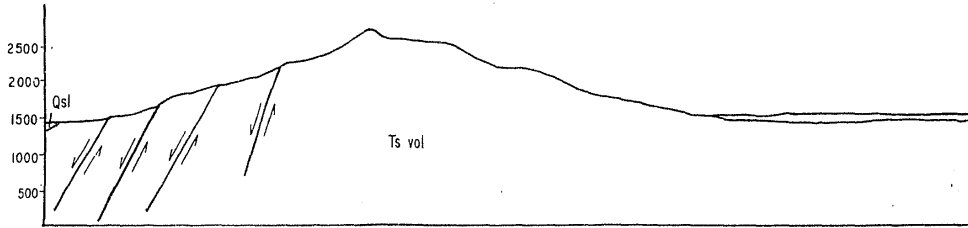
ORIGEN DE LA ROCA: Volcánico

ROBERTO URIBE AFIF

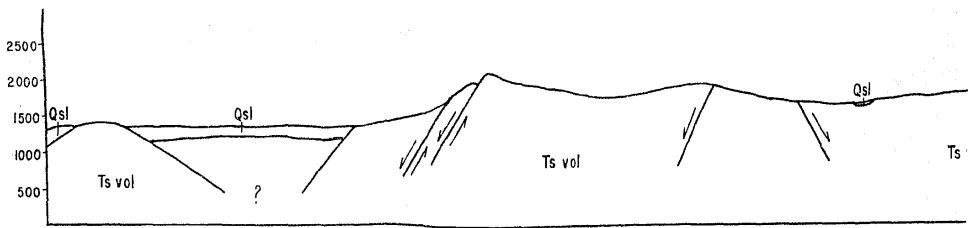
A



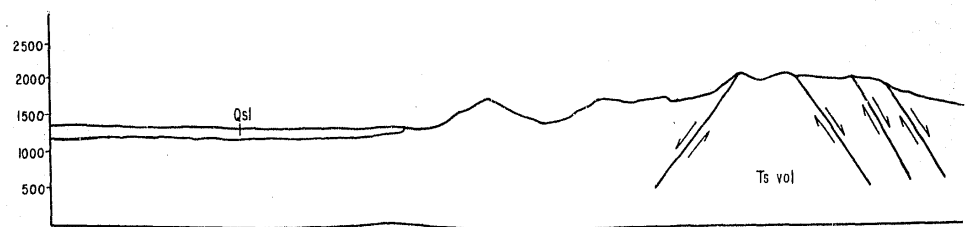
B



C

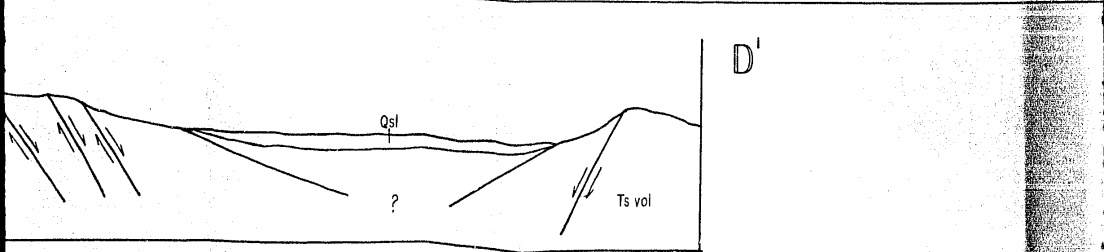
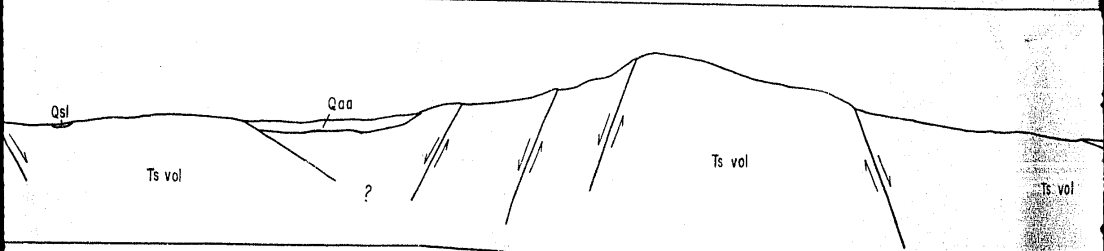
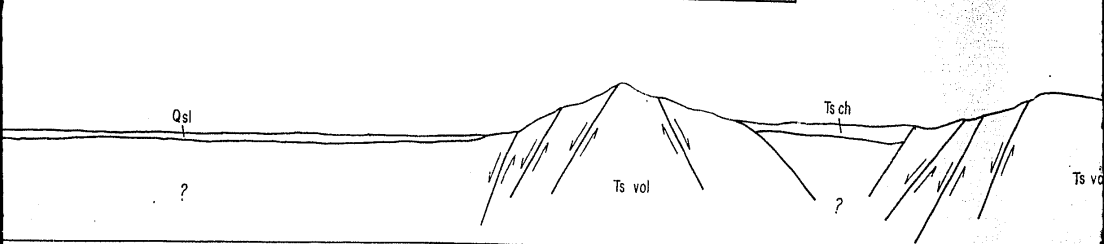
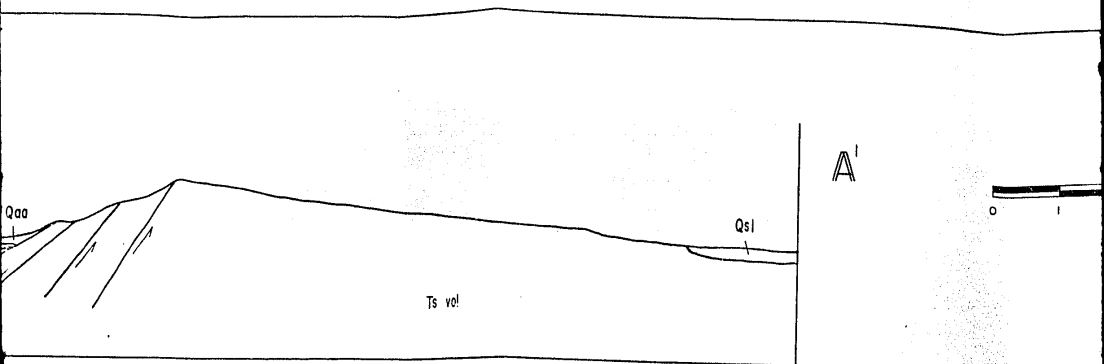


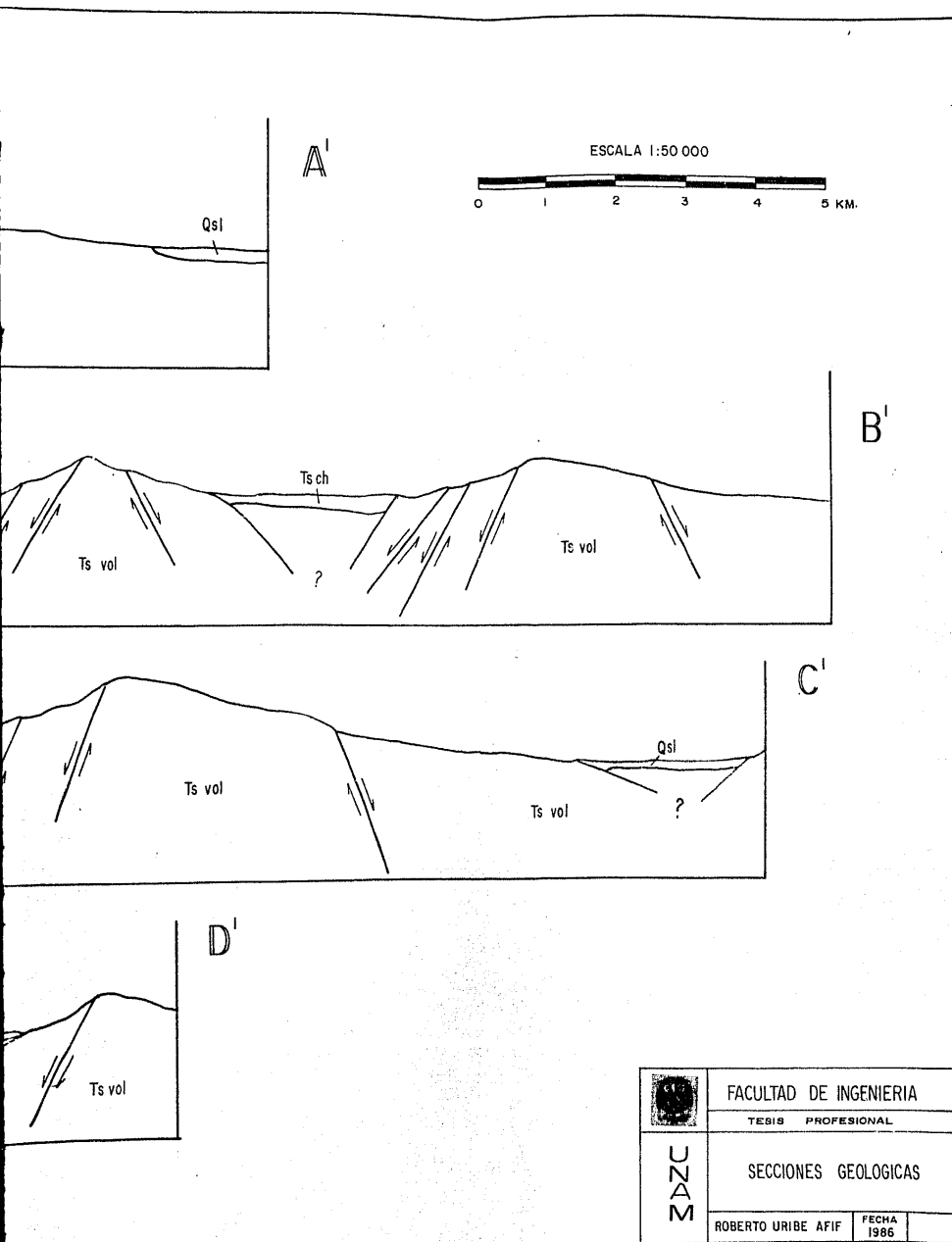
D



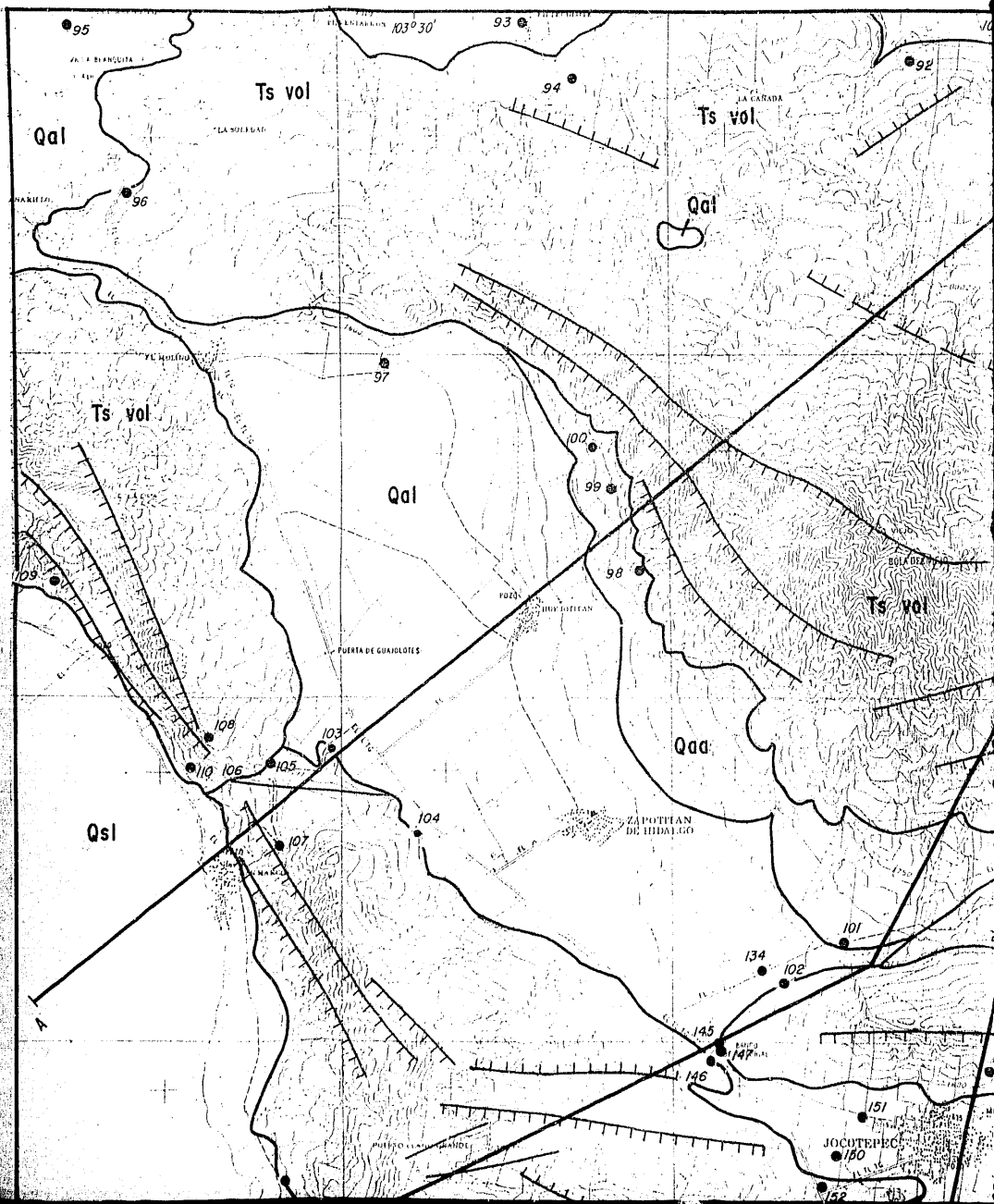
Dib. FDO. A. VEGA L.

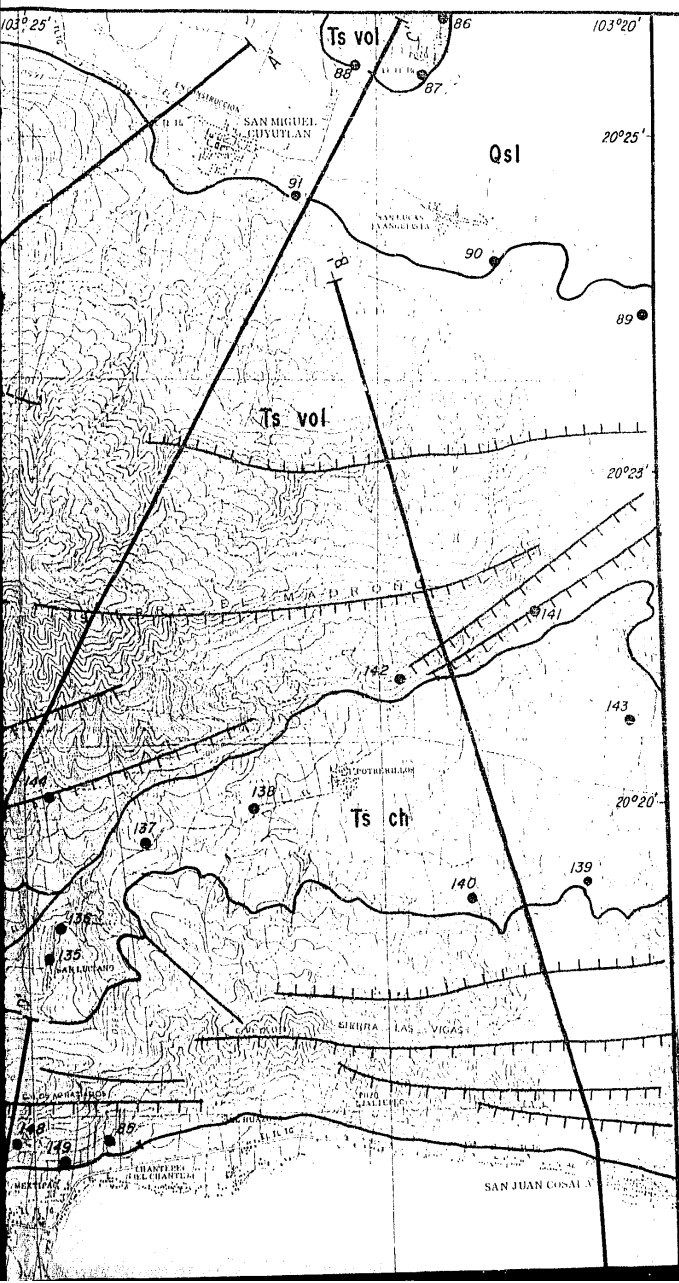






MANU	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	SECCIONES GEOLOGICAS	
	ROBERTO URIBE AFIF	FECHA 1986





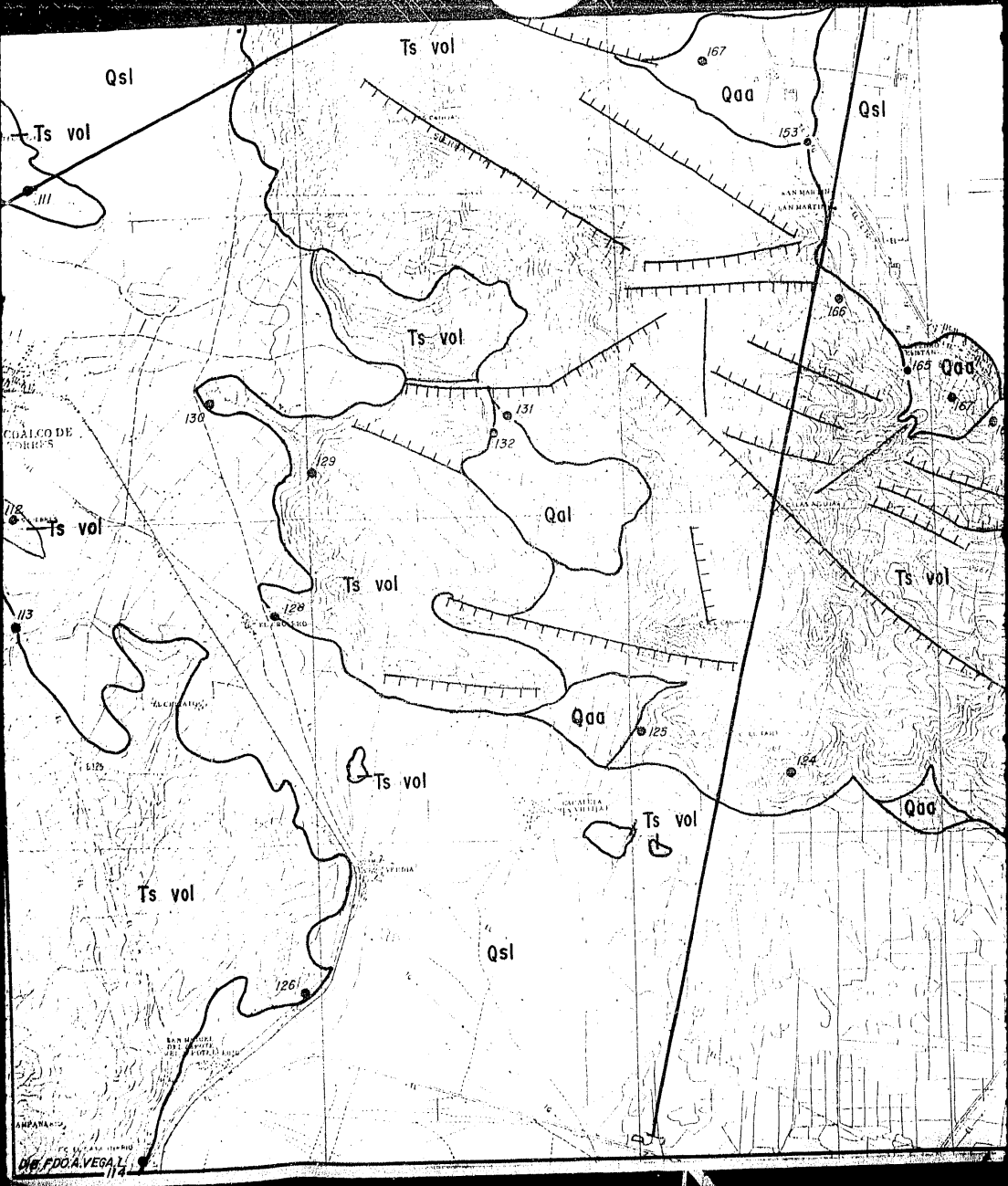
EXPLICACION

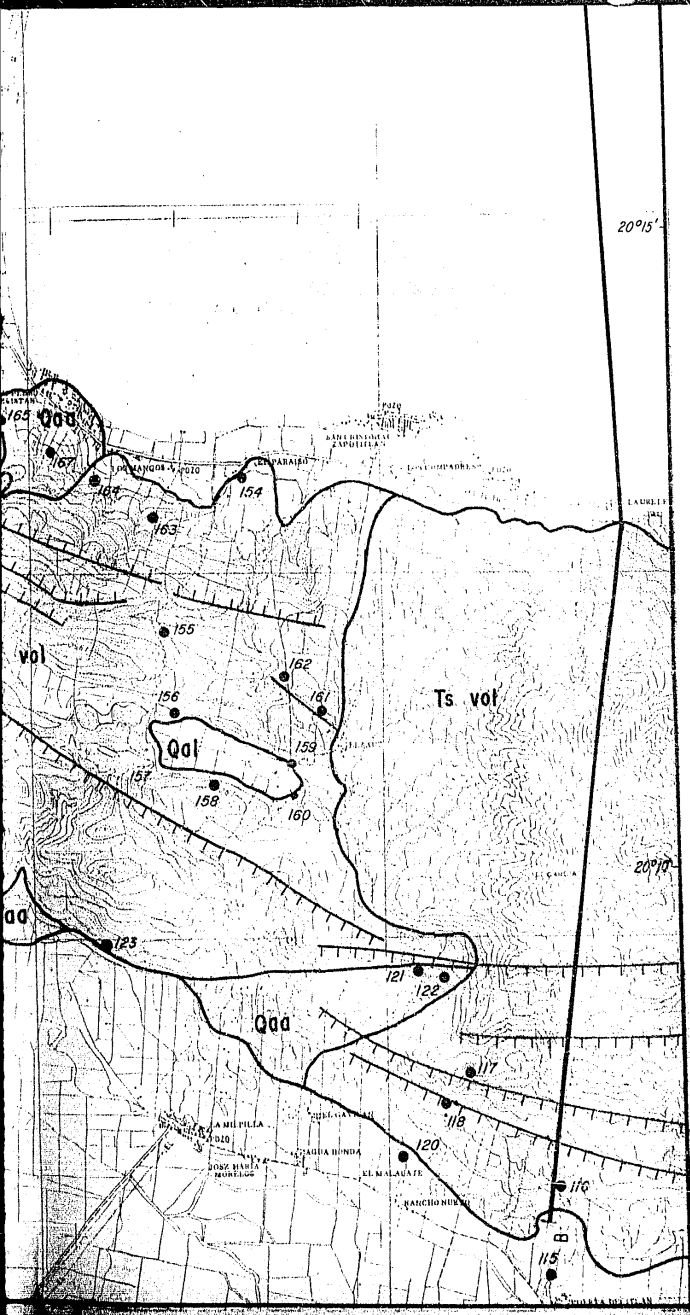
- Qsl ALUVION CUATERNARIO
- Qaa ABANICO ALUVIAL CUATERNARIO
- Qsl SEDIMENTOS LACUSTRES CUAT.
- Ts ch FM. CHAPALA TERCIARIO SUPERIOR
- Ts vol GRUPO VOLCANICO DEL TERCIARIO SUPERIOR

SIMBOLOGIA

- CONTACTO GEOLOGICO
- FALLA NORMAL

3



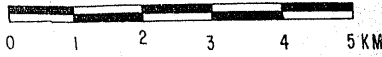


A A' LINEA DE SECCION

150 PUNTO DE MUESTREO

— FRACTURAS

ESCALA 1:50 000



	FACILIDAD
	ESTADÍSTICA
	PLANO