

SEGUNDA PARTE:

GEOLOGIA

ING. CARLOS E. AGUILAR

CAPITULO I

EVOLUCION GEOLOGICA

Las rocas más antiguas encontradas en El Salvador, demuestran que la geología del país comienza en la Era Secundaria, más exactamente entre el Cretácico Medio y Cretácico Superior.

Por considerarlo de interés, y por el hecho de estar relacionado con los eventos geológicos ocurridos en nuestro país, se ha iniciado este Capítulo con un resumen del estudio realizado por Dengo ⁽²⁾, denominado "Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central", para luego entrar de lleno en los aspectos geológicos relacionados directamente con El Salvador ⁽³⁾.

En su estudio, Dengo ha empleado el término América Central en igual sentido que lo acordado en la V Semana Cartográfica de América Central, efectuada en el mes de junio de 1965, en la ciudad de San José, Costa Rica. En esta reunión se recomendó aplicar dicho término a la región comprendida por las áreas de las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

La recomendación anterior fue aprobada por la VIII Asamblea del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, en la ciudad de Guatemala en julio y agosto de 1965, y es, por consiguiente, la que debe emplearse al referirse al Área política.

En lo referente a su estructura geológica regional, América Central se divide en dos partes: una Septentrional y otra Meridional.

El basamento de la primera está compuesto por rocas cristalinas, metamórficas e ígneas, cuyo origen se remonta a principios o a mediados de la Era Paleozoica.

Por otra parte, América Central Meridional presenta una corteza de espesor intermedio del lado del Caribe, semejante a la existente en la Cuenca Marina de Colombia. Además, presenta una corteza más delgada, del lado del Pacífico, la cual probablemente es de tipo oceánico. El basamento de esta área está compuesto por rocas de composición básica, de tipo oceánico, que datan de la Era Mesozoica (Dengo, 1962 b; Weyl, 1966 a). La gravimetría demostró que las mayores anomalías negativas Bouguer concuerdan con las áreas de tierras altas, según las observaciones de Woollard y Monges Caldera, 1956; y Monges Caldera et al, 1962. Estas anomalías proporcionan información de los principales elementos de la estructura geológica. Así, como un corolario de lo anterior, se desprende que la mínima gravitación en el Oeste ⁽⁴⁾ de Guatemala (−100 a −150 mgal) está relacionada con un basamento granítico, que aflora en ciertos lugares cercanos a la superficie.

(1) Las llamadas relativas a este capítulo están incluidas en las notas bibliográficas al final del Capítulo II.

(2) Dengo Obregón, Ing. Gabriel, "Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central". México. Primera edición en español. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), Guatemala, 1968.

(3) La numeración de estas notas corresponde al orden que guardan en las bibliografías capitulares del texto.

(4) NB.: El autor de esta obra prefiere enunciar en ella, *sin abreviaturas*, los nombres de los puntos cardinales, conforme acostumbran en su gran mayoría los técnicos de hoy. Los casos de excepción se aclaran en el curso del texto.

En la América Central Meridional se encuentran las mayores anomalías positivas Bouguer (mayores de 100 mgal), concordando con las Penínsulas de Nicoya y Azuero, formadas, en su basamento, por basalto y otras rocas básicas.

La primera, forma parte del Continente Norteamericano por su estructura e historia geológica. El límite estructural de Norteamérica se puede ubicar en la parte central de Nicaragua y a lo largo del declive continental del lado Sur del Banco de Nicaragua (King, 1962).

América Central Meridional comprende desde el Sur de Nicaragua más o menos a la latitud del paralelo 12° 30' N, hasta las tierras bajas de Atrato, Colombia. Se caracteriza por su afinidad, principalmente con el Caribe y el Pacífico (Dengo, 1967; Weyl, 1965; King, 1962).

La interpretación de la estructura geológica regional se realizó mediante información proporcionada por la gravimetría, sismología y exploración sísmica, así como también por el conocimiento de la geología superficial, perforaciones, etc. La investigación geofísica resultó ser muy valiosa, ya que, a través de ella, fue posible obtener ciertos conocimientos relacionados con la naturaleza de la corteza terrestre en diferentes regiones de América Central, como también en las áreas marinas vecinas.

De esta manera, se tiene que América Central Septentrional, incluyendo el Banco de Nicaragua, posee una corteza de tipo continental.

En lo referente a El Salvador, el Instituto Geográfico Nacional (1976), ha realizado estudios de mediciones gravimétricas de acuerdo al Programa de la Red Nacional de Gravimetría.

Entre las mediciones más recientes de este Programa se tienen las siguientes:

- a) Red Nacional del Programa Gravimétrico Centroamericano.
J. Monges C. — Gravímetro Worden No. 33, 1958.
- b) Mantenimiento de lecturas de enlace internacional Aeropuerto de Ilopango.
J. Monges C. y R. Geller G. Worden y Lacoste.
- c) Levantamiento Zona Litoral.
J. González G. — G. Worden No. 32, 1962.
- d) Gravimetría submarina—Golfo de Fonseca, Equipo Centroamericano, IAGS y UNAM.
Grav. Subm. Lacoste y Romberg, 1964.
- e) Región de Estudios Geotérmicos.
J. González G. — G. Worden No. 32, 1966.
- f) Red Nacional (1a. Parte).
J. Bustamante — Worden III Mater, 1971.
- g) Región Estudios Geotérmicos.
Personal C.E.L. — Worden III Master, 1972.
- h) Red Nacional (2a. Parte).
J. Bustamante — Worden 312, 1973-74.

Los datos atinentes a sismos naturales (Gutenberg y Richter, 1954; Schulz, 1963; Figueroa, 1963), así como también los proporcionados por métodos artificiales de refracción, en investigaciones realizadas en el mar (Worzel y Shurbert, 1965; Ewing, Antoine y Ewing, 1960; Shor y Fisher, 1961), son elementos de juicio utilizados para obtener información sísmica de esta área. Los sismos que tienen su origen en la América Central Meridional demuestran que el basamento de ésta es menos rígido que el de América Central Septentrional.

Los distintos espesores de la corteza terrestre en el área

de América Central han sido estimados a través de exploraciones sísmicas, empleando métodos artificiales. En términos generales, estos espesores varían entre 6 y 25 km.

En vista de que El Salvador es parte integrante de América Central Septentrional, únicamente se hará mención detallada de ésta en todos sus diferentes aspectos geológicos.

La historia geológica y tectónica de esta región ha sido discutida en distintas ocasiones por varios investigadores, entre los cuales sobresalen Vinson y Brinemann (1963). En lo referente a la estratigrafía, base para reconstruir la historia geológica, existen numerosas publicaciones; entre las más importantes se mencionan la de Hoffstetter et al (1960), Bohnenberger (1966 a), Bonis (1966), Mills et al (1967), etc. La secuencia estratigráfica de América Central Septentrional se puede resumir de la siguiente manera:

- Rocas volcánicas e intrusivas del Terciario y el Cuaternario.
- Rocas sedimentarias del Terciario.
- Sedimentos mesozoicos, especialmente rocas carbonáticas del Cretácico.
- Rocas sedimentarias del Paleozoico Superior (Pennsylvánico y Pérmico).
- Rocas metamórficas del Paleozoico Inferior.
- Rocas metamórficas del Precámbrico.

Diversos autores han estudiado las rocas metamórficas en diferentes partes de esta región. Así, se tiene que McBirney las estudió en 1963 en la parte Central de Guatemala, en el Departamento de Baja Verapaz; Dixon (1956), en los Montes Maya de Belice; y Engels (1965), en el Norte de Nicaragua.

El conocimiento de las rocas metamórficas, ha servido de base para determinar las condiciones primarias del Geosinclinal Paleozoico de América Central Septentrional. Si se toman en cuenta los estudios realizados por De Cserna (1960) y Guzmán y De Cserna (1963), concernientes a las condiciones paleotectónicas de México, se llega a la conclusión de que un geosinclinal se prolongó en una gran extensión sobre esta parte de América Central durante el Paleozoico (Inferior y Medio), más o menos con un rumbo Este-Oeste. (5)

Consecuencia directa de lo anterior fue la existencia de una plataforma terrestre o antepaís, al Norte del geosinclinal, ocupando la misma posición que tiene actualmente la Península de Yucatán y el Banco de Campeche; en cambio, en dirección hacia el Sur, había mar abierto en la región que hoy en día ocupa América Central Meridional. Ahora bien, si este geosinclinal se extendió hacia el Caribe, esto es algo que todavía no ha sido aclarado, pero sin duda, ocupa el Promontorio de Caymán y parte del Banco de Nicaragua. (Fig. 1)

En el Paleozoico Medio, los sedimentos del geosinclinal fueron sometidos a una intensa deformación tectónica, sufriendo al mismo tiempo los efectos causados por intrusiones plutónicas, a través de una orogénesis.

Estas rocas aumentaron el área de la plataforma terrestre o antepaís que se extendía hacia el Norte, y es posible que, debido a una actividad postorogénica subsecuente, se hayan formado islas al Sur del geosinclinal. Esto trajo como consecuencia una depositación discordante sobre ellas de rocas clásticas durante el Pennsylvánico Superior, y rocas carbonáticas del Pérmico inferior. (Wolicampiano—Leonardiano). (Fig. 1b).

Tal sedimentación, ocurrida en el Pérmico, fue seguida de un plegamiento y afallamiento que afectó tanto a las rocas originales del geosinclinal, como también a las clásticas, suponiendo ciertos autores (Sapper 1937, Weyl 1961, Vinson y Brineman 1963, por ejemplo) que tal fenómeno fue seguido de intrusiones graníticas, lo cual ha dado lugar a controversias con otros autores que no están de acuerdo con ello.

(5) Nota Bene, Pág. 3.

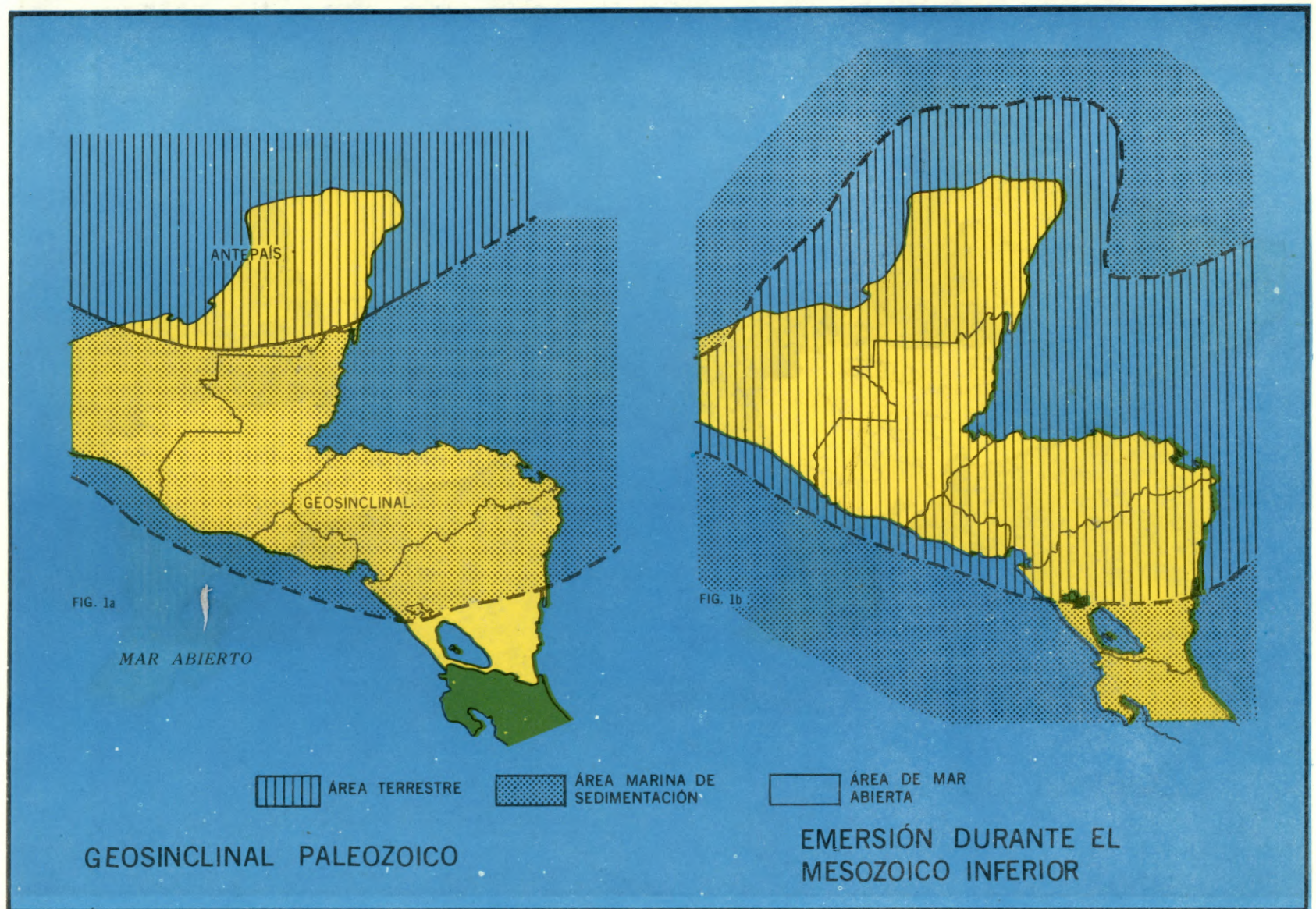


Fig. 1.—Esquema Paleogeográfico del Paleozoico-Mesozoico, según Dengo y Bohnenberger (1967). (Tomado de "Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfología de América Central", 1968). Obsérvese la inmersión marina sufrida por América Central Septentrional en el Paleozoico, que contrasta con el área terrestre del Mesozoico Inferior.

Los eventos orogénicos continuaron en el Triásico, manifestándose por medio de un levantamiento que permitió que casi toda el área de América Central Septentrional estuviera en posición emergente.

Posiblemente en el Triásico Superior, y con mayor seguridad desde el Jurásico Inferior a Medio, la parte central de Honduras fue escenario de una sedimentación marina y litoral, efectuada en una depresión angosta con rumbo Este-Oeste, observándose aquí la presencia de fallas que corren en la misma dirección.

Desde México hasta Nicaragua, se extienden sedimentos de origen continental, los cuales han sido reconocidos como pertenecientes a la Formación Todos Santos, considerándose que datan del Triásico-Jurásico o del Jurásico Superior al Cretácico Inferior. Los sedimentos rojos existentes en el área de Metapán han sido reconocidos como equivalentes a la Formación Todos Santos.

Estos sedimentos se depositaron en depresiones afalladas o fosas, orientadas generalmente de Este a Oeste. Estos fenómenos diastróficos produjeron, en ciertos casos, el levantamiento de bloques o horsts, siendo los Montes Mayas y su prolongación estructural en el subsuelo, en el Departamento de El Petén, Guatemala, un ejemplo de ello (Lloyd y Dengo, 1960).

El Promontorio de Caymán y la Fosa de Bartlett, localizadas sobre la cresta de un geoanticlinal que se prolongaba desde Chiapas hacia el Caribe, considerando asimismo el Banco de Nicaragua, comenzaron a formarse como consecuencia del afallamiento que tuvo lugar durante el Mesozoico.

Se sabe que, antes de la depositación de los sedimentos

de la Formación Todos Santos, existió cierta actividad volcánica, lo cual se puede apreciar en la Sierra Madre del Sur de Chiapas (Gutiérrez Gil, 1956) y posiblemente en el Sur-Este de Honduras (Mills et al, 1967).

La evolución tectónica del área continuó en la Era Mesozoica, en la cual, durante el Cretácico, después de la depositación de los sedimentos rojos, tuvo lugar una inmersión. Es probable que ésta haya comenzado en el Golfo de México, en el Caloviano, y prolongado hacia el Sur (Erben, 1957). (Fig. 2).

El geosinclinal que actualmente se le conoce con el nombre de Geosinclinal Mexicano y Antillano (Schuchert, 1935; Erben, 1956 y 1957; Chubb, 1960), se formó en esta era; se extiende a lo largo del Oriente de México, y es posible que se haya prolongado hacia el Este sobre las Grandes Antillas.

Este geosinclinal sufrió una deformación parcial a fines del Albiano, la cual fue acompañada de intrusiones graníticas que se observan en la Sierra Madre del Sur en Chiapas, y en el centro de Guatemala. En el Norte de El Salvador, al Sur y centro de Honduras, y al Norte de Nicaragua, existen intrusiones, también graníticas, ligeramente más jóvenes que las anteriores.

La Orogénesis Laramídica en América Central Septentrional se inició, según el criterio de ciertos autores, como consecuencia de esta deformación (Bonis, 1966 b). La actividad de esta Orogénesis deformó grandemente el Geosinclinal Mesozoico en el Cretácico Superior, y desde el Paleoceno hasta el Eoceno, acumulándose sedimentos de facies flysch en una cuenca marina alargada, que ocupa la parte más profunda del geosinclinal.

La presencia de fragmentos volcánicos no metamorfi-

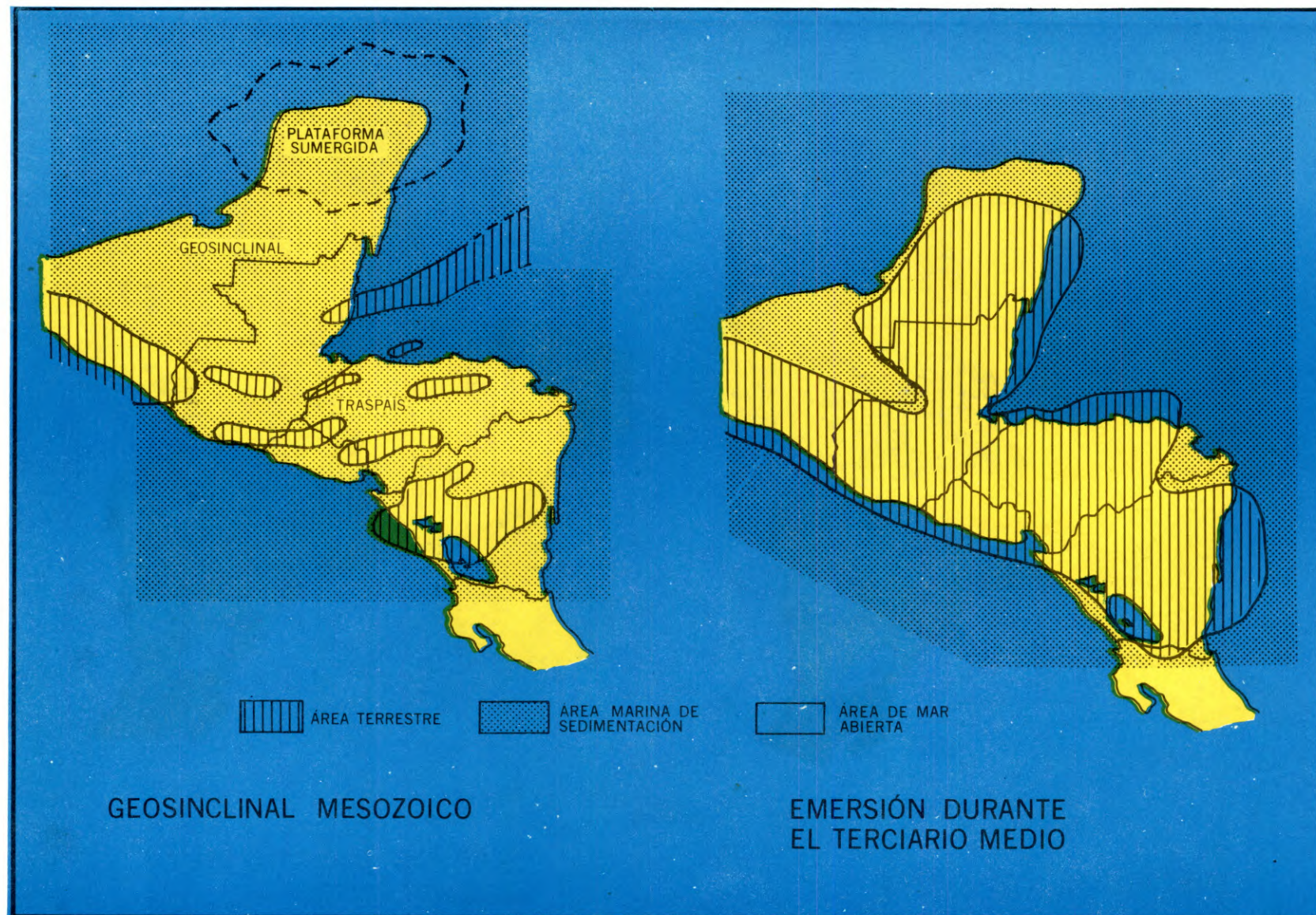


Fig. 2 - Esquema Paleogeográfico del Mesozoico-Terciario, según Dengo y Bohnenberger (1967). Tomado de Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfología de América Central, 1968 .

zados en la Formación Sepur (Guatemala), indica que hubo actividad volcánica durante el Cretácico Superior y el Eoceno, lo cual concuerda con las investigaciones sísmicas realizadas por Ewing, Antoine y Ewing en 1960; según ellos, algunas de las sierras submarinas en el Caribe Occidental, al Norte del Banco de Nicaragua, están compuestas por rocas volcánicas que datan probablemente del Cretácico Superior.

Después de la Orogénesis Laramíca, América Central Septentrional sufrió un levantamiento general seguido o acompañado por fallas normales, permaneciendo así durante el Eoceno Superior y el Oligoceno. En el Mioceno tuvo lugar una transgresión marina, sin mayor importancia, en pequeñas cuencas locales y marginales.

Este afallamiento dio lugar a la formación de fosas o grabens, algunas de las cuales controlaron la sedimentación de materiales de origen continental, especialmente entre el valle del río Motagua en Guatemala, hacia el Sur hasta el Norte de Nicaragua. Esto aconteció posiblemente desde el Cretácico Superior al Terciario Medio, habiendo recibido estos depósitos continentales diferentes nombres, entre ellos el de Formación Subinal, dado por Hirschman en 1962 y Williams, McBirney y Dengo en 1964, y Formación Totogalpa, por Del Guidice en 1960. En lo que respecta al afallamiento, éste surgió formando diferentes sistemas, algunos de ellos muy importantes, como por ejemplo:

- El formado por fallas de corrimiento con buzamiento al Sur, originado a consecuencia de la Orogénesis Laramíca;
- El integrado por fallas longitudinales, localizadas, más que todo, en el antepaís;
- El constituido por fallas más jóvenes en dirección

Noroeste Sureste, a lo largo de las cuales ha tenido lugar el Volcanismo del Cuaternario.

- El localizado en la parte central de Honduras, que presenta direcciones aproximadas a Norte-Sur.

Todas estas fallas han sido el resultado de diversos sistemas de esfuerzos sucedidos a lo largo de diferentes épocas geológicas.

El conocimiento que se tiene de esta región ha permitido distinguir entre una serie de fallas longitudinales muy importantes, y otras, que se encuentran en posición paralela a las primeras. Así, de esta manera, se tiene que los valles de los ríos Negros, Polochic y Motagua (Guatemala) están controlados por las fallas longitudinales, las cuales, según el criterio de Taber (1922), se relacionan, en lo que respecta a su origen, con la Fosa de Bartlett.

Las fallas longitudinales tienen en Guatemala un rumbo de Este a Oeste en la parte central, cambiándolo en el Oeste a N70° 60'W⁽⁶⁾ y en el Este a N60°E. Aquellas fallas que en Honduras controlan el Valle del río Chamelecón, se extienden en dirección Oeste, penetrando en Guatemala, donde se les ha dado el nombre de Jocotán. (Grane, 1966). Estas fallas se encuentran al Norte y Sur de las primeramente mencionadas.

Es importante mencionar que todas estas series de fallas longitudinales tienen desplazamientos horizontales, ya que su topografía así lo demuestra. En lo que concierne a su historia, ésta comienza desde el Paleozoico hasta el momento actual.

(6) Internacionalmente se acepta la letra W para indicar el punto cardinal Oeste. Consultar Nota Bene de Pág. 3.

Con referencia a las serpentinitas, se puede manifestar que éstas han sido localizadas desde Chiapas hasta la Isla de Guanaja, en el Caribe, en las cercanías de la costa hondureña; el origen de estas rocas y su edad es algo que todavía queda en el campo de la discusión; sin embargo, las investigaciones más recientes realizadas en ellas indican que posiblemente en el período Cretácico lograron la ubicación que presentan actualmente.

La interpretación dada por McBirney (1963), con relación al origen de estas rocas, está basada en un desplazamiento de material propio del manto terrestre a lo largo de fallas. Es por esto que se considera que las fallas longitudinales y las serpentinitas están estrechamente relacionadas en lo que concierne a su génesis.

Otro tópico bastante importante son las relaciones existentes entre América Central y el Caribe. Estas han sido discutidas muchas veces por diferentes autores, quienes las han interpretado de diversas maneras. Por considerarlo de mucho interés se presenta a continuación un resumen de estas relaciones, tomado literalmente del texto del autor (Dengo, 1968).

- “América Central Septentrional ha pasado por una serie de eventos tectónicos similares, aunque no idénticos a los que afectaron a las grandes Antillas, en particular a Cuba. Sin embargo, no es posible comprobar un paralelismo completo.”
- “Si América Central y Cuba estuvieron unidas, aún no se ha explicado satisfactoriamente el proceso y el tiempo de su separación, ni la formación de la Cuenca Marina de Yucatán, que debe haber ocurrido simultáneamente.”
- “Las relaciones entre América Central Septentrional y el Promontorio de Caymán, la Fosa de Bartlett y el Banco de Nicaragua, son más claras. Aún así, todavía falta mucha información de geología marina que permita establecerlas con mayor certeza.”
- “América Central Meridional no presenta mayores problemas de correlación geológica con el Caribe, por ser un área limitada por una cuenca marina profunda, la de Colombia, que posiblemente ha permanecido como tal a través de varias eras geológicas. Sin embargo, esta área debe tomarse en cuenta al tratar de establecer la mecánica de deformación de toda la región del Caribe.”

Es bien evidente el conocimiento que se tiene de las zonas de fracturas o fallas de extensión considerable, que se encuentran en América Central, tanto al lado del Caribe, como del Pacífico Ecuatorial Oriental. Las direcciones de desplazamiento horizontal de estas zonas de fracturas y su posible continuidad de un lado al otro, ha sido motivo de diversas discusiones; no obstante, se supone que en la actualidad esta región está formada de varios bloques de la corteza terrestre que han sufrido cierto movimiento, o se están moviendo, siempre en relación el uno con el otro, y cuyos límites son generalmente zonas de fallas de desplazamiento horizontal.

El desarrollo de la historia tectónica de América Central no ha permitido determinar definitivamente si las fallas longitudinales resultaron o no de un único patrón de esfuerzo, aunque más bien parece que fueron varios, siendo el más prominente el que estuvo activo durante o después de la Orogénesis Laramídica. (Fig. 3).

En lo referente a El Salvador, el territorio está formado en más de un 90% por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario. El resto lo conforman sedimentos pertenecientes al Mesozoico y Terciario Inferior, los cuales únicamente se encuentran en el extremo Noroeste de la República.

Como ya se mencionó, durante los períodos Triásico y Jurásico, la mayor parte del área del Norte de América Central Septentrional permaneció como una plataforma terrestre o

antepeáis, en tanto que hacia el Sur se verificó una depositación en cuencas de varias series de sedimentos rojos molásicos. Estos varían en edad de Jurásico a Cretácico Inferior, extendiéndose desde el Oriente de México hasta Nicaragua.

En la república de Guatemala, tales sedimentos son conocidos como la Formación Todos Santos; en cambio, en El Salvador, fueron denominados Formación Metapán, por Sapper. Pero en vista de que investigaciones posteriores complicaron esta nomenclatura, se ha convenido dar el término Formación Todos Santos a los sedimentos rojos localizados en Metapán. (Fig. 4).

En el Jurásico Medio se inició otro ciclo de formación de montañas, como consecuencia directa de la subsidencia gradual del geosinclinal al Norte. Esto fue seguido en el Cretácico Superior por una transgresión marina que alcanzó el Noroeste del país, lo cual resultó en la depositación de calizas. La Orogénesis Laramídica entre Cretácico Superior y el Terciario Inferior, no afectó grandemente el área que actualmente ocupa El Salvador, ubicado en ese entonces en el flanco Sur del geosinclinal Mesozoico. El resultado final de esta orogénesis consistió en un plegamiento menor y en una combadura de las series sedimentarias.

La depositación de más sedimentos de tipo molásico fue la consecuencia de un segundo levantamiento epirogenético general acompañado por un afallamiento en bloques, originándose así la Formación Subinal, que consiste en una serie de sedimentos más arcillosos. Esta formación, de edad Cretácica Superior a Terciaria Inferior, está superpuesta a la Formación Todos Santos y a las calizas de la región de Metapán. El volcanismo del Terciario Superior y Cuaternario se originó debido a esta fase post-orogénica de levantamiento.

El mayor rasgo estructural de El Salvador lo constituye la Fosa Central. El origen de ésta se ha explicado de la siguiente manera: en el Terciario Superior, fuerzas de compresión regional dieron lugar a la formación de un geoanticlinal, que se extiende paralelamente a la costa del Pacífico, desde Guatemala hasta Nicaragua, pasando por El Salvador. Posteriormente, fuerzas de tensión a lo largo de la cresta de este geoanticlinal dieron lugar a una zona de fallas, seguidas de un hundimiento, formándose finalmente la Fosa Central.

El volcanismo del Cuaternario en El Salvador está activado por la zona de fallas arriba mencionada; comenzó a lo largo de las fracturas septentrionales, migrando posteriormente al lado Sur de la Fosa Central, donde tiende a ocularla. Tal actividad volcánica aún continúa en el momento actual.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, se puede observar que el tectonismo del país es bastante intenso.

La palabra tectónica se deriva del griego tectonikós, que significa “relativo a la construcción”, ya que estudia, de cierto modo, la arquitectura de la corteza terrestre.

El Diccionario de Geología y Ciencias Afines⁽⁷⁾, define el tectonismo como el “estudio de la estructura de la corteza terrestre y de los movimientos que ha sufrido cada una de sus partes y que ha conducido al estado actual y deducción del sentido, dirección, amplitud, tiempo, duración y causa de los movimientos corticales, partiendo de las estructuras, deformaciones y trastornos”.

Al observar ciertos tipos de rocas existentes en la corteza terrestre, se nota que algunas de ellas, aun cuando a primera vista parecen ser muy rígidas, son capaces de plegarse o doblarse, sin llegar a romperse; en cambio, otras, cuando las tensiones a que están sometidas en el interior de la corteza terrestre sobrepasan su límite de resistencia específica, se rompen o fracturan de acuerdo a una serie compleja de planos que coinciden con las direcciones de mínimas resistencias, en relación con la dirección de la tensión o presión sufrida.⁽⁸⁾

(7) NOVO, P. y CHICARRO, F. Diccionario de Geología y Ciencias Afines. Barcelona. LABOR, S.A., 1957. Tom. II pp: 799-1685.

(8) DÜRR, F. et al. “Energía Geotérmica”. Informe No. 1, Servicio Geológico Nacional, San Salvador, 1960. 268 p.

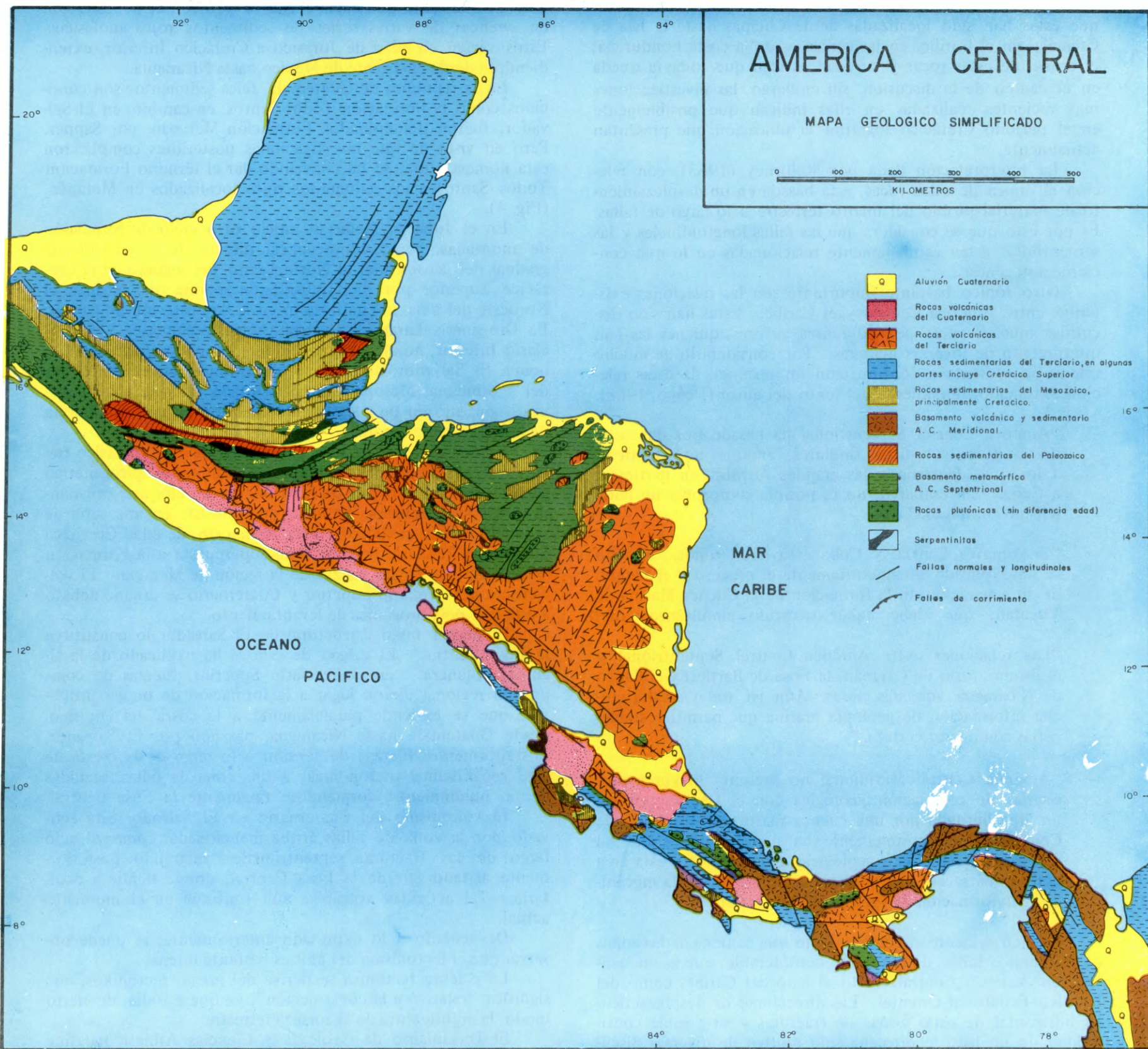


Fig. 3. Mapa geológico generalizado de América Central. (Tomado de "Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central", 1968).

En El Salvador únicamente se tiene conocimiento de tectónica de fractura. Según Durr⁽⁹⁾, existen en el país tres sistemas tectónicos, a saber:

- Uno que corre en dirección WNW.⁽¹⁰⁾
- Otro que lo hace en dirección NNE.⁽¹¹⁾ y
- Un tercero cuya dirección es NNW.⁽¹²⁾

De éstos, el más importante es el primero de los mencionados, y se le ha empleado para la subdivisión del país en zonas morfológico-geológicas.

Para mayor comprensión de estos sistemas tectónicos, se hace una descripción de cada uno de ellos, siempre de acuerdo a lo manifestado por Durr.

Sistema WNW

Lo más notable de este sistema son sus desplazamientos verticales que se observan a lo largo de esta dirección en todo el país. Su actividad originó formas de tensión, como por ejemplo, fosas tectónicas, llamadas también graben.

A este sistema se le pueden reconocer cinco ejes principales:

- El primero forma el límite Sur de la Montaña Fronteriza y presenta dislocaciones verticales de aproximadamente

(9) MELÉNDEZ, B. y FUSTER, J. M. "Geología". Madrid, Paraninfo, 1966. 687 p. número de Registro 801/66.
 (10) Internacionalmente se acepta como Oeste Noroeste.
 (11) Internacionalmente se acepta como Norte Noreste.
 (12) Internacionalmente se acepta como Norte Noroeste.

PERFIL HIPOTETICO DEL SUELO

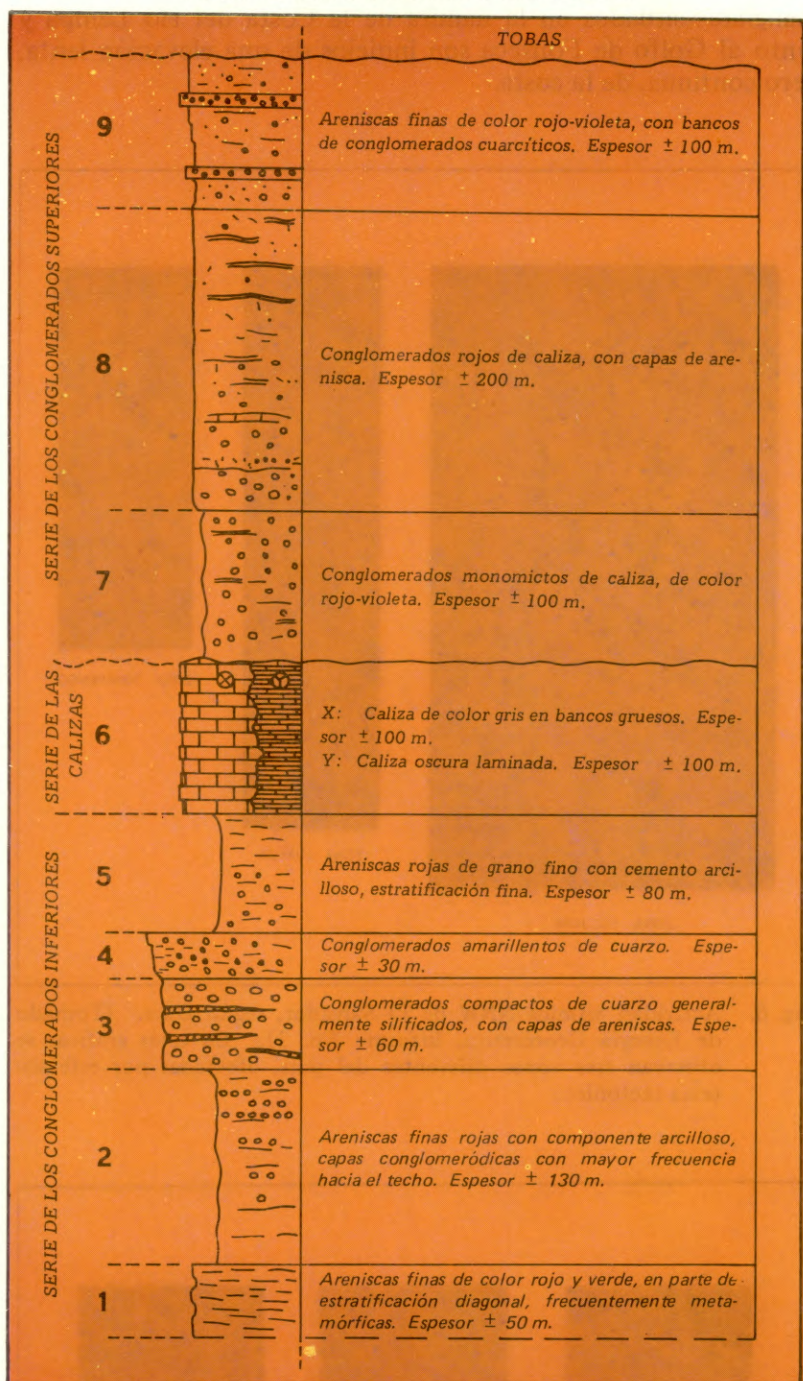


Fig. 4. Cuadro estratigráfico de los estratos de Metapán, según Dürr y Stober. (Tomados de Anales Servicio Geológico Nacional, Boletín No. 2).

1000 m. Apparently no pose any class of volcanism, nor any seismic activity.

- The second axis presents two important characteristics: the first consists in the presence of an individual extinct volcano in the North of the country (Interior Chain), and the other, in the formation of a graben of the Y type. Today it does not present any seismic activity.

- Further south remains the third axis, which seems to be the most prominent; its tectonic dislocations formed continuously tectonic basins (Central Trench). Important is the fact of counting with a young individual volcanism, which is still active, in part. The volcanoes belonging to this axis are of the type stratovolcano; besides, they are found in this tectonic basin volcanic-tectonic depressions (Lagos de Ilopango and Coatepeque) and lava domes (Cerro de San Jacinto). The tectonic movements are quite continuous; the hypocenters reach depths of more or less 10 Kms.

- The fourth axis is situated in the Pacific Ocean, at about

25 Kms. from the coast. Its seismic activity is very notable, the hypocenters have a depth of approximately 100 Kms.

- The fifth axis, situated still further south, forms the "Middle American Trench", or sea, a marine basin that occupies a position parallel to the coast; its seismic activity is not very pronounced.

The marine basin, mentioned above, contains structures of conical form that possibly are volcanoes, which have their base at a depth greater than 3000 m. and reach a height that reaches in certain cases more or less to the level of the sea water. It is also important to mention that this axis presents in its North extreme a zone of depressions, which can be considered as tectonic dislocations due to its seismic activity.

According to these axes that constitute the tectonic system WNW, it can be reasonably deduced that the tectonic activity of the country began in the North, and suffered subsequently a gradual displacement towards the South. In the actuality, the axes of major activity are the 4 and 5. (Fig. 5).

Sistema NNE

From the point of view of morphology, the NNE system is not very evident. If the vertical dislocations are characteristic for the WNE system, the horizontal ones are for the NNE; however, both are approximately contemporaneous. This is proven, because the tectonic-volcanic chain young, that crosses Nicaragua in the direction NW finalizes precisely where there exist lines of general NNW changing their direction to WNW.

Another fact that speaks in favor of the previous is the displacement of 10 to 20 Km. towards the North with respect to the axis 3, of the tectonic-volcanic chain young of Guatemala, which has the same direction and at the same time is contemporaneous of the tectonic-volcanic chain young of El Salvador. The limit between both chains is constituted by lines of direction NNE.

The NNE system seems to be the one that divided into blocks the formations that currently integrate Central America. The volcanism of this system is extremely rare; where it has existed volcanic activity, it should have manifested itself after that belonging to the axis 3 of the WNW system. The activity of the volcanoes reached small dimensions, forming some of them through a single eruption

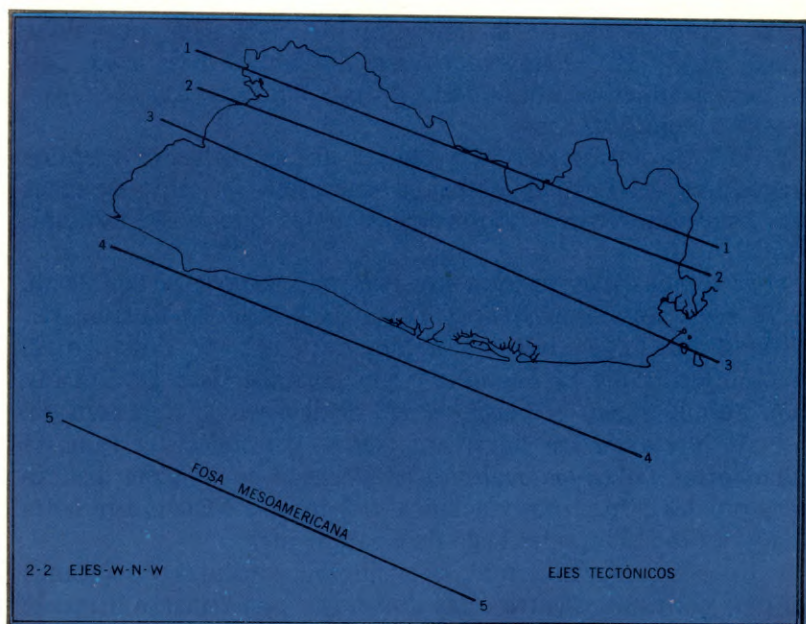


Fig. 5. Ejes tectónicos WNW de El Salvador, según Dürr. (Tomado de "Energía Geotérmica", Informe No. 1.). A través del tiempo geológico la actividad de este sistema se ha desplazado hacia el Sur.

grande. Considerados desde el punto de vista geológico, son de edad más joven que los del sistema WNW (eje 3), y en la actualidad no presentan ni siquiera actividad postvolcánica.

Sistema NNW

Todos los productos efusivos de las erupciones volcánicas ocurridas en tiempos históricos salieron de volcanes pertenecientes al sistema WNW, eje 3, pero a través de fallas con rumbo NNW, lo cual indica que este sistema es más joven que los dos anteriores. Un ejemplo típico es la erupción del Volcán de San Salvador, que en el año de 1917 arrojó lavas siguiendo una línea de debilidad tectónica NNW. (Fig. 6).

La actividad sísmica de este sistema es notable, aunque menos intensa que la del sistema WNW. A partir del año 1957 se ha venido observando en el sector de Soyapango el apareamiento de grietas de dimensiones variables, las cuales siguen una dirección NNW. El último caso observado relacionado con este fenómeno ocurrió en el año de 1968, en la Colonia Las Brisas, donde una fuerte lluvia contribuyó a la formación de una grieta, la cual destruyó varias casas y produjo daños de consideración en otras. Lo anterior es una prueba palpable del estado de juventud de este sistema. (Fig. 7).

De igual manera el terremoto que asoló las ciudades de Jucuapa y Chinameca en el año de 1951, se produjo por una liberación de energía a través de una línea con rumbo NNW.

Es bien característica para este sistema la poca profundidad de sus hipocentros, oscilando éstos en una escala de 1 a 3 km. de profundidad. (Fig. 7).

Todo lo mencionado en estos tres sistemas demuestra la extrema complejidad tectónica de El Salvador. Durr, hace la observación de que el eje 3 del sistema WNW está limitado tanto al Norte como al Sur por bloques, que se inclinan hacia los mismos puntos cardinales respectivamente. Por lo general, el buzamiento de los bloques varía entre 20° y 30°, aunque en ciertos lugares puede ser hasta de 60°.

Otro hecho bastante importante es que en la actualidad el territorio salvadoreño se está levantando. Esto se puede visualizar observando ciertas terrazas marinas jóvenes de la costa del Pacífico, así como también terrazas fluviales en distintas partes del país, que se encuentran a nivel más alto que el normal.

Los elementos tectónicos que llaman la atención, y que con frecuencia determinan la ubicación de los volcanes, forman un conjunto de fallas con rumbo NW-SE. (13)

Las cuencas lacustro-fluviales de la Formación Cuscatlán, las cuales presentan dirección NW-SE, se observan dentro de la prolongación de la depresión de Nicaragua, que tiene dirección NW-SE. Estas cuencas se desvían de Este a Sur con un desplazamiento horizontal, propio de cada una de ellas, de más o menos 30 Kms.

Al Este y Noreste de la ciudad de San Salvador y en los alrededores del Lago de Ilopango, sobresale un grupo de fallas con dirección NW-SW subordinadas a las que poseen rumbo NW-SE.

Las fallas más prominentes del país atraviesan a éste de Oeste a Este. Comienzan al Norte de la Cadena Costera del Bálsamo, prosiguen por la Caldera del Lago de Ilopango, el curso inferior del río Lempa, hasta llegar al Este de San Miguel, donde trazan el borde Norte de la Cuenca de Olomega.

Al Norte de las fallas anteriores, y paralelas a éstas se hallan otras fallas, las cuales en el Oeste se encuentran disimuladas por las estructuras volcánicas del grupo Ahuachapán-Santa Ana y por la Caldera del Lago de Coatepeque.

En el momento actual, la evolución volcánica y tectónica del país continúa. Entre estas dos existe una relación bastante

estrecha. El volcán Izalco es un ejemplo de volcán activo; los manglares situados en la llanura de la Costa del río Lempa y junto al Golfo de Fonseca son indicios de una elevación lenta, pero continua, de la costa.

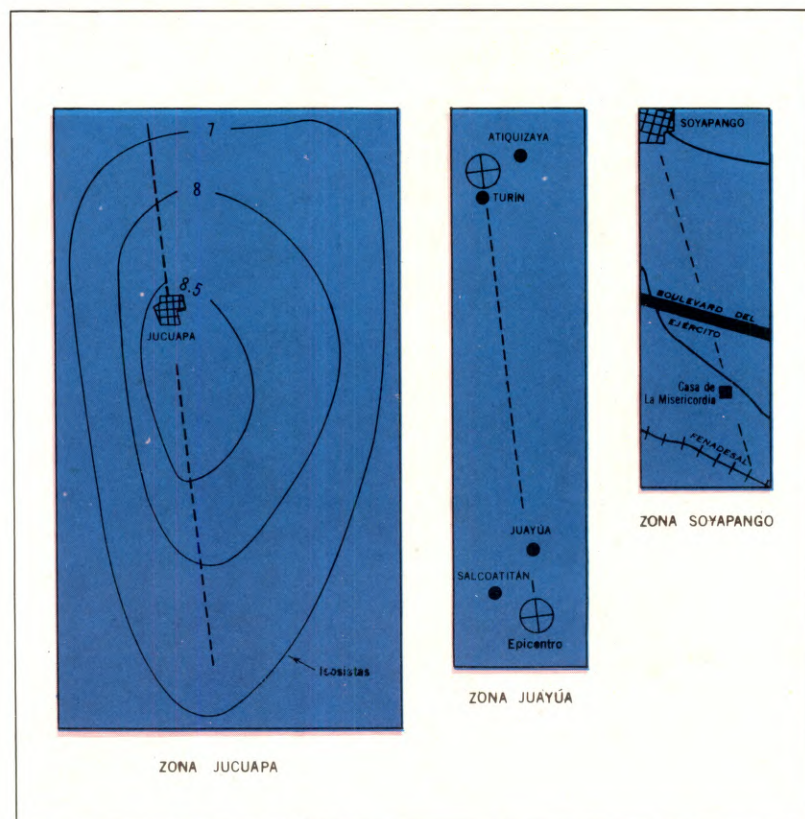


Fig. 6. Actividad sísmica NNW de El Salvador, según Dürr. (Tomado de Energía Geotérmica, Informe No. 1). En estas gráficas se observan tres zonas diferentes del país, afectadas por este sistema tectónico.

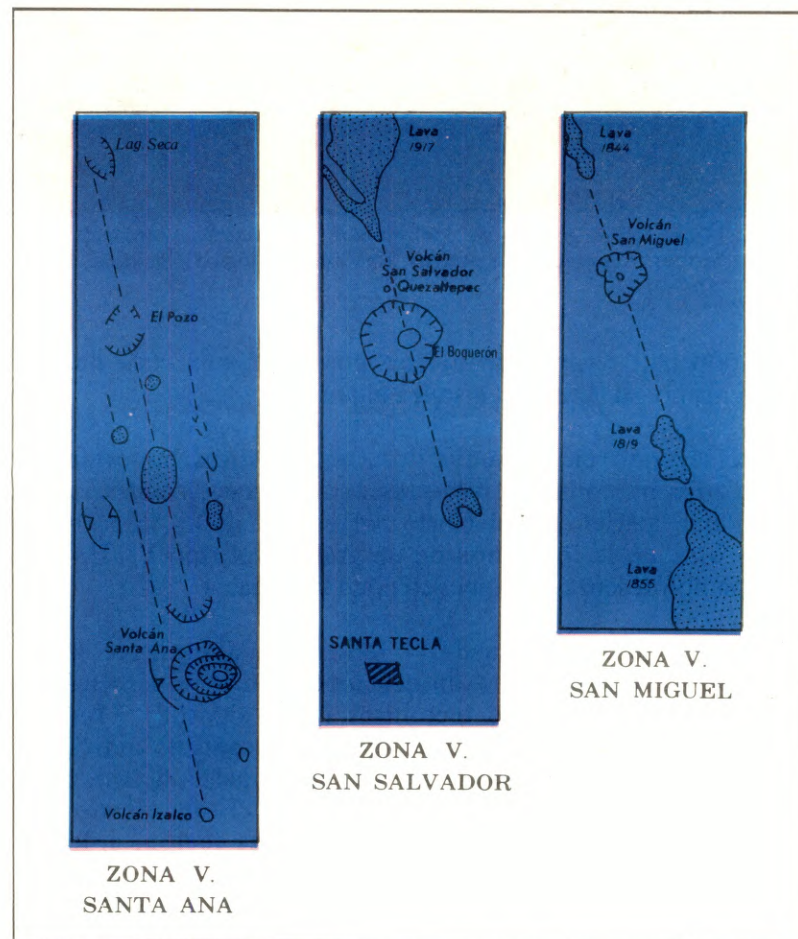


Fig. 7. Actividad volcánica NNW de El Salvador, según Dürr. (Tomado de Energía Geotérmica, Informe No. 1). La efusión de lavas ha ocurrido a lo largo de líneas de debilidad tectónica NNW (Erupciones Volcánicas de tipo lineal).

(13) MISIÓN GEOLÓGICA ALEMANA EN EL SALVADOR. Explicación Técnica del Mapa Geológico de El Salvador. (Sin editar). San Salvador, 1976.