

BO-397

(5267)

PROYECTO DE EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

FASE DE RECONOCIMIENTO



**INFORME GEOLÓGICO-VULCANOLÓGICO
DE LAS ÁREAS CENTRO ORIENTAL Y LAGO AMATITLÁN
GUATEMALA**

Julio de 1981

**ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA
O L A D E**

**Servicios Geológicos, S. A.
S. G.**

**Geotérmica Latinoamericana
G. L.**

<u>INDICE</u>	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS-VULCANOLOGICAS REGIONALES	3
2.1. CONDICIONES ESTRUCTURALES	3
2.2. CONDICIONES GEODINAMICAS	3
2.3. SISMICIDAD	4
2.4. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	5
2.5. CINTURON VOLCANICO DEL PACIFICO	7
2.5.1. BASAMENTO PREVOLCANICO	7
2.5.2. VOLCANISMO TERCIARIO	8
2.5.3. VOLCANISMO CUATERNARIO	8
3. ESQUEMA GEOLOGICO VULCANOLOGICO DEL AREA CENTRO ORIENTAL DE GUATEMALA	10
3.1. GEOGRAFIA LOCAL	10
3.2. ESTUDIOS PRECEDENTES	11
3.3. CONDICIONES ESTRUCTURALES	11
3.4. ESTRATIGRAFIA	12
3.4.1. PALEOZOICO SUPERIOR	12
3.4.2. CRETACICO	12
3.4.3. ROCAS PLUTONICAS	12
3.4.4. TERCIARIO	13
- MIOCENO-OLIGOCENO	
- PLIOCENO	
3.4.5. CUATERNARIO	14
- PLEISTOCENO	
- HOLOCENO	
4. SELECCION DE PROSPECTOS GEOTERMICOS	17
4.1. PROSPECTO CALDERA DE RETANA-VOLCAN SUCHITAN	18

<u>INDICE</u>	<u>Página</u>
4.1.1. GEOGRAFIA	18
4.1.2. ESTRUCTURA	18
4.1.3. GEOLOGIA	18
4.1.4. HISTORIA ERUPTIVA	20
4.2. PROSPECTO IXTEPEQUE-LAGUNA DE OBRAJUELO	21
4.2.1. GEOGRAFIA	21
4.2.2. ESTRUCTURA	21
4.2.3. GEOLOGIA	21
4.2.4. HISTORIA ERUPTIVA	22
5. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS	24
6. CONCLUSIONES GENERALES	27
7. RECOMENDACIONES	28
8. ESQUEMA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DEL AREA LAGO DE AMATITLAN	29
8.1. GENERALIDADES	29
8.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	30
8.2.1. GRABEN DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	30
8.2.2. ESTRATOVOLCANES DEL PLEISTOCENO INFERIOR	31
8.2.3. ESTRATOVOLCAN PRECALDERA	31
8.2.4. COMPLEJO ACIDO DEL LAGO	32
8.2.5. COMPLEJO BASICO DEL PACAYA	33
8.3. EVOLUCION VOLCANICA DEL AREA	34
8.4. CONCLUSIONES GENERALES	36
8.5. RECOMENDACIONES	39

* * * * *

LISTA DE FIGURAS

- 1 : PROVINCIAS GEOMORFOLOGICAS
- 2 : CONDICIONES ESTRUCTURALES
- 3 : CONDICIONES GEODINAMICAS
- 4A : MAPA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DE RECONOCIMIENTO
" AREA CENTRO-ORIENTAL DE GUATEMALA "
- 4B : MAPA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DE RECONOCIMIENTO
" AREA CENTRO-ORIENTAL DE GUATEMALA "
- 5 : SECCION GEOLOGICA A-A'
- 6 : SECCION GEOLOGICA B-B'
- 7 : MAPA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DE RECONOCIMIENTO
" AREA LAGO DE AMATITLAN "
- 8 : SECCION GEOLOGICA A-A'
- 9 : SECCION GEOLOGICA B-B'

TABLAS

- 1 : CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS FUENTES TERMALES
DEL AREA CENTRO-ORIENTAL DE GUATEMALA

ANEXOS

- 1 : INVENTARIO HIDROGEOQUIMICO DE MANIFESTACIONES
TERMALES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

1. INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte integral del Proyecto Geotérmico de la República de Guatemala en su Fase - de Reconocimiento, el cual fué auspiciado por la Organización Latinoamericana de Energía "OLADE".

La compañía Geotérmica Latinoamericana, responsable del reconocimiento del área descrita en el presente reporte, colaboró además con el Bureau de Recherches Geologiques Et Minières (B.R.G.M.), en el reconocimiento de campo de las restantes áreas, y desarrolló, bajo la dirección de esta misma, el inventario hidrogeoquímico de las fuentes termales existentes en la totalidad del área del proyecto.

El presente reporte será incluido en el informe técnico general que el B.R.G.M., como compañía rectora del proyecto, tiene la responsabilidad de elaborar.

Las áreas de reconocimiento denominada "Centro-Oriental y Lago de Amatitlán", cubiertas por la compañía Geotérmica Latinoamericana, en conjunto tienen una extensión de 5,000 Kms², la cual corresponde aproximadamente a -- una quinta parte de la superficie total cubierta por el proyecto.

La coordinación del Proyecto por parte del Gobierno de Guatemala, estuvo bajo la responsabilidad del Departamento Geotérmico del Instituto de Electrificación INDE.

El período bajo el cual se desarrolló el trabajo de reconocimiento de campo del área total del Proyecto, está comprendido entre el primero de marzo y el veinte de mayo del corriente año.

El Proyecto de Exploración Geotérmica Regional, Fase de Reconocimiento, se desarrolló siguiendo la Metodología establecida por OLADE, en el documento No. 1 " Metodología de Exploración Geotérmica, Fases de Reconocimiento y Prefactibilidad ".

2. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS-VULCANOLOGICAS REGIONALES

2.1. CONDICIONES ESTRUCTURALES

En la región centroamericana convergen las placas tectónicas de Cocos o Placa del Pacífico, la Norteamericana y la del Caribe (fig. 2). La Placa del Pacífico tiene un movimiento de subducción bajo la placa del Caribe; este movimiento a dado origen en la casi totalidad del territorio centroamericano a un graben o Fosa Central y a un cinturón volcánico; ambas estructuras se han desarrollado paralelamente a la línea litoral pacífica. La Placa del Caribe genera movimientos transcurrentes en la Proyección Oeste del sistema de fallas de la Fosa de Bertlett. Estos movimientos se manifiestan claramente en la región central del territorio de Guatemala, mediante el sistema de fallas Motagua, Polochí y Jocotán. Los movimientos combinados de subducción y transcurrencia han originado en este territorio la formación de otros sistemas tectónicos y volcánicos transversales al sistema de fallas citado.

2.2. CONDICIONES GEODINAMICAS

Como se mencionó antes, en el territorio de Guatemala concurren tres placas tectónicas en interacción (fig.3), como consecuencia de lo cual se han originado estructuras tectónicas muy particulares. La dirección del desplazamiento de las placas se indica mediante flechas en la figura 3 y se explica en la forma siguiente:

- Placa Norteamericana con desplazamiento WSW.
- Placa Oceánica del Pacífico o de Cocos con desplazamiento al NE.
- Placa del Caribe con desplazamiento hacia el ENE.

La porción meridional de Guatemala, pertenece al dominio de la Placa del Caribe, mientras que la porción -- septentrional, a la Placa Norteamericana. El contacto entre ambas placas se manifiesta en el sistema de fallas -- transcurrentes de Polochi, Motagua y Jocotán. El movimiento distensivo entre ambas placas ha dado lugar a la formación, en el territorio de Guatemala y en los países si tuados hacia el Este, de estructuras tectónicas (grabenes, horts y fallas) de orientación aproximada N-S, o sea -- transversales al sistema de fallas transcurrentes citado. Tanto el sistema de fallas transcurrentes como el sistema distensivo, son en la actualidad muy activos; recientemente la falla del Motagua generó el terremoto de 1976, cuya intensidad fue altamente destructiva.

2.3. SISMICIDAD

La convergencia de las placas tectónicas citadas en los párrafos precedentes, genera en la región centroamericana una intensa actividad sísmica. La historia sísmica -- del territorio de Guatemala y de los países vecinos, está repleta de acontecimientos catastróficos. El más reciente suceso sísmico de gran envergadura ocurrió en el año 1976, el cual afectó la mayor parte del territorio guatemalteco. En este suceso perdieron la vida más de 25,000 personas y fueron arrasados por las ondas sísmicas muchos poblados. El sismo tuvo su origen en la falla del Motagua, como con secuencia de los movimientos transcurrentes de las placas (fig. 2). Normalmente las fallas distensivas son activa-- das simultáneamente por los movimientos transcurrentes; -

dicho fenómeno se puso de manifiesto en el terremoto de 1976, con la activación de la falla de Mixco, perteneciente al sistema de fallas distensivas que forman el graben de la ciudad de Guatemala.

Existen además, tanto en el territorio de Guatemala, como en el Océano Pacífico y el Mar Caribe, otros focos -- muy activos que constantemente provocan sismos de diversa intensidad.

Los focos sísmicos de naturaleza volcánica son muy comunes en el territorio de Guatemala, debido a la existencia de volcanes activos tales como Volcán Pacaya, Santiaguito, Fuego, etc. Cabe igualmente destacar, la intensa actividad sísmica provocada recientemente en el año 1979, por la caldera activa del grupo volcánico Los Achiotes.

2.4. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Guatemala se puede considerar geológicamente la prolongación del continente norteamericano. Las rocas Paleozoicas y Mesozoicas del Sur de México, se proyectan hacia Guatemala y la región del Mar Caribe. En el Sur del territorio estas formaciones son sepultadas por una cubierta de rocas volcánicas de edad Terciaria a Reciente.

Para su estudio, el territorio de Guatemala ha sido dividido en cuatro provincias geomorfológicas (fig. 1), las cuales reflejan claramente las características geológicas de cada zona en particular.

A-PLANICIE COSTERA DEL PACIFICO

Se inclina suavemente hacia el mar y está formada por material detrítico de origen fluvial, depositado en forma de abanicos por los ríos que descienden del interior del territorio. Las lavas de los volcanes tocan la zona marginal de la planicie, mientras que otros productos de mayor movilidad como avalanchas y lahares han sido depositados

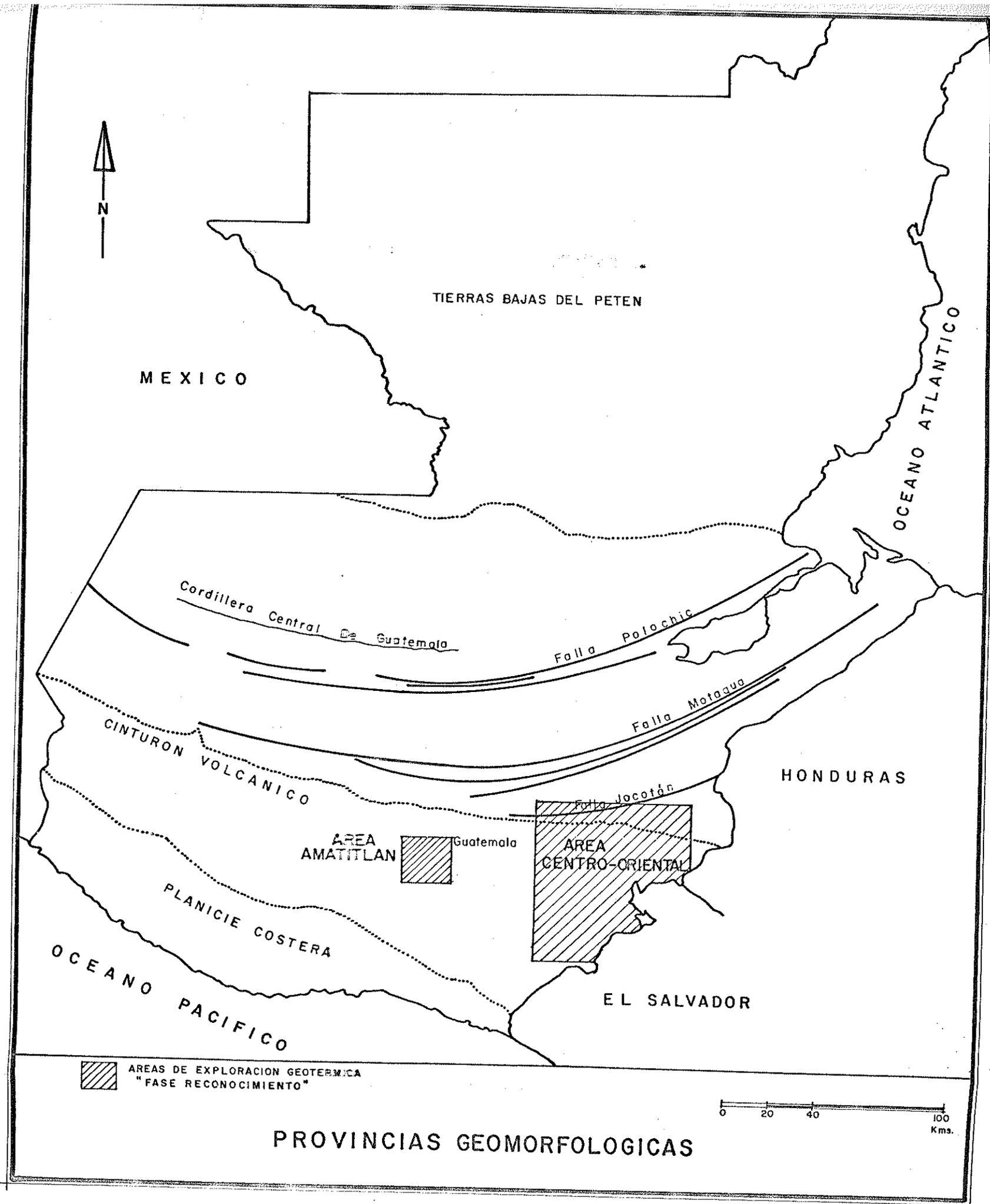


FIG. I

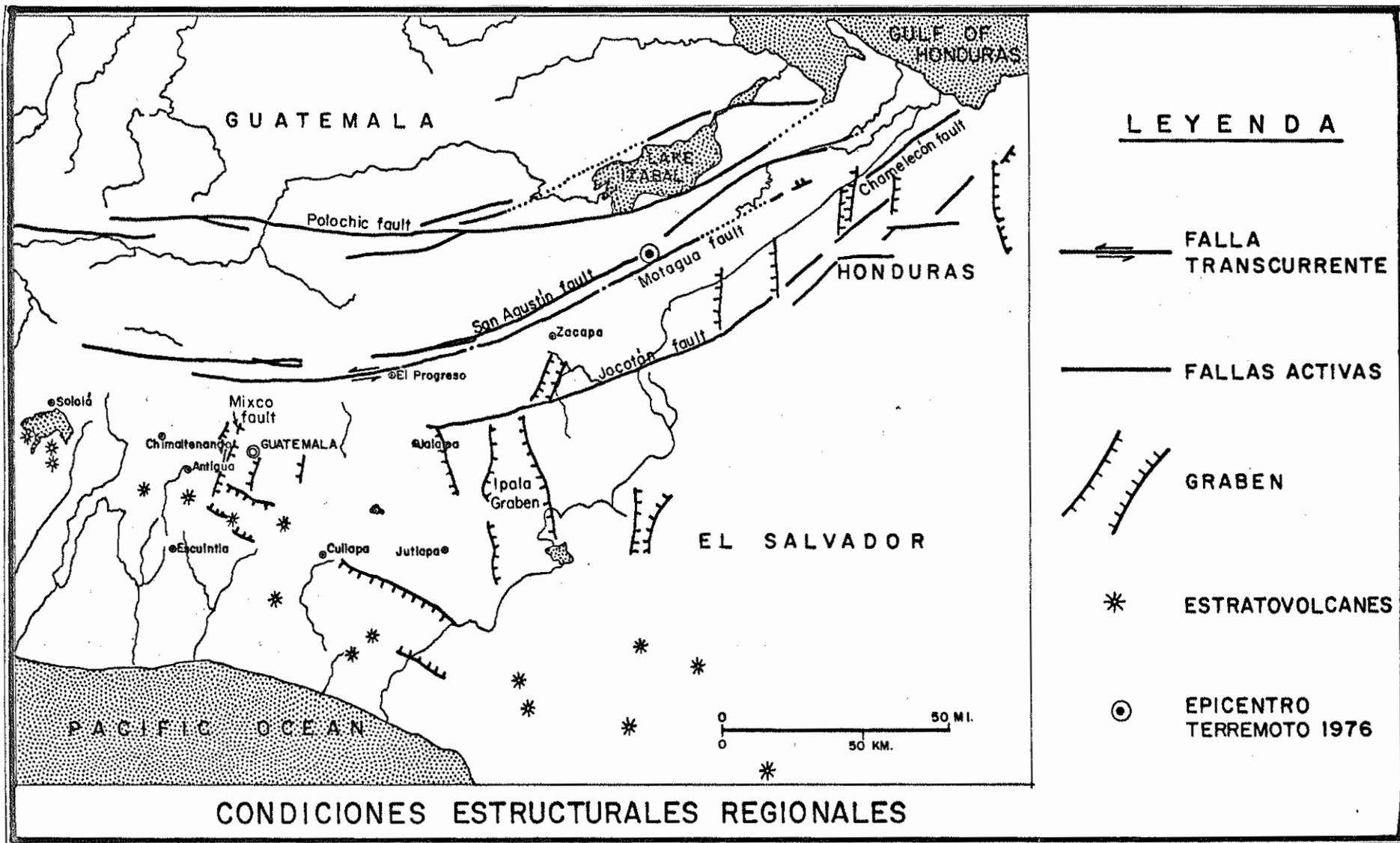
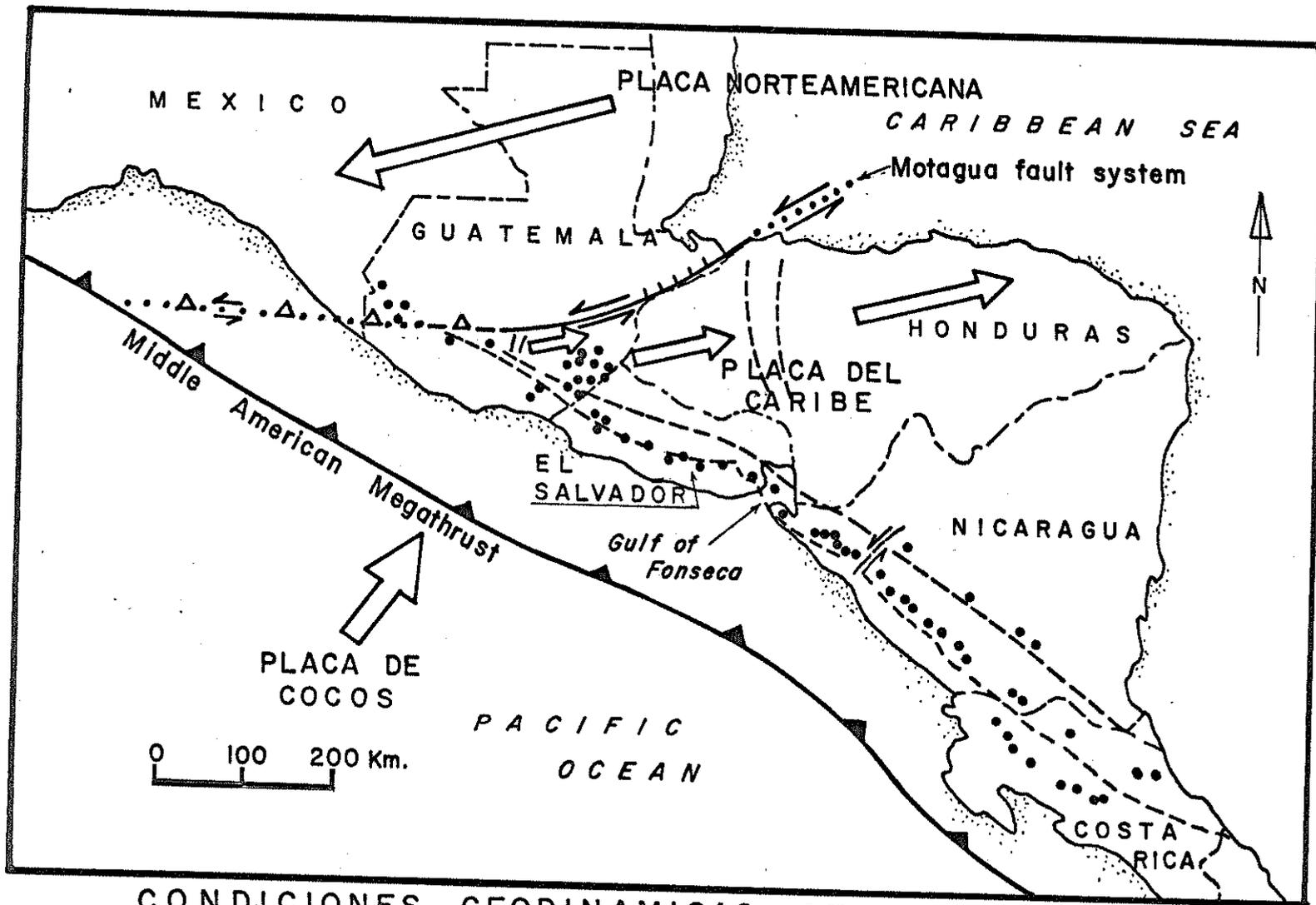


FIG. 2



CONDICIONES GEODINAMICAS DE GUATEMALA

FIG. 3

en ella. Productos de proyección aérea o subaérea como Ashflows y nubes ardientes, cubren grandes extensiones de ésta y muchas veces se presentan gradualmente como depósitos retransportados.

B-CINTURON VOLCANICO

Se extiende a través de todo el territorio en dirección Oeste-Este con procedencia de México y se proyecta hacia los restantes países centroamericanos. En el territorio de Guatemala el ancho promedio del cinturón es de unos -- 150 kms. en dirección Norte-Sur. La mayor parte de superficie de esta unidad está formada por rocas volcánicas de edad Oligoceno-Miocénica hasta Pliocénica, las cuales constituyen prácticamente el basamento volcánico de toda la provincia. Sobre el volcanismo anterior, cubriendo extensiones de terreno en menor escala, se desarrolla el volcanismo Cuaternario, cuya actividad se ha proyectado hasta el presente. Este está formado por múltiples estratovolcanes de composición basalto-andesíticos y por aparatos más complejos de carácter ácido.

Incluye este volcanismo múltiples calderas volcánicas de origen freatomagmático. La mayor parte de los centros efusivos Cuaternarios se alinean formando una estrecha cordillera volcánica que corre paralela a la línea litoral Pacífica, la cual se proyecta hacia el Oeste al territorio Mexicano y al Este a los países del istmo centroamericano. En la parte centro-oriental del país, entre la falla de Jocotán al Norte y la falla de Jalpatagua al Sur, se desarrolla otro sistema volcánico Cuaternario de naturaleza predominantemente basáltica, el cual constituye el objeto del presente estudio.

C-CORDILLERA CENTRAL

Está integrada por un conjunto de macizos montañosos -- alineados paralelamente entre sí y separados por profundos

valles longitudinales, los cuales constituyen la expresión morfológica del sistema de fallas transcurrentes - descritas en los párrafos anteriores. El complejo montañoso está constituido por rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias.

Los primeros dos tipos de roca están mayoritariamente - concentrados en la parte Sur del complejo e incluyen -- principalmente granitos, esquistos, gneisses, mármoles y serpentinas.

D-TIERRAS BAJAS DEL PETEN

Son denominadas en tal forma, por tener el terreno una elevación promedio de 100 m.s.n.m. Esta unidad está constituida esencialmente por calizas de edad Cretácica, las cuales exhiben una intensa topografía Cárstica.

2.5. CINTURON VOLCANICO DEL PACIFICO

2.5.1. BASAMENTO PRE-VOLCANICO

En la parte central y occidental del territorio, - el basamento pre-volcánico está constituido predominantemente por rocas intrusivas de diferentes tipos, en su mayoría de carácter granítico y en menor escala por rocas - metamórficas y sedimentarias de edad Mesozoica. Los intru- sivos se consideran de edad Paleozoica.

Las rocas del basamento, previamente a la actividad volcá- nica Terciaria, estuvieron sometidas por un período largo a intensa actividad erosiva por parte de los agentes me- teóricos, lo cual creó un relieve sumamente accidentado, que posteriormente fue cubierto por los productos efusivos de la actividad volcánica; no obstante, donde esta última actividad ha sido menos intensa, como en el extremo occi- dental del país, los macizos graníticos emergidos están - bien expuestos en la superficie.

2.5.2. VOLCANISMO TERCIARIO

Se inició en el período Oligoceno-Mioceno y permaneció activo hasta mediados del Plioceno. Su origen se debió a la ruptura de la corteza terrestre por efectos de los movimientos de subducción de la Placa Pacífica bajo la Placa del Caribe. La actividad volcánica Terciaria se caracterizó por un marcado predominio de erupciones lineales, a través de las cuales fueron eyectados grandes volúmenes de materiales efusivos que cubrieron la extensa superficie que ocupa el cinturón volcánico del Pacífico. Indudablemente existieron aparatos de erupciones centrales, pero en el presente resulta imposible identificar por métodos morfológicos, la ubicación de cualquier tipo de centro de eyección de la época Terciaria. Algunas ruinas de aparatos volcánicos han sido identificadas como de edad Terciaria; sin embargo, se cree que éstas más bien pertenecen al Pleistoceno Inferior.

El volcanismo Terciario se caracteriza a su vez, por tener un marcado predominio de rocas ácidas sobre las de naturaleza básica.

Parece acertado que la actividad volcánica Terciaria, sufrió un receso casi total en el período Pliocénico Medio a Tardío, lo cual se manifiesta en la formación de un horizonte de suelo fósil existente en el techo de esta formación.

2.5.3. VOLCANISMO CUATERNARIO

En el territorio de Guatemala existen dos grupos volcánicos de composición química diferente. El principal de ellos lo constituye la estrecha cadena volcánica de rumbo N 70° W, la cual atravieza la totalidad del país y se extiende paralelamente con la línea litoral Pacífica a los países Centroamericanos. Los principales estratovolcanes de esta cadena son de composición andesítica. Son además numerosas las estructuras volcánicas originadas por erupciones featomagmáticas denominadas calderas, las

cuales expulsaron enormes volúmenes de materiales piroclásticos ácidos (pómez), que se encuentran diseminados en gran parte del territorio de Guatemala. El otro grupo, objeto del presente estudio, se localiza en el centro-oriental del país y se desarrolla con una orientación Norte-Sur.

La naturaleza de este volcanismo es predominantemente basáltica. Sin embargo, existen dentro de éste importantes centros efusivos de naturaleza ácida, tales como la caldera de Retana y el grupo volcánico Ixtepeque - Laguna - de Obrajuelo. Un impresionante estratovolcán denominado Suchitán es de composición andesítica-basáltica.

3. ESQUEMA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DEL AREA CENTRO-ORIENTAL DE GUATEMALA

3.1. GEOGRAFIA LOCAL

La extensión superficial cubierta por el presente estudio, abarca un área de aproximadamente 4,000 Kms². Está comprendida entre las coordenadas geográficas: latitud Norte 14°10' a 14°50' y Longitud Este 90°00' a - 89°30'. Morfológicamente el área está rodeada por macizos montañosos, cuyas elevaciones oscilan entre 1,000 y 2,100 m.s.n.m.

La porción Este la ocupa el graben de Ipala, cuya orientación es Norte-Sur, con un ancho promedio de 10 kms. Dentro de la depresión de éste se desarrollan varios conos volcánicos; el mayor de ellos, denominado igualmente Volcán de Ipala, tiene una altura de 1,493 m.s.n.m. Además, se desarrollan dentro de la depresión del graben, llanuras aluviales, en una de la cuales se asienta la población de Ipala, con una elevación promedio de 780 m.s.n.m. Otra se localiza en el extremo Sur del mismo, donde tiene su asiento la población de Asunción Mita, cuya elevación promedio es de 480 m.s.n.m.

En la porción Oeste del área, se destacan los valles de - Jutiapa, Monjas y San Pedro Pinula, cuyas elevaciones promedio son 880,900 y 1,090 m.s.n.m. respectivamente. Asimismo sobresalen la depresión en forma circular ocupada - por la Caldera de Retana y el impresionante volcán Suchitán, cuya elevación alcanza 2,042 m.s.n.m.

Los principales ríos que drenan la región son: El Paz, Os^utúa, San Pedro y Los Amates.

El área es accesible por la carretera Panamericana y las múltiples vías de alimentación que comunican a los diferentes poblados con ésta.

3.2. ESTUDIOS PRECEDENTES

En el área objeto de este estudio, únicamente existe un trabajo geológico de reconocimiento de indiscutible valor, el cual fué desarrollado por H. Williams, McBirney y G. Dengo en el año 1964. Otro trabajo que sirvió de referencia al presente estudio fue la publicación "Los Focos Eruptivos Cuaternarios de Guatemala", de O. H. Bohnenberger. Trabajos de índole puramente geotérmicos no han sido desarrollados en forma sistemática en esta área. Únicamente existen datos parciales de las fuentes termales del área, los cuales fueron recolectados en el año 1968 por el Proyecto Minero N. U. y por el Departamento Geotérmico del INDE.

3.3. CONDICIONES ESTRUCTURALES

Los principales rasgos tectónicos presentes en el área son: (Fig. 4A y 4B).

- En la parte Norte se presenta la falla transcurrente activa denominada Jocotán.
- En la parte Sur se encuentra la falla inactiva de Jalpatagua (fig. 2), la cual pertenece al graben del mismo nombre.
- En el interior del área se observan dos sistemas de fallas secundarias, normales al sistema de fallas transcurrentes de Motagua. El del lado Este forma el graben estructural de Ipala (fig. 4B), con una orientación dominante N-S. El de la porción Oeste del área tiene una orientación NNW-SSE y estructura varias depresiones tectónicas que forman valles y estrechos grabenes. En esta parte existen además, estructuras circulares originadas por colapsos de aparatos volcánicos, siendo la principal de ellas la Caldera de Retana.

3.4. ESTRATIGRAFIA

3.4.1. PALEOZOICO SUPERIOR

Rocas metamórficas de posible edad Paleozoica Superior (PS) afloran únicamente en el Norte del área de estudio, dentro del graben formado por el sistema de fallas transcurrentes de Motagua. Estas consisten principalmente en micaesquistos, felsitas, cloritas y cuarcitas. Se plantea que esta formación podría constituir el zócalo del área en estudio. Los afloramientos de estas rocas observados en la zona de falla de Jocotán, como era de esperarse, muestran un alto fracturamiento, siendo, por lo tanto, su permeabilidad secundaria muy alta.

3.4.2. CRETACICO

Sobrepuestas a la formación anterior se presentan rocas de edad Cretácica (Ky), consistentes en sedimentos marinos (calizas, areniscas y lutitas). Se supone que en esta área, esta formación podría constituir el basamento del volcanismo Terciario. La permeabilidad de las rocas se considera alta para las calizas, media a baja para las areniscas y baja para las lutitas.

3.4.3. ROCAS PLUTONICAS

Rocas intrusivas no están presentes en el interior del área de estudio. Estas afloran un poco más al Norte de la falla de Jocotán, en las montañas que rodean el valle de Chiquimula y al Oeste del área en el cerro denominado El Gurrión, situado entre los poblados del Jícaro y Ceibita. La naturaleza de los cuerpos observados es predominantemente granítica a granodiorítica.

No se descarta la posibilidad de que estos cuerpos intru--sionen el supuesto basamento Cretácico del área de estu--dio, ya que Williams, McBirney y Dengo (1964), manifiestan haber estudiado cenolitos graníticos en los estratos de pómez arrojados por el cráter Laguna de Obrajuelo.

3.4.4. TERCIARIO

MIOCENO - OLIGOCENO

FORMACION VOLCANICA SEDIMENTARIA (Ts). Esta formación denominada subinal, está constituida por sedimentos clásticos de origen continental y representa la fase de transición -- entre el Cretácico Sedimentario y el volcanismo Terciario. Afloramientos de esta formación pueden ser observados en -- la zona de falla de Jocotán. Estos sedimentos contienen -- gran cantidad de fragmentos volcánicos y eventualmente tie--nen intercalaciones de estratos tobáceos y lávicos. La permeabilidad de esta formación en términos generales -- es baja.

FORMACION PADRE MIGUEL (Tva-b). Esta formación marca el ini--cio del volcanismo Terciario propiamente dicho. La naturale--za de las rocas de esta fase efusiva varía desde ácida has--ta básica y está constituida por lavas, tobas, aglomerados y felsitas.

El grado de intemperismo que presenta esta formación, con relación al volcanismo Cuaternario sobreyacente es muy no--torio. No existe, por lo tanto, una graduación escalonada entre las rocas volcánicas Terciarias y sus congénitas Cua--ternarias, lo cual indica que hubo un largo período de inac--tividad volcánica entre ambas formaciones. Las rocas de es--ta formación cubren la casi totalidad de la superficie ocu--pada por el Cinturón volcánico del Pacífico y constituyen, por consiguiente el lecho o basamento volcánico del volca--

nismo Cuaternario. La ubicación de los centros de eyección de este volcanismo no se puede identificar por simple análisis morfológico.

La permeabilidad en términos generales de esta formación es baja.

PLIOCENO

En el área cubierta por el presente estudio, sobreyaciendo a la formación anterior se presentan dos unidades volcánicas de naturaleza predominantemente basáltica. La más antigua, identificada con las letras (Tvb), es de carácter regional y está constituida principalmente por aglomerados masivos. La otra unidad, identificada con las letras Tvb(a), es también de naturaleza basáltica y su carácter es local. Está formada por lavas y tobas pertenecientes a las ruinas de un antiguo aparato volcánico denominado "Aguamecate".

La permeabilidad de las rocas de estas formaciones, es respectivamente baja y eventualmente media, para la primera y segunda unidades apuntadas.

3.4.5. CUATERNARIO

PLEISTOCENO

Las rocas volcánicas de este período se han dividido, en base al grado de intemperismo que presentan, en tres grupos de edades relativas:

- CUATERNARIO PLEISTOCENICO INFERIOR VOLCANICO BASALTICO (QPivb). Este grupo está formado predominantemente por lavas de origen fisural de naturaleza basáltica. Eventualmente como en el caso del aparato volcánico de la Caldera de Retana, se indica la presencia de coladas lávicas de carácter dacítico, agregando la letra (d) a la simbología anterior.

- CUATERNARIO PLEISTOCENICO MEDIO VOLCANICO BASALTICO (QPm_{vb}). Este grupo de naturaleza basáltica, está representado por volcanes medianos y pequeños, en su mayoría de escudo. Son comunes igualmente las erupciones de tipo fisural.
- CUATERNARIO PLEISTOCENICO SUPERIOR VOLCANICO BASALTICO (QPsv_b). Está representado por materiales efusivos de naturaleza basáltica, los cuales normalmente forman la base de los estratovolcanes que continuaron su actividad efusiva en el Holoceno.
Las características hidrogeológicas de las formaciones lávicas pertenecientes al período Pleistoceno, son favorables por el alto grado de permeabilidad que presentan.

HOLOCENO

- DOMOS DACITICOS (Qva(d)). En el flanco Norte de la Caldera de Retana, en la proyección de una de las fallas de rumbo NNW-SSE que seccionan esta estructura, se presenta un pequeño domo compuesto de lava dacítica.
- DOMOS DE OBSIDIANA (Qva(r)). En la porción central del graben de Ipala, se presentan dos grupos de domos de obsidiana riolítica. El mayor de ellos se denomina Volcán Ixtepeque. Este tiene una base aproximada de 4 km. de diámetro y una elevación de 1,292 m.s.n.m. Le sigue en importancia la Laguna de Obrajuelo, la cual consiste en un cono de 2.5 km. de diámetro, conteniendo en su centro un cráter de 0.6 kms. de radio y una altura máxima de 878 m.s.n.m. La base del cono es de composición basáltica y está coronado en su parte media de obsidiana riolítica.
- ESTRATO VOLCAN BASALTICO-ANDESITICO (Qvba). Representa el estratovolcán Suchitán, el cual está formado por lavas basálticas y andesíticas. Este aparato es el único miembro de su género existente en todo el sistema volcánico del área de estudio, que exhibe lavas de tipo ande

sítico. La base del volcán tiene un diámetro promedio de 13 kms. y una elevación de 2,042 m.s.n.m.

- FORMACIONES VOLCANICAS DE NATURALEZA BASALTICA (Qvb).

Pertenecen a éstas, múltiples estratovolcanes, conos - cineríticos-lávicos, flujos de lava y material piroclástico, todos éstos de composición basáltica. La mayor estructura de esta formación la constituye el volcán Ipa-la, ubicado en el lado Norte del graben del mismo nombre. Tiene éste una base aproximadamente 13 kms. de diámetro y una elevación de 1,650 m.s.n.m.

- POMEZ (Qph). Material pumítico de composición dacítica, de origen freatomagmático y depositado en forma de hialoclastitas; fué eyectado por la Caldera de Retana. Depósitos de este material están expuestos al Sur y al Oeste de la citada estructura. También son conocidas algunas erupciones de pómez riolítico provenientes de la Laguna de Obrajuelo, pero éstas no fueron mapeadas en este trabajo.

- SEDIMENTOS FLUVIO-LACUSTRES (QAL(hp)). Consisten en aluviones, terrazas fluviátiles y sedimentos fluviolacustres, depositados en los cauces de los ríos y en las planicies aluviales; en estas últimas subordinadamente incluye hialoclastitos pumíticos (hp).

Las formaciones lávicas pertenecientes a este período tienen un alto índice de permeabilidad. Los sedimentos y piroclásticos finos por el contrario tienen baja permeabilidad.

4. SELECCION DE PROSPECTOS GEOTERMICOS.

En base a los resultados obtenidos en el reconocimiento geológico-vulcanológico del presente estudio, se seleccionaron dos áreas de interés geotérmico prioritario, las cuales se indican en las figs. 4A y 4B. Estas por su proximidad podrían cubrirse conjuntamente en el desarrollo de los estudios de Prefactibilidad de la subsiguiente fase de exploración.

Las características geotérmicas relevantes del área se reflejan en la superficie del terreno, por medio de la presencia de estructuras tectónicas favorables, sistemas volcánicos diferenciados y presencia de fuentes termales.

No se localizaron en el área de estudio en la presente fase, otros tipos de manifestaciones geotermiales, pero la anomalía de naturaleza geotérmica queda totalmente aclarada mediante las características apuntadas.

La presencia de productos volcánicos recientes de carácter ácido, la existencia de aparatos volcánicos diferenciados, la evidencia de erupciones freatomagmáticas y las estructuras de colapso, reflejan la existencia en el subsuelo de cámaras magmáticas jóvenes a poca profundidad y a la vez testifican las condiciones hidrogeológicas favorables para la existencia de posibles reservorios geotérmicos en el área.

Las características hidrogeoquímicas del área serán presentadas en el informe general del B.R.G.M.

Bajo los criterios anteriores se seleccionaron como áreas prioritarias las correspondientes a las estructuras siguientes: "Caldera de Retana - Volcán Suchitán" y "Volcán Ixtepeque - Laguna de Obrajuelo".

La síntesis de estos prospectos se describe en los párrafos subsiguientes.

4.1. PROSPECTO CALDERA DE RETANA-VOLCAN SUCHITAN

4.1.1. GEOGRAFIA

La caldera de Retana se localiza a 5 kms. al Norte de la ciudad de El Progreso, la cual pertenece al Departamento de Jutiapa. Su acceso se realiza por medio de la carretera pavimentada que comunica esta ciudad con la población de Jalapa. El diámetro de la depresión circular de la Caldera es de unos 5 kms. y la altura máxima de las paredes es de 270 m. La depresión en época reciente estaba ocupada por una laguna conocida con el mismo nombre, pero ésta fue drenada para convertirla en un área de cultivo.

4.1.2 ESTRUCTURA

El área está estructurada localmente por un sistema de fallas antiguo de rumbo NNW-SSE. La Caldera en sí, está formada por una falla anular. Posteriormente a la formación de la caldera, el sistema de fallas antiguo -- NNW-SSE citado, fue reactivado mediante fallas paralelas a éste, las cuales formaron dos estrechos grabenes fácilmente reconocibles (fig. 4A); uno de ellos intercepta la caldera en la parte centro-Este y el otro está localizado en la falda exterior-Oeste de la misma. Otras estructuras secundarias de forma circular y de origen volcánico pueden ser observadas al Norte y Nor-Este de la caldera.

4.1.3. GEOLOGIA

CALDERA DE RETANA - Como fue descrito en los párrafos precedentes, la caldera se desarrolla sobre una base

de rocas volcánicas de edad relativa Pleistocénica Inferior. La estructura interior y exterior de la caldera está formada, en orden de abundancia, de rocas dacíticas, basálticas y andesíticas. En los alrededores de la caldera se presentan rocas basálticas de edad contemporánea a las anteriores, pertenecientes seguramente al mismo sistema volcánico.

En la parte Este de la caldera se presentan rocas basálticas andesíticas de edad Reciente, provenientes del estrato volcán Suchitán. Una colada de lava basáltica perteneciente a este volcán, se introduce en parte en la depresión de la caldera por el lado Este de la misma. Depósitos de pómez en forma de hialoclastitas en la fase eruptiva precaldera, están diseminados en los alrededores de ésta. En la parte Sur forman un depósito de gran espesor; en éstas se mezclan o se intercalan con los sedimentos fluvio-lacustres que rellenan el Valle de Monjas. La depresión de la caldera se encuentra igualmente rellena de sedimentos lacustrinos mezclados con hialoclastitas. Diseminados en los alrededores, asociados con las fallas del sistema NNW-SSE, se presentan numerosos conos cineríticos, lávicos y cráteres de origen freatomagmático.

VOLCAN SUCHITAN - La distancia que separa al cráter de este volcán con el margen Este de la Caldera de Retana, es de unos 5 kms. aproximadamente. Las coladas lávicas de éste cubren la porción Este de la citada caldera; una de las más recientes coladas, como se expresó antes, penetró en parte en la depresión de dicha estructura.

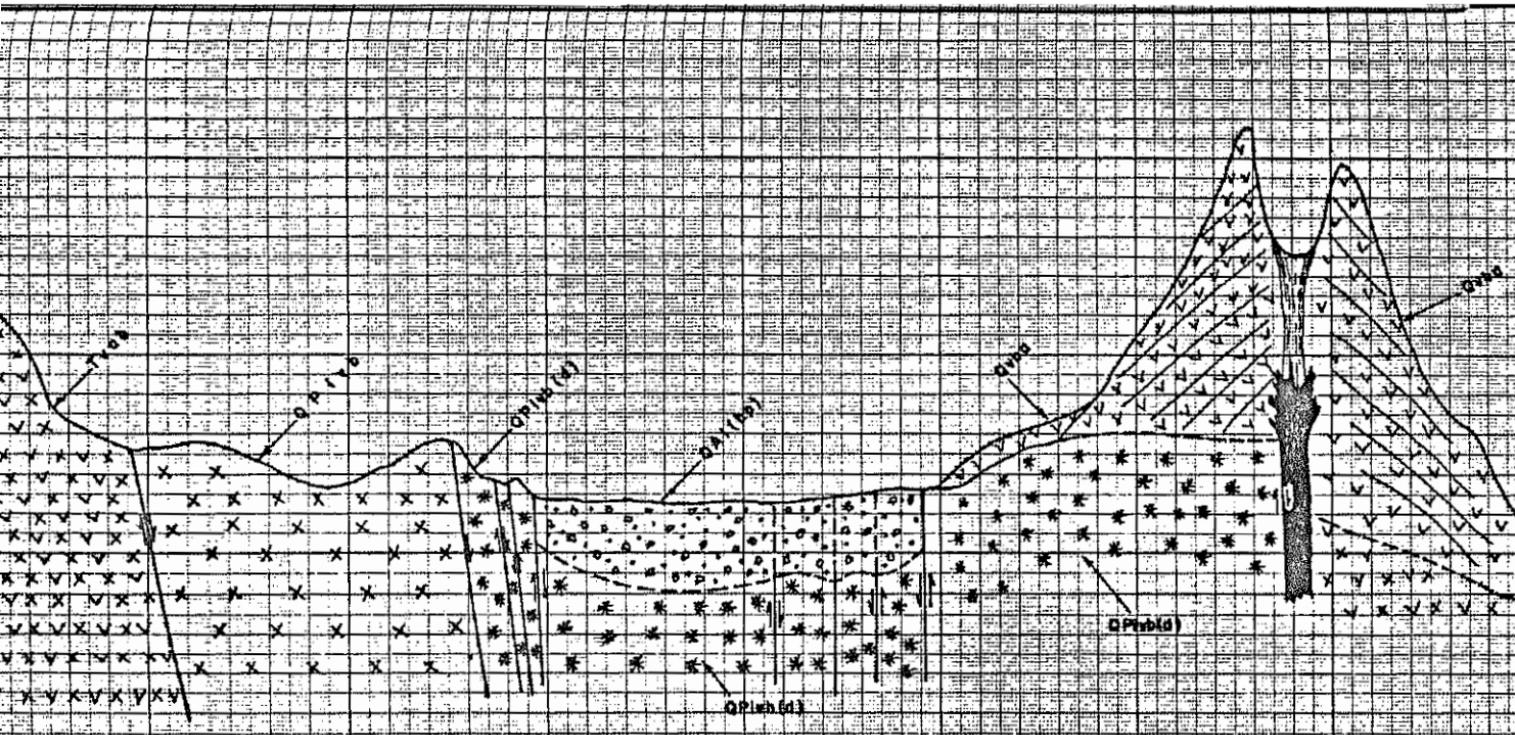
La edad de este estratovolcán de composición basalto-andesítica es muy reciente, sin embargo, su origen se considera un poco posterior a la formación de la Caldera de Retana.

La naturaleza basáltico-andesítica del volcán, indica la presencia en el subsuelo de una cámara magmática en proceso de diferenciación. Aunque los tipos de lava de este

volcán difieren en cuanto a composición con los de la Caldera de Retana, cabe la posibilidad de que ambos aparatos volcánicos tengan una cámara magmática común. Lo anteriormente expuesto se basa en el hecho de que resulta difícil plantear la existencia de cámaras magmáticas separadas para cada aparato, pues la distancia horizontal entre ambos es corta. Otra posibilidad sería de que las cámaras magmáticas de cada aparato, estén separadas en proyección vertical y no en posición horizontal.

4.1.4. HISTORIA ERUPTIVA

El aparato volcánico de la Caldera de Retana, se considera de edad Cuaternaria Pleistocénica Inferior y originalmente consistía en un cono de mediana altura. La alternancia de lavas de diferente composición química indica que el volcán tuvo varias fases eruptivas, como consecuencia de la paulatina diferenciación magmática de su cámara. En época posterior a la actividad citada, nuevas inyecciones de magma de procedencia profunda en la antigua cámara, reactivaron a ésta, produciéndose en su seno una mayor diferenciación, a consecuencia de lo cual tuvo origen una violenta erupción de tipo freatomagmático, con expulsión de un enorme volumen de pómez dacítico (hialoclastitas). El vacío dejado en el interior de la cámara por la eyección del pómez, desequilibró la estructura original citada, causando el colapso de la misma hacia su interior y formando en la parte exterior la depresión actual que ocupa la caldera. Posteriormente a la formación de ésta, el sistema de fallas de orientación NNW-SSE se reactivó, mediante nuevas fallas paralelas, las cuales formaron estrechos grabenes, uno de los cuales seccionó la parte media-Este de la Caldera. En la proyección de una de las fallas de éste, en la parte exterior Norte de



SECCION GEOLOGICA A-A

ESCALAS: Horizontal 1:100,000
Vertical 1:20,000

PROYECTO GEOTERMICO GUATEMALA
FASE RECONOCIMIENTO
OLADE
SECCION GEOLOGICA
A-A

ELABORADO POR: SERVICIO GEOLOGICO, S.A.	REVISADO POR: INSTITUTO GEOLOGICO LATINOAMERICANO	FECHA: MARZO 1966
DISEÑADO POR: A. MOSERER	REVISADO POR: L. A. D. S.	FECHA: JULIO 1966

la misma, surgió un domo de composición dacítica. Más hacia el Norte y sobre las mismas fallas, se originaron pequeños conos cineríticos y cráteres de origen freato-magmático (Laguna de San Pedro y Cráter de Monjas). Otro graben del mismo tiempo se formó en la parte exterior Oeste de la Caldera, habiéndose originado igualmente en la Proyección de las fallas del mismo, conos cineríticos lávicos y cráteres de explosión.

4.2. PROSPECTO IXTEPEQUE - LAGUNA DE OBRAJUELO

4.2.1. GEOGRAFIA

El volcán Ixtepeque está localizado a unos 10 kms. al Norte de la ciudad de Asunción Mita, en el departamento de Jutiapa. Es accesible mediante la calle que conduce del pueblo Agua Blanca al Caserío Quequexque. El diámetro de la base del volcán es de unos 4 kms. y su elevación -- máxima es de 1,292 m.s.n.m.

4.2.2. ESTRUCTURA

El sistema volcánico Ixtepeque, está localizado -- dentro de la depresión que ocupa el graben de Ipala, el -- cual está formado por las fallas del sistema distensivo -- de rumbo N-S. Otro sistema de fallas de menor edad y de -- carácter más secundario tiene un rumbo aproximado NNW-SSE. Estructuras de forma circular están presentes en el área, las cuales corresponden a pequeños cráteres volcánicos.

4.2.3. GEOLOGIA

Volcán Ixtepeque - Se desarrolla en el interior del graben de Ipala, sobre una base de rocas volcánicas de -- edad Pleistocénica Inferior a Media. El volcán está constituido por lavas de obsidiana riolítica. La erupción que dió origen a éste tuvo lugar a través de una falla de --

orientación NE-SW, sobre la cual surgieron otros domos de obsidiana riolítica ligada a fases basálticas. Entre los domos secundarios citados se pueden enumerar los denominados Pino Redondo, Chagüitillo y Laguna de Obrajuelo. Contemporáneamente surgió entre el volcán Ixtepeque y el domo Pino Redondo un cono cinerítico de composición basáltica.

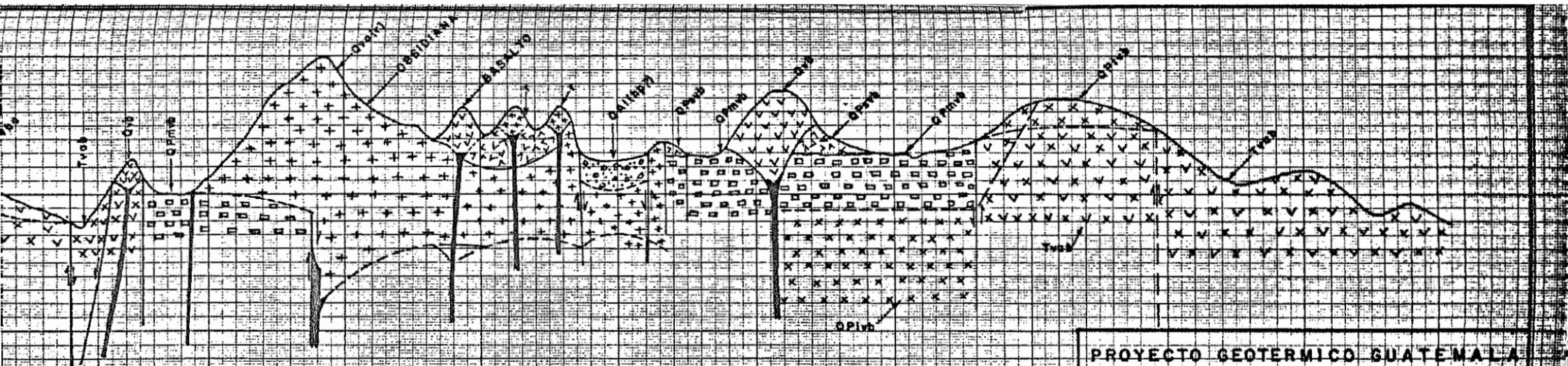
Laguna de Obrajuelo - Se considera que esta estructura volcánica, juntamente con otros domos secundarios asociados genéticamente a ella, pertenecen al mismo sistema volcánico Ixtepeque. Esta se desarrolla en el punto de convergencia de la falla descrita en el párrafo anterior, con otra de rumbo aproximado N-S. Asociados a esta última se presentan los domos volcánicos denominados Penalvía, Tempisque y otros, compuestos todos de similar obsidiana riolítica. En las inmediaciones de esta formación se observa la presencia de estratos de pómez riolítico, dentro de los cuales Williams, McBirney y -- Dengo (1964), denunciaron la existencia de cenolitos de rocas graníticas y metamórficas en los estratos pumíticos.

4.2.4. HISTORIA ERUPTIVA

Los domos volcánicos Ixtepeque, Pino Redondo, Chagüitillo, Obrajuelo y el cono San Gaspar, son contemporáneos y surgieron a lo largo de una falla común de rumbo NNE-SSW. Los tres primeros son de composición similar o sea lava de obsidiana riolítica, mientras que el último es de naturaleza basáltica.

La presencia voluminosa de obsidiana en este sistema volcánico, indica que el magma en su ascenso sufrió un enfriamiento brusco, al haber atravesado en el subsuelo un medio sumamente acuoso. Después de un período de tranqui

lidad, surgió una nueva actividad volcánica de este sistema, a lo largo de la falla de rumbo Norte-Sur, la cual intercepta la anterior a la altura de la Laguna de Obrajuelo. El principal centro de emisión de esta fase fue el domo de Obrajuelo, cuya nueva actividad fue de tipo freatomagmático, caracterizada por la expulsión de regular volúmen de pómez riolítico. Los domos asociados a esta actividad son los denominados Penalvía, Tempisque y otros, los cuales son a su vez de composición de obsidiana riolítica. La efusión de gran cantidad de pómez por el aparato volcánico Obrajuelo, causó desequilibrio en la estructura del mismo, habiéndose colapsado ésta y como consecuencia de lo cual se formó el actual cráter que presenta el mismo. A continuación del fenómeno anterior aconteció en el seno de la depresión o cráter, una nueva erupción que formó un pequeño domo de pómez y obsidiana de naturaleza riolítica. La actividad volcánica descrita pone de manifiesto que el sistema volcánico Ixtepeque - Laguna de Obrajuelo, fue originado por una cámara magmática diferenciada y que las lavas eyectadas atravesaron en su ascenso un ambiente sumamente acuoso.



ESCALA: horizontal 1:100 000
vertical 1:200 000

SECCION GEOLOGICA B-B'

PROYECTO GEOTERMICO GUATEMALA FASE RECONOCIMIENTO O L A D E			
SECCION GEOLOGICA B - B'			
ELABORO:	SERVICIO:	REVISOR:	GEOL. NO. 100 000
DIBUJO Y PODASKE	GEOLÓGICOS, S.A.	GEOTERMICA	UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
		LAZARUS	UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
		APROBADO POR:	FECHA: JULIO 1967

5. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Las formaciones rocosas superficiales presentes en el área de estudio, tienen características hidrogeológicas muy heterogéneas. Todas las formaciones lávicas presentan un alto grado de permeabilidad secundaria. Los sedimentos fluvio-lacustres finos y las formaciones tobáceas por el contrario, tienen baja permeabilidad. Las formaciones volcánicas Terciarias (Tvab y Tvb) presentan características de baja permeabilidad debido a su baja porosidad y alta plasticidad de sus componentes. Las erupciones de tipo --freatomagmático registradas en el área de estudio, indican la presencia en el subsuelo de condiciones hidrogeológicas adecuadas para la existencia de reservorios geotérmicos.

Tanto la formación Cretácica (Ky), como la formación Paleozoica (Ps), bajo condiciones especiales de permeabilidad, podrían formar reservorios geotérmicos de grandes dimensiones. La recarga de los eventuales reservorios geotérmicos existentes en el área podría efectuarse a través de los diferentes sistemas de fallas descritas en los párrafos precedentes, las cuales son normales con el sistema transcurrente de Motagua. En el área de exploración --fueron localizadas y estudiadas aproximadamente unas 25 --fuentes termales (4A y 4B), cuya relación con los prospectos geotérmicos descritos será indicada en el informe hidrogeoquímico correspondiente.

En forma preliminar estas fuentes se han clasificado en --dos grupos, en base a las características físicas que presentan.

En la tabla 1 se apuntan las características citadas de ambos grupos.

La anomalía térmica del área, reflejada en las fuentes termales, son indicativas de un posible equilibrio en profundidad de agua - roca.

La interpretación geoquímica de los análisis, será igualmente expuesta en el informe final correspondiente.

T A B L A - 1

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS FUENTES TERMALES DEL AREA CENTRO-ORIENTAL

GUATEMALA

GRUPO PROSPECTO "CALDERA DE RETANA - VOLCAN SUCHITAN"

No. Fuente	Temp. °C	P.h.	Conduct. S/cm	Caudal Lit/s	Burbujas Gas	Depos. CO ³ Ca	Depos. SiO ₂	Sabor Salado	Olor H ₂ S	Tipo Roca
OF-46	49	7.48	1,570	2.3	No	Si	---	Si	Si	Basalto
OF-47	65	7.80	2,630	0.5	Si	Si	---	Si	Si	Basalto
OF-47A	29	--	307	---	NO	NO	---	No	No	Tobas
OF-47B	42	--	312	---	No	No	---	No	No	Aluvi3n
OF-47C	36	--	275	---	No	No	---	No	No	Aluvi3n
OF-51B	29.5	5.5	325	2.0	No	No	---	No	No	Aluvi3n
OF-85	34	7.10	476	0.5	No	No	---	No	No	Basalto

GRUPO PROSPECTO " VOLCAN IXTEPEQUE - LAGUNA DE OBRAJUELO "

OF-48	42	7.14	716	4-5	Si	Si	---	No	No	Caliza
OF-49A	36	--	340	0.5	No	No	---	No	No	Basalto
OF-50	84	6.30	6,070	0.5	Si	Si	---	Si	Si	Aluvi3n
OF-51	71	6.46	7,950	2.5	Si	Si	---	Si	Si	Aluvi3n
OF-51A	30	6.00	---	0.25	Si	No	---	No	No	Aluvi3n
OF-52	43	6.40	333	1.0	Si	No	---	No	No	Basalto
OF-52A	38	--	395	---	--	--	---	--	--	Basalto
OF-52B	36.5	--	395	---	--	--	---	--	--	Basalto
OF-86	32	7.25	251	5.0	No	Si	---	No	No	Basalto
OF-91	64	6.00	---	20.0	--	--	---	--	--	Basalto
OF-92	32	6.00	---	10.0	--	Si	---	--	--	Basalto
OF-93	--	--	---	---	--	--	---	--	--	Denuncio)

6. CONCLUSIONES GENERALES

En el área explorada se localizaron dos prospectos geotérmicos de gran importancia, los cuales se denominan -- "Caldera de Retana - Volcán Suchitán" y "Volcán Ixtepeque-Laguna de Obrajuelo".

La presencia de rocas volcánicas diferenciadas recientes, indica la existencia de cámaras magmáticas superficiales con alta temperatura, las cuales constituyen las fuentes calóricas de los campos geotérmicos de los prospectos apuntados.

La secuencia lito-estratigráfica de las rocas existentes en el área, es adecuada para la formación en el subsuelo de sistemas geotérmicos convectivos.

Las estructuras tectónicas presentes en el área en forma de calderas y grabenes, constituyen excelentes condiciones para el entrapamiento de acuíferos subterráneos.

Las erupciones de tipo freatomagmático de los sistemas volcánicos Retana e Ixtepeque, indican la presencia en el subsuelo de condiciones favorables para la existencia de Reservorios Geotérmicos.

Los sistemas de fallas transversales que conectan las estructuras anteriormente citadas, con el sistema de fallas transcurrentes de Motagua, garantizan la existencia de un dispositivo conductivo de recarga hidrogeológica a los posibles reservorios.

7. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas en la presente Fase de Reconocimiento Geotérmico del área, se recomienda realizar la subsiguiente Fase de Prefactibilidad de los prospectos seleccionados: "Caldera de Retana - Volcán Suchitán", y "Volcán Ixtepeque - Laguna de Obrajuelo", siguiendo las indicaciones apuntadas por la Metodología de OLADE.

8. ESQUEMA GEOLOGICO-VULCANOLOGICO DEL AREA LAGO DE AMATITLAN

8.1. GENERALIDADES

La región de Amatitlán se encuentra situada en la zona de encuentro de dos accidentes estructurales de rango principal:

- a) Frente Volcánico Actual - ligado a la subducción de la Placa "Cocos" bajo la "Placa Caribe" (figs. 2 y 3).
- b) Graben de Ciudad de Guatemala - estructura distensiva transversal generada como respuesta de la Placa Caribe a los esfuerzos compresivos laterales de la Placa Norteamericana (fig. 2).

En esta zona de encuentro se ha asentado a lo largo de todo el Cuaternario, un magmatismo intenso y complejo que persiste en la actualidad. Han anternado emisiones ácidas e intermedias, o bien, como ha sucedido en las épocas más recientes, han coexistido a distancias cortas, aparatos - ácidos y básicos.

El rasgo morfológico más espectacular es la depresión del Lago de Amatitlán (fig. 7), que se interpreta como un complejo de calderas de colapso que se generaron en fases de episodios volcánicos extraordinariamente explosivos. En su transcurso se emitieron decenas de kilómetros cúbicos de magma en forma de flujos piroclásticos, drenándose los niveles superiores de una cámara magmática somera.

El interior de la caldera compleja está ocupado parcialmente por domos, coladas y productos piroclásticos pertenecientes a lo que se denomina Complejo Acido del Lago (dacitas, riodacitas), mientras que en el extremo meridional

se levanta el Complejo Básico del Pacaya (andesitas basálticas).

En toda la depresión hay dispersas una gran cantidad de manifestaciones geotermales (fuentes, fumarolas, suelos humeantes y zonas de alteración), emplazadas en general a lo largo de zonas de fallas recientes.

8.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL AREA (Fig. 7).

8.2.1. GRABEN DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Es una depresión transversal orientada en dirección aproximada N-10°-E, con una anchura media de 12-14 kms.

Se extiende desde el sistema de fallas transcurrentes - hasta el Frente Volcánico actual y no afecta al volcánico Terciario que aflora más al Sur. Las paredes laterales (300 - 400 m. de altura media) son escarpes erosionados, recubiertos por potentes niveles de piroclastos de proyección aérea que enmascaran y suavizan la morfología preexistente, dificultando en parte la individualización de las fallas limitantes, excepto en el caso de que éstas sean actuales o subactuales y afecten a la cobertura piroclástica. Las paredes laterales, a la altura de Ciudad de Guatemala, están constituidas por lavas ácidas Terciarias intensamente tectonizadas. Más al Sur, ya en la zona de Amatitlán, - el Terciario parece haber sido erosionado, pues afloran -- granitos fracturados del basamento pre-volcánico y sobre ellos yacen directamente volcanitas Cuaternarias. El graben tiene fondo plano a causa de la acumulación de -- importantes depósitos piroclásticos de naturaleza y géne-- sis diversa.

8.2.2. ESTRATOVOLCANES DEL PLEISTOCENO INFERIOR

Los edificios más antiguos de la franja volcánica Cuaternaria son las ruinas de los estratovolcanes Montaña Carmona y Barillas.

Montaña Carmona es un edificio muy destruido por la erosión, pero cuya mitad Norte conserva todavía una morfología groseramente cónica, cortada por quebradas radiales. Asimismo puede apreciarse un buzamiento periclinal de sus materiales que permite situar el centro de emisión.

Lo componen andesitas piroxénicas con poco margen de variación.

El edificio Barillas forma el límite oriental del graben a la altura del Lago de Amatitlán y sus pendientes externas están muy recubiertas en sus partes bajas por flujos piroclásticos más modernos. A pesar de lo anterior es claramente perceptible una morfología cónica truncada. Los productos constituyentes son lavas y aglomerados de andesitas piroxénicas y andesitas algo más ácidas con hornblenda. El edificio Barillas está limitado hacia el W por un brusco escarpe contra el que se estrellan, tanto las lavas del estratovolcán Pre-Caldera como un potente Pyroclastic-flow.

La forma de este escarpe es en conjunto semicircular, pero en detalle, está integrado por segmentos de circunferencia; esta forma puede ser consecuencia del retroceso erosivo de esta parte de la pared del graben, fenómeno que no ocurre en otros sectores de éste, pero también puede ser resultado de un colapso caldérico producido con anterioridad al episodio que denominamos Estratovolcán Precaldera.

8.2.3. ESTRATOVOLCAN PRECALDERA

Con excepción del sector meridional, cubierto enteramente por materiales del Complejo Pacaya, y de una porción occidental en que sólo afloran lavas del estratovol-

cán Montaña Cardona, toda la depresión de Amatitlán está circundada por paredes casi verticales constituidas por lavas y aglomerados cuya composición varía entre andesitas piroxénicas y andesitas olivínicas.

El examen de la inclinación de los materiales, revela una distribución periclinal con respecto a la depresión, lo cual hace pensar en la existencia durante el Pleistoceno Medio de un estratovolcán que ocupó todo el extremo meridional del graben de Ciudad de Guatemala. La parte más septentrional del edificio, muestra todavía la morfología original, inclinada hacia el N. bajo una fuerte cobertera de pómez.

8.2.4. COMPLEJO ACIDO DEL LAGO

Se denomina con este nombre un conjunto de domos y coladas de composición dacítica y/o riodacítica, distribuidos en una franja relativamente estrecha, situada inmediatamente al SSW del Lago de Amatitlán.

La agrupación más voluminosa, se sitúa al SE de la población de Amatitlán, en donde se apiñan tres grandes domos que pasan lateralmente a lavas extremadamente viscosas, con textura fluidal marcada.

Otra media docena de domos se distribuye en una banda que a grandes rasgos, muestra una dirección aproximada NW-SE, coincidente con la directriz general del Frente Volcánico y con fallas longitudinales observables.

Dentro del complejo merece especial atención la pequeña Caldera del Durazno, de algo más de un kilómetro de diámetro, originada por emisión explosiva de pómez riodacítico seguida de colapso. Inmediatamente después se extruyó el domo dacítico de El Durazno, situado en la porción SW del anillo caldérico. La presencia de grandes bloques líticos en los taludes internos y en el fondo hacen pensar en una erupción freática póstuma, sin embargo no se han encontrado otros argumentos que apoyen esta suposi--

ción. Por otra parte, en la intersección del borde oriental de la caldera con una falla N-10°-E, existen emanaciones de vapor.

Hay que incluir también dentro del Complejo Acido, los - frecuentes y voluminosos depósitos de pómez de proyección aérea (pumice-fall), que se distribuyen en torno del área de Amatitlán y también los que sin duda rellenan el fondo de la depresión.

El complejo parece haber prolongado su actividad durante todo el Pleistoceno Superior y, tal vez en el Holoceno. Los rasgos morfológicos originales no han sido afectados todavía por la erosión y por otra parte, existen depósitos pumíticos de proyección aérea que se adaptan al relieve actual y que incluso se alojan en pendientes muy fuertes.

8.2.5. COMPLEJO BASICO DEL PACAYA

Está constituido por coalescencia de numerosos aparatos de dimensiones variables, concentrados en un espacio reducido que permite hablar de estratovolcán complejo.

Al igual que el complejo Acido del Lago, ha tenido una actividad prácticamente continua a lo largo del Pleistoceno Superior y Holoceno, incluso en la actualidad el Volcán - Pacaya continúa activo.

Como prueba de la actividad simultánea de ambos complejos, es frecuente encontrar horizontes de lapilli oscuro (básico) en zonas de predominio de niveles pumíticos claros e, inversamente, mantos de pómez dacítico intercalados entre materiales del Complejo Pacaya.

La composición de los productos de emisión es básica (andesitas basálticas) y en mayor o menor proporción, siempre existen fenocristales de olivino.

Aunque los puntos de emisión son numerosos, su distribución espacial no sigue un patrón geométrico claro.

Solamente en un caso es visible una fisura sobre la que -

se han instalado múltiples conos de escoria, revelando una dirección NW-SE que coincide con el trend longitudinal general.

8.3. EVOLUCION VOLCANICA DEL AREA

- Actividad volcánica Terciaria de carácter predominantemente ácido. Cesa la actividad y se crea una superficie de erosión más o menos acentuada, desmontándose sobre todo la porción correspondiente a la franja de concentración de centros de emisión.
- Reanudación de la actividad en el Plioceno Superior o Pleistoceno Inferior, con frente volcánico desplazado hacia el mar con respecto al frente Terciario. Posiblemente en esta época comienza a formarse el graben de Ciudad de Guatemala. Edificación de los estratovolcanes de Montaña Carmona y Barillas.
- Se acentúa el graben de Guatemala. Hipotética actividad explosiva ácida en la zona de Amatitlán y correlativa formación de una caldera cuya morfología quedaría reflejada parcialmente en el actual escarpe occidental del edificio Barillas (Caldera original o exterior).
- En el Pleistoceno Medio se forma el llamado Estratovolcán Precaldera en el interior del graben, ocupando el extremo Sur de este último.
- Cesa la actividad en el estratovolcán Precaldera, que comienza a erosionarse. La tranquilidad emisiva permite el emplazamiento y diferenciación de una cámara magmática de grandes dimensiones bajo el estratovolcán.
- A comienzos del Pleistoceno Superior, tiene lugar la erupción pliniana vinculada a la formación de la segunda Caldera de Amatitlán. A la cámara diferenciada mencionada en el punto anterior, llega un aporte voluminoso

so de magma básico más caliente que la temperatura media de la masa diferenciada. Este brusco incremento de temperatura desequilibra el sistema originando movimientos convectivos y en ocasiones turbulencia, aumento de la presión sobre las paredes, concentración de volátiles en el techo de la cámara, abombamiento de la superficie, sismicidad constante, liberación súbita a través de fracturas que conectan la parte alta de la cámara con la superficie y erupciones mediante columna pliniana continua, cuyo colapso da origen a flujos piroclásticos extraordinariamente fluidos que se dispersan radialmente. Se cubren las depresiones y superficies planas adyacentes (entre ellas el graben de Guatemala) y a distancias mayores se canalizan por los valles hasta alcanzar la Llanura Costera por el Sur y el Valle de Motagua por el Norte.

De esta manera se drenan rápidamente hacia el exterior los niveles más altos de la cámara, disminuyendo gradualmente la presión interna del sistema.

En cierto momento dicha presión es insuficiente para compensar el peso de la columna rocosa suprayacente y se produce el colapso. El contorno de la caldera así creada refleja la geometría de la cámara; análogamente el volumen de la depresión equivale al volumen de magma desalojado.

La recién formada depresión queda a un nivel más bajo que la superficie freática del sector, por lo que se inunda de agua procedente de los acuíferos locales interceptados; a esta inundación pueden haber contribuido también las lluvias acompañantes de la erupción.

- La erupción prosigue, pero ahora tiene lugar en interacción con agua y se transforma en freatopliniana. Aumenta el grado de explosividad, con lo que los piroclastos se fragmentan más; al mismo tiempo aumenta la proporción de la fase gaseosa (presencia de vapor de agua) con respecto a la fase sólida y la dispersión -

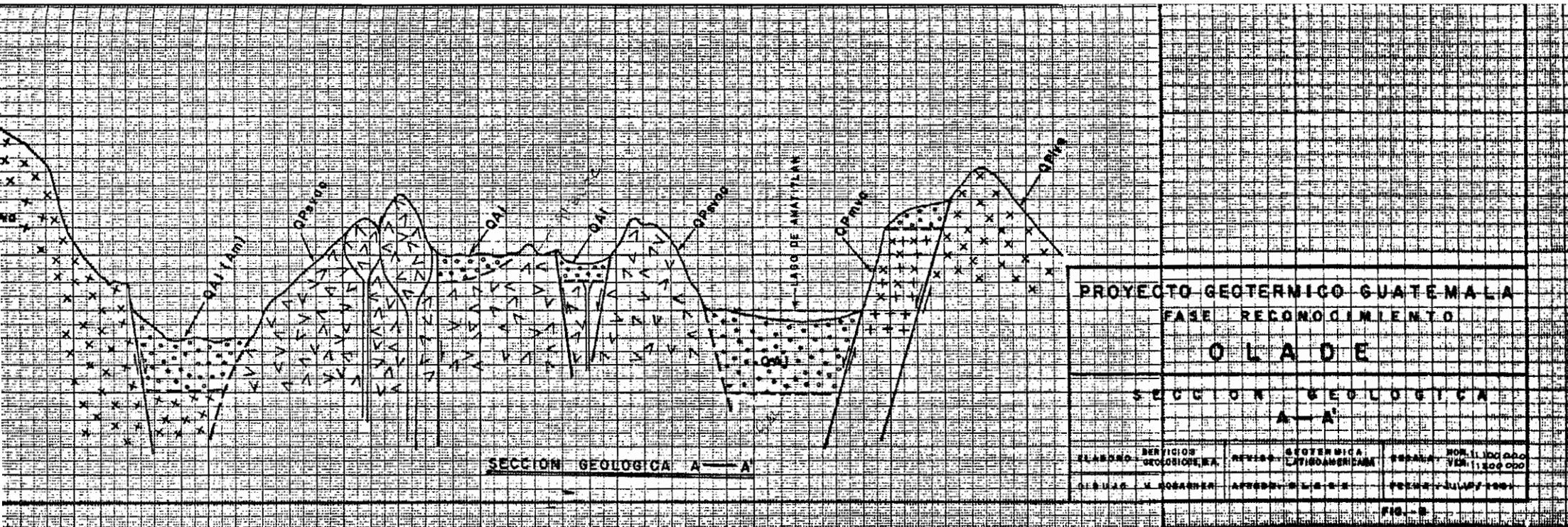
resultante es de baja concentración, es decir, se generan pyroclastic-surges en lugar de pyroclastic-flows. Una posible consecuencia de esta fase ultraexplosiva - es la formación de la tercera caldera del complejo Amatitlán.

- Cesa la actividad eruptiva en el área de Amatitlán, si bien pueden llegar hasta ella productos de explosión - emitidos en centros distantes. La cámara magmática vinculada al episodio anterior probablemente sigue existiendo en nuevas condiciones de composición, presión - de volátiles, geometría, profundidad, etc. La depresión de Amatitlán comienza a rellenarse de depósitos lacus- tres. Actividad fumarólica generalizada unida a altera- ción hidrotermal.
- En el Pleistoceno Superior y Holoceno, se reanudan las erupciones en el área a partir de dos centros desconec- tados genéticamente pero próximos en el espacio. El complejo volcánico del Pacaya, emite materiales bá- sicos. El complejo ácido del Lago emite materiales diferencia- dos que proceden de una cámara magmática somera.

8.4. CONCLUSIONES GENERALES

La importancia geotérmica del área de Amatitlán, viene dada, fundamentalmente, por dos factores:

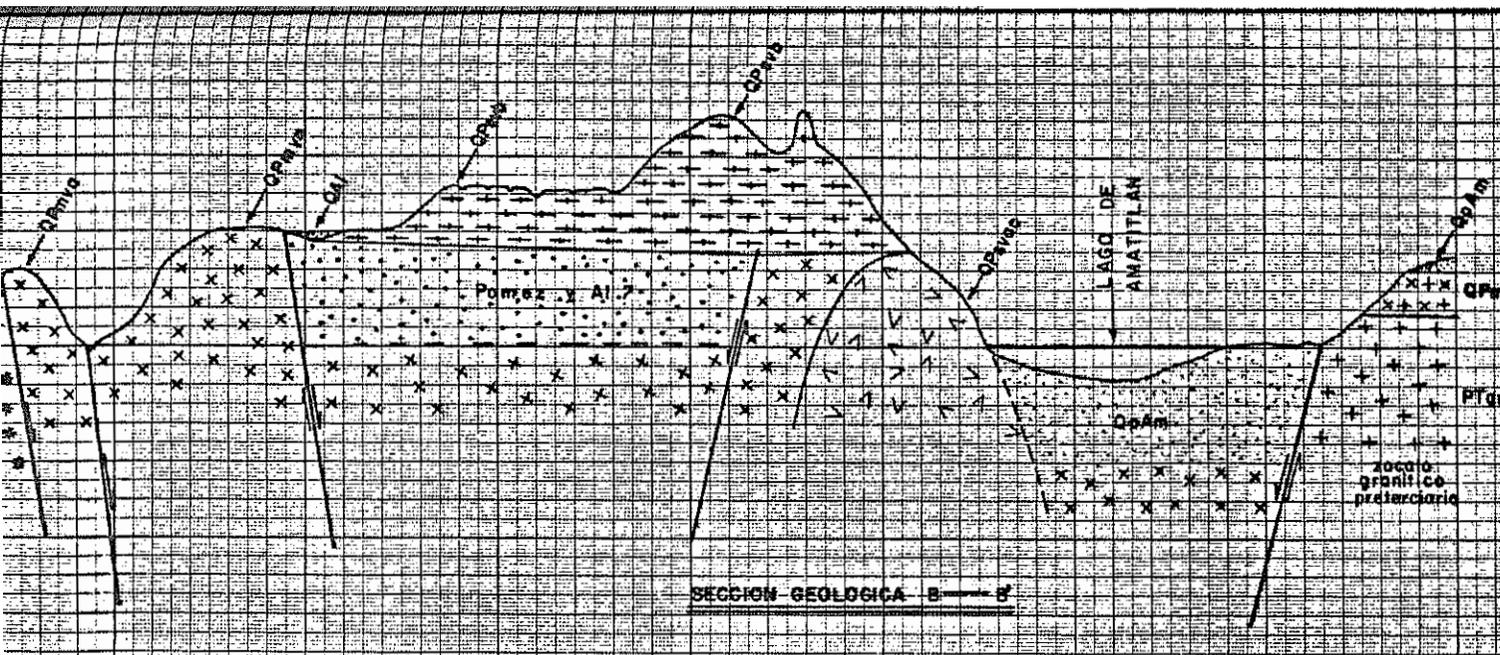
- a) Existencia de un complejo de calderas de colapso que - hunde la porción somital de un estratovolcán del Pleis- toceno Medio. Esta estructura representa la trampa en que pueden quedar atrapados los fluidos geotérmicos.
- b) Persistencia, a lo largo del tiempo y hasta la actuali- dad, de una cámara magmática de dimensiones considera- bles, instalada en niveles altos de la corteza. Esta - cámara garantiza la fuente de calor.



PROYECTO GEOTERMICO GUATEMALA
 FASE RECONOCIMIENTO
OLA DE
 SECCION GEOLOGICA
 A-A'

ELABORADO	SERVICIOS GEOLOGICOS	REVISADO	GEOTERMICA LATINOAMERICANA	FECHA	NOV. 1, 1960 VIA 1: 200 000
ELABORADO	M. ROSENBERG	REVISADO	S. L. G. S.	FECHA	JULIO 1961

FIG. 5



PROYECTO GEOTERMICO GUATEMALA FASE RECONOCIMIENTO OLADE SECCION GEOLOGICA B - B'		
CLASIFIC. SERVICIOS GEOLOGICOS, S.A.	REVISO. GUBERNIO LATINOAMERICANO	ESCALA: 1:50,000 VE 1:50,000
GERENTE: V. NOBARRHEN	ASESOR: O. A. P. R.	FECHA: ABRIL 1982

FIG. -9

Para sistematizar la cuestión, es necesario examinar - los diversos elementos que conforman el sistema geotérmico que, muy probablemente, existe en el área de Amatitlán.

FUENTE DE CALOR - Está constituida por la cámara - magmática cuya manifestación en superficie, es el complejo ácido del Lago; los datos existentes, sugieren - que su presencia ha sido permanente desde el Plioceno Medio hasta la actualidad.

La dispersión de los domos en una banda orientada aproximadamente según la directriz NW-SE, hace pensar que la geometría del techo de la cámara actual, es también alargada u ovalada en coincidencia con la mencionada banda, si bien cabe suponer que se ensancha en profundidad. El volúmen es sin duda considerable, pues en fecha reciente han tenido lugar erupciones singulares que totalizan varios kilómetros cúbicos de material emitido; -- por otra parte, en estas erupciones sólo han sido drenadas las fracciones más ligeras, diferenciadas y ricas - en volátiles correspondientes a los niveles altos del - techo, es decir, el volúmen emitido es solamente una -- fracción del volúmen total. Este último puede estimarse por tanto, en un orden de magnitud de algunas decenas.

RESERVORIO - La Caldera de Amatitlán, se originó por colapso de la porción somital del Estratovolcán Precaldera, precisamente la porción donde es mayor el porcentaje en volúmen de lavas, pues los productos piroclásticos (avalanchas de nube ardiente, lahares, etc.), tienden a acumularse en las porciones periféricas de menor pendiente. Estas lavas poseen una cierta permeabilidad primaria, como se observa en las paredes de la caldera,

y a ella hay que superponer la fisuración y fragmentación (permeabilidad secundaria) generada durante el colapso caldérico en la porción hundida.

Existan o no volcanitas Terciarias en profundidad, el basamento del Complejo Caldérico de Amatitlán es granítico.

Por otra parte, dentro de los materiales del estratovolcán Precaldera colapsados, hay que esperar que existan variaciones verticales de la permeabilidad. Las zonas de predominio lávico responden rígidamente a la fracturación y dan (o pueden dar) horizontes de alta permeabilidad secundaria; los horizontes de predominio aglomerático son más alterables y responden más plásticamente a la fracturación, por lo que, con frecuencia, se comportan como acuitardos.

No se excluye pues, que dentro del espesor del reservorio, existan niveles diferentes, más o menos interconectados.

CAPA SELLO - El fondo de la depresión de Amatitlán, está ocupado por un volumen no conocido, pero sin duda importante, de materiales lacustres y de piroclastos de génesis y procedencia diversas. Este conjunto puede constituir la Capa Sello.

Los niveles de granulometría más fina (depósitos lacustres, materiales freatomagmáticos) sin duda tienen baja permeabilidad. Por otra parte, la naturaleza fragmentaria del conjunto del relleno, facilita la meteorización y, sobre todo, la alteración hidrotermal; es pues muy probable que exista self-sealing.

RECARGA - El aporte de agua al reservorio, puede hacerse a través de las numerosas fallas N-S que cortan el siste-

ma y, por transmisión lenta, a través de las volcanitas Terciarias de las paredes laterales.

8.5. RECOMENDACIONES

Estudios precedentes desarrollados en esta área por el Departamento Geotérmico del INDE, ponen de manifiesto la existencia de condiciones geotérmicas favorables en el subsuelo.

El presente estudio de reconocimiento geovulcanológico - reafirma la excelente potencialidad geotérmica del área Lago de Amatitlán.

En base a los resultados favorables apuntados, se recomienda desarrollar en el área "Lago de Amatitlán", los estudios sistemáticos complementarios correspondientes a la Fase de Prefactibilidad, tomando como base la metodología indicada por OLADE.

MER/mgdv.

BIBLIOGRAFIA

- Bohnenberger, Oho H. (1966): Los Focos Eruptivos Cuaternarios de Guatemala.
- Navarro, José M. (1981) Reconocimiento Geológico-Vulcanológico del Area Lago de Amatitlán (OLADE).
- Plafker, George (1976) Tectonic Aspects of the Guatemala Earthquake of 4 February 1976. Science Vol. 193, number 4259.
- Williams H., McBirney A.R. and Dengo G. (1964) Geologic Reconnaissance Of Southeastern Guatemala - University of California. Publications in Geological Sciences. Volumen 50.

* * * * *