

RAFAEL SANCHEZ LOZANO.
AGUSTIN MARIN.

ESTUDIO RELATIVO A LOS TERREMOTOS OCURRIDOS en la
Provincia de Murcia en 1.911 por los Ingenieros
del Cuerpo de Minas D. y, .
(Publicado en el tomo XXXII del Boletin del
Instituto Geologico de España).
Madrid 1.912

LIBRERIA JIMENEZ

Mayor, 66-68

MADRID

+

237786 4



Estudio relativo á los terremotos ocurridos

EN LA PROVINCIA DE MURCIA EN 1911.

POR LOS INGENIEROS DEL CUERPO DE MINAS

D. Rafael Sánchez Lozano y D. Agustín Marín

Durante el período de tiempo comprendido desde el 29 de Marzo al 18 de Junio del pasado año de 1911, ha sido conmovida la región meridional de la provincia de Murcia por repetidas sacudidas sísmicas, hasta tal punto, que, alarmados los vecinos del pueblo de Lorquí, correspondiente á la zona donde con más frecuencia y con mayor intensidad se manifestaron los temblores, acudieron ante el gobernador de la provincia para que, puesto el hecho en conocimiento del Gobierno, y en atención á las circunstancias del caso, resolviera lo que estimara procedente, á fin de devolver la tranquilidad perdida á los habitantes de la comarca.

En consecuencia, la Dirección general de Agricultura, por orden del Excmo. Sr. Ministro de Fomento, pasó en 17 de Abril al Sr. Director del Instituto Geológico la comunicación siguiente:

«Ilmo. Sr.: Visto el telegrama del gobernador de Murcia, en el que manifiesta que los habitantes de Lorquí se encuentran alarmadísimos y descaja se convien técnicos conocedores de fenómenos sísmicos que los tranquilicen. De orden del Sr. Ministro lo pongo en conocimiento de V. U., á fin de que disponga lo necesario con la mayor urgencia, para que un Ingeniero de los que están á sus órdenes visite, reconozca la localidad y emita el informe correspondiente.»

En cumplimiento á lo dispuesto, el Director del Instituto Geológico comisionó á los autores de este trabajo para

DMU

16389

Estudio relativo á los terremotos ocurridos

EN LA PROVINCIA DE MURCIA EN 1911

POR LOS INGENIEROS DEL CUERPO DE MINAS

D. Rafael Sánchez Lozano y D. Agustín Marín

Durante el período de tiempo comprendido desde el 21 de Marzo al 18 de Junio del pasado año de 1911, ha sido conmovida la región meridional de la provincia de Murcia por repetidas sacudidas sísmicas, hasta tal punto, que, alarmados los vecinos del pueblo de Lorquí, correspondiente á la zona donde con más frecuencia y con mayor intensidad se manifestaron los temblores, acudieron ante el gobernador de la provincia para que, puesto el hecho en conocimiento del Gobierno, y en atención á las circunstancias del caso, resolvería lo que estimara procedente, á fin de devolver la tranquilidad perdida á los habitantes de la comarca.

En consecuencia, la Dirección general de Agricultura, por orden del Excmo. Sr. Ministro de Fomento, pasó en 17 de Abril al Sr. Director del Instituto Geológico la comunicación siguiente:

«Ilmo. Sr.: Visto el telegrama del gobernador de Murcia, en el que manifiesta que los habitantes de Lorquí se encuentran alarmadísimos y desean se envíen técnicos conocedores de fenómenos sísmicos que los tranquilicen. De orden del Sr. Ministro lo pongo en conocimiento de V. I., á fin de que disponga lo necesario con la mayor urgencia, para que un Ingeniero de los que están á sus órdenes visite, reconozca la localidad y emita el informe correspondiente.»

En cumplimiento á lo dispuesto, el Director del Instituto Geológico comisionó á los autores de este trabajo para

que visitaran la comarca, estudiaran el fenómeno é informaran lo que estimaran oportuno, y como resultado de la inspección realizada se envió oportunamente al Ministerio el informe correspondiente, que reproducimos en el presente trabajo, completánlo con nuevos datos relativos á las observaciones realizadas hasta la terminación del período sísmico, y ampliándolo, además, con el examen de determinadas cuestiones de interés indudable para la ciencia sismológica.

RESEÑA HISTÓRICA

En repetidas ocasiones se han experimentado los movimientos sísmicos en el suelo murciano, pero afortunadamente no hay recuerdo de que ninguno de ellos haya ocasionado catástrofes de esas que por su magnitud dejan indeleble recuerdo en la memoria de los pueblos.

El territorio de Murcia corresponde á la región sísmica más notable de Europa, la cual comprende dentro de nuestra Península una faja de amplitud variable que se extiende desde Lisboa á la desembocadura del Turia, en la provincia de Valencia, siendo de notar por lo que concierne á la tierra murciana que hay motivo para suponer que los movimientos ocurridos en ella deben tener su origen en dos focos secundarios distintos: uno en la comarca de Archena, donde han sido muy frecuentes en ciertas épocas, y otro en Torrevieja, provincia de Alicante, que es el pueblo que más sacudidas terrestres ha experimentado entre todos los de la costa de Levante.

No es necesario reproducir aquí los catálogos íntegros de los terremotos ocurridos en la provincia de Murcia, cuyas fechas y principales circunstancias se consignan en el libro del escritor murciano D. Pedro Díaz Casou «Huerta de Murcia», y también en el capítulo de Meteorología endógena correspondiente á la descripción física de dicha provincia, publicada en el tomo XXIX del *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*; de estos catálogos se entresacará lo más saliente para dar noticia de algunas circunstancias interesantes observadas durante los terremotos más notables ocurridos en

Murcia, así como de la duración de los períodos sísmicos correspondientes.

Háblase por algunos historiadores de terremotos ocurridos en los años 500, 399, 346, 237 y 218 antes de Jesucristo, y se supone que tuvieron gran extensión en la Península ibérica, conmoviendo también el valle en que se asienta la ciudad de Murcia.

De tiempos más próximos á los nuestros hay noticia de los temblores de tierra que se citan á continuación:

En la noche del 23 al 24 de Agosto de 1354 ó 1356 hubo terremotos en casi toda España, haciéndose sentir con mucha fuerza en Lisboa, Murcia y Lorca.

En 9 de Marzo de 1743, un terremoto arruinó varios edificios de la capital y se quebrantaron también algunos, tres años más tarde, en 1746, en otro que llenó de espanto á sus habitantes.

El memorable terremoto de Lisboa, ocurrido en 1.º de Noviembre de 1755, que se propagó por un lado hasta las regiones septentrionales de Europa, y por otro hasta las playas americanas, conmoviendo de paso las costas y casi todo el territorio de Marruecos, apenas se dejó sentir en la provincia de Murcia, donde sólo dos poblaciones, la capital y la ciudad de Lorca, experimentaron algunas concusiones, y esas de escasa intensidad.

De mediana fuerza en Murcia, y muy notable en Mula, donde se abrió una sima de 80 palmos de circunferencia, fué el temblor de tierra que acaeció el día 17 de Julio de 1787.

En 8 de Octubre de 1821 se inició una serie de temblores de tierra, cuyos efectos se observaron durante 26 días en Murcia y en varios pueblos de la provincia.

Desde el 14 de Septiembre de 1828 hasta el 7 de Junio de 1829, hubo una serie de movimientos sísmicos originados en el foco secundario de Torrevieja, siendo el más notable de todos ellos el del 21 de Marzo del último año nombrado, el cual causó desastres en el citado pueblo y en otros de la provincia de Alicante, haciéndose sentir al propio tiempo en Murcia y en varios pueblos de la huerta. Comenzó este terremoto por un temblor pequeño que se sintió á las doce del día; á este siguió otro, el más famoso, á las seis y cincuenta

minutos de la tarde; durante la noche se contaron unos cuatrocientos, y de treinta á cuarenta cada uno de los tres días siguientes.

En 31 de Octubre de 1837, día en que la atmósfera era sofocante, sintiéronse en Murcia algunas oscilaciones que duraron de ocho á diez segundos, dirigiéndose, al parecer, de N. á S. A este movimiento sísmico, que tuvo lugar cerca de la una de la madrugada, siguieron otros, hasta el número de cuarenta, en los días 1 y 2 de Noviembre.

Durante el año de 1844 se registraron en Murcia tres terremotos de escasa importancia, como también fué pequeña la de otro ocurrido, después de fuertes lluvias, en 21 de Abril de 1849.

Hubo, además, terremotos, casi todos ellos de muy escasa importancia, en las fechas que á continuación se citan: 11 y 23 de Noviembre de 1855, al que siguieron otros 10 menos notables, hasta el 5 de Enero de 1856; 9 de Octubre de 1856; 24 de Septiembre de 1861; en 10, 14 y 19 de Junio, 3 de Julio y 1.º de Septiembre de 1863; 12 de Enero de 1864, con movimiento que parecía propagarse de SO. á NE.; 23 y 24 de Mayo de 1874; 7 de Octubre de 1875; 26 de Septiembre de 1876; 17 de Febrero de 1877; 1.º de Enero de 1879; Junio de 1880; 8 de Noviembre de 1882; 8, 16 de Enero y 16 de Agosto de 1883; 13 de Marzo y 25 de Diciembre de 1884; 26 de Marzo de 1885; 28 de Enero y 12 de Julio de 1886, y 5 y 8 de Mayo de 1902.

Todos estos terremotos fueron sentidos en Murcia, y varios de ellos en Cartagena, Archena y otros lugares de la provincia.

Se ve por lo expuesto que en repetidas ocasiones ha sido conmovida la región murciana durante períodos sísmicos de larga duración. Es de notar, además que cuando el desastroso terremoto de Lisboa, ocurrido en 1.º de Noviembre de 1755, en el que perecieron 60.000 personas, y que abarcó un área extensísima, apenas fué advertido en Murcia, según dijimos antes, como tampoco tuvieron importancia en esta capital otros famosos acaecidos en las provincias de Málaga Granada y Almería, ni se sintieron en ella los ocurridos recientemente en Motril y Albuñol el día 8 de Marzo último,

y el 15 del mismo mes en Granada ; de suerte que, en realidad, los terremotos murcianos más notables y más frecuentes han sido los de carácter local, habiendo podido apreciarse, según también va dicho, que tienen dos focos principales distintos é independientes, aunque muy próximos entre sí ; uno en Torrevieja y el otro en Archena.

El de Torrevieja ha ocasionado terremotos de verdadera importancia, siendo entre todos el más desastroso el ocurrido en 21 de Marzo de 1828, á las seis y media de la tarde, con efectos tan extraordinarios, que en un momento quedaron enteramente en ruínas Torrevieja y otros muchos pueblos, de forma que durante el período sísmico quedaron en aquel territorio 2.965 casas asoladas, 2.396 quebrantadas, 57 iglesias y ermitas arruinadas y noventa y seis molinos y cuatro puentes destruídos ; y estas calamidades no vinieron solas, pues hubo que lamentar la pérdida de 839 personas muertas y 375 heridas.

Los efectos de los terremotos, debidos al foco de Archena, fueron siempre de menor importancia, y no hay recuerdo de que en ningún tiempo hayan alcanzado la categoría de verdaderos desastres ; á este foco deben atribuirse los temblores de tierra del período sísmico que comenzó en el mes de Marzo de 1911.

EL PERÍODO SÍSMICO ACTUAL

No es nuestro propósito el entrar aquí en la reseña de las diversas teorías sucesivamente formuladas por los sismólogos acerca de las causas que dan origen á los terremotos, y aplicar al caso que nos ocupa la que se juzgue más acertada ; para cumplir lo ordenado por la superioridad, y atendiendo al interés de momento que ofrece el asunto, nos concretaremos principalmente á consignar los hechos observados y á poner de relieve la circunstancia de que en el caso presente, como en todos los que con la sismología se relacionan, las manifestaciones y efectos de los fenómenos sísmicos se hallan ligados estrechamente y de modo manifiesto á la disposición geológica y á la tectónica de la comarca donde se ha producido el temblor de tierra.

Las primeras sacudidas del período sísmico actual en Murcia se advirtieron el día 21 del pasado Marzo en la capital y en varios pueblos del SE. de la provincia; se sintieron manifiestamente en Archena; adquirieron mayor intensidad en Campos, Alguazas y Molina; llegaron al máximo en Cotillas, Ceutí y Lorquí; notáronse también en Fortuna y su establecimiento balneario, así como en Orihuela, aunque con bastante menos fuerza que en Archena, y apenas fueron perceptibles en Cartagena; de suerte que, en definitiva, puede afirmarse que dentro de un radio de 25 kilómetros alrededor de Lorquí fué percibido manifiestamente el terremoto del 21 de Marzo, como lo fueron también otros que se repitieron en los días 3 de Abril y 10, 14 y 16 de Mayo siguientes.

Pero lo más interesante del caso es que los macrosismos que, al parecer, se redujeron en los pueblos de la comarca á los ocurridos en los días antes consignados, se han repetido casi diariamente en Lorquí y sus alrededores, según consta en la relación siguiente formada por el secretario de aquel Ayuntamiento, D. Mariano Ibáñez, la cual comprende desde el 21 de Marzo hasta el 18 de Junio del año 1911.

Mes. Día.

-
- Marzo 21, á las 2,30 de la tarde, fuertes sacudidas que duraron seis segundos. Se notaron sacudidas en casi todos los días siguientes, hasta el 3 de Abril.
- Abril 3, á las 11,15, terremoto de tres segundos de duración, y el de mayor intensidad.
- » 4, 5, 6 y 7, fueron muy frecuentes las sacudidas, si bien no muy intensas.
 - » 7, temblores poco intensos á las 2,10 tarde y á las 5.
 - » 8 y 9, se notaron golpes subterráneos, sin sacudidas perceptibles.
 - » 10, 11 y 12, algunos estremecimientos poco frecuentes.
 - » 13, á las 4 de la mañana, temblor y ruidos subterráneos.

Mes. Día.

- » 14, ruidos sordos subterráneos durante el día; por la noche, á las 11, ruidos y temblor.
- » 15, temblores á las 4,20 mañana y 4,50 tarde.
- » 16, temblor á las 6 tarde.
- » 17, temblores á las 3 de la mañana y 6,10 tarde.
- » 18, temblores á las 4 y á las 9,25 mañana 1, 4, 4,28 y 7,55 tarde.
- » 19, á las 6 y á las 8,30 mañana, movimientos casi imperceptibles frecuentes.
- » 20, á las 2, á las 4,8 y á las 5,30 mañana.
- » 21, á las 4 de la madrugada.
- » 22, á las 4 de la madrugada.
- » 23, ídem ídem y 6 de la tarde.
- » 24, dos temblores á la madrugada.
- » 25, 2 mañana.
- » 26, tres ruidos de 11 á 12, perceptibles por gran parte del vecindario; terremoto de alguna intensidad á la 1,15, y otro á las 6,45 tarde.
- » 27, 11 noche, temblor.
- » 28, 12 ídem, ídem.
- » 29, 1 madrugada, temblor.
- Mayo 1, 1,25 madrugada, ídem.
- » 2, 2,45 madrugada, temblor.
- » 3, 2,40 ídem, ídem.
- » 5, 11 mañana.
- » 6, 2,20 y 5,15 ídem.
- » 7, 1,6 mañana muy intenso, que despertó al vecindario, saliendo éste alarmado á la calle.
- » 8, 2 mañana; se notó en Murcia y en Archena; en esta última con bastante intensidad.
- » 9, 4 mañana.
- » 10, 3,30, 4,45, 10, intenso de unos diez segundos de duración; desconchados y quebrantos en los edificios, 10,10, 15, 12,30, 12,40, 3 tarde y 6,10 tarde.
- » 11, 9,35 y 6 tarde.
- » 12, 2,40; de 8 á 9, frecuentes ruidos; 10,30, ligero temblor; 10,50, mucho ruido y temblor, notán-

Día. Mes.

- dose en los edificios y menos en la huerta ; 12,18 ; tiempo algo revuelto ; por las mañanas mucha calma con la atmósfera cargada con un nublado que avanza lentamente por Poniente y que se desvanece por la tarde con el viento del E. SE.
- » 14, 0,45 minutos ; 2,10, muy fuerte ; 4,15, menos intenso ; muchos ruidos toda la mañana ; 7, 7,10 y 7,20 tarde.
 - » 15, 3,40 ; 4,20 ; 10,15, frecuentes ruidos y temblor constante del suelo durante toda la mañana.
 - » 16, 2,10, 4,15, 4,25 y 8,10 mañana ; 10,20 noche, terremoto muy intenso de diez segundos de duración, parándose el reloj de la torre, y cayendo aleros, paredes, techumbres, etc. ; 10,25 noche, menos intenso. Todos los temblores vienen precedidos de un ruido intenso, que se oye á lo lejos y que se va acercando hasta que empieza el temblor ; luego queda después del ruido y temblor grande un movimiento en el suelo que duró bastantes segundos. Estos fenómenos se notan en los pueblos comarcanos, pero con menos intensidad.
 - » 17, 8,25 mañana, bastante intenso.
 - » 18, de 2 á 3 mañana, temblor algo constante, sin ruido.
 - » 19, 3,15 mañana.
 - » 20, 2, 11,40 mañana, 5,20 tarde, intenso.
 - » 21, 4,30.
 - » 22, 10,12, y ruidos.
 - » 23, ruidos.
 - » 24, ruidos todo el día, acentuándose desde las 5 de la tarde hasta las 6,3, en que ocurrió intenso terremoto, precedido de un ruido grande, que se notó venir de Poniente á Levante, y que produjo fuerte trepidación. Se sintió quizás más que en Lorquí, en Archena, Alguazas, Campos, y hasta Mula.
 - » 25, ruidos toda la mañana.
- Junio 17, 11 mañana.

Mes. Día.

- » 18, de madrugada, débil temblor, que se percibió por muchas personas que se encontraban en sitios silenciosos.

Debe observarse por otra parte que el pueblo de Lorquí se halla asentado precisamente en el contacto de las margas miocenas con los aluviones del Segura, y tal circunstancia ha de haber contribuido eficazmente á aumentar el efecto de las concusiones, ya que el movimiento sísmico, en su transmisión, ha tenido que salvar, no sólo la discordancia estratigráfica entre los dos terrenos, sino también diferencias de elasticidad en los medios de propagación, resultando en consecuencia que el ritmo de las ondulaciones moleculares de las rocas terciarias hubo de transformarse en desordenados movimientos, al encuentro de la masa aluvial.

Epícentro.—Dedúcese de lo expuesto que el foco superficial ó epicentro del terremoto debe encontrarse en una zona de reducida extensión junto al curso del Segura, entre los pueblos de Ceutí y Lorquí, y también parece resultar por la forma en que se han manifestado los efectos de las sacudidas, que las curvas de igual intensidad ó «Isosistas», constituyen una serie de zonas cerradas concéntricas de intensidad decreciente, cuyo eje mayor coincide con la dirección de la marcha del Segura, entre Cieza y Alcantarilla.

Hipocentro.—Por lo que concierne á la profundidad á que se han originado los terremotos, ó sea á la determinación de la zona hipocentral, puede afirmarse que si bien, en realidad, no hay procedimiento entre los conocidos que deba estimarse como seguro á tal propósito, en el caso actual de Murcia es lo probable, en vista de la reducida extensión de la comarca en que se han notado las sacudidas, que el referido hipocentro no deba hallarse á grande hondura.

Los sismólogos han intentado calcular la profundidad de los hipocentros sísmicos, mediante diferentes procedimientos, entre los cuales consignaremos, como de pasada, el empleado modernamente por Kovesligethy (1), quien, insis-

(1) *Seismonomia*. Bel. Soc. Sismol. I. tal. T.XI. 1906.

tiendo en la idea de ser sólo un punto el hipocentro, y admitiendo que las aceleraciones de las diversas partes de la región conmovida están en razón inversa de su distancia al hipocentro, y teniendo, además, en cuenta la absorción del movimiento en el medio donde se propagan las ondas sísmicas, deduce una fórmula que, al parecer, ha dado resultados satisfactorios. No podemos aplicar al caso de Murcia la fórmula de que se trata, por carecer de los datos necesarios; mas atendiendo á la extensión é intensidad del fenómeno, y por comparación con los resultados obtenidos en casos semejantes, puede admitirse que el hipocentro de los actuales terremotos murcianos debe encontrarse á unos cuatro kilómetros de profundidad por debajo de su zona epicentral.

El terremoto en relación con la geología y la tectónica de la comarca.—Los terremotos de Murcia son probablemente resultado de las últimas manifestaciones del volcanismo ocurrido en la región después de la época miocena; preséntase allí, en efecto, dentro de la zona conmovida por los actuales terremotos, varios asomos de rocas volcánicas, ó por mejor decir, hipogénicas, ya que es dudoso, ó por lo menos, no parece comprobado, que las tales rocas hayan surgido á la manera de las eruptivas volcánicas. Cerca de los baños de Archena, por el NO. asoman en varios sitios, á través de los materiales miocenos en que nacen aquellas aguas termales, las margas triásicas, y con ellas algunas pequeñas masas de rocas hipogénicas pertenecientes al grupo de las diabasas. El río Segura, que desde Cieza sigue en dirección al S. 40° E. hasta Alcantarilla, determina en su curso una importante línea de fractura que, pasando por los baños de Archena, y luego entre Ceutí y Lorquí, sigue hasta cerca de Murcia, depositando sus aluviones sobre los sedimentos miocenos.

En el extremo SO. de la sierra triásica de Carrascoy, como á ocho kilómetros al E. de las aguas salinas termales de Alhama, se encuentra también un asomo hipogénico, y otro, además, en esta misma sierra, al SE. de la capital, próximo á la prolongación de la quiebra del Segura antes mencionada.

Igualmente en la serrezuela triásica, que paralela á la de Carrascoy, corre por la vertiente izquierda del Segura,

desde Espinardo, en dirección á Grihuela, se presenta un afloramiento diabásico cerca de Santomera.

A unos cinco kilómetros, al SE. de los baños termales de Fortuna, sobresalen en la planicie, constituída por margas miocenas, varios montículos, designados por los naturales con el nombre de «Cerricos Negros», aludiendo á la roca volcánica de que, total ó parcialmente, están formados, y que constituye una especie nueva, estudiada por el reputado geólogo é ingeniero de Minas, D. Ramón Adán de Yarza á la que dió el nombre de «Fortunita». Esta roca viene asociada á una traquita gris, y examinada al microscopio resulta compuesta por un magma vítreo, en el que sobresalen cristales porfíricos ó de primera consolidación de olivino y de mica amarilla (1).

Finalmente, también en el terreno mioceno, en la vertiente derecha de río Mula, donde brota la muy caudalosa fuente termal de este nombre, se ofrecen otros tres asomos de rocas hipogénicas en los alrededores de Albudeite y Campos.

Vemos por lo expuesto, que la zona del epicentro de los terremotos actuales se halla rodeada de rocas eruptivas ó hipogénicas, en relación más ó menos inmediata con los manantiales termales.

Se observará por otra parte, que si se traza sobre el mapa geológico de la provincia una recta que una los asomos eruptivos de Fortuna con los de Mula, resultará paralela á la dirección de la sierra de Carrascoy, y también á la de las principales cordilleras murcianas, y de ello se deduce que hay fundamento para suponer que la referida recta marca la situación de una línea de fractura ó de menor resistencia que corta á la del Segura, precisamente, entre los pueblos de Lorquí y Ceutí, es decir, en la región epicentral del terremoto.

Consignaremos también que el desprendimiento de ácido carbónico como manifestación del volcanismo es frecuente en la comarca murciana: en Mazarrón puede asegurarse que «el conjunto de rocas donde arman los criaderos, ó por lo menos las que sirven de caja á los filones, contienen ácido carbónico

(1) Bol. Com. M. Geol T. XX. P. 349.

en mayor ó menor cantidad, y que el desprendimiento de este gas es constante, pues no sólo lo prueban las observaciones actuales sino que lo demuestra irrefutablemente la circunstancia de hallarse siempre las antiguas labores inundadas con él» (1).

Las emanaciones de anhídrido carbónico se han comprobado también en la comarca de Lorquí y se confirman con un hecho ocurrido en el pasado año de 1910; perforábase por entonces un pozo á unos tres kilómetros de distancia del pueblo, y cuando llegaba á diez metros de profundidad, al descender dos obreros para emprender sus trabajos, quedaron muertos por asfixia.

El origen de los gases y del vapor de agua que acompañan á las erupciones volcánicas, y que probablemente dan ocasión á los terremotos con ellas relacionados, puede explicarse satisfactoriamente, basándose en las experiencias realizadas por Armand Gautier (1). Este químico eminente, después de haber secado previamente á 200° diversas rocas pulverizadas, las sometió á temperaturas próximas al rojo, y midió las cantidades de gases y vapor de agua que desprendieron; un kilogramo de granito al rojo, da 10 gramos de agua y un volumen de seis á siete veces el de la roca, calculado á 15°, cuyo volumen se triplicaría á la temperatura del rojo á que ha sido originado; y de este se deduce, como ejemplo que da idea de lo interesante de estos resultados, que un volumen de granito de un cuarto de kilómetro cúbico bastaría para producir el vapor de agua y gases de una erupción volcánica tal como la del Etna, en 1865, que en doscientos días arrojó 11.000 toneladas diarias, ó sea algo más de 2.000.000 de toneladas durante el período de mayor actividad.

Pero es indudable que cuando se trata de terremotos con hipocentros poco profundos, las aguas meteóricas al penetrar hasta grandes profundidades al través de las grietas terrestres pueden igualmente haber dado origen al vapor de agua productor del movimiento sísmico, sobre todo cuando á un

(1) D. de Cortazar. Estudio geológico de gases no inflamables. Bol. Com. M. Geol. Tomo XXIX.

(2) C. R. Ac. Sc, 1903 p-16-20.

largo período de sequía sigue otro extraordinario de lluvias abundantes; y algo de esto parece haber ocurrido en el caso que nos ocupa, según se deduce de los datos que se nos han facilitado en el Observatorio del Instituto de Murcia.

Esto no obstante, es lo cierto que la relación entre los fenómenos meteorológicos, como causa genética, y los terremotos, no se ha comprobado todavía; antes bien, se tiene por muy dudosa entre los sismólogos, ya que parece resultar del minucioso examen del asunto que no hay relación alguna entre la meteorología endógena y la exógena. Mas debe advertirse que para que el referido examen tuviera valor positivo, deberían, á nuestro entender, entrar en cuenta los terremotos, no en conjunto, sino en grupos separadamente, según la división que de ellos se hace en sismología.

Porque los estudios modernos han demostrado que un terremoto puede tener origen por diferentes causas telúricas, y que es un error al tratar de generalizar, é indicar una causa única, sólo porque el efecto sea siempre el mismo; y así actualmente se dividen los terremotos en tectónicos, volcánicos y criptogénicos, según deban atribuirse á movimientos orogénicos que continúan todavía en nuestros días, á la acción de los volcanes ó á causas no bien manifiestas, pero frecuentemente en relación con el volcanismo; de suerte que, atendida la naturaleza de los tres términos de esta división, es evidente que en los terremotos tectónicos no deberán influir las aguas meteóricas; podrán éstas, en determinados casos, actuar en los volcánicos; y es probable que influyan en los criptogénicos, y hasta que sean su causa eficiente cuando los hipocentros se encuentren á pequeñas profundidades.

EFECTOS MATERIALES PRODUCIDOS POR LOS TERREMOTOS

Los efectos observados durante el período sísmico, que comenzó en el mes de Marzo pasado, fueron los siguientes:

Terremoto del día 21 de Marzo de 1911.—En Cotillas se sintieron muy intensamente las sacudidas sísmicas, produciendo gran alarma en el vecindario. Por amenazar peligro hubo que deshabitar la casa-palacio del Sr. Duque de Pastrana. Otras casas del pueblo sufrieron también grandes

perjuicios, ocasionándose algunos hundimientos, entre ellos el acaecido en una casa de los Sres. Estoup.

En Lorquí, según se ha dicho, ocasionó también muchos desperfectos en casi todas las viviendas. La torre de la iglesia se agrietó, sufriendo mucho igualmente el resto del edificio, en el que aparecieron grietas muy marcadas en la unión de la obra de cantería con la de ladrillo.

En el pueblo de Campos la mayor parte de los edificios sufrieron perjuicios, y alguno se hundió. Por amenazar ruína tuvo que abandonar su casa el señor cura párroco D. Juan Carrillo, y hubo que desalojar el local destinado á escuela. La iglesia del pueblo quedó en mal estado. La torre desnivelada y agrietada.

En Archena también se sintió con intensidad la sacudida sísmica, ocasionando desperfectos en algunos edificios, principalmente en la fábrica que próxima al pueblo poseen los Sres. Servet. En la casa del jefe en esta fábrica se descolgaron de las paredes algunos cuadros y un espejo, y cayeron al suelo los objetos que había colocados encima de las mesas. Los relojes situados en dos paredes, que forman ángulo recto en esta casa, siguieron en marcha, á pesar de la intensidad de los sacudimientos.

Molina y Alguazas fueron conmovidos intensamente. En el último de dichos pueblos el maestro tuvo que desalojar la escuela por amenazar ruína.

En la capital produjo gran alarma, abandonando muchos vecinos sus casas, temiendo que éstas se derrumbaran. En algunos edificios antiguos se abrieron grietas. Cayeron algunos objetos de las mesas y se descolgaron algunos cuadros de las paredes.

También se observaron trepidaciones, aunque de muy débil intensidad, en Cartagena y Albanilla, llegando la conmoción sísmica hasta Alicante.

Los ruidos que acompañaron al terremoto semejaban, según el auxiliar de minas del distrito de Murcia D. Manuel Pato, al choque de escombros contra el suelo, y entre todos hubo uno que parecía un fuerte golpe dado sobre madera.

Terremoto del 25 de Marzo.—En este día se sintió una sacudida sísmica en toda la comarca conmovida por el ante-

rior terremoto, pero de mucha menos intensidad; no produjo destrozos materiales.

Otros terremotos.—Desde el día 25 de Marzo se sintieron en la zona epicentral, principalmente en Lorquí, algunos temblores de poca importancia.

Terremoto del día 3 de Abril de 1911.—Este terremoto, según opinión general, fué de menor duración, pero tal vez de mayor intensidad que el ocurrido en 21 de Marzo.



Fig. 1.^a—La plaza de Lorquí con casas destruidas.

En Lorquí fué, sin duda alguna, donde con más violencia se sintió este terremoto; no quedó casa en el pueblo sin señales de las sacudidas; edificios ya deteriorados por las anteriores concusiones, quedaron después del terremoto del día 3 en estado ruinoso, y en algunas viviendas se ocasionaron hundimientos. (Figs. 1.^a y 2.^a).

Las grietas formadas en la iglesia anteriormente se hicieron mayores; quedó la torre desnivelada, cuarteada y amenazando ruína. Se produjeron hundimientos en la casa número 7 de la calle del Barranco, propiedad de José Villa, en la tapia del Parador propiedad de Víctor García, en la

casa que habita Antonio Asenjo y en algunas otras. Amenazan inminentes ruínas algunas casas ha poco construídas ó recientemente restauradas, como la del Secretario del Ayuntamiento D. Mariano Ibáñez, la casa donde están instalados el café y la botica, el Ayuntamiento, la casa que habita el

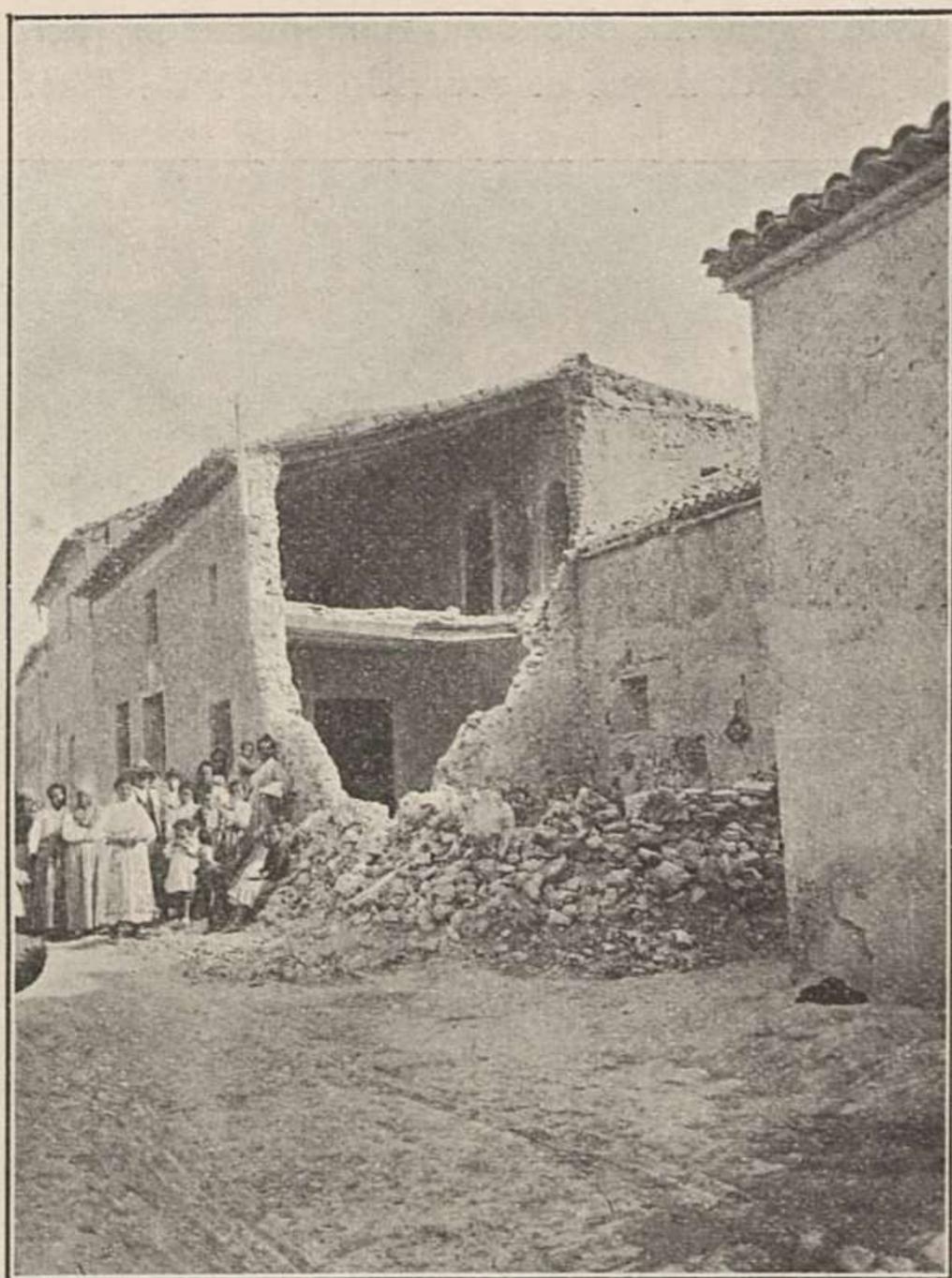


Fig. 2.^a—Casa número 28 de la calle del Reloj, en Lorqui, destruida por los terremotos.

Juez Municipal, la de Toribio Marco, la casilla de los peones camineros, etc.

Claro es que habiendo el terremoto causado en las casas mejor edificadas desperfectos de importancia, sus efectos tuvieron que hacerse mucho más manifiestos en las viviendas pobremente construídas, que constituyen casi la totalidad de las del pueblo, las cuales, efectivamente, quedaron en gran

parte inhabitadas, viéndose precisados los vecinos á acomodarse, primero al aire libre, y después en tiendas de campaña que fueron proporcionadas por las autoridades. (Figura 3.^a).

El examen de los edificios de este pueblo, tan castigado por el terremoto, enseña, en primer término, que las casas construídas con adobes han resistido mejor que las fabricadas con cantos rodados, y también parece resultar que las

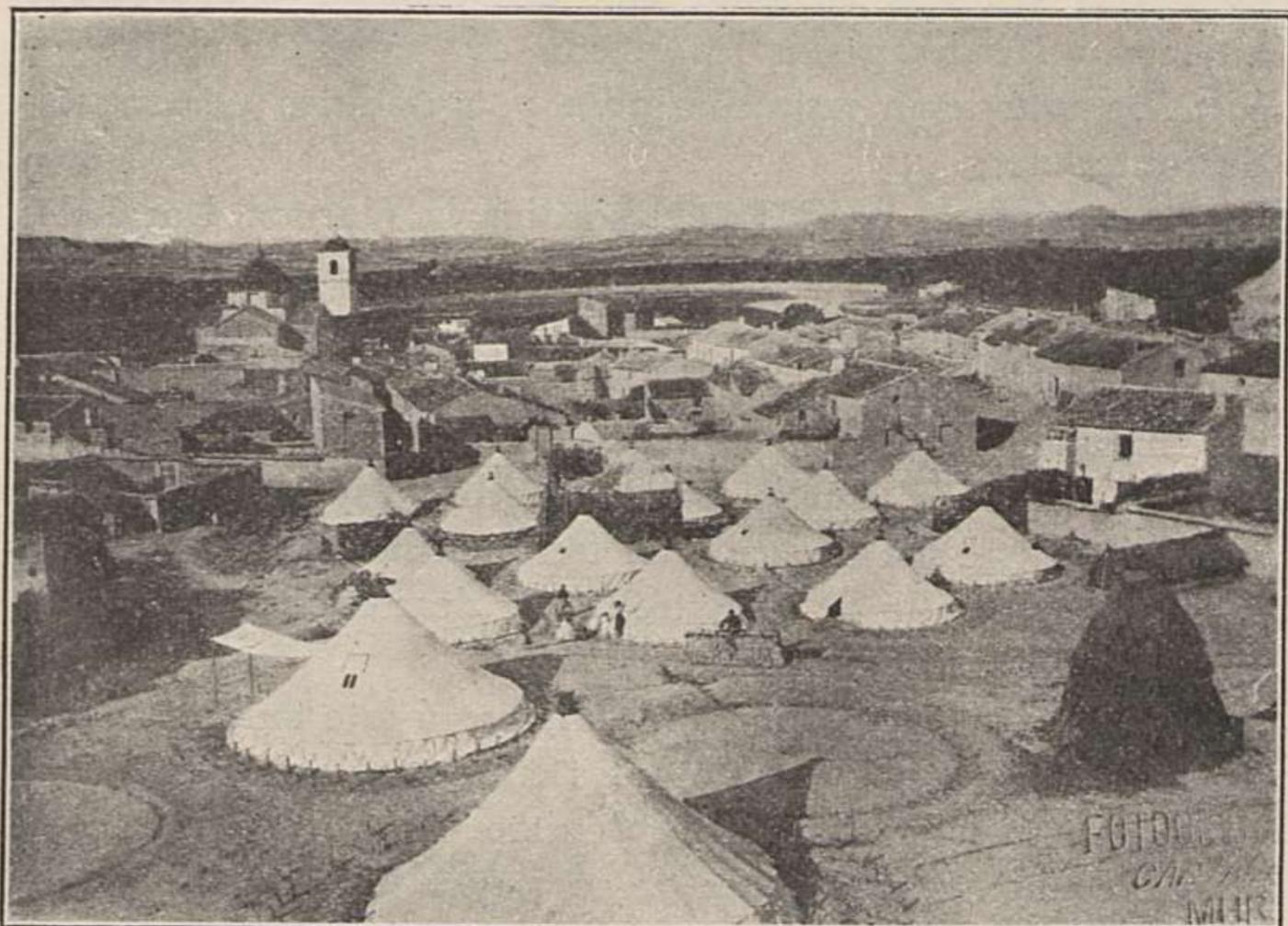


Fig. 3.^a—Vista del pueblo de Lorquí por la parte de Levante, con los albergues de tiendas de campaña.

paredes orientadas, según la dirección E. á O., han sufrido más que las que tienen orientación del N. al S.

En Ceutí también se sintió violentamente, aunque con menos intensidad que en Lorquí. Se agrietaron también los edificios y se produjeron algunos hundimientos y desprendimientos, que ocasionaron heridas leves á tres mujeres.

En Molina, á pesar de su proximidad á Lorquí, se sintió la conmoción sísmica mucho menos. Produjo, sin embargo, gran alarma y bastantes perjuicios. Algunas chimeneas se desprendieron, y se hundió una casilla de la huerta.

Un puente de mampostería de unos 300 metros de longitud, situado próximo al pueblo, en la carretera de Madrid, se desvió de la alineación recta, quedando en forma de senoide, por haberse desplazado á un lado en 10 centímetros unos treinta metros de su parte central; se desprendió, además, el revoque de los pretilos, quedando éstos corridos hacia el centro del puente.

En Cotillas, Campos, Alguazas y Archena también las sacudidas sísmicas tuvieron mucha violencia, y contribuyó á que se advirtieran más los efectos del terremoto el que los edificios estuvieran resquebrajados y agrietados por sacudidas anteriores.

En la capital produjo extraordinaria alarma. Los fieles que llenaban la iglesia de San Bartolomé la abandonaron, poseídos de gran pánico, sufriendo accidentes algunas señoras. En la calle de la Gabacha se cuartearon las tapias de un patio del Banco de España. Se agrietaron también algunas casas del barrio de San Antolín, y se formó una gran fisura que iba del suelo al techo en la casa de D. Juan Ubeda, en la calle de la Estrella. Se desconcharon los enlucidos de algunos edificios.

También acompañó un ruido intenso á este terremoto, que semejaba, según el Sr. Pato antes citado, al de un cañonazo disparado en lugar cerrado y próximo.

Este terremoto, á pesar de su mayor intensidad, se propagó, al parecer, dentro de una zona más reducida que el del 21 de Marzo.

Terremotos posteriores al del día 3 de Abril.—Posteriormente al terremoto del día 3 de Abril se notaron en casi todos los días siguientes repetidos temblores con ruidos subterráneos, aunque de menor intensidad, oyéndose también muchas veces los ruidos sin temblor alguno perceptible.

Después de este período de relativa calma, volvieron de nuevo las sacudidas con mayor violencia. Así, en el día 26 de Abril, ocurrieron dos terremotos de alguna intensidad á la una y quince y seis y cuarenta y cinco de la tarde; pasaron después los días, hasta el 7 de Mayo, sintiéndose algunas trepidaciones; pero en este último día se sintió en Lorquí un temblor intenso que despertó al vecindario, saliendo

alarmado á la calle. Los perros ladraron unos segundos antes de que los vecinos notaran el fenómeno.

El día 10 se produjo otro muy violento, que duró unos cuatro segundos, y que ocasionó grandes quebrantos en los edificios de Lorquí.

Se percibió también este terremoto en Murcia y Archena; con bastante intensidad en este último pueblo.

Durante los días siguientes se sintieron frecuentes ruidos y temblores, casi continuos, y en los días 16 y 17 de Mayo ocurrieron dos fuertes sacudidas, siendo la del 16 de diez segundos de duración, y tan intensa, que ocasionó el desprendimiento de aleros, paredes y techumbres, y paró el reloj de la torre. Todos estos temblores vinieron precedidos de ruido bien manifiesto, que comenzaba oyéndose á lo lejos, y luego se iba acercando hasta que comenzaba el temblor, y luego que pasaba el temblor grande persistía el movimiento del suelo durante bastantes segundos.

Continuaron los temblores en la zona del epicentro desde el 18 de Mayo hasta el 22, con poca intensidad todos, á excepción de uno que se produjo el día 20 á las cinco y veinte de la tarde, que fué bastante fuerte.

El 23 transcurrió con ruidos solamente, que se acentuaron el 24 desde las cinco de la tarde hasta las seis y tres minutos, en que ocurrió intenso terremoto, precedido de gran ruido, que se notó venir de Poniente á Levante, y que produjo fuerte trepidación en toda la región del epicentro, sintiéndose más que en Lorquí en Archena, Alguazas, Campos, y también en Mula.

Continuaron los ruidos subterráneos durante toda la mañana del 25, quedando después tranquila la comarca hasta el día 18 de Junio siguiente por la madrugada, en que algunas personas de Lorquí dijeron haber notado un ligero temblor de tierra sin ruido, y, por fin, el día 20 del mismo mes á las once de la mañana se repitió otro temblor, débil, que fué percibido por muchas personas del mismo pueblo que se encontraban en sitios silenciosos, terminándose con esto el período sísmico comenzado en 21 de Marzo, y que alcanzó, por lo tanto, noventa y dos días de duración.

Consignaremos para terminar que los manantiales ter-

males de Archena, Fortuna, Mula y Alhama, de la zona del epicentro ó inmediatos á ella, no han sufrido alteración en sus caudales durante el período sísmico, mientras que las aguas que dan riego á la vega de Ricote, distante unas cuatro leguas de Lorquí, parece ser que aumentaron considerablemente.

INTENSIDAD DEL TERREMOTO

La intensidad de las sacudidas sísmicas, ó lo que es lo mismo, la energía con que transmiten al suelo los sacudimientos, se determinan de una manera práctica, mediante diferentes clasificaciones formuladas por los sismólogos; entre ellas las más empleadas son la escala de intensidades propuesta en 1883 por Rossi y Forel, y la formada por Mercalli en 1888 como modificación de la de Rossi.

Hé aquí la escala de Mercalli: (1)

1.º Sacudida «instrumental», ó sea la señalada solamente por los aparatos sísmicos.

2.º «Muy ligera», advertida únicamente por algunas personas en estado de reposo, especialmente en los pisos altos de las casas, ó bien por personas muy sensibles ó nerviosas.

3.º «Ligera», advertida por personas muy sensibles, pero pocas, con relación al número de habitantes del país; no se dan cuenta, por lo general, de que se trata de un terremoto, hasta que se sabe que otras han notado también el fenómeno.

4.º «Sensible» ó de «mediana fuerza», advertida por muchas personas en el interior de las casas, aunque no por todas, y por pocas en los pisos bajos; no ocasiona espanto; tiemblan los cristales; ligeras oscilaciones de los objetos colgados.

5.º «Fuerte», advertida generalmente en las casas, pero por pocos en la calle; despiértanse las personas dormidas, con espanto de algunas; batir de puertas y ventanas; sueñan las campanillas; oscilaciones amplias de los objetos colgados; parada de los relojes.

(1) T. Taramelli y G. Mercalli, «Il terremoto ligure del 23 febbraio 1887. Ann. de 11» Uff-Cent, di Meteor é Geodin 1888 VIII, parte IV p. 60.

6.º «Muy fuerte», sentida en todas las casas, y en muchas con espanto, saliendo huídos á la calle los vecinos; caída de objetos en las habitaciones; desconchados en los enlucidos; ligeros desperfectos en los edificios menos sólidos.

7.º «Fuertísima», advertida con espanto general, y huída de las casas; sensible hasta en la calle; suenan las campanas de las torres; caída de chimeneas y de tejas; muchos desperfectos en los edificios, aun cuando, por lo general, ligeros.

8.º «Ruinosa», advertida con gran espanto; ruína parcial de algunas casas y desperfectos generales y considerables en las demás; sin víctimas, ó solamente con alguna desgracia personal aislada.

9.º «Desastrosa», con ruína total ó casi completa de algunas casas; graves desperfectos en otras muchas, hasta hacerlas inhabitables; víctimas humanas, aunque no en gran número, diseminadas en diversos puntos de la población.

10. «Desastrosa»; ruína de muchos edificios, y muchas víctimas humanas; grietas del suelo; desprendimiento de materiales en las montañas.

11. «Catastrófica». Grandes catástrofes y multitud de víctimas humanas.

Atendiendo, pues, á esta escala, y considerando los diversos efectos producidos en la comarca afectada por la acción de los terremotos, podremos clasificar á los diversos pueblos, según la intensidad en que sintieron el fenómeno, del modo siguiente:

Terremoto del 21 de Mayo.

Alicante, Albanilla, Cartagena.....	Grado 3.º ó sacudida ligera.
Orihuela.....	» 4.º ó sensible.
Murcia.....	» 5.º ó fuerte.
Molina, Archena, Campos, Alguazas.....	» 6.º ó muy fuerte.
Cotillas, Ceutí, Lorqui.....	» 7.º ó fuertísima.

Terremoto del 3 de Abril.

Molina, Murcia, Archena.....	Grado 6.º muy fuerte.
Ceutí, Alguazas, Campos, Co- tillas	» 7.º fuertísima.
Lorquí.....	» 8.º ruinosa.

Al grado 8.º también debieron corresponder las sacudidas sísmicas sentidas en Lorquí los días 10 y 16 de Mayo último.

ESTUDIO DE LOS SISMOGRAMAS

Los terremotos correspondientes á los días 21 de Mayo y 3 de Abril de 1911 se acusan manifiestamente en los aparatos de la estación sismológica de Cartuja, en Granada, y en los del Observatorio del Ebro, cerca de Tortosa, quedando representadas gráficamente en los sismogramas correspondientes que se reproducen en las figuras 4.ª á 7.ª Los de Cartuja nos fueron facilitados por el Secretario del Ayuntamiento de Lorquí, y los de Tortosa por el Director del Observatorio el P. Cirera, quien á solicitud nuestra se prestó amablemente á suministrarnos los datos recogidos por el encargado de aquella estación sismológica el P. Múnera.

Antes de entrar en el examen de estos gráficos, creemos conveniente consignar algunas ideas generales acerca de lo que es y lo que puede deducirse del examen de un sismograma.

Un sismograma completo consta de diferentes partes, que corresponden á distintas fases del fenómeno sísmico, cuyas fases, de un modo general, pueden separarse en tres, que se denominan fases inicial, principal y final.

En la fase inicial se distinguen dos subfases distintas. En la primera principia á registrarse el fenómeno, las vibraciones tienen un período muy rápido y muy poca amplitud, y su duración crece con la distancia al epicentro. La trepidación en los aparatos se produce por la onda longitudinal, y el que se registre más ó menos pronto depende de

la naturaleza de los terrenos sobre que se asientan los instrumentos y de la sensibilidad de los mismos.

En la segunda subfase el período de las vibraciones es menos rápido, su amplitud va en crecimiento, la duración aumenta con la distancia al epicentro, y es casi igual, más bien un poco menor, que la de la primera subfase. La génesis de esta parte de la fase inicial ha dado lugar á muchas dudas é interpretaciones. Algunos la han atribuído á la onda transversal. Alfani la consideró producida por las vibraciones de la onda longitudinal modificadas por superposición de la onda secundaria superficial.

La fase principal se divide á su vez en tres subfases que se denominan larguísima, máxima y en grupos. La primera es de un período muy largo, con amplitud extraordinariamente reducida. Su duración en los aparatos registradores varía, según los casos. La onda máxima tiene un período menos largo, y alcanza en esta subfase la amplitud máxima, creciendo ésa con la sensibilidad de los aparatos y con la intensidad de las sacudidas. Se admite que debe ser resultado de la onda superficial.

En la subfase en grupos el período es muy constante y la amplitud decreciente aparece dividida en grupos, todos ellos casi de igual duración. Se debe á una onda secundaria superficial producida por otra sacudida en el epicentro, ó á la onda refleja de la fase máxima.

La fase final está constituída por las últimas ondulaciones de la corteza terrestre, y su duración depende de la sensibilidad de los aparatos.

Por el examen de las diferentes formas de los sismogramas pueden deducirse algunas consecuencias relativas á la distancia á que se encuentra el epicentro, y sirven también cuando se conoce la distancia á que ocurrió la sacudida para establecer algunos supuestos que inducen á determinar la profundidad á que debe encontrarse el hipocentro.

Los sismogramas que reproducimos en las figuras 4.^a y 5.^a correspondientes á los terremotos de 21 de Mayo y 3 de Abril de 1911, fueron registrados en los aparatos de la estación sismológica de Cartuja (Granada); representan los componentes vertical de las sacudidas, y comparados con

otros que se consideran como típicos, resultan que corresponden á los producidos cuando el epicentro se encuentra á menos de 500 kilómetros de distancia del Observatorio. En dichos sismogramas las subfases 1.^a y 2.^a de la fase inicial

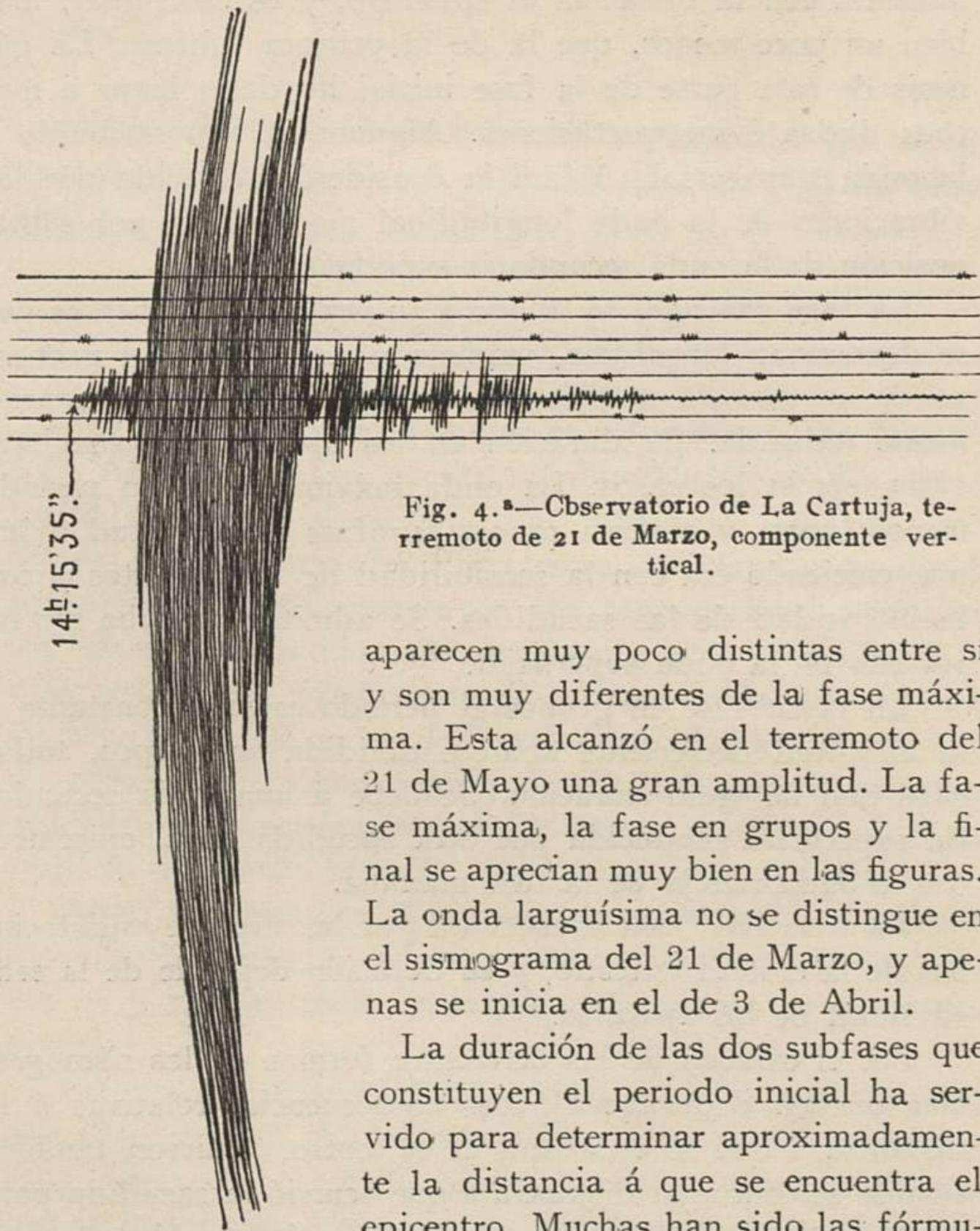


Fig. 4.^a—Observatorio de La Cartuja, terremoto de 21 de Marzo, componente vertical.

aparecen muy poco distintas entre sí y son muy diferentes de la fase máxima. Esta alcanzó en el terremoto del 21 de Mayo una gran amplitud. La fase máxima, la fase en grupos y la final se aprecian muy bien en las figuras. La onda larguísima no se distingue en el sismograma del 21 de Marzo, y apenas se inicia en el de 3 de Abril.

La duración de las dos subfases que constituyen el periodo inicial ha servido para determinar aproximadamente la distancia á que se encuentra el epicentro. Muchas han sido las fórmulas que á este propósito se han aplicado, y aun cuando en este terremoto la situación del epicentro resulta perfectamente determinada por los efectos producidos, trataremos de aplicar al caso de Lorquí algunas de las referidas fórmulas con el propósito de comprobar, mediante un nuevo ejemplo, el grado de exactitud que aquellas alcanzan. La comparación de

los sismogramas de los terremotos de 21 de Marzo y 3 de Abril es realmente interesante, puesto que teniendo dichos terremotos común el epiceno, la duración de la fase inicial

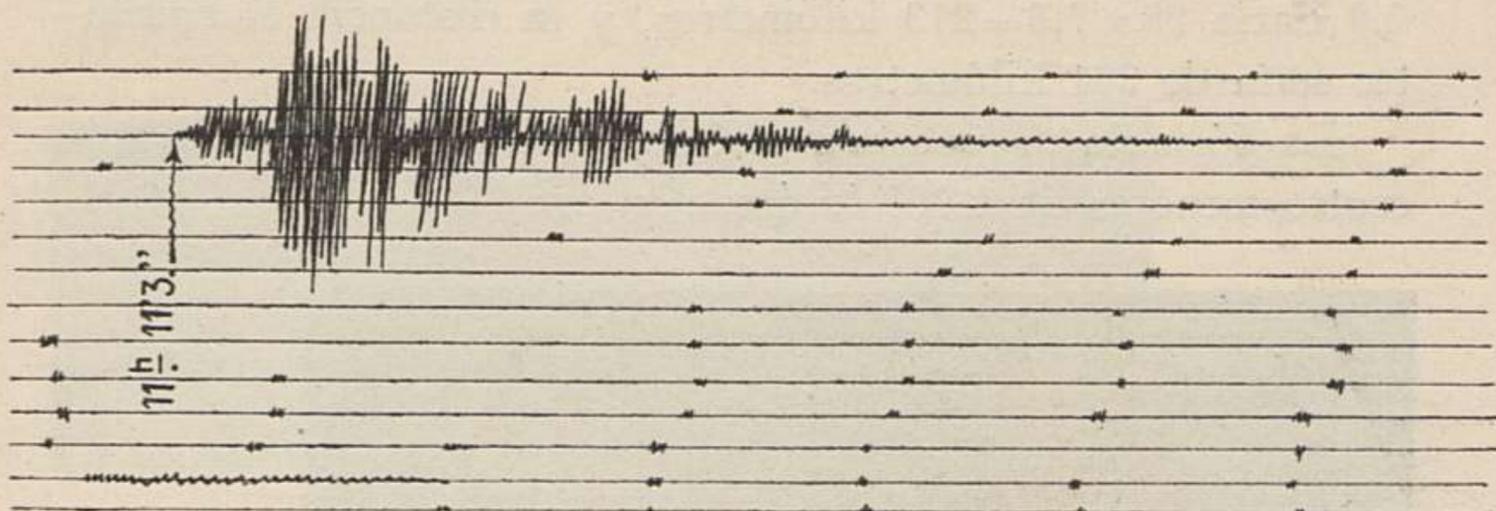


Fig. 5.^a—Observatorio de La Cartuja, terremoto de 3 de Abril, componente vertical.

debía ser la misma, y así resulta del examen de dichos sismogramas, en los que la duración de las distintas fases se expresa á continuación:

Terremoto del 21 de Marzo.

Duración del período inicial en que se aprecian mal:

Las dos primeras subfases.....	28"
Duración de la fase máxima.....	61"
Idem de la fase en grupos.....	92"
Idem de la fase final.....	160"
	341"

Terremoto del 3 de Abril de 1911.

Período inicial.....	28"
Fase larguísima (apenas se nota).	
Fase máxima.....	60"
Fase en grupos.....	124"
Fase final.....	116"
	328"

La fórmula Etzold, aplicando la constante de 5,6 correspondiente á terremotos próximos, nos da el resultado siguiente: $8 \times 5,6 = 157$ kilómetros; aplicando la constante 7,6 daría $28 \times 7,6 = 213$ kilómetros, y la distancia al epicentro sería de 231 kilómetros.

La fórmula propuesta por Omori para distancias al epicentro menores de 2.000 kilómetros, es:

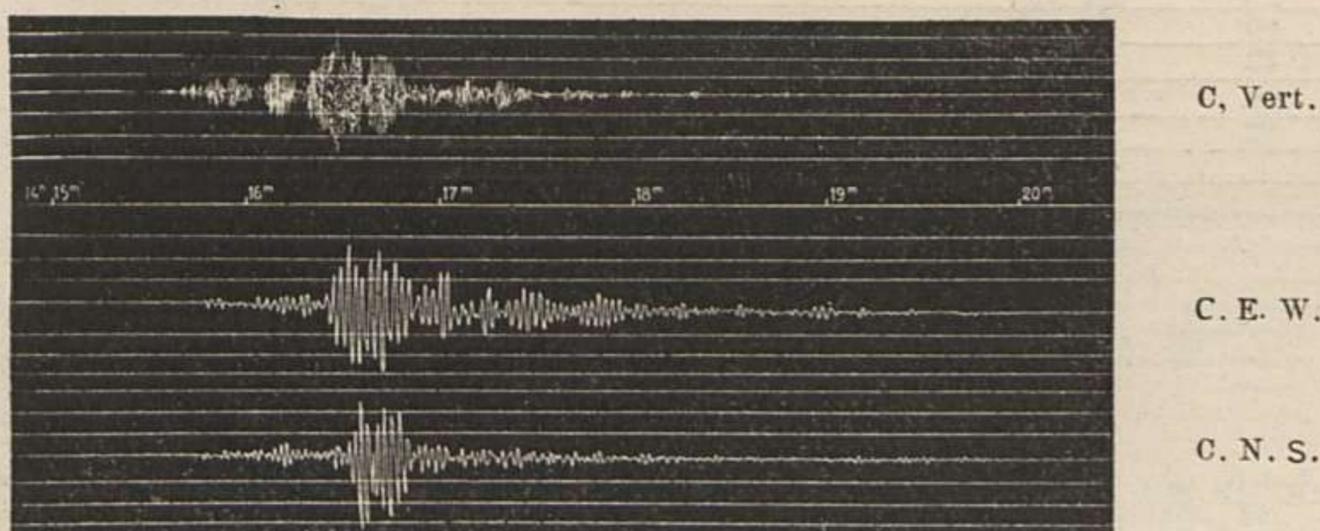


Fig. 6.^a—Observatorio del Ebro, terremoto de 21 de Marzo.

A (kilómetros) = $7,27 Y_1 \div 2$ (segundos) $\div 38$ kilómetros, ó sea en nuestro caso para los terremotos del 21 de Mayo y 3 de Abril, $A = 7,27 \times 28 \div 38 = 241$ kilómetros, cuyo resultado es muy aproximado á la verdad.

La fórmula de Stiattesi es

$$A \text{ (kilómetros)} = 5,34 \times Y_1 \div 2 \text{ (segundos)} \div 38 \text{ kilómetros,} \\ \text{ó sea } A = 188 \text{ kilómetros.}$$

Esta cifra resulta, pues, menos aproximada que la obtenida por la fórmula de Omori.

Los sismogramas proporcionados por el Observatorio del Ebro (figuras 6.^a y 7.^a) se asemejan más á las de un terremoto lejano que los del Observatorio de La Cartuja. Esta diferencia no sólo debe atribuirse á que el primero está situado á mayor distancia del epicentro que el segundo, sino también á que la onda sísmica tuvo que atravesar terrenos muy diversos, cortando, además, oblicuamente, importantes fallas.

En el sismograma de Tortosa se aprecian mejor que en

el de la Cartuja las dos subfases de la fase preliminar, pues en los aparatos de este último Observatorio, por la proximidad del epicentro, debieron superponerse las ondas unas sobre otras.

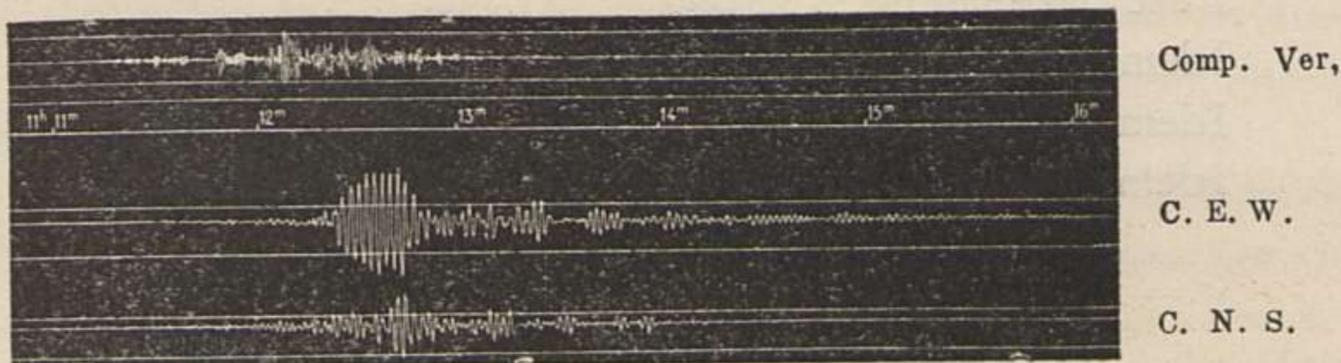


Fig. 7.^a—Observatorio del Ebro, terremoto de 3 de Abril.

Del examen de estos sismogramas se deduce también la duración de las distintas fases, que fué la siguiente para los dos terremotos, y para las distintas componentes.

21 de Marzo de 1911.

Componente E. W. :

Subfase 1. ^a = 12	} Fase inicial.....	45"
» 2. ^a = 33		
Fase larguísima.....		4"
Fase máxima.....		38"
Idem en grupos.....		73"
Idem final.....		142"

Componente N. S. :

Subfase 1. ^a = 23	} Fase inicial.....	49"
» 2. ^a = 26		
Fase larguísima.....		7"
Idem máxima.....		36"
Idem en grupos.....		73"
Idem final.....		154"

Componente vertical :

Subfase 1. ^a =15	} Fase inicial.....	43"
» 2. ^a =28		
Fase larguísima.....		3"
Idem máxima.....		31"
Idem en grupos.....		58"
Idem final.....		154"

3 de Abril de 1911.

Componente E. W. :

Subfase 1. ^a =31	} Fase inicial.....	42"
» 2. ^a =11		
Fase larguísima.....		6"
Idem máxima.....		51"
Idem en grupos.....		147"
Idem final (se sale fuera de la figura).		

Componente N. S. :

Subfase A.=32	} Fase inicial.....	46"
» B.=14		
Fase larguísima.....		5"
Idem máxima.....		42"
Idem en grupos.....		56"
Idem final.....		118"

Componente vertical :

Subfase A.=38	} Fase inicial.....	46"
» B.=8		
Fase larguísima.....		5"
Idem máxima.....		34"
Idem en grupos.....		28"
Idem final.....		115"

Se deduce, además, del examen de los sismogramas que

nos ocupan, que el terremoto del 21 de Marzo fué más violento que el del 3 de Abril y que en los dos las vibraciones en el sentido de los componentes E. W. fueron más intensos que en el sentido N. S.

Como en las sacudidas sísmicas de los referidos dos días, el epicentro fué común, la duración de la preliminar en ambas debía ser igual, como, efectivamente, resulta del análisis de los sismogramas.

El promedio de las duraciones de la fase preliminar en los dos terremotos, en todos sus componentes, resulta ser de 45 segundos; con este dato podemos comprobar para los terremotos de Lorquí las fórmulas que sirven para la determinación del epicentro, análogamente á lo hecho al tratar de los sismogramas de la Cartuja.

La fórmula de Etzold con la constante 5,6 da 45 por $56 = 252$ y con la constante $7,6 = 342$, este último resultado es muy aproximado á la verdad, puesto que la distancia efectiva es de 339 kilómetros.

La aplicación de la fórmula de Omorí da $= 7.27 \times 45 + 38 = 365$ kilómetros: y el resultado es, según se ve, bastante aproximado; la de Stiattesi da: $A = 5'34 \times 45 \div 38 = 278$ kilómetros.

Las fórmulas aplicadas, teniendo en cuenta la fase primera del período preliminar, dan por resultado distancias para el epicentro muy por bajo de la realidad; la de Omorí nos dá:

$A = 14,7 \times 7 = 14,7 \times 15 = 220$ kilómetros.

VELOCIDAD DE LA ONDA SUPERFICIAL

Para el cálculo de la velocidad de la onda superficial emplearemos la fórmula siguiente:

$$V = \frac{x_1 - x}{t_2 - t_1}$$

En la que: x es la distancia de un punto A al epicentro
 x_1 la de otro punto B, más distante que A¹
 al epicentro.

t_1 instante de la llegada de la onda á A.

t_2 instante de la llegada de la onda á B.

Para aplicar esta fórmula emplearemos las horas que figuran en los sismogramas de Granada y Lorquí.

Tendremos: Distancia de Granada á Lorquí.. 231 kilómetros.
Idem de Tortosa á Lorquí..... 339 —

	TERREMOTO DE	
	21 de Marzo.	3 de Abril.
Llegada de la onda sísmica (comp. vert.) á Granada.....	14-15'-35"	11-11'- 3"
Idem id. id. id. á Tortosa.....	14-15'- 3"	11-11'-12"
$= \frac{339 - 231}{37'' - 35''} = 54$ kms. por 1'' para el terremoto de 21 de Marzo de 1911.		
$V = \frac{339 - 231}{12'' - 3''} = 12$ kms. por 1'' para el terremoto de 3 de Abril de 1911.		

El último de estos dos resultados está de acuerdo con la velocidad *mèdia* que los sismólogos admiten para las ondas longitudinales, que es precisamente de 12.000 metros por segundo; el primero difiere bastante de esta cifra, y esta diferencia pudiera atribuírse á que entre los relojes de los observatorios no hubiera perfecto acuerdo.

HORA EN QUE SE SINTIERON LOS DOS PRINCIPALES TERREMOTOS

Será fácil calcular la hora en que se debió sentir el terremoto en la zona epicentral, conocida, como es, por los datos proporcionados por los observatorios, la hora en que la sacudida se sintió en éstos, y pudiéndose calcular fácilmente el tiempo que tardó la onda sísmica en trasladarse desde Lorquí al Observatorio.

Para determinar este tiempo nos valdremos de la siguiente fórmula:

$$X = \frac{D}{V}$$

En la que: X es el tiempo que tardó la onda en trasladarse desde el epicentro al Observatorio.

D distancia del epicentro al Observatorio.

V velocidad de la onda superficial.

Aplicándola para el terremoto del 21 de Marzo y substituyendo en ella los datos correspondientes al Observatorio de Cartuja, tendremos:

$$X = \frac{231}{54} = 4''3$$

y por tanto, en Lorqui se debió sentir el terremoto á las 14 horas 15' 35" — 4" = 14 h. 15' 31".

Aplicando ahora la fórmula al terremoto del 3 de Abril y valiéndonos también de los datos del Observatorio de Cartuja, tendremos:

$$X = \frac{291}{12} = 19''2$$

ó sea que la hora en que se debió sentir este terremoto en la zona epicentral fué en las 11 h. 11' 3" — 19" = 11 h. 10' 44".

Claro es, que estos mismos resultados se obtienen substituyendo en la citada fórmula, las cifras correspondientes al Observatorio de Tortosa.

DEFECTOS DE LA EDIFICACIÓN.—REMEDIOS

Es frecuente en los pueblos de la huerta murciana el que se fabriquen los muros de las casas con cantos rodados mal trabados con barro, que se deshacen por cualquier sacudida, apoyados en el suelo, ó con escasos cimientos. Otras veces se hacen las paredes de tapial ó de adobes, con malas maderas mal clavadas y sin trabazón alguna, se montan los tabiques al aire, sin más sujeción que el yeso que cubre las juntas; los pares de las armaduras de los tejados suelen descansar en las paredes, sin apoyarse en soleras ni hileras, los maderos de piso sin carreras para su sostén, resultando en definitiva que las construcciones son, por lo general, de malísimas condiciones, y no ofrecen el aguante necesario para los casos, por fortuna poco frecuentes en la comarca, en que tengan que resistir á los sacudimientos de la corteza terrestre.

Se hace, pues, preciso, en lo sucesivo, el tomar ciertas precauciones para evitar en lo posible, la repetición de lo ocurrido durante los terremotos actuales, sobre todo cuando se

trate de edificaciones nuevas, y aun también de la reparación de los desperfectos que han ocasionado.

A este propósito, consideramos de interés el consignar aquí las reglas generales que, como consecuencia de múltiples observaciones, aconsejan los sismólogos para la seguridad de las edificaciones (1).

1.º En las regiones donde con frecuencia ocurren terremotos es necesario evitar las zonas sísmicamente peligrosas.

2.º Deben evitarse las construcciones sobre terrenos sedimentarios muy recientes ó poco compactos, así como igualmente sobre las pendientes ó sobre los límites geológicos. Conviene, por consiguiente, escoger los terrenos más á propósito por su continuidad y capacidad, como son las zonas cristalinas y las calizas compactas, evitando los suelos de rocas desmoronadizas, los sedimentos de aluviones muy pequeños y las arcillas arenosas. Es preciso, en suma, hacerse cargo de que los terrenos en que ha de apoyarse la edificación han de ser el fundamento de los cimientos de sus muros.

3.º Conocida la dirección habitual ó predominante de las sacudidas en un lugar determinado, es necesario cuando las casas tengan forma rectangular, disponerlas de modo que reciban el choque sísmico en dirección de una de sus diagonales.

4.º Las casas deben tener cimientos profundos y de excelente construcción.

Los cimientos deben estar bien unidos entre sí y deben llegar hasta la roca ó terreno muy compacto, y en su defecto apoyarse sobre un asiento de hormigón artificial. Opinan algunos que es preferible construir las casas sobre una plataforma separada del suelo en absoluto, de modo que el edificio pueda oscilar independientemente del suelo.

5.º Los muros no deben tener la base menor de $\frac{1}{8}$ de su altura y es indispensable que se construyan con los mejores materiales.

Pueden emplearse ladrillos bien cocidos, piedras bien labradas á escuadra, y buenos morteros de cal ó cemento. Re-

(1) M. Bavalta: II terremoto calabro-sículo del 28 de Diciembre de 1908. *Boll. Soc. Geog. Italiana*, 1909.

cientemente se ha propuesto también el construir con ladrillos enlazados entre sí, ó atravesados con alambres.

Los muros con entramados de madera dispuestos de suerte que resulte indeformable el edificio, son, sin duda alguna, preferibles, con la precaución de que los palos montantes, por lo menos los de los ángulos, se introduzcan en la roca. También los muros reforzados con montantes de hierro en los ángulos y enlazados entre sí se han estimado convenientes.

El cemento armado ha dado también buenos resultados, según pudo comprobarse cuando el terremoto de San Francisco de 18 de Abril de 1906, y en el de Kingston, en Jamaica, de 14 de Enero de 1907.

En definitiva, los edificios deben presentar las condiciones necesarias para que todas sus partes oscilen sincrónicamente. En tal concepto, prefieren los japoneses las construcciones ligeras, mientras que los americanos optan por las pesadas, dispuestas de modo que formen como masa única oscilante.

6.º Es necesario evitar los suelos con bóveda, especialmente en los pisos altos y en las iglesias. Pueden tolerarse al nivel del terreno, ó en los edificios de forma alargada, con tal de que su eje sea paralelo á la dirección de la prolongación máxima de las sacudidas en la región, y que su «ságita» no sea menor del tercio de la «luz».

7.º Las construcciones redondas de eje vertical resisten mejor las sacudidas, y, en tal concepto, debe aconsejarse que se emprenda la edificación de casas antisísmicas, formadas por diferentes porciones de forma cilíndrica, enlazadas entre sí.

8.º Es necesario evitar las escaleras con un solo muro de apoyo; deben emplearse escalones de una pieza, profundamente encajados en los muros laterales y á otro intermedio que sirva de apoyo común á los escalones de los tramos bilaterales.

9.º No deben emplearse adornos ni aditamentos pesados, tales como balcones, cornisas, terrazas volantes, etc.

10. Es preferible cubrir las casas con azoteas mejor que con tejados. En el caso de ser indispensables estos últimos, deben hacerse ligeros, con materiales cuyo peso no exceda

de 45 kilogramos, por m.² y sin que las vigas graviten directamente sobre los muros, sino con cadenas horizontales que no permitan que éstos se destrocen. Las tejas deben estar cogidas á la armazón y no simplemente apoyadas á ella: es preferible el empleo de la chapa de cinc.

11. Las ventanas deben ser limitadas en número y amplitud. Deben tener arquivadas con arcos descargados y estar distantes de los ángulos del edificio 1'50 metros, por lo menos.

12. Es indispensable construir las casas bajas, que no excedan de 10 metros de altura, y á lo largo de una misma calle deben ser todas de la misma altura. Se fabricarán con materiales cuya densidad vaya gradualmente decreciendo de abajo arriba, con el propósito de igualar en lo posible los diversos momentos de inercia de las diferentes porciones ascendentes del edificio, y tener, además, el centro de gravedad todo lo más bajo que se pueda.

13. Las calles y las plazas deben ser anchas; en el centro de la población no deben tener menos de 10 metros de amplitud, y en los puntos menos habitados 8 metros como *mínimum*.

14. A fin de que las edificaciones se presten mutuo apoyo, es necesario que estén la unas contiguas á la otras.

A estas reglas de índole práctica pudieran agregarse otras de carácter teórico, que resultan de los interesantes estudios y experimentos del notable sismólogo japonés F. Omori, profesor de la Universidad imperial de Tokio, pero su exposición nos llevaría demasiado lejos, y no parece necesaria al objeto del presente trabajo.

Claro es que de las anteriores reglas no deberá aplicarse en la región murciana más que lo que se considere pertinente, según las circunstancias de cada caso; pero es indiscutible que, mediante una discreta interpretación de las mismas, habrán de conseguirse los resultados apetecidos, sirviendo, en definitiva, los consejos de los sismólogos de provechosa enseñanza para los encargados de las obras que en adelante hayan de realizarse en aquel país privilegiado.

RESUMEN

Los temblores de tierra de la provincia de Murcia que comenzaron en el mes de Marzo de 1911, terminando en Junio del mismo año, son la repetición de otros semejantes, que figuran en la historia de la sismología murciana y que se han reproducido en períodos muy desiguales de tiempo y duración.

Corresponden á uno de los focos principales, comprobados en la comarca, al llamado de Archena, ó más exactamente, de Lorquí, y no hay recuerdo de que las sacudidas producidas por este foco hayan ocasionado catástrofes de esas que dejan indeleble recuerdo en la memoria de los pueblos.

Tienen el epicentro en una zona de reducida extensión, situada junto al curso del Segura, entre los pueblos de Ceutí y Lorquí, y en la intersección de dos grandes líneas de fractura ó de menor resistencia que se relacionan con las rocas eruptivas y los manantiales termales de la comarca.

Las sacudidas sísmicas se han percibido manifiestamente dentro de un radio de 25 kilómetros alrededor del epicentro.

En el pueblo de Lorquí se han manifestado con mayor frecuencia é intensidad los sacudimientos, no solamente por su situación dentro de la zona epicentral, sino también por que se halla edificado en el contacto de dos terrenos de formación geológica diferente.

El epicentro parece estar situado á unos 4 kilómetros de profundidad.

Los terremotos de que se trata deben clasificarse entre los que los sismólogos modernos denominan criptogénicos.

Hay fundamento para suponer, si bien no resulta en absoluto comprobado, que el exceso de lluvias caídas en la comarca durante el invierno de 1910 y la primavera siguiente, haya podido contribuir á la génesis de los temblores de tierra ocurridos en el período sísmico que nos ocupa.

Los efectos de los terremotos en cuestión han sido: en la zona epicentral; agrietamiento de la mayor parte de las

casas, hundimiento de algunas paredes, caída de varias chimeneas. Aumento del caudal de algunas fuentes.

Ruidos subterráneos que han precedido ó acompañado á las sacudidas.

Los manantiales termales no han sufrido alteración en sus caudales ni en sus temperaturas.

No han ocurrido desgracias personales.

Desde el día 21 de Marzo hasta el 20 de Junio, se han registrado 95 sacudidas sísmicas, siendo las más notables las ocurridas en los días 21 de Marzo, 3 de Abril y 7, 10 y 16 de Mayo, las cuales, tres por lo menos, por su intensidad, deben clasificarse como «ruinosas» ó del grado 8.º de la escala de Mercalli.

Las edificaciones de la huerta murciana son, por lo general, muy defectuosas y no ofrecen las condiciones necesarias para resistir, sin menoscabo, los sacudimientos de alguna importancia de la corteza terrestre.

Es muy conveniente que, para lo sucesivo, tengan presente los encargados de las obras, las reglas generales aconsejadas por los sismólogos para la seguridad de las edificaciones; cuyas reglas se consignan en el cuerpo del presente trabajo.
