

Dr. Helmut Meyer-Abich, San Salvador.

## CONTENIDO

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Resumen . . . . .                                         | 1  |
| I. Introducción Geológica . . . . .                       | 2  |
| II. Terremotos anteriores en la zona de Jucuapa . . . . . | 5  |
| III. Descripción del terremoto de 1951 . . . . .          | 7  |
| 1) Transcurso general . . . . .                           | 7  |
| 2) Observaciones en el área afectada . . . . .            | 8  |
| a) Volcanes . . . . .                                     | 8  |
| b) Influencia ejercida sobre fuentes . . . . .            | 9  |
| c) Efectos en las poblaciones . . . . .                   | 9  |
| d) Carreteras . . . . .                                   | 17 |
| e) Fenómenos acústicos . . . . .                          | 17 |
| 3) Mapa isosísmico . . . . .                              | 18 |
| IV. Interpretación del terremoto . . . . .                | 19 |
| V. Consideración final . . . . .                          | 23 |
| Literatura . . . . .                                      | 23 |

## RESUMEN.

El trabajo contiene un resumen sobre la tectónica de la cadena volcánica de El Salvador. Esta corre en dirección paralela a la costa y debe su origen al levantamiento epirogenético del continente, que continúa hasta hoy. Desde Ilopango hasta San Miguel corre una dislocación claramente reconocible como escalón de terreno en dirección paralela a la de los volcanes y a unos 10 a 15 kilómetros del eje volcánico. Esta dislocación limita la zona de debilidad tectónica del bloque estable que se encuentra al norte de aquella. Otra dirección de quebraduras importante corre en rumbo NNP-SSO. Se supone que el foco sísmico que causó el terremoto y el cual ya repetidas veces ha entrado en actividad se encuentra en una dislocación de rumbo NNP en el subsuelo al poniente de Jucuapa. Los efectos del terremoto fueron descritos detalladamente, adjunto se encuentra un mapa geológico y un mapa isosísmico. El origen del terremoto se considera de carácter tectónico.

El 6 de mayo de 1951 a las 17.02 y 17.06 horas (hora salvadoreña), ocurrieron dos fuertes terremotos que afectaron especialmente las poblaciones de Jucuapa y Chinameca. Las devastaciones ocasionadas crearon un pánico entre la población que inició una huida general del área afectada (foto 1). Mientras que en este día la zona mayormente afectada fué el valle entre los volcanes 'El Tigre' y 'Chinameca' ( que lleva rumbo de sur a norte ) y la planicie comprendiente en el norte ( limitada por las poblaciones de San Buenaventura y Nueva Guadalupe ), se

notó además otro temblor poco menos intenso el día lunes 7 de mayo a las 14.21 horas (hora salvadoreña). Este último temblor afectó especialmente la parte poniente de la cadena volcánica salvadoreña al oriente del Lempa, es decir la zona entre el cerro 'El Tigre' hasta el 'Cerro Verde'. El Gobierno declaró la zona afectada como zona militar. Tomó medidas para la evacuación ordenada de la población e inició inmediatamente los trabajos de descombro. Durante los meses de mayo y junio de 1951, el autor examinó detenidamente el área afectada.

### I. INTRODUCCION GEOLOGICA.

Antes de hablar de la historia sísmica de la zona de Jucuapa y antes de entrar en la descripción y explicación del terremoto, será necesario para el entendimiento dar un resumen general de las condiciones geológicas y tectónicas de El Salvador.

El territorio nacional en su totalidad se encuentra en un levantamiento epigenético. Tal hecho es comprobado por los depósitos de cantos rodados más o menos de unos 100 metros de espesor en el cauce superior del Río Lempa un poco al sur\* de la población de Citalá; además por las terrazas de cantos rodados en el cauce medio de este río que, actualmente, se encuentran a unos 20 metros encima del actual lecho (al oriente de Suchitoto) y por una terraza marina solevantada al oriente de Acajutla. Otro dato importante, respecto a esto, es la costa uniforme y lineal con sus esteros, lo cual son señas características de una costa que se levanta. También la morfología de la sierra de los Esesmilés (que se extiende de norte a sur al oriente de la Palma y San Ignacio), que ofrece alturas absolutas mayores de 2000 metros sobre el nivel del mar, indica lo mismo. En las alturas, la montaña ofrece formas morfológicas 'maduras', con suelo de descomposición de gran espesor, mientras que el declive escarpado de esta montaña hacia el sur y poniente, que comprende una diferencia de nivel hasta de 1000 metros y más, está caracterizado por incisiones profundas de forma de V, derrumbamientos, etc. presentando con esto el estado joven del ciclo de erosión iniciado por el joven solevantamiento. Prácticamente se encuentran señales de una erosión rejuvenecida en los lechos de cada río del país.

Por otra parte, el suelo del Océano Pacífico no participa de este levantamiento. Las relaciones especiales entre epirogenesis, actividad sísmica y volcanismo en las zonas costeras de los continentes fueron descritas detalladamente por Otto Jessen (1943, pág. 159 hasta 160) y son completamente válidas para la costa occidental de la América Central. Las tensiones que resultan del solevantamiento del continente por un lado y del no-solevantamiento del suelo del océano por otro lado, dieron origen a la formación de la cadena volcánica joven que corre en dirección paralela a la costa (unos 110 grados de dirección) donde una zona de debilidad tectónica fomentó la salida del magma. Desde el lago de Ilopango hasta más o menos San Miguel corre una dislocación en dirección paralela al eje volcánico y a unos 10-15 kilómetros al norte de este (en lo siguiente denominado 'dislocación principal O-P'), el bloque situado al sur de esta gran falla está hundiéndose. En la región del ya viejo volcán San Vicente el aumento de dislocación en sentido vertical alcanza ya algunos 400 metros, y además el valle que así se ha formado paralelo al eje volcánico en esta zona se ha transformado en un graben, en el cual se encuentra la ciudad de San Vicente. El río Acahuapa corre encima de esta dislocación hacia el oriente. Un poco antes de su desembocadura en el Río Lempa este río entra en una zona de hundimiento tectónico, limitado al norte por la ruina del extinguido volcán Sihuatepec y al sur por una dislocación que corre paralela a la dislocación principal O-P (ver mapa geológico-tectónico especial), su prolongación hacia el oriente va al volcán Tecapa. Dicha área de hundimiento tectónico que se encuentra más o menos a 50 metros de altura so-

\* ) Para los rumbos astronómicos se emplean en lo siguiente las palabras norte, sur, oriente, poniente; respectivamente las iniciales N, S, O y P.

bre el nivel del mar, fué rellenado por las arenas aluviales de los ríos Acahuapa y Lempa. Después de cruzar esta planicie y pasar por la mencionada falla (marcada por un escalón de terreno) el valle del Lempa toma carácter de valle desfiladero.

La cadena volcánica al oriente del Río Lempa probablemente es de edad más reciente que el volcán de San Vicente. También aquí encontramos la dislocación principal O-P aún con interrupciones y aún con menos separación de falla, y no tan claro como al norte del volcán de San Vicente. Entre Mercedes Umaña y El Triunfo el escalón del terreno alcanza unos 50 metros (separación vertical) y representa una línea divisoria para las aguas superficiales. En la dislocación misma corre, de oriente a poniente, el río de Mercedes que recibe las aguas que bajan del volcán Tecapa. Después de haber cruzado la falla, el río de Mercedes corre hacia el noroeste hasta el Lempa. En la prolongación de la dislocación principal O-P hacia el oriente, se encuentra la loma de Lolotique, altamente inclinada hacia el sur y con pendiente suave hacia el norte. Este escalón de terreno que representa la dislocación en este lugar, tiene una diferencia de nivel, comparado con la planicie colindante al sur (Valle de Esperanza), de alrededor de 200 metros. De esta región hablaremos más tarde. Al oriente de Moncagua otra vez se manifiesta la dislocación. Aquí la falla separa una zona de rocas eruptivas de mayor edad (probablemente terciario) situadas al norte, de los depósitos jóvenes (cenizas, etc.) del volcán de San Miguel que se encuentra al sur de ella. También aquí la dislocación está marcada por un escalón de terreno que alcanza alrededor de 150 metros de altura. En la dislocación misma corre el río de Moncagua hacia el oriente; en el lugar donde este desemboca en el Río de San Miguel, se pierde la traza de la dislocación.

Fuera de esta dirección de falla paralela a la cadena volcánica se encuentra frecuentemente otra dirección de rupturas en la zona de debilidad tectónica: esta corre aproximadamente en dirección NNP-SSO. La erupción de lava del volcán de San Salvador en el año de 1917 se produjo a lo largo de una grieta que corre en esta dirección y cuya prolongación hacia SSO pasa por el cráter ('boquerón') y otro cráter adventicio de explosión situado en la falda SSO del volcán en dirección hacia el 'Plan de la Laguna' (que también es un antiguo cráter de explosión con algunos 400 metros de diámetro). Una grieta en igual dirección se encuentra en el volcán de San Miguel: El punto de erupción de la lava joven en la pendiente NNP de este volcán, su cráter y las grietas de lava que se encuentran en su pendiente SSO en el lugar denominado 'Los Perolitos' y más falda abajo del volcán (las cuales eyectaron el área extensa de lava situado al norte de la Laguna del Jocotal) se encuentran en una línea recta que lleva la misma dirección. En el límite sur del área de lava últimamente mencionado existen además los restos de dos volcancitos que están en esta misma línea.

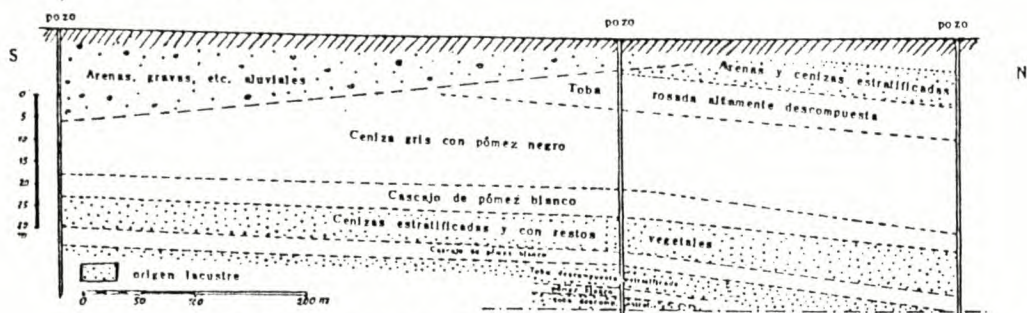
Un escalón de terreno concéntrico se encuentra al poniente de Berlín. Este escalón posiblemente representa la parte conservada del cráter de un volcán extinguido de mayores dimensiones, en cuya parte sureste se han formado los volcanes Berlín ('Cerro Pelón') y 'Cerro Verde'. Este escalón de terreno continúa claramente en línea recta hacia el NNP, probablemente originado por una falla, y se pierde un tanto al sur del cantón 'Los Horcones'. En este cantón se encuentran depósitos de toba caliza con incrustaciones de hojas, ramas, huesos de vertebras, etc. Este depósito interesante está situado en el punto de intersección de la ruptura NNP (el mencionado escalón de terreno) con la supuesta prolongación de la dislocación principal O-P de Mercedes Umaña hacia el poniente, hecho que permite explicar la formación de la toba caliza como depósitos de fuentes termales.

Ya Carl Sapper (1913, pág. 56) expresó la opinión de que el cerro 'El Tigre' es el volcán más antiguo de este grupo. La región de su cumbre ya no ofrece ningún resto de cráter y está partida por dos valles en forma de 'V' que corren rumbo NNP, de tal manera, que resultaron 3 lomas, la una paralela a la otra. En la línea de comunicación de las tres climas se encuentran dos líneas divisorias en estos valles profundos, en cuyo lado norte y sur

los valles conservan la misma dirección como dibujada por una regla. Según mi opinión, estos valles tienen mayor edad que las otras incisiones radiales del volcán originadas por la erosión, y probablemente sean de origen tectónico. Sin embargo, una investigación respectiva en el propio lugar, quedó sin resultado positivo a causa de la vegetación densa en los bañancos.

Diferente a esto, las líneas tectónicas alrededor del volcán 'Chinameca' lle van rumbo NNO. Morfológicamente se distinguen dos escalones de terreno debido a movimientos tectónicos: el primero a unos tres kilómetros al poniente y el otro a un kilómetro al oriente del cráter principal. El volcán Limbo consiste en lo esencial de materias sueltas (lapilli) y es un cono adventicio del volcán Chinameca. El Limbo está en una línea recta con los ausoles al o riente de la ciudad de Chinameca y con otros tres volcancitos más al norte. En la pendiente suroeste del Limbo indica C. Sapper (1913, pág. 57) algunas fumarolas. En proximidades de los ausoles llamados 'del Limbo' (al oriente de la ciudad de Chinameca) también debe de encontrar se el punto de erupción de la corriente de lava más joven del volcán de Chinameca, situada al oriente de Chinameca y conocida bajo el nombre 'Plan de las Mesas'. En proximidades del es calón de terreno al poniente de Chinameca y a un km P de esta ciudad, se encuentran algunos ausoles (llamados 'del volcancito'), los cuales igual como los otros, producen vapor y agua ca liente. En la prolongación de esta ruptura hacia el NNO, más o menos en el lugar que es in dicado en el mapa geológico-tectónico por la cifra de 570 (en la parte norte de la población de Chinameca), recientemente se perforó un pozo, en el cual se encontró agua caliente en una profundidad de 100 metros bajo terreno. Esta agua, al salir de la bomba, lleva una temperatura de unos 38<sup>0</sup> C y probablemente se encuentre en comunicación con la ruptura indicada y con los 'ausoles del volcancito'. La corriente de lava 'Plan de las Mesas' morfológicamente es una me seta, cuyas márgenes tienen inclinación pronunciada y cuyo espesor es alrededor de 75 metros (vea perfiles geológicos No. III). La roca es un basalto denso y duro. Entre el 'Plan de las Mesas' y los tres volcancitos arriba mencionados, se encuentra una loma en dirección NS alta mente inclinada hacia el poniente y menos hacia el oriente. Está limitada al norte por la loma de Lolotique.

Las condiciones geológicas del Valle de Esperanza fueron objeto de un es tudio especial para reconocer la aptitud de este valle para la erección de la nueva ciudad pro yectada por el Gobierno en esta región. A 1 kilómetro de distancia al P de Nueva Guadalupe se encuentran 3 pozos excavados a mano, situados en línea de norte a sur, los exteriores dis tan algunos 800 metros el uno del otro. Hasta unos 64 metros de profundidad (espejo natural del agua subterránea) se tomaron muestras de cada pozo (cada metro). El perfil geológico obte nido por estas muestras es el siguiente:



Se reconoce un cambio de estratos depositados por el viento (cascajo de pómez blanco, y ceniza gris mezclada con pómez negro) y de estratos depositados en un lago (arena, capas delgadas de cenizas con restos vegetales, etc.). En consecuencia se trata de una depresión de terreno rellena que, repetidas veces, ha sido un lago de poca profundidad. La se rie de los estratos muestra aparentemente muy poco buzamiento hacia el norte; en la parte sur del valle fueron erosionados estos estratos superficialmente y se depositaron, en discordancia con

ellos, arenas y gravas (depósitos de ríos). Tomando en cuenta las dos lomas de rocas eruptivas que limitan el valle de Esperanza hacia el N y O, altamente inclinadas hacia el valle mencionado, mientras que hacia afuera ofrecen pendientes suaves, se obtiene la impresión que todo el valle de Esperanza no es otra cosa que el relleno del cráter enorme de un volcán destruido, cuya parte norte está representada por la loma de Lolotique y cuya parte oriente (la loma al oriente del Plan de las Mesas) se ha hundido debido a la dislocación principal O-P.

Al noreste de San Buenaventura y un poco al sur de la supuesta dislocación principal se encuentra un cono de roca eruptiva, la cual es completamente idéntica (basalto?) con la de la loma de Lolotique, lo mismo que la roca que se encuentra inmediatamente al poniente de San Buenaventura en la carretera hacia Jucuapa, ésta representa probablemente un resto de la antigua parte poniente del cráter.

El mecanismo que originó los movimientos tectónicos en breve puede explicarse así: En la zona de debilidad tectónica originada por el solevantamiento epirogenético del continente se formaron los volcánes. La pérdida de masa en el subsuelo causada por la extracción de lava por los volcanes ha iniciado movimientos de hundimiento. Estos últimos afectan esencialmente una zona de unos 15 kilómetros de ancho, situada inmediatamente al norte del eje volcánico y crean además zonas de hundimiento tectónico en regiones donde no hay volcanes, es decir en áreas donde la distancia de un volcán a otro es suficientemente grande. Esta zona de debilidad tectónica está limitada al norte por la dislocación principal O-P. La región que se encuentra al norte de esta dislocación se comporta prácticamente estable, siendo no o muy poco afectada por los terremotos.

## II. TERREMOTOS ANTERIORES EN LA ZONA DE JUCUAPA.

La población de Nueva Guadalupe fué fundada el año de 1840 por habitantes de Chinameca, debido a la destrucción de esta ciudad por un terremoto. Aquel terremoto, que según esto debe haber ocurrido más o menos en el año 1839, es el terremoto más antiguo ciertamente comprobado en esta zona.

El 2 de octubre de 1878 a las 18 horas 30 minutos hora salvadoreña, hubo otra vez un terremoto fuerte en esta región y las informaciones (de parte de las oficinas locales al Gobierno salvadoreño), se encuentran publicadas en el 'Diario Oficial' de El Salvador del año 1878, en las ediciones del 4 de octubre en adelante. La región sacudida por el temblor y los daños causados en aquel tiempo en las diferentes poblaciones, tienen una semejanza sorprendente con los efectos del terremoto de 1951, de tal manera que los informes del año 1878 podrían confundirse con los de 1951. Como prueba de esto publicamos a continuación algunas partes de los telegramas de 1878:

*Telegrama de Jucuapa del 3 de octubre de 1878 a la 1.40 p.m.*

'Anoche a las seis y media un espantoso temblor dió en tierra con casi toda esta ciudad. Hasta ahora las víctimas que han podido hallarse son 10, además en el centro mucha gente golpeada.---- Chinameca y Nueva Guadalupe han sido bastante destruídas aunque se lamentan pocas víctimas.---- San Miguel está bien.---- Caserío del Arenal, camino de Usulután, sufre perjuicios. Santiago de María casi arruinada, como Tecapa, Triunfo y San Buenaventura. En Estanzuelas no hay mayor novedad.---- He dado órdenes para el acopio de víveres desde la primera sacudida que fué muy fuerte y duró casi 40 segundos; movimiento oscilatorio al principio y trepidación al terminar---- continuando los temblores.----' C. T. Avilés, Comandante del Departamento de Jucuapa.

*Telegrama de San Miguel del 3 de octubre de 1878 a las 4 horas p.m.*

'----- En esta ciudad se sintió muy fuerte el temblor, pero no hubo la más pequeña ruina. En

La Unión no hay novedad:-----'.

*Telegrama de Jucuapa del 5 de octubre de 1878 a las 4 horas p.m.*

' Toda esta población está en completa ruina y los vecinos abrumados con la terrible desgracia que pesa sobre ellos...' Macedonio Durán, Alcalde.

*Nota de Jucuapa del 7 de octubre de 1878, 10 horas p.m.*

'----- No ha vuelto a temblar, pero como ha llovido y llueve tanto, y con el temblor quedaron conmovidas las faldas del volcán frente a esta ciudad, llamado 'Tigre', las grandes corrientes asustan a estos habitantes que no les ha pasado el pánico desde la fatal noche del 2 del corriente. De estas corrientes que han asustado a estos habitantes, no ha habido nada, no ha sido más que fuertes corrientes de agua lodosa a causa de las lluvias.' C.T. Avilés.

*Nota de Usulután del 4 de octubre de 1878.*

'----- Anteayer entre las siete y ocho de la noche, se sintió en esta ciudad un fuerte temblor de tierra que puso en alarma a todo el vecindario, quien pasó durante la noche en las calles y solares, temiendo cayesen los edificios por un segundo temblor, pues estaban maltratados por el primer sacudimiento. Afortunadamente no hubo víctimas,----- que en Santa Elena se había sufrido más-----.

Hasta hoy se sabe que en las poblaciones Ereguayquén, Tecapa (hoy llamado Alegría) Estanzuelas, Mercedes Umaña y Santiago de María, los edificios públicos y algunas de particulares han sido bastante deteriorados y uno que otro destruido por completo.----- (En Santiago de María) se nos asegura haberse derrumbado una parte del cerro denominado el 'Tigre', quedando sepultados en sus hogares----- los vecinos que habitaban al pie de dicho cerro.

En estos momentos me comunica el Alcalde de Tecapán que en aquella población hizo algunos estragos en las casas y edificios públicos el mismo temblor, pereciendo una señora bajo una pared y quedando otras personas golpeadas y heridas. También recibo nota oficial del Alcalde de Santiago de María confirmando el derrumbamiento----- del cerro del 'Tigre', haber desenterrado 6 cadáveres-----, como también estar destruidos los cercos de piedra de las fincas. Chinameca ha sufrido poco menos que Jucuapa,-----. En Lolotique no ha habido víctimas, pero han sufrido bastante los edificios lo mismo que en El Triunfo.-----' Joaquín Mejía, Gobernador de Usulután.

El Gobernador de San Miguel informó al Gobierno el 5 de octubre de 1878 que ' el temblor produjo en San Miguel un fuerte estupor,-----, sin embargo no dejó de ocasionar algunos daños en los edificios.----- en Chinameca se hallaron 3 muertos en la cárcel, 2 fracturados y 20 contusos'.

Para mayor claridad resumimos estos datos en el siguiente cuadro:

Efectos del terremoto de 2 de octubre 1878

| LUGAR            | DAÑOS MATERIALES           | PERDIDAS PERSONALES                |
|------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Los Arenales     | Daños en los edificios     | ?                                  |
| San Buenaventura | Destrucción parcial        | ?                                  |
| Chinameca        | Mayor parte destruida      | Pocos muertos y heridos.           |
| Santa Elena      | Sin importancia            | Ninguna.                           |
| Cerro El Tigre   | Derrumbes en su lado O y P | Algunos soterrados.                |
| El Triunfo       | Sin importancia            | Ninguna.                           |
| Ereguayquén      | Sin importancia            | Ninguna.                           |
| Jucuapa          | Destrucción total          | Más de 10 muertos, muchos heridos. |
| Lolotique        | Daños en los edificios     | Ninguna.                           |
| Mercedes Umaña   | Daños en los edificios     | Ninguna.                           |
| San Miguel       | Nada                       | Ninguna.                           |

|                   |                        |                    |
|-------------------|------------------------|--------------------|
| Nueva Guadalupe   | Dstrucción parcial     | ?                  |
| Santiago de Marfa | Dstrucción parcial     | ?                  |
| Tecapa (Alegría)  | Daños en los edificios | Ninguna.           |
| Tecapán           | Daños en los edificios | 1 muerto, heridos. |

Según los informes el terremoto fué un choque que duró algunos 40 segundos que se inició bruscamente. Al principio, según dicen, las oscilaciones fueron horizontales y al final verticales; pero estos datos no deberían considerarse como seguros. Una actividad volcánica no es mencionada en ninguno de los Informes y por consiguiente podemos decir que con seguridad no ha sucedido, tomando en cuenta que se publicaron muchas noticias en los diarios respecto a actividad volcánica del volcán Limbo en 1951, de las cuales ninguna correspondió a los verdaderos hechos.

En 1929 el Director del Observatorio Nacional de San Salvador, publicó en el 'Diario de El Salvador' del 22 de noviembre de dicho año, una nota cuyo contenido esencial es el siguiente: 'Desde el 10 de noviembre de 1929 se sintió una ligera actividad sísmica en el Departamento de Ahuachapán. El 19 de noviembre fué alarmada la población de Chinameca por una serie de temblores más fuertes que se inició a las 19.30 horas (hora local). En Chinameca se registraron alrededor de 70 temblores sin causar daños, la intensidad del temblor más fuerte estimadamente no ha pasado de V (escala Mercalli-Cancani-Sieberg). Estos temblores también fueron sentidos en Berlín. Merece atención que al mismo tiempo el volcán 'Santa María' (Guatemala) tuvo una erupción.'

### III. DESCRIPCION DEL TERREMOTO DEL 6 Y 7 DE MAYO DE 1951.

#### 1) TRANSCURSO GENERAL.

El domingo 6 de mayo tuvieron lugar a las 17.02 y 17.06 (hora salvadoreña) dos temblores fuertes distantes el uno del otro 4 minutos 29 segundos (el United States Coast and Geodetic Survey especifica como tiempo de origen 23.03.35 y 23.08.04 CGT). En el área máxamente afectada (vea mapa isosísmico, el área limitada más o menos por la línea isoséista VIII) se sintió uniformemente el primer terremoto como una serie rápida de golpes verticales, la cual después de unos 3 segundos, alcanzó su intensidad máxima. Esta primera serie de golpes, desde luego, inició un pánico en la población, tanto más cuanto que fué acompañada por un fuerte cañonazo subterráneo y botó a algunas personas al suelo; sin embargo, los edificios a pesar que fueron sacudidos violentamente y que sus puertas se empotraron en las paredes quedaron en pie más o menos en un 90%. La duración total de este primer terremoto (según el sísmograma) fué de unos 17 segundos.

El segundo temblor duró 24 segundos (según el sísmograma) y consistió en una serie de breves y duros golpes oscilando en dirección horizontal de oriente a poniente, el cual dió en tierra con las casas y causó los daños principales. Las direcciones de oscilación de ambos terremotos fueron idénticas en todas las poblaciones del área indicada. Además la dirección de caída de los edificios en Jucuapa, Chinameca, San Buenaventura, Nueva Guadalupe, Benicillo San José y Las Marías fué dirigida uniformemente hacia el oriente; las calles (dirigidas de oriente a poniente) de las poblaciones quedaron más o menos transitables, mientras que los arroyos de las avenidas (dirigidas de norte a sur) estaban tapadas por los escombros de las casas que se encontraban en el lado poniente de ellas. La pérdida total de vidas se puede calcular alrededor de 400 a 500 personas, de las cuales un 80% recae sobre Jucuapa.

Durante la noche siguiente al lunes 7 de mayo, se sintieron en el área afectada y alrededor del cerro 'El Tigre' continuamente temblores débiles. En la tarde de este mismo día a las 14.31 horas hora salvadoreña (tiempo de origen según U.S.C.G.S. ha sido 20.22.37

CGT), estos terremotos débiles culminaron en otro temblor fuerte que especialmente afectó a San tiago de María y que también en Berlín causó daños mayores. En Jucuapa y Chinameca, donde este temblor fué sentido con similar intensidad, naturalmente ya no pudo ocasionar daños.

En los meses siguientes a los temblores del 6 y 7 de mayo se sintieron muchos terremotos débiles de carácter local en esta zona, los cuales en su mayor parte no fueron registrados por el sismógrafo de San Salvador; estos podrán considerarse como asentamientos finales. La energía restante del foco del terremoto del 6 de mayo fué descargada el lunes 7 de mayo a las 14.21 horas y con esto el propio terremoto había llegado a su fin.

Además, algunos de los siguientes terremotos posteriores en nuestra zona tuvieron su origen ostensiblemente en otros focos: el 10 de mayo a las 20.17 horas (hora salvadoreña) toda la cadena volcánica de la República fué sacudida uniformemente por un temblor de más o menos intensidad IV (escala *Mercalli-Cancani-Sieberg*). Si este terremoto hubiera sido originado por el mismo foco de Jucuapa, debería haberse sentido en Jucuapa, San Miguel y San Salvador con distinta intensidad; por eso probablemente se trataba de un foco que se encuentra a mucho mayor profundidad y a un lugar más distante. (Según los datos proporcionados por el Observatorio Nacional de San Salvador, su epicentro se encuentra en  $12^{\circ}08'N$  y  $88^{\circ}57'P$ ).

El 25 de junio otra serie de temblores fué notada en la cadena volcánica oriental del país, cuyo epicentro probablemente se encuentra hacia el sur del volcán de San Vicente, talvez en el área indicada por el Observatorio Nacional. Según *Gutenberg* (1941, p. 16), el terremoto del 8 de febrero de 1926 tuvo su epicentro también en  $13^{\circ}N$  y  $89^{\circ}P$ . Los terremotos del 25 de junio fueron registrados con mayor intensidad en la región de San Marcos Lempa y Zacatecoluca; con intensidad menor en San Vicente, Berlín, Alegría, Santiago de María y Jucuapa. El 26 y 27 de junio sintieron otros temblores en San Marcos Lempa.

Desde el 1 al 4 de agosto se originó una serie de temblores por el volcán de Cosegüina (Nicaragua), sin que el volcán diera señales de resurgida actividad volcánica. Los temblores del 1 de agosto a las 9.30 y 11.30 (hora salvadoreña) igual que los de la mañana del 2 de agosto (cuyo temblor más fuerte fué a las 11.09.52 iP San Salvador, hora local) fueron débiles y no se notaron en Jucuapa, pero sí los temblores principales a las 14.32.00 y 18.25.42 (ambos iP San Salvador) del mismo día. El 3 de agosto 09.47.19 (iP San Salvador, hora local) se registró el último temblor fuerte de esta serie. El 4 de agosto se sintieron algunos débiles temblores finales solamente en cercanías del volcán de Cosegüina.

En el tiempo desde agosto hasta septiembre de 1951 se fueron extinguiendo poco a poco los terremotos en la región de Jucuapa. La intensidad del terremoto de Jucuapa según la escala de intensidad absoluta de *Richter*, determinado a base instrumental, ha sido 6-6¼ para el terremoto del 6 de mayo.

## 2) OBSERVACIONES EN EL AREA AFECTADA.

a) Volcanes. En la mañana del 7 de mayo de 1951 se examinaron los aerosoles situados al poniente y oriente de Chinameca. No habían cambiado su actividad habitual de ninguna manera. El día siguiente pude comprobar el mismo resultado para el aerosol llamado 'El Tronador' (más o menos 1 km al noroeste de Guallinac). En lo sucesivo tampoco hubo señal visible de una alterada actividad volcánica en ninguna parte; en consecuencia ni existen indicaciones para una causa volcánica del terremoto, ni se manifestó actividad volcánica como consecuencia del terremoto. Toda noticia publicada en los diarios de El Salvador respecto a esto, e indicando actividad volcánica del volcán Limbo, era simplemente falsa.

Por cierto el terremoto ocasionó algunos derrumbes en las pendientes de los volcanes: en la falda poniente del 'Cerro Verde' se observaron dos derrumbes el 7 de mayo; en el lado noreste de la cresta divisoria entre los dos cráteres del volcán 'Berlín' (también denomi-

nado Pelón), se observó un fuerte derrumbe de rocas, levantando una nube de polvo la cual fué tomada erróneamente por una erupción. En el cráter del volcán 'Tecapa' (Laguna de Alegría) cayeron unos cuatro taludes de roca (la mayor de éstas de unos 50 metros cúbicos). En las pendientes poniente y sureste del cerro 'El Tigre' también se observaron algunos derrumbes. Otros tres taludes menos importantes bajaron de las paredes altamente inclinadas del volcán 'Chinameca'.

b) Influencia ejercida sobre fuentes. En terrenos de las Haciendas 'La Es-tancia', 'Tamera' y 'El Platanar' se encuentran cuatro fuentes muy importantes y todas se originan de corrientes de lava antiguas: 'El Borbollón' (240 l/seg.), 'La Garita' (90 l/seg.), 'San José' (98 l/seg.) y 'Castaño' (60 l/seg.). Inmediatamente después del terremoto el agua de las fuentes adquirió un color amarillo lodoso; después de algunos tres o cuatro días había llegado otra vez su limpieza anterior. El caudal de la fuente 'La Garita' aumentó más o menos a 120 litros por segundo. Este caudal aumentado duró solamente unas 6 semanas, disminuyendo hasta llegar a su caudal normal después de 6 semanas. Un aumento de los caudales de las otras fuentes no fué observado. La fuente que se encuentra en la plaza de la población 'Santa Elena' y que está captada para el aprovisionamiento de agua de este pueblo (la capa aquífera es lava) también aumentó su caudal y dió agua lodosa en los dos días siguientes del terremoto. En terremotos anteriores ya se había observado el mismo fenómeno. Pero cada vez el caudal de las fuentes disminuyó de nuevo posteriormente, como consecuencia de la mala captación cuyo rebalse se encuentra unos dos metros arriba del propio nivel de la fuente.

c) Efectos del terremoto en las poblaciones. Para mejor entendimiento de los efectos del terremoto en las construcciones se da como introducción una idea general de la manera de construcción aplicada. Se distingue la construcción de adobe y la de bahareque, y además se aplica recientemente el nuevo 'sistema mixto' (del cual muy raras veces se encuentran construcciones fuera de la capital).

Las construcciones de adobe consisten en ladrillos de lodo secados al aire, no quemados (más o menos del tamaño 40 x 40 x 10 cm); como mezcla para estos ladrillos se emplea simplemente lodo con agua. Encima de estas paredes gruesas se construye el techo sin que postes de madera le den mayor resistencia al edificio; fundamentos no existen.

Las construcciones de bahareque llevan todas un esqueleto de madera, pero en lo demás difieren bastante. En las construcciones simples de esta clase se emplea caña brava (la gramínea *Gynerium sagittatum*) cuyos palos se clavan el uno encima del otro en posición horizontal en los postes verticales de madera de las esquinas de las casas; estas paredes llevan un repello de barro en el interior y por fuera. Las construcciones mejores tienen un esqueleto horizontal y diagonal de tablas de madera entre los postes verticales de las esquinas; los huecos entre este esqueleto son rellenados con lodo (o con lodo mezclado con pedazos de tejas) (foto 2). Las paredes son generalmente revocadas con lodo o mezcla de cemento. Las construcciones de lujo de este tipo son revestidas por dentro con madera y por fuera con lámina. Cuando las construcciones de bahareque están nuevas resisten bastante a los movimientos sísmicos, pero una vez que la parte enterrada de los postes verticales de la construcción se pudre o está comida por los comejenés, zompopos, etc. las casas caen fácilmente como castillos de naipes con temblores algo fuertes.

Durante mayo y junio de 1951 se inspeccionaron los daños de las poblaciones de la región afectada. Como base para la determinación de la intensidad sísmica se aplicó la escala de *Mercalli-Cancani*, perfeccionada por *Sieberg* (publicado en *Sieberg* 1923, p. 102 en adelante; y *Keilhack* 1922, Vol. II, p. 5 y seguido). Se intentó obtener una impresión lo más verídica posible y por eso se pidió la información del caso a un gran número de personas en cada pueblo. El hecho de que todas las poblaciones estaban construídas de la misma manera y de un solo piso era de importancia esencial, sirviendo como base para la comparación objetiva de

las destrucciones para reconocer las exageraciones de los efectos del terremoto por parte de los habitantes. No se preguntó por la hora exacta cuando empezó el terremoto en los diferentes pueblos ni la duración de los temblores porque estos datos no ofrecen ninguna base auténtica. Lo mismo sucede con los datos respecto a la dirección del empuje sísmico: solamente se notó la dirección de caída de los edificios que objetivamente pudo reconocerse sin dificultad y sin error. Los dos terremotos del 6 de mayo (a las 17.02 y 17.06 horas) se denominarán en lo siguiente como 'primero' y 'segundo' temblor.

Alegria, (1284 habitantes). 6 de mayo 1951. El primer temblor de carácter vertical fué fuerte. El segundo se sintió también vertical pero menos intenso. Respecto a retumbos notados se contradicen los habitantes: algunos indicaron que oyeron inmediatamente antes del terremoto un fuerte trueno desde el oriente, otros no lo oyeron. Todos los habitantes huyeron hacia afuera. En una casa fué removido un armario sin caerse, una pata del mismo rompió un ladrillo del suelo, indicando que el mueble sufrió un empuje vertical. Un cancel y una mesa cayeron. Los daños en los edificios no fueron importantes, solamente cayó un poco de repello.

7 de mayo de 1951. En la noche del domingo 6 y por la mañana del lunes 7, se sintieron a menudo temblores de poca intensidad. El temblor de las 14.21 horas fué ~~más~~ fuerte que el del domingo y sacudió en sentido vertical. Se dice que fué iniciado por un fuerte retumbo de carácter de balazo. Los efectos en los edificios fueron mayores: cayó más repello, también dieron en tierra algunas paredes ya viejas (de adobe); otras sufrieron grietas. Dos casas se cayeron completamente. Algunas sillas, mesas y cancelos dieron vuelta. La cañería de agua se rompió al caerle encima algunas piedras. Las tejas cayeron aparte. De las paredes verticales del cráter del volcán 'Tecapa' (Laguna de Alegria) se cayeron cuatro taludes de roca de pequeñas dimensiones.

Hacienda Santa Anita. Los efectos del terremoto fueron idénticos a los que se describen en Mercedes Umaña, la mayor parte de los repellos cayó de los edificios.

Los Arenales, (1074 habitantes). 6 de mayo de 1951. Ambos temblores del domingo fueron sentidos verticalmente. Como resultado del primer temblor cayó completamente la iglesia. (construcción de adobe) y en el pozo, excavado a mano, que se encuentra a unos 10 metros de la iglesia cayó tierra y lo dejó seco. El segundo temblor fué más fuerte: cayeron todas las tejas de las casas. Unas seis casas de la población construidas de bahareque quedaron en pie, pero las paredes perdieron su revoque completamente. Las demás casas del cantón construidas de madera resistieron bien. Solamente el fundamento (piedras sueltas) de estas casas de madera se removió debajo de las casas dejando un hueco entre el suelo y las paredes de madera, sin que las últimas se cayeran.

Berlín, (5120 habitantes). 6 de mayo de 1951. Aquí se distinguieron claramente los dos temblores. Durante el primero se notó un retumbo subterráneo como un trueno lejano. En las construcciones de adobe se produjeron grietas finas. En la noche del 6 se notaron temblores seguidos de poca intensidad.

7 de mayo 1951. El temblor a las 14.21 horas se sintió como un golpe vertical (esta versión no es muy segura). El reloj de la catedral quedó parado indicando las 14.15 horas, las campanas sonaron, en las casas se movieron las mesas y sillas; una refrigeradora se abrió dejando caer su contenido parcialmente hacia afuera. En la farmacia cayeron algunos frasquitos, etc. de los estantes. En el poste de acero de la esquina sureste de la plaza estaba colocado un transformador a unos 4 metros de altura (alrededor de 50 kg de peso), este transformador cayó al suelo. El cerco de piedra del cementerio (erecido de piedras no unidas con mezcla de barro), que tenía unos 2 metros de altura, cayó en su mayor parte. Las casas de adobe y bahareque sufrieron daños de repello; las casas viejas de adobe sufrieron estragos notables, cayendo algunas del todo. La destrucción total, sin embargo, fué menor que en Santiago de María. Estimadamente fueron destruidas en Berlín un 10% de las casas, mientras que un 40% resultó dañado. En la fin

ca denominada 'Llanes' situada a 1,6 km. al poniente de Berlín, resultó una zona agrietada de unos 10 m de ancho en dirección noroeste (fotos 20 y 21). Las grietas estaban abiertas hasta unos 20 cm. Dicha zona agrietada se persiguió en unos 2 kms de largo independiente del relieve. Su rumbo astronómico en el punto indicado fué de  $305^{\circ}$  y más hacia el noroeste de  $330^{\circ}$ . No se observaron separaciones verticales.

San Buenaventura. (1540 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primer temblor (vertical) fué relativamente breve pero fuerte, solamente la iglesia, construcción de adobe, cayó. El segundo temblor dió en tierra con toda la población, la dirección de caída fué hacia el oriente. De las 300 casas del pueblo unas 30 quedaron en pie, pero también éstas sufrieron daños tan severos que probablemente no habría sido posible repararlos (construcciones de adobe). Tres niños resultaron muertos.

Cánton El Carmen. 6 de mayo de 1951. La población del cantón se alarmó por los temblores del domingo, pero en realidad solamente cayeron unas pocas tejas y algunas mercaderías del estante de la tiendita. Algunos daños se notaron en los cercos de piedra. Las casas, casi todas de madera, no sufrieron perjuicios. En la noche del lunes se sintieron varios temblores de poca intensidad y la gente pasó la noche bajo el cielo libre, igual que en todos los demás lugares.

7 de mayo de 1951. Toda la gente sintió el terremoto pero no hubo ningún efecto.

Chinameca. (7 000 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primer temblor fué de oscilación vertical e iniciado por un retumbo de carácter de explosión. Una persona fué lanzada unos 30 cm hacia arriba, cayó y logró salir de la casa precisamente en el momento en que el segundo temblor botó a tierra la casa. Aproximadamente un 80% de las casas, bahareque y adobe, fueron destruidas o dañadas tan irreparablemente que fué necesario derribarlas. La dirección de caída fué hacia el oriente. Tres casas construidas de sistema mixto no sufrieron daños por fuera pero sin embargo en el entramado del tejado y por dentro sufrieron perjuicios (foto 3). Muchas paredes de adobe que habían quedado en pie presentaban grietas diagonales típicas, el ángulo entre ellas en la dirección horizontal era entre  $65$  y  $70^{\circ}$  (foto 4). Las torres de la catedral, que habían sido construida hace alrededor de quince años, ladrillos de obra con mezcla de cemento, cayeron, y el techo en forma de bóveda, (de betón con ligera armazón de acero) se rompió en la parte norte de la nave (fotos 5 y 6). En el cementerio (salida poniente del pueblo) quedaron dañados los mausoleos. En el camino al 'Volcancito' (hacia el suroeste) como 400-800 metros respectivamente al sur de los ausoles situados a 1 km al poniente de Chinameca, se observaron grietas en el suelo y en la roca, independientes del relieve. Los derrumbamientos o deslizamientos (por ejemplo en los cortes de las carreteras) eran de mucho menor importancia al oriente de Chinameca que al poniente de esta población. El número total de muertos se estima alrededor de unos 50.

Volcán Chinameca. La cima oriente del cráter quedó completamente intacta, algunas casas de bahareque situadas en la parte sur del cráter no sufrieron más que pequeños daños de repello y unas tres casas de madera situadas en la esquina suroeste de la cima del cráter tampoco sufrieron perjuicios, ni siquiera daños de tejas.

Santa Elena. (3 218 habitantes). 6 de mayo de 1951. Toda la población está construida de adobe. Se notaron bien los dos temblores del domingo. De las 1,200 casas del pueblo cayeron 4. Se notaban algunas grietas de pocos milímetros de ancho en las casas y unos pocos daños en los repellos. Algunas tejas cayeron en dirección oriente a poniente. En la tiendita cayeron unas mercaderías livianas de la estantería. Respecto al caudal aumentado de la fuente de agua de este lugar ver página 9.

San Francisco Gotera. (2 883 habitantes). 6 de mayo de 1951. Alrededor de las 17 horas se sintieron los dos temblores en distancia de 4 minutos por la mayoría de los habitantes, pero su carácter no pudo ser definido. Las personas que notaron los temblores salieron a la calle. No

hubo ningún daño en los edificios ni otros efectos dignos de mención.

Nueva Guadalupe, (1,720 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primer temblor, igualmente que en las otras poblaciones sacudió en sentido vertical, el segundo fué sentido como un movimiento ondulatorio horizontal comparable a la marejada. Las casas del pueblo en su mayor parte son construcciones de adobe, de las 320 que habían cayeron por completo unas 50 (en dirección hacia el oriente), algunas 10 a 20 quedaron habitables y las demás sufrieron tales daños que hubo que derribarlas completamente.

7 de mayo de 1951. El terremoto de las 14.21 horas fué mucho menos fuerte que el del día anterior pero más largo. Como consecuencia cayó una casa medio destruida.

Paso del Gualache, 6 de mayo de 1951. Ambos temblores del domingo se sintieron fuertes, pero no fué posible identificar su carácter. Entre ambos temblores se registró un retumbo. La gente salió alarmada hacia afuera, poco repello cayó de las paredes, igualmente que unas tejas. Unas botellas de cerveza dieron vuelta, mientras que algunos jarros de loza colgados en unos clavos del estante de la tienda no cayeron. Se observaron algunos derrumbes en las faldas del volcán de Usulután.

Beneficio Guallinac, 6 de mayo de 1951. De los dos temblores, el primero fué sentido verticalmente y fué más fuerte que el segundo. Simultáneo con el primer temblor se oyó un retumbo lejano como cañonazo. La naturaleza del segundo temblor no fué muy clara. Los efectos del terremoto no eran importantes: cayeron algunas cosas pequeñas (baterías, un foco eléctrico) de un estante. No cayeron sillas, pero cayó un poco de revoque de cemento de la pared de adobe y algunas rendijas se produjeron en ella. El beneficio está situado en la falda noroeste del volcán Tecapa. Los patios de café son terraceados, en dichas terrazas se notaron algunos derrumbamientos de 5 a 10 m<sup>3</sup>. En la bodega se encontraban sacos de café amontonados en columnas de unos diez sacos, las cuales cayeron, mientras que montones de menor altura (4-5 sacos) que daron en pie. En la noche del lunes y en la mañana de este día hubo temblores débiles seguidos.

7 de mayo de 1951. Las columnas de sacos de café que habían sido arregladas después del terremoto en la noche del domingo cayeron de nuevo. Hubo nuevos derrumbes en los patios terraceados. Los terremotos del domingo y del lunes se sintieron de más o menos igual intensidad. El daño total fué relativamente poco, debido a la buena roca de fundación del beneficio a pesar de su situación en la pendiente.

San Jorge, (1,745 habitantes). 6 de mayo de 1951. Los dos golpes sacudieron en sentido vertical. Un ruido parecido a un cañonazo se notó desde el noroeste después del segundo temblor. Todas las personas huyeron hacia afuera, algunas que empezaron a correr cayeron al suelo. En la tienda cayeron algunos jarros de loza y unas botellas con gaseosas. Las hamacas empezaron a dar movimientos pendulares. Las casas de esta población resistieron bien por estar construidas de madera, las pocas de bahareque solamente perdieron su repello. Algunas tejas cayeron.

7 de mayo de 1951. El temblor tenía carácter de marejada, oscilatorio, fué bastante largo y se guió por un ruido parecido al de un ferrocarril que pasa en la lejanía. La iglesia debilitada por la sacudida del día anterior (la única construcción de adobe en este lugar) dió en tierra, pero considerándolo todo, el temblor del lunes fué mucho menos intenso que el del domingo.

Beneficio San José, 6 de mayo de 1951. En este lugar (foto 7) el terremoto tuvo su máxima intensidad. El primer temblor comenzó lentamente: el administrador del beneficio que se encontraba sentado en su escritorio tuvo tiempo suficiente para levantarse y tomar una actitud expectante en la cercanía de la puerta. Después de unos tres segundos el temblor alcanzó su máxima fuerza, el administrador fué arrojado al suelo y no pudo recordar después de qué manera había salido de la casa. A consecuencia de este primer temblor cayeron unos cercos de piedra de los patios de café.

El segundo temblor fué sentido más fuerte todavía, sacudió en sentido horizontal con golpes breves y duros y causó destrucciones devastadoras: las casas cayeron hacia el oriente, el techo del hangar de maquinaria (una construcción con paredes abiertas) se inclinó en el mismo sentido y la chimenea de lámina del hangar, de unos 20 metros de largo, se dobló al salir del tejado cayendo también hacia el oriente (foto 8). La vigería de madera fuerte de dicho edificio de maquinaria se inclinó también en la misma dirección (foto 9); las pilas para lavar café, cuyas paredes son de betón de unos 20 cm de grueso, sufrieron grietas transversales. Una máquina muy pesada (alrededor de 3 toneladas ?) fué levantada en un lado (por el primer temblor ?), movida hacia el oriente y rompió al recaer los ladrillos de su fundamento (foto 10).

Al beneficio pertenecen los siguientes tanques de agua: dos grandes tanques redondos con 200 000 galones de contenido cada uno, 3 con 100 000 galones cada uno (también redondos), 2 tanques rectangulares para 75 000 galones cada uno y 2 pequeños. De los 5 grandes 2 estaban llenos con agua, uno a la mitad y dos vacíos; los menores todos estaban llenos. Los tanques que son construidos de betón y soterrados en el terreno sufrieron grietas y el agua se escapó. También en aquellos tanques que estaban vacíos y que se suponía no habían sufrido daños, se comprobó posteriormente que habían tenido rendijas muy finas de tal manera que no fué posible seguirlos usando.

Alrededor de 1 km al poniente del beneficio fueron enterradas cinco personas en una parte honda del camino que conduce hacia el cerro 'El Tigre' (aflozan aquí capas flojas de cenizas y de piedra pómez).

En muchas partes del vecindario se produjeron derrumbes en los caminos porque éstos tienen carácter hundido, lo cual se debe a las zanjas que produce la erosión en la temporada lluviosa y con el aplanamiento consecutivo en cada estación seca los caminos se profundizan progresivamente. En las inmediaciones del beneficio hacia el sur, hasta más o menos el beneficio Las Marías, y hacia el oriente hasta la finca Los Naranjos (1.5 km de distancia de San José), situado a 710 metros de altura, se produjeron zonas agrietadas en el suelo, independientes del relieve, cuya dirección entra entre poniente-oriental y noroeste-sureste. 1 km al oriente de San José en una loma plana, el suelo (20 cm capa humosa encima de toba) estaba profundamente despedazado por grietas en una zona de varios metros de ancho (foto 11). Las grietas que corrían de oriente a poniente tenían alrededor de 30 cm de abertura y estimadamente de 1.50 m de profundidad. Unos 200 m al poniente de este lugar se observó una cañería de agua (de unas 2 pulgadas de diámetro) torcida en el camino (foto 12). El establo para los caballos de la finca Los Naranjos (construcción de madera) fué destruido y su maderamen se dobló en forma ondulatoria (foto 13).

Al poniente del beneficio, en dirección al cerro 'El Tigre', la intensidad del terremoto disminuyó bastante: la zona más afectada era la depresión del valle entre los volcanes 'Chinameca' y 'El Tigre', la cual se compone de tobas y cenizas sueltas hasta alrededor de 750 metros de altura sobre el nivel del mar (vea perfil geológico No. II.) Plantaciones de café de varias hectáreas de extensión perdieron sus hojas después de pocos días por razón de que su raigambre fué dañado por los movimientos del suelo. Afortunadamente no había comenzado la temporada lluviosa, de tal manera que no ocurrieron derrumbamientos en mayor escala en los terrenos inclinados de las fincas.

En la región de Jucuapa y San José se sintieron continuamente temblores débiles en la noche del 6 al 7 de mayo, su número estimadamente fué alrededor de 100.

El 7 de mayo el temblor de las 14.21 horas fué largo y tan fuerte que personas sentadas cayeron al suelo. El temblor ya no pudo causar daños porque el día anterior ya se había destruido todo. En total el temblor del lunes fué de menos intensidad que el del día anterior.

Jucuapa, (6700 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primer temblor osciló en dirección vertical y fué iniciado por un retumbo fuerte de carácter de golpe y causó la caída al suelo de varias personas. Las casas (la mayor parte de bahareque) fueron sacudidas fuertemente, pero en su mayor parte quedaron en pie. El segundo temblor (con oscilación horizontal) dió al suelo con toda la población, la dirección de caída de los edificios fué uniformemente dirigida hacia el este (fotos 14, 15 y 16). El único edificio que no cayó fué la nueva construcción del mercado (según el sistema mixto), este edificio todavía no estaba terminado; se formaron unas pocas grietas y daños de repello. El número total de los muertos se estima en unas 350 personas, pero el número exacto, igual que el de los heridos, no se pudo establecer auténticamente debido al pánico que inició una emigración instantánea, y además era de mayor importancia una inmediata acción de auxilio, que llevar listas estadísticas.

La avenida que corre desde la esquina noreste de la plaza en dirección norte hacia el anterior hospital San Simón, atraviesa más o menos en una distancia a 300m de la plaza un barranco que corre en dirección sureste-noroeste. En este lugar se encuentra un puente de betón que fué girado unos 5 grados (foto 17) y desviado de su dirección original en sentido contrario a la aguja del reloj. Los rellenos artificiales a ambos lados del puente cayeron, porque los respectivos muros de detención cayeron también a causa de la mala mezcla empleada. En consecuencia, se produjo en la parte norte y sur del tablero cementado del puente un escalón de unos 40 cm de altura (foto 18).

En el barranco situado al norte de la carretera Jucuapa-Chinameca y el cual corre en dirección oriente a poniente, se deslizaron las paredes escarpadas con toda su vegetación de árboles, etc. hasta unos 5 m de ancho hacia abajo (unos 8 metros hacia el lecho del barranco) quedando el lecho entreverado con árboles botados en todas las direcciones y ofreciendo un cuadro de desorden completo (foto 19).

El perfil geológico en estos barrancos muestra unos 3 a 7 m de arenas aluviales, de grava, y cantos rodados en el techo de cenizas volcánicas.

7 de mayo de 1951, 14.21 horas. El temblor fué bastante largo y oscilatorio, pero mucho menos intenso que el del día anterior. A pesar de eso su intensidad fué suficiente para botar una máquina de coser que fué recogida de los escombros del día anterior.

Volcán Limbo. Este volcán es un cono adventicio del volcán Chinameca situado en su pendiente poniente. En su cima plana se encuentra un rancho de madera cuyos habitantes dieron los siguientes datos:

6 de mayo de 1951. El primer temblor consistió de breves y duros golpes (probablemente en sentido vertical), al mismo tiempo se notó un retumbo. El segundo temblor de oscilaciones horizontales tenía carácter de marejada y fué bastante largo. Una columna de tablas de madera dió vuelta, lo mismo que unas sillas. La estructura del tejado de madera fué removido y varias tejas cayeron. En la noche del lunes se sintieron temblores suaves en períodos más o menos de 5 a 30 minutos.

7 de mayo de 1951. El temblor fué mucho menos intenso que el del domingo, ya no cayeron las sillas. Algunas grietas en la pendiente exterior de la cima, no son otra cosa que grietas causadas por la sacudida y la fuerza de gravedad en este terreno altamente inclinado. Toda noticia acerca de actividad volcánica de este volcán (se mencionaron erupciones de agua caliente, etc.) publicada en la prensa salvadoreña simplemente es falsa.

Lolotique, (2760 habitantes). 6 de mayo de 1951. El carácter de los temblores no se podía reconocer como unívoco; según datos no comprobados, el primer golpe fué de oscilaciones horizontales y el segundo de verticales. Entre los dos temblores se notó un retumbo subterráneo de dirección suroeste, este se notó como un ruido causado por un balazo. Un 20 % de las construcciones (esencialmente adobe) fueron dañadas gravemente o destruidas, entre ellas la Iglesia, un 10 %

quedó completamente intacto. El resto de las casas sufrió ligeros daños de los repellos y grietas en las paredes, de tal manera que pudieron clasificarse como reparables. En el pozo (algunos 60m de profundidad con 2m de agua) cayó tierra de las paredes del pozo y lo dejó casi seco.

7 de mayo de 1951. El temblor de las 14.21 horas fué mucho menos intenso que el del domingo, algunas casas semidestruídas cayeron, algunos árboles se movieron. En la noche al 7 de mayo se sintieron unos cinco temblores de poca intensidad, en la mañana del lunes otros pocos.

Beneficio Las Marías. 6 de mayo de 1951. El primer temblor botó dos casas de adobe. Entre ambos temblores se sintió un retumbo suave y lejano. El segundo temblor fué destructivo: los cerros de piedra del patio del beneficio (piedras sueltas con mezcla de barro) cayeron a tierra, en los patios se produjeron grietas que rompieron el enladrillado, estas grietas tenían dirección de 260° rumbo astronómico. El gran tanque de agua (de betón enterrado en medio del patio) de forma redonda, fué atravesado por grietas. Otro tanque cuadrangular pequeño de unos 15 metros cúbicos de contenido, situado unos 20 metros al norte del edificio de maquinaria (construido en cima del suelo), se rompió de manera explosiva: el agua inundó la sala de máquinas y una pared lateral del tanque (ladrillos y mezcla de cemento) fué tirada a 2m de distancia. El interior del edificio de maquinaria presentó un cuadro similar de destrucción al correspondiente edificio de San José, la dirección de caída fué igual que en San José hacia el oriente. En el corral para el ganado (donde el suelo consiste en una toba sólida) se abrió una grieta notable en dirección noroeste.

7 de mayo de 1951. Toda la gente sintió el temblor de las 14.21 horas pero este temblor ya no causó daños.

Mercedes Umaña. (4430 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primero de los dos temblores osciló en sentido horizontal y causó movimientos balanceantes; el segundo sacudió verticalmente. En las casas cayeron algunas sillas. La población corrió alarmada hacia afuera. La celba vieja que se encuentra en medio de la plaza se movía bastante. La mayor parte de las casas (adobe) perdió su repello, en las paredes se formaron rendijas hasta de 2cm de ancho. Una parte de las tejas cayó de los techos. Todas las casas quedaron habitables. Se oyó un retumbo.

7 de mayo 1951. El terremoto se sintió relativamente menos intenso que el del día anterior, ya no cayeron los muebles, pero las hamacas siempre tuvieron movimientos pendulares y se originaron algunas nuevas grietas en las paredes.

Plan de las Mesas. Esta corriente de lava situada al oriente de la ciudad de Chinameca se extiende al norte hasta la latitud de Nueva Guadalupe, se compone de un basalto denso y sufrió solamente movimientos mínimos del suelo. No es necesario mencionar que los habitantes de este cantón se llevaron un susto bastante grande con el temblor, pero ni aún la pésima construcción de bahareque ni los ranchos de adobe cayeron; solamente la pequeña escuela perdió algunas tejas y sufrió pocos daños de su repello.

San Miguel. (26702 habitantes). 6 de mayo de 1951. El terremoto del domingo consistió de dos temblores, de los cuales el primero osciló en dirección vertical y el segundo horizontal. Los habitantes huyeron hacia las calles, en algunas tiendas se cayeron objetos pequeños de los estantes más altos. En una ferretería donde se encontraban rollos de alambre de púas amontonados en columnas, éstas cayeron. Las torres de la catedral se balancearon pero no sonaron las campanas. Algunos edificios sufrieron daños de repello abriéndose raras veces algunas grietas en las gruesas paredes de adobe. Los árboles se movieron; ningún edificio fué destruido o sufrió daños mayores. San Miguel está construido en una planicie rellenada con productos sueltos volcánicos como cenizas, lapilli, arenas, etc.

El terremoto del 7 de mayo fué solamente de intensidad mediana, algunos habitantes ni lo sintieron.

Moncagua (~1000 habitantes). 6 de mayo de 1951. El primer temblor tuvo sentido vertical y el segundo horizontal. Entre los dos temblores se oyó un retumbo lejano algo parecido al trueno. Todos los habitantes corrieron alarmados hacia afuera. Cayeron algunos objetos pequeños de los estantes. Los árboles comenzaron a moverse durante el segundo temblor. Las casas (construcciones de adobe) no sufrieron daños (no tomando en cuenta unas pocas rendijas en las paredes y unas pocas tejas quebradas).

En el lecho arenoso del río 'El Tejar' estaban algunos ojos de agua para la toma de agua potable. Un hombre que en el momento del terremoto se encontraba en este lugar para llenar su jarro reportó que en este momento el agua en el hoyo fué lanzado alrededor de 20 a 30 centímetros hacia arriba. En la noche siguiente se sintieron unos ligeros temblorcitos.

7 de mayo de 1951. El temblor del lunes fué relativamente suave, los habitantes lo sintieron pero no produjo daños. Alrededor de las 16 horas se indica que tuvo lugar otro temblorcito.

Olomega, 6 de mayo de 1951. El terremoto fué sentido por la mayor parte de los habitantes, pero no causó daños, ni cayeron tejas.

Puente Cuscatlán Lempa, 6 de mayo de 1951. En el lugar del puente se encuentran algunas casitas donde se venden gaseosas, de uno de los estantes cayó una sola botellita. El temblor fué bien notado pero no causó daños. El puente comenzó a dar ligeros movimientos.

7 de mayo de 1951. Al igual que el día anterior, el puente comenzó a balancear en dirección norte-sur. Además de esto no hubo ningún efecto.

San Salvador, El terremoto del 6 de mayo fué sentido solamente por algunas personas que se encontraban sentadas. El observador entrenado pudo darse cuenta que objetos pendientes tuvieron un movimiento pendular suave en dirección oriente-poniente. El temblor del 7 de mayo no se sintió. El sismógrafo no registró ninguno de los temblores suaves durante la noche al lunes registrando solamente los dos temblores del domingo: a las 17.02.17 y 17.06.46 horas (hora salvadoreña). El sismógrafo registró el temblor del lunes a las 14.21.29 horas (hora salvadoreña), probablemente el reloj del sismógrafo no estaba bien ajustado.

Santiago de María, (6880 habitantes). 6 de mayo de 1951. El número de los temblores no podía ser aclarado unívocamente. El primer temblor osciló en sentido horizontal, los demás vertical (estos datos no son seguros). Inmediatamente antes del primer temblor se notó un retumbo como un fuerte golpe de dirección noreste. Las casas (bahareque) y adobe) sufrieron ligeros daños de resaca, unas botellas cayeron, el aprovisionamiento de agua se acabó.

7 de mayo de 1951. Durante la noche y en la mañana del lunes 7 se sintieron continuamente débiles temblores. A las 14.21 horas ocurrió el fuerte temblor sacudiendo en sentido vertical. Una parte de las casas fué destruída completamente, especialmente resultó afectada la parte oriental de la ciudad, cuyo suelo de fundación (lapilli y escorias sueltas de erupciones volcánicas) no es tan resistente. Alrededor del 40% de las casas fueron destruídas, el otro 40% sufrió daños irreparables y el resto perjuicios ligeros. La corriente eléctrica se suspendió.

La dirección de caída no era uniforme: en el jardín de la casa del señor Liach, dos cuadras al sur de la plaza, se encontraban cuatro macetas de cemento de un metro de altura llenas de tierra y conteniendo flores, las cuales cayeron uniformemente hacia el suroeste. El mismo jardín está cercado por un muro que corre en dirección oriente-poniente y encima del cual habían unos bloques (ladrillo de obra con mezcla de cemento) de adorno. Estos bloques cayeron en la misma dirección, uno de ellos alcanzó el suelo en posición natural, probablemente dió vuelta completa en el aire.

Al poniente de la plaza se encontraba una casa en construcción (sistema mixto), algunas líneas de ladrillos del muro empezado del segundo piso que todavía no estaban sostenidos por el armazón de hierro cayeron hacia el norte. En las entradas de la plaza en la mitad de su lado poniente y sur se encontraban unos pilares de cemento como porta-lámparas,

éstos cayeron hacia el este (en el lado sur). Enfrente de la esquina noreste de la plaza se encuentra una casa de bahareque, revestida de tablas por dentro y con lámina por fuera, esta casa no sufrió perjuicio ninguno y quedó completamente intacta.

El Triunfo, (1240 habitantes). 6 de mayo de 1951. Al preguntar a los habitantes acerca del carácter de los temblores, las respuestas eran contradictorias. No se oyeron retumbos. Naturalmente la gente corrió asustada hacia afuera y algunos árboles se movieron, pero el temblor prácticamente no causó ningún daño. Después del segundo temblor quedó parado el reloj de péndulo que se encuentra en la Alcaldía en una pared levantada de oriente a poniente. Las casas (adobe) no sufrieron daños dignos de mención, solamente algunas tejas fueron removidas o cayeron; por ejemplo, de un techo cuyo número de tejas ascendía a 3500 en total, cayeron unas 40.

7 de mayo de 1951. El terremoto a las 14.21 horas fué mucho menos intenso que el del día anterior. Toda la gente lo sintió naturalmente, pero no causó daños y ni siquiera se movieron las tejas.

Usulután, (9481 habitantes). Los temblores del 6 de mayo de 1951 se sintieron de carácter igual que en la mayoría de los pueblos: el primero fué de sentido vertical y el segundo de oscilaciones horizontales. Entre ambos temblores se notó un retumbo lejano parecido a un trueno que perdió su intensidad lentamente. Toda la gente salió alarmada a la calle, las hamacas tuvieron un movimiento pendular. En algunas casas hubo daños de repello y raras veces se observaron rendijas en las paredes. La mayor parte de la ciudad está construida de adobe. Durante la noche al lunes se sintieron unos pocos temblores suaves.

7 de mayo de 1951. El temblor de las 14.21 horas fué un temblor oscilatorio de carácter de marejada y fué sentido por todos los habitantes; en cuatro casas (que ya eran bastante viejas) se removió un poco el maderamen del tejado. El mercado tenía un tejado desmoronado cuya reparación ya había sido solicitada antes del terremoto, pero a pesar de esto el techo no sufrió perjuicio alguno. El terremoto en total, fué de menor intensidad que el del domingo.

d) Carreteras. En la carretera internacional que cruza el territorio salvadoreño de poniente a oriente, se observaron derrumbes entre Mercedes Umaña y más o menos el kilómetro 121 (situado unos 2kms al oriente del desvío a Lolotique), pero de consideración solamente en dos lugares: en la curva unos 2kms al poniente de El Triunfo y en el punto más al sur de la curva situada entre los desvíos hacia Jucuapa y Chinameca (en el kilómetro 116). Estos dos lugares, donde los derrumbes tuvieron mayor efecto, se encuentran exactamente en la línea de la dislocación principal O-P.

En la carretera Mercedes Umaña-Berlín se notó un derrumbe bastante fuerte en la curva cerrada abajo del beneficio Guallinac (fotos 22 y 23). La carretera Berlín-Alegria donde prácticamente solo afloran tobas de cenizas, estaba tapada en varios lugares e impasable para el tráfico, lo mismo que la carretera Santiago de María-Alegria. Completamente impasable era la carretera Jucuapa-San José, desde San José hasta Los Arenales se observaron derrumbes solamente en pocos lugares. Algo parecido se observó en la carretera Chinameca-San Jorge, cuya parte norte - es decir entre Chinameca y el volcán 'El Limbo' - fué la parte más afectada.

e) Fenómenos acústicos. El siguiente cuadro resume los fenómenos acústicos observados durante los temblores del 6 de mayo. En contraste a las destrucciones materiales que quedaron a la vista después del terremoto, por medio de lo cual podrían reconocerse las exageraciones por parte de los habitantes, esto no fué posible con las observaciones acústicas y por eso estos datos ofrecen cierta incertidumbre y carácter dudoso, a pesar de que las preguntas sobre este particular se efectuaron lo más pronto posible después del terremoto.

Retumbos notados el 6 de mayo 1951,Inmediatamente antes o simultáneo  
con el primer temblor.

Alegría ( ? )  
 Berlín  
 Chinameca  
 Guallinac  
 Jucuapa  
 Volcán 'Limbo'  
 Santiago de María

Después del primer temblor.

Lolotique  
 Las Marías  
 Mercedes Umaña ( ? )  
 Moncagua  
 Usulután

Suponiendo la situación del epicentro en  $13^{\circ}30'N$  y  $88^{\circ}25'W$  (vea más adelante). y suponiendo que todas las observaciones se refieren al mismo ruido, se obtendría el resultado siguiente: en cercanías del epicentro se sintió el retumbo inmediatamente antes o simultáneamente con el primer temblor; en lugares de mayor distancia del epicentro (Usulután, Moncagua) el ruido llegó más tarde, es decir después del primer temblor. Esto no estaría de acuerdo con lo dicho por Sieberg (1923, pág. 112), quien manifiesta que, en regiones epicentrales, retumbos y vibración del suelo se notan simultáneamente; mientras que, con creciente distancia epicentral, los retumbos llegan antes del propio temblor.

Nuestra suposición (que se trata del mismo ruido) sin duda es correcta, porque en ninguna parte se notaron dos retumbos seguidos. Alegría y Mercedes Umaña aparecen, en el cuadro, con interrogativa, porque no fué posible determinar el momento exacto en el cual se oyó el retumbo.

## 3) EL MAPA ISOSISMICO.

El procedimiento para el dibujo del mapa isosísmico fué como indicado en Sieberg (1923, pág. 492). Las intensidades del terremoto en las distintas poblaciones se determinaron a base de los daños, etc., según la escala de Mercalli-Cancani-Sieberg. El cuadro siguiente ofrece dichas intensidades como resumen:

| POBLACION                                    | 6 mayo 1951, 17,02 y 17,06 | 7 mayo 1951, 14,21 hora local. |
|----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Alegría                                      | V,5                        | VI,5                           |
| Santa Anita, hacienda                        | VI,5                       | ?                              |
| Los Arenales, cantón                         | VII                        | ?                              |
| Batres                                       | IV,5                       | IV                             |
| Berlín                                       | V                          | VII                            |
| San Buenaventura                             | VIII                       | VI                             |
| El Carmen, cantón                            | V                          | IV                             |
| Chinameca, (ciudad)                          | VIII                       | VI                             |
| Volcán Chinameca, lado oriente<br>del cráter | V                          | ?                              |
| Santa Elena                                  | V,5                        | ?                              |
| La Estancia, hacienda                        | IV,5                       | ?                              |
| San Francisco Gotera                         | III,5                      | ?                              |
| Nueva Guadalupe                              | VII,5                      | VI ?                           |
| Gualache, cantón                             | V,5                        | ?                              |
| La Jiménez, finca.                           | VI,5                       | ?                              |
| San Jorge                                    | VI                         | V                              |
| San José, beneficio                          | VIII,5                     | VII                            |

|                        |            |         |
|------------------------|------------|---------|
| Jucuapa                | VIII,5     | VII ?   |
| Volcán Limbo, cima     | VI,5 - VII | V,5     |
| Lolotique              | VI,5 - VII | V - V,5 |
| Las Marías, beneficio  | VIII       | VI,5 ?  |
| Mercedes Umaña         | VI,5       | V,5     |
| Mesas, Plan de las     | V          | IV,5    |
| San Miguel, ciudad     | V - V,5    | IV      |
| Moncagua               | V,5        | IV,5    |
| Los Naranjos, finca    | VIII,5     | ?       |
| Olomega                | IV         | ?       |
| Puente Cuscatlán Lempa | IV         | IV      |
| San Salvador           | III        | ?       |
| Santiago de María      | VI         | VII,5   |
| El Triunfo, pueblo     | V          | IV,5    |
| Usulután               | IV,5       | IV      |

#### IV. INTERPRETACION DEL TERREMOTO.

Para poder llegar a una interpretación del terremoto, trataremos primeramente de contestar las siguientes preguntas:

¿ Dónde se encuentra el epicentro ?

¿ A qué profundidad se encuentra el hipocentro ?

¿ Existen indicios, a base del registro sísmico del Observatorio Nacional de San Salvador durante los años 1950 y 1951, para poder reconocer que el terremoto de Jucuapa debe de comprenderse como parte de un proceso de aspecto más amplio ?

Después de esto se discutirá la causa de origen del terremoto.

¿ DONDE SE ENCUENTRA EL EPICENTRO ?

La historia sísmica (capítulo II) manifiesta que se trata de un foco sísmico, que repetidas veces ha causado terremotos. En el año 1878 se trató de un solo temblor; en 1951 fueron tres temblores principales (6 de mayo, 17.02, 17.06; 7 de mayo, 14.21 horas), comprendiendo un lapso de tiempo de 21 horas, que originaron efectos análogos en la misma área sacudida. De esto se deduce que el foco sísmico tiene carácter estacionario, y que son las mismas causas las que lo dejan entrar en actividad.

El 'U.S. Coast and Geodetic Survey' indicó como epicentro el lugar  $13^{\circ}30' N$  y  $88^{\circ}00' P$ . Con este dato está contestada la pregunta preliminar de que si el epicentro se encuentra a mayor distancia (p. ej. en el Océano Pacífico) o en la cadena volcánica misma, positivamente para la última región. Las coordenadas comunicadas por el 'U.S.C.G.S.' admiten un error en la localización hasta de medio grado.

Ahora bien, cuáles son las indicaciones, a base del mapa isosísmico, para poder localizar el epicentro más detalladamente? Primero se reconoce que las líneas isoseístas V y VI están bastante juntas en la parte norte, siguiendo en su dirección el rumbo de la dislocación principal O-P. En otras palabras: la dislocación tenía efecto limitativo: el bloque situado al norte de ella se comportó estable y fué sacudido en escala muy inferior, mientras que el área situada al sur de ella (y al norte de el eje volcánico) fué afectado considerablemente por la sacudida del terremoto. *Este hecho favorece la idea de buscar el epicentro al sur de la dislocación principal O-P.* Además: en el terremoto del 6 de mayo el área más afectada fué el valle meridional al sur de Jucuapa y la planicie colindante al norte, es decir el 'Valle de Esperanza'. Esta zona se extiende esencialmente de norte a sur, lo cual da lugar a suponer que la

dirección de la dislocación que originó el terremoto está paralela a la dirección de las rupturas de segundo orden, es decir NNP-SSO. La dirección de caída de las construcciones en el área máxima afectada está dirigida uniformemente hacia el oriente. Según nuestros conocimientos actuales, la dirección de caída en la propia área epicentral no es uniforme; siendo dirigida en las proximidades de la zona epicentral o en dirección hacia el epicentro o en sentido contrario. Como la intensidad general del terremoto disminuye hacia el oriente, supongo que el epicentro se encuentra al poniente de Jucuapa; en este caso la dirección de caída ha sido en dirección o puesta a la del epicentro. La curvatura general de las líneas isoseístas V y VI también favorece la idea de buscar el epicentro al poniente de Jucuapa. Suponiendo además que los fenómenos acústicos observados se agrupan más o menos en iguales distancias alrededor del epicentro, éste debe encontrarse en el punto central de aquellas poblaciones que notaron dichos fenómenos. De todas estas razones deduzco yo que el epicentro se encuentra más o menos en  $13^{\circ}30'N$  y  $88^{\circ}25'P$ .

Ahora bien, las direcciones de caída originadas por el segundo temblor (6 de mayo 1951, 17.06 horas) han sido uniformes hacia el oriente en toda la extensión N-S del área afectada. Esto quiere decir: el epicentro se encuentra al poniente de San Buenaventura, Jucuapa, Beneficios San José y Las Marías. Como consecuencia lógica, el epicentro no ha sido un solo punto sino una línea. Para explicar esta contradicción, podríamos suponer que el primer temblor (17.02 horas) ha sido originado por el punto epicentral, mientras que el segundo temblor (17.06 horas) fué originado por una dislocación en dirección NNP en el subsuelo al poniente de Jucuapa que tuvo lugar simultáneamente en toda la extensión N-S de la ruptura. Por razones cualesquiera dicha dislocación no se llevó a término completo; los numerosos temblorcitos durante la noche del 6 al 7 y en la mañana del 7 de mayo se explican probablemente como los esfuerzos vanos de vencer la resistencia restrictiva para llevar a cabo la dislocación. Esto se logró solamente después de 21 horas: a las 14.21 horas del 7 de mayo la energía restante del foco sísmico se descargó originando el temblor que esencialmente afectó a Santiago de María.

#### ¿ A QUE PROFUNDIDAD SE ENCUENTRA EL HIPOCENTRO ?

Según indicación del 'U.S.C.G.S.' la profundidad del foco sísmico está a unos 150 kms. Yo no creo en tal profundidad porque el área sacudida ha sido demasiado pequeña (unos 30 x 50 kms) para justificarla. La opinión del profesor Dr. Beno Gutenberg (Sismólogo de Pasadena, Calif.), que me fué comunicado por medio de carta, respecto a este asunto es la siguiente: 'The shock of May 6 was very complicated and a larger shock followed the first after about 4½ minutes. This makes the determination of depth very difficult. However, we have no evidence here that the shock was deeper than normal, which would be about 20 kms; we even considered that it might have been slightly shallower than normal'. Por otro lado está el hecho que el sismógrafo de Stuttgart (Alemania) ha registrado los dos temblores del 6 de mayo, es decir, la distancia epicentral registrada ha sido mayor de 10 000 kms. Una determinación exacta de la profundidad del hipocentro, en caso que después de todo fuera posible en este caso, solamente podría efectuarse a base de los sismogramas registrados. Esto y la decisión de si un terremoto de intensidad absoluta 6-6¼ y con unos 20 kms de profundidad del foco, esté del todo capaz de alcanzar tan enormes distancias epicentrales tendrá que ser solucionado por personas competentes.

#### ¿ EXISTEN INDICIOS PARA PODER COMPRENDER EL TERREMOTO DE JUCUAPA COMO PARTE DE UN PROCESO DE ASPECTO MAYOR ?

Durante los meses de enero hasta septiembre de 1950 se registraron tres temblores como promedio mensual en la estación sismográfica de San Salvador. En octubre de 1950 empezó claramente un período de intensificada acción sísmica: en este mes se registraron 34 temblores (en 7 días diferentes registrándose 25 temblores sólo en los días 23 y 24 de octubre,

cuya región epicentral probablemente se encuentra en Guatemala); en el mes de enero de 1951 se registraron 24 temblores en 10 días diferentes, cuyo origen probablemente ha estado dentro de la cadena volcánica de El Salvador. A principios de mayo de 1951 ocurrió el terremoto destructivo en el área de Jucuapa, a mediados de mayo los diarios reportaron una serie de temblores en Guatemala. A fines de junio temblo en la zona al sur del volcán de San Vicente, y en los primeros días de agosto en el volcán de Cosegüina en Nicaragua. El terremoto de Jucuapa ha sido el punto de culminación de este período de intensificada actividad sísmica, el cual posiblemente no ha llegado a su fin todavía, como lo manifiesta el temblor sentido en San Salvador a las 00.07 horas (hora local) del 27 de febrero de 1952. Este temblor casi alcanzó la intensidad V (*Mercaulli-Cancani-Sieberg*) y por suerte no ocasionó ningún daño.

## DISCUSION DE LA CAUSA DE ORIGEN DEL TERREMOTO DE JUCUAPA

Resumimos otra vez los hechos básicos conocidos:

a) Ni inició una actividad volcánica el terremoto, ni se presentó esta como consecuencia de los temblores; las fumarolas existentes no cambiaron su actividad habitual. Lo mismo vale para el terremoto del 2 de octubre de 1878 en la zona de Jucuapa y para todos los demás temblores observados desde octubre de 1950 hasta hoy (febrero de 1952), inclusive el terremoto del volcán Cosegüina desde el 1-4 de agosto de 1951.

b) El temblor tuvo su lugar de origen en el subsuelo de la cadena volcánica misma que se formó en una zona de debilidad tectónica. El sollevamiento epirogenético del continente centroamericano, junto con la pérdida de masa en el subsuelo del eje volcánico en razón de la eyección de magma por los volcanes dió origen a hundimientos tectónicos locales y a la formación de una zona de hundimiento inmediatamente al norte del eje volcánico desde Ilopango hasta San Miguel. Estas áreas de hundimiento están limitadas hacia el norte por la dislocación principal O-P que corre en rumbo paralelo al eje volcánico.

c) El terremoto de Jucuapa debe considerarse como el punto de culminación de un período de intensificada actividad sísmica que empezó en octubre de 1950.

d) El terremoto de Jucuapa fué registrado por casi todas las estaciones sísmográficas de los Estados Unidos de Norteamérica, y por algunas estaciones europeas (España, Alemania). A pesar de las largas distancias epicentrales registradas el área afectada ha sido relativamente pequeña (unos 30 x 50 kms), lo que aboga en favor de una profundidad relativamente pequeña del foco sísmico.

La clasificación de terremotos, actualmente en vigor, conoce tres grupos: terremotos causados por derrumbes subterráneos (en cuevas etc.), terremotos volcánicos (originados por una erupción volcánica) y los terremotos tectónicos. Acerca de los terremotos volcánicos citamos *B Gutenberg* (1941 p. 440), el cual dice: 'Only movements due to the action of the volcanoes belong to this class, while earthquakes occurring in volcanic regions during the restoration of equilibrium after this has been disturbed by the flow of magma belong to tectonic shocks'. Fuera de esto, los terremotos volcánicos no son registrados en distancias epicentrales mayores de unos 400 kms, de manera que este terremoto no puede ser clasificado como volcánico.

La teoría de terremotos criptovolcánicos, es decir de temblores originados por procesos magmáticos (sin actividad volcánica) fué discutida detenidamente ya el año 1923 por *Sieberg* (1923, p. 273-277). *Sieberg* llegó a las siguientes conclusiones (traducidas del alemán):

'1. Está comprobado el origen magmático de terremotos, especialmente en razón de la deliberación explosiva de gases, únicamente con erupciones volcánicas visibles; acompañando en esta ocasión los fenómenos que preparan la erupción como también aquellos que caracterizan la erupción misma.

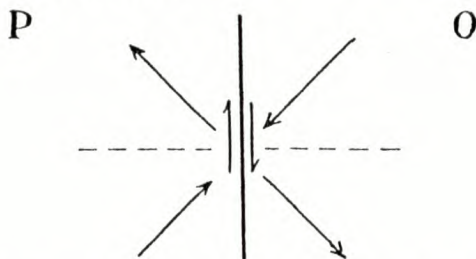
2. Respecto a todos los demás terremotos que se presentan en zonas volcánicas de carácter local quedará planteado el problema si se trata de un temblor puramente tectónico o de un terremoto de dislocación, cuya última causa consiste en un trastorno del equilibrio entre diferentes bloques de la corteza terrestre, en razón de movimientos magmáticos en las profundidades del subsuelo.

3. Aún cuando fueren posibles en lo futuro determinaciones exactas de las profundidades de focos sísmicos, tales valores entre unos pocos y 40-50 kms no podrán decidir esta pregunta. Únicamente los valores de profundidad que se acercan al plano de compensación isostático (120 kms) o mayores podrían reconocer con seguridad un origen criptovolcánico del temblor, porque en este caso el temblor debe de haberse originado por una reacción química rápida en el magma.

Sieberg resume su opinión respecto a esta clase de terremotos en las siguientes palabras (traducidas): 'Siendo imposible, por medio de la aplicación de los medios conocidos hasta hoy, de asignar cualquier temblor -aún con vaga probabilidad- a la clase de los temblores criptovolcánicos o magmáticos, no existe razón alguna para que nosotros tomemos en cuenta terremotos de este origen.'

Yo comprendo el terremoto de Jucuapa como uno de dislocación; la pregunta de que si su última causa ha sido de naturaleza puramente tectónica o si se trataba de un trastorno del equilibrio entre diferentes bloques de la corteza terrestre en razón de movimientos magmáticos, probablemente nunca podrá ser decidida. La intensificada actividad sísmica en el continente centroamericano desde octubre 1950 habla fuertemente en pro de una causa común, la cual en razón de su extensión regional difícilmente podrá ser de naturaleza magmática. Sin embargo en ambos casos, el terremoto debe de ser clasificado como 'tectónico'. No tiene sentido insistir más en el problema de origen 'mágmatco' o 'tectónico', porque después de todo las dislocaciones tectónicas y los procesos magmáticos, en regiones volcánicas, son fenómenos complementarios de los procesos epigenéticos.

Respecto al problema del mecanismo dislocatorio de los bloques fallados supongo lo siguiente: Como causa desencadenante del temblor he supuesto una dislocación en dirección NNP en el subsuelo al poniente de Jucuapa. La planicie al norte de Jucuapa y Chinameca, es decir el valle de Esperanza, es una depresión local rellenada con cenizas y pómez, en cuya serie de estratos se encuentran periódicamente intercalados capas de origen lacustre. Este hecho permite la idea de comprender esta área como zona de hundimiento local; y en consecuencia el mecanismo del terremoto lo comprendo tal como si el bloque oriental se hubiera hundido, tal como lo ofrece el siguiente diagrama esquemático:



Según esto en la región de Jucuapa, tuvo lugar una dislocación repentina hacia abajo y en dirección hacia el poniente, la cual posiblemente podrá explicar la dirección de caída oriental que fué observada uniformemente en esta área.

## V. CONSIDERACION FINAL

El foco sísmico de Jucuapa que entró en acción en mayo de 1951 ha originado repetidas veces terremotos destructores en la misma área y según la previsión humana seguirá haciendo esto. Por esto el mapa de intensidad sísmica agregado es de importancia básica para la apreciación de futuros efectos sísmicos posibles.

El carácter catastrófico de este terremoto se debe en primer lugar a la mala clase de construcciones (ver pág. 9), y además fué fomentado por las condiciones geológicas del terreno en los valles y en los collados de los volcanes (capas de cenizas, etc. sueltas). En lugares con rocas eruptivas los efectos han sido considerablemente menores, como lo demuestra los perjuicios relativamente pequeños en Alegría y en el Plan de las Mesas. Esta vez las construcciones según el sistema mixto resistieron bastante bien, pero nadie puede prever la intensidad del próximo temblor en esta zona.

El Gobierno de El Salvador está decidido a reconstruir una nueva y moderna ciudad en la zona de Jucuapa y Chinameca. Desde el punto de vista geológico y sismológico, el Plan de las Mesas (la meseta de basalto al oriente de Chinameca) ofrece condiciones de terreno insuperables para estos fines.

## LITERATURA CITADA

Diario Oficial de El Salvador, año 1878.

Gutenberg Beno, 1941: 'Seismology' - Geology, 1888-1938, Fiftieth Anniversary Volume, Geol. Soc. Am., June 1941.

Gutenberg Beno and Richter, C.F. 1941: 'Seismicity of the Earth' - Geological Society of America, Special Papers Nr. 34, August 1941.

Jessen Otto, 1943: 'Die Randschwellen der Kontinente' - Petermanns Mitteilungen, Erg. Heft. No. 241, Gotha 1943.

Kellhack Conrad, 1922: 'Lehrbuch der praktischen Geologie', 2 tomos 4ta edición, Stuttgart 1922.

Richter C.F., 1935: 'An instrumental earthquake magnitude scale' - Seismol. Soc. Am. Bull., Vol. 25, p. 1-32.

Sapper Carl, 1913: 'Die mittelamerikanischen Vulkane' - Petermanns Mitteilungen, Erg. Heft No. 178, Gotha 1923.

Sieberg August, 1923: 'Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde, mit Beiträgen von B. Gutenberg', Gustav Fischer, Jena 1923.

**EPILOGO**

Es para el autor un grato deber expresar su gratitud a todas aquellas personas particulares y a las oficinas del Gobierno que le ofrecieron su vallosa ayuda y colaboración. En lo particular menciono el Ministerio de Obras Públicas y sus respectivas dependencias, el Departamento Nacional del Censo y el Observatorio Nacional. La Dirección de Cartografía tuvo la bondad de prestar el original del Mapa orográfico de El Salvador que aparece reducido en la última página. Datos sumamente importantes fueron proporcionados por el señor don Herbert Viaud, en aquel tiempo administrador del Beneficio San José.

# FOTOS DEL TERREMOTO DE JUCUAPA DEL SEIS Y SIETE DE MAYO DE 1951



Foto 1. Exodo de la población de Jucuapa.



Foto 3. Chinameca. Vista al norte; la casa del sistema mixto quedó en pie; la de adobe se inclinó al oriente.

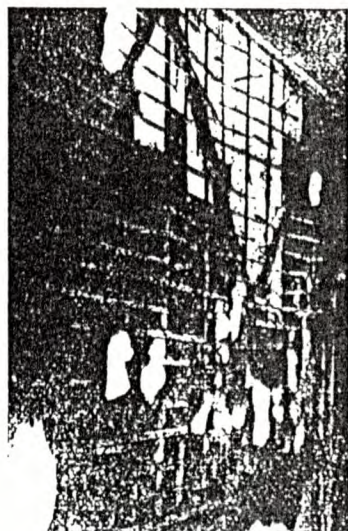


Foto 2. Ilustra el sistema de construcción denominado «bahareque», tomado en Santiago de María.

Foto 4. Chinameca. Grietas diagonales típicas en una pared de adobe, orientada de poniente a oriente.



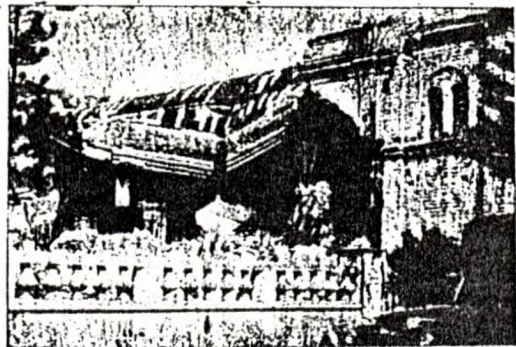


Foto 5. Chinameca. El templo quedó sin torres; el techo de bóveda se rompió.

Foto 6. Chinameca. La destrucción del techo de bóveda del templo; se reconoce la ligera armazón de acero.

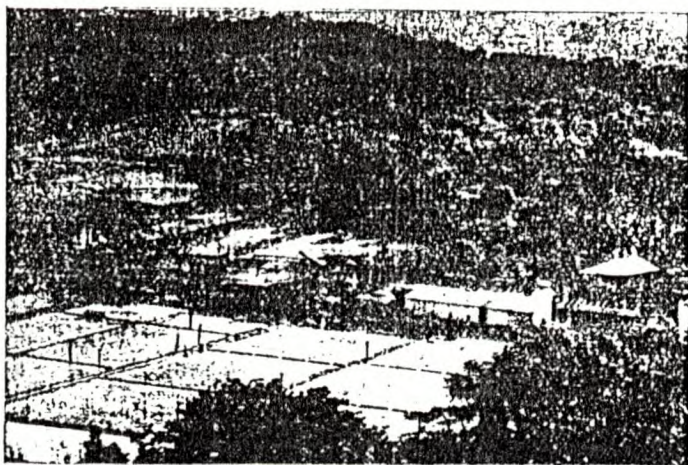
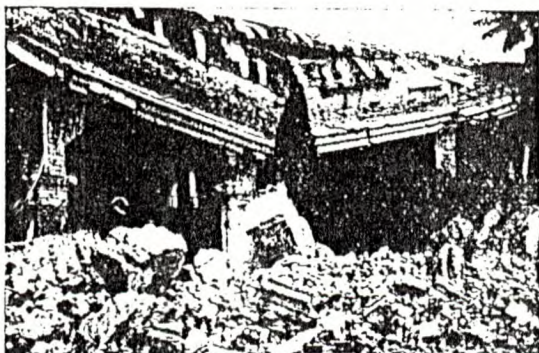


Foto 7. Beneficio «San José». Vista al suroeste; se reconoce la chimenea doblada hacia el oriente.

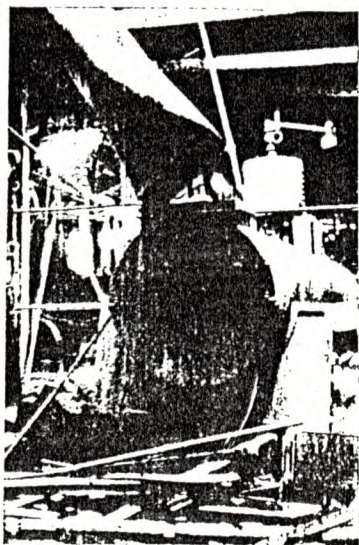


Foto 8. Beneficio «San José». Parte inferior de la chimenea doblada hacia el oriente.

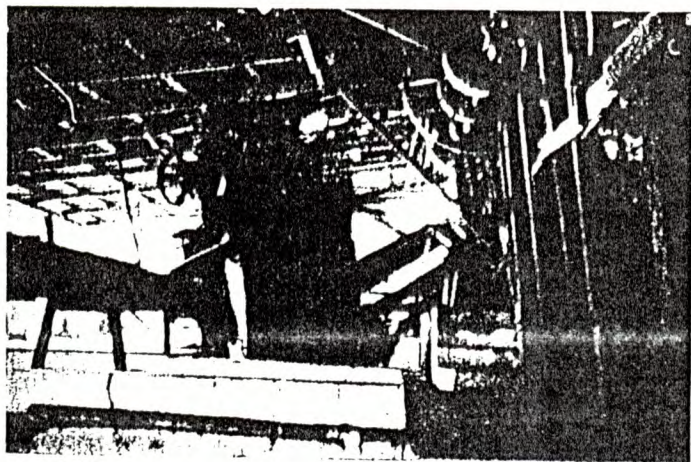


Foto 9. Beneficio «San José». Viguería de madera inclinada hacia el oriente.



Foto 10. Beneficio «San José». Máquina pesada que fué levantada y que al caer rompió los ladrillos de su fundamento.



Foto 22. Derrumbe en la carretera de Mercedes Umaña a Berlin,



Foto 23. El mismo derrumbe, más de cerca.



Foto 24. Jucuapa. Vista al interior de la iglesia destruida.

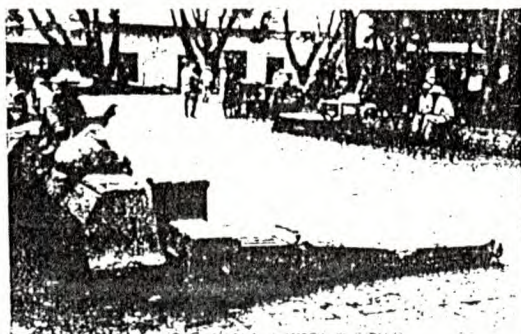


Foto 25. Santiago de Maria. Portalámparas de concreto caído hacia el oriente en la plaza.

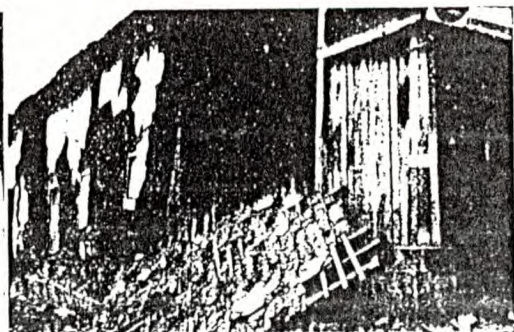


Foto 26. Santiago de Maria. Efectos del terremoto en una construcción de bahareque.

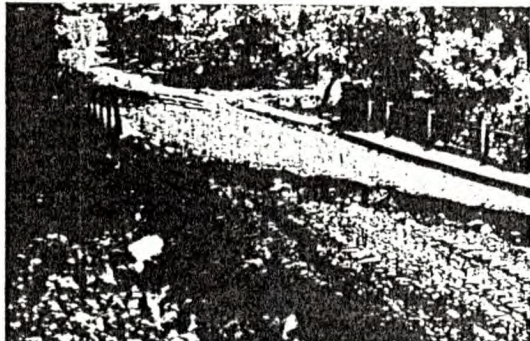


Foto 18. Jucuapa. El mismo puente que foto 17; se reconocen los escalones a ambos lados del tablero del puente, por la caída de los rellenos artificiales.



Foto 19. Barranco entre Jucuapa y Chinameca. Derrumbes de los lados; el lecho del barranco quedó entreverado con árboles, etc.



Fotos 20 y 21. Finca «Los Llanes». Zona agrietada que podía perseguirse por unos 2 kms. 1.6 kms. al poniente de Berlín.





Foto 14. Jucuapa. Vista hacia el noreste, indicando dirección de caída hacia el oriente.



Foto 15. Jucuapa. Vista del mismo punto que foto 14, pero hacia el oriente. La casa destruida a la izquierda es la misma de la foto 14.

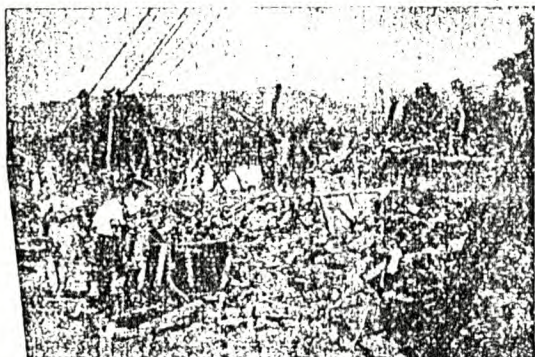


Foto 16. Jucuapa. Aspecto general.

17. Jucuapa. Puente 300 metros  
nte de la plaza que fue girado; vista  
el sur;

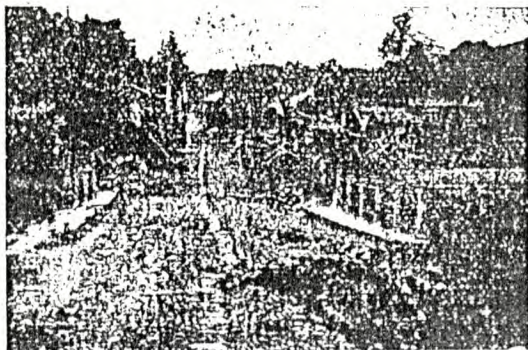




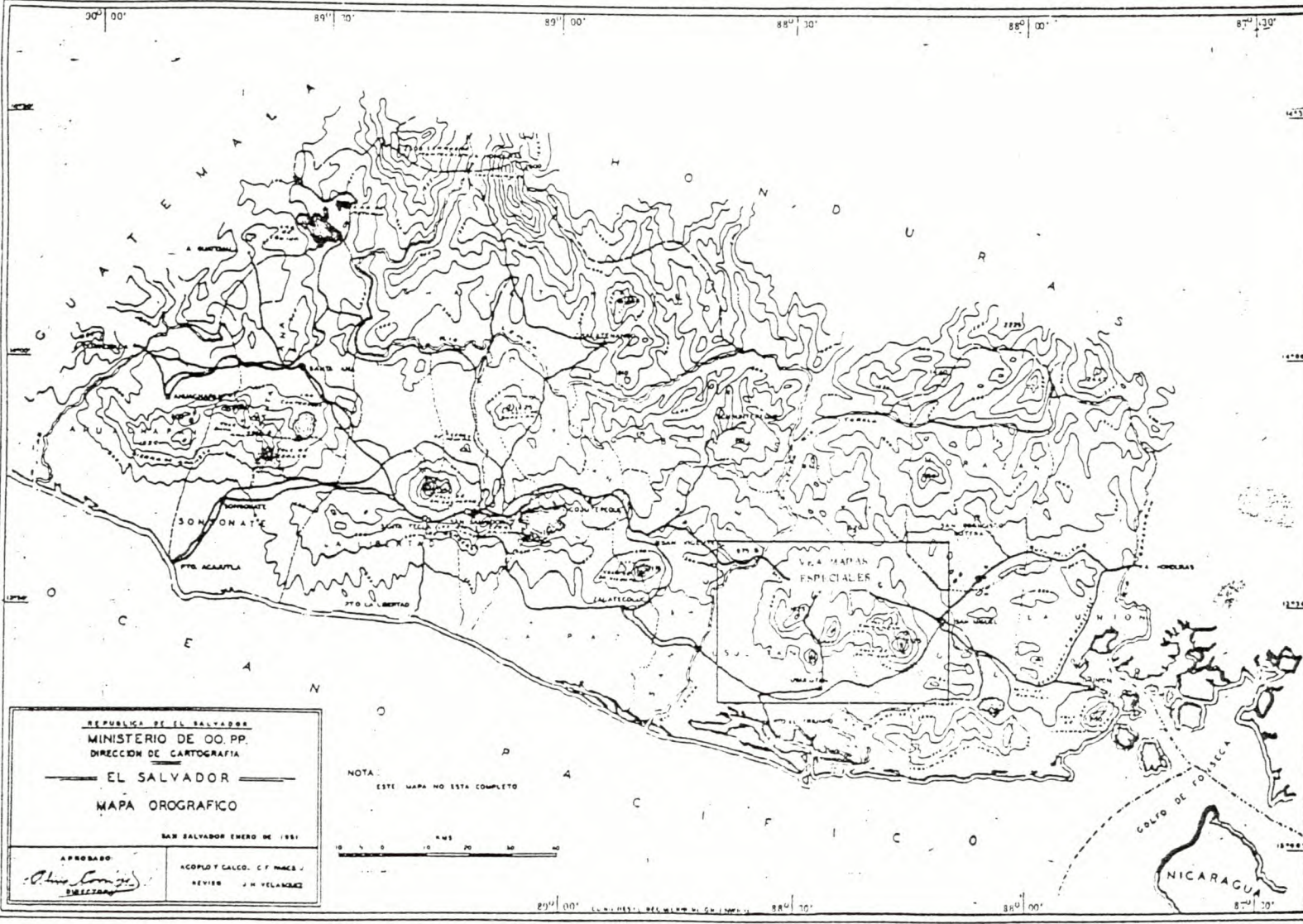
Foto 11. Un km. al oriente de «San José»: a la izquierda zona profundamente agrietada; a la derecha un camino destruido. Vista al oriente.



Foto 12. 800 m. al oriente del beneficio «San José»: cañería doblada por el terremoto.



Foto 13. Finca «Los Naranjos»: establo de madera doblado en forma ondulatoria.



REPUBLICA DE EL SALVADOR  
MINISTERIO DE OO. PP.  
DIRECCION DE CARTOGRAFIA

EL SALVADOR

MAPA OROGRAFICO

SAN SALVADOR ENERO DE 1951

APROBADO  
*Alfonso Carrillo*  
DIRECTOR

ACOPLO Y CALCO. C. F. MACIAS  
REVISOR J. H. VELANDEZ

NOTA  
ESTE MAPA NO ESTA COMPLETO

0 5 10 20 30 40  
KMS