
EL TEMBLOR DEL 14 DE ABRIL DE 1907

Por el Dr. Emilio Böse é Ingenieros A. Villafaña y J. García y García

(LAMINAS XIII a LV)

PREFACIO

El 22 de Abril de 1907 el Instituto Geológico de México, por encargo de la Secretaría de Fomento, comisionó á los que firmamos el presente informe, para hacer un estudio del temblor acontecido el 14 de Abril.

Salimos de México el día 24 de dicho mes para ir primero á Chilpancingo; de allí fuimos juntos á visitar Tixtla y Chilapa, en cuyo lugar nos separamos, yendo el Sr. Böse acompañado del Sr. Carbajal, Fotógrafo del Instituto Geológico, á Tlapa y de Tlapa á Ayutla por Ometepepec; mientras que los Sres. Villafaña y García hicieron el viaje de Chilapa para Acapulco por Providencia y de allí por S. Marcos, visitando Chacalapa, á Ayutla; desde cuyo lugar la Comisión regresó por Tecuanapa, Chilpancingo é Iguala á México. Se eligió este camino porque comprende toda la zona donde el efecto del temblor, según los telegramas, fué más fuerte; de modo que nos ofreció la oportunidad de recoger todos los datos necesarios en el terreno mismo y oír los relatos de las personas que pudieron hacer observaciones durante el temblor.

En todo el viaje recibimos el apoyo y la ayuda más eficaz de las autoridades del Estado; especialmente del sentido Sr. Manuel Guillén, Gobernador del Estado; damos muy atentamente las gracias á los señores Prefectos Políticos Perfecto Albarrán, Francisco Bordon, Vital Escamilla, Coronel Manuel García, Miguel Guillén, Alberto Jiménez, Cástulo Salazar y Librado Suástegui; á los Sres. Cleto Trujillo, Presidente del Ayuntamiento de Acapulco, Jorge Calvo, Jefe de la Oficina Telegráfica de Ayutla y á los HH. miembros de los Ayuntamientos de Ayutla y Tixtla.

Para obtener suficientes observaciones de instrumentos, tuvimos que dirigirnos á diferentes Directores de Observatorios Seismológicos del extranjero. El Sr. Profesor Andrew Lawson, de Berkeley, Cal., tuvo la bondad de procurarnos varios registros de los seismógrafos de los Estados Unidos del Norte; el Sr. Prof. Dr. H. Credner, de Leipzig, nos hizo el favor de obtener para nosotros los registros de los seismógrafos más importantes de Alemania.

El Sr. Ing. Adolf Faidiga, de Trieste, tuvo la bondad de enviar una circular á 93 estaciones seismológicas en diferentes partes del mundo, recomendando que se nos mandaran los datos instrumentales sobre el temblor del 14 de Abril, y á esta circular debimos la mayoría de nuestros datos. Los Sres. Prof. Arthur Schuster, de Manchester y John Milne, de Shide, nos procuraron datos de Inglaterra, Canadá y España. A todos estos señores así como á los señores Directores de los diferentes Observatorios que nos mandaron sus datos hacemos manifiesta nuestra sincera gratitud.

En la disposición de nuestro trabajo hemos seguido

en parte la que adoptó Adolf Faidiga en su estudio sobre el temblor de Sinj, por ser este uno de los más completos; solamente hemos hecho ciertos cambios por la diferencia de condiciones y por tener sólo datos relativamente incompletos.

La terminación del informe se ha atrasado algo por la demora necesaria en la recepción de los datos instrumentales de Europa y Asia; además en Septiembre de 1907 se separó el Sr. Villafaña del Instituto Geológico y en Diciembre el Sr. García; el suscrito tuvo que hacer una expedición á Oaxaca durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre; así fué que la redacción definitiva no pudo terminarse antes de fines de Febrero próximo pasado.

México, Marzo de 1908.—*Dr. Emilio Böse.*



En parte de los datos se han observado algunos cambios en los hábitos de consumo de los consumidores, pero en general se sigue consumiendo los mismos productos, lo que indica una alta fidelidad de los consumidores.

La información que se ha obtenido en el presente estudio es de gran importancia para la toma de decisiones en el momento de las compras. Los resultados de este estudio indican que los consumidores de la zona de estudio prefieren comprar en los supermercados y en los mercados locales, lo que indica una alta fidelidad de los consumidores.

Los resultados de este estudio indican que los consumidores de la zona de estudio prefieren comprar en los supermercados y en los mercados locales, lo que indica una alta fidelidad de los consumidores. Este resultado es importante para las empresas que operan en esta zona, ya que les permite conocer mejor a sus clientes y adaptar sus productos y servicios a sus necesidades.

En conclusión, el presente estudio ha demostrado que los consumidores de la zona de estudio prefieren comprar en los supermercados y en los mercados locales, lo que indica una alta fidelidad de los consumidores. Este resultado es importante para las empresas que operan en esta zona, ya que les permite conocer mejor a sus clientes y adaptar sus productos y servicios a sus necesidades.

TOPOGRAFIA

La topografía del Estado de Guerrero es hasta hoy conocida sólo en sus grandes rasgos fisionómicos de una manera general, sin detalles precisos, y cuando éstos existen, son demasiado locales. La llamada Sierra Madre del Sur no ha sido limitada en manera alguna en su extensión y el conocimiento completo de ella se hace más difícil con las subdivisiones locales que se le han hecho, denominándolas: Sierra de Coyuca, Sierra de Cajones, Sierra del Campanario, etc., etc., estando cada una de estas últimas sin limitación precisa.

Geográfica y geológicamente la sierra, que ocupa en casi toda su extensión el Estado, está ligada con la Sierra Madre Occidental, y separadas entre sí por el valle de erosión del Balsas. Así es que, la zona comprendida entre este río y la costa, constituye una gran parte de lo que se conoce como Sierra Madre del Sur. Para bajar de la Mesa Central, que como es sabido está limitada hacia el Sur por la Sierra, se siguen los descensos más ó menos rápidos que principian en el Ajusco y van á terminar en el Río Balsas, encontrándose en este descenso algunas serranías subordinadas en cuanto á la configuración del conjunto. Otro de los descensos fuertes que ilustran mucho la configuración, es

el que se ve bajando del Nevado de Toluca al Balsas, por el camino de Temascaltepec, Tejupilco, Bejuco, Cutzamala y Pungarabato. Por esto se ha establecido que las vertientes del Sur de la Mesa Central desde Puebla hasta Michoacán, van á morir al lecho del Atoyac, Mezcala ó Balsas, que estos tres nombres lleva el río.

Los principales tributarios de este último, que nacen en estas vertientes, son: ríos Atenango, Cuetzalá, Ascala, Xalitla, Colorado, Polintla, Cutzamala, de Tacámbaro, de Huetamo, del Marqués y gran número de barrancas y arroyos.

Hacia el N. del río Mezcala están sólo los Distritos de Alarcón, Aldama, Hidalgo y una parte del de Alvarez, estando el resto del Estado situado al Sur del río referido. La parte recorrida en la expedición que motivó este informe y que fué la más sacudida por el temblor comprende una gran porción de los Distritos de Bravos, Tabares, Alvarez, Guerrero, Zaragoza, Abasolo y Allende. De esta parte del Estado tenemos buenos datos para expresar la topografía, pero la parte oriental que comprende los Distritos de la Unión, Galeana y Mina, nos es completamente desconocida, pues los datos que sobre el particular hemos consultado, son confusos é inutilizables.

Los tributarios del Balsas por el Sur, son: ríos Mixtecas, Tlapaneco ó de Tlapa, de Atliztac, Barranca del Zopilote, arroyos de Coatecomatlán, Tecomapa, ríos de Jimotla y Truchas, Zirándaro, San Jerónimo y Cofradía.

Como caracteres fisionómicos generales podemos decir que el terreno se levanta rápidamente desde la costa, dejando una faja muy angosta cerca del mar

sin accidentes topográficos. Los ríos salen con alguna frecuencia de cañones acantilados, para desembocar al mar, á lagunas de la costa ó á esteros, así que la planicie de las costas es bastante estrecha; pero se puede decir que en la porción del terreno entre los contrafuertes abruptos del Sur y la playa, hay una serie de lomeríos bajos, que subordinados á los primeros, vienen á terminar en la costa, habiendo casos en que se hunden en el mar sin dejar lugar á la playa y formando costas acantiladas. El punto más notable á este respecto se encuentra en Acapulco y sus cercanías, siendo las sierritas que terminan en la bahía, las que dividen la costa del Oriente ó Costa Chica de la Costa Occidental ó Costa Grande. Son más angostos los valles de la costa hacia el N.W. que hacia el S.E., indicando esto un primer dato para establecer que la sierra no es paralela á la costa, y no lo es porque la línea de las cimas está hacia el Este del Estado con un rumbo claro de E. á W., inclinándose después hacia el Sur hasta las cimas de las Tetas de Coyuca, para voltearse luego hacia el N.W.; en tanto que la costa toda tiene una dirección general N.W.-S.E. La línea divisoria entre las aguas que van al Balsas y las que bajan al Pacífico por diferentes ríos del Sur tiene casi las mismas inflexiones y rumbos que la línea de las cimas.

Respecto á la hidrografía se tienen mejores datos que con relación á la distribución de las montañas del Estado, por ser los valles de los principales ríos más visitados por viajeros que han descrito sus excursiones, en tanto que las partes altas son muy poco visitadas y mucho menos descritas. Además del Río Balsas y

sus confluentes, que ya se mencionaron, tenemos las vertientes del Sur que bajan al Pacífico, en las que se encuentran los siguientes ríos: río de Santa Catarina, que cuenta con varios afluentes y como principal entre ellos el Quetzala, los ríos de la Palizada, Copala, Nexpa, San Marcos, La Estancia, Papagayo, Organos, Coyuca, Atoyac, Tecpan, San Luis, Coyuquilla, San Jerónimo y Pantla; viniendo á continuación la desembocadura del Balsas en la barra de Zacatula.

Entrando en detalles, será conveniente indicar lo que hasta hoy se ha hecho sobre el particular, describiendo los caminos recorridos con algún cuidado: siendo los datos más completos y de más precisión los del corte topográfico y geológico de Acapulco á Veracruz; en las notas de la última expedición se encuentran buenos datos, aunque no de precisión, del camino entre Iguala y Acapulco, lo mismo que de los caminos entre Chilpancingo y los pueblos del Este del Estado. Hacia el Norte hay datos de la Compañía del F. C. Central que llega al Balsas.

Los valles y barrancas atravesados por los ríos, que por el N. afluyen al Balsas, así como los cerros relativamente altos y abruptos, forman uno de los lugares cuya topografía es de lo más variada. El cañón atravesado por el ferrocarril, cerca de la estación de Iguala, con acantilados de 200 y 300 m., indica lo que debe encontrarse más al Sur en donde la erosión ha acentuado los accidentes del terreno. Cada serranía entre dos valles está acompañada de su línea divisoria de aguas, cuya orientación general es hacia el S. en esta región. Para abrir el camino nacional se aprovecharon en gran parte los cañones alargados y los valles de de-

pósitos torrenciales como se ve en el valle de Sabana Grande y en el cañón que se sigue desde Tonalapa hasta llegar al río de Xalitla; lo mismo se ve en el camino que conduce á Chilpancingo al atravesar la barranca del Zopilote.

Hacia el Sur y después de dejar la faja estrecha de terreno costero, se encuentran crestas monótonas, alternando con barrancas y valles profundos debidos, en su mayoría, á la erosión. Después se diferencia la porción E. de la parte central del Estado, porque hacia el E. las crestas dejan su lugar á mesas más ó menos amplias que alternan con barrancas profundas con acantilados casi verticales que llegan á tener más de 500 m. de desnivel. Cuando llegan éstas á tener una altura mayor de 500 m. hay varias series de acantilados á sus lados como graderías, y cuando es menor su profundidad se ven sus paredes cortadas á pico. Las mesetas tienen altitudes muy variadas, presentándose escalonadas hasta las cercanías de Atliztac, en donde se comienzan á encontrar las mayores alturas de esta región. Después se encuentra el ascenso que conduce á valles amplios del nacimiento del Balsas.

En la porción central son más enérgicos los accidentes y la serranía llega á mayores alturas. Las crestas de la parte meridional siguen ascendiendo y sólo se ven como partes bajas los ríos de Omitlán y Papagayo, que se reunen un poco al Sur de Tierra Colorada, para desembocar á la laguna del Papagayo.

GEOLOGIA

El conocimiento de las condiciones geológicas del Estado es todavía muy limitado. Un corte de Acapulco á Veracruz en 1:50,000 levantado por los Sres. J. G. Aguilera, E. Böse y E. Ordóñez, nos ha dado una idea sobre la tectónica de la región central del Estado; algunas noticias por J. G. Aguilera se encuentran en el Bol. d. Inst. Geol. de México, núms. 4-6, pág. 61, otras en un artículo de Ordóñez;¹ además utilizamos las observaciones hechas en un viaje por E. Angermann y E. Böse que atravesaron en 1902 la sierra desde Atoyac, cerca de S. Jerónimo, en la Costa Grande hasta Chilpancingo, así como las observaciones hechas en el viaje para el estudio del temblor del 14 de Abril.

En el corte mencionado arriba, se vé que la tectónica del Estado es sumamente complicada, y como de la mayor parte de la región tenemos únicamente nociones generales basadas en itinerarios hechos en viajes más ó menos rápidos, debemos limitarnos aquí á dar una idea general de la constitución geológica.

Bastante clara y bien definida es la distribución de las rocas arcaicas, comprendiendo entre éstas al gneiss con pocas micapizarras, así como las masas intrusivas de granito y diorita. Estas rocas forman una faja bastante ancha en el Este que se angosta bastante hacia el W. donde se encuentran (de S. Jerónimo en adelante) rocas efusivas modernas, en su mayoría probablemente andesitas; cubren estas últimas la parte

¹ Ordóñez. Un voyage à la Sierra Madre del Sur. (Mem. Soc. Ant. Alzate t. XIV, pág. 159-73, México 1899-1900.)

septentrional de las primeras. En el centro del Estado sobre las rocas arcaicas se encuentran pizarras y conglomerados de edad desconocida, que están cubiertas por calizas del Cretáceo medio; aislados afloramientos de estas pizarras y calizas se encuentran también dentro de la parte septentrional de la faja de las rocas arcaicas (Cerro del Peregrino, cerros cerca de Cocula). El límite septentrional de la zona arcaica se puede, pues, fijar más ó menos por los puntos siguientes: Chilistlahuaca (altura 733 m.), Barranca Honda (alt. 500 m.) cerca de El Bejuco al E. de Dos Caminos, Dos Caminos (alt. 674 metros), ladera septentrional de las Tetas de Coyuca (cerca de 3,000 m.) y cerca del Rancho Carrizal en 450 metros (en el camino de Tecpan á Ajuchitlán). Las rocas arcaicas componen una zona relativamente baja y de superficie bastante ondulada en su terreno entre las líneas Acapulco — Dos Caminos y Chilistlahuaca — Ometepepec. La mayor parte de este tramo no se levanta sobre 700 metros y apenas habrá sierras pequeñas que pasen mucho de 1,000 m. Al N.W. de la línea Dos Caminos — Acapulco cambia el aspecto de la zona arcaica; allí se levanta á alturas bastante grandes, como en las Tetas de Coyuca, que llegan á una altura de 3,800 m. en su cima, en tanto que las crestas de esta sierra tendrán una altura de unos 3,000 m. Desde este punto la zona arcaica baja bastante rápidamente á alturas pequeñas de un promedio de 500 m. La anchura de la zona gnéisica es: en Ometepepec, 77 kilómetros; cerca de Acapulco, unos 60 kilómetros, y cerca de Tecpan, 25 kilómetros.

En el E. del Estado las rocas arcaicas están limitadas hacia el N. por una enorme faja de pizarras cristalinas ó semicristalinas, alternándose con cuarcitas y pi-

zarras arcillosas; estas pizarras que se asemejan á veces mucho á micapizarras, son de edad dudosa; pero cerca de Olinalá se han encontrado en ellas restos de gastrópodos, de modo que seguramente no se trata de rocas arcaicas. Este conjunto de pizarras ocupa una región que se limita, más ó menos, por las líneas que conectan los lugares siguientes: Olinalá-Xalpatlahuac, en el Norte; Olinalá-Hueycantenango, en el W. (la extremidad meridional de esta línea es desconocida), y una línea, casi E.-W., que pasa en el S., por Chilistlahuaca. Hacia el Este no conocemos el término; pero, según las observaciones hechas por P. Waitz en una exploración del río Atoyac y Río Verde, en Oaxaca, no se encuentran aquellas pizarras allí. La zona de pizarras se levanta, en lo general, á alturas bastante considerables. Si bien es cierto que los límites de la zona no alcanzan á alturas considerables, en el interior de la zona encontramos elevaciones muy grandes, y hasta se puede decir que las cimas de las sierras formadas pasan, casi en todas partes, los 2,000 m.; así, tenemos en la Sierra Alta, entre Tlatlauqui y Cuálac, cimas como el Zitepetl y el Antepetl, que tienen más de 2,500 m. de altura. En el tramo entre Tlapa y Chilistlahuaca tienen todas las crestas alturas de más de 2,300 m.

Dentro de la zona de pizarras se encuentran numerosas masas de rocas efusivas modernas, principalmente andesitas. El resto del Estado se compone principalmente de capas mesozoicas, entre las cuales el cretáceo tiene la mayor distribución, no obstante de que se encuentra también Jurásico, y quizá también Triásico en algún lugar. El cretáceo se compone, en la parte inferior, principalmente de pizarras arcillosas, y arriba de ca-

lizas de Caprinidae. Estas capas, bastante plegadas y fracturadas, componen la mayor parte del Estado, y se levantan á grandes alturas, pasando muchas de las cimas de 2,000 m. Las capas cretáceas pasan hacia el Norte por la región del río de las Balsas al Estado de Puebla; hacia el N.W. pasan también aquel río, y componen toda la región hasta Iguala, formando más adelante una sierra alta entre esta ciudad y Puente de Ixtla. De la misma manera siguen en la faja al N. de las rocas arcaicas, para entrar al Estado de Michoacán.

La parte sedimentaria del Estado está ó muy plegada (especialmente la zona de pizarras de edad desconocida) ó muy fracturada (particularmente las calizas de Caprinidae); según el corte de Acapulco á Veracruz, la sierra de Guerrero parece ser un enorme sinclinal con plegamientos secundarios.

Las capas que pertenecen al Terciario son principalmente depósitos lacustres (conglomerados, areniscas, margas, etc.) frecuentemente de una extensión enorme como p. e. el conglomerado que se extiende desde Hueycantenango casi hasta Olinalá. Estas capas están poco plegadas ó fracturadas. En el límite del Estado hacia el N., cerca de Huamuxtlán, comienza un enorme depósito de pizarras yesíferas aparentemente terciario, que se extiende al Estado de Puebla. El Cuaternario raras veces se puede separar del Terciario lacustre, en otras partes se presenta en forma de terrazas, de ríos ó de depósitos de lagos más ó menos pequeños.

Las rocas eruptivas modernas son dioritas que se encuentran en forma de diques, y andesitas en grandes masas efusivas irregularmente distribuidas sobre el Estado.

I. Efectos del temblor

1. Efectos del temblor sobre edificios y muros

La noticia de la destrucción de un gran número de casas en las principales poblaciones del Estado de Guerrero, así como el haberse cuarteado algunas construcciones en la ciudad de México, hizo suponer que el movimiento producido había sido suficientemente intenso para destruir en las regiones próximas al epicentro los edificios todos, aun los mejor construídos. Examinados después de cerca los efectos que bajo esta forma se han producido, pudimos agruparlos para su estudio como sigue:

1. Destrucción completa ó casi completa de edificios.
2. Caída de muros y destrucción de techos.
3. Desprendimiento en los ángulos y caída de muros interiores.
4. Caída de esquinas y agrietamientos de muros y aplanados.
5. Efectos sobre las casas de bajareque.

Destrucción de edificios

Los edificios en su mayoría son de mala construcción, siendo esta la causa principal y en muchos casos única de los derrumbes. Existen en corto número construcciones buenas (Palacio de Gobierno, una parte de la casa del Sr. M. Guillén, Gobernador del Estado, en Chilpancingo; bóvedas de la época colonial en el curato de Tlapa; iglesia de La Providencia; casa de Ha-

rootian é iglesia en Zumpango), que bien poco sufrieron por su propia resistencia y por encontrarse un poco lejos de la zona pleistocénica.

En general las casas se fabrican con adobe ó baja-reque; la construcción de adobe se hace sobre cimientos que generalmente son muy poco profundos y mal dispuestos, pues algunas veces apenas son iguales en espesor al del muro que deben soportar. La argamasa empleada es mala, pues en muchas localidades apagan la cal mucho tiempo antes de su empleo y la dejan al aire libre, convirtiéndola así en un carbonato de cal impropio del todo para producir una buena argamasa: no sólo esto, sino que en lugar de mezcla de cal y arena se suele emplear lodo para construir cimientos.

Los muros son construídos con adobe y lodo, adobe de buena calidad, pero mal ligado en los ángulos y muros interiores. A estos muros de adobe y lodo se les carga con un techo generalmente de dos aleros (dos aguas) formado de un tirante, un pendolón y madera delgada, para soportar la teja de barro cocido demasiado pesada; no se usan jabalcones, se coloca un caballete (zopilote) que junta entre sí á los pendolones y sobre el cual se apoya la extremidad superior de los morillos que reciben las tiras delgadas de madera donde se atora la teja; la extremidad inferior de los morillos queda directamente apoyada sobre el muro. (Figs. 1 y 2 de lám. XIV y lám. XV.)

Las paredes maestras de las casas son del mismo espesor que los tabiques ó muros divisorios, y éstos sólo están ligados por la capa del aplanado ó tres adobes repartidos en toda la altura, para amarrar el tabique al muro. El ladrillo sólo entra como baldosa y muy

rara vez en la construcción de muros. El uso de la cantera es poco menos que desconocido.

Es muy frecuente encontrar en las casas de los suburbios de las poblaciones principales y en muchas de las de menor importancia, construcciones de bajareque ó sea de bejuco y lodo. Para fabricar esto se ponen cuatro pies derechos (horcones) que vienen á constituir los cuatro ángulos de la pieza; cuando ésta es de alguna longitud se ponen uno ó varios pies derechos intermedios, enterrados á menor profundidad que los de las esquinas ó ángulos; entre éstos se teje una verdadera red con bejuco dispuesto en líneas horizontales y verticales, dejando formados así pequeños cuadros de 5 á 10 cm. de lado. Esta red se construye doble, dejando entre sus dos partes un espacio de 10 á 15 centímetros que es el espesor del muro (Véase lámina XVI); todo el hueco que queda entre el bejuco es rellenado con lodo bien batido que se aprieta con golpes de plana de mano; después se empareja con una capa relativamente delgada de barro para tapar completamente el bejuco. Sobre estas paredes viene el techo de teja, más pesado que ellas, dispuesto, como antes se dijo, para casas hechas de adobe.

En las construcciones de adobe fué incomparablemente más marcada la destrucción que en los pequeños jacales de bajareque, que casi siempre tienen techos bien ligeros de palma (palapa) ó de ramas ó pasto (enramada).

Podemos decir que solamente en las principales poblaciones hubo destrucción completa de casas, porque en las de menor importancia las construcciones son bien ligeras y generalmente están constituidas por sólo

una iglesia de adobe y teja, 2 ó 3 casas también de adobe y el resto de bajareque ó simples enramadas. Evidentemente donde hubo mayor número de casas, mayor fué la destrucción: así es como se explica la ruina de 341 casas en Chilapa y 60% de las de Chilpancingo; ¹ solamente Ayutla y San Marcos perdieron casi el total de sus construcciones por encontrarse en la zona pleistocénica.

La destrucción completa de edificios no se limita solamente á la zona cerca del epicentro, pues la encontramos, aunque en menor grado, bastante lejos de aquella región. En este caso se trata siempre de casas viejas ó de muy mala construcción. Así, p. e., se explica que en Tixtla el centro de la población no sufrió nada, que apenas hubo cuarteaduras insignificantes en las paredes, mientras que en el barrio bajo de la ciudad que en 1904 fué inundado, destruyéndose en parte la base de los muros de adobe y de los cimientos hechos de piedra y lodo, se derrumbaron varias casas (véase lám. XVII). Otro ejemplo nos lo ofrece la casa del Presidente Municipal en Igualapa (véase lám. XVIII): esta fué la única que se cayó en todo el Distrito; en lo general las casas de adobe de esta región sólo se cuartearon, y donde había construcciones medianamente buenas, las cuarteaduras eran de poca importancia.

En la región cerca del epicentro se encuentra la destrucción de casas relativamente bien construídas. En la lám. XIX se ven los restos de la iglesia de Miahuichán,

¹ La ruina indicada debe entenderse como refiriéndose á casas inhabitables, por el gran número de cuarteaduras y caída parcial de sus muros, y no como destrucción absoluta. En Chilapa hubo 341 casas arruinadas y solamente una caída.

el frontispicio que quedó parado aunque muy averiado, está construido de ladrillo y tiene un espesor de más de medio metro; los otros tres muros, todavía más gruesos se componían de piedras irregulares ligadas por una argamasa mala; en la fotografía se nota luego que no hubo amarres entre estas paredes y el frontispicio. El edificio estaba construido sobre una capa gruesa de gneiss descompuesto, lo que probablemente contribuyó á su destrucción.

En San Marcos cayó una parte de la iglesia (véase lám. XX) construida de adobes, pero con paredes muy gruesas; el resto del edificio quedó tan arruinado que será necesario tirarle. Su construcción se puede comparar á la de Atliztac (lám. XXI), sirviendo esta comparación para dar idea de la diferencia de la fuerza del movimiento en las dos regiones.

El número total de casas caídas en el momento mismo del temblor y cuando éste llegó á su mayor intensidad, fué de 110 en todo el Estado. Siendo relativamente corto este número al compararlo con el número de casas destruidas ó inhabitables que no cayeron por completo. Podemos hacer la graduación siguiente entre las poblaciones según la destrucción que sufrieron:

1. Ayutla.
2. San Marcos.
3. Chilapa.
4. Chilpancingo.
5. Tecuanapa.
6. San Luis de Allende.
7. Azoyú.
8. Ometepec.
9. Tlapa.
10. Tixtla.

Esta graduación comprende las poblaciones por el total de su destrucción, dependiente ésta de su posición respecto á la zona pleistóséistica, del número total de sus construcciones, pues donde más casas hubo, mayor número de ellas fué averiado, y de la constitución del suelo y subsuelo de cada lugar.

Como última observación respecto á casas totalmente caídas, diremos que en general sus derrumbes fueron hacia el interior, por la disposición relativa de paredes y tejados.

Caída de muros y destrucción de techos

Pocos muros aislados cayeron; solamente los de poco espesor ó de muy malos cimientos.

Fué casi general el resbalamiento de los tejados, quedando algunos con las tejas figurando ondulaciones y caída sólo la extremidad inferior (véase lámina XXII).

Fué general en todo el Estado la ruptura de los pilares y columnas en la parte inferior del fuste muy cerca del pedestal que es más ó menos reducido: en muchos casos estos pilares cayeron quedando solos los pedestales; se efectuó su caída cuando soportaban algún techo ó en lugares cerca del epicentro, pero no cuando estaban aislados, sin carga y lejos del epicentro (véase lám. XXIII). Entre los pilares hubo algunos que quedaron volteados indicando un movimiento al derredor de su eje vertical, producido por desigualdad de frotamiento en distintas porciones del plano de separación en el lugar del partimiento.

Algunos muros perpendiculares á la dirección de la propagación de la onda cayeron (véase lám. XXIV) ó

quedaron en pie presentando cuarteaduras horizontales ó casi horizontales; cuando estos muros soportaban la zopilotería ó caballete del techo se destruyeron hasta los cimientos, derrumbándose hacia el exterior en un solo block (véase lám. XXV).

En las construcciones que tenían mayor altura, como son los templos, fueron particularmente marcados los efectos de destrucción: si bien es cierto que sus malas construcciones vinieron á ser su propia ruina, no necesitando un temblor fuerte para derrumbarse. La catedral de Chilapa perdió por completo su frontispicio y sus torres (véase lám. XXVI); las iglesias de San Francisco y Dulce Nombre, perdieron una torre y habrá que derribar la otra de San Francisco (véanse lám. XXVII y XXVIII); otros de los templos de la misma población que sufrieron averías son: San José, San Rafael y Guadalupe. En Aquilpa fué mayor la destrucción de la iglesia, en la que se puede ver un caso interesante de equilibrio (véanse láms. XXIX, XXX y XXXI) habiéndose caído la cúpula que estaba mal sentada y la mayor parte del techo, quedando sólo algo de la madera que soportaba la teja. En Atliztac sólo cayó la parte alta del frontispicio y la parte posterior del tejado, quedando pocas cuarteaduras en las paredes (véase lámina XXI).

En Chilpancingo fué notable la destrucción de las iglesias: la parroquia en construcción perdió su frontispicio y sus torres (véase lám. XXXII), sus muros laterales quedaron casi por caer con dos cuarteaduras horizontales que abarcan á distintas alturas toda la longitud de ellos: lo que quedó sin ninguna avería fué el techo de bóveda de madera que es una bue-

na obra: mostrando esto que los principios de la buena construcción defenderán mucho de los temblores como el que acaba de pasar. El templo de San Francisco en Chilpancingo abunda en detalles de destrucción por mala construcción (véanse láms. XXXIII y XXXIV).

En San Marcos y Ayutla no quedó ningún techo de teja medianamente servible después del paso del temblor, todos se destruyeron y muchos cayeron por completo, las enramadas que tenía la gente pobre quedaron inclinadas y un poco destruídas. Los techos que se ven en las láminas son reconstruídos, teniéndose una idea más cabal de esta destrucción en la lám. XXXV que es uno de los lados de la plaza principal de Ayutla.

En el Seminario de Chilapa se cayó buena parte de los tejados (véase lám. XXXVI) y en la misma población fué de notarse la caída del tejado en el templo de San José, de pésima construcción (véanse láms. XXXVII y XXXVIII).

Caída y desprendimiento de muros interiores

Los muros divisorios de las casas quedaron en su mayoría separados de las paredes maestras al paso de la onda, produciéndose en casos frecuentes la caída parcial y rara vez total de dichos muros. Ahora se ven todos los rincones ocupados por grietas que dejan separadas las paredes y hacen peligrosa la habitación de las casas (véase lám. XXXIX). Con frecuencia se nos manifestó que la destrucción en las calles era muy inferior á la que se observaba en el interior de las habitaciones, y esto lo encontramos fácilmente explicable, porque á la destrucción exterior se añadía el derrumbe de muros divisorios que habían caído parcialmente ó

estaban en ruina. No era necesario un temblor de gran intensidad para producir la separación, no ruptura, de los muros en los ángulos, pues nunca estuvieron ligados, sino en simple contacto y cubiertos de una capa de mezcla bien frágil. La cuarteadura de ángulos fué general en las poblaciones que visitamos en Guerrero.

Agrietamiento de muros y aplanados

Algunos muros cayeron por la magnitud de sus cuarteaduras formadas ya vertical ya horizontalmente, habiéndose notado que en los de la misma dirección que la de propagación de la onda, las cuarteaduras eran sensiblemente paralelas y horizontales y algunas veces presentaban dibujado una especie de oleaje de más ó menos amplitud; en las paredes de dirección perpendicular á la de la propagación, las grietas eran verticales ó casi verticales.

En muros interiores las cuarteaduras tomaron diferentes inclinaciones como producidas por una compresión de las paredes maestras al recargarse en ellos.

Los aplanados se agrietaron considerablemente en donde no cayeron en grandes extensiones, pues no puede haber buena unión entre el adobe, sin ninguna preparación adecuada y la argamasa con que se acostumbra cubrirlo (véanse láms. XL y XLI).

Caída de esquinas y cornisas

Muy pocas esquinas cayeron de una manera bien determinada, como se pudo ver en la casa principal de la Hacienda de Providencia y la esquina N.W. de la casa de Tlapa en la 2.^a de Matamoros núm. 1; en estas fué completo el desprendimiento de los dos muros en

toda la altura y cayeron en una sola pieza como lo hubiera hecho una columna: en muchas partes las esquinas dañadas perdían sólo su parte superior, produciéndose esto cuando las casas eran alcanzadas por la onda, en una dirección que no correspondía á la orientación de sus paredes ó como se dice, en una dirección transversal ó esviada.

Hay que hacer notar la caída de cornisas en las principales casas de algunas poblaciones, que no fué motivada por su excesivo peso respecto á las construcciones de adobe, pues las hubo de distintas formas y pesos que cayeron igualmente, sino porque en la mayoría de los casos eran tiradas por los tirantes de los techos mal colocados ó por la mala colocación de las vigas en las pocas casas con azotea.

Efectos sobre las casas de bajareque

Dadas las condiciones de esta clase de construcciones, se puede suponer que tienen una elasticidad suficiente para soportar bastante los movimientos sísmicos; así es que en ellas sólo un fuerte movimiento obra, volteándolas en su totalidad ó inclinándolas como se encontraron en Zumpango (véanse láms. XLII y XLIII) ó tirando totalmente los tejados y deformando las chozas al inclinarlas, como se observaron en San Marcos (véase lám. XLIV).

2. Efectos sobre objetos móviles

Se tienen muy pocos datos sobre los cambios de lugar y el deterioro de muebles u otros objetos móviles. En la zona pleistóséística una gran parte de los habitantes apenas posee muebles que se puedan caer durante

un temblor y además parece que no se hicieron observaciones seguras sobre este particular.

En las tiendas de la región cerca del epicentro y hasta en lugares bastante lejanos de él (Zumpango del Río, Chilpancingo, Chilapa, etc.), cayeron las mercancías de sus estantes, destruyéndose en parte. En la región lejos del epicentro cayeron principalmente las botellas, es decir, objetos altos, mientras que en la zona pleistocénica cayeron también objetos poco altos. En una bodega de Ayutla una lata de aceite fué tirada de un estante y cayó parada á $1\frac{1}{2}$ m. de distancia, esto se puede explicar solamente por un movimiento sucesorio.

Se pudo observar que varios objetos habían cambiado de lugar y girado al derredor de un eje vertical. Ciertamente estos objetos no pertenecen estrictamente á objetos móviles, porque se trata entre otros de columnas, mojoneras, remates de iglesia, etc.; pero en realidad éstos estaban ligados con su base por una argamasa tan mala, que después de los primeros movimientos seguramente se desprendieron por completo de ella, viniendo á quedar como objetos móviles. Semejantes rotaciones no se limitan á la zona cerca del epicentro, sino se encuentran también bastante lejos de él. Ya hemos mencionado el caso de las columnas de corredor, representado en lám. XXIII; otro caso se ve en la XLV que reproduce una fotografía de la estatua del Gral. Nicolás Bravo, tomada desde el techo del Palacio de Gobierno, en Chilpancingo. Se nota que en este caso hubo aparentemente dos movimientos en sentido opuesto. El cubo de piedra que soporta la estatua giró un poco del N. hacia el E. (el lado del frente

tiene la dirección de N.W.-S.E.), mientras que la estatua misma giró en sentido opuesto. Los habitantes de Guerrero pensaron generalmente que en estos casos el movimiento había sido en parte giratorio, pero los fenómenos mencionados, así como los que describiremos en seguida, se explican fácilmente por un movimiento ondulatorio. Se trata claramente de un fenómeno de diferencia de frotamiento entre dos planos, de modo que el cuerpo superior en lugar de deslizarse en la dirección de la onda, giró al derredor del punto de mayor frotamiento correspondiente á la mayor presión.

Muy frecuentemente hemos visto ejemplos de movimiento giratorio; en la zona, lejos del epicentro, generalmente se trata de un ángulo de pocos grados, así como lo vemos en láms. XXIII, XLV y XLVI que representa la pilastra de un arco en la casa de la Sra. Rosa Andraca, en Chilapa; esta pilastra se compone de blocks de piedra labrada, de los cuales varios giraron algunos grados.

Mucho más pronunciado fué esta clase de movimiento cerca de la zona del epicentro, lo que se comprende por la amplitud mayor de la onda, y por consiguiente la mayor inclinación de los objetos durante el movimiento. Un ejemplo muy instructivo nos lo da una mojonera en la ciudad de Ayutla (véase lám. XLVII) que giró 18° . Otro ejemplo excelente presenta también el remate en el centro del frontispicio de la iglesia en Miahuihán (véase lám. XIX), este giró casi 45° . Azoyú queda algo lejos de la zona del epicentro, pero se ve que el remate de la torre de su iglesia (véase lámina XLVIII) ha girado bastante. Se han mencionado

aquí sólo los ejemplos más característicos, porque el fenómeno es bastante general en toda la región de Guerrero.

En la mayor parte de la región comprendida entre Chilpancingo, Tlapa, Ometepec y Acapulco, fué el temblor bastante fuerte para hacer tocar las campanas de las iglesias, en algunos lugares colgadas apenas á $1\frac{1}{2}$ m. sobre el suelo. En Miahuichán el movimiento fué tan fuerte, que según las palabras del Comisario: "las campanas parecían querer hacerse pedazos."

Efectos sobre relojes

No es posible confiar en ninguna de las horas indicadas al tomar los datos del fenómeno seísmico en las distintas poblaciones, por falta de relojes que merezcan crédito en sus indicaciones. Los de las torres y muros se pararon ó cayeron al suelo en el momento del paso de la onda, quedando con indicaciones de hora muy diversas y sin concordancia entre sí ni con el temblor. El reloj de San Francisco, en Chilpancingo (lámina XXXIV), lo encontramos marcando las 2 h. 31 m., pero nos informaron que ya había sido ésta una indicación distinta de la que marcó al caerse, y esta última tampoco fué la que correspondía á su caída.

En las demás iglesias cayeron los relojes, donde los hubo, y esto modificó sus indicaciones del tiempo. Algunos relojes de pared marcaron una hora muy diferente de la que deberían indicar, por haber estado deteriorados y tener sus manecillas flojas. Ninguna población tiene sus relojes bien arreglados. En cuanto á los relojes de bolsillo, creemos que ninguno estaba de acuerdo con los demás, dando esto una diversidad de indicaciones

que obligan á no tomar ninguna en cuenta, valiéndonos, para determinar la hora en que se efectuó el temblor en cada una de las poblaciones y en el epicentro, de las observaciones hechas en algunas estaciones ú observatorios seismológicos, empleando el procedimiento que se expresará después.

Efectos sobre el terreno

Los efectos del movimiento sobre el terreno han sido, en lo general, poco intensos, pero bien marcados, como se comprende por la abundancia de grietas de pequeña amplitud, en varios de los lugares visitados.

En la Barranca del Zopilote los derrumbes fueron sobre rocas y tierras sueltas. En esta barranca, que va de Zumpango á Mezcala, se pueden distinguir tres porciones bien distintas, que son: la parte alta en Zumpango, una parte encañonada hacia abajo de Mexquitlán y una porción de confluencia con el río de las Balsas. En la primera porción, que es relativamente ancha y de pendiente media, se han formado terrazas en sus márgenes que tienen poca consistencia, presentando para el lado del lecho paredes verticales; en ellas se efectuaron los derrumbes más numerosos, pero en general de poca importancia. En la parte en que la barranca se encañona, y que tiene un régimen torrencial, se efectuaron pocos derrumbes de los acantilados laterales, y éstos fueron blocks de pequeñas dimensiones. En la parte de la confluencia con el Balsas no se observó ningún derrumbe ni ninguna otra manifestación sobre el terreno.

También encontramos derrumbes de tierra suelta y de pequeña amplitud en la parte alta de la cuesta del

Limón, entre Tecuanapa y El Limón. En una vereda entre el Potrero y Ayutla, en el camino que une estos puntos, hay unas rocas que obstruyeron el camino con su caída, en la parte alta del cerrito que está al llegar al Río de Ayutla. Hacia el E.N.E. de El Potrero se encuentra el cerro de Cotzalzín, de considerable altura y que termina su cima por un acantilado en el que se efectuó uno de los derrumbes más grandes que se pudieron observar. En los cerros que rodean el pequeño valle de Ayutla, se observaron también algunos derrumbes. Entre Cuapinola, Concordia y Poza Verde, son numerosos los pequeños derrumbes, en general, sobre piedras sueltas ó roca muy alterada; en la cañada de Cuapinola son bien interesantes estos derrumbes como se puede ver en la lám. XLIX; se pueden contar allí unos 50 derrumbes y en general de mayor importancia.

Las primeras grietas las encontramos en Tierra Colorada y Jaltianguis, apenas marcadas, y en algunos casos como grietas de desecación, afectando sólo á la parte meramente superficial. Estas pequeñas grietas son muy numerosas en los caminos del valle de San Marcos y la plaza de este pueblo se encuentra atravesada por varias en distintas direcciones, las cuales se cruzan y ramifican variadamente, sin ofrecer dirección dominante y fija, teniendo en su mayor anchura 8 cm. y muy poca profundidad, como afectando sólo á la capa superficial del terreno.

En Chacalapa, lugar de la playa, al S. de San Marcos, fueron muy numerosas las grietas abiertas y unas de las de mayor amplitud que se abrieron. En este lugar desembocan los ríos de La Estancia y San Marcos, uniéndose en un solo estero; en las márgenes de estos

ríos y sobre terreno de las terrazas fluviales de poco espesor, se abrieron las grietas diversamente orientadas y acompañadas de la salida de agua arenosa. Los ríos, las playas y el estero son arenosos, quizá con una potencia en la arena cuarzosa de 10 m. ó un poco menos. Cuando el movimiento afectó á la roca maciza del subsuelo, ésta transmitió el movimiento á la arena cargada de agua en la parte inferior del lecho del río, produciéndose entonces una inyección de agua arenosa en las capas superficiales ó superiores; así que rota la capa de tierra vegetal de las márgenes, el agua encontró fácil y obligada salida, fenómeno que duró muy poco tiempo, unos pocos minutos, dando como resultado numerosas grietas con rebordes de arena en sus labios; éstas son de unos 50 á 60 m. de longitud, 80 á 120 centímetros de profundidad, sin rumbo determinado, aunque su conjunto obedece á una dirección general de E.W. El mismo fenómeno se efectuó en algunas grietas angostas en el río de Santa Catarina, en el Sur de Ometepe, y en las de más amplitud no hubo salida de agua (véanse láms. L, LI y LII). La zona en donde pudiera haberse marcado de una manera más ó menos clara el agrietamiento del terreno, no es posible definirla con precisión por su extensión y por la configuración de la región epicentral. La extensión que habría que tomar en consideración por el agrietamiento, sería desde el N.W. de San Marcos, S. de Ayutla, nacimiento del Río Copala y S. de Ometepe, influyendo en esta extensión la naturaleza y alteración del suelo vegetal. La configuración influye como determinante de la posición de la zona agrietada, porque las aberturas del terreno sólo se han presentado en los valles de poca pendiente, y éstos están

repartidos de una manera irregular por lo accidentado, aunque no abrupto, de la configuración. Así es que estando los terrenos próximos á la costa poblados de pequeñas eminencias con orientación de conjunto de E. á W. y valles estrechos de dirección media de N. á S., se pueden encontrar distintas zonas de agrietamiento correspondiendo á cada uno de estos valles, pero que naturalmente obedecen al mismo origen y su conjunto forma la misma manifestación de los efectos de la misma causa.

La apertura de las grietas en los valles está íntimamente ligada con el aumento de caudal de los ríos, pues por ellos se efectuó en gran parte la salida del agua; ésta no tuvo su origen de profundidad sino que es la de infiltración que corre hacia el mar por debajo de la capa de arena que cubre los valles cercanos á la costa y con especialidad en el lecho de los ríos, como se expresó antes. Los ríos en que fué bien sensible el aumento de caudal, son: ríos de la Estancia, San Marcos, Nexpa, Copala y de Santa Catarina, también el arroyo de Xochiapa cerca de Azoyú.

Las grietas manifestadas en el terreno sólo afectaron la capa de tierra vegetal ó se produjeron cuando más en la roca alterada. La roca fresca ó solamente poco alterada, no sufrió aparentemente nada, manifestándose sólo los efectos sobre ella por el cambio de gasto, desaparición ó aparición de algunos manantiales, cuyo efecto no puede concebirse sino por variación de las pequeñas grietas de infiltración en la roca misma. Ejemplos como éstos se encontraron en El Tamarindo, en donde una fuente de agua caliente aumentó su gasto; en el río de la Estancia aumentó el agua de los

manantiales que brotan del gneiss; en la vertiente E. de este río apareció un nuevo y pequeño manantial en Cortés y desapareció otro mayor en la cuadrilla de Monte Alto, que suministraba el agua para los habitantes. En la hacienda de San Marcos apareció otro manantial en un valle estrecho al N.E. de la población.

Quizá en la parte alta de las sierras se aumentó el gasto de las filtraciones que alimentan los ríos de la región entre San Marcos y Ometepec; pues en todos ellos se notó mayor caudal sin que después de varios días se haya disminuído; ahora ya con el temporal de lluvias y sin tener idea de la cuenca que á cada río corresponde, es difícil fijar si el aumento de agua ha continuado por efecto del temblor ó por lluvias más ó menos locales. Cerca de la desembocadura de los ríos fué más marcado el aumento de caudal, por haberse agregado al aumento, expresado en el párrafo anterior, el agua que salía por las grietas del terreno: es decir, se vino á aumentar con parte del agua que antes escurría infiltrándose y sin manifestarse en la superficie.

No hubo observación en la desembocadura de los ríos en el momento del temblor, por ser la costa muy poco poblada. Los únicos efectos anotados en la costa fueron la entrada de la ola de reflujo en Acapulco, la desecación de algunos esteros y la ola extraordinaria en la barra de Tecuanapa.

En Chacalapa se secó por completo de una manera paulatina el estero alto en donde desembocan los ríos de la Estancia y San Marcos: esta desecación se efectuó en los 8 días siguientes al 14 de Abril y por infiltración en su fondo agrietado de E. á W.

En la aduana de la barra de Tecuanapa se entró el agua y el temblor la averió considerablemente, el mar subió con su ola extraordinaria 50 cm., éstos se midieron sobre la costa acantilada.

Efectos sobre seres orgánicos

En general sólo en las poblaciones de importancia se pueden encontrar efectos sobre seres orgánicos, porque ya en las de menor importancia no se preocupó la gente en gran manera: es tan poco densa la población (4.6 habitantes por km.²) y tan cortos los intereses que tienen los propietarios, que esto los hace muy poco sensibles á fenómenos de esta naturaleza, esto es, concretándose á la parte más sacudida del Estado de Guerrero.

Entre las poblaciones que más sufrieron hubo 28 muertos, 120 heridos y buen número, no fijado, de contusos en San Marcos. El número total de muertos y heridos y contusos, quedó distribuído como sigue:

	Muertos	Heridos
Chilpancingo	11	34
Ayutla.....	8	39
Tixtla	8	14
Chilapa.....	0	33
Atzompan	1	00
San Marcos.....	Algunos contusos.	

En las demás poblaciones no hubo desgracias personales, solamente el susto y pánico en muy pocos lugares.

El efecto sobre animales fué bien poco marcado, no había más á este respecto que algunos pescados muertos en la Bahía de Acapulco y un caballo en Ayutla. En

Ometepec observó el Sr. Bordon, Jefe Político del Distrito de Abasolo, que los animales domésticos estaban muy inquietos poco antes del temblor, y que especialmente los perros aullaban algún tiempo antes de que él mismo sintiera el principio del movimiento.

Las plantas no sufrieron y sólo encontramos un árbol caído en las márgenes del río de San Marcos, muy cerca de su desembocadura. Los árboles con frutos, principalmente los mangos (*Mangifera indica* L.) perdieron gran número de sus frutos todavía verdes, caídos en el momento de la sacudida.

II. Caracter del movimiento y fenómenos acompañantes

1. Dirección del movimiento y determinación del epicentro

Como en todos los temblores, la determinación de la dirección del movimiento fué bastante difícil. En el terreno vimos luego que no se debe dar en lo general ninguna importancia á las observaciones de los habitantes. Es posible que al principio estas observaciones hayan sido exactas, pero unos pocos días después los periódicos dieron la noticia de que en ciertos lugares, como Chilpancingo y Chilapa, el movimiento había sido N.-S. y cuando nosotros llegamos al terreno ya nos contaron en todas partes que el movimiento había sido de dirección N.-S. Una excepción loable hizo el señor Prefecto Político Francisco Bordon, en Ometepec, quien había notado el movimiento como de E.-W., y esto está perfectamente de acuerdo con la posición del epicentro; todos los otros habitantes de aquel pueblo dijeron que el movimiento había sido N.-S.

Faidiga¹ ha dado una prueba excelente para la inexactitud de las observaciones de los habitantes: había reunido gráficamente todas las indicaciones alrededor del epicentro, pudiendo apenas imaginarse mayores divergencias. Sieberg² parece creer que las direcciones realmente cambian, y que no están de acuerdo con la línea que conecta el punto de observación con el epicentro. Esto es cierto para lugares lejanos del epicentro; así p. e. hemos observado en México que el movimiento durante el temblor del 14 de Abril fué en la dirección E.-W. y lo mismo fué el caso en uno de los temblores posteriores sentido en México y procedente del mismo epicentro. Pero nos parece que Faidiga quiere también expresar sus dudas sobre las indicaciones de observadores locales, y que sus diagramas relativos (figs. 12 y 13) no fueron construídos para dar un cuadro exacto de la diversidad de direcciones del movimiento verdadero. En los lugares algo cercanos al epicentro, la dirección observada debe más ó menos estar de acuerdo con la línea que conecta el lugar de observación con el epicentro. Hemos tratado de determinar la dirección en primera línea, por la dirección de inclinación ó caída de objetos libres como columnas, cruces, remates, etc., y en segundo lugar por la dirección que indican las destrucciones en las construcciones; este último procedimiento es naturalmente el menos perfecto. De este modo hemos obtenido relativamente po-

1 Faidiga, Das Erdbeben von Sinj am 2 Juli 1898. Mitt. Erdbeben-Commission d. k. Akad. d. Wiss. in Wien; Neue Folge Num. XVII, 1903 fig. 12 y 13 en págs. 39 y 40.

2 Sieberg, Handbuch der Erdbebenkunde, Braunschweig 1904, pág. 209.

cas indicaciones sobre la dirección de la propagación; pero con un resultado bastante satisfactorio.

Discutiremos primero las direcciones obtenidas en los lugares bastante lejanos del temblor: En Iguala un pequeño tanque del Hotel Cortina derramó su agua hacia el N.; si se toma esta dirección y se continúa la línea hacia el S., se da casi exactamente á la desembocadura del río de Ayutla. La misma dirección la encontramos en Sabana Grande por la dirección de las destrucciones en la pequeña iglesia. En Zumpango del Río indicaron las destrucciones una dirección de S.W. 13° N.E., pero como este método es poco seguro, puede haber un error de unos 20° . Más exacta fué la observación en Chilpancingo. Todos los observadores indican como dirección S.-N. ó N.-S., y lo mismo indicó la destrucción que claramente había sido diagonal á la posición de las casas; pero en un pequeño edificio de madera encontramos la posibilidad de determinar la dirección más exactamente; un pequeño cenador en una propiedad del Sr. Angel Reyes, cerca del Hotel Americano, está construído de un techo bastante pesado levantado sobre varias columnas de madera en una base de mampostería; esta construcción se había movido casi como un péndulo invertido y la destrucción en la mampostería donde encajaban las columnas indicó un movimiento de N. 9° W.; la prolongación de esta línea da casi exactamente á Chacalapa.

Siguiendo después para el S. encontramos la siguiente indicación en Tierra Colorada: determinamos por la destrucción de edificios la dirección N. 34° W. (en realidad entre N.N.W. y N.W.); la línea da á la desembocadura del Río de Ayutla. En Providencia fué según

la destrucción en la hacienda la dirección N. 43° W., una línea cuya continuación pasaría entre Chacalapa y la desembocadura del Río Papagayos. En Acapulco la dirección fué, según la destrucción en algunos edificios, N. 24° W. Naturalmente estas tres direcciones no se pueden considerar como completamente seguras; pero indican que el movimiento debe haber venido más ó menos de una región cerca de Chacalapa.

Consideraremos ahora las direcciones observadas al W. de Chilpancingo. En Tixtla la destrucción de los muros orientados E.-W. indicó una dirección N. 8° W., línea cuya prolongación da á la desembocadura del Río de Ayutla. En Chilapa encontramos por el mismo procedimiento la dirección N.-S. que prolongada al S., da también en la desembocadura del Río de Ayutla. En Atlixtlac, Tlatlauqui y Tlapa, se determinó el rumbo aproximado de S.W.-N.E.; estas líneas tocan la costa en la región entre el Río Papagayos y Chacalapa; pero es posible un error de algunos grados. En Aquilpa se determinó el rumbo de N. 48° E. por la posición de una columna caída; pero como ésta había cargado parte del techo de un corredor, su posición al caer puede haber sido causada en parte por la dirección de la presión del techo.

Yendo de Tlapa hacia el S. pudimos determinar un rumbo bastante exacto: el remate de la torre de la iglesia de Quiahuitlalzala cayó en la dirección N. 82° E.; en esta localidad la onda debe haber sido completamente desviada, quizá por el rumbo de las pizarras sobre las cuales está aquella iglesia. Otro lugar donde se pudo determinar un rumbo aproximado del movimiento, es Santa María: éste fué indicado por

el comisario del pueblo que estuvo despierto en el momento del temblor, y que se fijó en el rumbo del movimiento, la dirección indicada por él es N. 68° E.; probablemente con un error de algunos grados. En Ometepec fué el rumbo según la observación del señor Prefecto Político D. Francisco Bordon de N. 82° E. En Azoyú hubo unas cruces inclinadas hacia el N. 80° E. y hacia el W. Estas dos líneas tocan en su prolongación la costa entre el río Copala y el río de Santa Catarina. En San Luis Allende se determinó el rumbo de N. 75° E. por la destrucción de los edificios: rumbo con un error de algunos grados; la prolongación de esta dirección da á la misma región de la costa que los dos anteriores. En Miahuichán dan los adornos de la iglesia una indicación bastante buena: estos adornos consisten de unas masas de mezcla detenidas con unas almas de fierro que se inclinaron por el movimiento del temblor; uno de estos adornos cayó en la dirección N. 53° E. y otros N. 63° E.; una línea con un rumbo intermedio encuentra la costa en la desembocadura del río Copala. En la siguiente población, La Concordia, hubo adornos semejantes, pero de éstos se inclinó sólo uno y éste en la dirección E.-W.; es posible que aquí haya habido una desviación de la onda á causa de la profunda barranca y del suelo inestable que forma la base del edificio. En Cuapinola encontramos un indicio excelente; allí cayó una cruz alta de madera en la dirección S. 38° W.; la prolongación de esta línea llega á la desembocadura del río de Ayutla. En Ayutla no fué posible determinar un rumbo constante, sino parece posible que el movimiento se propagó en diferentes direcciones. En Tecuanapa cayó una columna

aislada en la dirección S.W. 50° N.E., una excepción para la cual no encontramos una explicación. En San Marcos predomina el rumbo N. 67° W. y en Chacalapa uno de casi E.-W.

Combinando los rumbos y considerando con preferencia los más seguros, como son los de Iguala, Chilpancingo, Ometepec, Miahuichán, Cuapinola, etc., vemos que el movimiento salió de la región inmediata á la costa que se encuentra entre los ríos Copala y de San Marcos. Desgraciadamente se encuentra esta región casi despoblada, y cubierta de una vegetación densa, de modo que no fué posible un estudio en detalle de ella en esta ocasión.

Esta determinación del epicentro se comprueba por otra circunstancia; alrededor de la zona indicada se agrupan los lugares donde la destrucción fué mayor. En San Marcos se cayeron las frutas verdes de los mangos, lo que indica una fuerza enorme, se cayeron muchas casas de adobe y casi todas las otras quedaron inhabitables, se inclinaron las de bajareque, se secaron ojos de agua y aparecieron nuevos. En Chacalapa fué la fuerza aparentemente más grande. Unas casitas fabricadas sobre la arena se hundieron, el estero se secó y un árbol grande con raíces gruesas fué derribado, quebrándose las raíces. También en Ayutla, en Cuapinola y en Miahuichán fué la destrucción muy grande, como se ve por los datos en el último capítulo. Desde este punto disminuye la intensidad rápidamente hacia el E. y el W. y menos rápidamente hacia el N.

Considerando ahora los rumbos de Chacalapa, San Marcos, Cuapinola y Miahuichán, podemos suponer como muy probable que el epicentro se encuentra entre

el río San Marcos y el río de Copala, su mayor eje teniendo unos 32 km. Una determinación más exacta es imposible, porque en la región del epicentro mismo no se pudieron hacer observaciones.

2. Forma del movimiento

Del cuadro comparativo dado en el último capítulo vemos que de las 69 localidades de donde tenemos indicaciones sobre la forma del movimiento, en 55 de ellas se ha sentido un movimiento ondulatorio; en 13, movimientos sucesorios y ondulatorios, y en una sola un movimiento sucesorio. Si aceptáramos esta estadística sin crítica, cometeríamos un error muy grave. En los informes oficiales de los Municipios, así como en las noticias de los periódicos, se encuentran mencionados movimientos sucesorios (trepidatorios) en todas partes. Llegando á aquellos lugares hemos visto que frecuentemente se creía que las ondulaciones fuertes y cortas se llamaban trepidaciones (movimientos sucesorios). En la región que visitamos hemos encontrado sólo los pueblos Ayutla, Concordia, Cuapinola y Miahuichán, donde con seguridad hubo movimientos sucesorios; la noticia de Chilpancingo es muy dudosa. Las otras poblaciones de donde se citan movimientos trepidatorios (sucesorios), son: Ixtlahuaca, Otumba, Taxco, Texmelucan, Tlalnepantla, Toluca, Tulancingo, Valle de Bravo y Zacualpan. Todos estos lugares están en la zona donde el movimiento no pasa del grado IV de Rossi-Forel y la mayoría de ellos en la zona del grado II ó III; de modo que un movimiento sucesorio es inverosímil; además hay que notar que los observadores son agentes del telégrafo que probablemente no sabrán

en realidad distinguir un movimiento sucusorio de un ondulatorio. Tenemos noticias de localidades bastante cercanas á las mencionadas, donde se han sentido únicamente ondulaciones aunque bastante fuertes. Así es que tendremos que excluir aquellas noticias por ser dudosas, y llegamos al resultado que: de 60 localidades se han sentido movimientos ondulatorios en 55, movimientos sucusorios y ondulatorios en 5. Las localidades donde se han sentido movimientos sucusorios están, con excepción de una, muy cercanas al epicentro: en esta región hemos sentido nosotros mismos el 17 y 18 de Mayo, dos sacudimientos producidos por movimientos rápidos de abajo para arriba, sin ondulación. Ya citamos de Ayutla el ejemplo de que una lata de aceite fué tirada á $11\frac{1}{2}$ m. de un armazón, esto se explica únicamente por un movimiento sucusorio. En Chacalapa se hundieron en la arena unas enramadas soportadas por 4 pies derechos (horcones); también esto se explica lo más fácilmente por un movimiento sucusorio del suelo. Según el relato de Ayutla, se sintieron movimientos de la misma especie en la segunda parte del temblor.

Según estos datos, parece que cerca del epicentro el movimiento comenzó por una ondulación y que siguieron uno ó varios movimientos sucusorios. Lo que hemos visto fuera de la zona pleistoséptica se explica todo fácilmente por el paso de ondas transversales. No cabe duda que fuera del epicentro se observaron únicamente ondas transversales. Estas explican también, tanto las destrucciones como las rotaciones de los remates de Azoyú, Miahuichán, de la mojonera de Ayutla, las columnas y la estatua de Chilpancingo.

3. Número y duración de sacudimientos del temblor principal

En el cuadro que resume los datos en el último capítulo se encuentran las indicaciones sobre el número de sacudidas y la duración, según fueron observadas por la gente. De veinte lugares, en su mayoría de la región fuertemente movida, tenemos indicaciones sobre el número de sacudimientos. Entre estos veinte hay 16 donde se observaron tres sacudimientos: uno con dos ó tres y tres con dos. Los tres donde se observaron sólo dos sacudimientos son Otumba, Morelia y Tulancingo, todos lejos del epicentro; de los lugares donde se sintieron tres sacudimientos está sólo uno, Puebla, fuera de la zona del movimiento fuerte. Entre 12 de los 16 lugares donde se observaron tres sacudimientos se ha designado el último como el más fuerte; sólo en Acapulco se dijo que el segundo había sido más fuerte que los otros dos. En la región cerca del epicentro parece que hubo sólo dos sacudimientos, de los cuales el primero fué ondulatorio y relativamente corto, el segundo largo y componiéndose de numerosos movimientos sucesorios y ondulatorios muy rápidos; así lo indican, por lo menos, los datos que recogimos en Ayutla y San Marcos.

Así llegamos al resultado que en la región cerca del epicentro hubo un movimiento ondulatorio inicial relativamente de corta duración y un movimiento largo sucesorio y ondulatorio. En una región que corresponde más ó menos á la segunda zona de intensidad y que comienza en una curva de un radio de unos 45 kilómetros (contando desde la desembocadura del Río Ayutla), se sintieron tres sacudimientos, de los cuales el

último era el más fuerte. De esta zona, hacia fuera, se han contado sólo dos sacudimientos.

De 56 lugares tenemos noticia sobre la duración del movimiento, y en estas indicaciones podemos distinguir también cierta regularidad. En la región inmediata al epicentro se indica 1^m de duración (en Ayutla, Concordia, Cuapinola, Miahuichán, San Marcos). Fuera de esta región correspondiendo más ó menos á la segunda zona de intensidad, se indicó una duración de 1^m á 2^m; Azoyú, 2^m; Chilapa, 1^m 30^s; Chilpancingo, 2^m; Mazatlán, 2^m; San Luis Allende, 2^m; Tixtla, 1^m 30^s; Tlapa, 2^m; Xalpatlahuac, 2^m; en tanto que fuera de esta región disminuye poco á poco la duración. Así es que cerca del epicentro, en la zona pleistoséística, tenemos una duración de 1^m, y en la segunda zona de intensidad se alarga la duración hasta 2^m y disminuye paulatinamente hasta 0 en el resto del terreno donde se sintió el movimiento.

Parece probable que el número de sacudimientos está en conexión con la duración observada. En la región cerca del epicentro el tiempo fué tan corto, que el segundo sacudimiento no se dejó distinguir del tercero, mientras que en la región siguiente, se sintieron los tres movimientos distintos. La disminución de la duración fuera de la segunda región de intensidad, probablemente no está en conexión con el número de sacudimientos, sino con la intensidad misma, como lo veremos en el capítulo siguiente. En esta tercera región, donde el movimiento ya no pasó del grado V Rossi-Forel, hay algunas excepciones respecto á la duración, porque en algunos puntos se indicó una duración relativamente muy larga; pero estas excepciones son tan

pocas, que con mucha probabilidad las podemos referir á errores de estimación.

4. Extensión é intensidad

El temblor fué sentido todavía en una distancia de unos 620 km. del epicentro: de las ciudades de Mazatlán, Zacatecas, Tampico y varias otras más al Norte, se nos dió la noticia de que no se había sentido el temblor; para las regiones del S. y del N.E. no tenemos noticias, porque el límite de la extensión está allí en el mar. La tripulación del cañonero "Tampico," que se encontraba en el Pacífico á 60 millas de la costa, no sintió nada. En el E., el temblor debe haberse sentido hasta cerca de la frontera de Guatemala, pero de allí no tenemos noticia. Los lugares más lejanos del epicentro donde todavía se ha sentido el movimiento, son, comenzando en el N.W.: Guadalajara, San Luis Potosí, Papantla, Veracruz, San Juan Bautista y Tuxtla Gutiérrez. De Tonalá en Chiapas tenemos una noticia negativa, pero como el temblor allí fué probablemente á media noche y la intensidad ya muy pequeña, es probable que el movimiento se haya escapado.

En cuanto á la intensidad hemos utilizado la antigua escala empírica de Forel-Rossi. Es cierto que el empleo de la escala de Cancani-Forel-Mercalli daría un resultado mucho más exacto, pero para el terreno sacudido nos faltan datos de instrumentos; hasta el seismograma del Observatorio de Tacubaya es muy incompleto, porque la pluma salió del cilindro registrador y hubo una interrupción considerable en el diagrama. El cálculo según el sistema de Omori fué también imposible por la falta de objetos libres que podían haber caído,

ó por la destrucción completa de éstos; de modo que ya no se pudo calcular la posición de su centro de gravedad. Como la graduación no fué hecha según los informes de diferentes observadores, sino según las observaciones ejecutadas por nosotros mismos, y con datos recogidos en el terreno, la graduación resulta bastante uniforme. En los mapas adjuntos se han distinguido tres zonas de intensidad, de las cuales la primera comprende los grados IX-X, la segunda los de VI-IX y la tercera los de II-VI.

No hemos podido aplicar la escala Rossi-Forel, así como se acostumbra en Europa, porque tuvimos que tomar en cuenta la mala construcción de los edificios. Muchas veces el grado de destrucción en el lugar indica una intensidad mucho más alta que la que juzgamos propia; p. e. en Tixtla hubo 8 muertos y varias casas completamente destruídas; pero éstas eran de pésima construcción, mientras que la mayoría de las casas de construcción algo mejor, aunque no comparables á edificios de ladrillo bien construídos, quedaron casi intactas; además hubo un indicio importante: las campanas no habían tocado durante el temblor, no obstante de su peso relativamente corto y su posición alta. La circunstancia de que se efectúe ó no el repique de las campanas nos ha servido frecuentemente para determinar el grado de intensidad.

Ya lo hemos indicado en el capítulo anterior, que en la tercera zona de intensidad la duración disminuye hacia el exterior y que esto probablemente está en conexión con la disminución de la intensidad. En la parte interior se sintieron, probablemente, sólo los dos últimos sacudimientos más fuertes, y más afuera sólo el

tercero, de modo que según los datos del presente temblor, parece que la duración para la sensación real disminuye en proporción con la disminución de intensidad y la distancia del epicentro. No sabemos si esta regla sea verdaderamente general ó si se trata en nuestro caso de una coincidencia; quizá darán las observaciones en futuros temblores más luz sobre este punto. La clase sísmica de nuestro temblor es V según la escala de Forel.¹

5. Fenómenos acústicos

No se han podido recoger muchos datos sobre los fenómenos acústicos; pero debemos tomar en cuenta que el temblor fué de noche y que la mayoría de las personas se despertó seguramente por los primeros movimientos, y además que allí donde hubo gran destrucción de casas de adobe, el ruido de la caída de los muros y techos se confundió con los ruidos acompañantes del temblor; esto nos fué expresado en varias de las poblaciones. No obstante de esto se notó desde luego que en todas partes se oyeron ruidos antes del temblor, y sólo en unas cuantas se notaron éstos al mismo tiempo que el movimiento.

En los siguientes lugares se han notado fenómenos acústicos antes ó durante el movimiento del temblor:

1. Acapulco..... Ruidos acompañando al segundo sacudimiento.
2. Atlamaljocingo..... Ruidos antes del temblor.

1 A. Riggenbach—Burckhardt, Die Organisation der Erdbebenbeobachtungen in der Schweiz. Verh. d. I. internat. seismolog. Konferenz pág. 168, Leipzig 1902.

- | | |
|---------------------------|---|
| 3. Ayutla..... | Ruidos antes del temblor. |
| 4. Azoyú..... | " " " " |
| 5. Chilpancingo..... | Tres ruidos antes del primer movimiento, quizá los hubo también durante el temblor. |
| 6. Mazatlán, pueblo..... | Oscilaciones acompañadas de ruidos. |
| 7. Miahuichán..... | Fuertes y prolongados ruidos antes del temblor. |
| 8. Olinalá..... | Oscilaciones acompañadas por ruidos. |
| 9. Ometepec..... | Fuertes ruidos antes del temblor. |
| 10. San Luis Allende..... | Fuertes ruidos antes del temblor. |
| 11. San Marcos..... | Retumbos antes y durante el temblor. |
| 12. Teotitlán..... | Oscilaciones acompañadas por ruidos. |
| 13. Tierra Colorada..... | Fuertes ruidos antes del temblor. |
| 14. Tixtla..... | Ligeros ruidos acompañaron al movimiento. |
| 15. Xalpatlahuac..... | Ruidos como truenos lejanos antes del temblor. |
| 16. Zumpango del Río..... | Ruidos antes del temblor. |

Las noticias sobre Olinalá y Teotitlán se tendrán que excluir de la discusión, porque parecen vagas, estando tomada la primera de un periódico y la segunda del informe del telegrafista. Todas las otras las hemos obtenido en el mismo lugar.

Vemos que en 10 poblaciones se oyeron los ruidos antes del temblor y en una de éstas siguieron los true-

nos durante el movimiento; hay que notar que este lugar (San Marcos) se encuentra muy cerca del epicentro; sólo en tres poblaciones no se oyeron ruidos antes del movimiento, pero sí durante ellos y todos están ya bastante lejanos del epicentro.

En todas partes los ruidos fueron descritos como semejantes á los retumbos prolongados de una tempestad lejana: también los ruidos que nosotros mismos oímos antes de algunos temblores, días posteriores, (p. e. el 5 de Mayo en Tierra Colorada, el 17 de Mayo en Ayutla) se asemejaron mucho á truenos prolongados de tempestades lejanas.

III. Origen del temblor

En los capítulos anteriores se ha visto que el temblor tuvo su origen cerca de la costa; desgraciadamente no fué posible calcular la profundidad del hypocentro, porque faltan datos de instrumentos necesarios para formar el hodógrafo y obtener así los valores máximo y mínimo de profundidad, que nos darían una idea aproximada de la profundidad media.

El epicentro está en la zona de las rocas arcaicas, particularmente el gneiss. Parece muy posible que al Sur de Ayutla exista una zona de hundimiento, la que llega quizá hasta arriba de Tecuanapa. Entre San Marcos y Ayutla y entre el primero y Cruz Grande, se encuentran numerosas vetas de cuarzo con el rumbo general de E.-W.; éstas indican una zona de fracturamiento intenso, y veremos en otro capítulo que esta misma zona desde hace siglos ha formado el epicentro de temblores más ó menos fuertes. Hay que tomar en cuenta también las grandes profundidades cerca de la costa,

lo que indica fracturas modernas. Es, pues, muy probable que estos temblores tengan un origen tectónico, no obstante de que la roca de la superficie no ha demostrado un hundimiento entre fracturas; pero es también cierto que difícilmente se demuestra su existencia en el gneiss, especialmente cuando no se han podido hacer muchas observaciones en el epicentro donde una densa vegetación cubre el suelo.

Los habitantes de Guerrero creyeron que se trataba del anuncio de la erupción de un volcán, y debemos decir que en toda la región cercana al epicentro no existen ni vestigios de rocas volcánicas modernas y menos de un volcán; las únicas rocas volcánicas que hay allí son las antiguas masas intrusivas de granitos, dioritas, etc. Así es que no se debe pensar en una erupción como la causa del temblor, y esto tanto menos cuando se trata, como veremos, de un foco sísmico muy antiguo.

IV. Temblores subsecuentes (After-shocks)

Durante el resto del mes de Abril se sintieron numerosos temblores subsecuentes, pero es imposible dar una enumeración completa por la falta de observaciones exactas. El Sr. A. J. Andonegui tuvo la bondad de darnos una lista de los temblores sentidos en Chilpancingo hasta el día 1.º de Mayo; otras observaciones las debemos á los telegrafistas de diferentes lugares de Guerrero, algunas observaciones hemos hecho nosotros durante el viaje. Todo esto lo damos en la lista siguiente:

ABRIL

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora — h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Chilpancingo.— <i>Andonegui.</i>	14 } 15 }	} 13 pequeños movimien- tos.
Chilpancingo.— <i>Andonegui.</i>	16	9.25 a. m.	40.....	Oscilatorio ...	.....	Débil.
Tepeocolula, Oax.— <i>Tel.</i>.....	...	12.30 p. m.	10.....	" .....	.....	"
Acapulco.— <i>Tel.</i>.....	...	1.00 p. m.	30	"	E.-W.	"
Chilpancingo.— <i>Tel.</i>.....	...	9.30 p. m.	Poca ..	"	"	"
Chilapa.— <i>Tel.</i>.....	...	9.30 p. m.	" ..	"	"	Fuerte.
Salina Cruz, Oax.— <i>Tel.</i> .....	...	9.30 p. m.	.....	.....	E.-W.	"
Silacayoapan, Oax.— <i>Tel.</i>...	...	9.20 p. m.	.....	.....	.....	Suave.
Chilpancingo.— <i>Andonegui.</i>	18	3.00 a. m.	Corta..	Oscilatorio.	.....	"
.....	...	12.52 p. m.	" ..	" .....	.....	"
.....	19	3.22 a. m.	" ..	Trepidatorio,	.....	Intenso.
.....	...	10.03 a. m.	" ..	Oscilatorio ...	.....	"
.....	...	4.19 p. m.	15 .....	" .....	.....	Débil.
.....	20	1.00 a. m.	Corta..	" .....	.....	"
.....	...	1.27 a. m.	20.....	" .....	.....	Intenso.
Chilpancingo.— <i>Tel.</i>	20	1.30 a. m.	10.....	"	N.-S.....	Regular intensidad.	
Acapulco.— <i>Tel.</i>.....	...	1.32 a. m.	2.....	"	S. E.—N. W.....	"
Chilpancingo.— <i>Andonegui.</i>	...	9.40 a. m.	90.....	" .....	.....	Débil.
..... <i>Tel.</i>.....	...	1.00 p. m.	5.....	" .....	.....	"
.....	...	2.00 p. m.	3.....	" .....	.....	"
..... <i>Andonegui.</i>	21	1.05 a. m.	30.....	" .....	.....	"
..... <i>Tel.</i>	22	1.30 a. m.	.....	" .....	S.—N.....	"
.....	...	8.52 a. m.	.....	" .....	" .....	"
..... <i>Andonegui.</i>	...	8.40 a. m.	5.....	"	"	"	

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora — h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Chilpancingo.— <i>Andonegui</i>.	...	8.58 a. m.	10.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	Débil.	
Silacayoapan.— <i>Tel</i> .....	...	8.40 a. m.	2.....	Oscilatorio ...	.....	"
Acapulco.— <i>Tel</i> .....	...	9.54 a. m.	2.....	"	E.-W.....	Fuerte.	
	...	6.29 p. m.	2.....	Trepidatorio.	.....	"
Ayutla.— <i>Tel</i>.....	...	6.28 p. m.	5.....	Oscilatorio ...	.....	"
Chilpancingo.— <i>Tel</i>.....	...	6.29 p. m.	15.....	"	N.-S.	Intenso.	
	...	10.50 p. m.	30.....	"	S.-N.....	Débil.	
Silacayoapan.— <i>Tel</i>.....	...	11.10 p. m.	.....	.....	.....	"
Acapulco.— <i>Tel</i>	23	2.45 a. m.	2.....	Trepidatorio.	.....	Fuerte.	
Chilpancingo.— <i>Tel</i>.....	...	2.53 a. m.	17.....	Oscilatorio ...	.....	"
<i>Andonegui</i>.	...	2.56 a. m.	45.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
Silacayoapan, Oax.— <i>Tel</i>....	...	2.55 a. m.	4.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
Chilpancingo — <i>Andonegui</i> .	24	10.11 p. m.	11.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
Ayutla — <i>Tel</i>	26	11.35 a. m.	10.....	Oscilatorio.	.....	"
Chilpancingo.— <i>Andonegui</i>.	...	11.35 a. m.	20.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
San Luis Allende.— <i>Tel</i>...	...	11.35 a. m.	10.....	Oscilatorio ...	.....	"
Chilpancingo — <i>Andonegui</i> .	27	5.37 a. m.	10.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
	...	6.36 a. m.	5.....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	"
	29	5.00 a. m.	5.....	Oscilatorio ...	.....	Débil.	
	30	1.35 a. m.	Corta..	" .....	.....	"
	...	10.40 a. m.	" ..	" .....	.....	"
	30	4.25 p. m.	" ..	" .....	.....	"

NOTA. — En San Luis Allende y Ayutla hubo casi diariamente temblores con fuertes ruidos subterráneos.

MAYO

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora — h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Juquila. Oax.—Tel.....	2	3.17 p. m.	10.....	Oscilatorio ...	N.-S.		
Chilapa.—Tel.....	4	9.20 p. m.	.....	.....	.....	II.	
Ayutla.—Tel.....	4	10.30 a. m.	11.....	Oscilatorio ...	.....	Fuerte...	Retumbo antes.
Tierra Colorada.—García y Villaña.....	5	7.40 a. m.	.....	" ..	E.-W.....	III.	
Tlapa.—Böse.....	5	7.40 a. m.	.....	" ..	N.E.-S.W.....	II.	
Ayutla.—Tel.....	6	1.05 a. m.	Corta..	" ..	.....	Fuerte...	Prolongado retumbo an- tes.
	9	5.45 p. m.	10.....	" ..	S.-N.		
Azoyú.—Böse.....	14	5.35 p. m.	1.....	" ..	E.N.E.-W.S.W.	III.	
Acapulco.—Tel.....	15	11.45 p. m.	5.....	Trepidatorio y oscilato- rio.....	.....	Fuerte...	Ruidos subterráneos del S.
Ayutla.—Böse, García, Vi- llaña y Tel.....	18	1.53 p. m.	Corta..	Trepidatorio.	.....	Débil.	
	...	3.57 p. m.	" ..	Oscilatorio ...	.....	"
	...	8.20 p. m.	" ..	" ..	.....	"
	...	9.10 p. m.	10.....	" ..	.....	III.....	Ruidos antes.
	...	9.34 p. m.	15.....	" ..	.....	VI.....	Prolongado ruido antes.
Tel.....	20	10.05 a. m.	Corta..	" ..	S.-N..	.....	Ruidos antes.
	...	1.05 p. m.	" ..	" ..	" ..	.....	Ruidos antes.
	21	7.10 a. m.	12.....	" ..	" ..	.....	Ruidos antes.
	26	11.00 a. m.	12.....	" ..	" ..	.....	Ruidos antes.
	...	8.10 p. m.	18.....	" ..	" ..	.....	Ruidos antes.
	29	9.30 p. m.	.....	.....	.....	.....	Ruidos antes.
	30	7.08 p. m.	.....	.....	.....	Violento.	
	...	8.00 p. m.	.....	.....	.....	"

JUNIO

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Ayutla.—Tel	4	1.55 p. m.	Corta..	Oscilatorio ...	S. E.—N. W.	Violento.	Ruido antes.
San Marcos.—Tel.....	11	12.45 p. m.	15	Trepidatorio.	.....	Fuerte.	
Ayutla.—Tel.....	...	12.45 p. m.	.....	"	.....	"
San Luis Allende.—Tel....	...	12.42 p. m.	20 .....	"	.....	"
Acapulco.—Tel.....	...	12.45 p. m.	3	Oscilatorio ...	E.—W.		
Ayutla.—Tel.....	13	10.00 a. m.	5	"	S E—N. W.		

JULIO

Chilpancingo.—Tel.....	3	11.20 a. m.	5	Oscilatorio ...	.....	Fuerte.	
Huajuapán, Oax.—Tel.....		11.30 a. m.	1 .....	"	.....	
Iguala.—Tel.....		11.20 a. m.	10 .....	"	.....	Mediano.	
Omtepec.—Tel.....		11.17 a. m.	15	"	S.—N.....	Fuerte...	Con fuertes ruidos.
San Luis Allende.—Tel....		11.10 a. m.	12 .....	.....	.....	"	Con ruidos.
Silacayoapan, Oax.—Tel....		11.20 a. m.	6	Oscilatorio ...	N. W.—S. E.....	Mediano.	
Teposcolula, Oax.—Tel....		11.18 a. m.	6	"	E.—W.		
Tlaxiaco, Oax.—Tel.....		11.30 a. m.	2 .....	"	.....	
México (según el seismogra- ma del péndulo de Tacuba- ya)		11.21.82 a. m.	principio de las ondas largas.....	.....	.....	Débil II.	
Tierra Colorada.—Tel.....	9	9.25 p. m.	.....	Trepidatorio.	.....	Débil.	
Ayutla.—Tel.....	10	6.30 a. m.	Corta..	Oscilatorio ...	S. W.—N. E	Fuerte.	
Tierra Colorada.—Tel.....		6.30 a. m.	6	Trepidatorio.	.....	"
Silacayoapan, Oax.—Tel....		6.30 a. m.	3	Oscilatorio ...	N. E.—S. W.	Débil.	
Ayutla.—Tel.....	11	8.15 p. m.	Corta..	"	W.—E.,—S. W.—N. E.	.....	Ruido antes.
San Luis Allende.—Tel....	13	7.53 a. m.	10 .....	.....	.....	Fuerte.	
Acapulco.—Tel.....	...	6.18 p. m.	30	Trepidatorio.	.....	"	Con ruido.
Tierra Colorada.—Tel.....	20	6.10 p. m.	12 .....	"	.....	"

V. Temblores anteriores procedentes del mismo foco

Ya hemos indicado en la primera parte de este informe que el epicentro de nuestro temblor representa un foco antiguo. La estadística seismológica en tiempos antiguos es naturalmente muy deficiente y en la actualidad de ningún modo completa por falta de instrumentos y de un sistema adecuado de observación. Es cierto que en los últimos 30 años se registró mayor número de temblores que anteriormente, pero las indicaciones sobre el grado de intensidad son generalmente tan vagas y las horas de observación tan contradictorias, que frecuentemente no se puede determinar el epicentro. No aconteció lo mismo en los tiempos antiguos, pues aunque sólo se registraron los temblores que produjeron catástrofes, las descripciones son tan extensas, que se logra en lo general determinar el epicentro, ó por lo menos la región pleistoséística.

Daremos aquí primero una enumeración de los temblores que tuvieron su origen en ó cerca del epicentro que venimos estudiando.

1697, 25 de Febrero, 9 h. p. m. y 26 de Febrero 4 h. a. m.; duración 2^m; varios edificios de Acapulco derribados, fuertes retumbos como de un cañoneo preceden el temblor. Se sintió en México y más adelante. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.

1754, del 24 de Agosto al 1.º de Septiembre varios temblores en Acapulco; el 1.º de Septiembre retrocedió el mar dejando un navío varado, el castillo y las murallas sumamente maltratadas, la mayoría de las casas arruinadas; se sintió en México. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.

1776, 21 de Abril, 4 h. p. m., 7 h. 20 m. p. m. temblores y otro más tarde, repitió el día 26. La fortaleza de San Diego en Acapulco fué arruinada, se sintió el movimiento hasta México, la Mixteca y Pochutla en Oaxaca. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.

1785, Enero y Febrero, varios temblores en Igualapa. Epicentro probable: costa entre Acapulco y Ometepec.

Diciembre 4, de las 7 h. 30 m. a. m. hasta las 9 h. a. m., cuatro temblores en Acapulco. Siguieron diariamente uno ó dos más suaves hasta la noche del 16. El mar no hizo movimiento, antecedían ruidos subterráneos á los temblores. Epicentro probable: costa de Acapulco.

1787, Marzo 28. A mediodía fuerte temblor en Acapulco, Ayutla é Igualapa. El mar se retiró y subió varias veces en 24 horas, bajando en Acapulco 10 pies. En la playa abierta la ola ahogó á varios individuos y gran cantidad de ganado. En la costa de Igualapa donde el temblor duró unos 7 minutos, se retiró el mar más de una legua (4 kilómetros), ahogó muchos pescadores, llevándolos legua y media (6 kilómetros) tierra adentro y dejándolos colgados y metidos entre los árboles de un monte. La ola se sintió también en Pochutla y Tehuantepec, Oaxaca. El temblor se registró en México, Morelia, Tulancingo, Veracruz y Tehuantepec. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 28 hasta Abril 3, treinta y cinco temblores entre Ayutla y Ometepec.

1820, Mayo 4, á 12 h. 30 m. a. m.; dirección N.W.-S.E., duración 5 minutos, fuerte temblor en Acapulco, que repitió varias veces, causó un flujo y reflujo del mar de 50 á 60 varas (40 á 48 metros) el primero y de 20

...yo- por. Temblores
de emparrar chob. cas. Vitean
S. Martin Tuxtla

á 25 varas (16 á 20 m.) el segundo. De las dos de la tarde hasta las tres de la mañana siguiente fué una continua repetición de temblores con 4 á 5 minutos de intervalos. Los temblores siguieron hasta el 15 de Mayo. El temblor fué notado en Puebla, Tlaxcala, Orizaba, Córdoba y Veracruz. Epicentro probable: costa de Acapulco ó San Marcos.

1837, Noviembre 22, 12 h. 30 m. a. m. fuerte temblor en Acapulco, durante 3 semanas antes de este temblor hubo generalmente dos movimientos al día. Se registró hasta Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. Parece que se trata de dos temblores, uno que, según Galeotti, tuvo su origen en el Ceboruco y otro derivado ó secundario (de relais) en Acapulco.

1845, Abril 7, 3 h. 30 m. p. m. fuerte temblor en Acapulco, seguido media hora después por un flujo y reflujo del mar de 40 m. y 32 m. respectivamente. El temblor se registró en los Estados de México, Michoacán, Guerrero, Puebla, Guanajuato, Colima, parte de Hidalgo, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro, Jalisco y en algunos lugares de Oaxaca, pero no en la capital de este último. Epicentro probable: costa de Acapulco ó San Marcos.

1852, Diciembre 4, 10 h. 20 m. p. m. fuerte temblor de trepidación y oscilación en Acapulco y Ayutla, repitiéndose los sacudimientos en los días 5, 6 y 7. El temblor fué notado hasta México, Puebla, Orizaba y Veracruz, las repeticiones en todo el Estado de Guerrero. Epicentro: costa de San Marcos.

1874, Marzo 16, 7 h. 35 m. p. m. fuerte temblor en Ayutla y Acapulco; fué notado hasta México, Puebla, Orizaba, Córdoba, Teziutlán, Maravatío, Salva-

tierra, Ario y Morelia. Epicentro: costa de San Marcos.

1880, Abril 16, 10 h. 30 m. p. m. ligero temblor oscilatorio de E. á W. en Acapulco, acompañado de ruido subterráneo que parecía venir del mar. Epicentro probable: costa de San Marcos.

1882, Septiembre 16, 5 h. 57 m. a. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 25, 1 h. 17 m. a. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 2, 12 h. 22 m. a. m. temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 21, 12 h. 40 m. p. m. temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 10, 11 h. a. m. temblor en San Marcos, sentido hasta Iguala, repitió poco después. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 15, 4 h. 07 m. p. m. fuerte temblor en San Marcos; repitió á las 6 h. p. m. y á las 11 h. 30 m. p. m. y á las 2 h. 25 m. a. m. del día siguiente. Sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 7, 12 h. 19 m. p. m. fuerte temblor en San Marcos; las tejas cayeron, se abrieron grietas en el suelo. Repitió 12 veces. Se sintió hasta México, Puebla, Tecamachalco, Orizaba, Villa Juárez, Tehuantepec y Salina Cruz. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 19, 9 h. 15 m. a. m., temblor en San Marcos; repitió tres veces. Fué sentido hasta Orizaba y Villa Juárez. Epicentro: costa de San Marcos.

1883, Enero 18, 5 h. 30 m. a. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 2, temblor en San Marcos, sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 10, 11 h. 30 m. p. m., temblor en San Marcos, sentido hasta Iguala. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 13, 1 h. 20 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 17, 9 h. 20 m. a. m. temblor en San Marcos, sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 19, 3 h. 55 m. p. m. temblor en Acapulco. Epicentro probable: costa de San Marcos.

Junio 14, 11 h. 25 m. p. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 30, 5 h. 45 m. a. m. temblor de dos sacudimientos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 17, 9 h. p. m. temblor en San Marcos, sentido en Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 7, 5 h. p. m. fuerte temblor en San Marcos, sentido en Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

1884, Enero 10, 9 h. p. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro probable: costa de San Marcos.

1887, Mayo 29, de las 2 h. 52 m. a. m., hasta las 3 h. 36 m. a. m., 8 temblores en Ayutla; de las 3 h. 37 m. a. m. hasta las 6 h. 10 m. a. m., 11 temblores; de las 8 h. 06 m. a. m. hasta las 11 h. 32 m. a. m., 7 temblores, en la tarde otros cinco más. El primero de los movimientos fué sentido hasta México, Puebla, Tecamachalco, San Andrés Chalchicomula, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Teziutlán, Tuxpan, Oaxaca, Tehuantepec, Juchitán. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 30, 2 h. a. m., temblor de dos sacudimientos en Ayutla, sentido hasta Iguala; 4 temblores más durante el día. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 31, tres temblores en la mañana en Ayutla, se sintieron quizá hasta Chilpancingo y Chilapa. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 10, 3 h. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 29, 6 h. 27 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1889, Junio 17, 8 h. 15 m. a. m., temblor en Ayutla, oscilatorio de E. á W., se sintió hasta Chilapa. Epicentro: costa de San Marcos.

Durante los años 1892-94 faltan los datos.

1896, Marzo 18, fuerte temblor oscilatorio en toda la costa de Guerrero. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 1.º, temblor sentido en Acapulco, San Marcos y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 14, temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 17, en la mañana temblor en San Luis Allende, Ayutla y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

1897, Junio 15, 10 h. 01 m. p. m., temblor muy fuerte en San Marcos, repitió á las 10 h. 30 m. Se sintió hasta México, Puebla y Veracruz. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 18, 10 h. 05 m. p. m., temblor trepidatorio en Ayutla. Fué sentido en casi toda la costa de Guerrero y Oaxaca. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 23, varios temblores acompañados de ruidos

subterráneos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 26, en la noche varios temblores en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Julio 6, 6 h. 02 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 24, 1 h. a. m., fuerte temblor precedido, acompañado y seguido de ruidos subterráneos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 24, 7 h. 23 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 19, 2 h. 07 m. p. m., fuerte temblor en San Marcos; derrumbó una pared. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 19, 10 h. 36 m. a. m., temblor en San Marcos, se sintió hasta México, Puebla y Morelia. Epicentro: costa de San Marcos.

1898, Febrero 11, 7 h. 45 m. p. m., ligero temblor en San Marcos, sentido hasta Chilapa y Silacayoapan. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 1.º, 9 h. 50 m. a. m., fuerte temblor con ruidos subterráneos en San Marcos, sentido en toda la Costa Chica. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 9, 8 h. 10 m. a. m. y 8 h. p. m. ligeros temblores en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 4, 11 h. 12 m. p. m., 12 h. 45 m. p. m., 12 h. 50 m. p. m., 2 h. 35 m. p. m. y 2 h. 43 m. p. m. temblores en San Marcos: casi todos fueron sentidos en toda la Costa Chica. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 13, 9 h. 05 m. a. m., temblor en San Marcos y Acapulco. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 21, 5 h. 55 m. p. m., 6 h. 10 m. p. m. y 7 h. 15 m. p. m. temblores en Ayutla, San Luis Allende y Ometepec; el primero fué sentido hasta Tlaxcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 3, 4 h. 05 m. p. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 8, 2 h. a. m., temblor en San Marcos y Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1899, Enero 24, 5 h. 25 m. a. m., fuerte temblor en San Marcos. Se sintió hasta México, Puebla y Perote. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 17, 1 h. 20 m. p. m., fuerte temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1902, Marzo 9, en la tarde temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 28, en la mañana temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Julio 13, 11 h. 10 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 10, 4 h. 10 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 26, 7 h. a. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 27, 3 h. a. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

1903, Septiembre 3, 10 h. p. m., temblor en Ayutla y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 17, 6 h. 50 m. p. m., temblor en Ayutla y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

1904, Enero 9, 8 h. 20 m. p. m., temblor fuerte en San Marcos. Se sintió hasta México. Epicentro: costa de San Marcos.

Enero 11, en la tarde temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 24, 9 h. 32 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1905, Marzo 15, 6 h. 33 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 27, 3 h. 55 m. p. m., temblor en Ayutla; sentido hasta Teposcolula y Tlaxiaco. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 13, 7 h. 55 m. p. m., temblor en Ayutla y San Marcos; sentido hasta Iguala. Epicentro: costa de San Marcos.

1906, Enero 12, 4 h. 30 m. p. m., temblor en Ayutla, sentido en Chilpancingo. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 24, 4 h. 35 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

La lista anterior prueba que el epicentro en la costa de San Marcos representa un foco antiguo y que há habido allí un gran número de sacudimientos. En los tiempos antiguos todas las noticias vienen de Acapulco, pero en algunos casos se ve claramente que el epicentro estuvo en la costa de San Marcos. Ya en el temblor de 1754 se menciona una ola producida por el temblor, semejante á la del 14 de Abril de 1907, y lo mismo fué el caso en el sacudimiento del 28 de Marzo de 1787, siendo este temblor muy semejante en su fuerza, sus efectos y su extensión al movimiento estudiado en los capítulos anteriores; vemos mencionado allí la ola del mar y la extensión del movimiento hasta Morelia, Tulancingo, Veracruz y Tehuantepec, así como un gran número de sacudimientos subsecuentes. Fuer-

tes temblores del epicentro en la costa de San Marcos se han producido de vez en cuando, pero el temblor del 14 de Abril de 1907, parece haber sido uno de los más terribles de este foco. Movimientos ligeros se registraron casi todos los años, como se ve en los datos de los tiempos más recientes.

La costa de San Marcos no es seguramente un epicentro aislado, sino pertenece á una línea sísmica bastante larga, que se extiende de la desembocadura del Río Balsas hasta Jamiltepec, es decir, una línea de unos 560 kilómetros. En esta línea existe una serie de focos de temblores, como Jamiltepec, Ometepec, Igualapa, Acapulco, San Jerónimo, Zihuatanejo, etc. Es cierto que no conocemos todavía la posición exacta de estos focos y la determinación de los diferentes puntos será uno de los futuros temas de la seismología en México. Pero con la ayuda de la estadística seismológica podemos fijar aproximadamente una serie de diferentes epicentros que todos se encuentran en la línea mencionada arriba. Aun la determinación aproximada de los epicentros es á veces bastante difícil, porque cuando acontece un temblor en uno de estos epicentros, frecuentemente éste causa la ruptura del equilibrio de la tensión en otro foco vecino y así ocasiona un temblor derivado (de relais) que naturalmente borra en algo los rasgos principales del temblor principal. Esto es el caso especialmente cuando acontece una serie de temblores de intensidad creciente hasta un punto de culminación ó maximum seguido por sacudimientos de intensidad decreciente, hasta que los movimientos terminan por completo (Erdbeben-Schwärme); en tal caso la mayoría de los temblores proviene de deter-

minado epicentro, pero mezclados entre estos sacudimientos se notan también sacudimientos que salen de epicentros vecinos. Antes de citar ejemplos que ilustren esta cuestión daremos una lista de los temblores que provienen de epicentros vecinos al de San Marcos y que se encuentran sobre la mencionada línea de temblores. No damos listas separadas para los diferentes epicentros, para que se vea más fácilmente las influencias de un epicentro sobre los otros, naturalmente tomando en cuenta también la lista que dimos al principio de este capítulo.

1784. Agosto 25.....	Epicentro: Costa de Ometepec.
1789. Abril 30.....	" " " Igualapa.
1854. Octubre 9.....	" " " Ometepec.
1868. Mayo 25.....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
1871. Abril 7.....	" " " Acapulco.
1875. Julio 27.....	" " " "
1877. Julio 3.....	" " " "
1878. Enero 30.....	" " " "
Octubre 11.....	" " " "
1879. Junio 4.....	" " " "
Diciembre 7.....	" " " "
Diciembre 26....	" " " "
1880. Octubre 11.....	" " " "
Octubre 27.....	" " " "
Diciembre 23...	" " " "
1881. Octubre 17.....	" " " "
1882. Abril 26.....	" " " "
Abril 27.....	" " " "
Mayo 2.....	" " " "
Mayo 12.....	" " " "
Junio 5.....	" " " "
Septiembre 18...	" " " "

1886. Mayo 10.....	Epicentro: Costa de Acapulco.
Noviembre 20...	" " " "
1887. Abril 17.....	" " " "
Octubre 10.....	" " " "
Octubre 22.....	" " " "
Octubre 23.....	" " " "
Octubre 25.....	" " " "
Noviembre 1 ^o ...	" " " "
1888. Abril 25.....	" " " "
1889. Enero 8.....	" " " "
Febrero 12.....	" " " "
Octubre 1 ^o	" " " "
1890. Enero 8.	" " " "
Diciembre 2.	" " entre Ometepec y Azoyú.
1892-94.	Faltan datos.
1895. Febrero 15.....	Epicentro: Costa de Acapulco.
Abril 3.....	" " " "
Mayo 11.....	" " " "
Julio 21.	" " " "
Octubre 10.....	" " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Octubre 12.....	" " Acapulco.
Noviembre 21...	" " "
Noviembre 23...	" " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Noviembre 30...	" " Acapulco.
1896. Enero 13.....	" " " "
Enero 16.....	" " " "
Enero 26.....	" " " "
Febrero 18.....	" " " "
Julio 25.	" " entre Ometepec y San Luis Allende.
Agosto 19.....	" " entre Ometepec y San Luis Allende.
Octubre 16.....	" " Acapulco.
Noviembre 12...	" " " "

1896. Diciembre 26....	Epicentro: Costa de Acapulco.
1897. Enero 21.....	” ” ” Ometepec.
Febrero 15.....	” ” ” San Luis Allende.
Febrero 19.....	” ” ” San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Febrero 27.....	” ” ” Acapulco.
Abril 21.....	” ” ” San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Mayo 23.....	” ” ” San Luis Allende.
Junio 12.....	” ” ” Acapulco.
Junio 13.....	” ” ” ”
Junio 20.....	” ” ” ”
Julio 3.....	” ” ” San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Julio 8.....	” ” ” San Luis Allende.
Julio 10.....	” ” ” Acapulco.
Julio 24.....	” ” ” San Luis Allende.
Julio 30.....	” ” ” Acapulco.
Agosto 4.....	” ” ” Zihuatanejo (Costa Grande).
Agosto 12.....	” ” ” Acapulco.
Agosto 18.....	” ” ” Zihuatanejo (Costa Grande).
Septiembre 29...	” ” ” Acapulco.
Octubre 12.....	” ” ” ”
Octubre 13.....	” ” ” San Luis Allende.
Octubre 15.....	” ” ” Acapulco.
Octubre 20.....	” ” ” ”
Octubre 22.....	” ” ” San Jerónimo (Costa Grande).
Octubre 23.....	” ” ” Acapulco.
Octubre 24.....	” ” ” Zihuatanejo (Costa Grande).
Octubre 25.....	” ” ” Acapulco.
Octubre 26.....	” ” ” ”
Octubre 29.....	” ” ” ”

1897. Noviembre 22...	Epicentro: Costa entre Ometepec y San Luis Allende.
Diciembre 6.....	" " de Acapulco.
Diciembre 7.....	" " " "
Diciembre 10....	" " " "
Diciembre 13....	" " " "
Diciembre 16....	" " " "
Diciembre 27....	" " " "
1898. Enero 21.....	" " " "
Enero 22.....	" " San Luis Allende.
Enero 29.....	" " Acapulco.
Febrero 2.....	" " " "
Febrero 25.....	" " " "
Mayo 8.....	" " " "
Junio 10.....	" " Aguas Blancas (Costa Grande).
Junio 28.....	" " Idem.
Junio 30.....	" Costa Grande.
Noviembre 8....	" " "
Diciembre 27....	" Costa de Acapulco.
1899. Enero 24.....	" Costa Grande.
Enero 26.....	" " "
Enero 28.....	" " "
Enero 31.....	" " "
Febrero 2.....	" Costa de Acapulco.
Febrero 4.....	" Costa Grande.
Febrero 5.....	" Costa de Ometepec.
Febrero 6.....	" Costa Grande.
Febrero 11.....	" Costa de Acapulco.
Marzo 3.....	" Costa Grande.
Marzo 8.....	" " "
Marzo 10.....	" " "
Marzo 15.....	" " "
Marzo 24.....	" " "
Abril 3.....	" Costa de Ometepec.
Abril 23.....	" Costa Grande.

	Mayo 3.....	Epicentro: Costa Grande.
	Mayo 5.....	" " "
	Mayo 6.....	Costa de Ometepec y San Luis Allende.
	Mayo 22.....	Costa Grande.
	Mayo 24.....	" " "
	Junio 1 ^o	" " "
	Junio 19.....	" " "
	Septiembre 12...	" " "
	Octubre 31	" " "
	Noviembre 24...	" " "
	Diciembre 30....	" " "
1900.	Enero 23.....	" " "
	Enero 24.....	" " "
	Enero 25.....	" " "
	Febrero 14.....	" " "
	Abril 14.....	" " "
	Junio 21	" " "
	Junio 22.....	" " "
	Junio 26	" " "
	Agosto 11	" " "
	Septiembre 1 ^o ...	Costa de San Luis Allende.
	Noviembre 27...	Costa Grande.
1901.	Febrero 22.....	" " "
	Noviembre 10...	" " "
	Noviembre 27...	Costa de Acapulco.
	Diciembre 18....	Costa Grande.
1902.	Enero 5.....	Costa de San Luis Allende.
	Enero 24.....	Costa Grande.
	Febrero 15.....	" " "
	Febrero 24.....	" " "
	Mayo 22.....	" " "
	Julio 22.....	Costa de Acapulco.
	Septiembre 4....	" de San Luis Allende.
	Septiembre 21...	Costa Grande.
	Octubre 7.....	Costa de Ometepec.

	Octubre 12.....	Epicentro: Costa de Acapulco.
	Octubre 26.....	" " " "
	Noviembre 24...	" Costa de Ometepec.
	Noviembre 27...	" Costa Grande.
1903.	Febrero 25.....	" Costa de Acapulco.
	Febrero 25.....	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
	Febrero 26.....	" " " Acapulco.
	Marzo 26.....	" " " " "
	Marzo 27.....	" " " " "
	Marzo 27.....	" " " " "
	Marzo 28.....	" " " " "
	Mayo 19.....	" " " " "
	Mayo 20.....	" " " " "
	Mayo 20.....	" " " Ometepec.
	Mayo 29.....	" " " Acapulco.
	Junio 4.....	" " " " "
	Junio 9.....	" " " " "
	Agosto 14.....	" " " Ometepec.
	Noviembre 15...	" " " " "
	Diciembre 2.....	" " " " "
1904.	Enero 3.....	" " " San Luis de Allende.
	Enero 30.....	" " " Ometepec.
	Febrero 15.....	" " " " "
	Marzo 12.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
	Marzo 25.....	" " " La Unión (Costa Grande).
	Abril 2.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
	Abril 12.....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
	Mayo 25.....	" Costa Grande.
	Junio 6.....	" Costa de Ometepec.
	Junio 9.. ..	" " " San Jerónimo (Costa Grande).

	Junio 10	Epicentro: Costa de La Unión (Costa Grande).
	Julio 20.	" " " San Luis Allende.
	Agosto 7	" " " Acapulco.
	Agosto 25	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
	Septiembre 22...	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
	Diciembre 11....	" Costa Grande.
	Diciembre 14....	" " "
	Diciembre 25....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
1904.	Diciembre 31....	" " " Ometepec.
	Febrero 13.....	" " " "
	Marzo 26.....	" " " La Unión (Costa Grande).
	Mayo 13.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
	Julio 15.	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
	Julio 23.....	" " " Acapulco.
	Julio 26.	" " " "
	Octubre 26.....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
	Noviembre 15 ..	" " " Zihuatanejo (Costa Grande).
1906.	Marzo 16.....	" " " San Luis Allende.
	Junio 3.....	" Costa Grande.
	Junio 4....	" " "
	Junio 25	" " " de Aguas Blancas (Costa Grande).
	Julio 31.	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
	Diciembre 31....	" Costa Grande.

En la lista anterior vemos comprobado lo que dijimos anteriormente á saber: que en toda la línea de temblores hay casi constantemente movimientos que provienen de diferentes focos. En los años 1879 hasta 1882 hubo una actividad grande en el foco de Acapulco; es cierto que no se registraron movimientos en todos los meses, y es posible que durante este tiempo hubo varias series de temblores, pero debemos también tomar en cuenta que en aquel tiempo el registro era todavía más deficiente que actualmente y que probablemente se anotaron solamente los movimientos de una intensidad relativamente grande. Otro período de actividad hallamos en el año 1887, especialmente en los meses de Octubre y Noviembre. En este caso la serie comenzó con un sacudimiento intenso el 10 de Octubre y los movimientos siguientes pueden considerarse como sacudimientos subsecuentes (*After shocks, Nachbeben*). Desde 1895 comenzó un período de actividad en el foco ó mejor dicho, los focos de la Costa Grande; especialmente intensa es la serie de temblores de estos focos en el año 1899-1900. En el año 1903 notamos otra vez temblores muy frecuentes que provienen de los focos de la Costa Chica, mientras que en los años de 1904-1906 predominan de nuevo los movimientos de los focos de la Costa Grande. Finalmente en 1907 comenzaron los movimientos fuertes en la Costa Chica, que tuvieron como principio el gran temblor del 14 de Abril.

Pero vemos de la lista también que las series de movimientos no provienen únicamente de un epicentro, sino frecuentemente se mezclan entre los de un foco, otros de un foco diferente pero vecino, p. e. en la serie del foco de Acapulco de Febrero á Junio de 1903, en-

contramos el 20 de Mayo un temblor de Ometepe; en Agosto de 1903 hasta Febrero de 1904, encontramos casi únicamente temblores en Ometepe, pero en Marzo de 1904 comienzan fuertes movimientos en la Costa Grande. Frecuentemente los movimientos de un foco habrán servido para romper el equilibrio de tensión en el otro. Un ejemplo notable tenemos en el temblor del 22 de Noviembre de 1837, cuando un temblor del Ceboruco parece haber ocasionado un temblor del foco de Acapulco ó San Marcos.

Ya hemos mencionado que frecuentemente se observa que una serie de movimientos comienza con un sacudimiento fuerte al cual siguen numerosos sacudimientos de menor intensidad, p.e. del epicentro de la costa de San Marcos en 1785, 1787, 1820, 1852, etc., pero notamos también que á veces una serie comienza con movimientos suaves, la intensidad crece en los sacudimientos que siguen para llegar á un máximum y después decrece la intensidad de los movimientos, hasta que el período de actividad termina por completo (Erdbeben-Schwärme). Esto p. e. aconteció en el año 1837; en el principio del mes de Noviembre de aquel año comenzó una serie con movimientos suaves que duraron unas tres semanas; el 22 de Noviembre aconteció un sacudimiento fuerte al cual siguieron todavía movimientos menos intensos. Un caso semejante hallamos en 1882; los temblores comenzaron el 16 de Septiembre, alcanzaron un máximum de intensidad el 7 de Diciembre y los movimientos subsecuentes duraron hasta Enero de 1884. Una serie menos larga pero también bastante bien definida la encontramos en el año de 1897. Los temblores comenzaron el 15 de Junio, lle-

garon á su máximum de intensidad el 19 de Noviembre; probablemente siguieron todavía sacudimientos menos intensos, pero estos no fueron registrados ó son quizá aquellos que se anotaron como proviniendo del foco de Acapulco.

Hemos escogido aquí solamente algunos ejemplos; estudiando las listas se encontrarán fácilmente otros. Pero no debemos dar demasiada importancia á nuestra estadística, porque ésta es muy defectuosa, y por este defecto podríamos fácilmente hacer conclusiones erróneas; todavía hoy las oficinas de telégrafo registran en muchas partes sólo los sacudimientos de alguna intensidad y no se ocupan de los que son algo más ligeros.

**VI. Datos instrumentales con los valores
de los angulos de tiempo y distancia, y la velocidad de superficie deducidos de estos datos**

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich		Angulo de tiempo y distancia		Velocidad de superficie, v		
		Arco	Cuerda				h	m	s	°		'	''
1	México.....	292	292	Péndulo horizontal Bosch...	I (V ₁)	N.-S.	6	08	34	49	20	36	8.59
					III (B)	"	6	09	02	64	46	52	4.71
					I (V ₁)	E.-W.	6	08	50	59	42	54	5.84
2	Washington	3,280	3,245	Péndulo horizontal Bosch Omori	III (B)	"	6	09	05	65	48	32	4.49
					I (V ₁)	N.-S.	6	14	19	49	07	33	8.65
					II (V ₂)	"	6	19	28	64	30	40	4.77
3	Baltimore.....	3,337	3,299	Péndulo horizontal Bosch...	III (B)	"	6	26	56	73	53	42	2.89
					I (V ₁)	E.-W.	6	14	19	49	07	33	8.65
					II (V ₂)	"	6	19	34	64	42	13	4.73
4	Toronto.....	3,534	3,488	Péndulo horizontal Milne...	I (V ₁)	"	6	15	02	51	39	53	7.91
					II (V ₂)	"	6	20	20	65	43	38	4.51
					III (B)	"	6	27	59	74	26	50	2.78
5	Albany.....	3,766	3,712	Péndulo horizontal Bosch...	I (V ₁)	"	6	14	00	45	31	48	9.82
					I (V ₁)	N.-S.	6	14	30	46	00	05	9.66
					II (V ₂)	"	6	20	00	62	23	17	5.23
6	Victoria B. C.....	4,132	4,064	Péndulo horizontal Milne..	III (B)	"	6	29	00	73	21	33	2.99
					I (V ₁)	"	6	15	00	45	23	03	9.84
					I (V ₁)	N.-S.	6	19	25	42	14	23	11.01
7	Río de Janeiro....	7,544	7,113	Péndulo horizontal Bosch...	II (V ₂)	"	6	28	25	58	22	25	6.16
					III (B)	"	6	41	45	69	34	03	3.73
					I (V ₁)	"	6	19	34	42	36	43	10.87
8	Paisley.....	8,781	8,104	Péndulo horizontal Milne...	II (V ₂)	"	6	28	52	58	55	43	6.03
					III (B)	"	6	42	17	69	51	35	3.67
					I (V ₁)	"	6	20	00	39	21	00	12.20

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich	Angulo de tiempo y distancia	Velocidad de superficie, v
		Aroo	Cuerda							h	m	s	o	"	Kilómetros
9	Coimbra.....	8,900	8,195	Péndulo horizontal Milne...	I (V ₁)	N.-S.	6 20 48	40 47 30	11.59
					II (V ₂)	"	6 31 36	57 50 58	6.29
					I (V ₁)	E.-W.	6 20 48	40 47 30	11.59
					II (V ₂)	"	6 31 24	57 37 45	6.34
					III (B)	"	6 45 06	68 12 27	4.00
10	Shide.....	9,130	8,374	El mismo.....	I (V ₁)	.....	6 20 00	38 15 35	12.68
11	Kew.....	9,172	8,402	El mismo.....	I (V ₁)	N.-S.	6 19 58	38 03 16	12.77
					II (V ₂)	"	6 31 02	56 25 43	6.64
					III (B)	"	6 48 34	69 21 08	3.77
12	San Fernando (Cadiz).....	9,191	8,416	El mismo.....	I (V ₁)	.....	6 20 00	38 04 28	12.77
13	Granada.....	9,393	8,567	Péndulo horizontal.....	II (V ₂)	.....	6 31 06	56 27 02	6.63
					I (V ₁)	E.-W.	6 20 35	38 47 31	12.44
					III (B)	"	6 46 18	67 43 27	4.10
					I (V ₁)	N.-S.	6 20 35	38 47 31	12.44
					III (B)	"	6 50 40	69 51 04	3.67
						Tromom. Omori.....	I (V ₁)	NW.-SE.	6 20 35	38 47 32	12.44
14	Paris ¹	9,445	8,605	Péndulo horizontal Milne...	III (B)	"	6 40 20	64 09 54	4.84
					I (V ₁)	.....	6 20 39	38 47 08	12.44
					II (V ₂)	.....	6 31 03	55 40 10	6.83
15	Hamburgo.....	9,786	8,818	Péndulo astático de Wiechert	III (B)	.....	6 49 03	69 01 10	3.83
					I (V ₁)	N.-S.	6 20 48	38 16 02	12.68
					II (V ₂)	"	6 32 15	56 12 43	6.69
					III (B)	"	6 46 20	67 03 42	4.23
					I (V ₁)	E.-W.	6 21 07	38 57 00	12.37
16	Strassburgo.....	9,826	8,883	El mismo.....	II (V ₂)	"	6 31 58	55 54 00	6.77
					III (B)	"	6 45 12	66 26 00	4.36
					I (V ₁)	N.-S.	6 21 22	39 13 17	12.25

1 Según G. Bigourdan, C.-R. Acad. Sc. Paris 1907, pág. 823.

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Compon nte	Tiempo, h ra de Greenwich	Angulo de tiempo y distancia	Velocidad de superficie, v
		Arcos	Cuerda							h m s	o ' "	Kilómetros
16	Strassburgo	9,826	8,883	Péndulo astático de Wiechert	II (V ₂)	N.-S.	6 32 05	55 47 03	6.80
					III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43
					I (V ₁)	E.-W.	6 21 14	38 56 25	12.38
					II (V ₂)	"	6 32 05	55 47 03	6.80
					III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43
					I (V ₁)	N.-S.	6 21 18	39 04 52	12.31
17	Göttingen.....	9,830	8,886	Péndulo astático de Wiechert.	II (V ₂)	"	6 32 12	55 54 47	6.77
					III (B)	"	6 43 30	64 55 30	4.68
					I (V ₁)	"	6 21 00	38 25 54	12.60
					II (V ₂)	"	6 31 51	55 30 49	6.87
					III (B)	"	6 46 00	66 40 38	4.31
					I (V ₁)	"	6 21 13	38 38 50	12.51
18	Hohenheim	9,917	8,948	Péndulo horizontal.....	II (V ₂)	"	6 31 54	55 20 01	6.92
					III (B)	"	6 48 11	67 38 30	4.11
					I (V ₁)	"	6 21 18	38 41 37	12.49
19	Jena.....	9,963	8,981	Péndulo Rebeur-Ehlert.....	II (V ₂)	"	6 31 54	55 12 35	6.95
					III (B)	"	6 49 00	67 57 08	4.05
					I (V ₁)	N.-S.	6 22 25	40 54 40	11.54
20	Moncalieri.....	9,982	8,994	Péndulo horizontal.....	II (V ₂)	"	6 33 25	56 47 35	6.55
					III (B)	"	6 55 50	70 49 20	3.48
					I (V ₁)	E.-W.	6 22 20	40 44 48	11.61
					II (V ₂)	"	6 33 00	56 21 27	6.65
					III (B)	"	6 51 51	69 13 24	3.79
					I (V ₁)	N.NW.	6 22 04	40 12 55	11.83
					II (V ₂)	"	6 33 00	56 21 27	6.65
					III (B)	"	6 55 54	70 50 49	3.47
					I (V ₁)	E.NE.	6 22 25	40 54 40	11.54
21	Leipzig.....	9,992	9,002	Péndulo astático de Wiechert	II (V ₂)	"	6 33 06	56 27 47	6.63
					III (B)	"	6 54 12	70 11 46	3.60
					I (V ₁)	N.-S.	6 21 14	38 28 19	12.58

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo hora de Greenwich			Angulo de tiempo y distancia		Velocidad de superficie, v Kilómetros		
		Arco	Cuerda				h	m	s	o	"			
21	Leipzig.....	9,992	9,002	Péndulo astático de Wiechert	II (V ₂)	N.-S.	6	31	53	55	06	46	6.97	
					III (B)	"	6	50	30	68	36	10	3.92	
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	28	38	38	56	12.51	
22	Munich.....	10,104	9,080	Péndulo horizontal.....	II (V ₂)	"	6	32	03	55	00	00	7.00	
					III (B)	"	6	52	18	69	11	11	3.80	
					I (V ₁)	N.-S.	6	21	28	38	38	57	12.51	
					II (V ₂)	"	6	32	02	54	58	53	7.01	
					III (B)	"	6	52	09	69	07	19	3.81	
					I (V ₁)	N.-S.	6	21	47	38	49	56	12.42	
23	Kremsmünster ...	10,274	9,199	Péndulo horizontal Ehlert...	I (V ₁)	E.-W.	6	21	47	38	49	56	12.42	
					II (V ₂)	NE.-SW.	6	21	47	38	49	56	12.42	
					III (B)	"	6	21	47	38	49	56	12.42	
24	Florencia (Ximignano).....	10,295	9,214	Péndulo horizontal.....	I (V ₁)	N.-S.	6	21	20	37	51	00	12.87	
					II (V ₂)	"	6	32	05	54	31	55	7.13	
					III (B)	"	6	53	20	69	16	08	3.79	
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	30	38	11	43	12.71	
					II (V ₂)	"	6	32	30	54	59	42	7.00	
					III (B)	"	6	49	10	67	22	25	4.17	
					Tromometrógrafo Omori.....	I (V ₁)	SW.-NE.	6	21	20	37	51	00	12.87
					II (V ₂)	"	6	31	40	54	03	29	7.25	
					III (B)	"	6	51	20	68	24	04	3.96	
					I (V ₁)	NW.-SE.	6	21	20	37	51	00	12.87	
					II (V ₂)	"	6	31	50	54	14	55	7.20	
III (B)	"	6	51	00	68	14	48	3.99						
25	Florencia (Querce).....	10,297	9,215	Péndulo horizontal.....	I (V ₁)	.....	6	21	20	37	51	00	12.87
					II (V ₂)	.....	6	33	25	55	58	39	6.75
					III (B)	.....	6	57	30	70	52	54	3.47
					1 (V ₁)	N.40° 20'E.	6	22	08	39	28	22	12.14	

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich			Angulo de tiempo y distancia		Velocidad de superficie, v Kilómetros		
		Arco	Cuerda				h	m	s	o	"			
25	Florenia (Querce)	10,297	9,215	Péndulo horizontal.....	II (V ₂)	N. 40° 20' E.	6	32	59	55	30	50	6.87	
26	Siena	10,324	9,233	Microseismógrafo Vicentini	III (B)	"	6	57	43	70	57	21	3.45	
					I (V ₁)	"	6	18	55	32	23	34	15	76
27	Jurjef (Dorpat)....	10,334	9,240	Péndulo horizontal Zöllner	III (B)	"	6	50	25	67	55	11	4.06	
					I (V ₁)	"	6	21	39	38	23	52	12	62
					II (V ₂)	"	6	32	30	54	53	35	7	03
					III (B)	"	6	55	00	69	52	28	3	67
					I (V ₁)	"	6	21	36	38	17	44	12	66
28	Graz.....	10,375	9,269	Péndulo astático Wiechert..	II (V ₂)	"	6	32	28	54	51	23	7.04	
					I (V ₁)	"	6	21	33	38	04	58	12	76
					II (V ₂)	"	6	32	19	54	35	00	7	11
29	Trieste.....	10,377	9,270	Péndulo horizontal Ehlert..	III (B)	"	6	52	33	68	47	12	3.88	
					I (V ₁)	W. 60° N.	6	22	08	39	15	20	12	24
					II (V ₂)	"	6	33	11	55	31	12	6	87
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	52	38	43	18	12	47
					II (V ₂)	"	6	32	55	55	14	06	6	94
					I (V ₁)	W. 60° S. *	6	22	00	38	59	22	12	35
					II (V ₂)	"	6	35	03	55	22	41	6	90
					I (V ₁)	N.-S.	6	21	53	38	45	20	12	46
					II (V ₂)	"	6	32	14	54	20	06	7	14
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	48	38	35	13	12	53
30	Laibach ¹	10,406	9,289	Péndulo Rebeur Ehlert.....	II (V ₂)	"	6	32	13	54	28	00	7.14	
					I (V ₁)	Vert.	6	21	39	38	16	56	12	67
					II (V ₂)	"	6	32	13	54	28	00	7	14
					I (V ₁)	N.-S.	6	21	36	38	06	08	12	75
31	Viena.....	10,408	9,291	Péndulo astático Wiechert..	II (V ₂)	"	6	32	43	54	56	36	7.02	
					III (B)	"	6	53	35	69	10	10	3	81
					I (V ₁)	N.-S.	6	21	35	38	02	46	12	77

¹ Los datos fueron tomados de una copia del seismograma.

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de			Angulo de tiempo y distancia			Velocidad de superficie, v	
		Arco	Cuerda				Greenwich	h	m	s	o	'		"	Kilómetros
31	Viena.....	10,408	9,291	Péndulo astático Wiechert...	II (V ₂)	N.-S.	6	31	43	53	49	04	7.31	
					III (B)	..	6	53	00	68	55	10	3.86	
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	35	38	03	46	12.77	
					II (V ₂)	"	6	30	55	52	52	35	7.57	
					III (B)	"	6	52	43	68	47	51	3.88	
32	Pola.....	10,424	9,302	Péndulo Vicentini..	I (V ₁)	E.-W.	6	25	30	45	12	30	9.93	
					II (V ₂)	"	6	32	12	54	19	31	7.18	
					III (B)	"	6	56	48	70	24	13	3.56	
					I (V ₁)	N.-S.	6	33	03	55	15	25	6.94	
					II (V ₂)	"	6	50	51	67	55	49	4.05	
33	Fiume.....	10,439	9,312	Péndulo de Vicentini	III (B)	Vert.	7	03	36	72	38	51	3.13	
					III (B)	N.-S.	6	51	20	68	07	28	4.02	
					III (B)	E.-W.	6	53	42	69	09	28	3.81	
34	Rocca di Papa....	10,503	9,356	Microseismómetrografo Agamennone.....	I (V ₁)	NE.-SW.	6	21	50	38	19	03	12.65	
					II (V ₂)	"	6	32	37	54	35	00	7.11	
					III (B)	"	6	57	34	70	32	56	3.53	
35	Zagreb.....	10,518	9,366	Péndulo de Vicentini.....	I (V ₁)	N.-S.	6	21	36	37	48	17	12.89	
					II (V ₂)	"	6	33	42	55	42	07	6.82	
					III (B)	"	6	52	50	68	38	40	3.91	
					I (V ₁)	E.-W.	6	21	42	38	00	30	12.80	
					II (V ₂)	"	6	33	30	55	29	36	6.87	
36	Cracovia.....	10,525	9,371	Péndulo horizontal Bosch.. ?	III (B)	"	6	53	57	69	07	05	3.82	
					I (V ₁)	SW.-NE.	6	25	28	44	52	38	10.04	
					II (V ₂)	"	6	34	24	56	23	52	6.65	
37	O'gyalla	10,589	9,415	Péndulo horizontal Bosch ...	III (B)	"	6	54	54	69	29	35	3.74	
					I (V ₁)	N.-S.	6	22	25	39	14	42	12.24	
					II (V ₂)	"	6	33	03	54	50	04	7.05	
					?	I (V ₁)	E.-W.	6	25	29	44	43	51	10.09
						II (V ₂)	"	6	34	15	56	05	11	6.72

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich			Angulo de tiempo y distancia		Velocidad de superficie, v Kilómetros	
		Arco	Cuerda				h	m	s	o	'		"
38	Budapest.....	10,624	9,438	Péndulo astático de Wiechert	I (V ₁)	N.-S.	6	22	05	38	29	52	12.57
					II (V ₂)	"	6	32	56	54	37	09	7.10
					I (V ₁)	E.-W.	6	22	05	38	29	52	12.57
39	Sarajevo.....	10,795	9,552	Microseismógrafo Vicentini..	II (V ₂)	"	6	32	52	54	32	48	7.12
					I (V ₁)	E.-W.	6	22	30	38	51	59	12.41
					II (V ₂)	"	6	36	30	57	44	11	6.81
					III (B)	"	7	02	30	71	43	51	3.30
					III (B)	N.-S.	6	36	30	57	44	11	6.81
40	Temesvár.....	10,870	9,601	Péndulo Vicentini..... ?	III (B)	"	7	02	58	71	52	33	3.27
					I (V ₁)	SW.-NE.	6	25	13	43	32	27	10.52
					I (V ₁)	SE.-NW.	6	24	49	42	52	08	10.77
					II (V ₂)	"	6	36	51	57	52	22	6.28
41	Catania.....	10,903	9,623	Seismométrógrafo grande..	III (B)	"	6	59	13	70	31	12	3.54
					I (V ₁)	NW.-SE.	6	21	48	37	12	50	13.17
					II (V ₂)	"	6	32	56	53	54	54	7.29
					III (B)	"	6	54	42	68	44	18	3.89
					I (V ₁)	NE.-SW.	6	22	17	38	10	05	12.72
					II (V ₂)	"	6	33	08	54	07	58	7.23
					III (B)	"	6	54	42	68	44	18	3.89
42	Mizusawa.....	11,193	9,811	Péndulo horizontal Omori ...	III (B)	"	6	54	42	68	44	18	3.89
					III (B)	N.-S.	6	21	55	37	26	48	13.06
					II (V ₂)	"	6	34	35	55	38	41	6.84
					III (B)	"	6	59	58	70	43	35	3.50
43	Tokyo.....	11,498	10,003	Péndulo horizontal Omori ...	III (B)	Vert.	6	59	32	70	34	35	3.53
					I (V ₁)	.....	6	22	38	38	06	40	12.75
					I (V ₁)	.....	6	22	28	37	02	59	13.25
44	Osaka.....	11,881	10,236	Péndulo horizontal Omori ...	II (V ₂)	.....	6	35	55	55	31	57	6.87
					III (B)	.....	6	51	42	66	19	18	4.39
					I (V ₁)	.....	6	22	47	36	44	39	13.39
					II (V ₂)	.....	6	36	42	55	23	46	6.90
					III (B)	.....	6	53	02	66	15	52	4.40

VII.—Determinación del tiempo, de la velocidad de propagación y de la profundidad del foco

Ya hemos mencionado que no ha sido posible determinar la hora del principio del temblor en el epicentro. Las indicaciones de las oficinas telegráficas varían 10 minutos y más, lo que indica que no obstante que diariamente se les comunica á todas las oficinas de telégrafo la hora astronómica de México, los empleados no corrigen sus relojes, cosa que se ha visto también en muchos temblores anteriores. Los relojes de las iglesias en las ciudades son en lo general poco perfectos y no se les corrige probablemente nunca por medio de la observación del sol. Esto explica la diferencia en las indicaciones de tiempo como las vemos en el cuadro comparativo al final de este trabajo. Así es que una determinación del tiempo de comienzo en el epicentro es imposible y por esto hemos tratado de determinarlo por medio del método de Faidiga,¹ es decir, de los ángulos de tiempo y distancia. Esto nos fué dificultado por la falta de datos instrumentales cerca del epicentro y en el Norte de México, así como en el Sur de los Estados Unidos; nuestro primer dato proviene de Tacubaya á 292 kilómetros del epicentro y el segundo de Washington á 3,280 kilómetros de distancia epicentral. De buena suerte hemos encontrado algunas coincidencias bastante exactas, que nos permitieron determinar la hora del comienzo en el epicentro.

1 A. Faidiga.—Das Erdbeben von Sinj. am 2 Juli 1898.—Mitth. Erdbeben-Comm. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Neue Folge Núm. XVII, Viena, 1903. Pag. 90.

Antes de entrar en la discusión del cálculo de la hora, hemos dado aquí en forma de tabla los datos instrumentales necesarios para el cálculo de tiempo y distancia y de la velocidad en la superficie. Para calcular las distancias en arco rectificado y en cuerda hemos empleado las siguientes fórmulas, indicadas por Rebeur-Paschwitz y Faidiga: ¹

$$\operatorname{tg.} M = \frac{2 \cos. \varphi_1 \cos. \varphi_2}{\sin. (\varphi_2 - \varphi_1)} \sin. {}^{2\frac{1}{2}}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\operatorname{tg.} {}^{2\frac{1}{2}}\delta = \operatorname{tg.} \frac{1}{2}(\varphi_2 - \varphi_1) \cdot \operatorname{tg.} [\frac{1}{2}(\varphi_2 - \varphi_1) + M]$$

$$\operatorname{tg.} M = \frac{2 \cos. \varphi_1 \cos. \varphi_2}{-\sin. (\varphi_2 + \varphi_1)} \cos. {}^{2\frac{1}{2}}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\operatorname{tg.} {}^{2\frac{1}{2}}\delta = \operatorname{cotg.} \frac{1}{2}(\varphi_2 + \varphi_1) \cdot \operatorname{cotg.} [\frac{1}{2}(\varphi_2 + \varphi_1) + M]$$

Distancia en arco rectificado: $d = 111, 3 \text{ km. } \delta = 2,04652 \delta$

Distancia en cuerda: $\Delta = 4,10567 \cdot \sin \frac{\delta}{2}$

Faidiga trataba de encontrar un medio de comparación para los datos instrumentales y lo obtuvo de la manera siguiente: construye un triángulo rectángulo tomando como catetos la distancia epicentral de cierto lugar y la diferencia de tiempo entre el comienzo del temblor en el epicentro y aquel lugar de observación; el ángulo entre el cateto de distancia y la hipotenusa lo llama Faidiga el ángulo de tiempo y distancia, porque es una función de los dos. Se entiende desde luego que todos los lugares que tienen el mismo ángulo de tiempo y distancia deben tener también la misma ve-

¹ E. v. Rebeur-Paschwitz, Horizontalpendel—Beobachtungen auf der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte zu Strassburg 1892-94.—Beiträge zur Geophysik, tomo II, 1895. Pag. 435.

A. Faidiga, Das Erdbeben von Sinj. pag. 92.

localidad superficial, y la comparación de varios lugares con el mismo ángulo debe hacer posible el cálculo del tiempo de comienzo en el epicentro; es además evidente que los lugares con el mismo ángulo constituyen lugares de intersección de una línea recta con el hodógrafo.

Si se expresa esta función en una fórmula donde v es la velocidad de la superficie, D la distancia epicentral y T el tiempo que el temblor necesita para llegar del epicentro á la localidad en la distancia D , entonces es:

$$v = \frac{D}{T} = \cotg. \alpha$$

siendo α el ángulo de tiempo y distancia. Faidiga multiplica el tiempo por 100 para obtener un ángulo más grande, lo que hace más fácil la comparación. Nosotros lo hemos multiplicado sólo por 10, de modo que en nuestro caso tenemos:

$$v = 10. \cot. \alpha$$

El cuadro comparativo anterior nos demuestra que para el principio del primer tremor en México encontramos:

$$\alpha = 49^{\circ} 20' 36''$$

y para el principio del primer tremor en Washington:

$$\alpha = 49^{\circ} 07' 33''$$

Estos dos lugares se pueden pues bien comparar. Ahora calculamos la velocidad de la superficie según la conocida fórmula:

$$v = \frac{D-d}{T-t}$$

donde D y d son las distancias epicentrales de los dos lugares, T y t los tiempos de principio del primer tremor, entonces obtenemos:

$$v = 8,66 \text{ km. por segundo,}$$

ahora aplicamos la otra fórmula que se comprende fácilmente:

$$T_e = T_o - \frac{D}{V}$$

donde T_e es el tiempo del epicentro, T_o el tiempo del lugar de observación, D la distancia epicentral y v la velocidad de la superficie. Así es para el principio del primer tremor de México.

$$T_e = 6^h 08^m 34^s - \frac{292}{8,66} = 6^h 08^m$$

y para el principio del primer tremor en Washington:

$$T_e = 6^h 14^m 19^s - \frac{3280}{8,66} = 6^h 08^m$$

Vemos que el seismograma de México contiene sólo un tremor inicial, porque el lugar se encuentra á menos de 500 km. del epicentro, y observamos que el ángulo de tiempo y distancia del principio de las ondas largas [III (B)] está bastante bien de acuerdo con el ángulo del principio del segundo tremor [II (V_2)] de Washington, siendo éste para México:

$$\alpha^{III} = 64^\circ 46' 55''$$

y para Washington:

$$\alpha^{II} = 64^\circ 30' 40''$$

Podemos decir que en la distancia de 292 kilómetros se acerca el segundo tremor tanto al principio de las

ondas largas que podemos prácticamente suponer el tiempo de II (V_2) como igual á III (B), así es que podemos comparar III (B) de México con II (V_2) de Washington. Empleando las fórmulas anteriores obtendremos:

$$v = \frac{D - d}{T - t} = 4,77 \text{ km. por segundo.}$$

MÉXICO.

$$T_e = T_o - \frac{D}{V} = 6^h 09^m 02^s - \frac{292}{4,77} = 6^h 08^m 01^s$$

WASHINGTON:

$$T_e = T_o - \frac{D}{v} = 6^h 19^m 28^s - \frac{3280}{4,77} = 6^h 08^m$$

Así es que podemos aceptar como hora del principio 6 h. 08 m., seguramente se tratará apenas de una diferencia de algunos segundos. Si tuviéramos mayor cantidad de estaciones con seismógrafos en México, sería posible hacer una determinación todavía más exacta ó comprobar por completo la que hemos encontrado. Porque el método de Faidiga se basa en la circunstancia de que los lugares que tienen el mismo ángulo de tiempo y distancia, se encuentran en intersecciones del hodógrafo con líneas rectas que conectan el epicentro con los lugares de observación, de modo que dos lugares con el mismo ángulo de tiempo y distancia, se deben encontrar en dos puntos del hodógrafo y al mismo tiempo la línea que los conecta debe pasar por el epicentro. Lo ideal sería encontrar dos lugares cuyo ángulo de tiempo y distancia fuera perfectamente idéntico hasta en los segundos, porque esto nos daría la posibilidad de determinar el tiempo epicentral con la mayor seguridad.

La hora 6 h. 08 m. de Greenwich corresponde á 11

30 h. 00⁰⁰
 73 h. 31 m. 13 s.
 6 h. 36 47 s.

h. 31 m. 13 s. hora de México ú 11 h. 30 m. 30 s. hora local de San Marcos. Con esta hora están bastante de acuerdo numerosas indicaciones de tiempo de Guerrero, especialmente las de Ayutla y San Marcos, que son 11 h. 30 m.

Para tener una idea sobre la posición del punto de inflexión de la curva del hodógrafo, hemos construído en la lámina LV las indicaciones de tiempo y distancia de las diferentes observaciones instrumentales. En vez de construir la curva, hemos dibujado líneas rectas que demuestran una aproximación de la curva probable; pero en la parte principal, es decir, entre México y Washington, faltan estaciones seismológicas, lo que hace imposible la determinación exacta del punto de inflexión. Hemos hecho la construcción para las tres fases que se pueden distinguir en un seismógrama (naturalmente de lugares á más de 500 kilómetros de distancia epicentral) y vemos que las indicaciones del principio del primer tremor inicial (I ó V_1) están bastante de acuerdo, y se nota luego que algunos lugares no entran bien en el esquema porque el reloj seguramente no estuvo bien arreglado. Peor es el estado de las cosas respecto al principio del segundo tremor inicial (II ó V_2) porque aquí ya depende mucho de la determinación individual, pero se ve que la indicación de los mejores instrumentos, es decir, los péndulos astáticos de Wiechert y los péndulos horizontales de Rebeur-Ehlert están bastante de acuerdo. Completamente divergentes son las indicaciones sobre el principio de las ondas largas (III ó B), lo que hace entender que en los aparatos más sensibles la determinación de este punto es muy difícil.

En la distribución de V_1 y V_2 no se nota dónde ha de estar el punto de inflexión, pero en B se ve bastante claramente que el punto de inflexión debe quedar entre México y Washington y seguramente en una distancia epicentral de más de 500 kilómetros; una determinación más exacta no es posible, lo que se debe deplorar porque este punto es de la mayor importancia. Como la distancia entre el punto de inflexión del hodógrafo y el centro del epicentro tiene que ser siempre más grande que la profundidad del foco, nos indica esta distancia un máximum. Desgraciadamente no podemos determinar el mínimum por medio de la tangente en el punto de inflexión, porque en esta región nos faltan los datos instrumentales. Pero comparando nuestra distancia aproximada del punto de inflexión con la que determinó Faidiga para el temblor de Sinj podemos llegar á una idea sobre la profundidad relativa del foco. El temblor de Sinj del 2 de Julio de 1898. ha tenido una extensión relativamente pequeña; el lugar Cajnica que fué el más lejano donde el temblor fué todavía observado por todas las personas, queda á una distancia de 176 kilómetros del epicentro y parece que un movimiento macroséismico ya no fué sentido en una distancia de más de 400 kilómetros con la única excepción de Piacenza (582 kilómetros). Nuestro temblor se sintió todavía hasta una distancia de 620 kilómetros, de modo que hay una diferencia notable. En el temblor de Sinj tenía el punto de inflexión del hodógrafo una distancia de 390 kilómetros del epicentro, su tangente corta la ordenada de tiempo en 279 segundos y como en el punto de inflexión existía una velocidad de 1.33 kilómetros, la que corresponde con la del foco, resulta

una profundidad de 371 kilómetros. Faidiga empleó además la conocida fórmula de Seebach:

$$r = \sqrt{\frac{t_2^2 u_1^2 - t_1^2 u_2^2}{t_1^2 - t_2^2}}$$

para su cálculo de la profundidad del foco, pero sabemos que esta fórmula es errónea, porque se basa en la propagación de los rayos en línea recta, mientras que estos rayos son curvas como lo demostró A. Schmidt. Faidiga obtuvo por medio de esta fórmula los valores más diferentes (entre 138 km. y 43 km.) lo que prueba también que la fórmula no sirve.

Comparando el hodógrafo del temblor de Sinj con nuestra ilustración gráfica de los datos instrumentales, en la lámina LV vemos que el foco de nuestro temblor debe haber sido todavía mucho más profundo, pero por la falta de datos en el Norte de México y el Sur de los Estados Unidos no nos es posible dar un valor en kilómetros para la profundidad del foco. Este caso nos demuestra que una distribución de estaciones seismológicas en los Estados del Centro y del Norte de la República es indispensable, para que se puedan estudiar con alguna exactitud futuros temblores que provienen del Sur.

En la lista de los datos instrumentales hemos indicado la velocidad de superficie para cada lugar y cada fase. Estas fueron determinadas con la fórmula

$$v = \frac{D}{T}$$

pero realmente esta fórmula no es exacta, porque trata la velocidad como si fuera uniforme desde el epicentro. Así es que la velocidad indicada no es la verdadera,

sino podría únicamente servir para poder comparar los puntos con el mismo ángulo de tiempo y distancia. La velocidad de superficie se puede calcular fácilmente para cada punto según las fórmulas de Benndorf.¹

$$(V_1) v_1^{(s)} = \frac{d \Delta}{d T_1} = \frac{1}{1,7 - 0,084 \Delta} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}}$$

$$(V_2) v_2^{(s)} = \frac{d \Delta}{d T_2} = \frac{1}{3,0 - 0,15 \Delta} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}}$$

$$(B) v = \frac{\Delta}{T} = \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}} = 3,8 \frac{\text{km.}}{\text{seg.}}$$

En estas fórmulas $v_1^{(s)}$ es la velocidad aparente de la superficie del primer tremor, $v_2^{(s)}$ la del segundo tremor, v la de las ondas largas, T_1 el valor de la fórmula analítica de la curva de la duración de propagación del primer tremor, T_2 el del segundo tremor y T de las ondas largas, mientras Δ es la distancia epicentral expresada en megámetros (1 megámetro igual á 1,000 kilómetros).²

En esta ocasión nos será permitido decir unas palabras sobre el valor de las fórmulas que se utilizan para calcular las distancias epicentrales por medio de la duración de las tres fases. Omori ha encontrado las fórmulas empíricas siguientes:

$$\Delta \text{ km.} = 13,8 (V_2 - V_1)^n$$

$$\Delta \text{ km.} = 7,2 (B - V_1)^n$$

1 Benndorf, Ueber die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinnern I. Mitth. d. Erdbebencomm. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Neue Folge N° XXIX, 1905, pág. 10, 18 y 23.

2 Estas fórmulas se refieren naturalmente á las curvas construídas por Benndorf, todavía no existe una construcción suficientemente exacta de las curvas de la duración de propagación; las de Wiechert y Zoeppritz son bastante diferentes de las de Benndorf, con esto cambia naturalmente la fórmula y la velocidad. El trabajo de Wiechert y Zoeppritz llegó demasiado tarde á nuestras manos para ser tomado en cuenta en este capítulo.

Laska¹ ha cambiado estas fórmulas y propuesto las siguientes:

$$\begin{aligned} 1 + \Delta &= V_2 - V_1 \\ 3 \Delta &= B - V_1 \end{aligned}$$

y combinando estas dos fórmulas llega á

$$\Delta = \frac{(B + V_2) - (2V_1 + 1)}{4}$$

En estas fórmulas Δ es la distancia en arco rectificadado expresada en megámetros, V_1 es el principio del primer tremor, V_2 el del segundo tremor, B el de las ondas largas. Benndorf en su trabajo citado anteriormente ha discutido estas fórmulas por medio de una comparación con sus curvas de la duración de propagación y ha llegado á un resultado muy favorable, dando en pág. 23 las correcciones necesarias para hacer el resultado más exacto. Nosotros hemos hecho una contraprueba para las fórmulas de Laska, calculando según los seismógramas de algunas de las estaciones la distancia epicentral. El resultado no fué muy favorable, como se ve en los siguientes ejemplos:

México:

$$\Delta = \frac{6^h. 09^m. 02^s. - 6^h. 08^m. 34^s.}{3} = 153 \text{ km.}$$

ó empleando otra fórmula empírica de Omori para distancias de menos de 1,000 kilómetros.

$$\Delta \text{ km.} = 7.27 \text{ y seg} + 38 \text{ km.}$$

1 Laska Ueber die Berechnung von Fernbeben.—Mitth. d. Erdbeben—Comm. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Neue Folge n° XIV, 1903.

siendo y igual á la duración de los tremores iniciales, encontramos una distancia de 242 kilómetros, mientras que la verdadera distancia fué de 292 kilómetros.

WASHINGTON:

$$\Delta = 6^h 19^m 20^s - 6^h 14^m 19^s - 1^m = 4150 \text{ km.}, \text{ corr. seg.}$$

$$\text{Benndorf} = -600 = 3550 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 26^m 56^s - 6^h 14^m 19^s}{3} = 4206 \text{ km.}, \text{ corr.} = +300 = 4506 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 26^m 56^s + 6^h 19^m 28^s) - [2(6^h 14^m 19^s) + 1^m]}{4} = 4192 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 3280 km.

KEW:

$$\Delta = 6^h 31^m 02^s - 6^h 19^m 58^s - 1^m = 10667 \text{ km.}, \text{ corr.} = +500 = 11167 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 48^m 34^s - 6^h 19^m 58^s}{3} = 9533 \text{ km.}, \text{ corr.} = -200 = 9333 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 48^m 34^s + 6^h 31^m 02^s) - [2(6^h 19^m 58^s) + 1^m]}{4} = 9667 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9172 km.

PARÍS:

$$\Delta = 6^h 31^m 03^s - 6^h 20^m 39^s - 1^m = 9400 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9400 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 49^m 03^s - 6^h 20^m 39^s}{3} = 9800 \text{ km.}, \text{ corr.} = -300 = 9500 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 49^m 03^s + 6^h 31^m 03^s) - [2(6^h 20^m 39^s) + 1^m]}{4} = 9450 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9445 km.

HAMBURGO:

$$\Delta = 6^h 32^m 15^s - 6^h 20^m 48^s - 1^m = 10450 \text{ km.}, \text{ corr.} = +500 = 10950 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 46^m 20^s - 6^h 20^m 48^s}{3} = 8511 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 8511 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 46^m 20^s + 6^h 32^m 15^s) - [2(6^h 20^m 48^s) + 1^m]}{4} = 8996 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9736 km.

GÖTTINGEN:

$$\Delta = 6^h 31^m 51^s - 6^h 21^m - 1^m = 9850 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9850 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 46^m - 6^h 21^m}{3} = 8333 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 8333 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 46^m + 6^h 31^m 51^s) - [2(6^h 21^m) + 1^m]}{4} = 8708 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9830 km.

HOHENHEIM:

$$\Delta = 6^h 31^m 54^s - 6^h 21^m 13^s - 1^m = 9682 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9683 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 48^m 11^s - 6^h 21^m 13^s}{3} = 8989 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 8889 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 48^m 11^s + 6^h 31^m 54^s) - [2(6^h 21^m 13^s) + 1^m]}{4} = 9162 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9917 km.

JENA:

$$\Delta = 6^h 31^m 54^s - 6^h 21^m 18^s - 1^m = 9600 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9600 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 49^m - 6^h 21^m 18^s}{3} = 9233 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 9133 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 49^m + 6^h 31^m 54^s) - [2(6^h 21^m 18^s) + 1^m]}{4} = 9325 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9963 km.

LEIPZIG:

$$\Delta = 6^h 31^m 53^s - 6^h 21^m 14^s - 1^m = 9650 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9650 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 50^m 30^s - 6^h 21^m 14^s}{3} = 9756 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 9656 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 50^m 30^s + 6^h 31^m 53^s) - [2(6^h 21^m 14^s) + 1^m]}{4} = 9479 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9992 km.

ROCCA DI PAPA:

$$\Delta = 6^h 32^m 37^s - 6^h 21^m 50^s - 1^m = 9783 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9783 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 57^m 34^s - 6^h 21^m 50^s}{3} = 11911 \text{ km.}, \text{ corr.} = -400 = 11511 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 57^m 34^s + 6^h 32^m 37^s) - [2(6^h 21^m 50^s) + 1^m]}{4} = 11379 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 10503 km.

ZAGREB:

$$\Delta = 6^h 33^m 42^s - 6^h 21^m 36^s - 1^m = 11100 \text{ km., corr.} = + 1500 \text{ kilometros} = 12600 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 52^m 50^s - 6^h 21^m 36^s}{3} = 10423 \text{ km., corr.} = - 300 = 10123 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 52^m 50^s + 6^h 33^m 42^s) - [2(6^h 21^m 36^s) + 1^m]}{4} = 10583 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 10518 km.

TOKYO:

$$\Delta = 6^h 35^m 55^s - 6^h 22^m 28^s - 1^m = 12450 \text{ km., corr.} = + 2800 = 15250 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 51^m 42^s - 6^h 22^m 28^s}{3} = 9743 \text{ km., corr.} = - 100 = 9643 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 51^m 42^s + 6^h 35^m 53^s) - [2(6^h 22^m 28^s) + 1^m]}{4} = 10418 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 11498 km.

Vemos que existe una diferencia bastante notable entre las distancias verdaderas y las que fueron calculadas por medio de la duración de las fases de los seismógramas. Pero esto está bien de acuerdo con lo que vimos ya en la construcción gráfica de los tiempos y distancias en la lámina LV.

Utilizando ahora las curvas de la duración de propagación construídas por Wiechert y Zoeppritz ¹ llegamos al resultado siguiente:

¹ Wiechert und Zoeppritz, Ueber Erdbebenwellen. Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, mathem. phys. Klasse. 1907, Heft 4.

Lugar.	Distancia epi- central esti- mada según las curvas impresas de Wiechert y Zoeppritz.	Según curvas en manusc- rito. (1)	Según las form. de Laska.			Distancia verda- dera.
			I	II	III	
México.....	300	300		153		292 km.
Washington	3400	3420	3550	4508	4192	3280 "
Kew.....	10200	10250	11167	9333	9667	9172 "
París	9450	9500	9400	9500	9450	9445 "
Hamburgo.....	10800	10750	10950	8511	8996	9736 "
Göttingen	9850	10000	9850	8333	8708	9830 "
Hohenheim.....	9820	9900	9683	8889	9162	9917 "
Jena.....	9800	9850	9600	9133	9325	9963 "
Leipzig	9820	9880	9650	9656	9479	9992 "
Rocca di Papa..	9850	10000	9783	11511	11379	10503 "
Zagreb	12100	12000	12600	10123	10583	10518 "
Tokyo más de	13000	?	15250	9643	10418	11498 "

También aquí tenemos un resultado poco satisfactorio, aunque en lo general mejor que aquel obtenido por las fórmulas de Laska. Esto es natural, porque Wiechert y Zoeppritz han construido sus curvas sobre datos de observación más exactos. La construcción de curvas de la duración de propagación sobre los datos de los instrumentos más sensibles y mejor interpretados es el único método que deberíamos seguir por lo pronto en la seismología. En realidad nos parece que se ha dado en los últimos años demasiada importancia al cálculo matemático en el estudio de los temblores, para esto nos falta todavía el material de observación. Para llegar á conocer las verdaderas curvas de la duración de propagación para las diferentes fases, se debería construirlas para cada temblor y por la comparación de un gran número se llegaría con el tiempo

1 Debemos una copia en manuscrito á la bondad del Sr. Prof. Dr. A. Schmidt en Stuttgart; ésta es probablemente más exacta que la copia impresa, porque en la última el papel seguramente en parte se estira y en parte se encoge, de modo que una copia impresa nunca está completamente de acuerdo con el original, lo que es de tomar en cuenta, cuando se trata de medir fracciones de milímetros como en el caso presente.

á un resultado aproximado. Pero no solamente deberíamos tratar de combinar las diferentes curvas empíricas, sino al contrario, tratar de saber por qué estas curvas no están enteramente de acuerdo y aquí debería entrar la geología dejada á un lado por una gran parte de los seismologistas, como si los temblores fueran emanaciones de una tierra teórica homogénea, mientras que se trata en verdad de una tierra de una composición sumamente complicada. Así es evidente que todos los cálculos basados sobre un globo de elasticidad uniforme tienen que ser erróneos. Pero con los mismos datos instrumentales no llegamos por lo pronto á alcanzar el resultado deseado. Si estudiamos la construcción gráfica de las observaciones instrumentales en nuestra lámina LV, vemos que hay una diversidad muy grande entre las observaciones. En la primera fase no se nota esto tanto como en las otras, pero conectado por medio de una línea las indicaciones de las diferentes estaciones sobre el principio de la primera fase, llegaríamos á tener una línea irregular en zig-zag. Peor es esto ya en la segunda fase, mientras que en la tercera ya no hay modo de comparación. La culpa tienen por una parte los instrumentos que son de una sensibilidad muy poco uniforme, por otra los observadores, porque la segunda y tercera fase no son puntos fijos sino cada observador escoge el punto que le parece más probable; además, en ciertos casos debe haber errores de tiempo por la mala marcha del reloj ó por la falta de corrección en la comparación con el tiempo verdadero. Naturalmente es muy probable que de por sí las ondas no llegan á la misma hora á los lugares de igual distancia epicentral, sino habrá diferencias de tiempo á

causa de la propagación diferente según las rocas por las cuales pasan las ondas, y lo principal sería comprobar esto por medio de observaciones instrumentales; pero para alcanzar este objeto, todos los instrumentos deberían ser lo más sensible posible y la determinación del tiempo completamente exacto, y actualmente estas condiciones se llenan en relativamente muy pocas estaciones seismológicas, por esto encontramos la discrepancia tan notable en las indicaciones de nuestra lámina LV.

VII Conclusión

Como resultado inmediato de los estudios hechos con motivo de esta excursión se encontraron las siguientes indicaciones.

1.^a Creemos muy prudente que el Supremo Gobierno del Estado intervenga de una manera directa en la vigilancia de construcciones, ya bajo la forma de una Oficina de Inspección ó dictando reglamentos á que deberán sujetarse los constructores; pues continuándose la edificación y reedificación bajo la forma que en la actualidad se hace y continuándose los temblores, la situación será cada vez más peligrosa.

2.^a Aconsejar á los señores propietarios actuales ó futuros de fincas urbanas, la mejor disposición que ha adoptado la comisión del Japón para construcciones en regiones muy afectadas por temblores, de cuyo informe se publicó una traducción en el *Boletín de la Secretaría de Fomento*, de la cual damos el párrafo siguiente:

“En 1895 el Comité publicó una serie de direcciones sobre los puntos esenciales que se deben observar en

la construcción de casas de madera para hacerlas más propias para resistir el sacudimiento de los temblores. Una traducción al inglés se encuentra en E. I. C. Publ., N.º 4, págs. 1 á 5 (con 23 figs.). La falta principal en las construcciones de madera en Japón, es la disminución de resistencia en los pilares por el gran número de ensambles, y la falta de tirantes y cabezales, por lo que, con frecuencia, las construcciones sufren una dislocación en su parte superior con inclinación bien sensible de sus paredes. Se hicieron algunos modelos para ilustrar los puntos principales enunciados antes, de los cuales se mandó uno á Shonai, Distrito perjudicado el año próximo anterior.

Además de los modelos pequeños se construyeron dos casas de madera á prueba de temblor, una en Nemuro y la otra en Fukagawa, Tokio. Se eligió Nemuro por haber sido uno de los lugares más sacudidos en el extremo N.; Fukagawa fué escogido porque su suelo es de lodos aluviales blandos, de modo que está propenso á fuertes sacudidas. Ahora el edificio de Fukagawa sirve como una de las estaciones de la Triangulación Seísmica.”

3.º Estando acreditado el Estado como ocupando una región de gran seismicidad sería muy oportuno y conveniente instalar varias estaciones pequeñas de observación seismológica, para que, estudiados los temblores con los adelantos que hasta la fecha se tienen sobre el particular, se llegue á fijar los lugares peligrosos y evitar así desastres; siendo la instalación de estos pequeños observatorios y sus resultados, de fijo utilizables, un adelanto bien marcado de la ciencia en nuestro país.

Apéndice

I. Datos instrumentales

MÉXICO.

Péndulo horizontal Bosch-Omori, amplif. 15 veces:

Componente N.-S.	I (V ₁).....	6 ^h 08 ^m 34 ^s
	III (B).....	6 09 02
„	E.-W. I (V ₁).....	6 08 50
	III (B).....	6 09 05

Gravímetro trifilar de Schmidt (componente vertical).

III (B).....	6 ^h 09 ^m 04 ^s
--------------	--

WASHINGTON.

Péndulo Bosch-Omori, amplif. 25 veces en la componente N.-S. y 20 veces en la componente E.-W.

Componente N.-S.	I (V ₁).....	6 ^h 14 ^m 19 ^s
	II (V ₂).....	6 19 28
	III (B).....	6 26 56
	IV	6 43 17
	fin	7 43 00

Componente E.-W.	I (V ₁).....	6 ^h 14 ^m 19 ^s
	II (V ₂).....	6 19 34
	III (B).....	6 26 ?
	IV	6 43 39 ?
	fin	8 48 00

Tiempo de las crestas y los fondos de las ondas de los tremores iniciales.

	Onda	E.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones
Núm.	1	6 ^h 14 ^m 23 ^s	...	6 ^h 14 ^m 21 ^s	...	Crestas del primer tremor preliminar.
„	2	34	11	32	11	
„	3	43	9	41	9	
„	4	53	10	53	12	
„	5	62	9	67	14	
„	6	81	19	79	12	
„	7	90	9	87	8	
„	8	99	9	95	8	Comienzan pequeñas ondulaciones.

	Onda	N.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones
Núm.	9	117	18	117	22	
"	10	131	14	131	14	
"	11	.....	...	.....	...	Intervalo de tranquilidad parcial con pequeñas ondulaciones.
"	12	6 ^h 18 ^m 00"	...	6 ^h 17 ^m 58"	...	Ondas núms. 12 á 23 casi completamente ausentes en la componente N.-S.
"	13	11	11	6 18 11	13	
"	14	21	10	17	6	
"	15	30	9	31	14	
"	16	41	11	40	9	
"	17	51	10	47	7	
"	18	6 19 02	11	6 19 02	15	
"	19	11	9	11	9	
"	20	16	5	17	6	
"	21	21	5	20	3	
"	22	24	3	23	3	
"	23	29	5	28	5	Principio del segundo tremor inicial bien definido.
"	24	39	10	37	9	
"	25	47	8	42	5	
"	26	6 20 00	13	56	14	
"	27	07	7	6 20 07	11	
"	28	21	14	25	18	
"	29	27	6	30	5	
"	30	40	13	34	4	
"	31	52	12	37	3	
"	32	57	5	42	5	
"	33	6 21 03	6	47	5	
"	34	07	4	50	3	
"	35	13	6	53	3	
"	36	24	11	59	6	

Núm.	Onda	E.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones
37		31	7	6 21	07	8
38		40	9		20	13
39		44	4		34	14
40		51	7		43	9
41	6 22	03	12		49	6
42		20	17	6 22	03	14
43		30	10		12	9
44		38	8		21	9
45		45	7		30	9
46		56	11		40	10
47	6 23	03	7		50	10
48		13	10	6 23	00	10
49		20	7		03	3
50		30	10		15	12
51		41	11		22	7
52		55	14		53	31
53	6 24	04	9	6 24	09	16
54		25	21		26	17
55		35	10		39	13
56		51	16		52	13
57	6 25	00	9	6 25	02	10
58		17	17		15	13
59		25	8		30	15
60		42	17		45	15
61		...	...		49	4
62		...	...	6 26	00	11
63		...	...		04	4
64		...	...		11	7
65		...	...		19	8
66		...	...		36	17
67		...	...		55	19

Principio de la fase principal.

BALTIMORE.

Péndulo horizontal Bosch-Omori; amplificación 7 veces.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin	ampl.	max.	período.
6 ^h 15 ^m 02 ^s	6 ^h 20 ^m 20 ^s	6 ^h 27 ^m 59 ^s	8 ^h 15 ^m	54 ^m		17.9 seg.

Péndulo horizontal de Milne; amplificación 6.1 veces.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	máximum	fin	ampl. max.	período.
6 ^h 15 ^m 07 ^s	6 ^h 20 ^m 37 ^s	6 ^h 25 ^m 25 ^s	6 ^h 29 ^m 35 ^s	10 ^h 30 ^m	15.5 ^{mm}	13 ^s 5
			6 34 19			14.0

TORONTO.

Péndulo horizontal Milne.

I (V₁) 6^h 14^m 00^s; máx. 6^h 20^m; ampl. > 18 mm.

ALBANY.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Componente N-S
6 ^h 14 ^m 30 ^s	6 ^h 20 ^m 00 ^s	6 ^h 29 ^m 00 ^s	

VICTORIA, B. C.

Péndulo horizontal Milne.

I (V₁) 6^h 15^m 00^s; máx. 6^h 28^m, ampl. 27 mm?

RÍO DE JANEIRO.

Péndulo horizontal de Bosch; ampl. 15¹.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)
N-S	6 ^h 19 ^m 25 ^s	6 ^h 28 ^m 25 ^s	6 ^h 41 ^m 45 ^s
E-W	6 19 34	6 28 52	6 42 17

COIMBRA.

Péndulo horizontal de Milne.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	IV	fin	máximum	½ ampl.
6 ^h 20 ^m 48 ^s	6 ^h 23 ^m 48 ^s	6 ^h 31 ^m 36 ^s	7 ^h 23 ^m 48 ^s	8 ^h 34 ^m 30 ^s	6 ^h 37 ^m 30 ^s	7.5 mm.
					6 51 30	>22.0
					6 54 42	>22.0
					6 56 12	>22.0

Período = 19 seg.

PAISLEY.

Péndulo horizontal Milne.

I (V₁) 6^h 20^m 00^s, máx. 7^h 03^m, ampl. 6 mm.

SHIDE.

Péndulo horizontal Milne.

I (V₁) 6^h 20^m 00^s, máx. 7^h 01^m, ampl. 9 mm.

1 Datos tomados de los seismogramas enviados por el Sr. Dr. H. Morire, encargado del servicio seismológico del Brasil.

Kew.

Péndulo horizontal Milne.

Componentes N-S	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin
	6 ^h 19 ^m 58 ^s	6 ^h 31 ^m 02 ^s	6 ^h 48 ^m 34 ^s	10 ^h

SAN FERNANDO.

Seismógrafo Milne.

I (V ₁)	II (V ₂)	Máximum	Ampl.	Per.	IV	fin
		6 ^h 44 ^m 48 ^s	10.3 ^{mm}	2.58		
		6 49 30	12.8	3.20		
6 ^h 20 ^m 00 ^s	6 ^h 31 ^m 6 ^s	6 50 42	17.0	4.25	7 ^h 50 ^m 00 ^s	11 ^h 00 ^m 42 ^s
		6 55 36	> 17.3	> 4.33		
		7 10 00	8.3	2.08		

GRANADA.

Péndulo horizontal.

Comp.	I (V ₁)	III (B)	máx.	IV	ampl. máx.	fin
E-W	6 ^h 20 ^m 35 ^s	6 ^h 46 ^m 13 ^s	{ 6 ^h 53 ^m 21 ^s 6 57 43	7 ^h 44 ^m 55 ^s	> 150mm.	11 ^h 30 ^m
N-S	6 20 35	6 50 40	{ 6 51 32 6 53 13 6 55 35	7 42 50	> 115	11 30

Tromómetro Omori; ampl. 2.6 veces.

Comp.	I (V ₁)	III (B)	máx.	IV	ampl. máx.	fin
NW-SE	6 ^h 20 ^m 35 ^s	6 ^h 40 ^m 20 ^s	6 ^h 57 ^m 55 ^s	7 ^h 30	5.5mm.	10 ^h

PARIS.

Péndulo horizontal Milne.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin
6 ^h 20 ^m 39 ^s	6 ^h 31 ^m 03 ^s	6 ^h 49 ^m 03 ^s	9 ^h 22 ^m

HAMBURGO.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin	Máximum.
N-S	6 ^h 20 ^m 48 ^s	6 ^h 32 ^m 15 ^s	6 ^h 46 ^m 20 ^s	10 ^h 30 ^m	
E-W	6 ^h 21 ^m 07 ^s	6 ^h 31 ^m 58 ^s	6 ^h 45 ^m 12 ^s	10 ^h 30 ^m	7 ^h 05 ^m

STRASBURGO.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp. I (V₁) II (V₂) III (B) máx. per. ampl. IV fin
 N-S 6^h21^m22^s 6^h32^m05^s 6^h45^m aprox. 7^h01^m30^s 18^s 545 μ 8^h12^m00^s 10^h 45 aprox.
 7 05 00 19 680
 E-W 6 21 14 6 32 05 6 45 aprox. 7 01 30 18 777 8 14 00 10 45 aprox.
 7 05 00 20 730

Péndulo horizontal de Rebeur-Paschwitz.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin
N-S	6 ^h 21 ^m 18 ^s	6 ^h 32 ^m 12 ^s	6 ^h 43 ^m 30 ^s	8 ^h

Observaciones.

Péndulo Wiechert. Comp. N-S: V₁¹; V₁₂¹ = 6^h21^m28^s. 14 μ, ondas Ws 10_h

Comp. E-W: V = 34 μ; V₁₂¹ = 6^h24^m55^s; 100 μ aprox.; V₁₃¹ = 6^h27^m40^s;

V₁₄¹ = 6^h29^m49^s

V₂¹ = 6^h32^m05^s. antes V₂ + V₁ desde 6^h31^m1^s; V₂₁¹ 6^h38^m15^s

Péndulo Rebeur-Paschwitz.

V₁₂¹ 7 μ. A las 8^h se apagó la lámpara.

GÖTTINGEN.

Péndulo astático de Wiechert.

Fase	Tiempo	Periodo	Ampl. E-W.	Ampl. N-S
I (V ₁) (P)	6 ^h 21 ^m 00 ^s	5 ^s	20 μ	9 μ
(PR ₁)	24 31	5	45	20
(PR ₂)	26 51	10	11	5
(PR ₃)	28 21	6	4	
II (V ₂) (S)	31 51	15	110	66
(PS)	32 51	20	240	140
(SR ₁)	37 57	17	130	50
(SR ₂)	41 51	22	140	35
(SR ₃)	44 50	17	40	17
III (B) (L)	46 00	45		
Máx.	7 05 00	18	450	350

Fin después de 9^h40^m

HOHENHEIM.

Péndulo horizontal.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máx.	IV	fin
6 ^h 21 ^m 13 ^s	6 ^h 31 ^m 54 ^s	6 ^h 48 ^m 11 ^s	7 ^h 00 ^m 02 ^s	7 ^h 20 ^m 02 ^s	8 ^h 32 ^m

Gravímetro trifilar.

Mayor amplitud $\overline{\quad}$ Período $\overline{\quad}$
 6.0^{mm} 22^s

JENA.

Péndulo horizontal Ehlert.

Fase	Tiempo	Período		Amplitud	
		E.W.	N.S.	E.W.	N.S.
I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 18 ^s				
	24	16 ^s 15 ^s	4 μ	2 μ	
	22 07	5	5		
	29	5		2	
	24 56	20	180	115	
II (V ₂)	31 54	23	413	200	
	38 33	21	256	181	
	42 46	27 21	521	239	
III (B)	49 00	44 47	381	1274	
Máx.	7 01 40	18	1074	1181	
IV.		18			
Fin.	10 42				

MONCALIERI.

Péndulo horizontal; amplitud, 25 veces.

COMPONENTE N.S.			COMPONENTE E.W.		
Tiempo	Período	Amplitud	Tiempo	Período	Amplitud
6 ^h 22 ^m 25 ^s	5 ^s .2	1.4 ^{mm}	6 ^h 22 ^m 20 ^s	4 ^s .9	2.0 ^{mm}
6 26 35	6.8	1.6	6 25 50	5.1	2.3
6 33 25	12.2	6.4	6 33 00	17.1	9.8
6 37 00	6.1	2.5	6 51 51	33.0	2.2
6 42 15	17.4	2.0	6 57 15	17.3	10.0
6 55 50	20.2	7.0	7 16 45	14.4	4.0
7 19 00	14.5	4.4	7 37 12	15.4	2.0
8 50 00	Fin.	....	9 08 00	Fin.	....

Péndulo vertical; amplitud 50 veces.

COMPONENTE N.N.W.			COMPONENTE E.N.E.		
Tiempo	Período	Amplitud	Tiempo	Período	Amplitud
6 ^h 22 ^m 04 ^s	3 ^s . 8	1.1 ^{mm}	6 ^h 22 ^m 25 ^s	3 ^s . 9	1.0 ^{mm}
6 33 00	15.5	1.2	¹ 6 33 06	15.5	1.3
6 55 54	21.2	1.1	6 54 12	31.2	0.4
7 35 00	Fin.	....	6 58 25	20.0	1.8
			7 35 00	Fin.	....

¹ Ondas rapidísimas.

NOTA. A las ondas más amplias están sobrepuestas otras ondas rapidísimas, debidas quizá á la vibración del cilindro.

LEIPZIG.

Péndulo astático de Wiechert.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud N.S. E.W.	Observaciones
I (V ₁) (P)	6 ^h 21 ^m 14 ^s			
i	6 24 53	16 ^s	110 μ 150 μ	El registro de tiempo no funcionó en la com- ponente E.-W. On- das cortas se recono- cen hasta 6 ^h 58 ^m .
i	26 52	8	11	
II (V ₂) (S)	31 53	20	80	En el seismograma de Plauen falta II (V ₂) (P), los i en II (V ₂) (S) y los máximum en III (B) (L), son por la menor amplifica- ción menos fuertes que en el seismogra- ma de Leipzig.
i	32 43	15	160	
i	33 28	17	270	
i	38 11	23	275	
i	42 31	24	270	
III (B) (L)	50 30			
Máx.	51 07	40	500	
Máx.	59 32	23	800 840	
Máx.	7 03 42	22	500	
IV.		25-15		
Fin.	9 32			

MUNICH.

Péndulo horizontal.

Fase	Comp. E.-W.	Comp. N.-S.
I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 28 ^s	6 ^h 21 ^m 28 ^s
II (V ₂)	6 32 03	6 32 02
III (B)	6 52 18	6 52 09
Fin.	10 50	

KREMSMÜNSTER.

Péndulo horizontal Ehlert.

I. (V ₁)	Máximum	Amplitud	Fin	Componente
6 ^h 21 ^m 47 ^s	6 ^h 25 ^m 54 ^s	14 ^{mm}	8 ^h 14 ^m	N.-S.
6 21 47	6 25 54	15	8 14	N.E.-S.W.
6 21 47	6 25 38	14	8 14	E.-W.

FLORENCIA (XIMENIANO).

Péndulo horizontal. Ampl. 40 veces.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Amplitud
N.-S.	I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 20 ^s	5 ^s .0	0.6 ^{mm}
			5.0 ^t	4.0
	II (V ₂)	32 05	20.0	
	III ₁ (B)	40 50	35.0	1.0
	III ₂ (B)	6 53 20	17.7	69.0
	III ₃ (B)	7 01 00	16.6	17.0
	IV	12 00	12.	3.0
	Fin	55 00		
E.-W.	I (V ₁)	6 21 30	5.3	0.5
	II (V ₂)	32 30	23.7	14.8
	III ₁ (B)	43 58	20.3	6.0
	III ₂ (B)	49 10	20.8	<180.0
	III ₃ (B)	7 06 00	.....	.....

Se rompió el estilete.

Tromométrgrafo Omori.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Amplitud
S.W.-N.E.	I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 20 ^s	7 ^s .0	1.0 ^{mm}
	II (V ₂)	31 40	22.5	5.0
	III ₁ (B)	... ..	... ..	4.0
	III ₂ (B)	51 20	30.0	80.0
	III ₃ (B)	7 09 50	20.0	.....
	IV	24 50	15.0	3.0
	Fin	8 ?		

1 Ondas sobrepuestas á otras.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Amplitud
N.W.-S.E.	I (V ₁)	6 21 20	... ..	0.8
	II (V ₂)	31 50	22.7	16.0
	III ₁ (B)	... ..	....	4.0
	III ₂ (B)	51 00	22.5	84.0
	III ₃ (B)	7 09 40	18.5	.....
	IV	30 00	... ..	.....
Fin	8 ?			

Microseismógrafo Vicentini, pantógrafo.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud
I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 20 ^s	?	0.3 ^{mm}
II (V ₂)	33 25	irr.	0.8
III ₁ (B)	41 25	... ..	....
III ₂ (B)	57 30	22 ^s .5	1.2
III ₃ (B)	7 14 00	15.5	0.5
IV	19 00	... ..	....
Fin	8 ?		

FLORENCIA (QUERCE).

Péndulo horizontal.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	IV	Fin
6 ^h 22 ^m (18) ^s	6 ^h 32 ^m 59 ^s	6 ^h 57 ^m 43 ^s	7 ^h 30 ^m	7 ^h 54 ^m

SIENA.

Microseismógrafo Vicentini.

I (V ₁)	III (B)	IV
6 ^h 18 ^m 55 ^s	6 ^h 50 ^m 25 ^s	7 ^h 30 ^m 25 ^s

JURJEF (DORPAT).

Péndulo horizontal Zöllner.

Comp.	Tiempo	Máxima	Amplitud
Péndulo R ₃	6 ^h 21 ^m 39 ^s		12
	25 28	6 ^h 28 ^m 30 ^s	42
	32 30		58
	34 11	38 30	150
	41 36	49 24	340
	55 00		

Comp.	Tiempo	Máximo	Amplitud
	8 26 48		21
	54 51		14
	9 10		15
Péndulo R ₄	6 21 36		17
	25 30	6 28 30	34
	32 28		
	33 53		>160
	40 54		>460

GRAZ.

Péndulo astático Wiechert.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud	
			E.-W.	N.-S.
I (V ₁) (P)	6 ^h 21 ^m 23 ^s	16 ^s	14.3 μ	3.5 μ
(PR ₁)	25 11	16	8.4	5
(PR ₂)	6 27 21	16	18.5	7.7
(PR ₃)	28 57	16	12.5	8.5
II (V ₂) (S)	32 19	23	100	51
(PS)	34 11	20	188	68
(SR ₁)	38 57	32	150	83
(SR ₂)	42 03	32	118	92
(SR ₃)	45 20	40	130	175
III (B) (L)	52 33	48		
Max.	7 09 00	20	260	77
Fin	11			

TRIESTE.

Péndulo horizontal Ehlert.

Comp.	I (V ₁)	III (B)	Máximo	Ampl.	Per. IV	Per. Fin.
W 60°N	6 ^h 22 ^m 08 ^s	6 ^h 33 ^m 11 ^s	7 ^h 07 ^m 42 ^s	10.2 mm	.....	10 ^h 09 ^m 30
W 60°S	6 22 00	6 33 03	6 37 12	13.0	.....	9 48 30
E-W	6 21 52	6 32 55	6 38 43	14.6	.....	9 25 44

Microseismógrafo Vicentini, 1:100.

Comp.	I (V ₁)	III (B)	Máximo	Ampl.	Per. IV	Per. Fin.
N-S	6 ^h 21 ^m 53 ^s	6 ^h 32 ^m 14 ^s	7 ^h 00 ^m 47 ^s	0.9 mm	21 ^s 6	7 ^h 23 ^m 32 ^s 17 ^s 2
E-W	6 21 48	6 32 13	7 00 27	0.8	22.6	7 23 09 18.0
Vert.	6 21 39	6 32 19	7 04 25	0.2	22.0	7 09 55 18.0 7 ^h 56 ^m 55

Interferencia en IV: Comp. N-S y E-W: 4.0 min.

LAIBACH.

Péndulo horizontal de Ehlert. ¹

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máximum	Ampl.	Fin.
N-S	6 ^h 21 ^m 36 ^s	6 ^h 25 ^m 22 ^s	6 ^h 41 ^m 45 ^s	7 ^h 06 ^m 21 ^s	36.0 mm	9 ^h 30 ^m
S60°W	6 23 10	6 27 39	6 47 42 ?	7 01 27	9.0	9
S60°E	6 22 33	6 25 45	6 46 27 ?	7 03 10	7.5	9

Microseismógrafo de Vicentini.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máximum	Ampl.	Fin.
N-S	6 ^h 21 ^m 44 ^s	6 ^h 33 ^m 13 ^s	6 ^h 43 ^m 42 ^s	7 ^h 00 ^m 02 ^s	1.5 mm	8 ^h 30 ^m
E-W	6 21 34	6 32 17	6 43 44	7 06 32	1.8	8 30

Seismógrafo de Grablowitz.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máximum	Ampl.	Fin.
NW-SE	6 ^h 21 ^m 18 ^s	6 ^h 32 ^m 00 ^s	6 ^h 57 ^m 27 ^s	7 ^h 14 ^m 03 ^s	2.6 mm	8 ^h 45 ^m
NE-SW	6 21 32	6 33 03	7 58 45	7 02 51	2.0	9 30

VIENA.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Ampl.	
N-S	I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 34 ^s	6 ^s	aprox. 7μ	La introducción de la primera fase la forman dos ondas de 20 sec. de período. A _N = aprox. 50μ
	II (V ₂)	6 31 42	20	370	
	III (B)	6 53 00			
	Máx.	7 02 30	21	800	
	Fin. después de	9 ^h 45 ^m			
E-W	I (V ₁)	6 ^h 21 ^m 34 ^s			Corr. de tiempo = + 1 seg.
	II (V ₂)	6 30 54			
	III (B)	6 52 42			
	Máx.	7 07 30	20	580	
	Fin. después de	9 ^h 45 ^m			

¹ La diferencia entre las indicaciones siguientes y las que damos en nuestra lista de los ángulos de tiempo y distancia, se explica porque en aquella lista hemos dado los principios de las fases así como los determinamos en el seismograma mismo, mientras que los datos que vamos á reproducir aquí son los que fueron enviados por el Sr. Prof. Belar.

POLA.

Microseismógrafo Vicentini. Ampl. hor. 107, vert. 139.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máximum	Ampl.	Per.	IV	Fin.
Vert.	.....	.....	7 ^h 03 ^m 36 ^s	.....	0.1 ^{mm}	.....	.....	7 ^h 09 ^m 36 ^s
N-S	.....	6 ^h 33 ^m 03 ^s	6 50 51	6 ^h 59 ^m 39 ^s	0.7	24°	.....	7 25 09
E-W ?	6 ^h 25 ^m 30 ^s	6 32 12	6 56 48	7 04 18	0.6	20.0	.....	7 31 18

FUME.

Péndulo Vicentini—Konkoly.

Comp.	III (B)	Ampl. Máxima	Per.	Fin.
N-S	6 ^h 51 ^m 20 ^s	0,2 ^{mm}	30°	7 ^h 23 ^s
E-W	6 53 42	0.3	25	7 27

ROCCA DI PAPA.

Microseismométrógrafo Agamennone. (Kg. 500, P. 4°,2; A. 60; V. 70 cm.)

En la comp. N.E. no completamente quieta principio de las vibraciones microscópicas á las 6^h21^m50^s — + 3^s con refuerzo marcado á las 7^h22^m14^s con ondulaciones más bien irregulares con semiamplitudes entre 0.1mm y 0.2 mm y períodos de oscilación entre 3.3 seg. y 4.4 seg., y que se atenúan después de las 6^h23^m27^s. Continuación con un grupito de 7 ondas (6^h25^m30^s hasta 6^h25^m59^s) del período de 4^s.1 y de la máxima semiamplitud de 0.3mm seguido por continuaciones análogas y lentamente decreciendo hasta una serie más tenue (0.15^{mm}) de 19 ondas (de 6^h29^m20^s hasta 6^h30^m25^s) del período de 3^s.4 y seguida por su vez de otras más finas. Ondas más lentas aparecen cerca de 6^h32^m32^s en un primer grupito irregular de 3 ondas de 6^h32^m37^s hasta 6^h32^m59^s del período de 7^s.3 y semiamplitud de 0.25 mm. y después de un grupo más importante de 13 ondas (6^h33^m40^s á 6^h37^m29^s) del período medio de 17.6, de la máxima semiamplitud de 0.65mm y que se han sobrepuesto á ondulaciones

instrumentales. Los períodos más lentos se encuentran en grupos seguidos de semiamplitud de oscilación entre 0.1 y 0.2 mm.

6 ondas de	6 ^h 39 ^m 29 ^s á	6 ^h 41 ^m 29 ^s	del período de	20 ^s
5	„	6 44 35 á	6 46 10	„ „ „ 19
5	„	6 46 37 á	6 48 58	„ „ „ 28 ^s .2
5	„	6 51 36 á	6 53 43	„ „ „ 25.4

Siguen las ondulaciones análogas perturbadas pero más rápidas que no hacen indeciso el período. La fase principal, compuesta de ondas netas y regulares, se inicia con un primer grupo de 10 ondas (6^h57^m34^s á 7^h01^m15^s) de la máxima semiamplitud de 1mm y del período de 22^s.1 y después de una serie de 151 ondas (7^h01^m15^s á 7^h43^m06^s) del período 16^s.7 con marcha decreciente y semiamplitud máxima de 1.2 mm. Con amplitudes menores (0.1 á 0.05 mm) siguen ondulaciones análogas siempre más tenues con períodos oscilantes entre 14^s.7 y 16^s.1. Después de las 8^h20^m40^s las ondulaciones se hacen apenas visibles y la traza vuelve á ser regular cerca de las 9^h03^m41^s.

En la comp. N.W. á las 6^h21^m49^s inflexiones de la línea con mínima irregularidad. Refuerzo de la semiamplitud de 0.25 mm á las 6^h22^m28^s con mínimas ondulaciones del período de cerca de 3^s. Sensible refuerzo á las 6^h25^m29^s con ondulaciones irregulares por interferencia de las precedentes con otras más lentas cuyo período determinado cerca de las 6^h26^m55^s resulta ser cerca de 5^s.2 y que lentamente se atenúan hasta que casi desaparecen. A las 6^h32^m25^s principio de la fase más lenta con un grupo de 14 ondas (6^h32^m52^s á 6^h37^m45^s) del período medio de 20^s.9 irregularísimas y que alcanzan

bruscamente hacia la mitad del grupo la máxima semi-amplitud de 1mm. Como muy tenues y poco regulares se notan los grupos:

- De 2 ondas de $6^h44^m00^s$ á $6^h44^m52^s$ con período de 26^s
 De 3 „ „ $6^h46^m30^s$ „ $6^h47^m52^s$ „ „ „ $27^s.3$
 De 10 „ perturbadas por interferencias de $6^h52^m46^s$ á $6^h55^m50^s$ con período de $18^s.4$ y con amplitud de 0.15 mm.
 4 ondas ($6^h56^m54^s$ á $6^h58^m38^s$) con período de 26^s

Sigue inmediatamente el grupo principal de 36 ondas ($6^h58^m38^s$ á $7^h10^m17^s$) del período de $19^s.4$ y de la máxima semi-amplitud de 0.75mm que se prolonga con amplitud decreciente en los grupos:

- De 7 ondas ($7^h12^m01^s$ á $7^h14^m00^s$) del período de $17^s.0$ y semi-amplitud 0.25 mm.
 De 3 „ ($7^h15^m36^s$ á $7^h16^m25^s$) del período de $16^s.3$ y semi-amplitud 0.15 mm.
 De 22 „ ($7^h17^m30^s$ á $7^h23^m16^s$) del período de $15^s.7$ y semi-amplitud 0.10 mm.

La fase es en general decreciente y se notan dos leves continuaciones de ondulaciones análogas á las $7^h32^m31^s$ y $7^h50^m25^s$ y la traza se vuelve regular cerca de las $8^h15^m25^s$ y quizá hasta más adelante.

Nuevo Microseismómetrografo Agamennone instalado provisionalmente (Kg. 250; P 2^s.6; A 100; V 60 cm.).

En la comp. E.W. bastante irregular, se inicia á las $6^h21^m50^s$ + — 3^s una larga serie de ondulaciones del período de $1^s.7$ y que alcanzan la máxima semi-amplitud de 0.3 mm. á las $6^h26^m14^s$, decrecen haciéndose poco visibles por la sobreposición de otra línea, por lo cual resulta difícil la determinación precisa del principio de la fase

más lenta, que parece comenzar cerca de las $6^{\text{h}}31^{\text{m}}34^{\text{s}}$. Después de algunas ondas poco visibles, hay 9 ondas ($6^{\text{h}}32^{\text{m}}27^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}33^{\text{m}}35^{\text{s}}$) de la semiamplitud de 0.1mm y del período de $7^{\text{s}}.5$. Con un refuerzo sensible se halla una serie de ondas con períodos crecientes en los siguientes grupos:

- 8 ondas decrecientes ($6^{\text{h}}34^{\text{m}}23^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}36^{\text{m}}43^{\text{s}}$) de la semiamplitud máxima de 0.3 mm. y del período de $17^{\text{s}}.5$.
 8 „ ($6^{\text{h}}38^{\text{m}}24^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}40^{\text{m}}37^{\text{s}}$) de la semiamplitud de 0.1 mm. y del período de $16^{\text{s}}.6$.
 8 „ ($6^{\text{h}}42^{\text{m}}34^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}45^{\text{m}}24^{\text{s}}$) de la semiamplitud de 0.05 mm. y del período de $21^{\text{s}}.2$.
 5 „ ($6^{\text{h}}45^{\text{m}}24^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}47^{\text{m}}45^{\text{s}}$) de la semiamplitud de 0.05 mm. y del período de $28^{\text{s}}.2$.

El período vuelve ahora á decrecer, y después de dos grupitos, el uno muy fino de 4 ondas ($6^{\text{h}}49^{\text{m}}46^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}50^{\text{m}}43^{\text{s}}$) del período de $14^{\text{s}}.2$, el otro un poco más intenso (0.05 mm) de 8 ondas ($6^{\text{h}}50^{\text{m}}43^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}53^{\text{m}}03^{\text{s}}$) del período de $17^{\text{s}}.5$ sigue el grupo principal de 81 ondulaciones ($6^{\text{h}}53^{\text{m}}52^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}19^{\text{m}}07^{\text{s}}$) del período de $18^{\text{s}}.7$ y con una máxima semiamplitud de 0.65mm á 8.4.2.

Más finos pero más claros entre las continuas ondulaciones de la traza siguen los grupos:

- De 22 ondas ($7^{\text{h}}21^{\text{m}}04^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}26^{\text{m}}44^{\text{s}}$) del período de $15^{\text{s}}.4$
 „ 3 „ ($7\ 27\ 13$ á $7\ 28\ 24$) „ „ „ $23^{\text{s}}.7$
 „ 3 „ ($7\ 29\ 59$ á $7\ 30\ 47$) „ „ „ 16^{s}
 „ 4 „ ($7\ 36\ 03$ á $7\ 37\ 11$) „ „ „ 17^{s}

todos con semiamplitud cerca de 0.1 mm. En este punto la traza se interrumpió.

En la comp. N.S. desde algunas horas intensamente ondulada, principio bastante neto á las $6^{\text{h}}22^{\text{m}}00^{\text{s}}$ de on-

dulaciones más amplias y regulares del período de cerca de $1^{\circ}.7$ que alcanzan pronto la máxima semiamplitud de 0.4 mm y se prolongan, alternándose con tramos en los cuales se observan sólo las ondulaciones preexistentes en la traza y teniendo más ó menos el mismo período.

Cerca de las $6^{\text{h}}28^{\text{m}}20^{\text{s}}$ algunas señas ligeras poco seguras de ondas más lentas, que aparecen más claras en un tenue (0.1 mm) grupo de 7 ondas ($6^{\text{h}}29^{\text{m}}41^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}30^{\text{m}}07^{\text{s}}$) del período $3^{\circ}.7$ y poco después en otro de 4 ondas ($6^{\text{h}}32^{\text{m}}38^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}33^{\text{m}}12^{\text{s}}$) del período de $8^{\circ}.5$. Aparece ahora una fase más lenta con 9 suaves (0.1 mm) ondas ($6^{\text{h}}33^{\text{m}}25^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}36^{\text{m}}31^{\text{s}}$) del período de $20^{\circ}.7$ á las cuales son sobrepuestas otras más lentas y las rápidas de $1^{\circ}.7$. El tramo que sigue es irregularmente ondulado con ondas aisladas de períodos bastante variados; en realidad se notan dos grupos resultantes de interferencias, en uno de 6 ondas ($6^{\text{h}}37^{\text{m}}34^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}38^{\text{m}}11^{\text{s}}$) del período de $6^{\circ}.2$, el otro de tres ondas ($6^{\text{h}}38^{\text{m}}27^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}39^{\text{m}}01^{\text{s}}$) del período de $11^{\circ}.3$. Más regulares siguen de nuevo con períodos más lentos 4 ondas ($6^{\text{h}}43^{\text{m}}13^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}44^{\text{m}}56^{\text{s}}$) del período medio de $25^{\circ}.7$ y 26 ondas de la semiamplitud de 0.1 mm desde las $6^{\text{h}}51^{\text{m}}10^{\text{s}}$ hasta las $7^{\text{h}}00^{\text{m}}25^{\text{s}}$ del período de $22^{\circ}.2$.

El período vuelve á decrecer definitivamente y hay una larga serie de 86 ondas ($7^{\text{h}}02^{\text{m}}28^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}26^{\text{m}}48^{\text{s}}$) de la máxima semiamplitud de 0.15mm y del período de $16^{\circ}.9$ á las cuales siguen otras análogas y más tenues hasta la interrupción de la traza.

Péndulo horizontal N.S. (oscilando en dirección N.-S.)
(Kg. 60; P $27^{\circ}.2$; A 1; V 30 cm.).

En la traza se encuentran primero algunas leves

irregularidades. A las $6^{\text{h}}21^{\text{m}}06^{\text{s}} + -3^{\text{s}}$ finísimo principio del registro, al cual siguen primero 22 ondas ($6^{\text{h}}21^{\text{m}}24^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}30^{\text{m}}09^{\text{s}}$) de la máxima semiamplitud de 0.25mm y del período $23^{\text{s}}.9$ y después ($6^{\text{h}}30^{\text{m}}09^{\text{s}}$) 4 ondas muy tenues del período $29^{\text{s}}.7$. A las $6^{\text{h}}32^{\text{m}}08^{\text{s}}$ refuerzo con 43 ondas del período $2^{\text{s}}.7$ que alcanzan en las primeras ondas la máxima semiamplitud de 1.5 mm decreciendo después gradualmente. Otro refuerzo con el grupo principal de 39 ondas ($6^{\text{h}}51^{\text{m}}30^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$) del período de $25^{\text{s}}.6$, que alcanzan la máxima semiamplitud de 2.2mm á las $6^{\text{h}}57^{\text{m}}25^{\text{s}}$. Siguen 22 ondas muy tenues de interferencia ($7^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}14^{\text{m}}17^{\text{s}}$) del período de 14^{s} . De nuevo siguen los grupos regulares:

De 20 ondas ($7^{\text{h}}14^{\text{m}}17^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}23^{\text{m}}09^{\text{s}}$) del per. de $26^{\text{s}}.6$ fusiformes con una máxima semiamplitud de 0.75 mm.

De 4 ondas ($7^{\text{h}}23^{\text{m}}09^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}24^{\text{m}}42^{\text{s}}$) del per. de $23^{\text{s}}.2$ con semiamplitud máxima de 0.25 mm.

De 22 ondas ($7^{\text{h}}24^{\text{m}}42^{\text{s}}$ á $7^{\text{h}}34^{\text{m}}09^{\text{s}}$) del per. de $25^{\text{s}}.8$ con semiamplitud máxima de 0.75 mm.

Con una amplitud inicial de 0.35mm siguen 113 ondas ($7^{\text{h}}38^{\text{m}}01^{\text{s}}$ á $8^{\text{h}}25^{\text{m}}51^{\text{s}}$) decrecientes del período $25^{\text{s}}.4$, poco después un grupito finísimo de ondas análogas á las $8^{\text{h}}27^{\text{m}}23^{\text{s}}$. En las demás horas se notan sobre la línea, tenues grupos evanescentes.

Péndulo horizontal E.W. (oscilando en dirección E.—W.) Kg. 60; P $26^{\text{s}}.6$; A 1; V 35 cm.).

Sobre la línea que precede, algunos grupitos tenues; principio ligerísimo del registro á las $6^{\text{h}}21^{\text{m}}09^{\text{s}} + -3^{\text{s}}$, siguen 7 ondulaciones finísimas ($6^{\text{h}}21^{\text{m}}44^{\text{s}}$ á $6^{\text{h}}24^{\text{m}}25^{\text{s}}$) del período de 23^{s} . Refuerzo á las $6^{\text{h}}25^{\text{m}}38^{\text{s}}$ con 10 ondas del período de $25^{\text{s}}.5$ de la semiamplitud inicial de 0.3mm y decreciendo después rápidamente. Siguen ($6^{\text{h}}30^{\text{m}}53^{\text{s}}$)

4 ondas ligerísimas del período $23^s.7$. A las $6^h32^m53^s$ re-fuerzo seguido á las $6^h35^m38^s$ por 52 ondas del período de $22^s.2$ que alcanzando rápidamente á las $6^h38^m21^s$ un máximo de 2 mm decrecen con igual rapidez para alcanzar después otros maximum secundarios. A esto sigue el grupo principal de 63 ondas ($6^h54^m53^s$ á $7^h22^m26^s$) del período de $26^s.3$ con semiamplitud inicial de 0.5mm que aumenta rápidamente alcanzando en la 13ª onda un maximum de 6.5mm, que se mantiene, salvo pequeñas oscilaciones, durante unas 15 ondulaciones, decreciendo después lentamente. Sigue ($7^h23^m43^s$ á $7^h25^m48^s$) un grupito de interferencia de 8 ondas (0.25 mm) del período de $15^s.6$ y después con amplitudes decrecientes y separados por tramos apenas ondulados los grupos:

De 16 ondas	($7^h 26^m 38^s$ á $7^h 33^m 31^s$)	de per. $25^s.8$ c.	semiampl. máx. de 0.65^m
„ 16 „	($7 34 38$ á $7 40 55$)	de per. $23^s.6$ c.	„ „ de 0.30
„ 20 „	($7 46 45$ á $7 55 10$)	de per. $25^s.2$ c.	„ „ de 0.25
„ 8 „	($8 00 41$ á $8 03 58$)	de per. $24^s.6$ c.	„ „ de 0.10

Siguen ligerísimas ondulaciones que después de las $8^h41^m01^s$ desvanecen por completo. La traza demuestra más adelante algunos grupitos finísimos.

ZAGREB.

Péndulo Vicentini-Konkoly.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máximum	Ampl.	Per.	Fin.
N.-S.	$6^h 21^m 36^s$	$6^h 33^m 42^s$	$6^h 52^m 50^s$	$7^h 00^m 50^s$	0.5^m	25^s	$8^h 30^m$
E.-W.	$6 21 42$	$6 33 30$	$6 53 57$	$7 10 40$	0.4	18	8 30

CRACOVIA.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máx.	Ampl.	IV	Per.	Fin.
N.E.-S.W.	$6^h 25^m 28^s$	$6^h 34^m 24^s$	$6^h 54^m 54^s$	$7^h 04^m 24^s$	12.3^m	$7^h 20^m$	15^s	$7^h 52^m 48^s$

OGYALLA.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	Máx.	Ampl.	Per.	Fin.
N.-S.	6 ^h 22 ^m 25 ^s	6 ^h 33 ^m 03 ^s	7 ^h 12 ^m 00 ^s	7.2 ^{mm}	17 ^s	8 ^h 13 ^m 24 ^s
E.-W.	6 25 29	6 34 15	7 07 19	12.4	21	?

BUDAPEST.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	Máx.	Ampl.	Per.	IV	Fin.
N.-S.	6 ^h 22 ^m 05 ^s	6 ^h 25 ^m 56 ^s	6 ^h 32 ^m 56 ^s	7 ^h 06 ^m 05 ^s	14.7 ^{mm}	20 ^s	7 ^h 28 ^m 05 ^s	8 ^h 48 ^m
E.-W.	6 22 05	6 25 53	6 32 52	7 09 46	20.6	19	7 35 11	8 48

BUDAPEST.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	máx.	ampl.	per.	IV	fin
N.-S.	6 ^h 25 ^m 55 ^s	6 ^h 34 ^m 48 ^s	6 ^h 54 ^m 09 ^s	7 ^h 10 ^m 15 ^s	10.7 ^{mm}	21 ^s	7 ^h 16 ^m 34 ^s	8 ^h 24 ^m 30 ^s
E.-W.	6 25 50	6 32 41	6 49 35	7 01 40	8.6	32	—	8 51

SARAJEVO.

Microseismógrafo Vicentini.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	máx.	ampl.	IV	per.	fin.
N.-S.	—	6 ^h 36 ^m 30 ^s	7 ^h 02 ^m 58 ^s	7 ^h 12 ^m 19 ^s	1.0 ^{mm}	7 ^h 25 ^m 42 ^s	20 ^s	desp. 8 ^h 20 ^s
E.-W.	6 ^h 22 ^m 30 ^s	6 36 30	7 02 30	7 11 59	1.8	7 23 39	18	„ 8 20

TEMESVAR.

Péndulo Vicentini-Konkoly.

Comp.	I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	ampl. máx.	per.	fin
N.E.-S.W.	6 ^h 25 ^m 13 ^s	—	—	0.2 ^{mm}	22 ^s	7 ^h 41 ^m
N.W.-S.E.	6 24 49	6 ^h 36 ^m 51 ^s	6 ^h 59 ^m 13 ^s	0.5	28	7 29

CATANIA.

Seismómetrografo grande.

(Kg. 300; P 5^s; A 12.5; V 60 cm.)

Es preciso anotar que en ese día dominaba un viento de W.S.W. que á las 14^h alcanzó la velocidad de 24 kilómetros por hora; además estuvo el mar agitado, por lo cual el instrumento se encontró ligeramente perturbado, especialmente en la componente N.W.-S.E., donde de vez en cuando se observan grupos de ondulaciones mínimas, del período oscilatorio de cerca de 2^s; no obs-

tante de esto en la comp. N.W.-S.E. se observan á las 6^h21^m48^s trazas evidentes de movimientos seísmicos en forma de ondulaciones mínimas, del período de 2^s á 2^s.75, las cuales no alcanzan la amplitud de 0.75mm y que persisten hasta las 6^h32^m56^s; en este instante el movimiento aumenta algo en intensidad y alcanza la amplitud de casi 2mm con ondulaciones de forma irregular del período mencionado, interferentes con otras de período lento, las que poco á poco se extinguen á las 6^h54^m42^s; en este momento y hasta las 6^h57^m44^s se encuentran señas bastante vagas de ondas muy lentas que duran desde las 6^h59^m44^s hasta las 7^h04^m36^s con período oscilatorio de unos 12^s; á las 7^h04^m36^s el movimiento aumenta de nuevo en amplitud con ondas de forma regular del período de 3^s, las cuales alcanzan á las 7^h10^m23^s casi 5mm, desde allí se reducen poco á poco y se pierden hacia las 9^h00^m47^s.

En la comp. N.E.-S.W. donde la influencia perturbadora del viento y de mar es casi nula, las primeras indicaciones del movimiento se observan á las 6^h22^m17^s, y hasta las 6^h33^m08^s se mantienen pequeñísimas, en forma de ondulaciones del período de 2^s á 3^s, que no pasan en amplitud los 0.75 mm, á las 6^h33^m08^s parece que al movimiento precedente se sobreponen ondas lentas de período variable de 5^s á 9^s que duran hasta cerca de las 6^h54^m42^s; desde este instante hasta las 7^h00^m34^s se ven ondas, de las cuales algunas tienen el período de 9^s, otras de 12^s y todavía más; después de las 7^h00^m34^s comienzan ondas, primero bastante bajas, que después crecen poco á poco en amplitud, del período de unos 9^s, de forma regular, las que á las 7^h05^m22^s alcanzan los 4 mm, desde entonces se hacen más y más pequeñas y se pier-

den cerca de las $6^h36^m34^s$, intercaladas entre otras del período de unos $7^s.5$.

Microseismógrafo Vicentini. (Kg. 100, P. $1^s.4$; A 70; V 60 cm.)

En este instrumento la acción perturbatoria del viento y del mar se hace sentir más fuertemente, por lo que la determinación del principio y del fin del seismograma es difícil y no puede alcanzar una gran exactitud.

En la comp. N.—S. parece que el movimiento sísmico comienza á las $6^h21^m55^s$; hasta las $6^h34^m35^s$ se encuentran ondulaciones pequeñísimas, no más amplias que 0.5 mm del período oscilatorio de $1^s.5$; después de las $6^h34^m35^s$ parece que otro movimiento se sobrepone al primero, de período más lento, de modo que se observan hasta las $6^h59^m58^s$ desviaciones vagamente señalando ondas lentas, arrugadas por las preexistentes; entre $6^h59^m58^s$ y $7^h06^m37^s$ las mencionadas ondas se hacen más visibles, aunque sean bastante aplanadas, y demuestran un período más corto de 9^s , al principio tienen la amplitud de 1mm escaso, después disminuyen poco á poco, para desaparecer hacia las $7^h24^m21^s$.

En la comp. E.—W. las primeras indicaciones del movimiento telúrico parecen comenzar á las $6^h21^m54^s$, hasta las $7^h04^m37^s$ hay grupos de ondulaciones de traza irregular, de período breve de unos $1^s.5$, intercaladas con desviaciones; entre las $7^h04^m37^s$ y las $7^h24^m21^s$ se ven ondulaciones del período 9^s , que al principio tienen una amplitud de 1mm escaso y hacia el fin del intervalo de tiempo se pierden por completo.

En la componente vertical entre las $6^h59^m32^s$ y las $7^h03^m32^s$ se observan ondas lentas, apenas señaladas, de período interminable; entre las $7^h03^m32^s$ y las

7^h17^m20^s y entre las 7^h22^m32^s y las 7^h26^m04^s se puede determinar un período de 9^s.

MIZUSAWA.

Péndulo horizontal.

I (V₁). 6^h22^m38^s; duración una hora y tres cuartos.

TOKYO.

Péndulo horizontal.

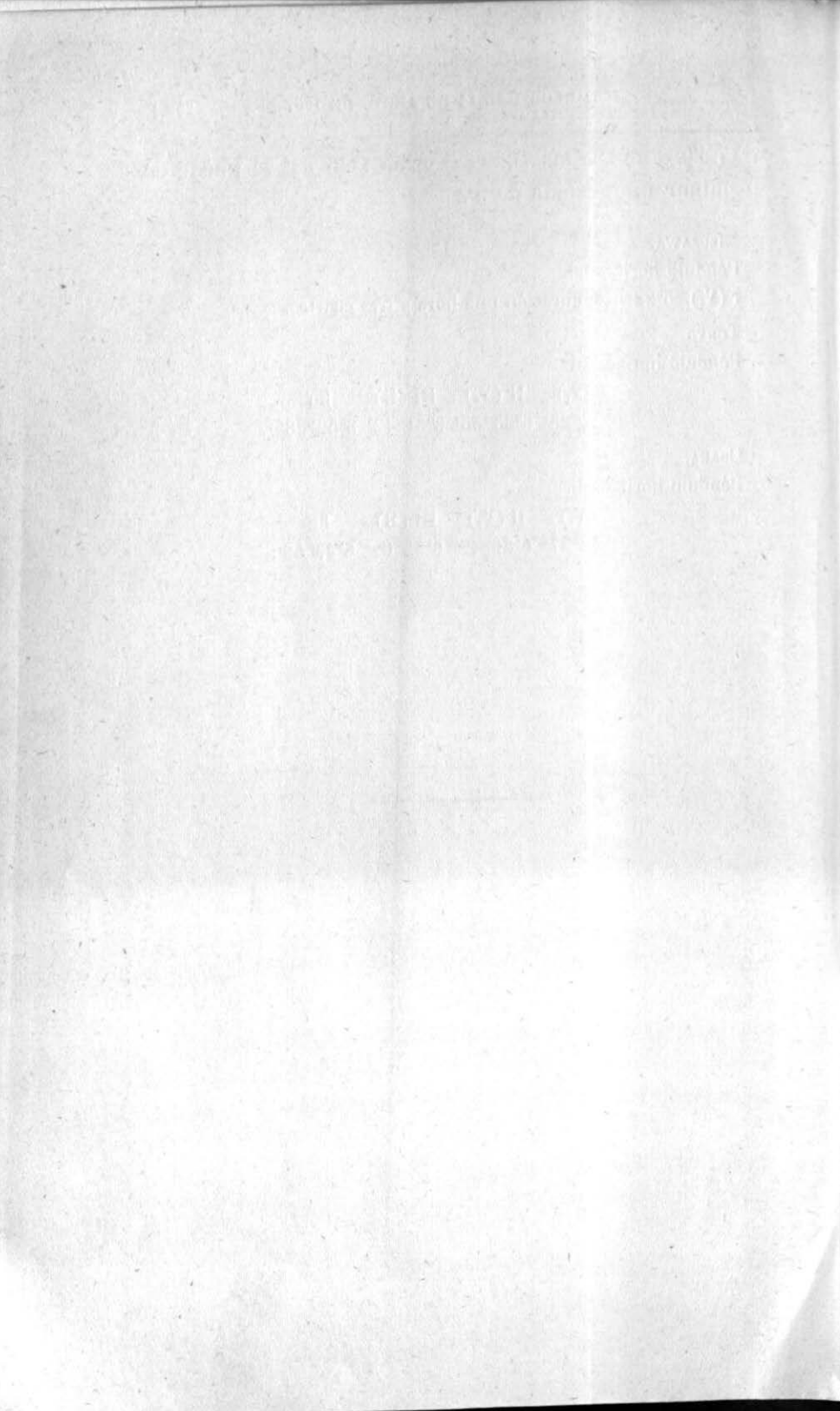
I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin
6 ^h 22 ^m 28 ^s	6 ^h 35 ^m 55 ^s	6 ^h 51 ^m 42 ^s	9 ^h 52 ^m 28 ^s

OSAKA.

Péndulo horizontal.

I (V ₁)	II (V ₂)	III (B)	fin
6 ^h 22 ^m 47 ^s	6 ^h 36 ^m 42 ^s	6 ^h 53 ^m 02 ^s	8 ^h 47 ^m 59 ^s





SUPLEMENTO

Fuímos comisionados por la Secretaría de Fomento para que al estudiar los efectos del temblor del 14 de Abril de 1907, para lo que tendríamos que recorrer las poblaciones más destruídas, practicáramos una valuación de los destrozos y averías causados: esto está, hasta cierto punto, ligado con la parte científica, porque mientras más destrozos encontráramos, más nos acercáramos al epicentro, cuya determinación es uno de los principales elementos en esta clase de fenómenos. Así es que el presente apéndice, que es un breve resumen de los efectos del temblor, manifestará los valores que hemos encontrado para las pérdidas, sacados de nuestra observación directa y con datos verificados debidamente.

Los efectos producidos por el temblor del 14 de Abril del año pasado, en el Estado de Guerrero, deben atribuirse en gran parte al poco cuidado que se tiene para la construcción de casas y edificios de todos géneros, y la mala calidad y preparación de los materiales empleados. Es defectuosa la argamasa empleada en todas las poblaciones del Sur; como principal elemento en las construcciones entra el adobe; el ladrillo es muy poco usado, y el empleo de la cantera es poco menos que desconocido. El error más grande en algunas de

las construcciones, es el empleo del lodo para construir cimientos.

En los templos católicos de todas las poblaciones de la región, exceptuando la iglesia de Zumpango del Río, fué muy marcada la destrucción como se verá por las láminas adjuntas; debiendo indicarse también como motivo principal y en algunos casos único, su mala construcción.

Encontramos 21 iglesias caídas ó averiadas en gran parte y 9 ligeramente cuarteadas.

Las poblaciones pueden agruparse por su destrucción en orden descendente, como sigue:

1. Ayutla.
2. San Marcos.
3. Chilapa.
4. Chilpancingo.
5. Tecuanapa.
6. San Luis de Allende.
7. Azoyú.
8. Ometepec.
9. Tlapa.
10. Tixtla.

y poblaciones en que sólo se efectuaron ligeras cuarteaduras.

El valor de las pérdidas es:

En Chilapa.....	\$ 130,000.00
„ Chilpancingo.....	70,000.00
„ Ayutla.....	50,000.00
„ Acapulco.....	30,000.00
„ San Marcos.....	15,000.00
	<hr/>
Al frente.....	\$ 295,000.00

	Del frente.....	\$ 295,000.00
En	Ometepec.....	10,000.00
„	San Luis de Allende.....	8,500.00
„	Tlapa.....	3,100.00
„	Miahuichán.....	2,500.00
„	Tecuanapa.....	2,500.00
„	Azoyú.....	2,000.00
„	Providencia.....	900.00
„	San Cristóbal.....	700.00
„	Xalpatlahuac.....	600.00
„	Atlixtae.....	600.00
„	Zumpango.....	500.00
„	Tixtla.....	500.00
„	varios pueblos pequeños del Este...	2,020.00
„	„ „ del Sur.....	1,000.00
	Suma.....	\$ 330,420.00

Al hacer esta valuación de pérdidas hemos tomado en cuenta algunos datos oficiales y principalmente la observación directa de los destrozos ocasionados por el temblor. Hemos querido comparar esta apreciación con un resumen de datos suministrados por los Prefectos Políticos del Estado, pero no nos ha sido posible adquirir este resumen; creemos que nuestra valuación parecerá quizá baja, porque en la mayoría de los casos los propietarios de fincas urbanas hacían sus apreciaciones teniendo en cuenta el valor total de las casas averiadas, cualquiera que fuera el género de destrucción sufrida; y así, una casa fuertemente cuarteada era valuada como para hacerse nueva en todos y cada uno de sus detalles y partes. Por lo tanto, y con equidad, podemos decir que la suma de \$330,420.00 será suficiente

para recompensar el total de las destrucciones sufridas.

Es de llamar la atención que afortunadamente ha sido corto el número de personas muertas por los derrumbes; habiéndose encontrado un total de 28 muertos, 120 heridos y muy corto número de contusos.

Los efectos sobre el terreno son indicados por el aumento temporal de caudal en los ríos de Costa Chica, desaparición de 2 ó 3 ojos de agua y aparición de 4 ó 5; algunas grietas en terreno suelto y pocos derrumbes en la zona próxima al epicentro.

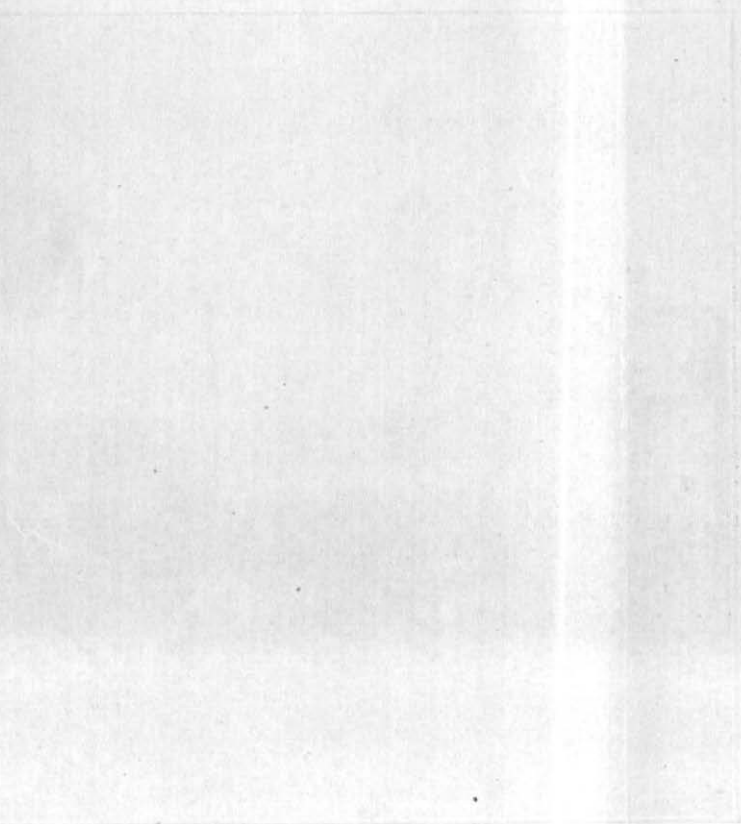


cordia, Guerra



Vista de Ayutla. Los techos están en parte renovados después del temblor

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



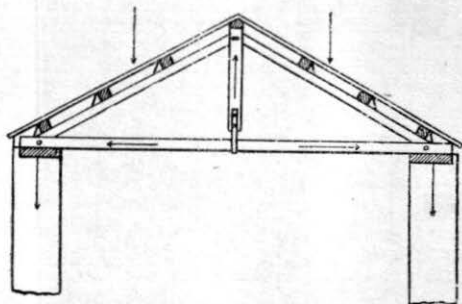


Fig. 1

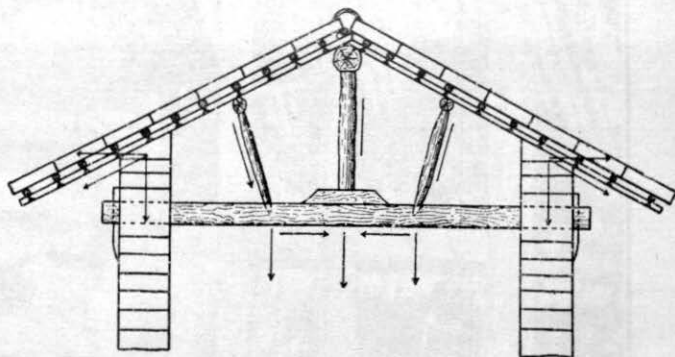


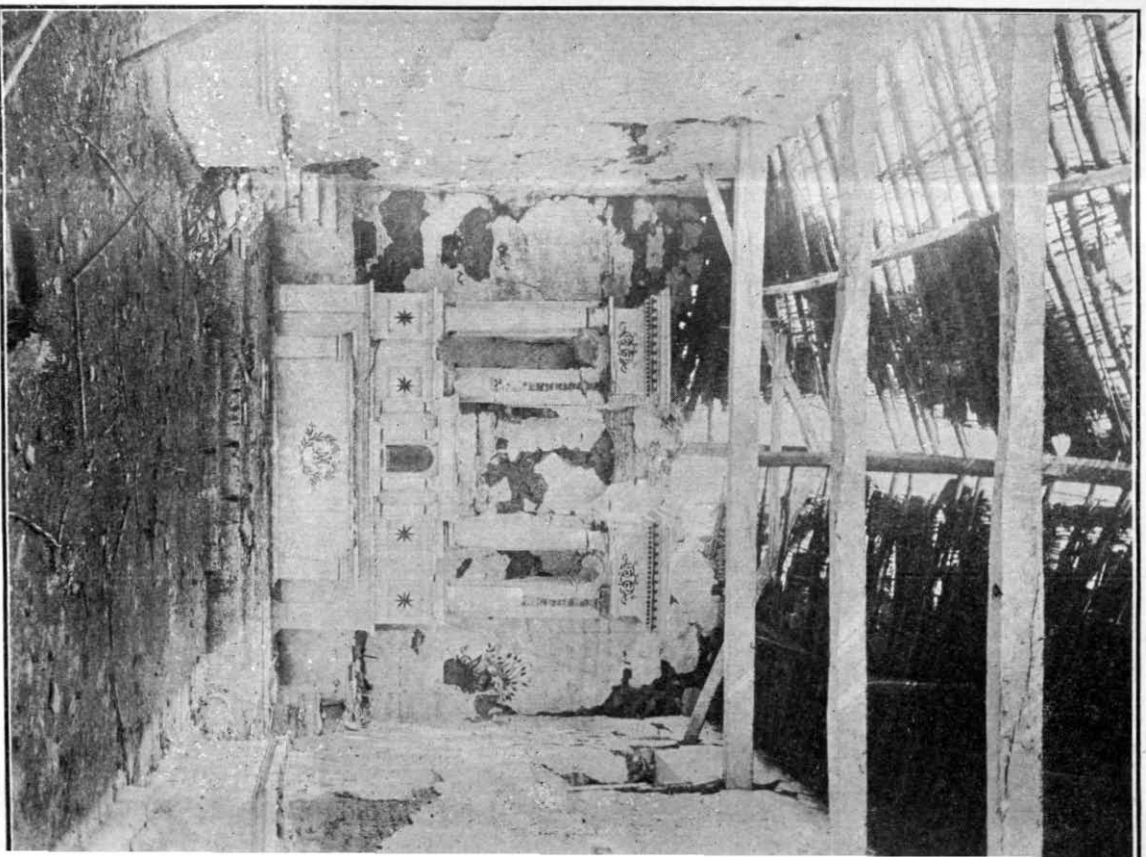
Fig. 2

EXPLICACION

Fig. 1.—Construcción normal de techo.

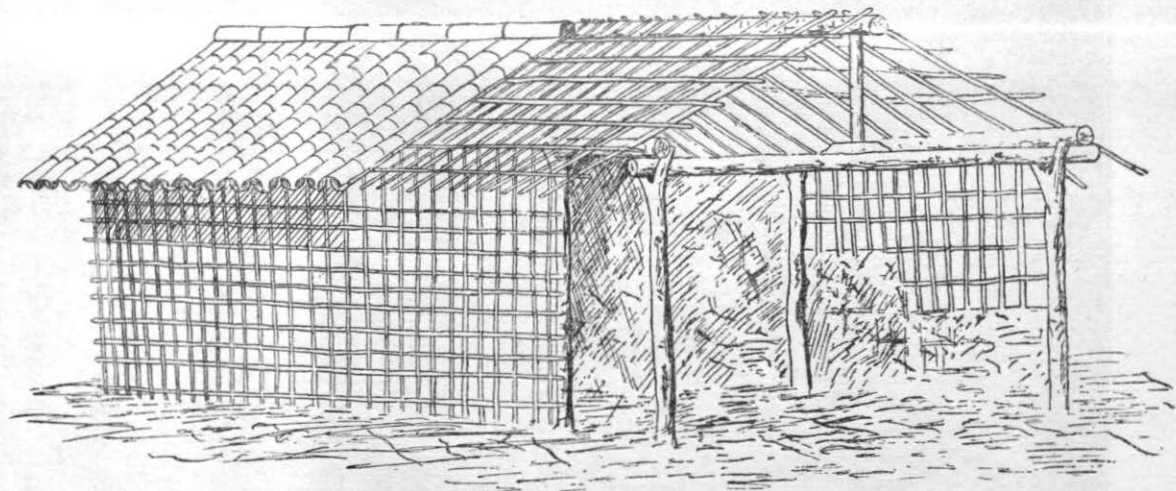
Fig. 2.—Construcción defectuosa usada en Guerrero.

(Las flechas indican la dirección de los esfuerzos).

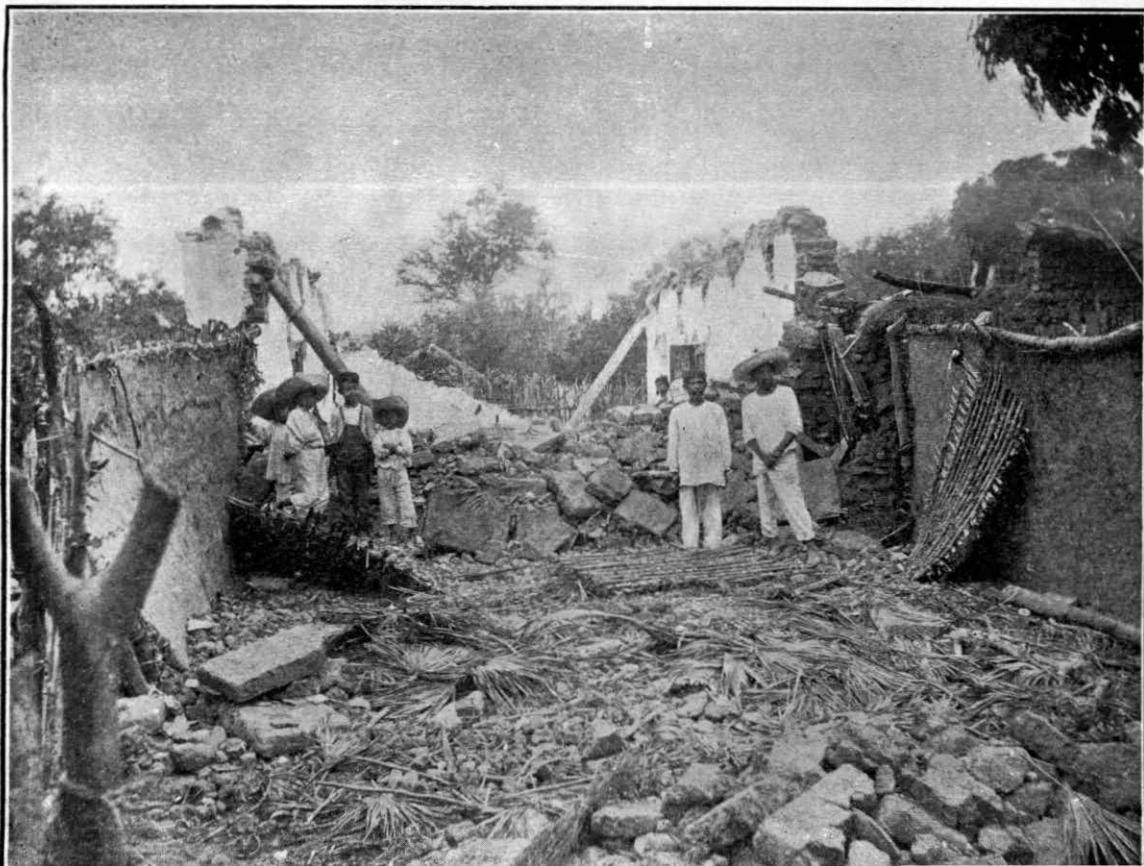


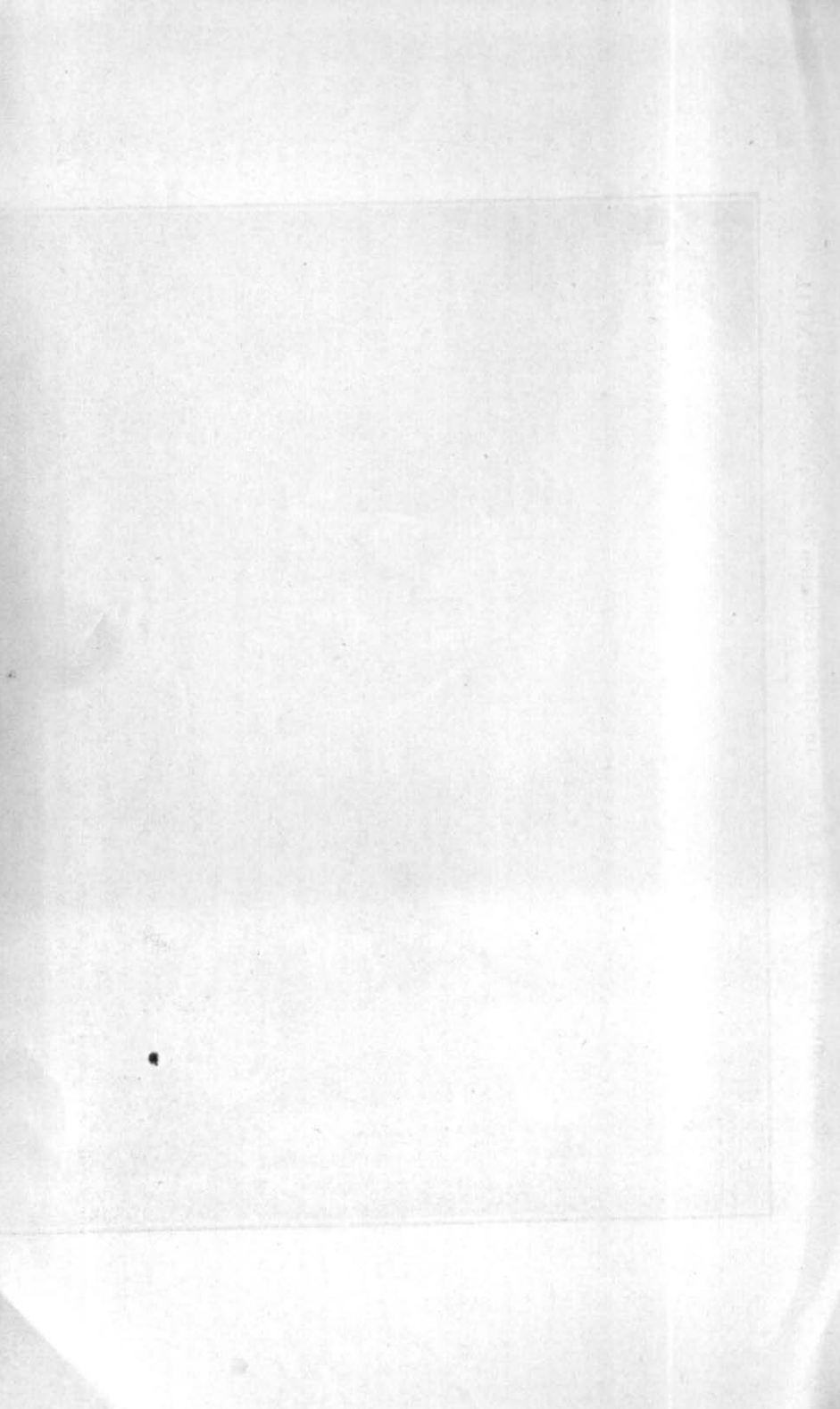
Capilla de la Parroquia de Ayutla

Parergones, t. II, núms. 4, 5 y 6.—Instituto Geológico de México.—Lám. XVI.



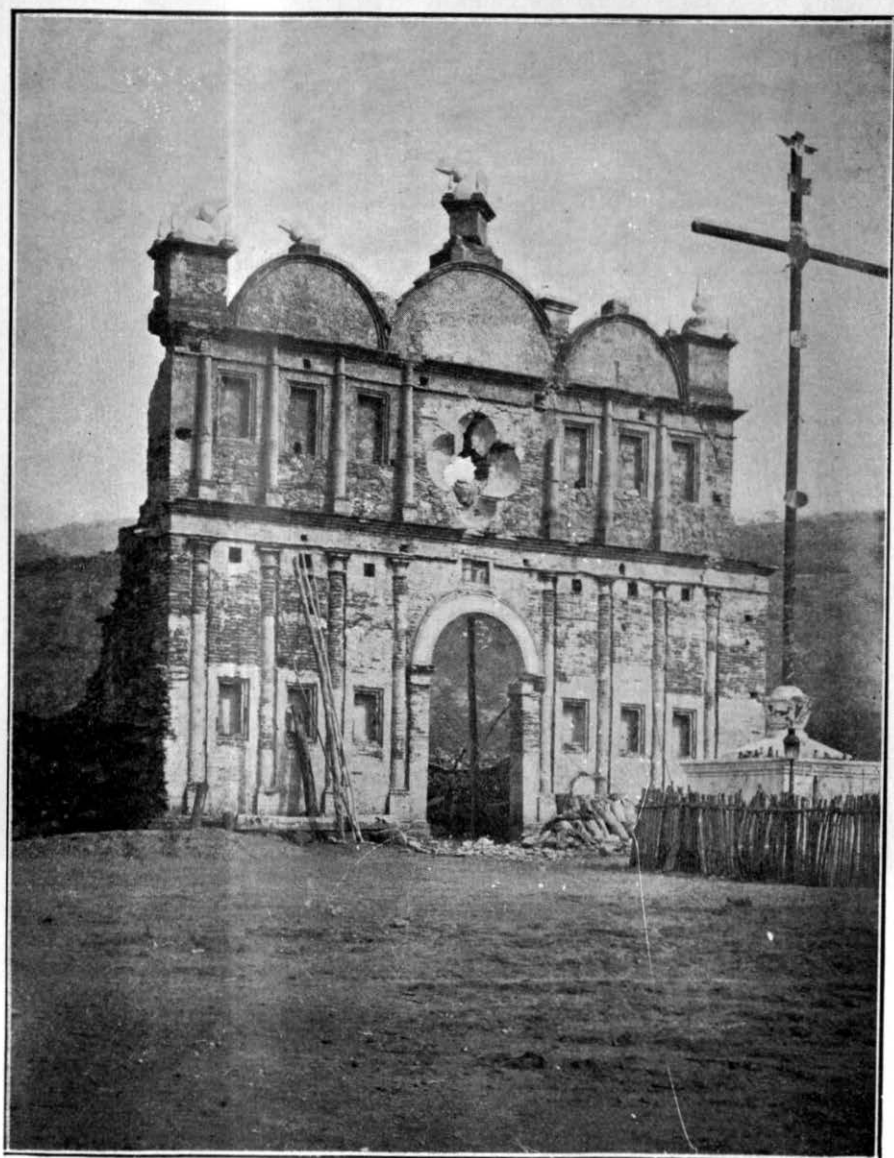
Construcción de bajareque



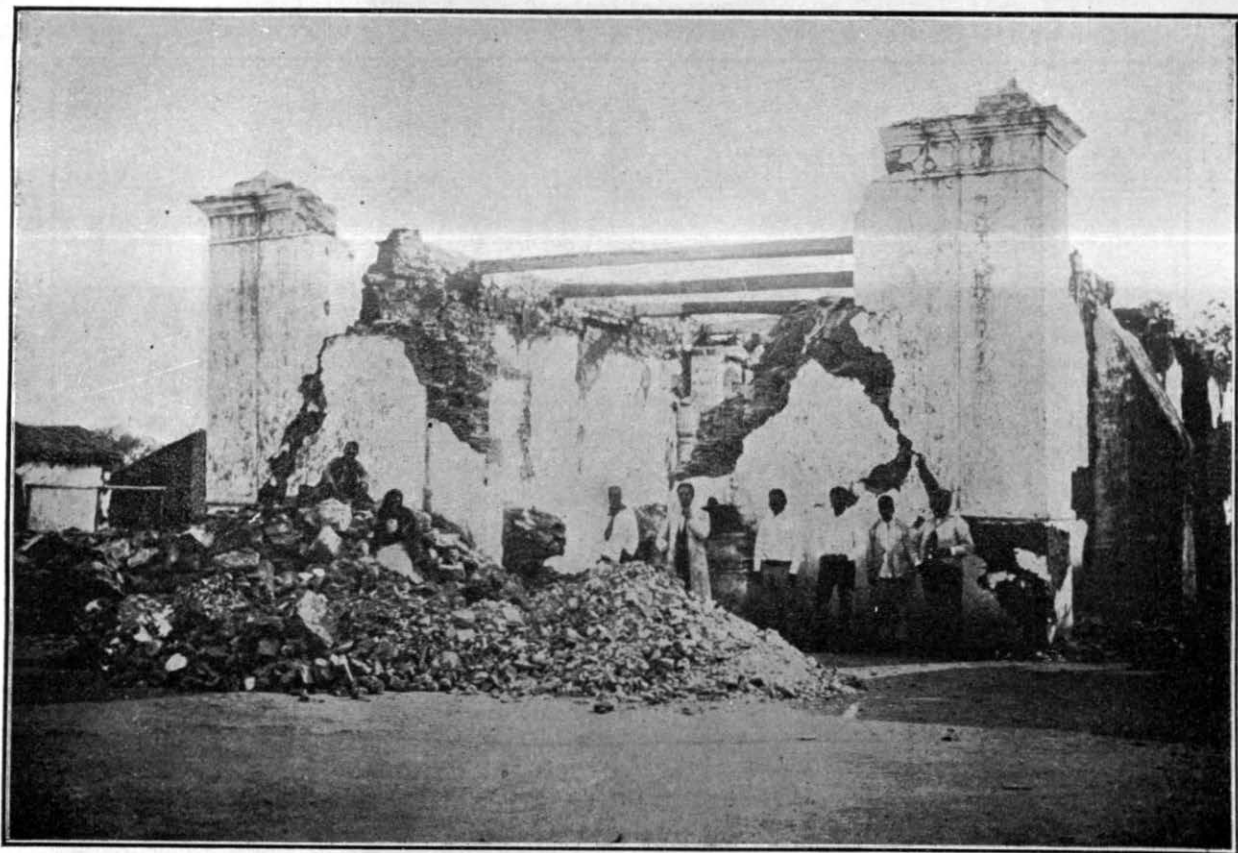




Casa del Presidente Municipal de Iqualapa

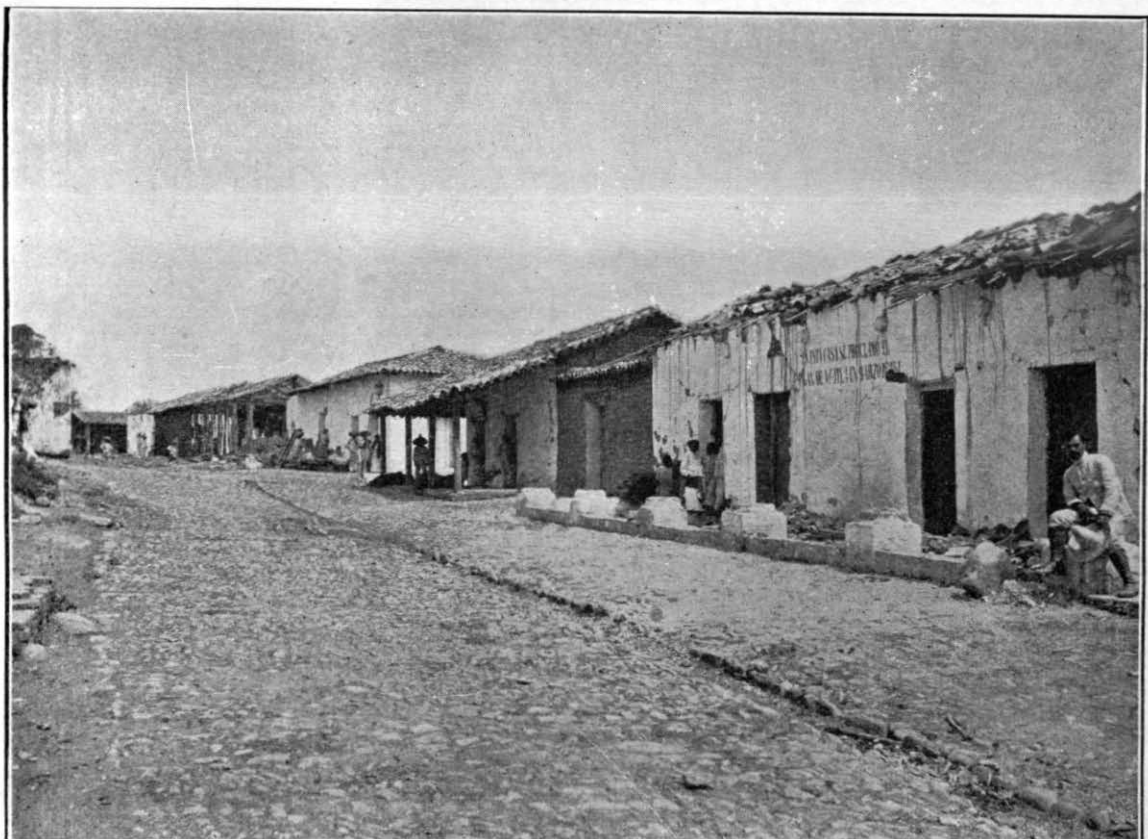


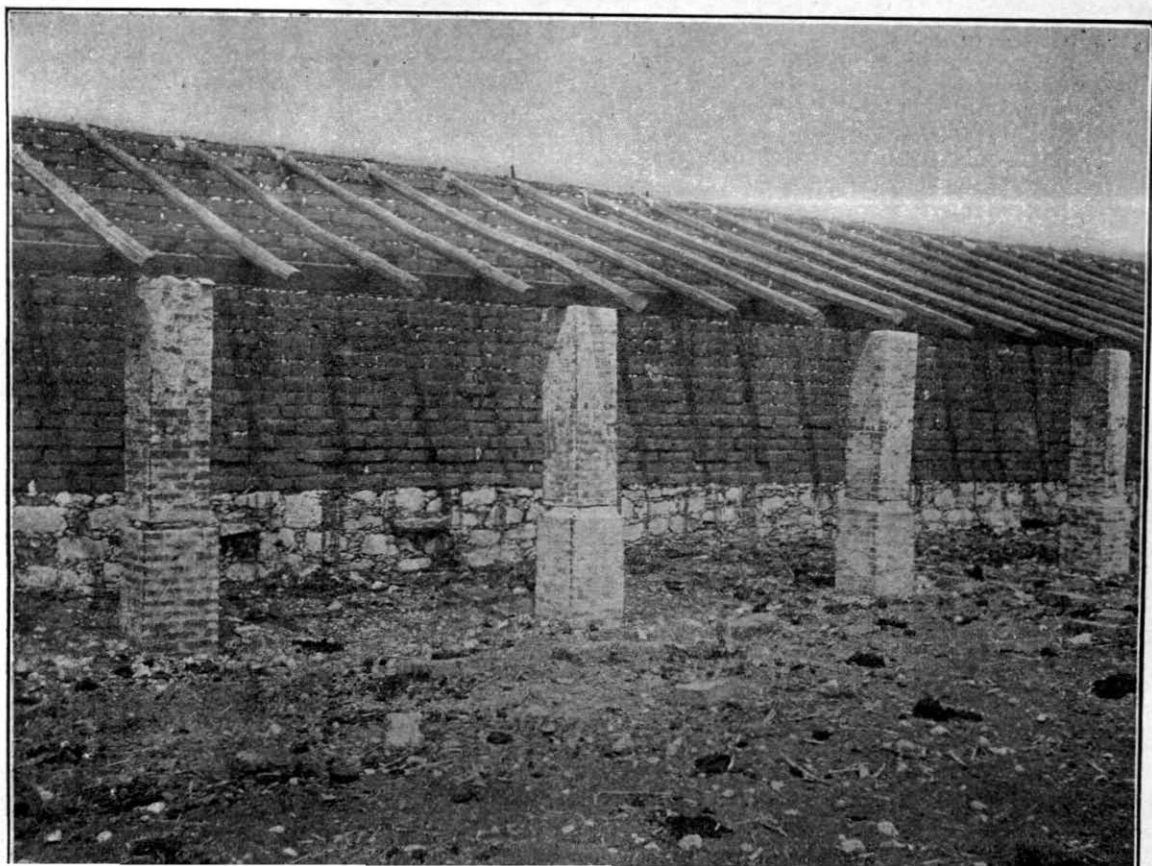
Iglesia de Miahuichan

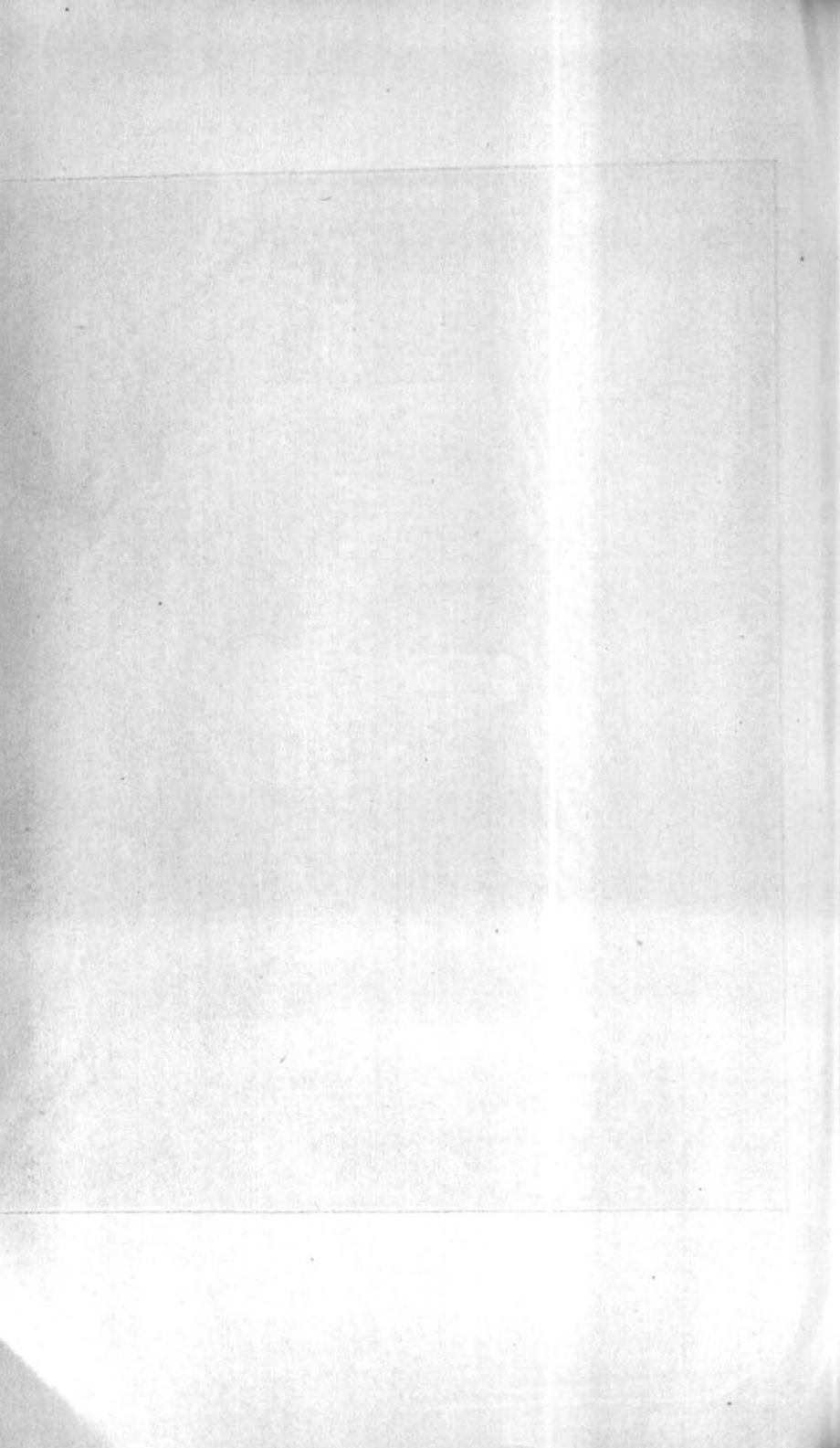


Iglesia de San Marcos



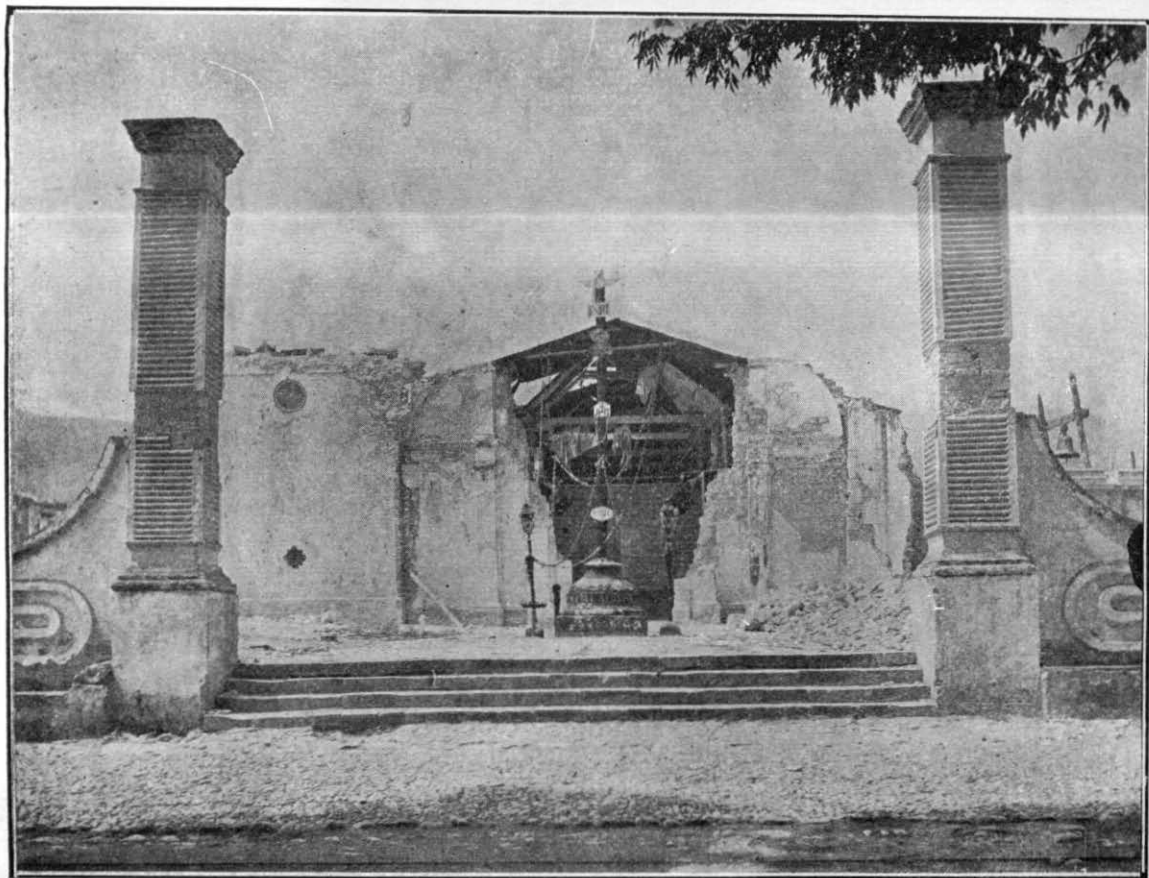


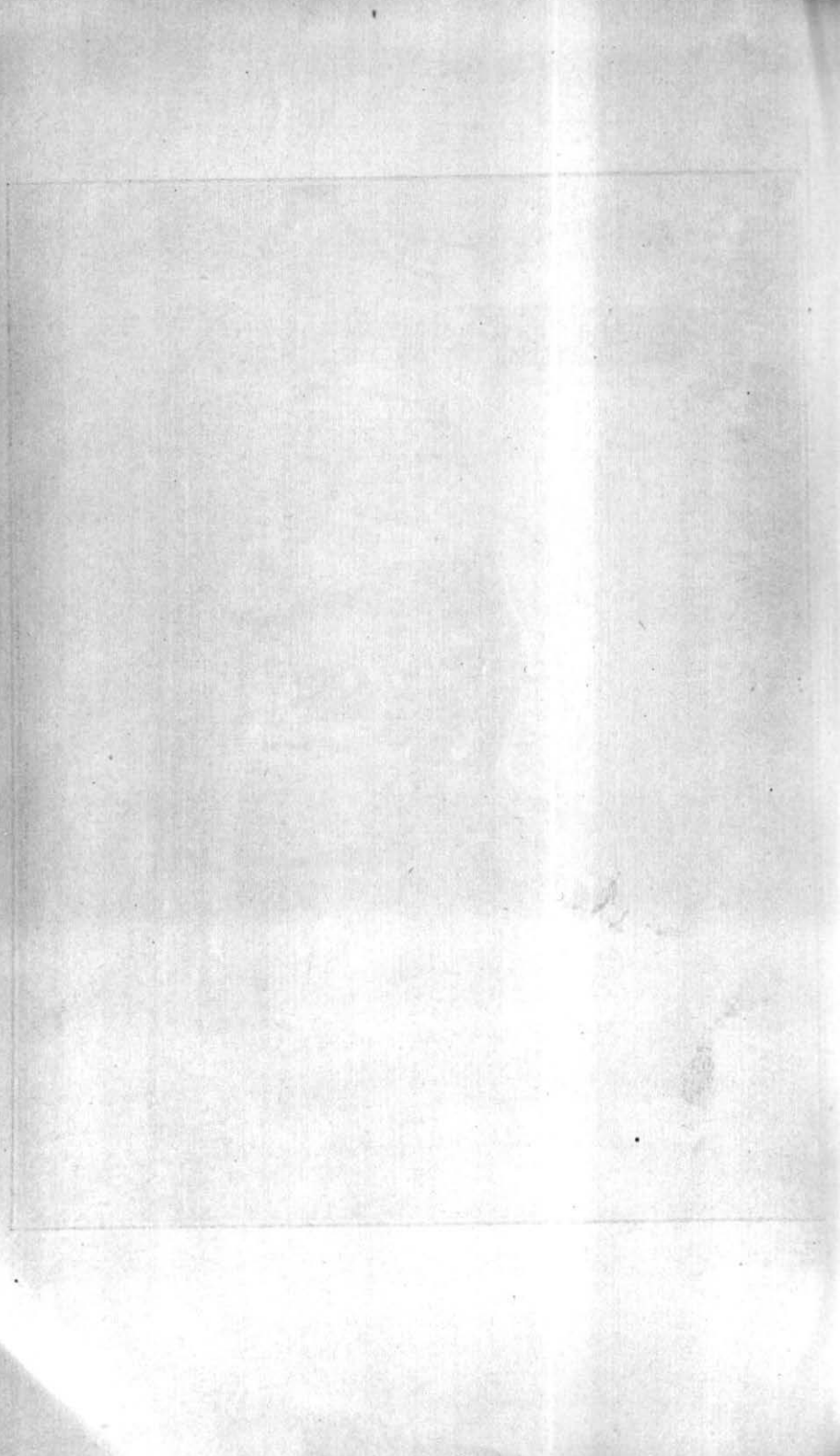






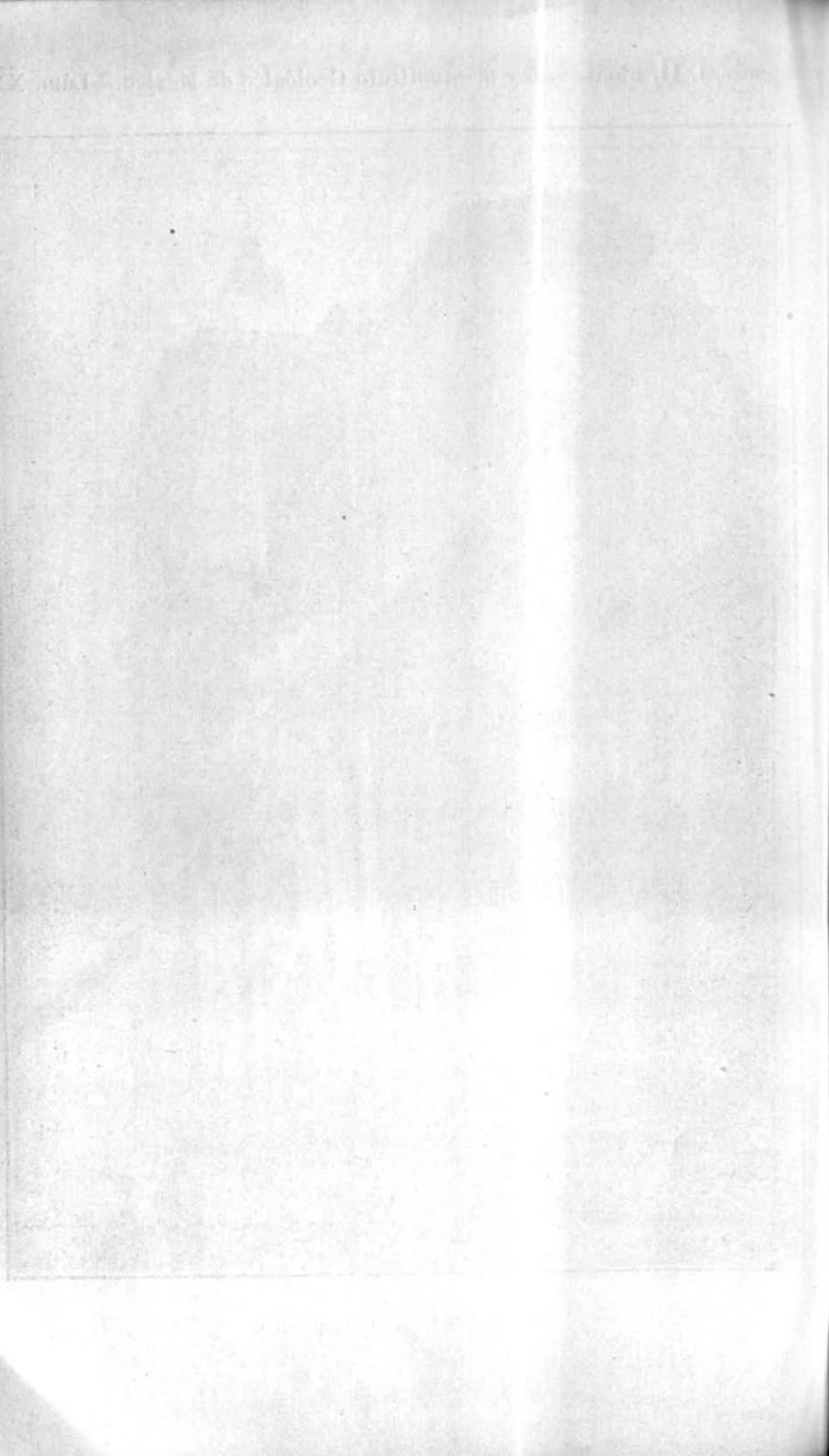






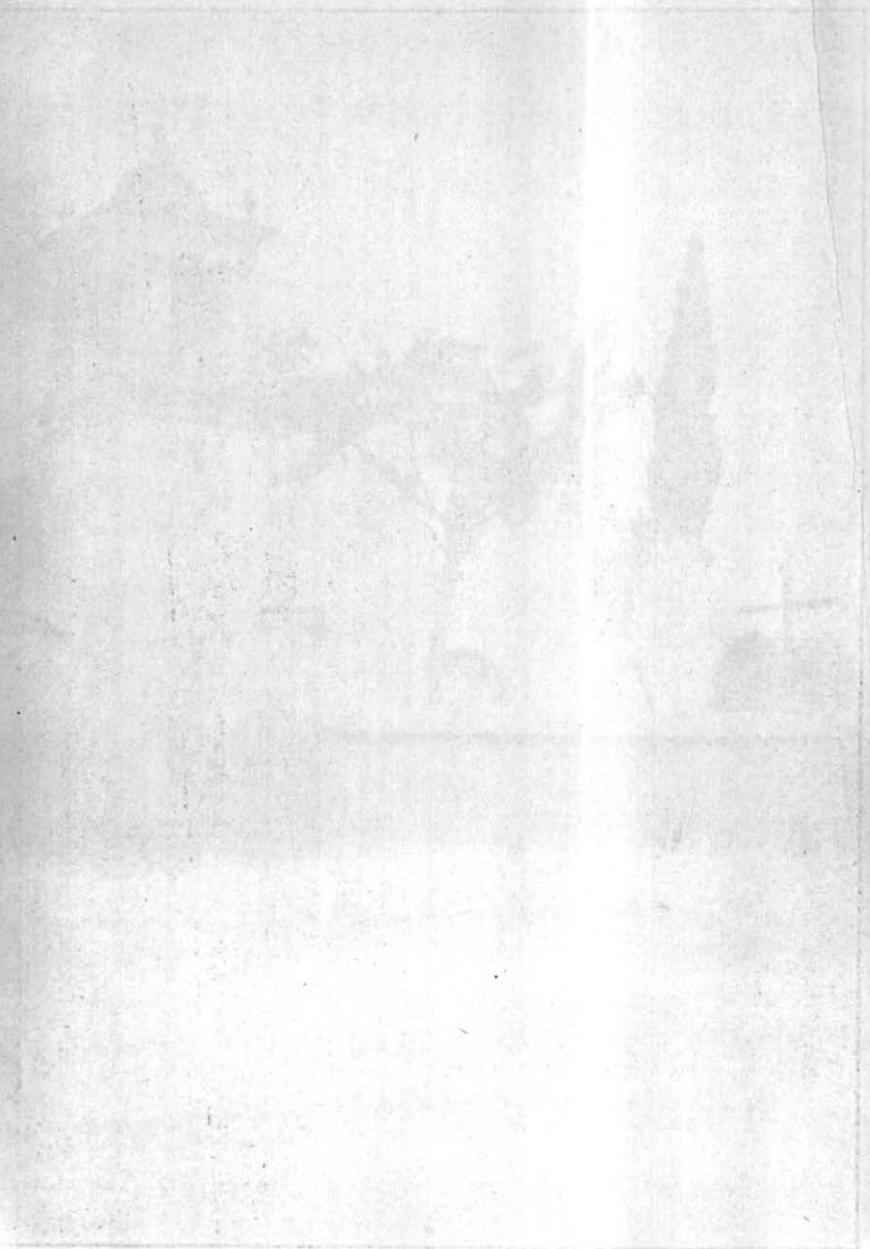


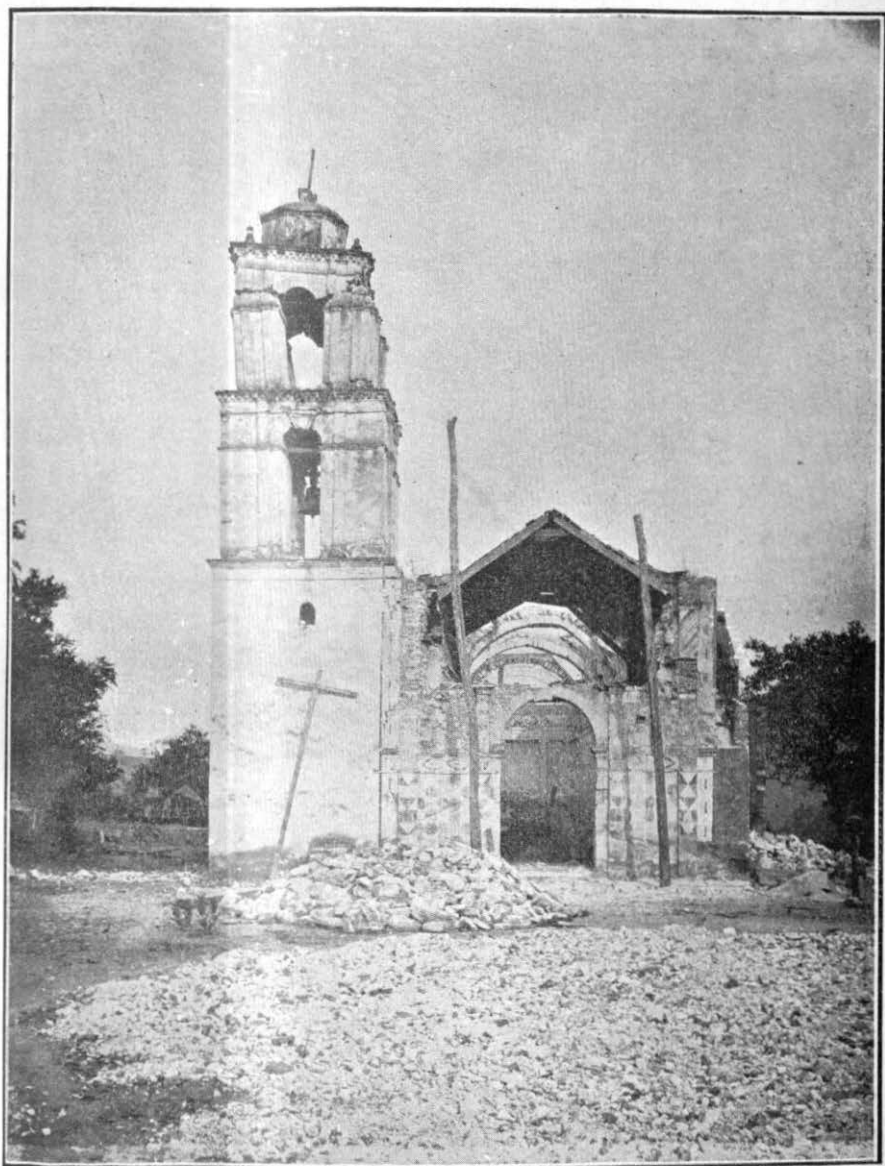
Iglesia de San Francisco en Chilapa



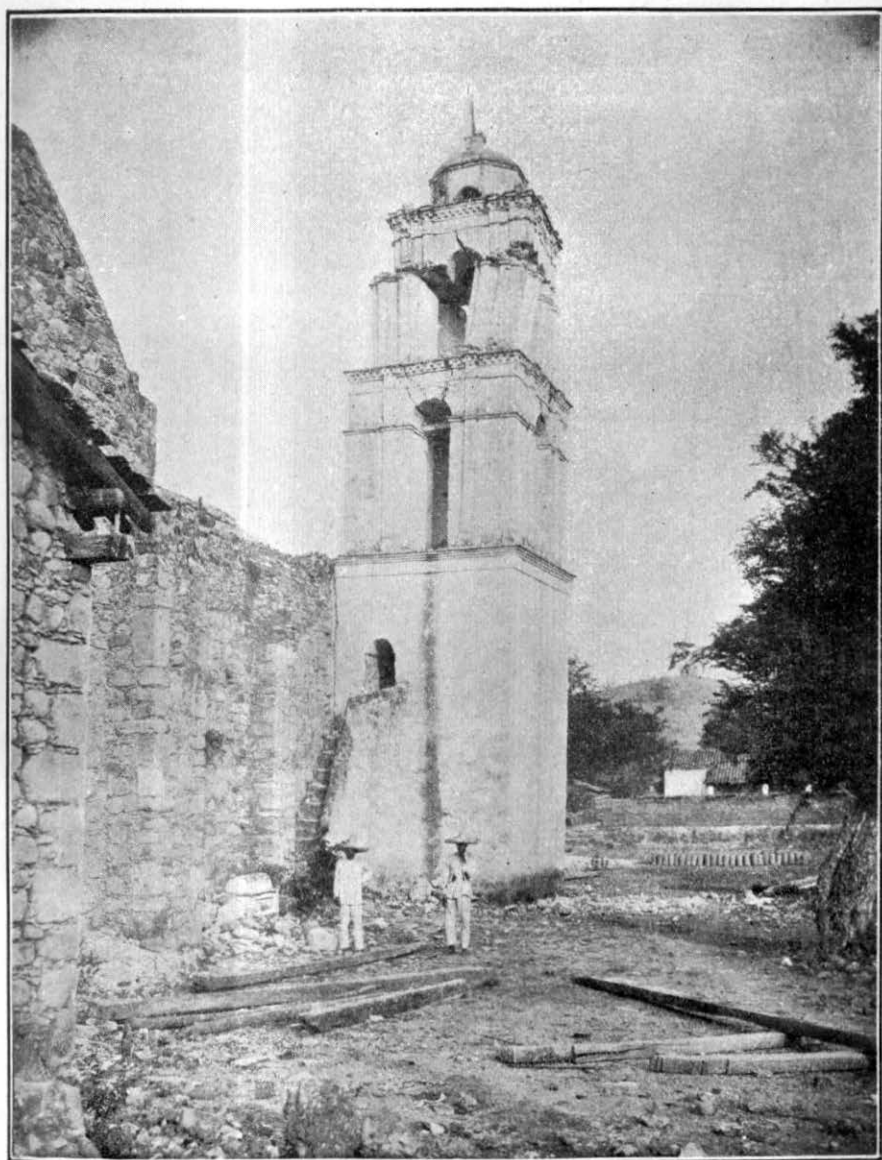


Iglesia del Dulce Nombre en Chilpancingo





Iglesia de Aquilpa vista de frente



Torre de la Iglesia de Aquilpa vista por detras



Interior de la Iglesia de Aquilpa

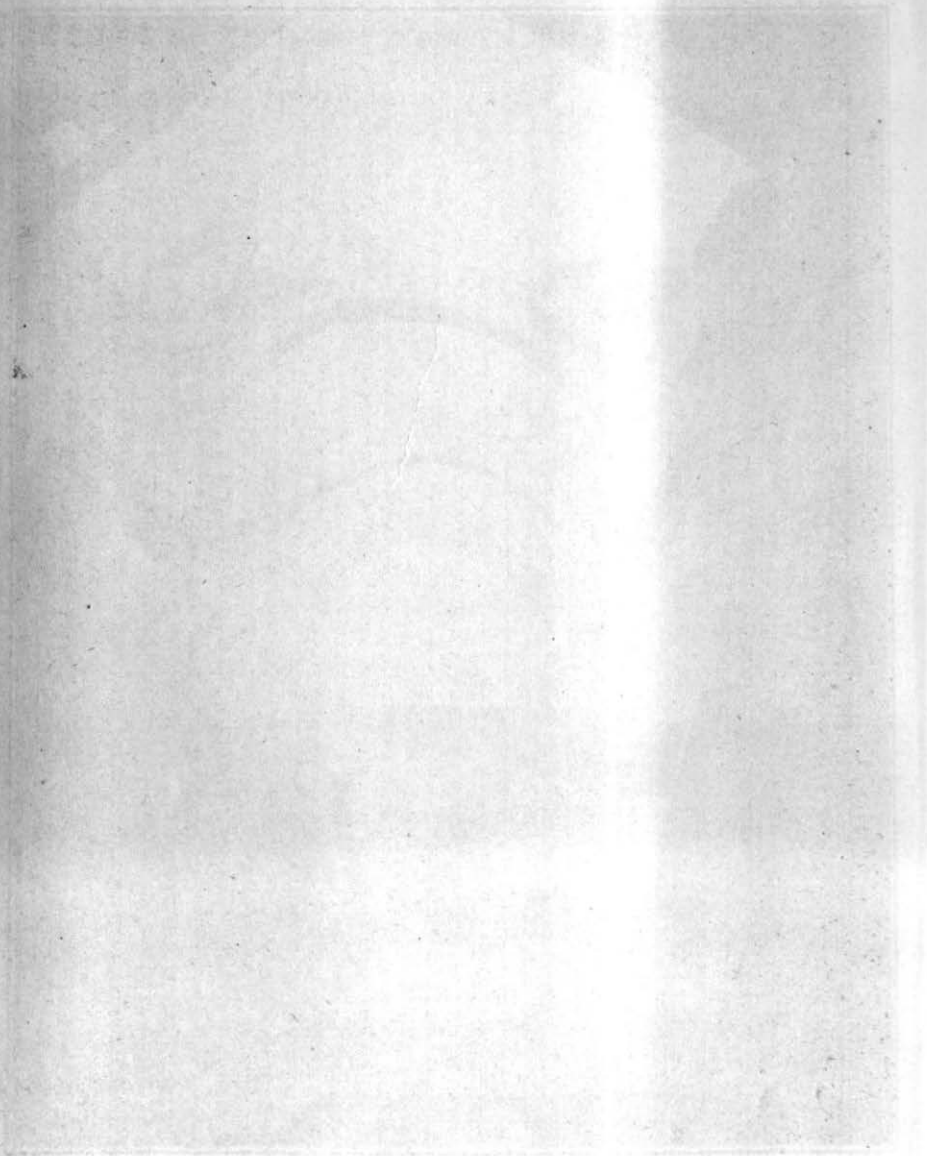
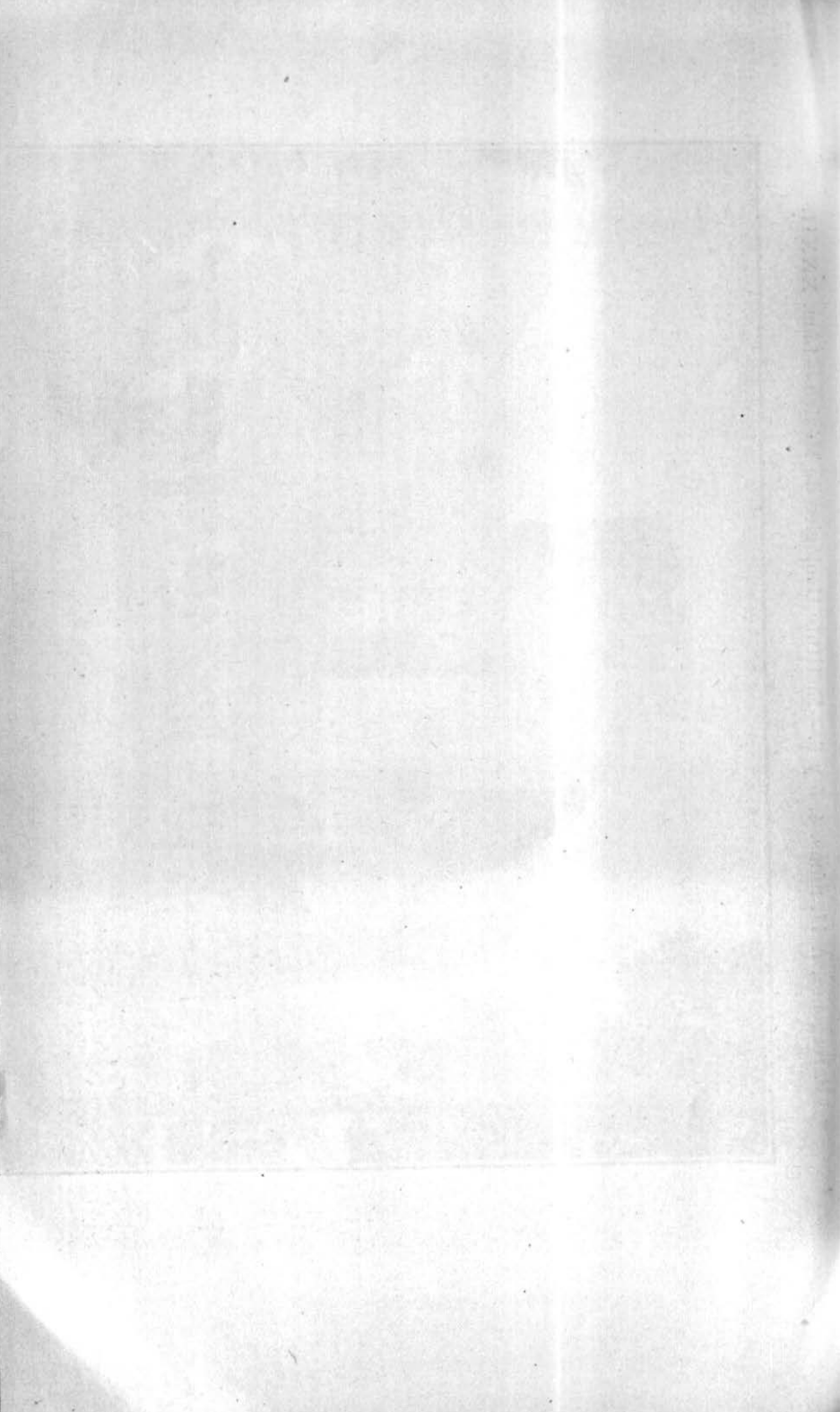
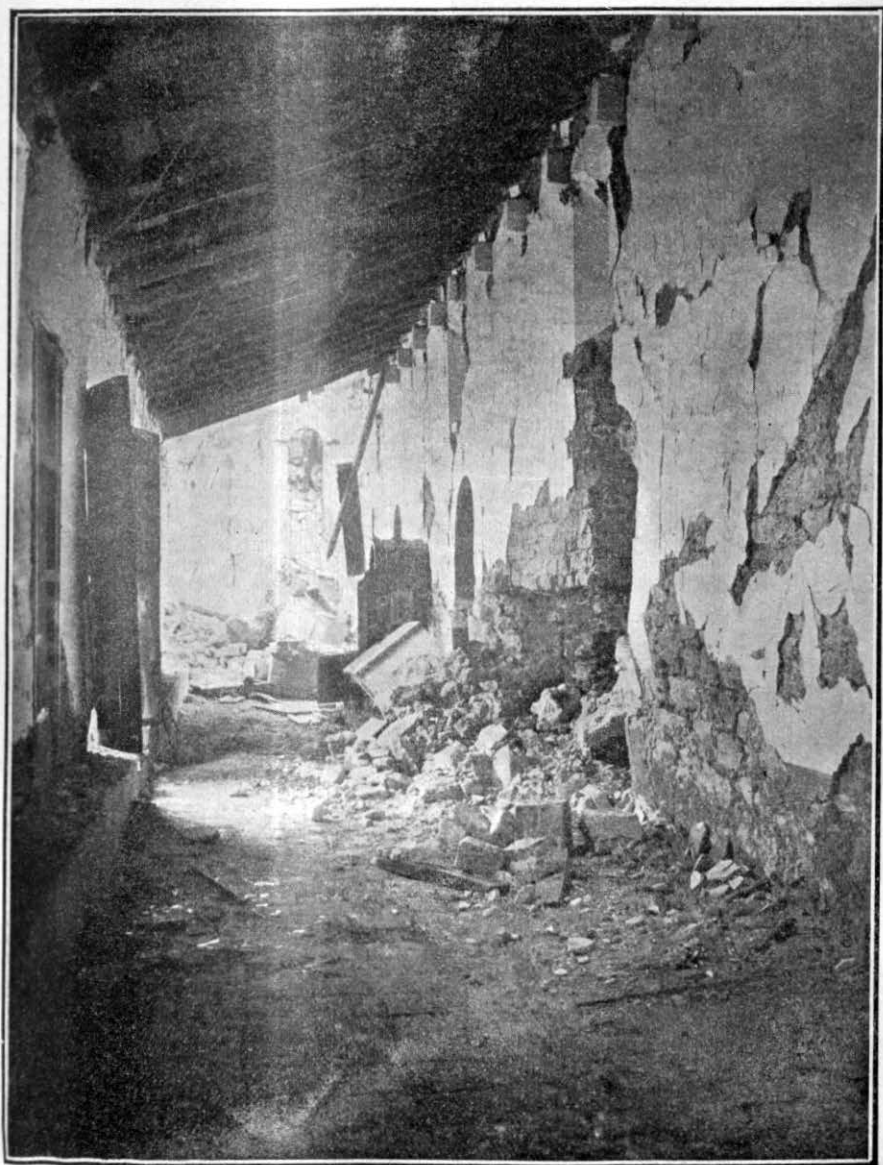


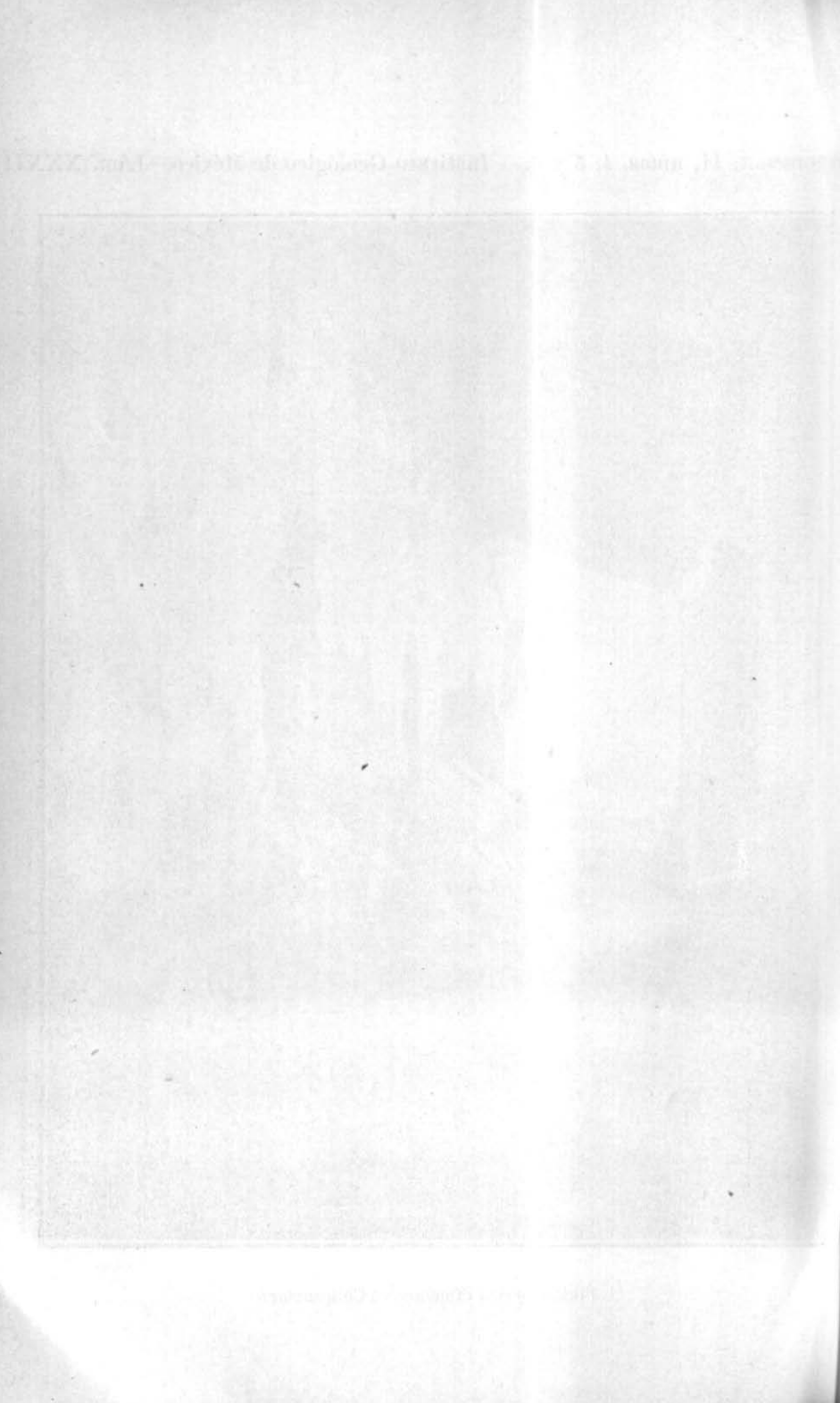
Fig. 1. (Caption text, illegible due to fading.)





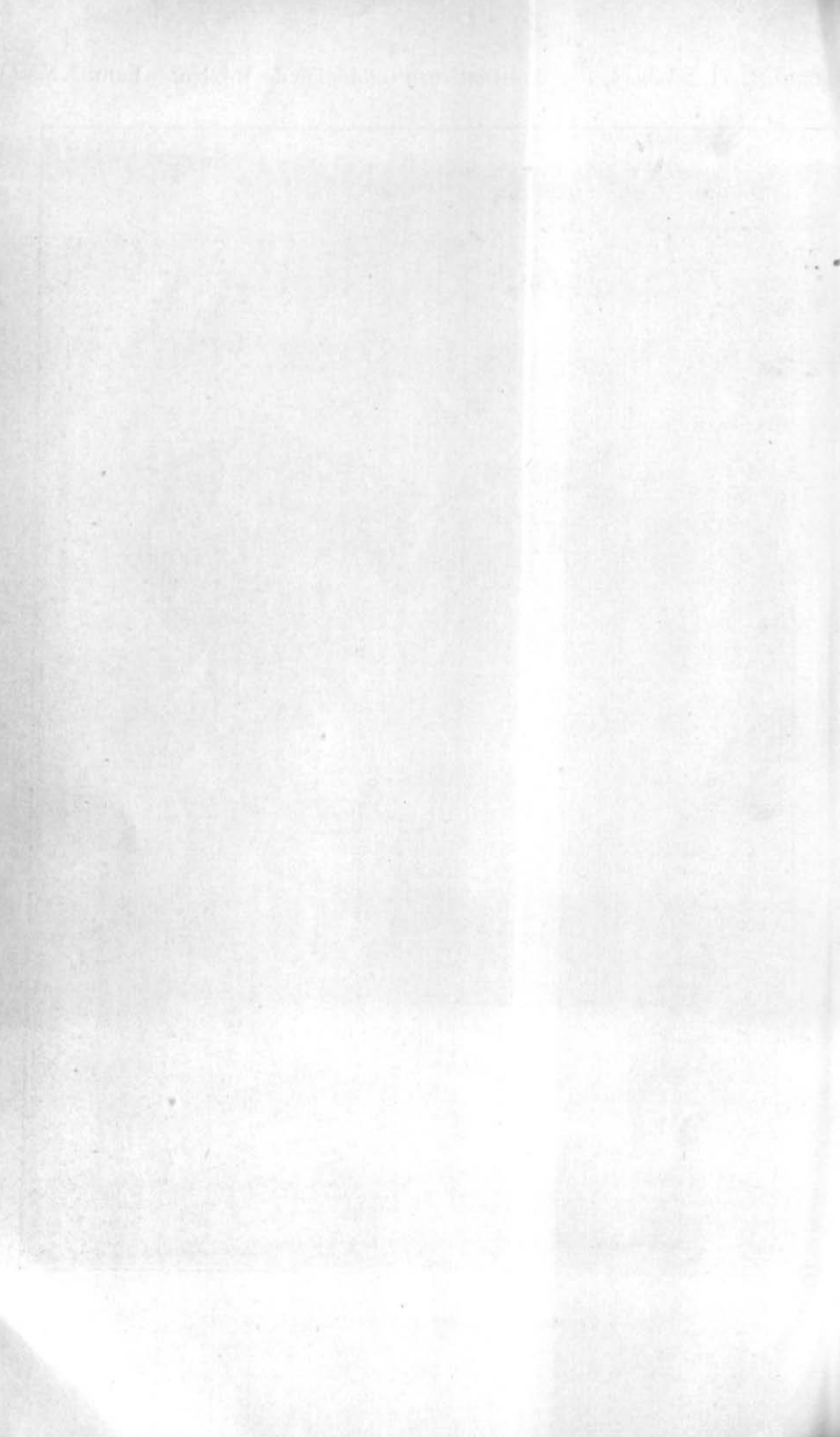


Iglesia de San Francisco en Chilpancingo



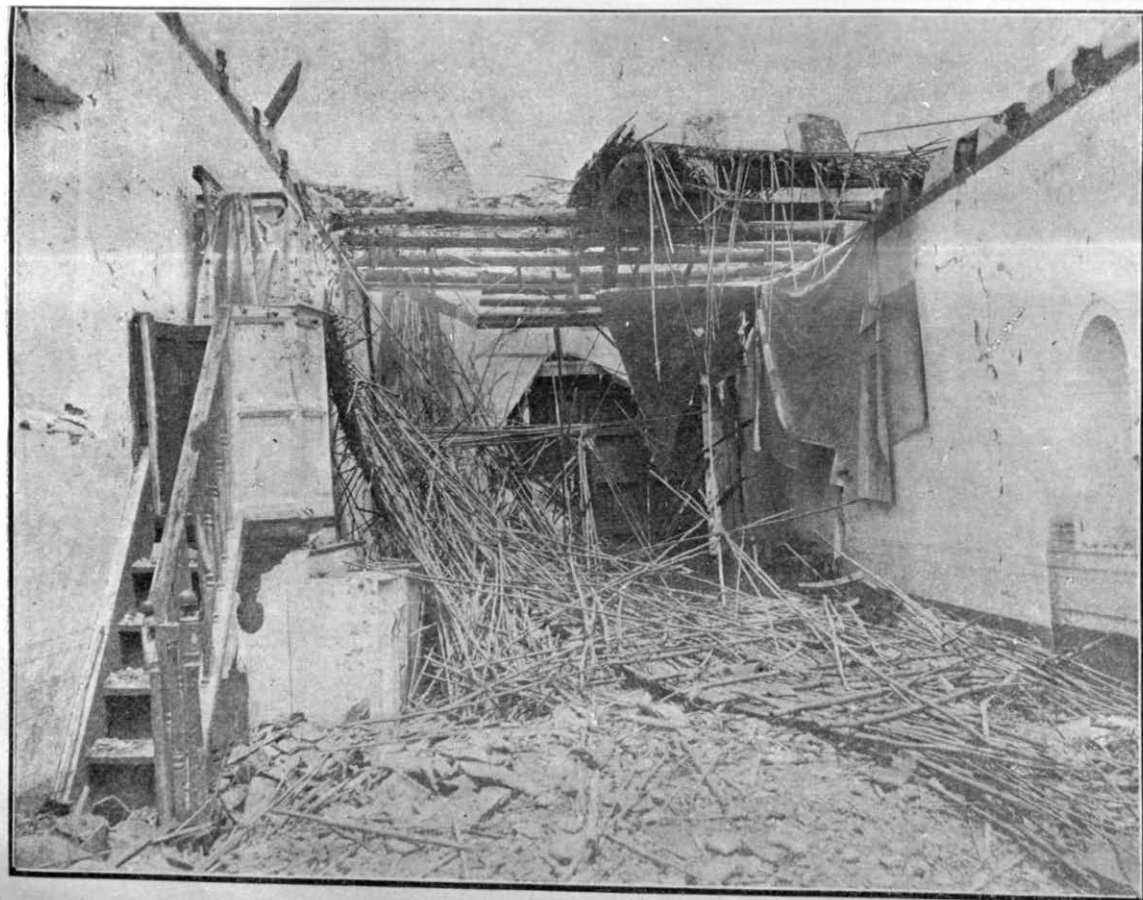


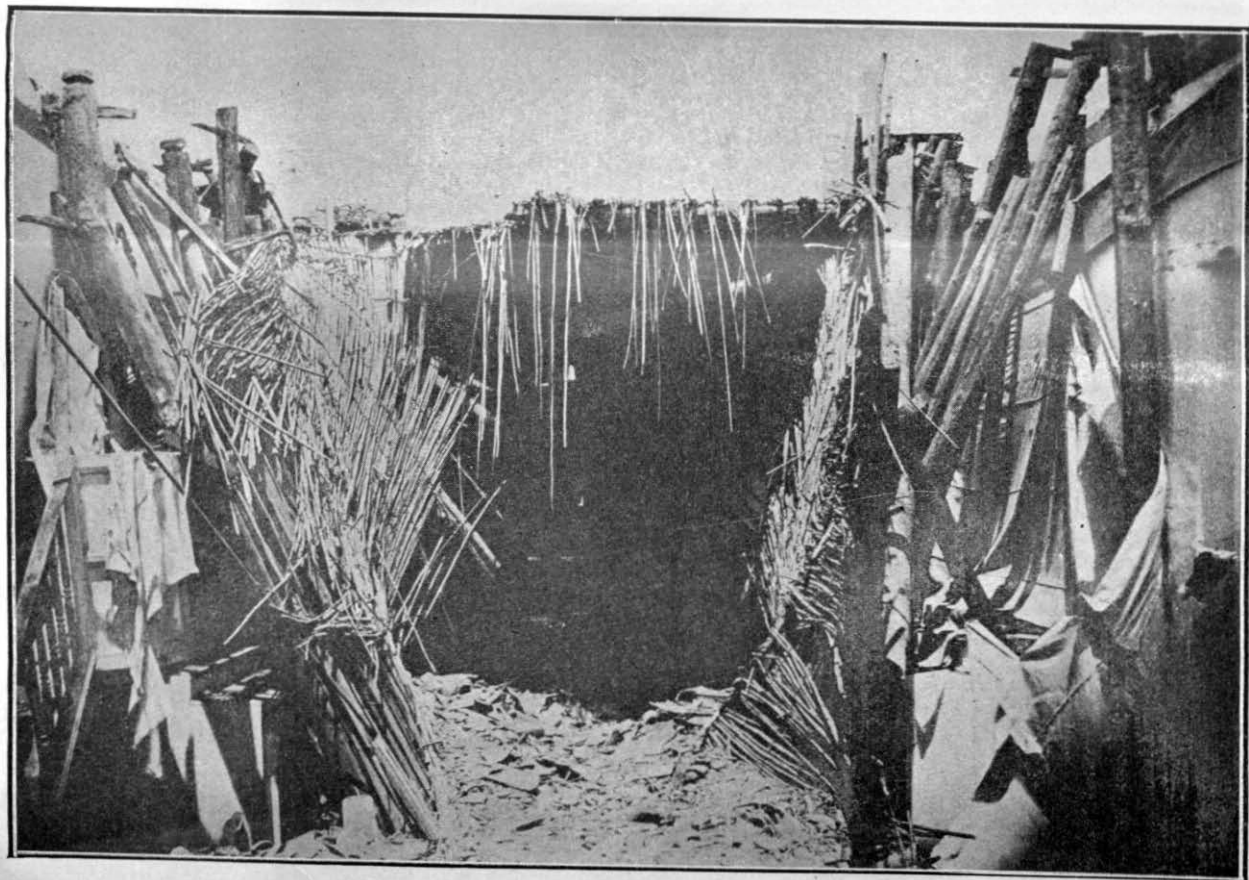
Iglesia de San Francisco en Chilpancingo

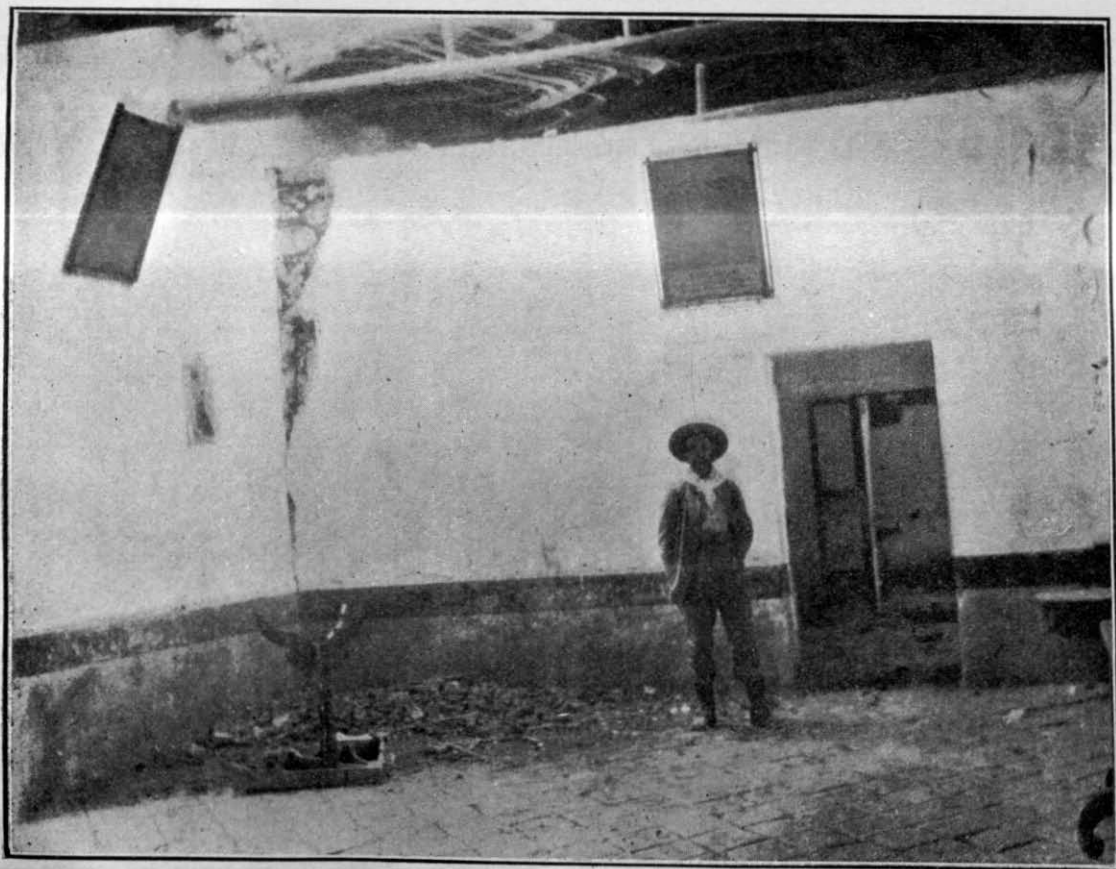








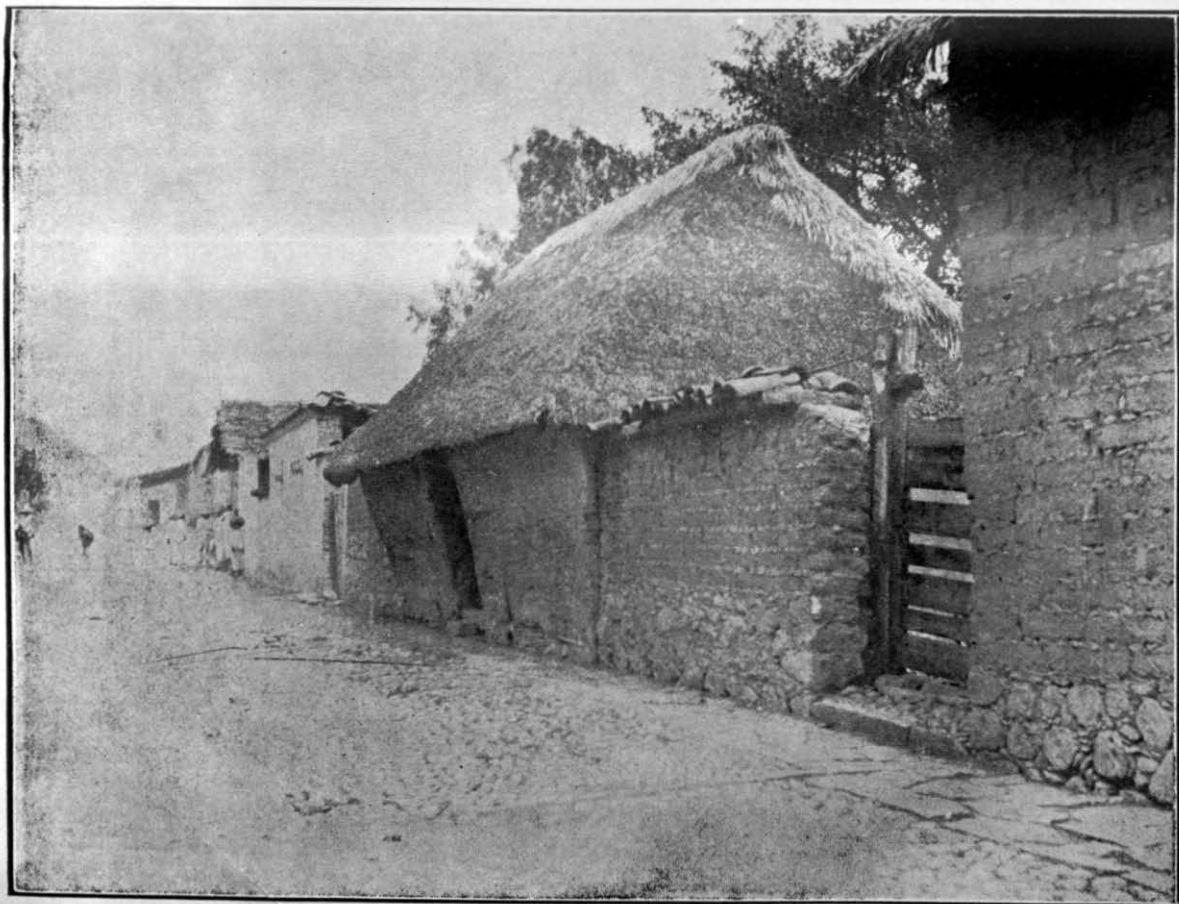


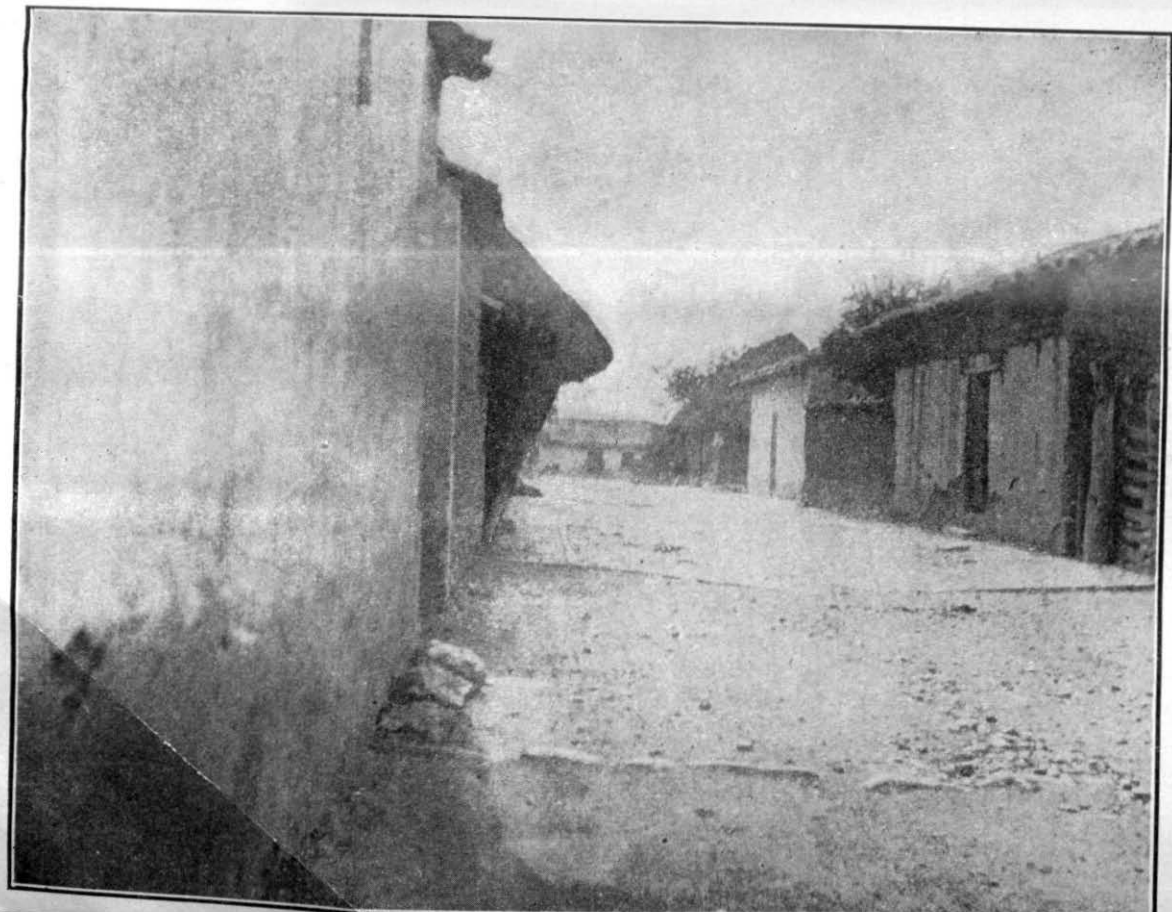






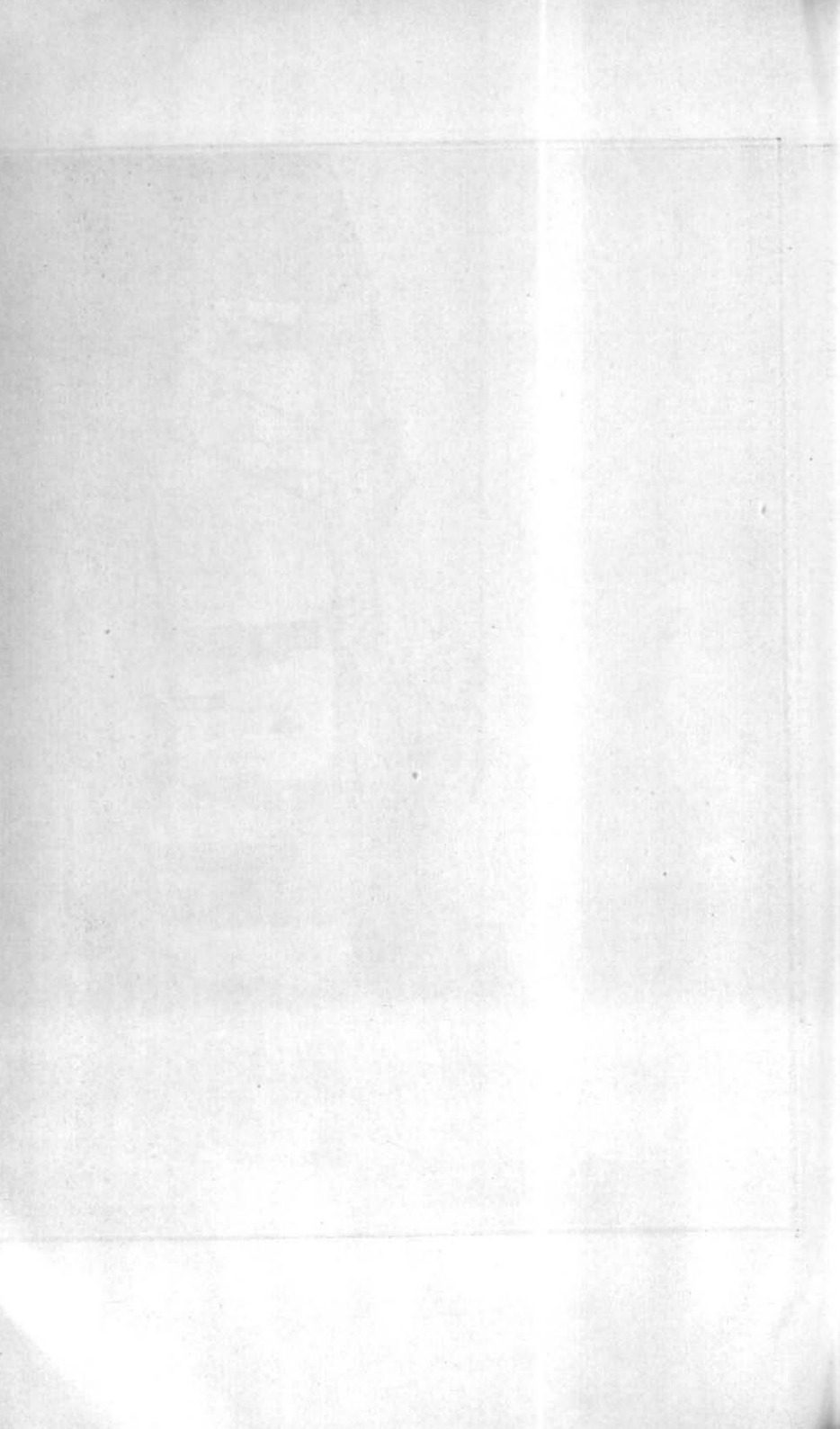






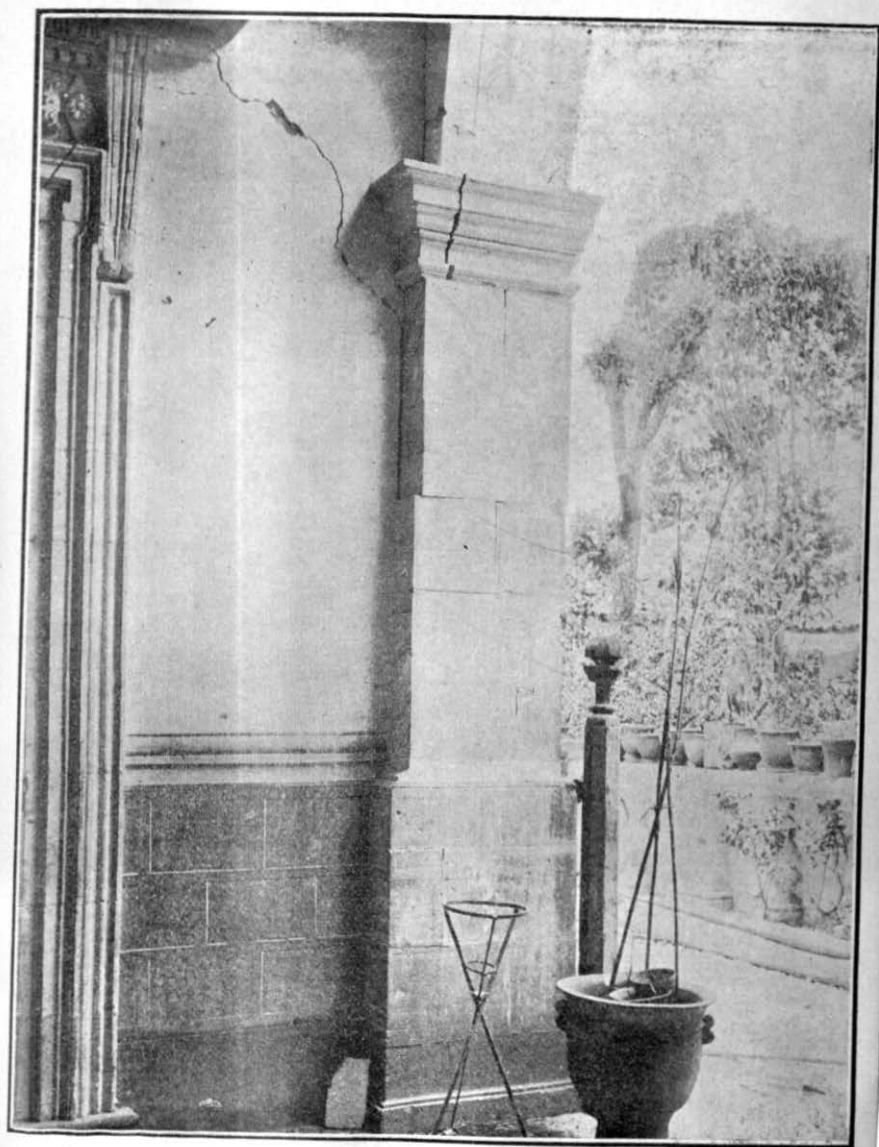




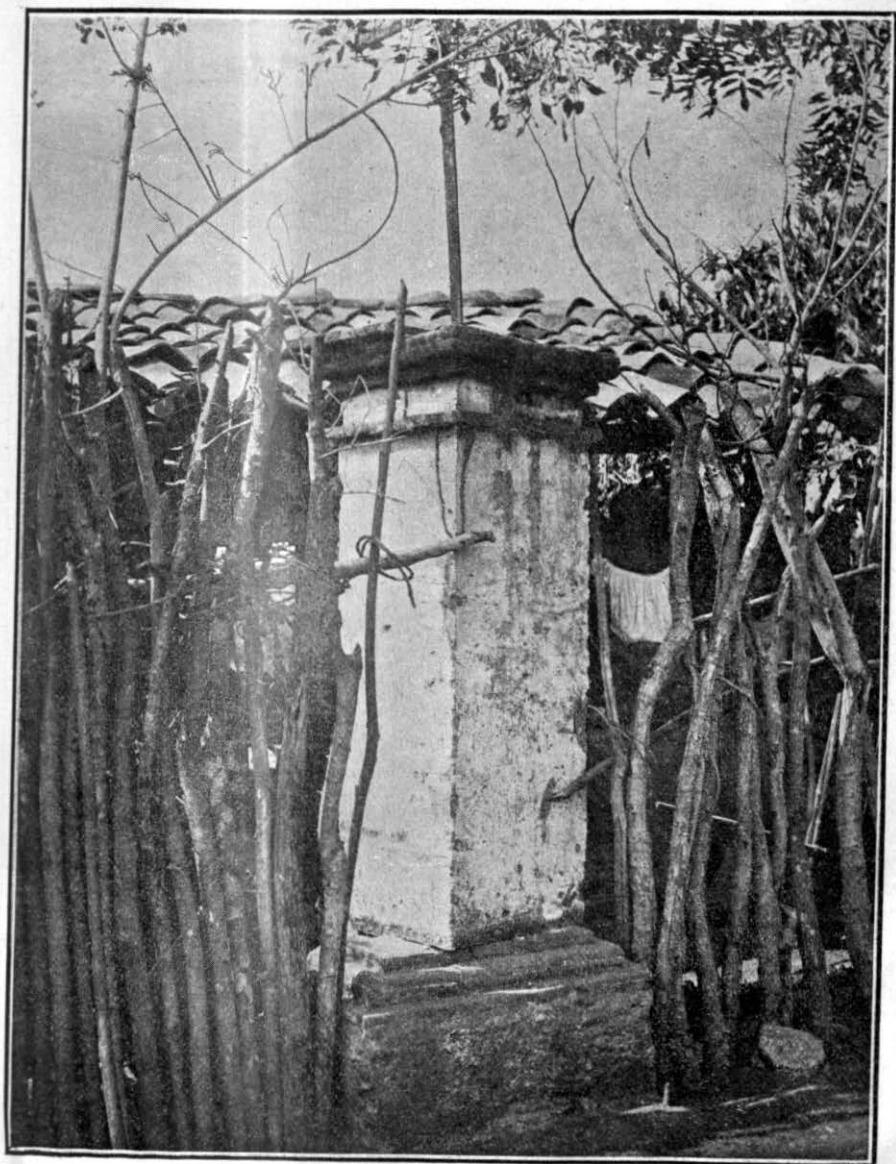




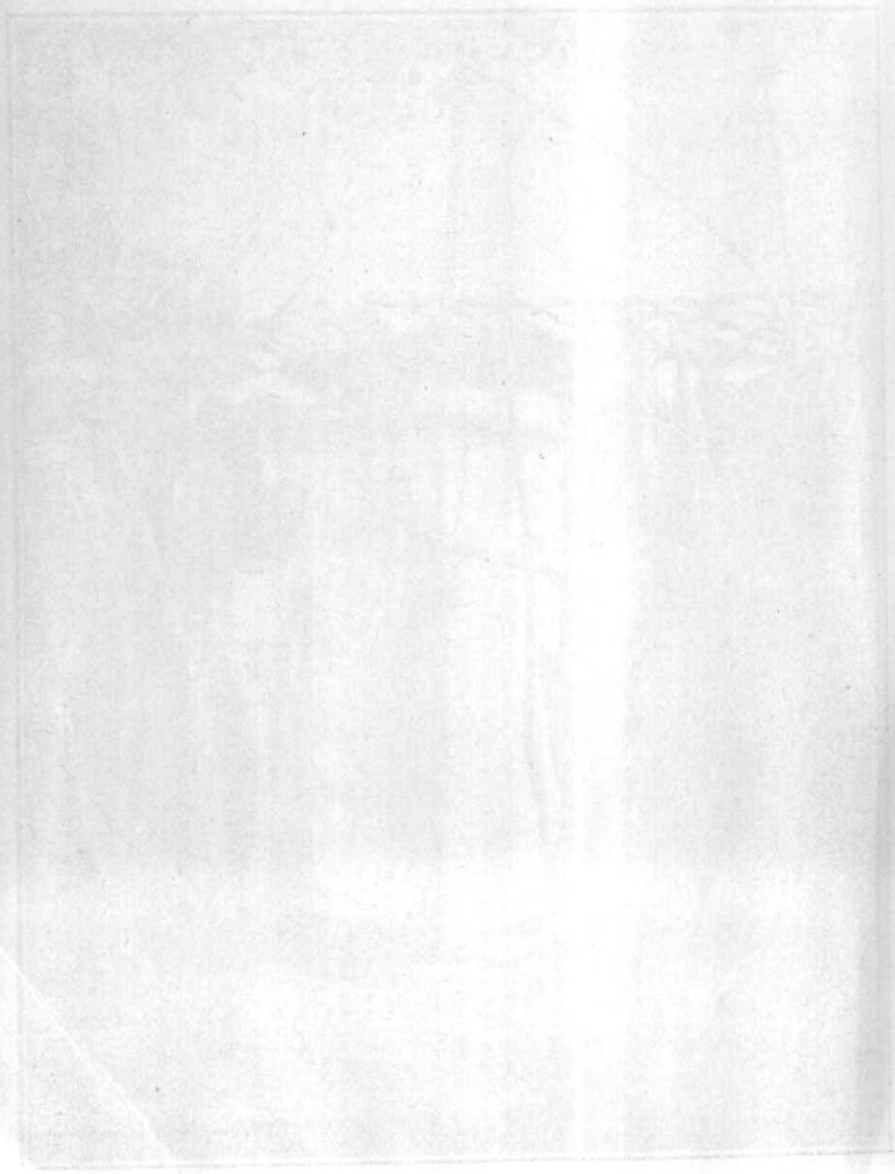
Estatua del Gral. Bravo en Chilpancingo

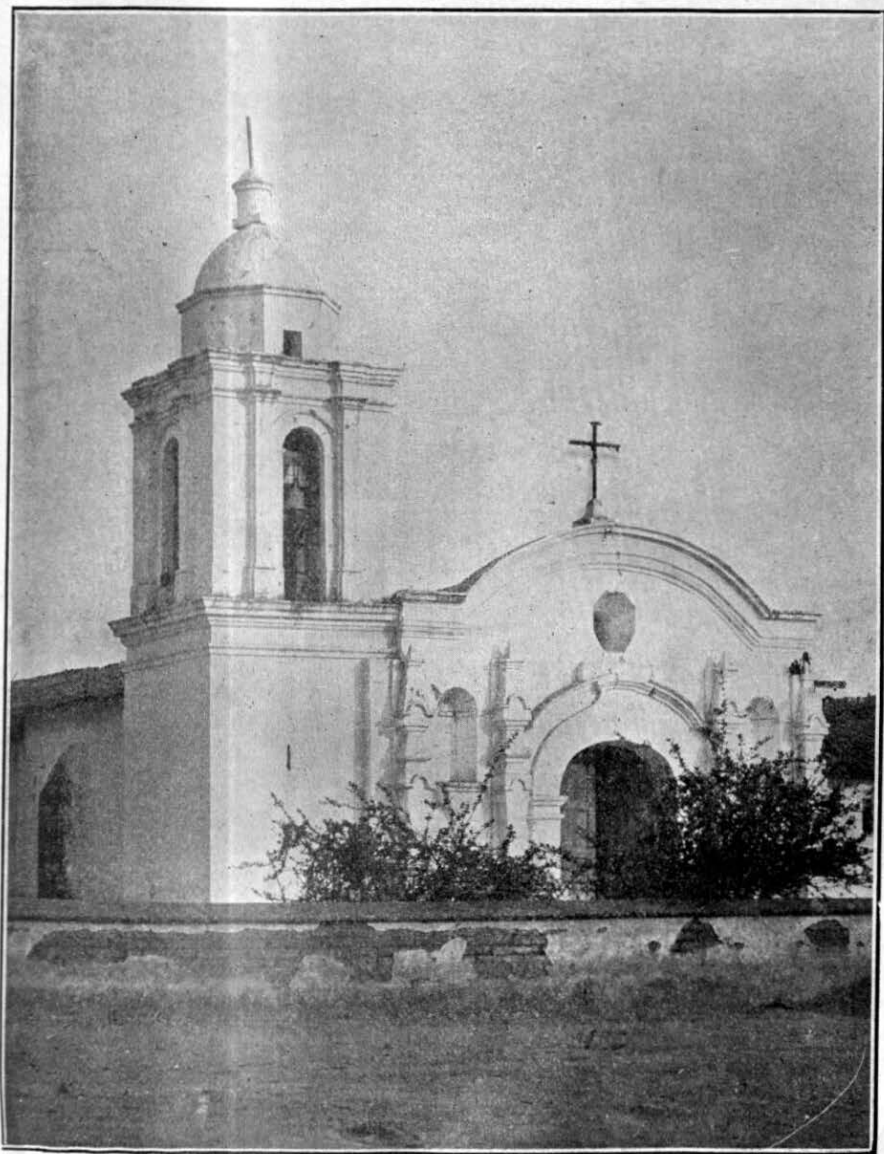


Arco en la casa de la Sra. Rosa Andraca, Chilapa

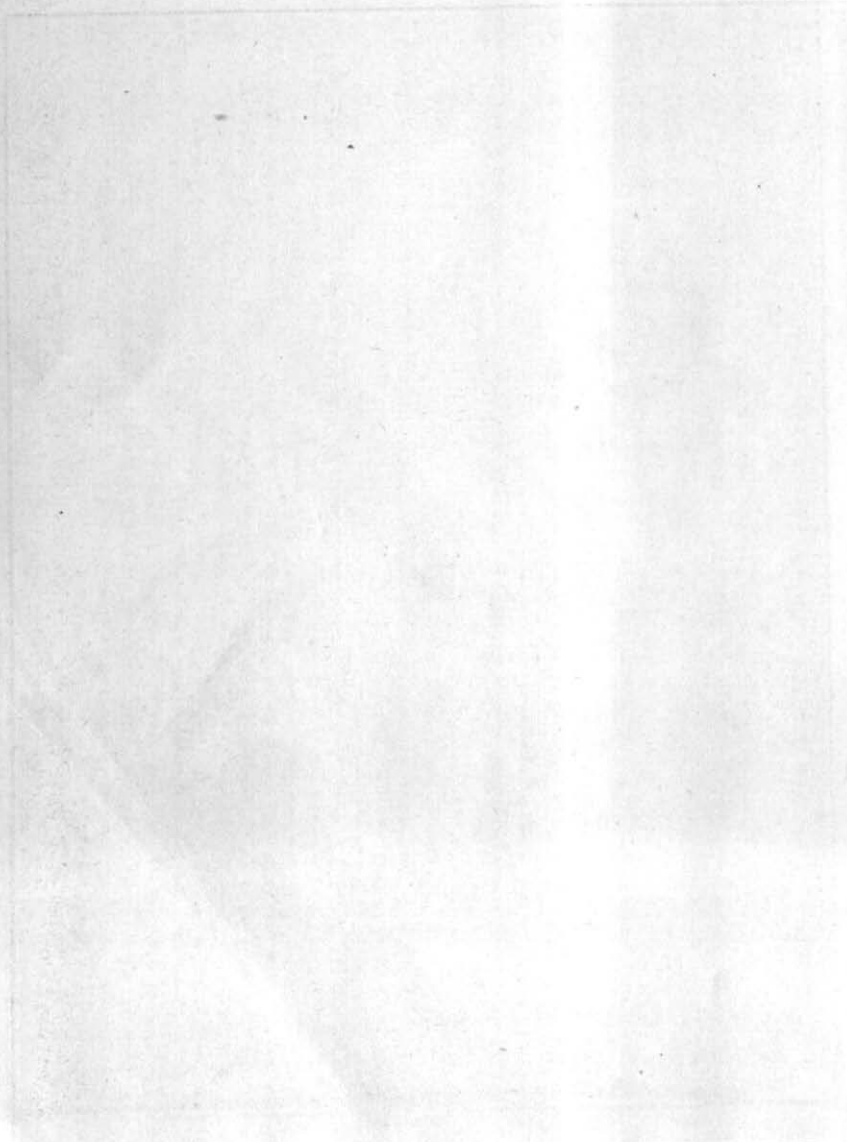


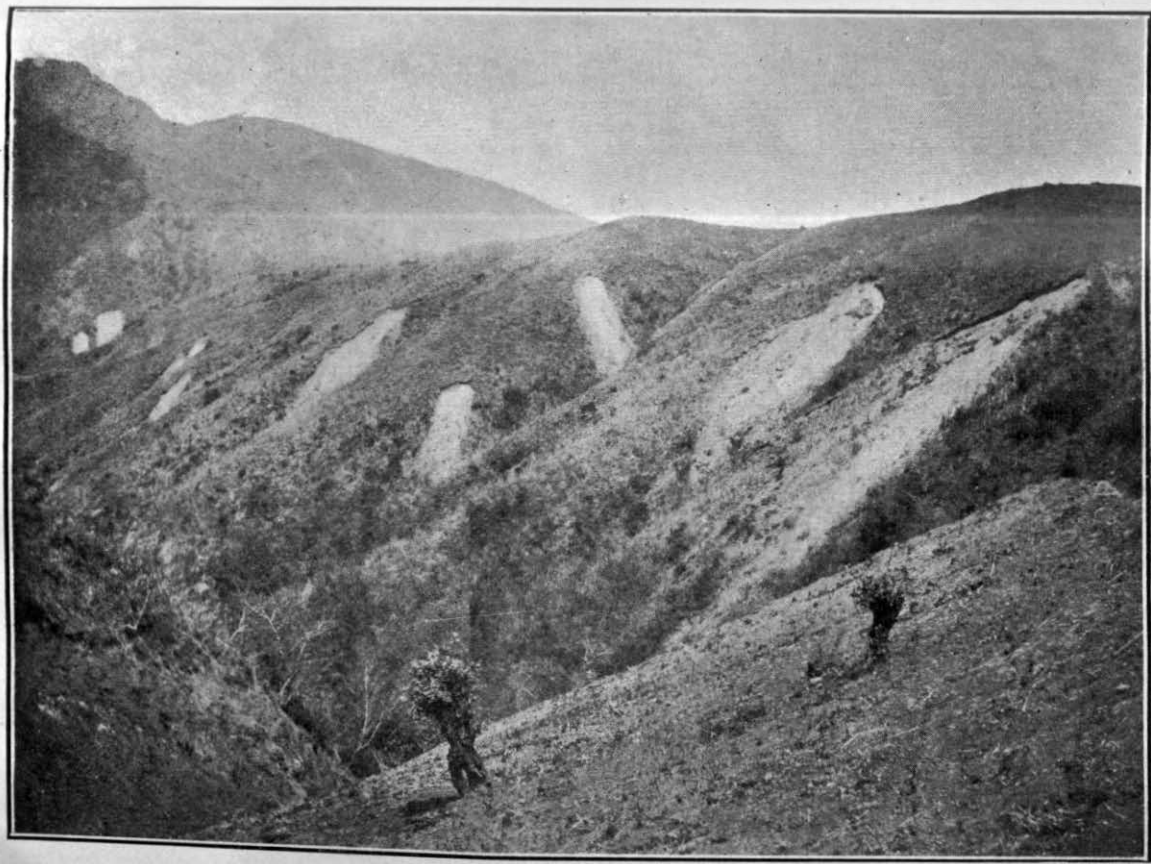
Movimiento rotatorio aparente en una mojonera de Ayutla

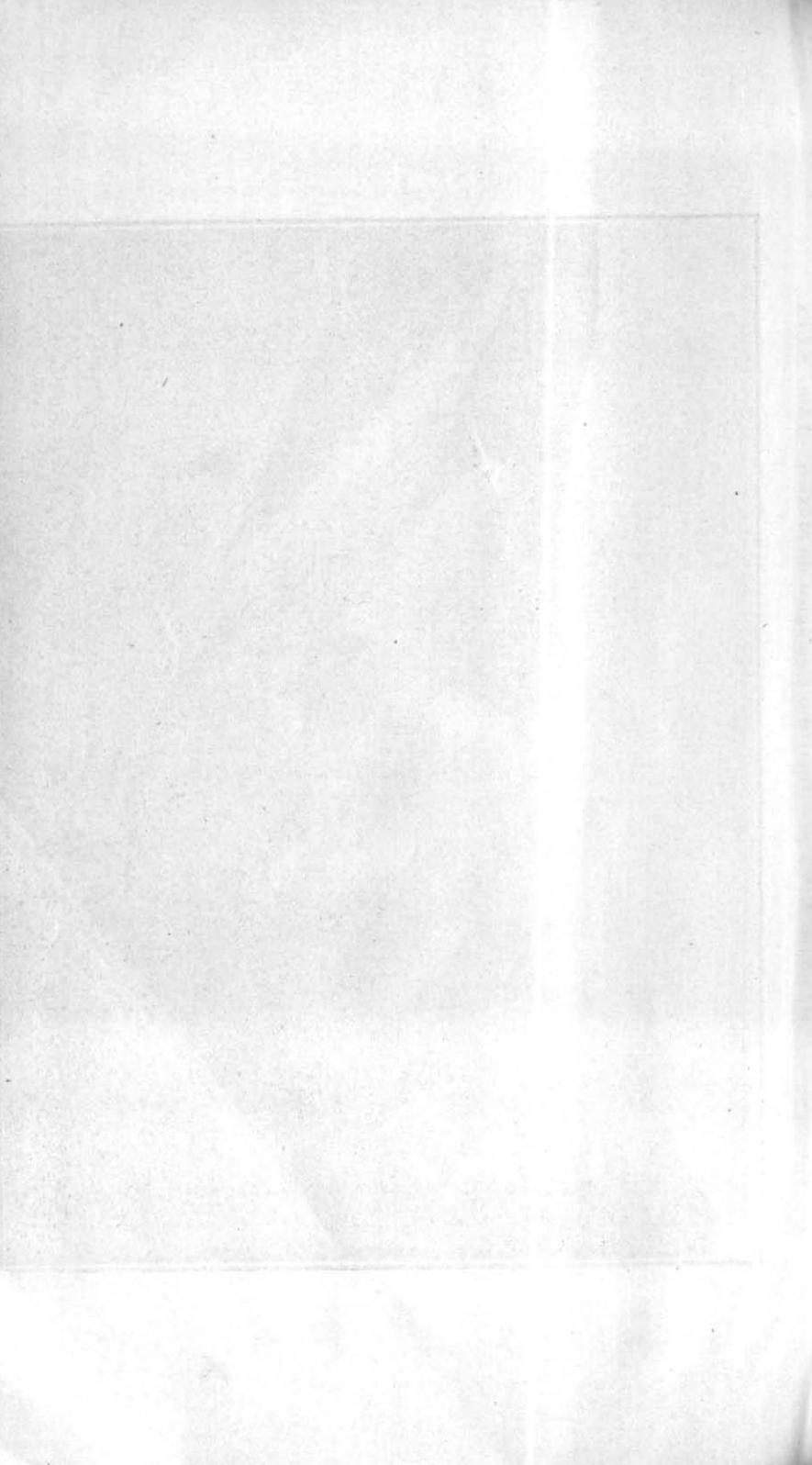




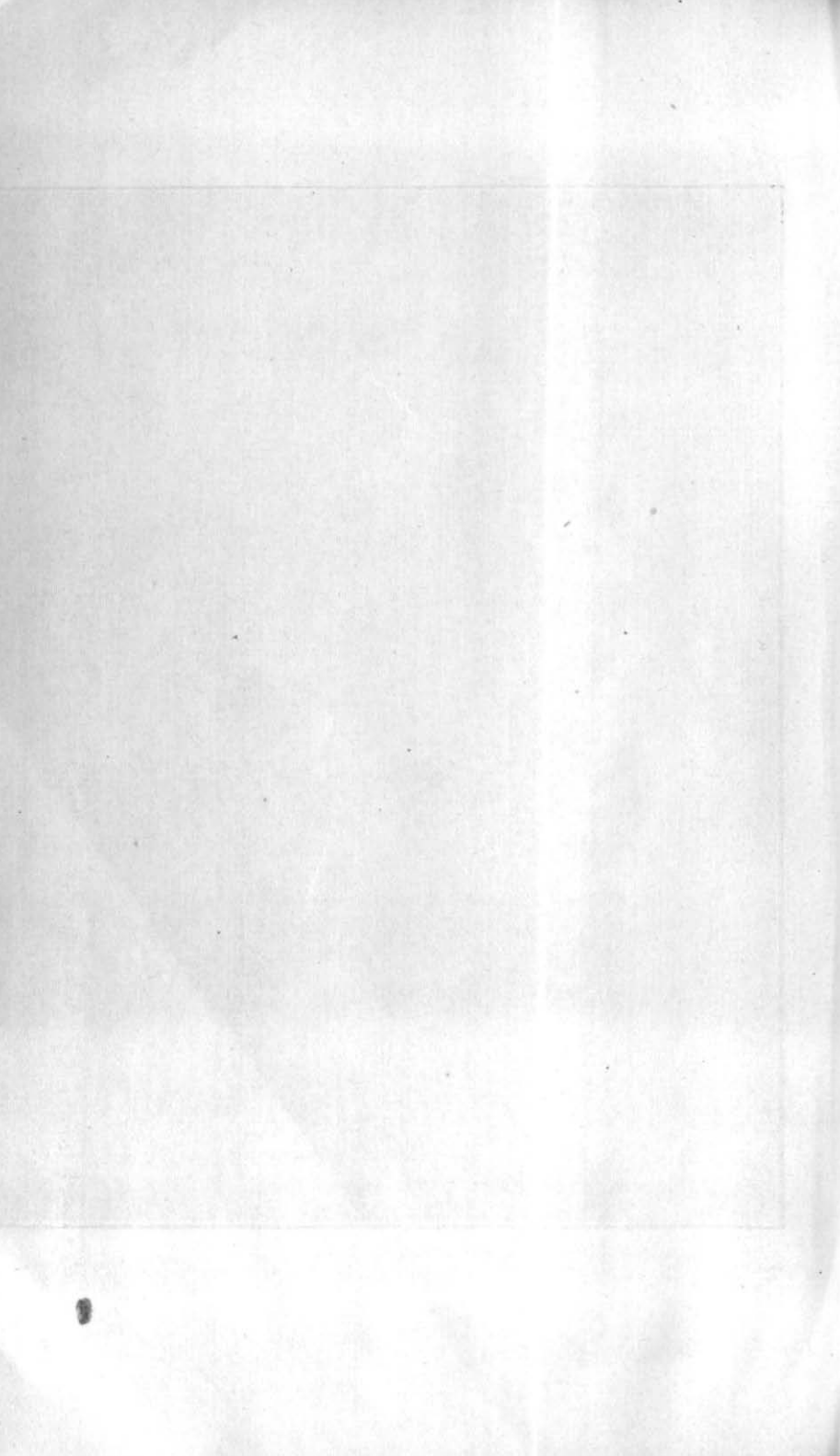
Iglesia de Azoyú

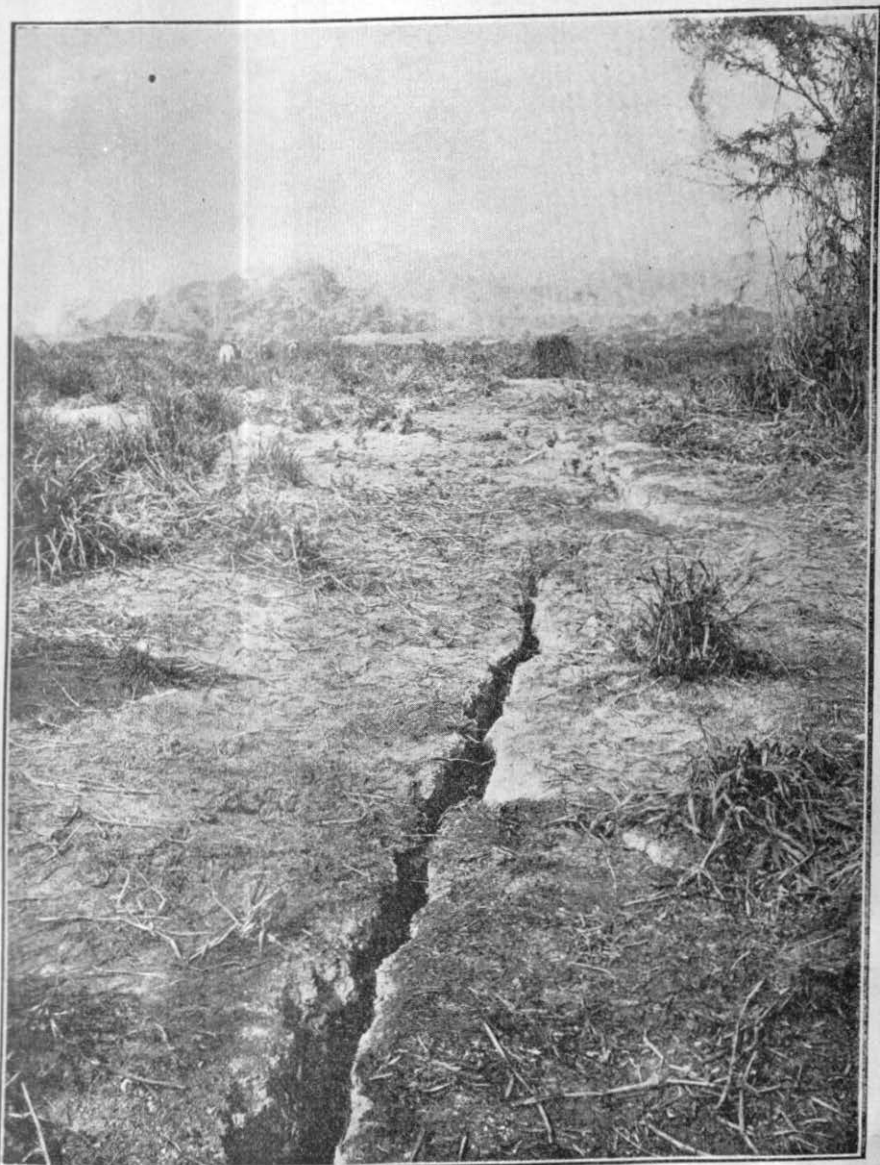




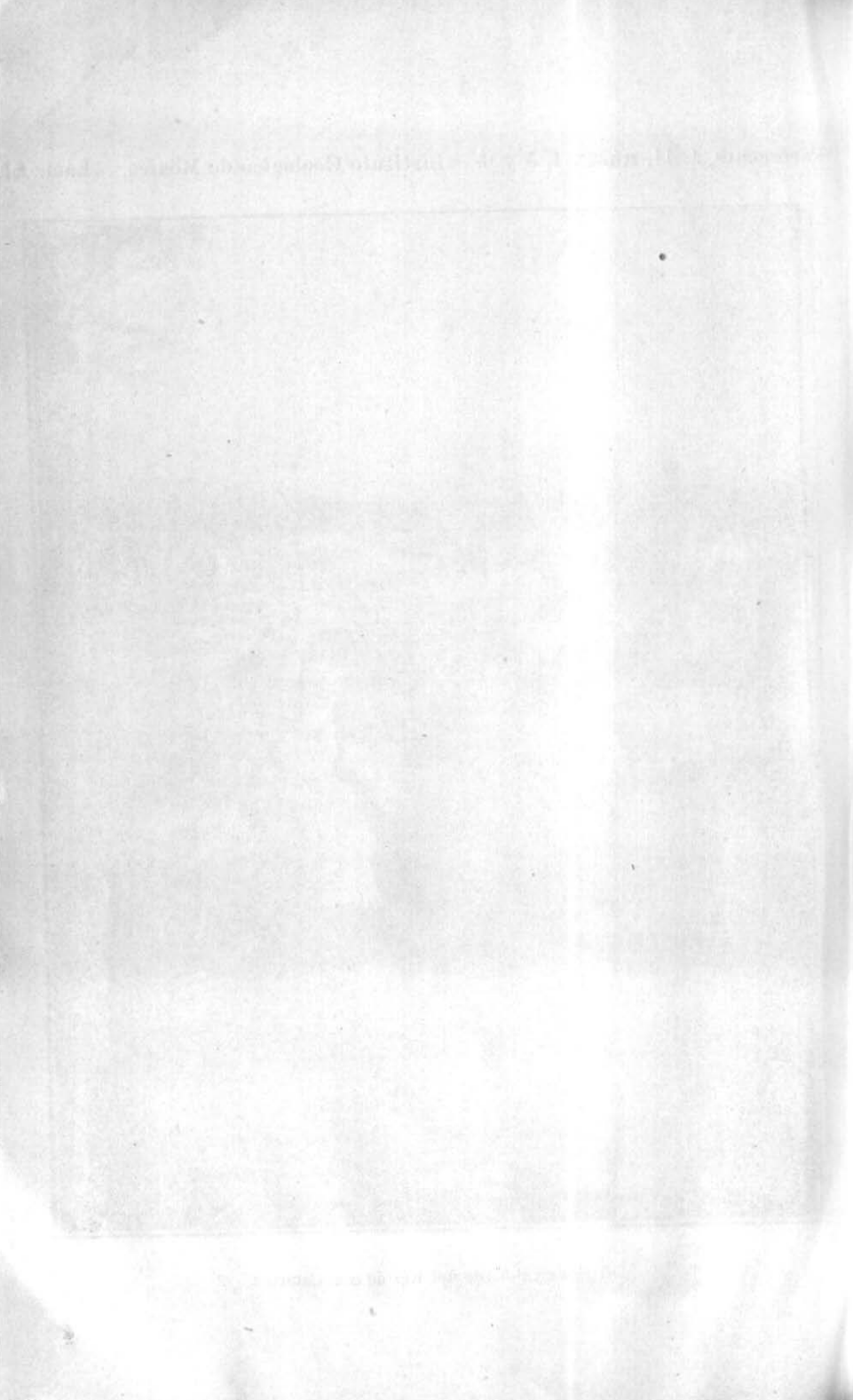


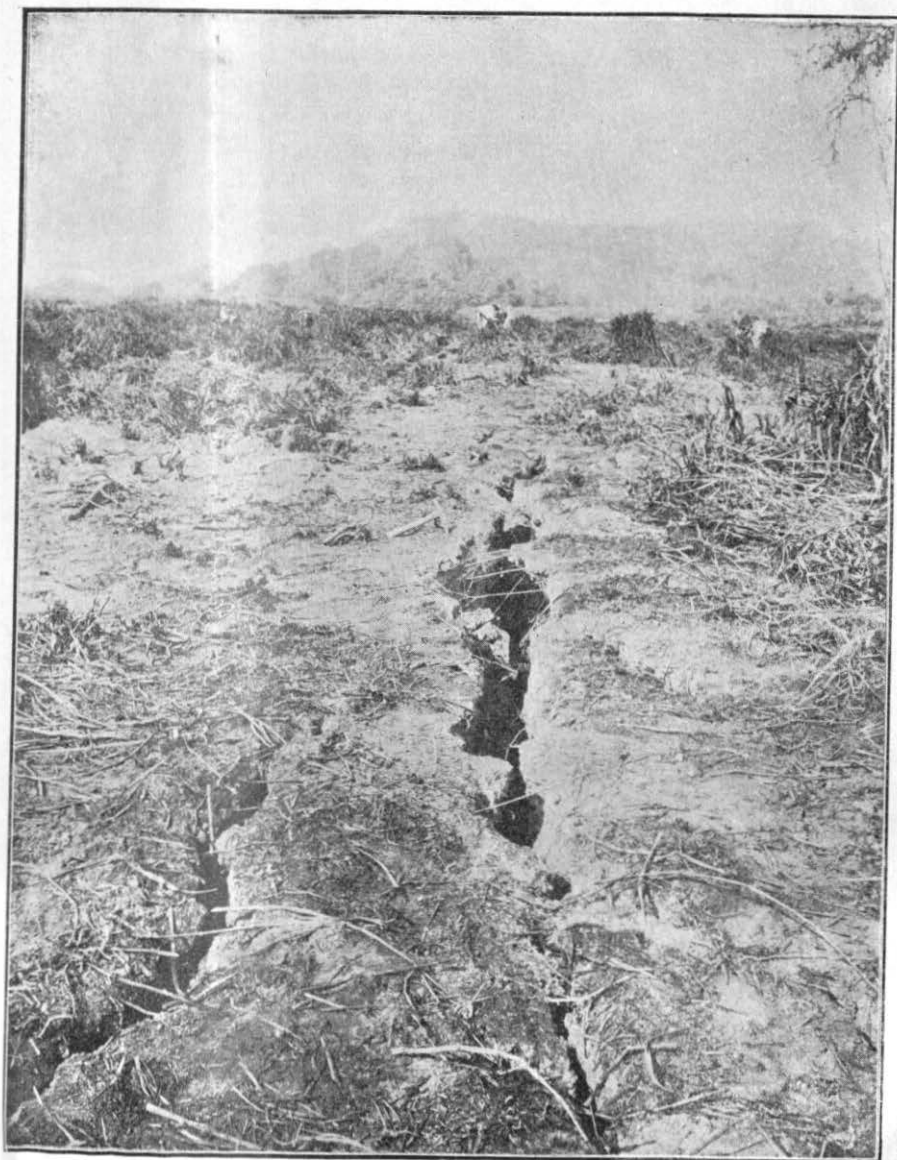






Grieta en el borde del Río de Sta. Catarina





Detalle de la grieta figurada en la lámina LI

ESCALA 1:1.000,000.

Mapa de intensidades, duraciones y direcciones en la zona más afectada por el temblor.

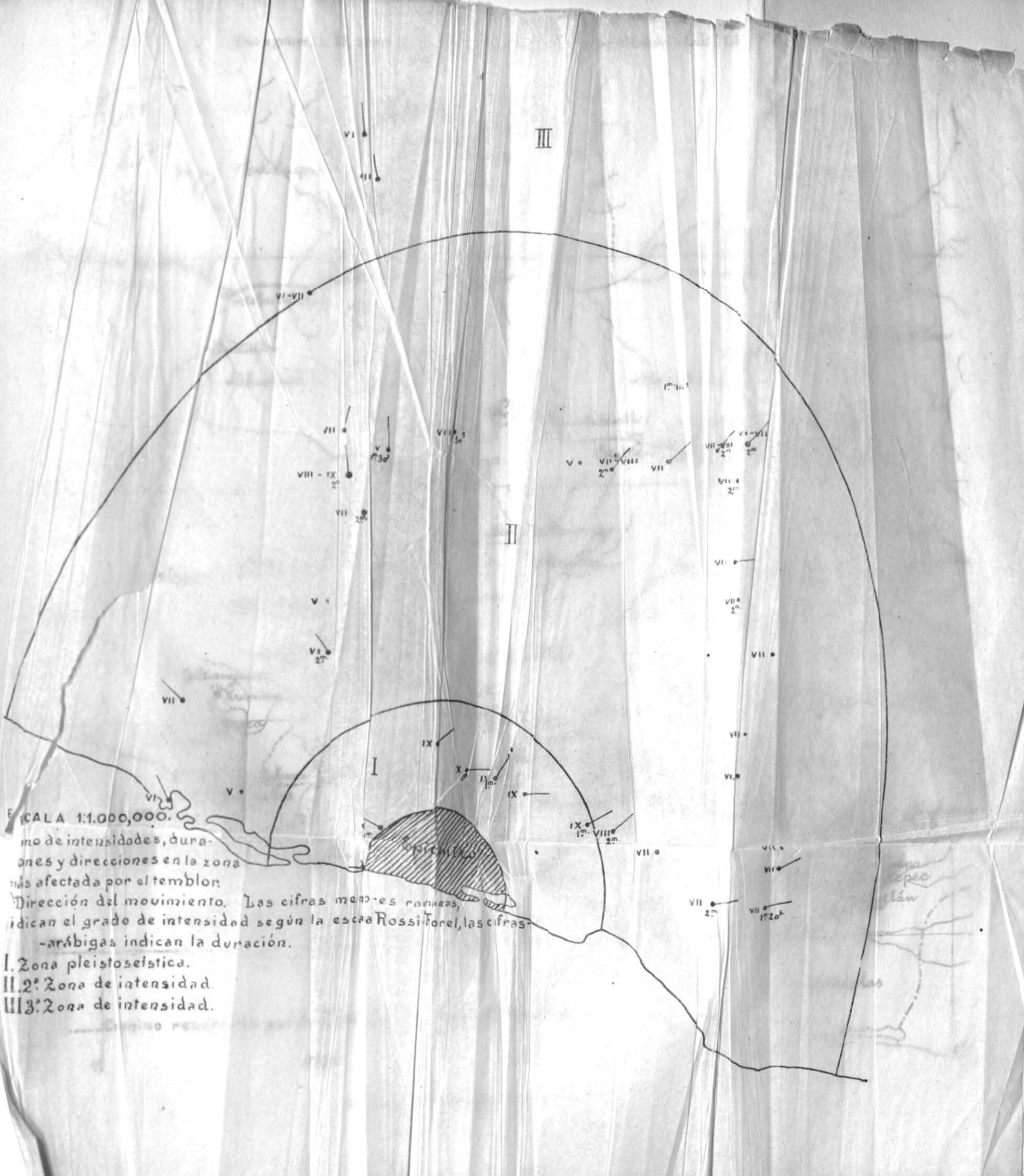
Dirección del movimiento. Las cifras menores con líneas onduladas indican el grado de intensidad según la escala Rossi-Forel, las cifras arábicas indican la duración.

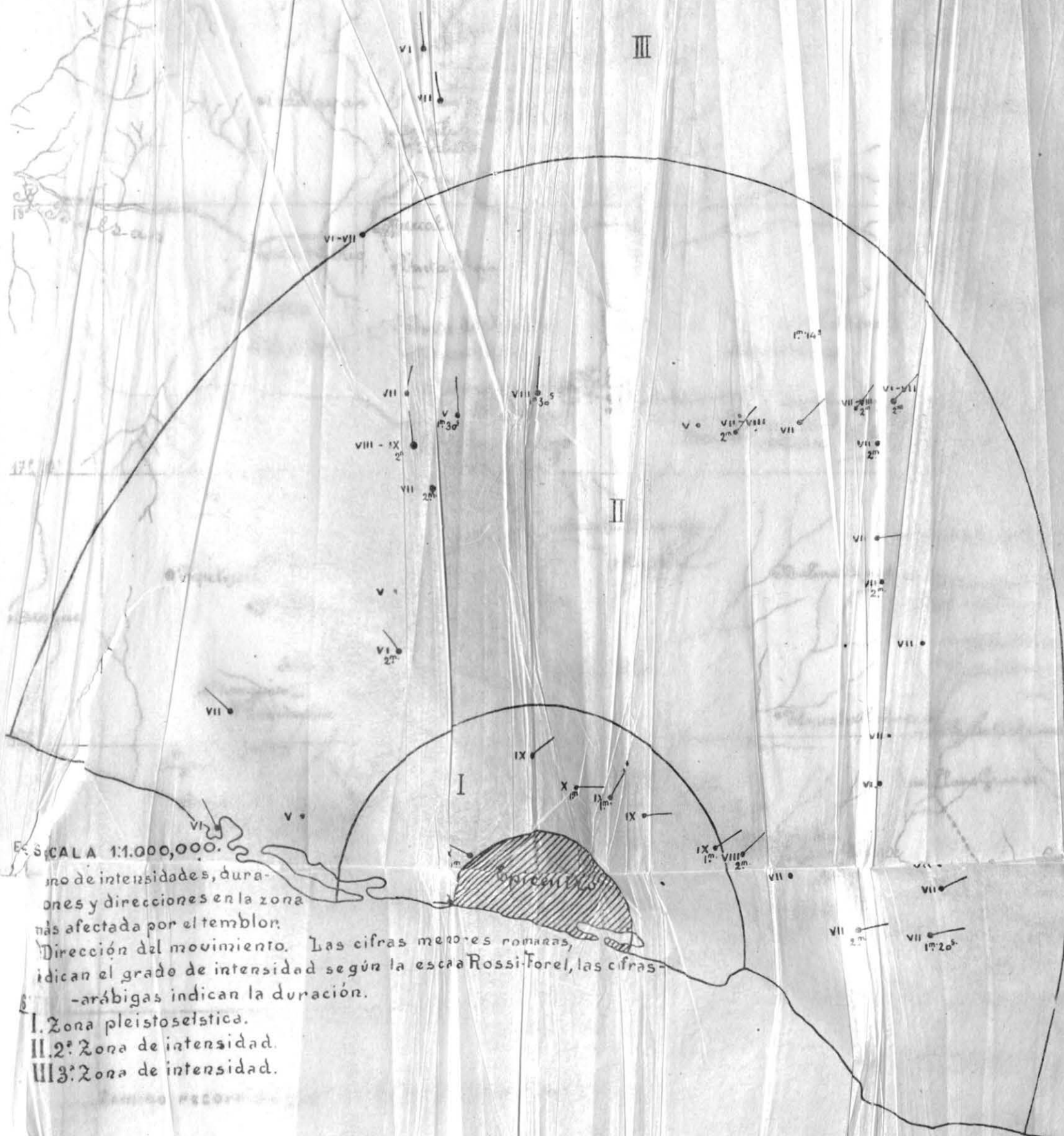
I. Zona pleistocénica.

II. 2ª Zona de intensidad.

III. 3ª Zona de intensidad.

----- Límite pleistocénico





ESCALA 1:1.000.000.

mo de intensidades, duraciones y direcciones en la zona más afectada por el temblor.
 Dirección del movimiento. Las cifras menores romanas, indican el grado de intensidad según la escala Rossi-Forel, las cifras arábicas indican la duración.

- I. Zona pleistocénica.
- II. 2ª Zona de intensidad.
- III. 3ª Zona de intensidad.





