

2e1  
15



*Universidad Nacional Autónoma  
de México*

*Facultad de Ingeniería*

**GEOLOGIA, PETROLOGIA Y GEOQUIMICA  
DEL CAMPO VOLCANICO DE AMATLAN  
DE CAÑAS, LIMITES DE LOS ESTADOS  
DE JALISCO Y NAYARIT**

**T E S I S**

*Que para obtener el título de  
INGENIERO GEOLOGO  
presenta*

**ADRIANA GUZMAN DE LA CAMPA**



México, D. F.

1989



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.

## Indice

Resumen.....	4
I. Introducción.....	6
1.1. Objetivo.....	6
1.2. Método de Trabajo.....	7
1.3. Localización y vías de acceso.....	7
1.4. Fisiografía.....	8
1.5. Geomorfología.....	9
1.6. Trabajos previos.....	9
II. Geología Regional.....	11
III. Geología Local.....	15
III.1. Estratigrafía.....	15
A) Basamento Igneo-metamórfico.....	15
B) Cubierta ignimbrítica.....	18
C) Derrames andesíticos y basálticos de Ameca....	19
D) Conglomerados asociados a la falla.....	26
E) Aluvión.....	28
III.2. Geología estructural.....	28
IV. Geoquímica.....	35
V. Discusión.....	39
VI. Conclusiones y recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	45
Planos y secciones.	

## Indice de Figuras.

- Fig. 1. Mapa de localización del área de estudio.
- Fig. 2. Mapa de ubicación de vías de acceso.
- Fig. 3. Ubicación del área según la clasificación de provincias fisiográficas de México (Raisz, 1962).
- Fig. 4. a) Croquis en planta de fallas mayores del campo volcánico de Amatlán de Cañas, indicando la resultante de NE20 para la dirección de esfuerzos mínimos (S3).  
b) Croquis diagramático indicando la dirección de los esfuerzos principales del campo volcánico de Amatlán de Cañas.
- Fig. 5. Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades intrusivas.
- Fig. 6. Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades tobáceas.
- Fig. 7. Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades ignimbríticas.
- Fig. 8. Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades basálticas.
- Fig. 9. Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades

conglomeráticas.

Fig. 10. Clasificación química de las muestras del campo volcánico de Amatlán de Cañas, según Cox et al., (1979). La línea continua según Irvine y Baragar (1971) para los campo alcalino y subalcalino.

Fig. 11. Clasificación química según Le Bas et al. (1985).

Fig. 12. Junta triple de Graben de Zacoalco (NW)-Graben de Tepic-Chapala (E-W) y Graben de Colima (N-S), tomada de Allan et al. (1987). Se marca el área de estudio.

Fig. 13. Esquema diagramático de la relación cronoestratigráfica de los derrames basálticos del campo volcánico de Amatlán de Cañas.

Fig. 14. Roseta de fracturas y diaclasas del conjunto de unidades del área de estudio.

#### Tablas.

Tabla I. Características petrográficas de las unidades litológicas del área de estudio.

Tabla II. Análisis químicos y normativos (CIPW) de las unidades litológicas del área de estudio.

#### RESUMEN.

El complejo volcánico del área de Amatlán de Cañas está constituido por una serie de derrames basálticos y andesíticos, los cuales se encuentran intercalados con depósitos de talud y abanicos aluviales. Ambos se encuentran sobreyaciendo al complejo vulcano-plutónico de la Sierra Madre Occidental. El complejo vulcano-plutónico está constituido por tobas e ignimbritas riolíticas, dioritas, monzodioritas y granitos. Modalmente las rocas básicas presentan abundancias hasta del 8% de olivino e hiperstena, con una matriz compuesta por altos contenidos de clinopiroxeno rico en titanio (augita). Las características petroquímicas de estos derrames ubican al campo volcánico de Amatlán de Cañas dentro del límite alcalino-calcoalcalino. Las evidencias estructurales indican un patrón de orientación de fracturas y fallas que en la porción oriental del área de estudio siguen un rumbo NW, paralelo a la orientación de la falla normal del Río Ameca en ese sector, mientras que en la porción occidental las fracturas y fallas normales siguen un patrón casi E-W, también paralelo a la orientación que ahí tiene la falla mencionada. Se observaron además una gran diversidad de fracturas secundarias cuyas orientaciones son intermedias entre los patrones principales anteriormente mencionados. Estas observaciones permiten inferir el desarrollo de una zona de apertura o atenuación incipiente de la corteza continental, cuyo origen puede estar ligado a la junta triple constituida por el Graben de Chapala-Graben de Colima-Graben de Zacoalco,

en donde se han reportado eventos volcánicos de afinidad alcalina.

## I. Introducción.

### I.1. Objetivos.

El estudio de las relaciones petrográficas, químicas, estructurales y geodinámicas del campo volcánico de Amatlán de Cañas, ubicado en los límites de los estados de Jalisco y Nayarit, comprende parte de un proyecto denominado "Geoquímica, geología isotópica y paleomagnetismo del Río Ameca, en Jalisco y Nayarit", el cual está siendo elaborado por la Facultad de Ingeniería en colaboración con el Instituto de Física y el Instituto de Geofísica.

El propósito del presente trabajo es el de elaborar una cartografía geológica a semidetalle (escala 1:50,000), en la cual se definan los límites entre las unidades de roca que afloran en el área, sus relaciones con otras unidades litológicas y sus rasgos tectonoestructurales. La gran mayoría de los trabajos realizados en el área de estudio son de tipo regional, o bien están enfocados a la prospección minera de muy pequeña escala como los de Tomás Barrera (1931) y Pineda Carrasco (1970).

A si mismo se determinó preliminarmente el patrón estructural que rigió el emplazamiento de dicho campo volcánico y de acuerdo a los resultados obtenidos fue posible ubicarlo dentro de un marco tectónico regional correlacionable con las áreas vecinas estudiadas con anterioridad.



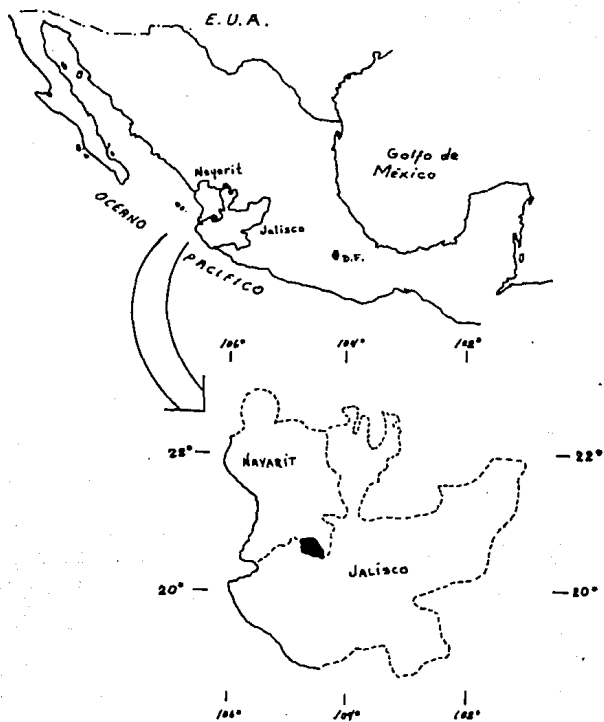


Fig. 1.- localización del área de estudio.

## 1.2. Método de trabajo.

El estudio del área se llevó a cabo en tres etapas:

a) Etapa preliminar o de estudios previos, en la cual se hizo la revisión de la bibliografía correspondiente de la zona así como la fotointerpretación geológica de la misma. Como base topográfica se utilizaron cartas escala 1:50,000 publicadas por el INEGI (Hoja Amatlán de Cañas, clave F13-052).

b) Etapa de campo, cuya duración fue de 23 días, en la que se realizaron caminamientos y recorridos en carretera, y en la cual se diferenciaron tanto las unidades litológicas aflorantes en el área, como su disposición estratigráfica y rasgos estructurales principales.

c) Etapa de gabinete, en la que se hicieron los análisis petrográficos, químicos y la interpretación de las relaciones estructurales de las unidades cartografiadas.

De esta manera el presente trabajo constituye la base sobre la cual se realizarán los estudios posteriores de análisis isotópicos y paleomagnéticos del proyecto al que pertenece.

## 1.3. Localización y vías de acceso.

El área del presente estudio cubre una superficie de aproximadamente 520 km<sup>2</sup>, y se ubica en la parte centro occidental de México, en los límites de los estados de Jalisco y Nayarit a unos 35 km al NW de Etzatlán, Jalisco, entre los paralelos 20° 48' y 21° 00' de latitud Norte y entre los

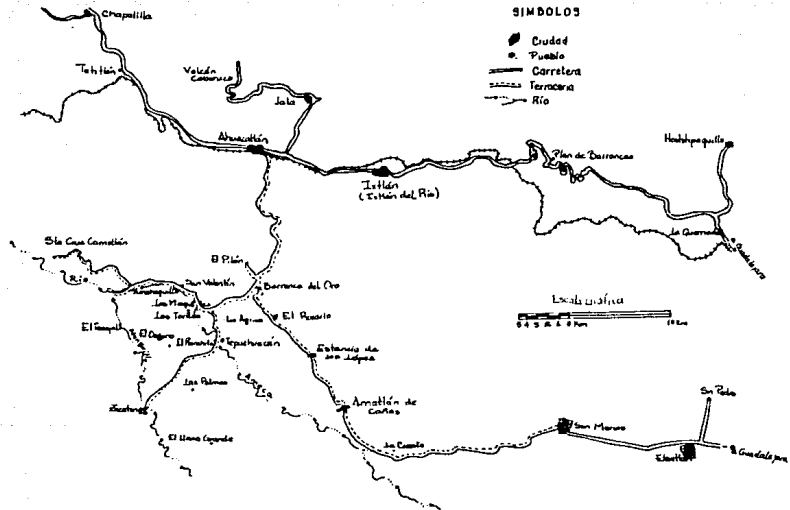


Fig2.-Plano de Vías de acceso

meridianos 104° 25' y 104° 40' de longitud Oeste. (ver Fig.1)

Las vías de comunicación están representadas por caminos revestidos y terracerías entre las cuales destaca la terracería de Ahuacatlán-Barranca del Oro-Amatlán de Cañas-San Marcos (Fig. 2), transitable durante todo el año. Cerca de Barranca del Oro existe un entronque con otra terracería que comunica a Santa Cruz Camotlán (Nayarit), con San Felipe de Híjar, Amatanejo, y Tepuzhuacán (Jalisco).

#### 1.4. Fisiografía .

El área estudiada se encuentra en los límites de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico dentro de la Altiplanicie Septentrional de la Sierra Madre del Sur (Fig. 3), según la clasificación de Raisz (1962).

La hidrografía del área de estudio está controlada por el Río Ameca y su tributario principal, el Río Atenguillo. Ambos drenan hacia el Pacífico, y guardan una orientación aproximada de NW-SE por lo que corren casi paralelos, separándose ligeramente entre sí hacia la porción sur del área cartografiada. Hacia la porción norte (Los Mesquites), el Río Ameca cambia su orientación bruscamente a casi E-W. Su cauce está controlado estructuralmente por fallas y/o fracturas, así como por contactos litológicos fácilmente identificables. Se conocen además dos surgencias o manantiales de agua, uno ubicado al este de El Rosario (El Manto), y el otro en Amatlán de Cañas, este último de tipo termal.

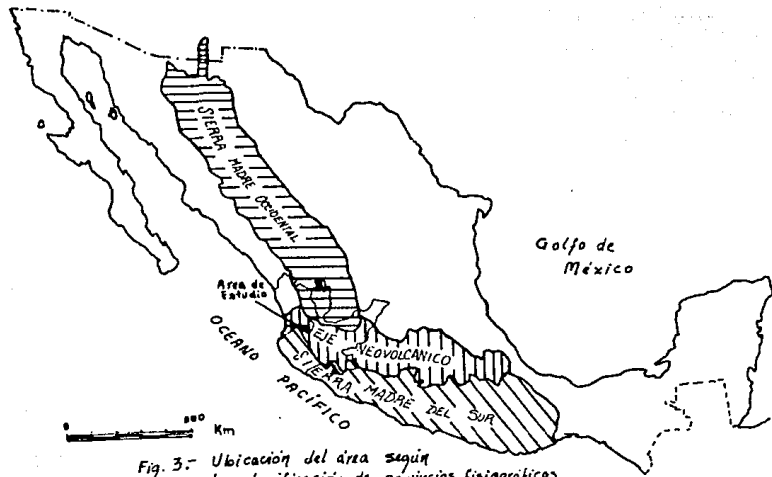


Fig. 3.- Ubicación del área según la clasificación de provincias fisiográficas de México. (Raisz, 1962).

### 1.5. Geomorfología.

La morfología observada se identifica con la parte Septentrional de la subprovincia fisiográfica de la Altiplanicie de la Sierra Madre del Sur. Esta provincia es de gran importancia desde el punto de vista geológico y económico. Está constituida por rocas metamórficas, Igneas tanto intrusivas como volcánicas cuya composición varía de ácida a básica, así como por rocas sedimentarias calcáreas y conglomeráticas.

En el área de estudio las sierras principales son la Sierra del Guamuchil y la Sierra Jolapa. La primera, se ubica en la porción norte y este del área de estudio, y aunque su litología no es homogénea, tiene un comportamiento morfológico uniforme. Están presentes en esta una gran cantidad de fracturas que controlan el patrón de drenaje, dando como resultado el de tipo de enrejado rectangular, que en ocasiones varía a dendrítico para las rocas mas cristalinas. La sierra del Guamuchil está separada de la Sierra de Jolapa por la falla del Río Ameca y por una depresión tectónica de tipo Graben ocupada por emisiones basálticas y andesíticas, que definen grandes mesetas circulares y semicirculares con alturas máximas de 900 msnm. En contraste la Sierra del Guamuchil topográficamente alcanza alturas hasta de 1,600 msnm, con un relieve muy abrupto si se considera que el Río Ameca corre aproximadamente sobre la cota de 400 msnm.

## 1.6. Trabajos Previos.

Múltiples y muy variados han sido los trabajos realizados en el área de estudio, en especial por el Consejo de Recursos Minerales debido al interés económico que presentan algunas áreas como la de la Sierra del Guamuchil donde actualmente se extraen minerales de Fe, Au-Cu, y metales básicos.

De los trabajos de tipo minero se deben mencionar al de Tomás Barrera (1931) y el de Pineda y Carrasco (1970) ambos relacionados a la exploración y explotación de oro principalmente o trabajos de geología como el de De la Peña (1963). Por otro lado existen trabajos de investigación regional de tipo geotectónico (Gastil et al., 1976; 1979) así como de tipo metalotectónico (Delgado-Argote 1979). Recientemente se han realizado trabajos petrológicos de carácter regional (Allan et al, 1987). No existen trabajos a semidetalle que enfoquen al área desde el punto de vista geológico-estructural, por lo que este estudio es de importancia en ese sentido principalmente, ya que con base en los resultados obtenidos es posible establecer las bases sobre las que habrán de generarse las hipótesis sobre el origen del Campo volcánico de Amatlán de Cañas, y que para fines regionales constituirá un avance más en la reconstrucción tectónica de la República Mexicana.

## II. Geología Regional.

El área de estudio se ubica en los límites de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur (Raisz, 1962, Fig. 3). La parte sur-central pertenece al Eje Neovolcánico y la porción norte y oriental a la Sierra Madre del Sur. Petrológicamente, sin embargo, las unidades litológicas parecen pertenecer a la continuación de la Sierra Madre Occidental al sur del eje Neovolcánico.

En términos generales, el Eje Neovolcánico está constituido por una franja volcánica del Cenozoico Superior, que cruza transversalmente la República Mexicana a la altura del paralelo 20. Según Morán Zenteno en su recopilación de 1984 el Eje Neovolcánico está edificado por una gran variedad de rocas volcánicas emitidas a través de varios aparatos. Los de tipo estratovolcán están constituidos por productos piroclásticos alternantes con derrames lávicos, algunos de ellos con emisiones de tipo fisural y/o conos adventicios desarrollados en sus laderas. Son comunes también los conos cineríticos de dimensiones pequeñas, aparatos de tipo cóncavo y calderas tanto de colapso como de explosión. Su composición es muy variable, siendo abundantes los derrames y productos piroclásticos de tipo andesítico, aunque también existen manifestaciones aisladas de vulcanismo ríolítico. Sin embargo desde el punto de vista químico, el Eje Neovolcánico es considerado por muchos autores como una provincia calcoalcalina caracterizada por la abundancia de andesitas y



ducitas.

En su porción occidental esta provincia se subdivide en las fosas tectónicas de Tepic-Chapala y Colima. A la primera, cuya orientación es NW-SE, están asociados los volcanes de San Juan, Sanganguey, Ceboruco y Tequila, mientras que la segunda con orientación N-S, tiene como volcanes asociados el Volcán de Colima y el Nevado de Colima. Allan (1987) propone además una subdivisión para la primera, llamando Graben de Zacoalco al segmento de orientación NW-SE y Graben de Chapala a la porción del lago cuya orientación es E-W. De esta forma presenta un modelo de junta triple constituido por el Graben de Chapala al este, el Graben de Colima al sur y el Graben de Zacoalco a noroeste. A diferencia del resto de la provincia, en donde el carácter predominante es de tipo calcoalcalino, la composición química en estas fosas incluye numerosas aunque pequeñas manifestaciones de conos cineríticos de carácter alcalino. A partir de esta premisa, Luhr et al, (1985) propuso que la formación de dichos Grabens marca el estado inicial de un brinco de la cordillera oceánica hacia el este.

El origen del Eje Neovolcánico según Demant (1978) y Mooser (1972), está asociado principalmente a la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana. Esta sufre fusión parcial al nivel de la astenósfera y origina los magmas que dan lugar al Eje Neovolcánico. Nixon (1982), propuso que las características morfológicas y petrográficas de los volcanes mayores dentro del Eje Neovolcánico, sirven para distinguir dos subprovincias calcoalcalinas principales : un

arco oeste asociado con la subducción asísmica de la Placa Rivera (de aproximadamente 60 km de ancho), y un arco amplio central-este, relacionado a la subducción de un segmento ligeramente inclinado de la Placa de Cocos . Este mismo autor considera al Graben de Colima como el límite entre dichas subprovincias magmáticas, marcando la unión (de tipo "charnela") entre la Placa de Cocos-Rivera bajo la placa continental .

Otros autores consideran que se trata de una zona de corrimiento lateral que estuvo activa en el pasado, y que, pudo haber actuado como control estructural a la salida de los magmas producto de la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana, (Gastil y Jensky, 1973; Urrutia, 1987). Mooser (1975, en Moran-Zenteno, (1984), propuso al eje Neovolcánico como una "geosutura" o cicatriz que marca la unión entre dos masas cratónicas antiguas, y que su arreglo zigzagueante refleja fragmentos traslapados de la Placa de Cocos después de hundirse en la trinchera de Acapulco.

En cuanto a la Sierra Madre Occidental en términos generales se caracteriza por ser una extensa secuencia Ignea. Según McDowell y Clabaugh (1979) la Sierra Madre Occidental está constituida por dos eventos igneos diferentes separados entre sí por un hiatus o calma volcánica. La primera o Complejo Volcánico-plutónico inferior está constituido por derrames y rocas piroclásticas de composición intermedia e intrusiones de carácter batolítico, cuyas edades varían entre los 100 y 45 millones de años. El Complejo Volcánico Superior está constituido por una extensa cubierta de Ignimbritas de

espesores en algunos lugares superiores a los 1000 metros (Demant y Robin (1975). Esta cubierta ignimbrítica de composición bimodal (riolítica y riodacítica) tiene edades que varían entre los 34 y 27 millones de años (Mc Dowell y Clabaugh 1979). A diferencia de este, el Complejo Volcánico-plutónico Inferior se encuentra fuertemente afallado y fracturado, y en algunas ocasiones intrusionado por cuerpos batolíticos o de tipo stock, en donde son comunes las principales mineralizaciones epitermales de la Sierra Madre Occidental.

### III. Geología local.

#### III.1. Estratigrafía.

En el área de estudio se cartografiaron cinco unidades litológicas, las cuales fueron identificadas inicialmente en fotografías aéreas verticales escala 1:50,000 y posteriormente reconocidas en la etapa de campo. Tres de estas unidades (basaltos-andesitas, tobas e ignimbritas) se estudiaron a semidetalle.

En seguida se presenta la descripción y características de estas unidades, que para tal efecto han sido divididas en varios grupos principales : basamento Igneo-metamórfico, cubierta ignimbritica , derrames andesíticos y basálticos de Ameca, conglomerados asociados a la falla principal del área y Aluvi6n.

#### A) Basamento Igneo-metamórfico.

Rocas intrusivas. Los cuerpos intrusivos se presentan en forma de stocks y batolitos que se localizan en la parte norte y suroeste del área de estudio. Incluyen a los batolitos de la Sierra del Guamuchil y Barranca del Oro (porción norte) y la Sierra Jolapa (porción suroeste, mapa anexo).

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de estas estructuras, enfatizando sus características petrográficas.

a) Batolitos. El de Barranca del Oro, se encuentra situado en el área comprendida entre Barranca del Oro, Nayarit, y Pijinto, Jalisco, dentro de la Sierra del Guamuchil, con una

orientación aproximada E-W. Morfológicamente se caracteriza por tener una topografía considerablemente más baja que el resto de la sierra, además de tener un drenaje de tipo dendrítico mejor desarrollado (Delgado-Argote, 1979). Las rocas que forman este batolito son básicamente granodioritas con variaciones composicionales de granito alcalino y tonalita. Se ha reportado su edad como Paleoceno (Gastil et al., 1979).

El otro cuerpo batolítico de la porción norte del área, es un intrusivo que se extiende desde el Pílon hasta Santa Cruz Camotlán (al W), también incluido dentro de la Sierra del Guamuchil. Su límite sur lo constituye el Graben del Río Ameca, donde se forman grandes espesores de depósitos continentales conglomeráticos derivados del batolito (descritos posteriormente) y otras rocas de afinidad volcánica. Del análisis petrográfico practicado en dos muestras pertenecientes a este cuerpo (CUE-1 y AME-1, anexo petrográfico), se tiene que su composición varía de diorita a monzodiorita cuyas características principales son : alto contenido de hornblenda y biotita, buen desarrollo de cristales de plagioclasas de composición intermedia (andesina-labradorita), Feldespato potásico (en ocasiones secundario) y presencia de alteraciones tales como cloritización de micas y urazitización de piroxenos. Sus texturas al microscopio son principalmente hipidiomórficas y poikiliticas.

Finalmente el batolito de la Sierra Jolapa, porción suroeste del área, aflora en los alrededores de Zacatongo (ver mapa

anexo), y presenta variaciones de granito alcalino a monzodiorita/monzogabro. Del análisis petrográfico practicado en ocho muestras del mismo (tabla-1), se encontraron las siguientes características : hiperstena como accesorio principal, buen desarrollo de cristales de plagioclasa intermedia (andesina-labradorita), feldespato potásico (en pertitas y ortoclasa). Se observó también el desarrollo de cuarzo secundario sellando o soldando cristales primarios de plagioclasa, considerado como representativo de eventos hidrotermales en el cuerpo. Hacia el contacto con las rocas que le sobreyacen (ignimbritas y brechas volcánicas intermedias) presenta como minerales de alteración epidota, clorita y óxidos. Por lo anterior se cree que los afloramientos descritos en los alrededores de Zacatongo pertenecen a la zona periférica de dicho batolito y que en conjunto todo este paquete vulcano-plutónico, al igual que los dos cuerpos descritos anteriormente, pertenecen (por afinidad petrológica y cronoestratigráfica) al complejo inferior de la Sierra Madre Occidental, y por tanto constituyen la base de la columna estratigráfica de este estudio. Sin embargo es importante mencionar que algunos de los afloramientos descritos, así como las relaciones de contacto referidas en este apartado, en especial las correspondientes con los paquetes de ignimbritas y brechas volcánicas (hacia las inmediaciones de Zacatongo), no fueron marcadas en el mapa geológico anexo en vista de que constituyen localidades aisladas difíciles de cartografiar en la escala de trabajo de este estudio.

b) Stocks. En el área del Pílon se localiza un stock de diámetro aproximado de 2 Km, que hacia el sur se interrumpe por la gran falla normal que limita al Graben del Río Ameca. Su composición es principalmente granítica con variaciones a granodiorítica, y es encajonante de una mineralización auroargentífera en vetas de cuarzo. Gastil et al. (1976) reporta una fecha de K/Ar para este cuerpo de 40.8 ma (Eoceno superior) por lo que esta unidad parece corresponder a las últimas manifestaciones intrusivas de la región, y por tanto de la actividad del complejo vulcano-plutónico inferior de la Sierra Madre Occidental.

#### B) Cubierta ignimbrítica .

Dentro de este grupo se tienen rocas ácidas (tobas e ignimbritas riolíticas) pertenecientes al complejo volcánico superior de la Sierra Madre Occidental.

a) Rocas ácidas o riolíticas. Bajo este nombre se cartografiaron aquellas unidades tobáceas e ignimbríticas de irregular distribución en sentido horizontal, que se encuentran aflorando casi exclusivamente hacia la porción centro y sur del área de estudio. Estas rocas presentan un color pardo rojizo con variaciones a rosado claro. En algunas ocasiones presentan altos contenidos de fragmentos líticos; en otras afloran como verdaderos vitrófirios por su alto contenido de vidrio. Su composición es riolítica, y del análisis petrográfico de diez muestras se resumen como características

principales las siguientes : textura piroclástica y eutaxítica (producto del soldamiento entre sus componentes); alto contenido de vidrio ácido devitrificado parcialmente y de fragmentos líticos de origen principalmente tobáceo y basáltico; alteraciones tales como cloritización y oxidación de los componentes de la matriz; feldespato potásico en proporciones menores al 4%; plagioclasas prácticamente ausentes, y matriz vítrea en todos los casos.

Esta unidad se encuentra sobreyaciendo al complejo intrusivo antes descrito, y su contacto está dado a lo largo de una discordancia de tipo erosional al norte y oeste de Zacatongo (ver mapa anexo). Su contacto superior es discordante con los derrames basálticos y andesíticos pertenecientes al campo volcánico de Amatlán de Cañas (Tepuzhuacán y San Miguel de la Isla) y con los depósitos conglomeráticos del Reciente (Piedras Verdes), como se observa en el mapa anexo (sección geológica C-C' ). No se tienen edades reportadas para esta unidad, sin embargo por su posición estratigráfica así como por afinidad litológica se cree pertenece a la cubierta ignimbrítica del complejo volcánico superior de la Sierra Madre Occidental.

#### C) Derrames andesíticos y basálticos de Ameca.

Dentro de este grupo se cartografiaron los derrames basálticos y andesíticos pertenecientes al campo volcánico de Amatlán de Cañas, los cuales se caracterizan por ser derrames de tipo central hacia la porción norte del área estudiada, y de tipo fisural para la porción sur . Los de tipo central están repre



sentados por dos aparatos volcánicos (Mesa el Rosario y Mesa Amahaquillo) constituidos por derrames poco extensos asociados o relacionados a centros eruptivos de tipo escudo. Estos derrames en ocasiones forman mesetas anulares alrededor de dichos centros, por lo que aparecen con forma semicircular respecto a estos aparatos volcánicos. Su dimensión superficial aproximada es de 50 Km<sup>2</sup>. Sus alturas máximas son de 900 a 920 msnm, es decir 400 m de altura máxima hasta el cono central de erupción, desde la cota mas baja (nivel del Río Ameca).

Para la Mesa de Amahaquillo (ver mapa anexo) se denota la existencia de dos centros eruptivos principales, a los cuales están asociados siete derrames cuyos espesores promedio son de 30 m cada uno, que disminuyen hasta aproximadamente 25 m para las últimas coladas próximas a los centros de emisión. Para las dos primeras coladas de esta mesa (A1 y A2) se tienen características muy semejantes: color gris oscuro; vesiculares con fuerte fracturamiento sin orientación preferencial y con una cantidad considerable de rasgos de compactación y flujo tales como vesículas alargadas que llegan a constituir planos bastante continuos. Microscópicamente ambas coladas presentan hiperstena y augita como accesorios principales, además de olivino (traza). Los bordes de oxidación en los contornos de estos minerales y el mayor contenido de magnetita asociada a la hiperstena es también un rasgo común.

El tercero de estos derrames (A3) esta constituido por basaltos de color gris oscuro, que intemperizan en color pardo, de textura afanítica escasamente vesiculares, y con

abundantes líneas de fluidez. Al microscopio presenta una textura traquitoide fluidal lo cual pone de manifiesto el carácter mas viscoso de este derrame a diferencia de los anteriormente descritos, sin embargo presentan como característica afin que la augita es el accesorio principal aunque ya en este derrame el olivino alcanza contenidos de hasta el 3%.

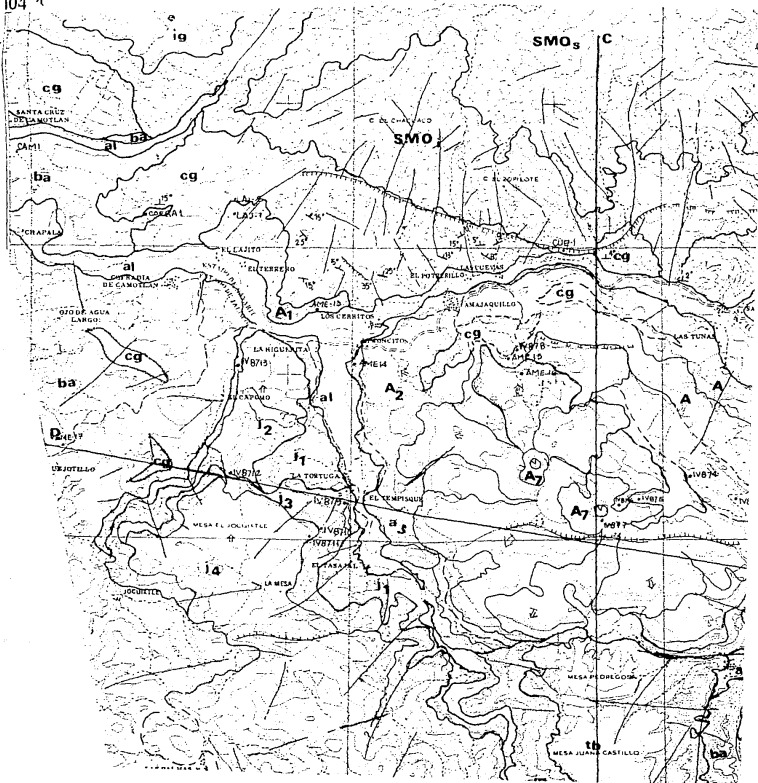
El cuarto derrame de carácter mas andesítico (A4-andesita basáltica), es de color gris rosáceo, en el que nuevamente se observan líneas de fluidez incipientemente oxidadas. Microscópicamente presenta contenidos traza de olivino (o ausencia de este), augita como principal accesorio y una textura traquítica bien desarrollada.

Los dos siguientes derrames (A5 y A6) vuelven a presentar un alto contenido de vesículas sin orientación aparente, lo cual se piensa es debido a un proceso de compactación posterior al escape de los fluidos originales contenidos. Cabe mencionar que estos dos derrames tienen espesores menores (aproximadamente 15 m) quizás por estar mas cerca de los centros eruptivos de este aparato volcánico. Microscópicamente presentan contenidos traza de olivino que aumentan ligeramente hacia la colada A6; augita rica en titanio como principal accesorio y una textura que varia de traquitoide a traquítica. Finalmente la séptima colada (A7) es un pequeño derrame de textura porfirica en la que se observan xenocristales o xenolitos de composición aparentemente gabroide (?), de plagioclasas, lo cual se refleja en el desarrollo de una

textura glomeroporfídica al microscopio. Es además muy notorio el cambio de textura a totalmente traquítica y el incremento en el contenido de olivino que alcanza hasta un 3%, el cual a su vez esta menos iddingsitizado que en los derrames anteriores.

Cabe mencionar que hacia la porción norte de este aparato volcánico (Mesa Amahaquillo) se observan terrazas donde existe una mezcla o intercalación deposicional entre las coladas A2 y A3 (posiblemente hasta A4) con depósitos conglomeráticos del Reciente, lo cual se considera como indicador de su contemporaneidad.

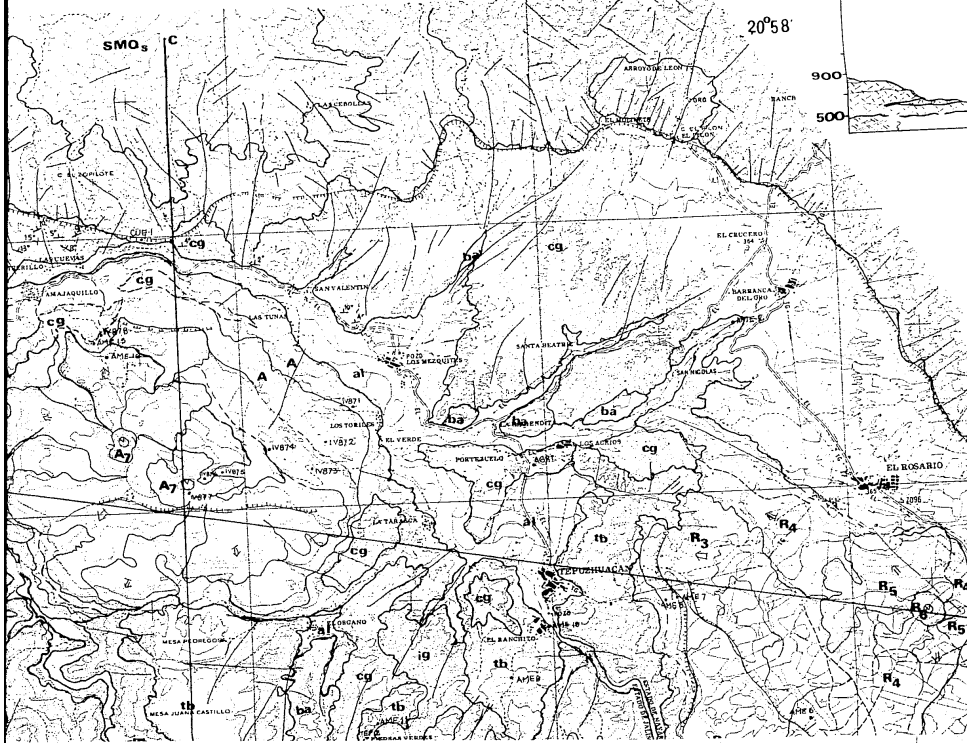
En la Mesa del Rosario, los derrames están asociados a un sólo centro eruptivo de muy pequeña dimensión. En este aparato volcánico se observa la formación de suelo, ya que la mayor parte de los derrames están bastante regolitizados, lo que les da una coloración rojiza parda. Debido a la escasez de afloramientos sólo se obtuvo la petrografía de cuatro muestras correspondientes a tres diferentes derrames, de los que se tienen las siguientes características: para la segunda y cuarta colada (R2 y R4) los derrames se clasifican como andesitas y andesitas basálticas respectivamente, y presentan tanto textura vesicular, como un fuerte fracturamiento y exfoliación esferoidal, pudiéndose apreciar a simple vista un alto contenido de olivino iddingsitizado hacia sus bordes. Microscópicamente presentan texturas ofítica y glomeroporfídica, augita rica en titanio como accesorio principal y olivino hasta en un 7%. Los espesores para las coladas R2 y R4 son de 40 m y 5 m respectivamente.



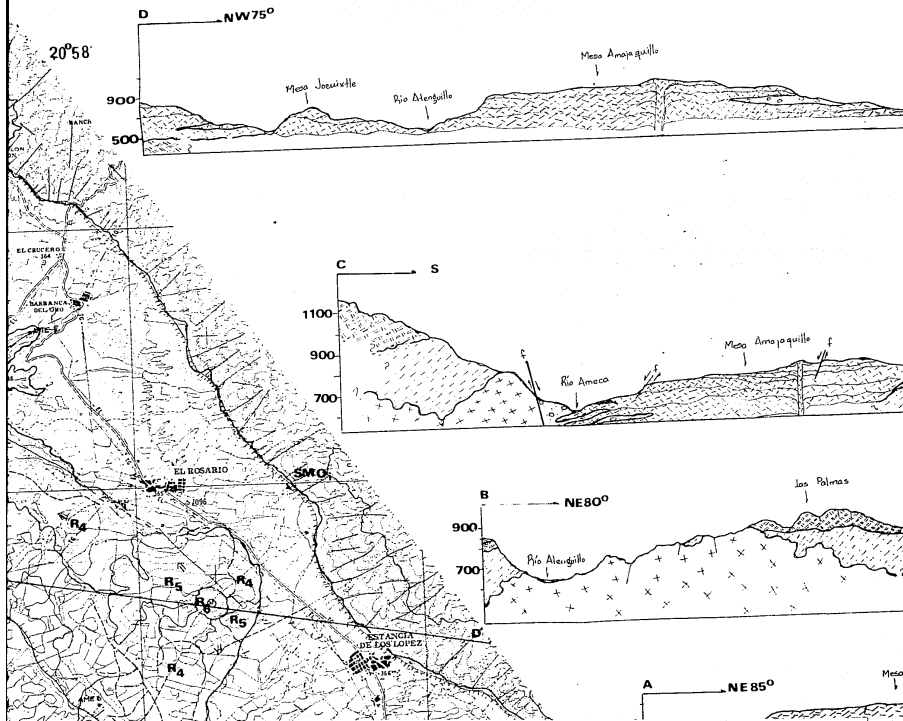
104°30

20°58

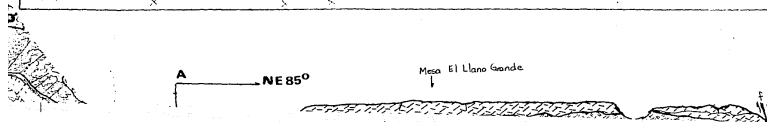
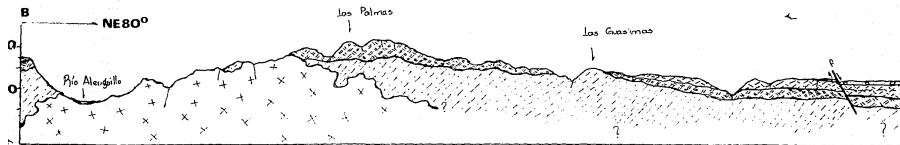
D NW7

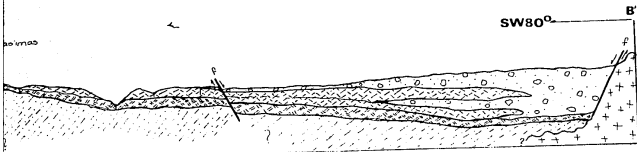
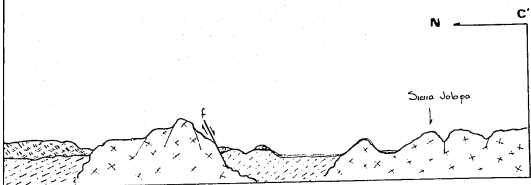
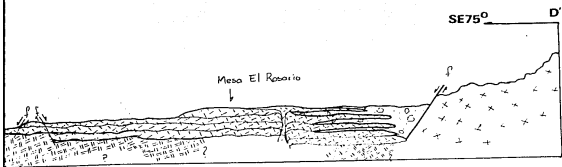


# SECCIONES

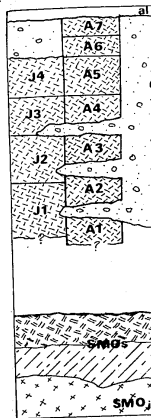


# SECCIONES





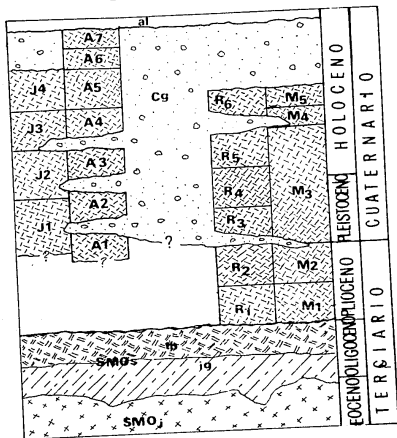
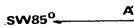
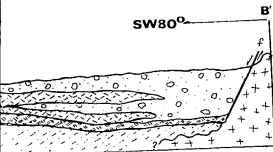
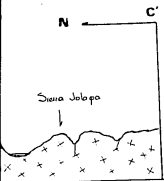
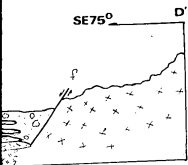
# COLUMNA ESTRA



ESCAI

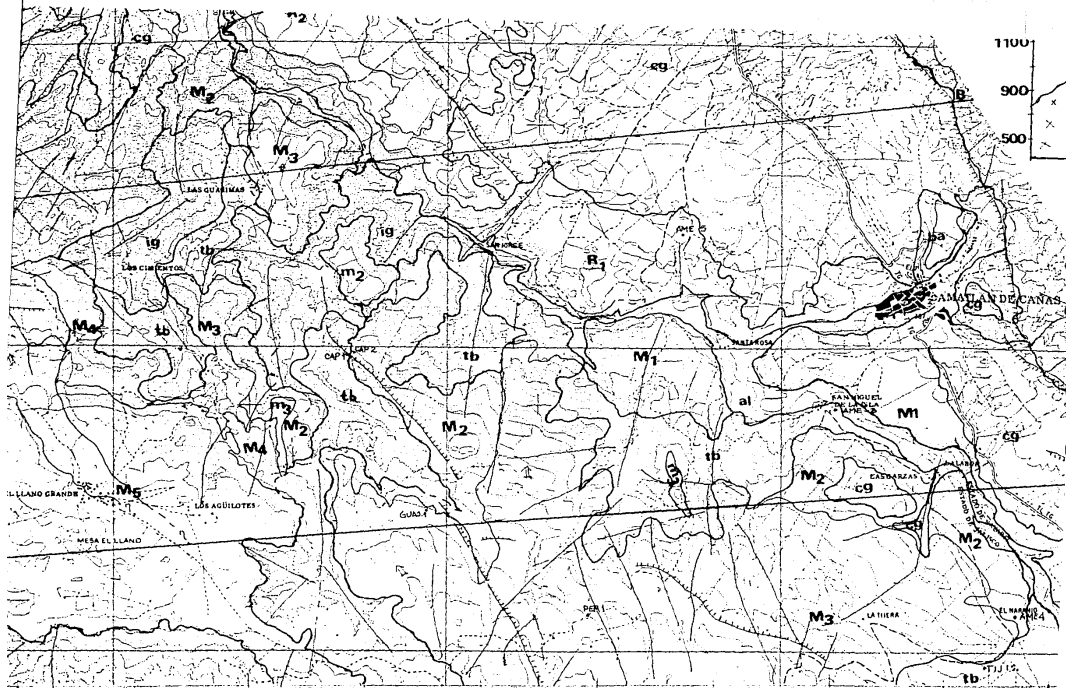


# COLUMNA ESTRATIGRAFICA



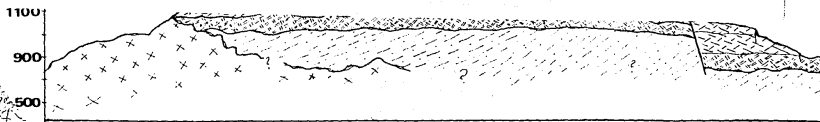
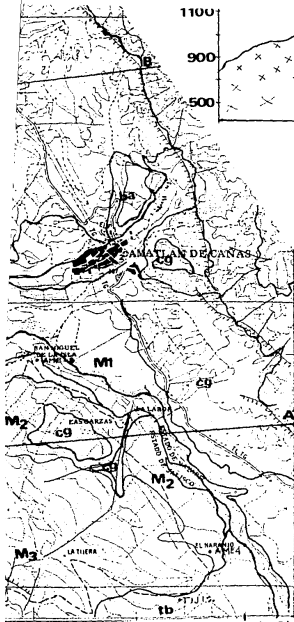
ESCALA 1:50 000





104° 32'

104°



## EXPLICACION

- Rumbo y Tchado
- Dirección de flujo
- Falla normal
- Fractura
- Volcán
- Contacto litológico
- Contacto litológico iferido
- Sección
- Muestra
- Terraceria
- Brecha
- Poblado



N

Escala gráfica

0 1 2

iferido

Tesis Profesional

Mapa Geológico y secciones del

"CAMPO VOLCANICO DE AMATLAN DE CAÑAS"

GUZMAN DE LA CAMPA ADRIANA



Escala gráfica



is P r o f e s i o n a l

pa Geológico y secciones del

VOLCANICO DE AMATLAN DE CAÑAS”

IAN DE LA CAMPA ADRIANA

FAC. INGENIERIA

UNAM

1 9 8 8

Es importante mencionar que hacia el este de Tapuzhuacán se observó sobreyaciendo al derrame R2, un depósito aislado de conglomerados que a su vez están cubiertos por una secuencia de tipo "surge". Esta última presenta hacia su límite superior una estratificación rítmica de limos y arenas finas que varía hacia su base, a depósitos de ceniza con estratificación cruzada. Son comunes en esta última capa altos contenidos de material granítico y andesítico con fragmentos sindeposicionales de obsidiana, posiblemente incorporados a partir de los conglomerados durante el evento explosivo original.

La quinta colada (R5) es un derrame de textura vesicular, algunas veces amigdaloides con rellenos de zeolitas. Microscópicamente presenta una textura traquítica, con contenidos menores al 1% de olivino, el cual se encuentra alojado sólo en la matriz. La augita y magnetita son los principales accesorios, y presenta calcita de origen secundario. Se observa intercalación de este derrame con los depósitos conglomeráticos del Reciente (El Rosario), sin embargo en la interpretación de fotografías aéreas, se identificaron algunas zonas de esta colada parcialmente cubiertas por estos últimos.

Se estima que el rango de edad de estos aparatos corresponde al Plio-Cuaternario, ya que con frecuencia se les encuentra intercalados con los depósitos conglomeráticos del Reciente. La relación estratigráfica entre ambas mesas es imprecisa, sin embargo en vista del mayor grado de erosión y regolitización,

el desarrollo mas intenso de suelo en la Mesa del Rosario, asi como el hecho de encontrarse hacia su porción este cubierta por los depósitos conglomeráticos, se propone a esta como el aparato mas antiguo de los de tipo central.

Los derrames de tipo fisural, son coladas mas extensas cuya dirección de flujo parece ser en todos los casos hacia el norte, y se encuentran aflorando principalmente hacia la porción sureste y noroeste del área. Sus formas son irregulares, y constituyen mesas semialargadas o simplemente lenguetas sin forma definida (Mesa El Llano Grande y Mesa el Jocuixtle, mapa anexo).

La Mesa el Llano Grande (al SE, en las inmediaciones de San Miguel de la Isla y Las Garzas) esta constituida por cinco derrames. Estos derrames presentan una coloración parda, con desarrollo de suelo y regolitización. Las coladas mas bajas (Ba1, Ba2 y Ba3) son coladas de composición basáltico-andesítica. Presentan texturas vesiculares con fracturamiento intenso sin ninguna orientación preferencial. Al microscopio presentan texturas que van de ofítica a traquitoide, plagioclasas de composición intermedia a cálcica (labradorita-bitownita), augita rica en titanio e hiperstena como accesorios principales, y contenidos de magnetita y olivino (iddingsitizado hacia sus bordes) menores al 3%. Por otro lado se les encontró sobreyaciendo a las tobas ácidas pertenecientes al dominio de la Sierra Madre Occidental (inmediaciones de El Llano Grande).

Los siguientes derrames (Ba4 y Ba5) en apariencia son de composición andesítica, y tienen texturas vesiculares, así



como un fracturamiento incipiente. Microscópicamente desarrolla una textura traquítica-ofítica, y la plagioclasa es de composición intermedia (oligoclasa-andesina). El olivino alcanza en estas muestras hasta un 6%. Hacia la porción sureste (Las Garzas) se observó intercalación de estos derrames con los depósitos conglomeráticos del Reciente (en especial con el derrame Ba4), aunque su relación no es del todo clara.

La Mesa del Jocuixtla, presenta cuatro derrames cuya característica principal es el bajo grado de erosión por lo que su desarrollo de suelo es incipiente. Los primeros derrames de esta estructura (J1, J2 y J3) presentan interestratificación con los depósitos conglomeráticos del Reciente (Los Toriles, Tasajal, La Tortuga y Arroyo Capomo, mapa anexo). Su textura es vesicular y presenta una exfoliación de tipo esferoidal característica. Microscópicamente presentan una textura ofítica, con contenidos de olivino del 2%, y cloritización parcial de la matriz (hialocristalina). El derrame superior (J4) presenta texturas vesiculares y un fuerte diaclasamiento con inclinación predominantemente vertical (juntas). Al microscopio presenta texturas traquíticas con contenidos de hasta el 7% de olivino. Es importante destacar que en este último derrame no se observa interdigitación con los depósitos de conglomerado. Con base en sus características petrográficas, grado de erosión e interdigitación con los depósitos conglomeráticos del Reciente, es posible establecer una correlación preliminar

entre los derrames del Jocuixtle con los correspondientes a la Mesa de Amahaquillo, y por tanto se sugiere que los derrames mas antiguos del campo volcánico, sean los pertenecientes a la porción sureste, es decir a la Mesa del Llano Grande, que sobreyacen en discordancia erosional a la cubierta ignimbrítica y tobácea de la Sierra Madre Occidental.

D) Conglomerados asociados a la falla principal.

Dentro de este grupo se cartografiaron dos unidades de afinidad conglomerática cuyas diferencias principales son su composición, tamaño de los clastos, potencia de su estratificación, grado de consolidación y espesor aproximado. La primera de ellas está compuesta por fragmentos de origen volcánico (andesitas y tobas) e intrusivas (predominantemente graníticas), que varían de subangulosos a subredondeados, con diámetros de 3 a 5 cm. En ella se observan intercalaciones de horizontes arenosos, ricos en sílice, de textura y estructura compacta. Estos conglomerados forman estratos de hasta 40 cm y en general constituyen un paquete cuyo espesor aproximado se estima en 200 m. Para la porción de afloramientos entre Santa Cruz Camotlán y Barranca del Oro es característico un rumbo promedio de la estratificación de E-W con inclinaciones no mayores a los 35° en dirección N-NW, así como basculamientos y pequeñas fallas de crecimiento verticales. La mayoría de sus afloramientos se observan inmediatamente al sur de la Falla del Río Ameca (ver mapa anexo) y cubren prácticamente todo el camino que va de Santa Cruz Camotlán (al W), Barranca del Oro (al E) y Amatlán de

Cañas (al SE).

La segunda de estas unidades se caracteriza por estar constituida por clastos de menor tamaño, intercalados con depósitos de arenas y limos. Estos depósitos esencialmente no consolidados o semiconsolidados, son principalmente de composición tobácea y se encuentran en estratos que no sobrepasan los 10 cm. El espesor aproximado de esta unidad es de 100 m. Dentro de este paquete se detectó la presencia de horizontes arcillosos (caolín blanco) que se estiman asociados con la descomposición e intemperismo de vidrio volcánico. Estos últimos se ubican hacia el centro y sureste del área de estudio, en las inmediaciones de los poblados de Tepuzhuacán y Zacatongo (Los Agrios).

Estratigráficamente la posición de ambas unidades no es clara, dado que los contactos con las unidades supra y subyacentes, además de no ser accesibles, están en gran medida controlados por los rasgos paleotopográficos de la zona. Sin embargo, debido a que su origen se considera ligado íntimamente a la erosión que atacó el escarpe original producido por la gran falla normal que formó el Graben del Río Ameca y a los procesos fluviales del mismo, se les considera posteriores a las rocas intrusivas y piroclásticas (ignimbritas y tobas riolíticas) pertenecientes al dominio de la Sierra Madre Occidental. Además es importante mencionar que ambas unidades se encuentran intercaladas con los derrames basálticos y andesíticos de tres mesas volcánicas presentes en el área (Mesa Jocuixtle, Mesa del Rosario y Mesa Amahaquillo, mapa anexo) como fue descrito en el apartado anterior, por lo que

	AME-1	AME-2	AME-3	AME-4	AME-5	AME-6	AME-7	AME-8	AME-9	AME-10	AME-11
Pig	195	205	155	205	195	205	205	205	205	205	205
Fig	215	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Co	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Qm	---	105	---	95	115	25	105	25	---	---	---
Loe	105	25	1	15	25	5	25	15	---	---	---
Ml	---	24	---	---	75	15	25	25	---	---	---
nkoe	105	---	---	T	---	---	---	---	---	---	15
m1	205	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Qmoe	25	15	15	25	5	15	25	15	15	15	15
nkoe	---	T	105	T	T	15	15	25	15	25	15
Zi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fig. 111	---	---	605	---	---	---	---	55	25	155	---
vidio	---	---	105	T	T	---	---	T	205	205	205
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	AME-12	AME-13	AME-14	AME-15	AME-16	AME-17	AME-18	AME-19	AME-20	AME-21
Pig	115	205	195	175	215	---	205	215	205	---
Fig	415	---	---	---	95	---	---	---	615	415
Co	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15
Qm	---	---	---	75	---	---	---	---	T	---
Loe	15	15	1	T	---	---	T	15	---	---
Ml	25	25	T	---	---	T	25	---	25	25
nkoe	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---
m1	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Qmoe	175	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Zi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fig. 111	---	---	---	---	75	---	---	---	---	105
vidio	---	---	---	---	95	---	---	T	---	205
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	ZAC-2	ZAC-3	ZAC-4	TIR-1	TIR-2	CM-1	CM-2	CM-3	TU-1	TE-1
Pig	---	---	---	---	---	105	215	205	17	415
Fig	215	205	155	175	205	---	---	---	---	---
Co	215	25	T	T	---	---	T	---	25	---
Qm	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Loe	---	25	25	25	105	25	---	---	---	155
Ml	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
nkoe	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---
m1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Qmoe	15	25	25	25	115	125	---	---	---	105
Zi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fig. 111	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
vidio	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	PAL-1	PAL-2	MAP-1	MAP-2	MAP-3	Chakras...
Pig	35	---	205	---	105	Chakras...
Fig	7	---	---	---	---	...
Co	---	---	---	---	---	...
Qm	---	---	---	---	---	...
Loe	---	---	---	---	---	...
Ml	---	---	---	---	---	...
nkoe	25	---	---	---	---	...
m1	---	---	---	---	---	...
Qmoe	25	---	---	---	---	...
Zi	---	---	---	---	---	...
Fig. 111	---	---	---	---	---	...
vidio	---	---	---	---	---	...
	0	0	0	0	0	...

Table 1: Comparison of parameters of the ...

se consideran penecontemporáneos a los últimos derrames basálticos y andesíticos del campo volcánico de Amatlán de Cañas.

#### E) Aluvión.

Esta es la unidad litológica más joven y sus depósitos se localizan únicamente en las márgenes del Río Ameca y Atenguillo así como en los arroyos más grandes.

### III.2. Geología Estructural.

En el área de estudio se distinguen dos grupos de estructuras principales: estructuras mayores (en general fallas de tipo normal) y estructuras menores subordinadas a las anteriores (fracturas y diaclasas).

A continuación se hará una descripción del comportamiento de cada una, y de sus características principales.

A) Estructuras mayores. Dentro de este grupo la estructura principal presente en el área es la gran falla normal del Río Ameca, que corre en dirección NW hacia la porción oriental, para luego cambiar su rumbo a E-W, a partir del Cerro del Pilón. Es un alineamiento regional continuo que puede seguirse hasta aproximadamente 5 Km al SE de Amatlán de Cañas (fuera del área cartografiada), mientras que al NE se extiende hasta las inmediaciones de Santa Cruz Camotlán. En este sentido su extensión lineal aproximada es de 50 Km. El buzamiento de esta falla, deducido de su patrón de afloramiento fluctúa entre los 50° y 70° al oeste y sur respectivamente. Marca el límite

entre la Sierra del Guamuchil (al N-NE) y el campo volcánico de Amatlán de Cañas (al S-SW), y su importancia radica en que se considera que esta dió lugar a la formación de los grandes paquetes de depósitos conglomeráticos del Reciente, así como a los derrames del campo volcánico. El salto de esta estructura es difícil de estimar al momento de concluir el presente estudio, sin embargo de acuerdo con la evaluación del espesor de los derrames volcánicos presentes en la porción central del área, así como de los depósitos conglomeráticos, este debe ser de por lo menos 300 m. Es importante mencionar que el patrón de drenaje del Río Ameca corre prácticamente paralelo a la traza de esta estructura, y que la mayoría de las fallas que aparecen en el área guardan una orientación subparalela a la falla principal, por lo que se consideran secundarias o asociadas a los esfuerzos (distensivos) que la originaron. La extensión de esta falla y su continuidad sugieren que la dirección del esfuerzo principal mínimo sea para la parte occidental de su traza N-S, y para la porción oriental NE-SW, lo cual daría una resultante cuya dirección principal aproximada es NE15 o NE20 (Fig. 4).

Las fallas normales menores se encuentran principalmente en los aparatos volcánicos de la porción centro-sureste del área, y su extensión varía entre los 4 y los 7 Km. Hacia la porción sureste del área (inmediaciones del Llano Grande), el salto y el echado de estas fallas es de 50 m y de 70° E respectivamente. Hacia la porción central (Mesa el Rosario y Mesa Amahaquillo) el echado de estas es prácticamente vertical, siendo de 80°E en la primera y de 85°N en la

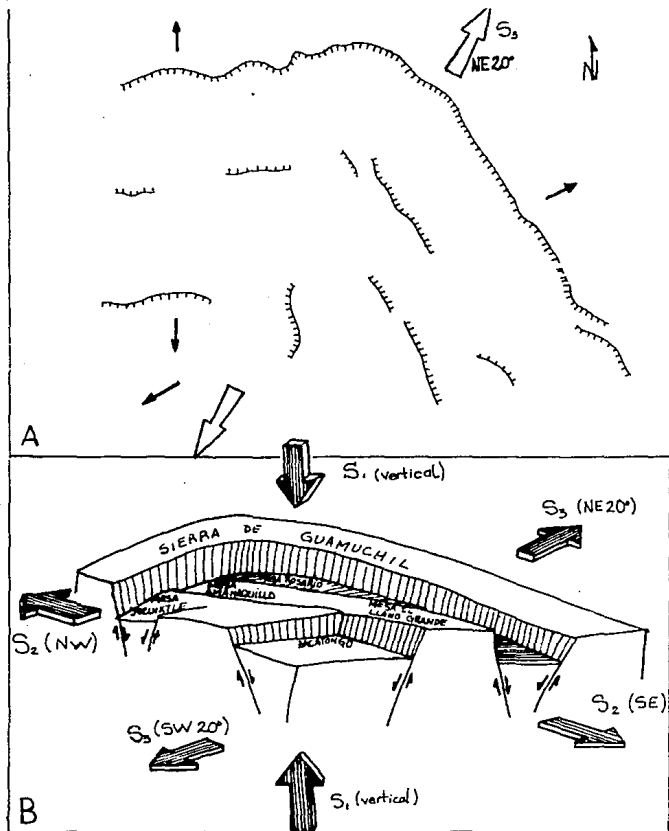


Fig. 4 a) Croquis en planta de fallas mayores del Campo Volcánico de Amatlán de Charcas indicando la resultante de NE 20° para la dirección de esfuerzos mínimos ( $S_3$ ).  
 b) Croquis diagramático indicando la dirección de los esfuerzos principales del Campo Volcánico de Amatlán de Charcas ( $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$ ).

segunda. El salto de ambas estructuras es mínimo (aproximadamente 5 m) en dirección del echado.

Se cree que estas fallas menores son de origen secundario posteriores a la principal. Estas estructuras definen en el área un graben de grandes dimensiones, en el que los basculamientos mayores se presentan hacia la porción norte y centro del área. Lo anterior es fácilmente observable en imágenes de satélite (escala 1:1,000,000) en las que la mesa de Amahaquillo, aun cuando es la estructura más joven del área se encuentra topográficamente más baja que el resto del campo volcánico, basculada ligeramente hacia el norte. La alineación casi paralela de los ríos principales de la región (Ameca y Atenguillo) delimitan el bloque que está siendo basculado con mayor intensidad hacia la porción norte.

B) Estructuras menores. Bajo este rubro se agrupan una gran cantidad de fracturas que cortan el área, y que fueron medidas, algunas a partir del análisis fotogeológico, y otras directamente en campo. Para la interpretación del origen y evolución de estas estructuras, y la diferenciación de sus patrones, se elaboraron rosetas de fracturas y diaclasas particulares para cada unidad litológica representativa. En este sentido se elaboraron seis rosetas con datos tomados de las unidades basálticas, tobas e ignimbritas, unidades conglomeráticas, rocas intrusivas, y una roseta para el análisis conjunto de todos los datos (fig. 14). Los rangos de rumbo marcados en las rosetas de estos análisis fueron para cada 10 grados.



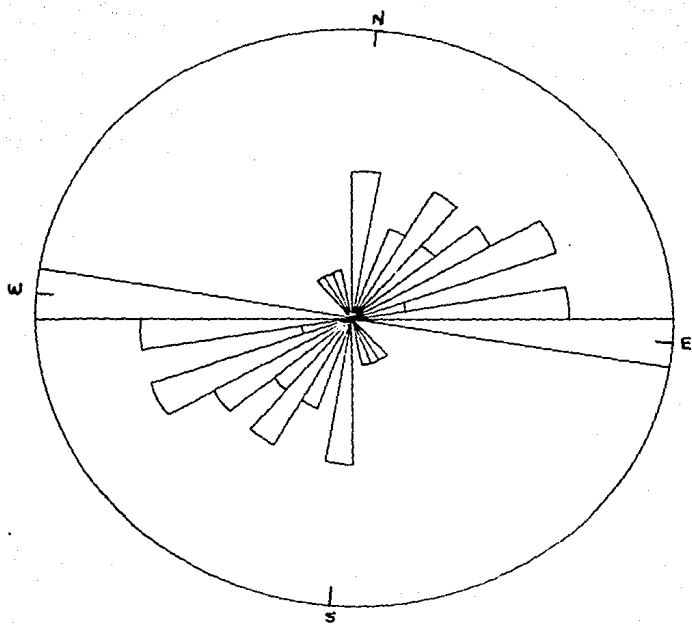


Fig. 5.- Roseta de fracturas y diaclasas de las unidades intrusivas.

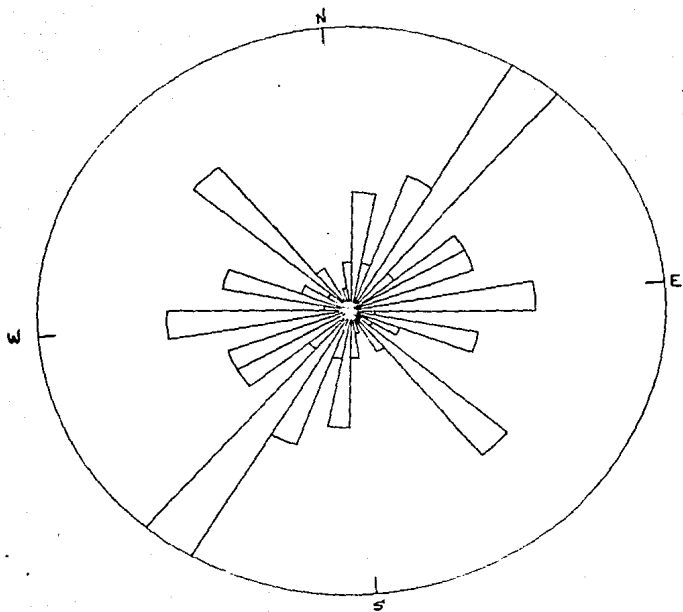


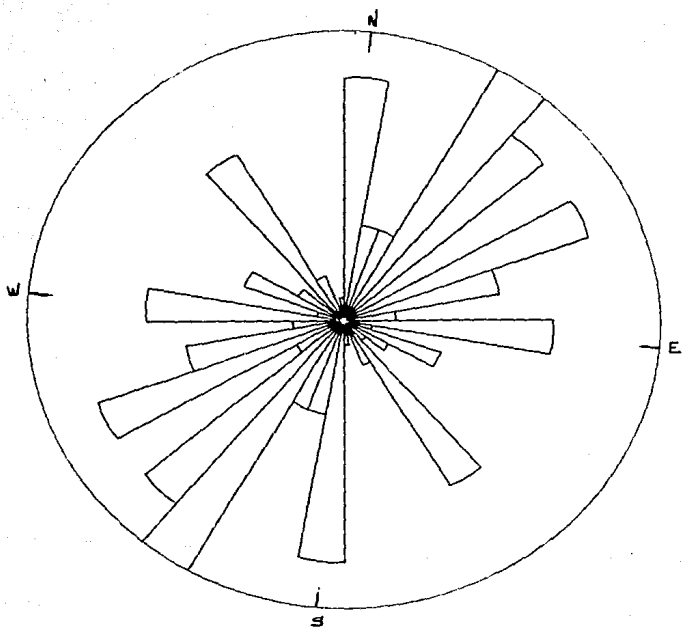
Fig. 6: Roseta de fracturas y diaclasas para las unidades tobáceas.

En seguida se presenta la descripción de cada uno de los análisis hechos.

1) Rocas intrusivas. De un total de 33 datos estructurales, en la figura 5 se muestra la distribución de alineamientos medidos para las rocas intrusivas del área (Sierra de Guamuchil, porción N-NE, y Sierra Jolapa, porción SW), tanto stocks como batolíticas. La dirección principal en la que se agrupa el mayor número de datos, que es en sí la dirección principal de fracturamiento para estas rocas, es E-W, con un segundo patrón subordinado de orientación NE45-NE65.

2) Unidades riolíticas. De un total de 113 datos estructurales (66 para tobas y 47 para ignimbritas, dominio Sierra Madre Occidental) en las figuras 6 y 7 respectivamente, se muestra la distribución del fracturamiento medido para estas unidades (porción centro del área). En estas figuras se observa que la mayor concentración de datos se encuentra en el rango de dirección NE25-NE45 para la unidad de ignimbritas (Fig. 7) y de NE40 para la unidad de tobas (Fig. 6). Un patrón secundario en esta última figura corresponde a NW30.

3) Unidades basálticas. De un total de 67 datos estructurales, en la figura 8 se muestra la distribución de alineamientos para las unidades basálticas del campo volcánico de Amatlan de Cañas (porción centro-sureste del área). En esta figura se observa que la mayor concentración de datos se ubica en el rango de dirección NE10. En orden de magnitud, un segundo y tercer patrón subordinados corresponden a NW10 y NESO



*Fig. 7.- Roseta de fracturas y diaclasas para las unidades lignitíficas*

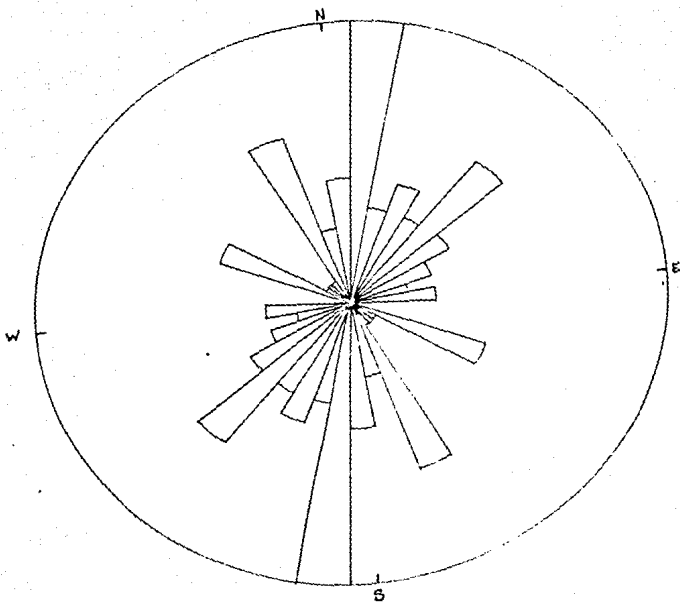


Fig. 8.- Roseta de fracturas y diaclasas para las unidades basálticas.

respectivamente. Se denota una ausencia marcada de datos para el rango SE65-SE85. Es importante mencionar que la mayoría de los datos analizados provienen de las unidades basálticas de origen fisural que se ubican hacia la porción NW y SW del área, que acusan una intensidad de fracturamiento mayor que los de tipo central.

4) Unidades conglomeráticas. Dentro de estas unidades se observaron pocos datos estructurales de este tipo (49 datos), cuya concentración mayor se ubica en los afloramientos al NW del área (Los Cerritos y El Portezuelo). La orientación preferencial de fracturas en esta unidad (Fig. 9) corresponde a NE30, con un segundo patrón subordinado en dirección NE60. Se observa además una ausencia de datos en dirección NE65/SE65 y NW35/NW55.

#### C) Síntesis estructural.

1) Estructuralmente el área de estudio se caracteriza por la presencia de fallas normales escalonadas, que definen una estructura de tipo Graben, cuya falla principal es la gran falla del Río Ameca. Esta falla guarda una orientación general de NW30 aproximadamente, por lo que la dirección del Graben del Río Ameca puede indicarse como esta. A partir de esta consideración, se estima que la dirección de los esfuerzos máximos que originan esta estructura es como se indica en la figura 4, perpendicular al plano horizontal, en donde la componente S3 (esfuerzo principal mínimo) presenta una orientación de NE20, resultante de la combinación de esfuerzos

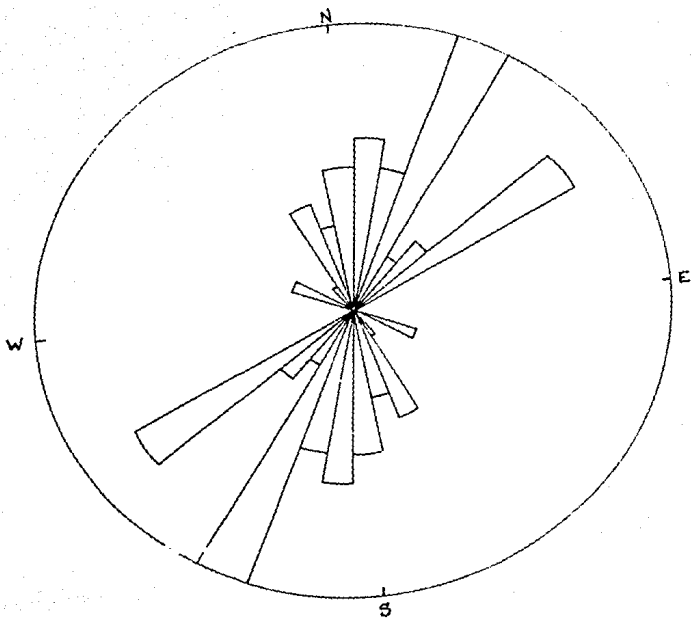


Fig. 9.- Roseta de fracturas y diaclasas para las unidades conglomeráticas.

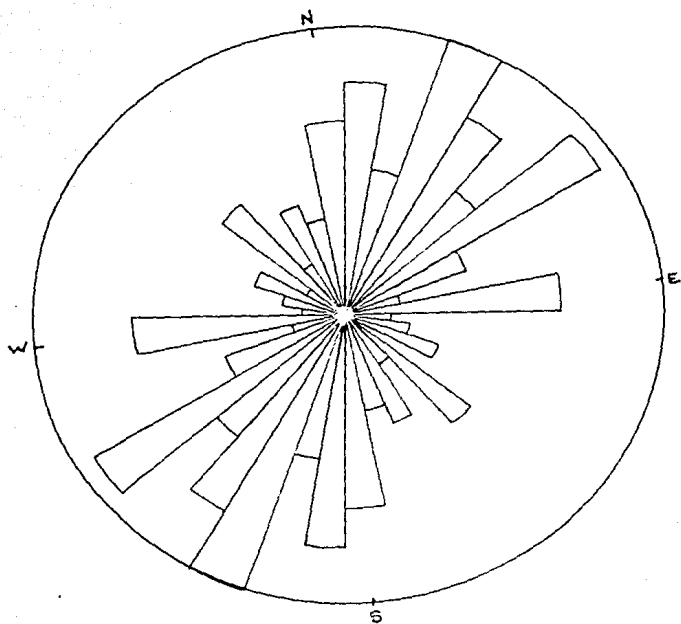


Fig. 14. Roseta de fracturas y diademas  
del Campo Volcánico de Amatlán  
de Cañas.



que marcan el cambio de rumbo de la falla principal (esto es N-S para la porción occidental, y NE-SW para la porción oriental del área). Este Graben presenta además rasgos de mayor basculamiento hacia la porción norte (Mesa Amahaquillo) lo que sugiere una segunda dirección de esfuerzos distensivos (S2, esfuerzo principal intermedio) de NW-SE que a su vez provocan la curvatura de dicho Graben.

2) De las estructuras menores, se observa una gran similitud entre las direcciones preferenciales de distribución de las unidades basálticas (dominio del campo volcánico de Amatlán de Cafes) y las unidades conglomeráticas producto del desarrollo del Graben del Río Ameca, siendo de NE15 y NE30 para ambas respectivamente.

3) Resalta el contraste entre las direcciones preferenciales de la distribución de estructuras menores en los complejos intrusivos y unidades riolíticas (dominio de la Sierra Madre Occidental) con la distribución en las unidades posteriores al desarrollo de la gran falla del Río Ameca (basaltos y conglomerados), siendo para los primeros E-W y NE45, y para los segundos de NE10.

4) El origen del patrón general de estructuras menores (NE30-NE40) se estima asociado al desarrollo de la curvatura del Graben del Río Ameca al momento de producirse el salto de la falla principal (porción NE del área). De acuerdo con el sistema de esfuerzos planteado en la figura 9 (S1, S2, S3), el desarrollo de fracturas secundarias debería correr paralelo a

la dirección general de la falla (paralelo a S2), sin embargo debido al basculamiento acusado hacia la porción norte, y a una muy probable recurrencia posterior en el movimiento de esta estructura (fallas de crecimiento en los depósitos conglomeráticos, apartado anterior), se sugiere la generación de fallas de tijera que provocan un fracturamiento perpendicular a la dirección general de los esfuerzos intermedios (S2, Fig. 4).

5) Es notorio el cambio del comportamiento de las estructuras menores que, para períodos anteriores al desarrollo del Graben (dominio Sierra Madre Occidental), guardan una orientación preferencial E-W, y para las etapas posteriores resultan NE30 (campo volcánico de Amatlán de Cañas).

6) De acuerdo con el comportamiento estructural del área, se sugiere la posibilidad de presencia de fallas de tipo listricas cuya evidencia principal sería el basculamiento en dirección N observado en la porción occidental de los depósitos conglomeráticos (entre Santa Cruz Camotlán y Barranca del Oro) asociados a la falla principal.

#### IV. Geoquímica.

Se practicó el análisis químico de elementos mayores a un total de 17 muestras correspondientes al área de estudio, los cuales fueron realizados en la Universidad de Tulane, Nuevo Orleans, con la colaboración de Erika González-Caver y el Dr. Stephen Nelson. En la Tabla II se muestran los análisis químicos y el cálculo de su norma (CIPW). Este último fue hecho con la ayuda de un programa petroquímico de computadora. Los análisis de las muestras AME-9, AME-10, AME-11 y AME-12, corresponden al dominio de la Sierra Madre Occidental, y las 12 restantes corresponden al dominio del campo volcánico de Amatlán de Cañas (claves AME-2, AME-4, AME-6, AME-7, AME-8, AME-13, AME-14, AME-15, AME-16, AMA-1 y MAN-1).

Estos análisis han sido graficados en los diagramas elaborados por Cox et al. (1979) y Le Bas et al. (1985), en las figuras 10 y 11 respectivamente. En estas figuras se añade la línea de diferenciación de los campos alcalino y subalcalino de Irvine y Baragar (1971).

A continuación se presenta una descripción de las características observadas en los análisis de estas muestras.

##### IV.1. Características químicas de las unidades del campo volcánico Amatlán de Cañas.

De los 12 análisis efectuados en muestras pertenecientes a los derrames basálticos de este dominio, es notable la aparición casi genérica de cuarzo normativo, cuyas variaciones van desde

el 1% al 6.2%, con excepción de la muestra AME-13 (derrame A1, Mesa de Amahaquillo). Cabe mencionar que a su vez, este derrame es el único que presenta olivino normativo y por tanto el contenido de sílice mas bajo (46.84%). Los contenidos de feldespatos potásico (ortoclasa) varían entre 6.9% hasta 10.17%, y el carácter sódico de sus plagioclasas se refleja en abundancias dominantes de albita sobre anortita de hasta 41.24% (el mayor contenido de anortita es del 31.09%, muestra AME-14). Es característica la presencia de orto y clinopiroxeno que son los accesorios principales de las unidades de este campo (hiperstena y diopsida) cuyas abundancias promedio oscilan entre 8.27% para la diopsida y 7.36% para la hiperstena. Finalmente la magnetita y el apatito promedian 4.66% y 1.25% respectivamente.

De acuerdo con Cox et al. (1979) las muestras AME-13 y AME-14 se clasifican como basaltos alcalinos de olivino (Fig. 10). A su vez estas se ubican en el campo alcalino de Irvine y Baragar (1971) y corresponden a un traquibasalto y una hawaiita para la clasificación IAS de Le Bas (1985) respectivamente (Fig. 11). Como se podrá observar, de la ubicación de estas muestras en el mapa geológico y de su descripción en el capítulo de estratigrafía, es posible considerar que estas corresponden a los primeros eventos volcánicos de la Mesa de Amahaquillo y que su carácter alcalino es distintivo del resto de unidades cartografiadas. Las muestras AME-4, AME-8, AME-2 y AME-6, se clasifican como andesitas basálticas en la Figura 10, y se ubican en el límite

del campo subalcalino de Irvine y Baragar (op. cit.). Asimismo se han clasificado bajo los criterios de Le Bas (op. cit.) como basaltos traquiandesíticos, campo en el que se incluyen además las muestras AME-7, AME-15 y AMA-1 (Fig. 11) cuyo carácter es también subalcalino. El total de estas muestras corresponden a los derrames intermedios de la Mesa del Rosario.

Como traquiandesitas se clasificó a las muestras AMA-1, AME-15, AME-16, MAN-1 y AME-5 (Fig. 10 y 11), que a su vez se ubican en el campo subalcalino de Irvine y Baragar (op. cit.).

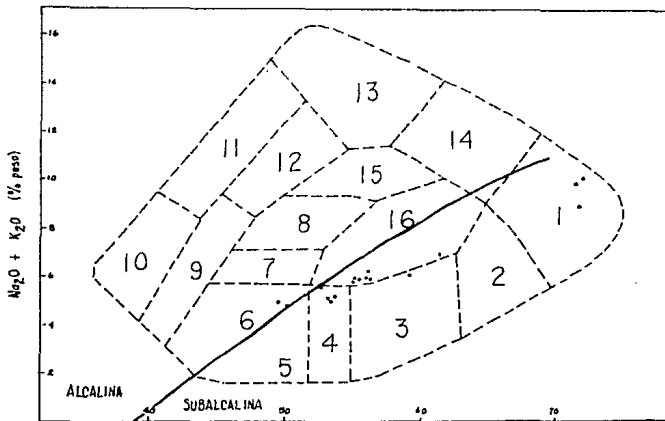
#### IV.2. Características químicas de las unidades del dominio de la Sierra Madre Occidental.

Se les practicó análisis químico a cinco muestras de las cuales solo una se ubica dentro del complejo vulcano-plutónico inferior, y el resto en el complejo volcánico superior de este dominio. De las últimas (muestras AME-9, AME-10, AME-11 y AME-3), resalta el carácter más ácido con abundancias hasta del 31.76% de cuarzo normativo, así como valores promedio de 26.46% de feldespato potásico y 36% de albita. Sus accesorios principales son el orto y clinopiroxeno, sin embargo sus abundancias no sobrepasan el 1%, salvo en el caso de la muestra AME-3. Contrastantemente la muestra AME-12 (intrusivo del complejo vulcano-plutónico inferior) presenta un carácter intermedio del cual resaltan contenidos de 11.91% de cuarzo y 15.26% de ortoclasa como minerales normativos. Los valores de anortita aumentan hasta 25.15%. Los accesorios principales son

también el orto y clinopiroxeno, sin embargo sus abundancias en este caso alcanzan hasta un 7.29% y 4.16% respectivamente.

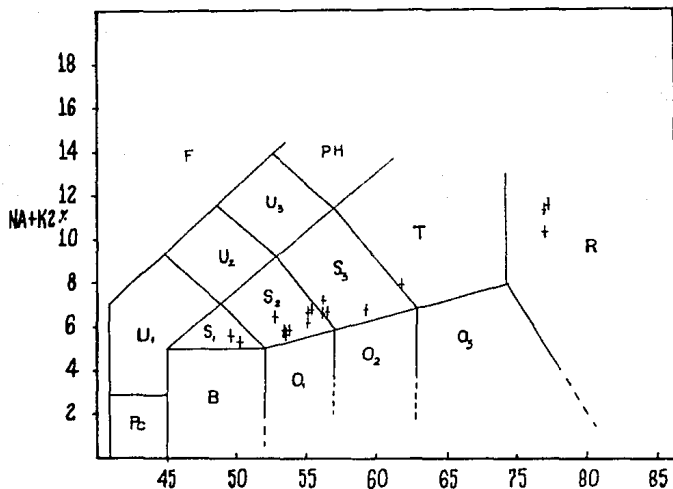
Las muestras ignimbríticas AME-9, AME-10 y AME-11, se clasifican químicamente como riolitas (Fig. 10 y 11), y a su vez estas se ubican dentro del campo subalcalino de Irvine y Baragar (1971). La muestra AME-3, aunque también pertenece al dominio del complejo volcánico superior de la Sierra Madre Occidental, fue clasificada como una toba traquiandesítica-latítica, lo cual en realidad refleja una composición de este evento principalmente intermedio, a diferencia de las anteriormente descritas cuya afinidad es típicamente ácida. Para los criterios de clasificación de la Figura 11, esta muestra corresponde a una toba traquítica, que de igual forma se ubica en el campo subalcalino.

Finalmente la muestra AME-12, del complejo vulcano-plutónico inferior, se clasifica como una diorita, y a su vez se ubica en el campo subalcalino, como se observa en la figura 10.



- 1.-Riolitas GRANITOS
- 2.-Dacitas GRANDIORITAS
- 3.-Andesitas DIORITAS
- 4.-Andesitas basálticas DIORITAS
- 5.-Basaltos alcalinos Doleríticos Basaltos GABROS Picritas
- 6.-Basaltos alcalinos de Olivino Basaltos GABROS Picritas
- 7.-Hawaítas
- 8.-Mugearitas Traquibasaltos Sienogabros
- 9.-Basanitas Tefritas THERALITAS-ESSEXITAS
- 10.-Nefelinitas JOLITAS
- 11.-Nefelinitas fonolíticas JOLITAS-SIENITAS DE NEFELINA
- 12.-Tefritas fonolíticas SIENITAS DE NEFELINA
- 13.-Fonolitas SIENITAS DE NEFELINA
- 14.-Traquitas SIENITAS
- 15.-Benmoreitas SIENITAS MONZOGABROS O SIENOGABROS
- 16.-Traquiandesitas o Latitas MONZONITAS
- .- Muestra

Fig.10:Clasificación química de las muestras del Campo Volcánico de Amatlán de Coahuila. Según Cox, et al (1979). La línea continua según Irvine y Baragar (1971) para los Campos Alcalino y Subalcalino.



- P<sub>z</sub>- Picobasaltos  
 B.- Basaltos (Basalto alcalino (Na), Basalto subalcalino (H<sub>ip</sub>, O<sub>z</sub>)).  
 O<sub>1</sub>- Andesitas basálticas  
 O<sub>2</sub>- Andesitas  
 O<sub>3</sub>- Dacitas  
 R.- Riolitas (Riolitas Peralcalinas (IP>1)).  
 S<sub>1</sub>- Traquibasaltos (Hawaitas (Na), Traquibasaltos (K)).  
 S<sub>2</sub>- Traquiandesitas basálticas (Mugearitas (Na), Shoshonitas (K)).  
 S<sub>3</sub>- Traquiandesitas (Benmoritas (Na), Latitas (K)).  
 T.- Traquitas (O<2D en OAPF) Traquitas Peralcalinas (IP>1)  
 Traquidacitas (O>2D en OAPF)  
 U<sub>1</sub>- Basanitos (al>10%)  
 Tefritas (al<10%)  
 U<sub>2</sub>- Fonotefritas  
 U<sub>3</sub>- Tefrifonditos  
 Ph- Fonolitas  
 F.- Foiditas  
 +.- Muestra
- Fig 11.- Clasificación química de las muestras, según Le Bas, et al (1985).



## U. Discusión.

La unidad que actúa como base de la columna estratigráfica del área cartografiada pertenece al dominio de la Sierra Madre Occidental y está constituida por cuerpos intrusivos de composición diorítica principalmente, y rocas ignimbríticas y tobáceas de composición riolítica y riodacítica (identificados como miembros inferior y superior respectivamente). Se ha propuesto que la edad de estas unidades varía, para el complejo vulcánico-plutónico inferior, del Paleoceno al Eoceno superior (Gastil et al., 1976), y para el complejo volcánico superior entre los 27 ma y 34 ma (Oligoceno, Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

Estas rocas se caracterizan por presentar afinidad química calcoalcalina (campo subalcalino, Fig. 10 y 11), relacionada con su origen de tipo margen continental convergente, propuesto por numerosos autores. De esta manera, y a partir de las observaciones de campo, esta cubierta ha servido como base de la columna estratigráfica sobre la cual se desarrolló el campo volcánico de Amatlán de Cañas. Este campo tiene su origen a partir del desarrollo de una estructura de tipo Graben, definida por una serie de fallas normales de orientación general NW, y está constituido por derrames basáltico-andesíticos y depósitos conglomeráticos de grandes espesores. La edad de estos derrames se estima correspondiente al Plio-Cuaternario (?), rango que es congruente con el hecho

de encontrarse intercalados con los depósitos conglomeráticos de talud cuya consolidación es muy baja. Se sugiere que este paquete de derrames cuya afinidad química es alcalina-calcoalcalina, han tenido su origen a partir de la atenuación cortical del área, provocada por esfuerzos distensivos cuya dirección general es aproximadamente NE20. En este Graben, la posición de los esfuerzos máximos es vertical y además desarrolla una serie de fracturas o estructuras menores en dirección perpendicular a los esfuerzos intermedios (S2, ver Fig. 4).

Se estima que el área cartografiada puede estar relacionada regionalmente con una estructura semejante definida por Allan et al. (1987) como Graben de Zacoalco, cuya orientación general aproximada es NW40, y el cual a su vez forma parte de la junta triple constituida por el Graben de Colima, de orientación N-S, y el Graben de Chapala, de orientación E-W (ver Fig. 12). Estas estructuras presentan, según estudios previos, derrames calcoalcalinos de edades aproximadas de 10 ma (Plioceno, Allan y Carmichael, 1984), y sugieren que para el Graben de Colima, las lavas alcalinas tienen edades correspondientes al Plioceno temprano (op. cit.). Estudios hechos para la porción norte del área por Nelson y Carmichael (1984) describen fallas y desarrollo de eventos volcánicos de orientación general NW, en donde lavas y escoria de cinco conos cineríticos subparalelos (entre ellos el Volcán Sanganguey y el Volcán Las Navajas), presentan afinidad típica alcalina, con basaltos alcalinos, hawaitas, mugearitas y benmoritas. En estos mismos aparatos se obtuvieron

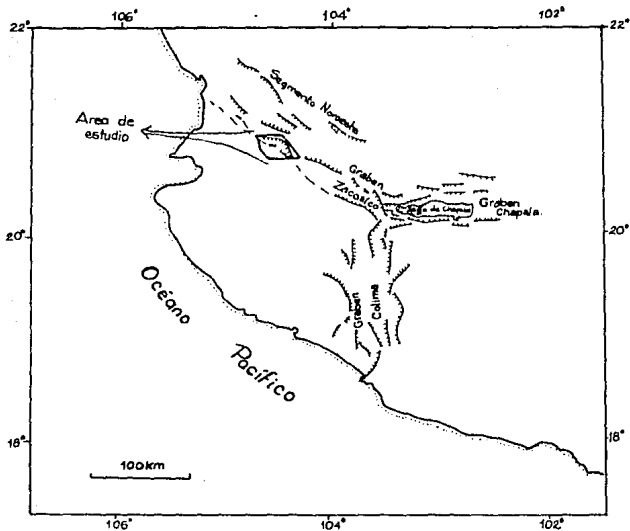


Fig 12 - Junta Triple del Graben de Zacoalco (NW), Graben de Tepic-Chapala (E-W), Graben de Colima (NS), tomada de Allan, et al (1987). Se muestra el area de Estudio

fechamientos de 4.3 a 0.2 + 0.1 ma (Plio-Cuaternario). En ese mismo alineamiento, y como parte también del brazo del Graben de Zacoalco, aparece el área cartografiada (Fig. 12), en donde es posible se tengan estadios iniciales de formación de magmas alcalinos, producto del desarrollo de un rift cuyo origen involucre al patrón de esfuerzos propuesto en este estudio.

#### VI. Conclusiones y Recomendaciones.

1) El área cartografiada pertenece a las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Occidental.

2) La columna estratigráfica del área está constituida hacia su base por los miembros inferior y superior de la Sierra Madre Occidental, a la que le sobreyacen de manera discordante los derrames basáltico-andesíticos y los depósitos conglomeráticos de talud del campo volcánico de Amatlán de Cañas.

3) El rango de edades de las unidades del área, varía de Paleoceno-Oligoceno para el dominio de la Sierra Madre Occidental, y del Plioceno-Reciente para el dominio del campo volcánico de Amatlán de Cañas.

4) La relación cronoestratigráfica de los derrames del campo volcánico de Amatlán de Cañas y los depósitos conglomeráticos es como se observa en la figura 13. Los depósitos fisurales y centrales correspondientes a la Mesa El Llano Grande y El Rosario, sobreyacen discordantemente a las tobas e ignimbritas del dominio Sierra Madre Occidental. Penecontemporáneos a los derrames intermedios de la Mesa del Rosario comienza la actividad volcánica de las mesas Jocuixtle y Amahaquillo, de las cuales la última continúa su actividad hasta el Reciente. Interdigitando a los derrames intermedios se observan los depósitos conglomeráticos semiconsolidados del Reciente, lo cual indica su contemporaneidad.

5) De acuerdo con las características petrográficas de los

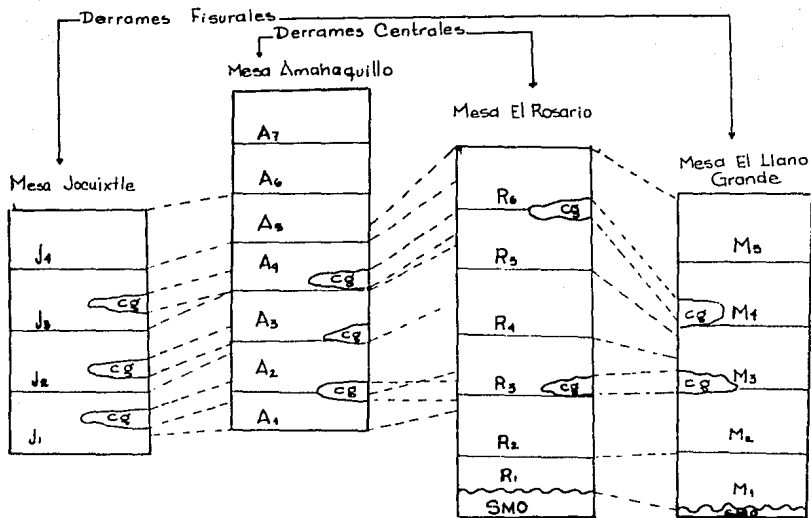


Fig. 15.- Esquema diagramático de la relación estratigráfica de los derrames basálticos del Campo de Amahaquillo de Coahuila.

derrames del campo volcánico de Amatlán de Cañas, las rocas se clasifican como basaltos y andesitas de orto y clinopiroxeno, mientras que las rocas del dominio Sierra Madre Occidental se clasifican como dioritas, granodioritas, monzodiorita/gabro, para el complejo inferior, y tobas e ignimbritas riolíticas para el complejo superior.

6) El campo volcánico está delimitado por la gran falla del Río Amsca, definiendo un Graben de orientación general NW-SE.

7) La edad probable de la falla principal del Graben se estima como Plioceno.

8) La posición de los esfuerzos principales que afectaron al área se propone sea como sigue : S1, esfuerzo principal máximo, es vertical; S2, esfuerzo principal intermedio de orientación NW-SE; S3, esfuerzo principal mínimo, de orientación NE-SW (Fig. 4).

9) La composición química del dominio de la Sierra Madre Occidental es calcoalcalina en contraste con la composición alcalina-calcoalcalina del dominio del campo volcánico de Amatlán de Cañas.

10) Químicamente, los derrames del campo volcánico se clasifican, utilizando el criterio de Le Bas, et al. 1985, como traquibasaltos, hawaiitas, mugearitas, shoshonitas y benmoritas.

11) El área cartografiada se propone pertenece al segmento noroeste del Graben de Zacoalco, definido por Allan et al., (1987).

12) Se infiere una zona de apertura o atenuación incipiente de

corteza continental cuyo origen puede estar asociado a la junta triple que definen el Graben de Colima, el Graben de Chapala y el Graben de Zacoalco, de donde han sido reportados eventos volcánicos cuya afinidad es semejante con la obtenida en este estudio para el campo volcánico.

**Recomendaciones.** Se recomienda realizar un estudio detallado con metodos geofísicos como perfiles de anomalías magnéticas o gravimétricas para verificación de direcciones de esfuerzos propuestos en este trabajo . Asi también se recomienda realizar un mayor número de análisis químicos, de cada uno de los derrames identificados, para que el carácter químico que se determine con este sea más representativo.



## BIBLIOGRAFIA

- Allan, F.J. & Carmichael, E.I.S., 1984. Lamprophyric lavas in the Colima Graben, SW Mexico. Contributions to Mineralogy and Petrology. Springer-Verlag. p. 88 :203-216.
- Allan, J.F., Nelson, S.A., Luhr, J.F., Carmichael, I.S.E., & Wopat, M., 1987. Pliocene-Recent rifting in SW Mexico and associated alkaline volcanism. Am. Ass. of Petrol. Geol. Memoir series. 46 p.
- Barrera, T., 1931, Zonas Mineras de los Estados de Jalisco y Nayarit. Int. Geol. Bol. No. 51.
- Cox, K.G., Bell, J.D. & Pankhurst, R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks. Allen and Unwin. London.
- De la Peña L., A., 1963, La Geología del Proyecto Aguamilpa. Tesis Profesional, Fac. de Ing., U.N.A.M.
- Delgado A., L. A., 1979, Estudio Metalotectónico de Nayarit utilizando imágenes de Satelite. Tesis Profesional, Fac. de Ing., U.N.A.M.
- Demant, A. y Robin, C., 1975, Las fases del volcanismo en México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. Revista Inst. Geol. UNAM, 75(1). 70-83 p.
- Demant, A., 1978, Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. Revista Inst. Geol. UNAM. v. 2, No. 2, 172-187 p.
- Gastil, G.R. & Jansky, W., 1973, Evidence for strike-slip displacement beneath the Trans-Mexican volcanic belt. Stanford Univ. Publ. Geol. Sci., v. 13, 171-180 p.

- Gastil, A., Krummenacher, D., Doupont, J., Bushee, J., Jansky, W. y Barthelmy, D., 1976, La Zona Batolítica del Sur de California y el Occidente de México. Bol. Soc. Geol. Mex. XXXVII, p. 84-90.
- Gastil, G., Krummenacher, D. & Jansky, W., 1979. Reconnaissance geology of west-central Nayarit, Mexico : Summary Geological Society of America Bulletin, part I, v. 90, 15-18 p.
- Irvine, T.N. & Baragar, W.R., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. Jour. Earth Sciences, v. 8, p. 523-548.
- Le Bas, M.J., Le Maître, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1985, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology. v. 27, part 3. 745-750 p.
- Luhr, J.F., S. A. Nelson, J. F. Allan, and S. E. Carmichael, 1985, Active rifting in SW Mexico: Manifestations of an incipient eastward spreading-jump. Geology, 13, 54-57 .
- Mc Dowell, F.W. & Clabaugh, S.E., 1979, Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of western Mexico. In Ash-flow tuffs. Edited by Charles E. Chaplin and Wolfaugh E. Elston. Geol. Soc. Am., special paper 180.
- Morán-Zenteno, D., 1984, Geología de la República Mexicana. Secretaría de Programación y Presupuesto.
- Mooser, F., 1972, El Eje Neovolcánico Mexicano, debilidad cortical prepaleozoica reactivada en el Terciario. Memoria de la II Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana Mazatlán, Sin., p.186-187.

- Mooser, F., 1975, Historia geológica de la Cuenca de México. En Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal, Tomo I. DDF, 7-38 p.
- Nelson, A.S. & Charmichael, E.I.S., 1984, Pleistocene to recent alkaline volcanism in the region of Sanganguey volcano, Nayarit, Mexico. Contributions to Mineralogy and Petrology. Springer-Verlag, 85: 321-335 p.
- Nixon, T.G., 1982, The relationship between Quaternary volcanism in central Mexico and the seismicity and structure of subducted ocean lithosphere. Geological Society of America Bulletin, v. 93, 514-523 p.
- Pineda, R., A. y Aguilar, N. M., 1963, Estudio Geológico de los Yacimientos de Mármol de Higera Blanca, Mpio. de Tepic, Edo. de Nayarit. Tesis Profesional Fac. de Ing. U.N.A.M.
- Raisz, E., 1962, Landforms of Mexico. Cambridge Mass. Mapa con texto escala 1:3,000,000.
- Urrutia, F.J. & Bohnel, H., 1987, Tectonics along the trans-mexican volcanic belt according to paleomagnetic data. Comunicaciones técnicas. Serie Investigación No. 19. Inst. Geof. UNAM.