

TERREMOTOS DE ANDALUCÍA



2 400 40



MADE IN SPAIN

R. 21524

# TERREMOTOS DE ANDALUCÍA

## INFORME

DE LA COMISIÓN NOMBRADA PARA SU ESTUDIO

DANDO CUENTA DEL ESTADO DE LOS TRABAJOS

EN 7 DE MARZO DE 1885



MADRID

IMPRESA Y FUNDICIÓN DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

Isabel la Católica, 23

1885

Biblia	
...	
...	C
...	32
...	56

31 AGOS. 96 Cruz N. 18 r. 025

## REAL ORDEN NOMBRANDO LA COMISIÓN.

---

MINISTERIO DE FOMENTO.—*Real orden.*—Ilmo. Sr.: En vista de la gravedad que han revestido los movimientos subterráneos que tantos desastres han causado en las provincias de Andalucía desde el 25 del pasado mes, y siendo de imprescindible necesidad el proceder desde luego al estudio de estos fenómenos, por desgracia tan frecuentes en España, no ya con un objeto puramente especulativo y científico, sino para deducir de la marcha de los temblores de tierra y de las circunstancias que los preceden y acompañan las precauciones y medidas que pueden adoptarse para evitar ó por lo menos atenuar sus terribles consecuencias; S. M. el Rey (que Dios guarde) se ha servido disponer: 1.º Que se nombre una Comisión compuesta de los Sres. D. Manuel Fernández de Castro, Inspector general de primera clase del Cuerpo de Minas, Director de la Comisión del Mapa geológico de España, individuo de la Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales y Senador del Reino, Presidente; Vocales, D. Juan Pablo Lasala, Ingeniero Jefe de primera clase, Presidente de la Comisión del trazado de Meridianas; D. Daniel Cortázar, de la Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales é Ingeniero Jefe de segunda clase, y D. Joaquín Gonzalo Tarín, Ingeniero Jefe de segunda clase, ambos afectos á la Comisión del Mapa geológico, con el personal auxiliar que proponga el Presidente de la Comisión <sup>(1)</sup>. 2.º Terminados los estudios,

(1) En virtud de lo dispuesto en esta Real orden, han acompañado á la Comisión los Auxiliares facultativos de Minas D. Isidro Manuel Pato, Don José María Ordóñez y D. Lucio Gómez y Mansilla.

la Comisión los condensará en una Memoria que se publicará en tiempo oportuno. 3.º Los gastos que origine esta Comisión se aplicarán á la segunda partida del artículo 2.º, capítulo 22 del presupuesto vigente, transfiriendo al efecto 20.000 pesetas de la última partida de los mismos artículo y capítulo.

De Real orden lo digo á V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde á V. I. muchos años. Madrid 7 de Enero de 1885.—PIDAL.—Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

REAL ORDEN MANDANDO PUBLICAR EL INFORME,

---

MINISTERIO DE FOMENTO.—Ilmo. Sr.: Vista la Memoria que ha presentado la Comisión encargada de estudiar los terremotos de Andalucía, como resumen del trabajo más completo que se propone formular cuando haya terminado sus estudios, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido á bien disponer que se publique en la *Gaceta de Madrid*.

De Real orden lo digo á V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde á V. I. muchos años. Madrid 21 de Marzo de 1885.—PIDAL.—Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

# COMISIÓN

PÁRA EL ESTUDIO

DE LOS

## TERREMOTOS DE ANDALUCÍA.

---

INFORME DANDO CUENTA DEL ESTADO DE LOS TRABAJOS

EN 7 DE MARZO DE 1885.

Excmo. Sr.: La Comisión nombrada por Real orden de 7 de Enero próximo pasado para estudiar los terremotos que desde el 25 de Diciembre último se han sentido en una vasta extensión de la Península y han ocasionado graves daños en las provincias de Málaga y Granada, no bien recibió el mandato de V. E., se puso en camino con dirección á estas provincias, no acordándose ni de los peligros y penalidades de la expedición, ni de lo limitado de los conocimientos que posee para examinar tan ardua cuestión; y fijó su pensamiento en acudir cuanto antes al sitio de la catástrofe, correspondiendo de esta manera á la confianza que V. E. le había dispensado.

En el tiempo que lleva de no interrumpidas y asiduas investigaciones, la Comisión ha visitado primero el pueblo de Gúevéjar, situado á tres leguas al Norte de Granada, y después, en dirección del Mediodía, los pueblos del valle de Lecrín y las vertientes de la sierra Almiñana, para llegar por Dúrcal, Múrchas, Melegís, Restábal y Saleres á las ruinas de Albuñuelas, así como pasando por Talará, Chite, Béznar y Tablate, pudieron verse los nuevos manantiales termales de Izbor.

Reunida la Comisión otra vez en Granada, mientras parte de sus individuos extendían sus investigaciones por los derrames de Sierra Elvira, Santafé, Pinos y Loja, otros caminaron por Armilla, Gabia la Grande, La Malá, Acula, Ventas de Huelma y Cacín, para alcanzar á los primeros en los baños de Alhama.

Reconociendo con gran detención la desgraciada ciudad de este nombre y los pueblos de Fornes, Jayena, Arenas del Rey, Játar, Santa Cruz de Alhama y las cortijadas comarcanas, se trasladó al valle de Zafarraya, y no sólo examinó el estado del pueblo que le da nombre, el de las Ventas y el Almendral, sino que estudió atentamente el terreno del valle y las cordilleras que le limitan, avanzando por la falda septentrional de Sierra Tejeda hasta cerca de Alhama.

Saliendo de estos sitios se trazaron itinerarios diversos para formar un amplio polígono, que cerrándose en Málaga tocase por un lado en los pueblos de Alfarnate, Alfarnatejo y Colmenar, y por otro en los de Alcaucín, Canillas de Aceituno y Vélez Málaga, que todos se visitaron, así como otros comprendidos dentro del citado perímetro, en los que la acción de los terremotos había sido muy notable: tales eran el cortijo de Guaro, Periana, los baños de Vilo, la cortijada de Mondrón, Borge, Benamargosa, La Viñuela y algunos más.

En todos estos puntos la Comisión ha recogido datos que cree importantísimos para la cuestión que estudia; mas para terminar su cometido aún le queda que revisar ciertos lugares, recorrer toda la zona del litoral desde Estepona á Almería, y en el interior las sierras de Ronda, Abdalajís y Mijas, en la provincia de Málaga; y las de Guájarras, Lújar y Contraviesa en la de Granada, para llegar en las Alpujarras á Orgiva y Ugijar: puntos todos los citados donde si no se han sufrido por fortuna daños de tanta consideración como en lo ya recorrido, se han experimentado con intensidad los efectos seísmicos, y pueden sin duda alguna suministrar datos que comprueben ó modifiquen los ya adquiridos, ó las deducciones que de éstos se han sacado.

En la imposibilidad de llegar con oportunidad para obtener noticias exactas á todos los pueblos donde se han sentido los temblores de tierra, la Comisión, desde el momento en que tuvo noticia de su nombramiento, se ocupó en redactar un interrogatorio donde pueden consignar, aun las personas menos ilustradas, los hechos por ellas observados. Estos interrogatorios, que contienen 55 preguntas relativas á los fenómenos más notables y frecuentes en los terremotos, han sido profusamente repartidos en las provincias afligidas por los temblores de tierra, y muy particularmente en las de Granada y Málaga, cuyos Gobernadores han prestado su poderoso auxilio para que fueran contestados por las Autoridades locales. Gracias á este procedimiento la Comisión posee ya algunos miles de contestaciones que,

reunidas á los datos que lleva por sí recogidos, y á los que después se obtengan, constituirán el proceso de este grandioso y terrible acontecimiento.

Al redactar la Comisión la Memoria en que dé cuenta de sus trabajos, expondrá los hechos más culminantes, la explicación de estos mismos según las teorías más modernas, las consideraciones á que da lugar la situación orográfica de los pueblos dañados ó destruidos, la constitución del suelo sobre que se asientan, las condiciones de edificación, etc., etc. Mas como esta Memoria habrá de tardar aún en redactarse, y como la espectación y la alarma pública son grandes, en consonancia con el terror que ha infundido, por una parte la magnitud del desastre, y por otra la imprudencia de los que propagan teorías mal interpretadas ó ideas mal entendidas, dando lugar á aseveraciones tan inexactas como alarmantes, conviene publicar cuanto antes el compendio de lo que llevamos observado, para contribuir de ese modo á que vuelva la tranquilidad á los ánimos, tanto más, cuanto que este informe provisional no servirá de obstáculo para que la Comisión presente el definitivo tan completo como sea posible, y sin más retraso que el tiempo indispensable para asunto tan complejo.

## I.

### TEORÍAS SEÍSMICAS.

No por ser breve debe dejar de exponer aquí la Comisión cuanto sea necesario para dar idea clara del fenómeno; así es que empezará por decir que tanto la provincia de Málaga como la de Granada han sido antes de ahora teatro de calamidades semejantes, contándose en las notas que hasta ahora hay recogidas más de 16 grandes terremotos en la primera y 18 en la segunda; y conviene notar que también han sido otras veces comarcas asoladas las que constituyen las provincias de Almería, Murcia, Alicante y Valencia; con la circunstancia, digna de especial mención, de que no han sufrido unas cuando han padecido otras, y que si ha habido terremotos que, como los de 1755 y 1804, se han hecho sentir simultáneamente en casi todas ellas, otros ha habido cuya acción se ha limitado á las dos provincias de Málaga

y Granada, como el de 1680, que tan terrible recuerdo dejó en ambas, y alguno, como el de 1861, que á pesar de su intensidad sólo se percibió en la de Granada.

Pero no anticipemos las ideas y expongamos, aunque brevemente, algunas generales acerca del más debatido y menos conocido tal vez de los problemas de la Endodinámica.

Un Ingeniero de minas español, D. Casiano de Prado, de reputación europea como geólogo, decía con motivo de haber sido comisionado, en una ocasión semejante á ésta, para estudiar los terremotos de Almería:

«¿Qué son estos temblores? ¿qué son estos ruidos? se me preguntaba en aquellos pueblos; y yo casi no sabía qué contestar. Los físicos y los geólogos se hacen unos á otros las mismas preguntas, y, por lo que parece, todavía está bastante lejano el tiempo en que se llegue á un acuerdo sobre tan extraño fenómeno.»

Más de 20 años han transcurrido desde que se escribían estas palabras, que pintan de una manera gráfica el estado en que se encuentra esta parte de la ciencia, y á juzgar por el desacuerdo que reina entre los que han tratado de explicar el origen de los terremotos que afligen las comarcas de Andalucía, diríase que no se ha adelantado un solo paso á pesar de los sorprendentes trabajos y del nuevo giro que revelan los estudios modernos seismológicos.

Un terremoto es el sacudimiento producido en el suelo de una comarca más ó menos extensa por las fuerzas endógenas; es decir, una manifestación de la dinámica terrestre de lo interior á lo exterior de nuestro globo.

Los físicos más adelantados comprenden hoy los terremotos como el resultado de una fuerza explosiva que, actuando por bajo del suelo de una región determinada, conmueve sus diversas partes simultánea pero independientemente.

Los geólogos dividen los terremotos en tres categorías ó clases, según la relación más ó menos clara que presentan con los fenómenos volcánicos.

Corresponden á la primera los temblores de tierra que acompañan siempre á las erupciones volcánicas; forman la segunda los que, íntimamente relacionados con dichas erupciones, se dejan sentir en los países comarcanos, mientras que la tercera clase de terremotos es la que agita las regiones distantes de volcanes en actividad, *con grandes intervalos de tiempo*, y suelen comprender dilatadas superficies.

Tenemos, pues:

- 1.º Terremotos volcánicos.
- 2.º Idem perimétricos.
- 3.º Idem telúricos.

Prescindiendo de las dos primeras clases, y ateniéndose sólo á la última, ya que á ella corresponden los fenómenos seísmicos que han tenido lugar en las provincias de Granada y Málaga, la Comisión pasará una rápida revista á las diversas teorías que para explicarlos se admiten entre los geólogos, á fin de adoptar aquella que mejor responda á los conocimientos actuales de la ciencia y con mayor unidad explique lo acaecido.

Todos los físicos y geólogos están conformes en el poder extraordinario de las fuerzas internas de la tierra, fuerzas que producen los inmensos y variados efectos de los volcanes y terremotos; pero existió una gran divergencia en los autores al apreciar el origen y naturaleza de aquellas fuerzas.

Sostienen unos las teorías de *Descartes*, *Leibnitz*, *Fourier*, *Laplace* y *Elie de Beaumont*, mantenidas hoy principalmente por los geólogos franceses, las cuales se fundan en la existencia en nuestro planeta de un calor interno, producido por el estado de fusión de casi toda la masa del globo, una vez que la parte sólida sólo se considera como formando una cutícula en la superficie.

El calor que irradia de semejante masa candente, y que se supone aumenta en un grado centígrado por cada 50 metros que se profundiza en la tierra, es el agente de los fenómenos endógenos para los partidarios de aquellas teorías.

La mayor parte de los físicos ingleses, norte-americanos é italianos, partiendo de las ideas de *Ampère*, *Davy*, *Poisson* y *Lyell* niegan ó no consideran necesaria la existencia de un núcleo líquido y candente en el globo terráqueo para que tengan lugar los fenómenos geodinámicos; y aun cuando reconocen que en general la temperatura de la tierra aumenta con la profundidad, atribuyen una acción principalísima, casi exclusiva en muchos casos, al agua que desde la superficie se infiltra y penetra por los poros y las quebras de las rocas á las regiones profundas.

La teoría del fuego central es, al parecer, la más sencilla y natural, porque teniendo á su disposición los geólogos semejante depósito inagotable de materia fundida, les basta ponerla en movimiento para dar razón de todos los fenómenos de la dinámica terrestre; mas

si tan pronta y obvia explicación encuentran estos fenómenos con el fuego central, no la tiene tan fácil, antes por el contrario da lugar á fundadas objeciones, la existencia misma del núcleo fundido en lo interior de la tierra, así como el origen del inmenso calor que en él se supone, pues no se concibe cómo se mantiene sin fundirse la delgada costra que lo cubre y sobre la cual habitamos.

No es esta ocasión de presentar con detalle las diversas razones en que se ha apoyado y sigue apoyándose la existencia del fuego interior de la tierra; pero sí conviene decir algunas palabras que las sintetizan.

Descartes primero, y después Newton y Leibnitz, consideraron la tierra como un astro de superficie fría, pero fundida en lo interior; fueron, por tanto, los precursores de Laplace, cuya cosmogonía de la tierra ha sido admitida hasta hace poco tiempo por la mayoría de los geólogos.

Fundó Laplace su hipótesis en la consideración de que las nebulosas, los soles, los planetas y los satélites no son más que las diversas fases de la vida de los astros y fiel representación, por tanto, de la historia de nuestro globo; deduciendo, en consecuencia, que en el centro de éste debe residir el grado máximo de su calor originario, el cual ha de ir disminuyendo hacia la superficie para perderse gradualmente en los espacios. Esta idea parece confirmarse por el aumento de temperatura que se observa al penetrar con pozos ó minados dentro de las capas terrestres; la muy alta con que surgen multitud de manantiales, y principalmente por las lavas que arrojan los volcanes y que se consideran como la materia misma que forma lo interno de la tierra. No es, pues, extraño que Fourier, Arago, Poisson y otros muchos, hayan llegado á deducir que el calor que aún conserva nuestro globo aumenta de tal manera, que á una profundidad igual á la centésima parte del radio sería de 2.000° C., y en el centro mismo pasaría de 200.000; y Elie de Beaumont, á su vez, ha deducido que la pérdida del calor interno por irradiación equivale al que se necesitaría para fundir una capa de hielo que cubriera todo el globo con un espesor de 0,0065 metros, con lo cual puede llegarse á fijar la época en que la tierra quedará helada.

La nebulosa teoría de Laplace, como la califica un ingenioso autor, apenas se sostiene en pie después que los descubrimientos astronómicos han demostrado la existencia en algunos planetas de movimientos retrógrados difíciles de comprender dentro de la antigua hi-

pótesis, aun después de las explicaciones de Faye. La resolución de las nebulosas, mediante telescopios perfeccionados, y la multitud de aereolitos cuyo camino en el espacio es completamente distinto del que debieran seguir de acuerdo con la teoría, son nuevas contradicciones de la misma.

Por otra parte, las razones que se pueden dar para negar que la tierra sea un cuerpo cubierto por una binza sólida y formada en lo interior por una pasta fluida y candente, son tantas que sólo para enunciarlas sería preciso ensanchar los límites en que debe encerrarse este informe, bastando para el objeto que se propone la Comisión hacer las indicaciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Que si se supone una masa fluida de las condiciones de la esfera terrestre y en su superficie llega á formarse una cutícula sólida, no será sin verificarse en ella un aumento de densidad que la obligaría á precipitarse en lo interior de la masa fundida.

2.<sup>a</sup> Que si bien se ha observado un aumento gradual de temperatura al penetrar en lo interior de la tierra á una profundidad que no llega á la diezmilésima parte del diámetro terrestre, las diferencias en dicho aumento son tan considerables y tan confusos los resultados de las observaciones hechas, casi siempre con gran dificultad, que es imposible deducir una ley de crecimiento de temperatura hasta llegar á la fusión de los cuerpos que forman la tierra; y eso admitiendo que aquél no variase con la presión.

5.<sup>a</sup> Que aun negando los estudios de Hopkins y Thomson, referentes á la precesión y nutación actuales, que exigen para la corteza terrestre un espesor por lo menos igual á la tercera parte del radio, al tener en cuenta los datos relativos al aplanamiento polar se consigue demostrar, como lo ha hecho Roche, que la tierra no es más que una enorme piedra meteórica cuyo interior representa la clase de las que Daubrée denomina *polisideritos*, mientras que la corteza, cuyo espesor se aproxima al sexto del radio de nuestro globo, viene á ser un aereolito ordinario con ganga aluminosa ó *peridótica*.

Resulta, pues, que si el calor interno del globo no es, ni puede admitirse como el remanente de la temperatura inicial de las nebulosas de Laplace, hay que buscar otro origen á la temperatura indispensable para el desarrollo de las fuerzas endógenas.

Sir Roberto Mallet admite que el calor interno de la tierra se debe á la fuerza que sobre cada partícula de la masa ejerce la presión de las que la rodean; Volger añade á la presión el roce de las aguas al fil-

trarse por las rocas y las transformaciones químicas que estas mismas aguas provocan; Davy encuentra que la oxidación de los metales alcalinos y térreos que pueden encontrarse en lo interior de la tierra, oxidación producida por el agua del mar y el oxígeno del aire que llegan hasta ellos, basta para obtener, no sólo el calor interno, sino todos los efectos geodinámicos.

Estas y otras muchas teorías han sido sucesivamente abandonadas, ya por sus mismos autores, ya por efecto de las fundadas objeciones á que ha dado lugar el ver que con ellas no se explican los múltiples fenómenos de la dinámica endógena.

Hoy debe admitirse que el calor interno que evapora el agua, dilata los gases, conmueve las montañas, funde las rocas y lanza á la superficie manantiales termales y torrentes de lava, no procede de un núcleo fluido central, ni de un océano intermedio candente que exista bajo una corteza sólida, sino que se origina en cada uno de los puntos de lo interior de la tierra donde se produzca una acción molecular; y como es un hecho inconcuso que esas acciones tienen lugar donde quiera que hay combinación química, rozamiento, presión, contacto de cuerpos de distinta naturaleza ó á diversa temperatura, desarrollo de electricidad, movimiento, en fin; ó lo que es lo mismo, como esas acciones se verifican en todas partes, en todas partes han de existir manifestaciones caloríficas, que infinitamente pequeñas en cada punto, se sumarán proporcionalmente á la masa donde se engendren y se acrecentarán, por tanto, con la profundidad de una manera más ó menos regular, en función de la naturaleza de las rocas y su mayor ó menor predisposición al desarrollo de las citadas acciones moleculares; y la fuerza así engendrada puede ser de tal intensidad, que alcance á vencer todos los obstáculos, dada la multiplicación de acciones moleculares y consiguiente desarrollo de fenómenos electro telúricos.

Supuesto el calor interno, Stoppani, Rossi y otros eminentes geólogos italianos, consideran la endodinámica terrestre como el resultado de la actividad telúrica, que no es una fuerza que desaparezca ó se extinga, sino que al par que se consume se reproduce continuamente; pudiendo deducirse que las grandes manifestaciones de los fenómenos endógenos, entre los cuales cuentan principalmente los fuertes terremotos y las grandes erupciones volcánicas, no son sino los máximos de una actividad variable dentro de límites muchas veces imperceptibles para nuestros sentidos.

Las capas terrestres se hallan rotas y divididas tanto vertical como horizontalmente por una red de innumerables quebras, dispuestas de un modo tal que dejan entre sí canales y oquedades de muy diversa amplitud, á través de las cuales pueden circular con facilidad variable el agua vaporizada y diversos gases, principalmente el ácido carbónico; masas gaseosas que pueden moverse, concentrarse ó dilatarse según los casos.

A estos diversos movimientos corresponderán las fases de las borrascas seísmicas, que empezando generalmente por sacudidas sólo observables con instrumentos apropiados, son el anuncio del terremoto sensible, después del cual aparecerán nuevos movimientos hasta que los vapores que los produjeron hayan recobrado por completo la calma, es decir, la tensión ordinaria.

Así se comprende por qué los terremotos telúricos se presentan unas veces en una región y luego en otra distinta, según es el punto en que se acentúan las tensiones de los gases acumulados en las cavernas subterráneas. Nótese también que en cada lugar los sacudimientos seísmicos siguen una dirección constante, porque siendo en ella fijas y determinadas de antemano las quebras y cavernas del suelo, fijas son las líneas por donde pueden marchar los gases que producen dichos movimientos.

Además, los fenómenos internos se relacionan con los de la meteorología exterior por varias causas, siendo de las más características el cambio de la presión barométrica y las tempestades que constantemente se desarrollan después de tener lugar un terremoto, cuyo origen no puede encontrarse sino en la condensación, en lo alto de la atmósfera, de los vapores que buscaron salida á través de las rocas cuando se verificó el terremoto.

Fuera de duda está también que las variaciones electro-magnéticas no sólo acompañan á las conmociones de la tierra, sino que en ocasiones pueden hacer sus veces y ser la sola representación de la actividad interna de nuestro globo. Otro tanto puede decirse de la circulación subterránea del agua y de los gases: la primera acusada en los temblores de tierra por el cambio de nivel en los pozos y en los lagos, el cambio en el régimen de las fuentes, la turbiedad de los manantiales y la aparición de nuevos veneros; mientras que las emanaciones de gases y vapores, ya en nieblas, ya en corrientes diversas, principalmente acusadas en las grietas del terreno, surgen con mayor ó menor abundancia en las conmociones seísmicas.

Con estas condiciones, la ley mecánica de los terremotos puede formularse diciendo que á la sacudida longitudinal de una zona limitada por líneas de fractura, ó fallas, como dicen los geólogos, suceden vibraciones transversales; es decir, que en cada lugar el suelo se mueve según sus condiciones topográficas, con ondas paralelas primero, y perpendiculares después á las quiebras geológicas.

Considerando los terremotos como producidos por un aumento de tensión en los gases que circulan subterráneamente, es muy fácil explicar los multiplicados efectos que producen: donde el choque de los vapores sea directo, se producirán voladuras, quiebras y movimientos de trepidación; donde la acción motora sólo llegue á través de las capas pétreas, los movimientos serán vibratorios y de intensidad decreciente; allí donde el agua vaporizada y el ácido carbónico busquen salida á la atmósfera, se producirán simas y quiebras de amplitud diversa; si la emisión se circunscribe á un sólo punto, podrán tener lugar, como se ha dicho, verdaderas voladuras de rocas, y el mismo movimiento de los gases podrá explicar los fenómenos concomitantes con el terremoto, ya el ruido precursor, ya los hundimientos posteriores en aquellos terrenos cuyos fundamentos se han conmovido por la misma trepidación.

Los seismómetros, los microseismógrafos, los auscultadores endógenos y otros muchos aparatos con que hoy se cuenta para el estudio de la geodinámica terrestre, no sólo han venido á comprobar en unos casos y á descubrir en otros las leyes de la seismología, sino que principalmente los últimos, haciendo perceptibles por medio del teléfono los ruidos subterráneos, demuestran que son semejantes á los que el vapor de agua produce al escapar con fuerte tensión de una caldera en que se halle encerrado; y tanto el micrófono como los péndulos seismográficos, han demostrado que la tierra vibra casi constantemente, produciendo ondas de velocidad distinta, que pueden compararse á las sonoras de los diversos tonos de la escala musical, y que estas vibraciones son la consecuencia de la diversa marcha y tensión de los vapores subterráneos.

Claro es que para comprender los grandes temblores de tierra, no sirve la teoría de Scheuchzer que creía poder explicar muchos casos de terremotos por hundimientos ocasionados por la disolución que las aguas subterráneas producen en ciertas rocas, principalmente la sal, pues estos hundimientos sólo han de trascender á limitadas superficies: tampoco son aplicables las ideas de los que admiten como

origen de los temblores de tierra y aun de las erupciones volcánicas la combustión de capas de hulla á gran profundidad, y no hay para qué indicar otras teorías, ya mecánicas, ya de mareas subterráneas, pues derivándose de la de Laplace y combatida ésta por la Comisión, de hecho lo están también todas las que parten de aquella hipótesis.

## II.

### OROGRAFÍA DE LAS PROVINCIAS DE GRANADA Y MÁLAGA.

Natural parece que, siendo las provincias de Granada y Málaga las que han sufrido la acción de los últimos terremotos, hagamos una concisa descripción geográfica de su territorio, señalando también los principales rasgos de su constitución geológica.

La región de ambas provincias está comprendida entre los 36° 47' y 38° 5' de latitud N. y 1° 25' E. á 1° 45' O. del meridiano de Madrid, con una superficie aproximada de 17.000 kilómetros cuadrados, en donde moran más de un millón de habitantes, esparcidos en un suelo de los más quebrados de España.

Aun cuando las sierras de este país dependen unas de otras y tienen el principal enlace ó nudo en las imponentes moles de Sierra Nevada, hállanse al parecer aisladas, pues si bien se unen por collados cuya altitud es en absoluto tan considerable que suele pasar de 4.000 metros, aparecen como deprimidos y bajos al compararse con las alturas que los rodean.

Entre las montañas del sistema Hespérico han convenido los geógrafos en que las sierras de la parte oriental septentrional de la provincia de Granada, se consideren como formando parte de la denominada Cordillera Ibérica, y de la Penibética todas las demás que, tanto en esta provincia como en la de Málaga, se extienden para penetrar en las limitrofes de Cádiz y Sevilla por la parte del Oeste, y en la de Almería por el Este.

La orientación general de todas estas sierras, es de NE. á SO.; pero varía notablemente al considerarlas aisladas.

En la parte más septentrional de la región objeto de este estudio, destácase la llamada Sierra Sagra, situada al N. y á unos nueve kiló-

metros de Huéscar, la cual se eleva á la notable altitud de 2.398 metros.

Por el NE. se enlaza con la Sierra Sagra la titulada Guillemona, la cual se une con las de las Cabras en territorio de la provincia de Albacete. Al S. y SO. de la Sagra sobresalen las denominadas Jubreña, Pedro Ruiz, del Muerto ó Bermeja, de Castril y la Tañasca, cuyo conjunto hace de aquellos parajes una comarca escabrosa y sombría.

Más al S., y una vez salvadas las elevadas llanuras de Huéscar, Baza y Guadix, se alcanzan las sierras de Periata, Oria y Baza, pertenecientes al gran macizo de las Estancias, que se extiende al E. por la provincia de Almería.

Es el principal relieve orográfico de toda esta región la Sierra Nevada, que lleva sus derrames desde el río de Almería hasta la ciudad de Granada, en dirección general de SSO. NNE., encontrándose los picos más elevados en la parte occidental. Descuella entre todos, por su altitud de 5.481 metros, el Mulhacen, que es el más elevado de la Península y figura en el séptimo lugar entre los más altos de Europa, y siguen luego el de Veleta al E. del anterior con 5.470, el de la Alcazaba con 5.514 y el de los Machos con 5.515.

En dirección paralela á la Nevada se encuentra al N. el gran macizo de la Sierra Harana, enlazada con aquella por una deprimida cumbre que arranca del pico de la Alcazaba, y con la misma dirección, pero separada por un ancho valle, se eleva junto á Atarfe, sola y aislada, la sierra Elvira. Más al N., en las cercanías de Iznalloz, las sierras de Piñar, del Pozuelo, del Morrón, de Limones, de Moclín y Parapanda, siguen una alineación general de NE. á SO., quedando separadas unas de otras por profundas gargantas que dan paso á varios tributarios del Genil.

De la última de las citadas se desprenden hacia el N. las de Cabra, de Montejicar, Alta Coloma y de Muros; más allá la de Montefrío y la de Chanza, y después la de Iznajar, la cual se bifurca desde la prominencia llamada Sierra del Pedroso en dos ramales conocidos por los Pechos de Archidona el de SSO. y sierra de Arcas el que se extiende al O., elevándose entre ambas la escueta peña de los Enamorados.

Al S. de Loja existe un gran macizo que alcanza una altitud de 4.670 metros, el cual se halla cortado por el cauce del Genil, quedando al N. los Hachos de Loja y al S. la Sierra Gorda, que se bifur-

ca en las denominadas de Zafarraya, Enmedio y Marchamonas, y cuyos derrames se enlazan con los de la Sierra Tejada. Penetra este macizo por el O. en la provincia de Málaga, formando una no interrumpida cadena de las sierras de Jorge, Palomera, del Saucedo, Dornillo, de las Cabras, del Torcal, Chimeneas y Fuenfría.

En esta región se distinguen también las de Abdalajís y de la Juma, y más allá las de Peñarubia y Teba.

Al S. de la Sierra Nevada, y enlazada con ella por el ramal que desciende del cerro del Lobo, se levanta la Contraviesa hasta 1.505 metros en el Cerrejón de Murtas, y la de Lújar, que alcanza 1.390 metros, junto al pueblo que la da nombre; formando entre unas y otras la escabrosa comarca de las Alpujarras.

Al O. de este macizo se elevan la sierra de las Guájaras y la de Albuñuelas hasta confundirse con las de Játar y Alhama, relacionadas á su vez con la Almirajara y Tejada, según una dirección próximamente perpendicular á la de la Nevada.

Las faldas de estas sierras descienden con rapidísimas pendientes por la provincia de Málaga hasta la costa, formando un suelo sumamente escabroso, lleno de tajos y precipicios, con innumerables quebradas que cortan las laderas con dirección general NO. á SE.

También desde la costa arrancan los Montes de Málaga, que se extienden hasta Casa Bermeja, Colmenar, Riogordo y La Viñuela, y algo más á Poniente la sierra de Mijas, de 1.150 metros en el cerro de la Cruz; la de la Alpujata, la Blanca y la Bermeja, que alcanza la altitud de 1.452 metros en el cerro de los Reales de Genalguacil.

Al N. de estas montañas se alcanzan la de Cártama, la Sierra Gorda de Coín y la de Gibalgaya, y como más occidental se encuentra la Serranía de Ronda, que, con dirección general de NE. á SO., se extiende desde el río Guadalfeo con los tajos del Gaitán, y sigue hasta penetrar en la provincia de Cádiz, alcanzando su mayor altura en el cerro de las Plazoletas de la sierra de Tolox, donde se acusan 1.960 metros de altitud y 1.746 en el puerto del Pilar, por el cual pasa la divisoria de aguas.

En este gran macizo se elevan varias eminencias que constituyen otras tantas sierras, y además tres grandes derrames en la parte septentrional.

El primero, prolongación de la sierra de Tolox hacia el NE., toma el nombre de Sierra Blanquilla y Caparain, en cuyo extremo NE. y al E. de Carratraca se ven la sierra de Aguas y de la Robla. Es el se-

gundo derrame del precipitado macizo el que forma la divisoria de los ríos Turón y Serrato, destacándose en él las sierras del Burgo y de Ortejicar, y más al NO. se derivan las sierras de los Merinos, Espartosa y de Cañete.

Por el O. de la gran protuberancia de la sierra de Tolox, se encuentran las denominadas de Cartájima, Castillejos, Aviones, cuyo tajo mide 1.500 metros de altitud; la de Gaucín, poco menos elevada, y al otro lado del río Genal la escueta sierra Crestellina, donde se halla Casares.

Entre las principales sierras de la provincia de Granada, resultan llanuras tan extensas como la Estepa de Baza, los llanos de Huéscar y Guadix, y sobre todo la fértil y codiciada planicie de la vega de Granada. No dejan de ser también dignos de mención, por su riqueza, algunos de los numerosos valles que se encuentran al pie ó en los macizos de las mismas sierras, tales como los de Lanjarón y Orgiva y otros varios del territorio de las Alpujarras y del partido de Loja, donde se encuentra el de Zafarraya con los notables sumideros que absorben las aguas de las montañas que le circundan. Además, en la costa existen las planicies de Albuñol, Motril, Salobreña y Almuñécar.

En la provincia de Málaga no se encuentran llanuras ni valles tan extensos como en la de Granada; mas en la parte Norte aparece una superficie bastante llana, que comprende el territorio de los pueblos de Villanueva de las Algaidas, Mollina, El Humilladero, Fuente de Piedra y Sierra de Yeguas, y al Mediodía está la renombrada Hoya de Málaga, riquísima llanura con que sólo compite en el país la deliciosa vega de Antequera.

Junto al mar, hállanse también, al pie de las montañas, planicies de gran producción que marchando de O. á E. son: las del Guadiaro, Estepona, San Pedro Alcántara, Rioverde, Marbella, después las de Fuengirola, Torremolinos, Churriana, Málaga, Torre del Mar, Vélez Málaga, Torrox y Nerja.

### III.

#### HIDROGRAFÍA.

Estudiemos ahora la hidrografía de las mismas provincias, en las que una gran parte de los ríos llevan sus aguas al Guadalquivir y al Océano, mientras otros las vierten directamente en el Mediterráneo.

A la cuenca del Guadalquivir corresponden más de las cinco sextas partes del territorio granadino, y una zona en la del NO. de Málaga.

Los afluentes de mayor importancia del Guadalquivir son: el Guadiana menor ó Río Grande y el Genil. El origen del primero se supone en la Fuente de Montilla, junto á la unión de las sierras Sagra y Guillemona, viniendo á confluír al E. de Ubeda, en el puente de la Reina, provincia de Jaén. Por la margen derecha son tributarios del Guadiana menor, denominado Guardal al principio de su curso: el río Marchal, que brota en la falda meridional de Sierra Seca, yendo á terminar por bajo de Castillejar; el de Castril, cuyo nacimiento está entre las sierras Seca y Tañasca y recoge en su curso torrencial varios arroyos importantes, desaguando por bajo de Córtes; el Guadalentín que, discurriendo primero por la provincia de Jaén, entra en la de Granada para juntarse al Río Grande al N. del cerro Jabalcuz.

Por la margen izquierda afluyen, después de algunos arroyos, el río de Cuéllar, al que vienen á parar los numerosos barrancos y ramblas que descienden de las sierras de Periatea y de Oria y va á desaguar por bajo de Benamaurel; el de Baza, que parte de la sierra de su nombre; el río Guadix, formado por gran número de afluentes, cuyas aguas proceden del derretimiento de las nieves de Sierra Nevada, y se reúne con el Guadiana menor al N. de Villanueva de las Torres; el de Montejicar ó Guadaortuna que, desde la sierra de Alta Coloma, se dirige al Río Grande en el límite provincial; el Genil que, naciendo al pie del Picacho de Veleta, recoge varios manantiales torrenciales, y por su cauce profundo y peñascoso desciende á la Vega de Granada, yendo luego á pagar su tributo al Guadalquivir en Palma del Río, provincia de Sevilla.

El río Genil cuenta á su vez con varios tributarios por la derecha,

como son el arroyo de Aguas Blancas y el río Darro, procedentes de copiosos manantiales de las Sierras Nevada y de Cogollos, y que se unen al Genil, aguas abajo de Pinos, en las afueras de Granada; el río Cubillas que, recogiendo los arroyos de Iznalloz, Colomera y Bellillas, va á engrosar el caudal del Genil entre Fuente Vaqueros y Asquerosa; por fin, el arroyo de Brácana y el Bilano, que salen de la Sierra de Parapanda y Montefrío, y los barrancos que recogen las aguas de la Sierra de Chanza y Algarinejo, afluyen sucesivamente al Genil. En la margen izquierda cuenta como tributarios el río Monachil, que baja despeñado de la parte occidental de Veleta para unirse entre Granada y Cenes; el Dilar, que baja desde el Cerro del Caballo y entra en el Genil frente á Pelicena; el arroyo Salado que caminando al Norte llega al Genil frente á Santafé, y el río Marchán ó de Alhama que recoge las corrientes que se derivan de las Sierras Tejada y Almijara y toman nombre de los pueblos por donde pasan, tales como los arroyos de Fornes, de Jayena, de Arenas de Rey y Játar, y el río de Cacin, yendo á desembocar en el Genil en las inmediaciones de Villanueva de Mesía.

Más á Poniente, sin salir de la comarca que estudiamos, afluyen también al Genil el arroyo del Salar, los que descienden de las Sierras de Loja, y las corrientes de poquisima extensión originadas en las faldas septentrionales de las Sierras de Arcas, del Pedroso, de la Alhameda y Caballos, que corresponde ya á la provincia de Málaga.

Las aguas de la región meridional á la gran divisoria de Sierra Nevada, Almijara, Tejada y Serranía de Ronda, se dirigen al Mediterráneo por numerosas corrientes, siendo la principal, en el territorio granadino, el río Guadalfeo, que arrancando al pie del Pico del Lobo, en la Nevada, se precipita por profundos barrancos siguiendo por el Norte de la Sierra Contraviesa y el Oeste de la de Lújar y desemboca en el mar junto al Varadero de Motril. Entre los numerosos afluentes de este río deben mencionarse: el río Trevélez, los arroyos de Poqueira y de Lanjarón; el río de la Laguna ó del Padul, con sus tributarios Dúrcal, el Torrente y Albuñuelas, y por fin el río de las Guájaras, que recoge las aguas desde la Sierra de su nombre hasta el puente de Lenteji.

De la parte oriental del macizo de la Contraviesa, derivan varios barrancos y arroyos al río Adra, que forma límite natural con la provincia de Almería, y de la meridional van directamente al mar las diversas ramblas y barrancos, secos la mayor parte del año, como el

río Verde, que suele ocasionar las inundaciones de la fértil vega de Salobreña.

En el territorio de Málaga, el río Guadalhorce es tal vez el principal, abrazando su cuenca toda la región del centro de la provincia. Se considera el nacimiento de este río entre el cerro Gibalto y la sierra de Jorge, y pasa por junto á Villanueva del Trabuco y la vega de Archidona, donde recoge las aguas que descienden del cerro Gibalto, campo de Salinas, los pechos de Archidona y sierra del Pedroso, y atravesando la extensa vega de Antequera, dentro de la que afluyen diversos arroyos, va á Bobadilla, Alora, La Pizarra y Cártama para desembocar en el mar al E. de Churriana; apropiándose en este trayecto diversos afluentes, algunos tan importantes como el río Guadateba, que une el arroyo del Chumbo, de Teba y el río Serrato, vertiéndose todas estas aguas en el Guadalhorce, dos kilómetros al S. de la estación de Gobantes; el río Turón, que pasa por El Burgo y Ardales; el río Grande, que desde Yunquera y Tolox corre á desembocar entre la Pizarra y Cártama; y por último, el arroyo de Coin.

El río Guadiaro tiene su origen en la parte O. de la sierra de las Cuevas del Becerro, y por Arriate y el término O. de Ronda continúa separándose poco del límite de la provincia de Cádiz, y absorbiendo el Genal, de numerosos pero cortos tributarios, desemboca en el mar en territorio gaditano.

Debemos considerar en tercer término por la extensión de su cuenca, el río de Vélez que nace al pie de la sierra del Saucedo, desde donde, con dirección SE., sigue hasta su encuentro con el río Guaro, é inclinándose entonces hacia el S. continúa hasta desembocar en el mar. En la parte superior, y por la margen derecha, recibe varios afluentes de curso temporal que descienden de los Montes de Málaga; y por la izquierda, además del gran caudal constante denominado río Guaro, que trae agua de las sierras de Marchamonas, de Enmedio y Tejada, se incorpora el río Rubite.

Completan la hidrografía malagueña los ríos Guadalmanza, Guadamina, Guadaira y Verde, que bajando de la Serranía de Ronda va á desembocar en el mar entre Estepona y Marbella; el de Fuengirola que toma aguas en la Sierra de la Alpujata; el de Mijas y otros muchos arroyos de menos importancia que los citados en las provincias de Granada y Málaga, donde la persistencia de la nieve en los principales macizos montañosos y la existencia de grandes cavernas, en las numerosas cadenas de sierras calizas, hacen que sean en gran número

ro abundantísimos y permanentes los manantiales, tanto que sólo en la jurisdicción de Loja se cuentan algunos cientos.

Hay también aguas saladas cuyo cloruro sódico se explota en la provincia de Málaga en la laguna de Fuente de Piedra y en las salinas de Archidona, así como en la Malá de la provincia de Granada.

De otras aguas minerales existen diversos veneros, termales unos y fríos otros, contándose como principales, entre los primeros, los de Alhama, Alicún de Ortega, Lanjarón, Pórtugos y Zújar, y entre los segundos los de la Malá, Vilo y Carratraca.

#### IV.

##### GEOLOGÍA.

Nada más interesante para el geólogo que un estudio detenido del territorio donde las provincias de Granada y Málaga tienen su demarcación, encontrándose en él, como se encuentran, bases para la resolución de muy complicados é interesantes problemas de Geología.

Ciertamente que no debe aspirarse á ver en la citada región el completo de los distintos terrenos tal y como en el orden de la escala geognóstica se señala; pero en cambio puede asegurarse que adquieren inmenso desarrollo varios de los grupos pétreos en que se ha convenido dividir la sucesión de los sedimentos de nuestro globo.

Es frecuente encontrar en contacto capas pertenecientes á sistemas poco afines; viéndose descansar, por ejemplo, en las del sistema estrato-cristalino las del plioceno, según tiene lugar al O. de Murchas, en el valle de Lecrín (provincia de Granada), y las del oligoceno en la parte septentrional de la Sierra Nevada, y á los materiales eocenos servir de apoyo las calizas jurásicas de la falda O. de la Sierra de Marchamonas, en la provincia de Málaga, que á su vez son sostenidas por los mármoles laurentinos de la Sierra Tejada, y mil otros casos que no hay para qué citar ahora, puesto que las grandes variaciones que en diversos tiempos ha experimentado el suelo quedan comprobadas por las inclinaciones variables y las enormes diferencias de nivel que se reconocen entre los sedimentos de épocas sucesivas; todo lo que, unido á las alteraciones debidas al metamorfismo

de las rocas, á los sorprendentes efectos de los derrubios, á los pliegues, inversiones, hundimientos, quiebras y fallas, palpables aun en los terrenos más modernos, al par que ponen de manifiesto las poderosas fuerzas endotelúricas y atmosféricas, dificultan ó por lo menos entorpecen sobremanera el completo conocimiento y deslinde de las formaciones, pues llega á existir entre los elementos que las constituyen semejanza completa en los caracteres físicos, y además es frecuente la falta de datos paleontológicos.

Expuestas estas generalidades, haremos una breve descripción de los distintos sistemas geológicos que constituyen el suelo de las dos provincias.

Reconociendo de abajo para arriba el conjunto de rocas que aparecen al descubierto en el país, encontramos, como base de los terrenos sedimentarios, una multitud de capas que con un desarrollo extraordinario y con gran espesor están formadas por sedimentos de base silícea y arcillosa, con mica, anfíbol y epidota, que han de corresponder al sistema estrato-cristalino ó laurentino, donde además, si bien escasea, no es extraña la presencia de un gneis cuyos caracteres mineralógicos le asemejan al que con gran desarrollo se presenta en las cordilleras septentrionales de la Península, pero que se diferencia del que aparece en Huelva y la cordillera Carpeto-ve-tónica.

De este gneis se han recogido ejemplares en la Sierra Nevada y en los derrames de la Almirara, hacia el término de Torrox. Hállanse también en la misma formación talquitas, mármoles cristalinos ó sacaroides, penetrados por ciertos minerales anfibólicos, calizas pizarras, algunas cuarcitas, ofitonas ó diabasas y serpentinas; es decir, que en Granada y Málaga el terreno estrato-cristalino se presenta con caracteres análogos al de la Escandinavia, estudiado por Durocher.

Sobre las rocas del anterior sistema se reconocen en algunos sitios estratos de unas pizarras chialitolíticas, que recuerdan la base del sistema cambriano; en otros hay pizarras bastante silíceas con Palæophycus, y existe además una gran serie de filadios, pizarras, grauwackas y calizas veteadas, en las cuales no hemos logrado hallar el menor resto de sér organizado, por lo cual, si bien los filadios micáceos y talcosos, atravesados por numerosas venas de cuarzo blanco, creemos corresponden á la edad cambriana, no es fácil decidir si lo son también las demás rocas, ó si por el contrario pertenecen al si-

luriano, al que desde luego deben referirse las cuarcitas con litoclasas ferruginosas que asoman en algunos puntos.

Del grupo secundario ó mesozóico hemos reconocido en diversos puntos el sistema triásico, con pudingas y areniscas rojas, calizas y arcillas pizarrosas, margas, yesos y calizas cavernosas; habiéndose recogido restos de *Calamites* y otros vegetales en la arenisca roja de varios sitios, principalmente en las cercanías de Málaga.

El terreno liásico aparece en el país constituido por mármoles de *encrinites*, calizas tubulares de fractura concoidea, en general de poca dureza y con aspecto á veces de arcilla endurecida, existiendo también margas fosilíferas, ordinariamente en estratos de poco espesor, que se extienden de preferencia al pie de las sierras.

Las capas que en la comarca representan el terreno jurásico forman escabrosa sierra y corresponden principalmente al grupo titónico de Oppel, pues se han encontrado en ellas las zonas de la *Terebratula diphyta*, del *Ammonites tenuilobatus* y del *Amm. Lamberti*, comprendiendo además diversos tramos de los que D'Orbigny estableció en la oolita media y superior. El terreno está compuesto de calizas de textura á veces cavernosa y otras brechiformes, oolíticas ó compactas, de estructura, ya tubular, ya maciza, y margas más ó menos deleznable.

Del terreno cretáceo se encuentran calizas y margas en la parte N. de las provincias de Granada y Málaga, las cuales parecen ser continuación de las que, con mucho más desarrollo, aparecen en la limítrofe de Jaén, donde se han recogido abundantes fósiles.

La serie terciaria ó cenozoica ha sido reconocida en vastas extensiones dentro de la gran comarca que describimos, si bien con soluciones de continuidad tales, que dificultan sobremanera el estudio para su exacto trazado en un mapa.

Entre los materiales del terreno coceno abundan las calizas numulíticas de estructura y caracteres físicos diversos, de las cuales hay algunas que se confunden fácilmente con las jurásicas cuando faltan los restos de los foraminíferos característicos. Las margas y asperones son también muy abundantes en este terreno, y cuando estos últimos son de color rojo, lo cual sucede con frecuencia, es fácil confundirlos con las areniscas del trias.

Deben referirse al terreno oligoceno los yesos, margas, gredas y areniscas que, correspondiendo á una formación de agua dulce, se encuentran hoy á altitudes, que pasan de 1000<sup>m</sup>, en capas delgadas,

inclinadas y cruzadas por numerosas fallas. Entre estas capas son frecuentes los restos fósiles, pero de escasas especies, dominando la *Bithymia pusilla* y la *Lymnea acuminata*.

Son también de origen lacustre, pero corresponden al terreno mioceno, las calizas que en bancos de poco espesor, y generalmente horizontales, cubren en muchas mesas y colinas las rocas más antiguas.

El terreno plioceno puede reconocerse también en las provincias de Granada y Málaga en unas calizas arenosas cuajadas de fósiles, ya de foraminíferos, ya de otros animales de constitución más elevada.

Del terreno diluvial hay también vastas extensiones cuyos materiales consisten en arenas y gravas, en general coherentes pero sin apariencia de estratificación regular y ordenada; y por fin, al terreno actual corresponden, al pie de las montañas calizas, unos mantos de brechas tan compactas que de ellas se obtienen monolitos de grandes dimensiones, susceptibles de pulimento, las rocas estalactíticas de diversos puntos, los tobos de otros muchos y los aluviones modernos de los ríos.

Las rocas hipogénicas constituyen macizos de gran consideración en las sierras Bermeja, de la Alpujata y de Carratraca, pertenecientes á la provincia de Málaga, y de reducidas dimensiones en el barranco de San Juan en la Nevada (Granada), habiendo numerosos afloramientos de dioritas y diabasas y algunos de pórfido y granulita en una zona que se extiende de OSO. á ENE. en la parte septentrional de la provincia de Málaga, internándose en la de Granada por el valle de Loja y parte septentrional del partido de Iznalloz, y además en la Sierra Nevada. En ciertos sitios de la Serranía de Ronda y al pie de la Sierra de Mijas existen verdaderos granitos.

Hecha la síntesis de los diversos terrenos que al descubierto se muestran en esta región andaluza, consignaremos algunos detalles de cada uno de ellos, dando también idea de la disposición de sus diferentes afloramientos.

Los del terreno *estrato-cristalino* ó laurentino se encuentran en una ancha zona de la región que estudiamos, cuyo arrumbamiento es de NE. á SO., alcanzando altitudes considerables, como sucede en los de Sierra Nevada, de Baza y Alpujata; mientras que en otros apenas se elevan algunos metros sobre el nivel del mar, según tiene lugar en Almuñécar y otros puntos de la costa.

La separación de los macizos de la precitada época por espacios donde se ven sedimentos más modernos, ha de ser más aparente que real, juzgando por la disposición de las partes visibles y la estratigrafía general en las provincias andaluzas, siendo casi indudable que á mayor ó menor profundidad deben formar todas las rocas laurentinas una sola formación y que la diferencia de altitudes que sus afloramientos alcanzan son consecuencia de elevaciones y hundimientos parciales y de amplitud muy diversa, sufridos por los prismas de rocas comprendidos entre la multitud de fallas que desde los más remotos tiempos han surcado el terreno, dando lugar á profundos senos donde hallaron depósito los sedimentos de los mares y lagos secundarios y terciarios; quedando los actuales afloramientos cual inmensos jalones que acusan la presencia de un potentísimo macizo de rocas estrato-cristalinas, en el trayecto que media desde más allá de la Sierra de las Estancias, en la provincia de Almería, hasta perderse por bajo de las pizarras paleozóicas y calizas jurásicas de la Serranía de Ronda: gran macizo que creemos formó parte del que asoma en diversos sitios al otro lado del Guadalquivir, con direcciones casi normales en sus estratos á las de los de Granada, y que separa la gran falla por donde el Guadalquivir corre en casi todo su trayecto.

La dirección que generalmente presentan las fallas ó quiebras que surcan las rocas laurentinas es del primero al tercer cuadrante, siendo notable el inmenso número que hay desde la Sierra Nevada hasta más allá de la Serranía de Ronda, á las cuales probablemente se deben los isleos más ó menos extensos en que la primitiva formación aparece dividida.

El primero de ellos, en la parte más septentrional de la zona que estudiamos, se encuentra al pie de la Sierra de Hinojosa, alcanzando una altitud de 650<sup>m</sup> al S. de los cortijos de Pozo Iglesias, donde las micacitas acusan buzamientos al NNE. con grandes inclinaciones.

Entre Caniles y Fiñana véense ocupando un gran espacio las micacitas, prolongándose por la provincia de Almería en la Sierra de los Filabres, y quedando cubiertas en la parte O. por las calizas de la Sierra de Baza, de sedimentación más moderna, y al S. por los aluviones del marquesado de Cenet, que se extienden en el estrecho y profundo valle del río de Almería: las micacitas reaparecen poco más abajo para unirse con el gran macizo de Sierra Nevada.

A uno y otro lado del río abundan los granates en las micacitas,

interestratificadas á su vez con otras capas que no los contienen. La dirección más constante de los estratos por aquellos sitios es de O. 50° S. á E. 50° N., con inclinaciones comprendidas entre 20° y 70°, elevándose las capas en el mojón de las Cuatro Puntas á una altitud de 1.898 m.

Entre los materiales que constituyen el macizo de la Sierra Nevada, que es donde la serie de rocas del sistema se encuentra más completa, se reconocen en primer término, y como inferiores á todas, algunas variedades de gneis, que en la dehesa de San Jerónimo contiene cristales de turmalina, así como también en la Fuente del Agua fría y en el Cerro del Caballo. Talquitas más ó menos típicas asoman en varios sitios, tales como en la galería de San Juan del barranco de las Ánimas, donde se presentan bien características con color blanco y cruzadas por venillas de cuarzo.

Las micacitas, que son las rocas esenciales del sistema, varían bastante en sus caracteres físicos, debido unas veces á las distintas proporciones en que se hallan los elementos mineralógicos constituyentes ó accidentales y otras al diverso grado de alteración en que aquéllos se encuentran, pues aunque por regla general son blandas y deleznable, también hay capas en que se muestran duras y son tenaces; el color cambia del blanco de estaño al pardo de tumbaga; relucientes, con brillo sedoso y más ó menos suaves al tacto, tienen textura hojosa á veces, fibrosa otras, y aun hay casos en que aparecen como si la pasta de la roca estuviera plegada y retorcida; la fractura es plana, desigual, rugosa ú ondulada, siendo frecuente en algunas zonas los granates como sustancia accidental. Interestratificadas con las precitadas rocas se encuentran bancos de calizas cristalinas y anfíbolíferas, así como también otros de diabasas.

En las sierras Tejeda, Almirajara, de Mijas y otras, las calizas, con sus diversas variedades, adquieren extraordinario desarrollo entre las rocas esenciales del sistema, reconociéndose á veces algunos estratos de gneis entre los de las micacitas. Ejemplo notable de este hecho se presenta en el macizo montañoso de las sierras Tejeda y Almirajara, donde diversas variedades de la caliza azóica constituyen el gran núcleo de las sierras, siendo preciso descender á sus últimos derrames para reconocer las micacitas superyacentes.

Generalmente las superficies de exfoliación no corresponden con las de estratificación, si bien hay casos en que se presenta concordante, pero siempre cruzan la masa multitud de grietas que la frac-

cionan en prismas romboédricos. Además se reconoce, por los distintos buzamientos de las capas, una serie de pliegues y fallas cuyo arrumbamiento es del NE. á SO., otras perpendiculares, y por fin se marca una dirección general de E. á O. para un tercer sistema de quiebras.

Al S. de la Nevada, en el cauce del río Guadalfeo é inmediaciones de Almogía, se descubre aguas arriba una faja de micacitas, y más al S., entre Rubite y Gualchos, otra mayor donde abundan las micacitas graníferas. También en varios puntos del macizo, donde está La Contraviesa, se significan las mismas rocas azóicas, de las cuales hay reconocidas al S. de Lanjarón otras tres manchas, indicando todo ello que el terreno estrato-cristalino es el infrastratum de los filadios, pizarras y calizas de La Contraviesa.

Continuando hacia el O. de la zona granadina, se encuentran pequeñísimos afloramientos de micacitas en Agrón y al N. de Fornes, de talquitas y calizas semicristalinas en el Palmar, al SO. del río Guájjar por el camino de Vélez á Molvízar, y también entre estos pueblos á Almuñécar, acompañando á las micacitas relucientes lentejones de mármol blanco y algunos estratos de talquitas, como continuación por SE. del gran macizo de las sierras Almijara y Tejeda. En el escabrosísimo espacio que comprende el indicado manchón predominan, entre las talquitas y filadios magnesianos de color verde, las calizas blancas, á las cuales acompañan otras azuladas y sacarinas; estando todas sumamente fraccionadas por grietecillas, que hacen se deshagan bajo las influencias atmosféricas en trozos de reducido volumen. Los estratos forman numerosos pliegues, siendo generalmente difícil de apreciar el verdadero sentido de la estratificación, por más que en general corra de NE. á SO. con inclinaciones hasta de 45°. Estas mismas rocas asoman en las márgenes del Río Verde, hasta la proximidad del cerro del Espino, después de la divisoria del Guájjar y Río Grande ó de las Albuñuelas.

El macizo de la Almijara y Tejeda está compuesto esencialmente de calizas marmóreas de diferente textura y coloración; generalmente son blancas, pero también las hay de un color azul claro y aun negruzcas; coloraciones que, como tiene lugar en la Venta del Panadero, en la proximidad del pico del Cisne, dan al suelo un aspecto fajeado: son cristalinas ó sacaroides y muy duras en el primer caso.

La variedad azul contiene filamentos de tremolita y á todas acompañan algunos estratos de gneis, según hemos visto al N. de la Ven-

ta del Acebuchar y en las cercanías de la Venta del Panadero subiendo la sierra, donde buzan al NE. con poca inclinación. En el paso del Puerto, el mármol es sacaroide con venas de anfíbol, y la misma serie de rocas sigue hasta la Venta del Vicario, donde quedan cubiertas por los sedimentos del oligoceno lacustre de Jayena, Arenas, etc.

En Torrox la formación consiste especialmente en micacitas y algunos estratos de gneis, semejante al de Sierra Nevada; mas esta zona laurentina queda cubierta por rocas más modernas antes de llegar al Río de Vélez.

Otra mancha de micacitas se encuentra en el arroyo Morales y cerro de Sancti-Petri, en el paraje conocido por los Lagares, en camino de Alora para Almogía, donde comprobamos buzamientos de los estratos al E. 20° N. y E. 25° S. y descansando sobre ellos las pizarras chiasolíticas de la base del cambriano, las cuales son á su vez el infrastratum de las pizarras arcillosas, grauwaekas y calizas azules, que allí están en estratificación discordante con las anteriores.

Al O. del río Guadalhorce asoman, al través de formaciones pertenecientes á distintas épocas, los materiales azóicos representados por calizas cristalinas en las sierras de Cártama, de Mijas, de Ojén, Monda y en Benahavis, ó por micacitas en la faja que desde Arroyo de Miel sigue al pie de la falda S. de la sierra de Mijas.

En toda esta comarca son parte integrante de la formación las diabasas, muy abundantes al SO. de Benalmadena.

En las Chapas de Marbella aparecen otra vez las micacitas, separadas de la antedicha faja por otra de pizarras arcillosas paleozóicas.

Al S. de Carratraca, en el contacto con la serpentina, hay otro manchón del sistema estrato-cristalino, el cual, cubierto en corta extensión, ya por sedimentos del eoceno, ya por pizarras arcillosas paleozóicas, vuelve á aparecer en la proximidad de Casarabonela, para extenderse hasta más allá de la Yunquera, donde se halla la serpentina.

También al N. y parte más alta de la sierra de Tolox, hay otros asomos laurentinos, y otros tres al O. y S. de Guaro, entre la formación de las pizarras arcillosas y grauwaekas; y por Istán, entre las serpentinas de la sierra Bermeja y las calizas cristalinas de la de Ojén, se prolonga una estrecha y larga faja de micacitas desde Tolox hasta el S. de Benahavis.

A las calizas azóicas de esta localidad, enclavadas en la serpentina, siguen también las micacitas en disposición análoga hasta el NO. de Estepona; las cuales, poco más adelante, por el pie de la sierra del

Real vuelven á presentarse rodeando con poca anchura el gran macizo de serpentinas hasta quedar ocultas por las calizas jurásicas al N. de Igualeja.

En el contacto de las micacitas del terreno azóico, y sin que se advierta discordancia en la estratificación, se encuentran descansando unas pizarras de estructura generalmente tabular, á veces algún tanto carbonosas y conteniendo generalmente en su pasta arcillosa-micáfera cristales de chiastolita, las cuales consideramos como la base del sistema *cambriano*.

En diversos puntos de la región que describimos hemos reconocido esta clase de rocas; pero siempre con escaso desarrollo y constituyendo bandas de poca anchura.

En la Sierra Nevada son frecuentes en distintos sitios; y en el puerto de la Ragua, por ejemplo, las hemos visto además penetradas por granates de muy reducido tamaño.

En el macizo de la Sierra Tejeda y Almirajara, se muestra también la misma roca á uno y otro lado de los contrafuertes, constituyendo la parte superior de las micacitas de Torrox y de las calizas más ó menos cristalinas de la Tejeda; con la particularidad de que en la estrecha faja donde las precitadas rocas se encuentran al lado de la caliza azóica, están acompañadas de *Palæophycus*, tal vez el *Eophyton Linneanum*, fósiles vegetales correspondientes al sistema cambriano.

En el manchón de las Chapas de Marbella y en el azóico de los montes de Málaga, se presentan también superyacentes á las micacitas las pizarras maclíferas y los filadidos arcillo-talcosos y cloríticos que afloran al S. de Lanjarón, y en el término de Izbor es probable correspondan al mismo horizonte de las pizarras de *Palæophycus*.

En el orden geognóstico suceden en estas provincias, á las pizarras y filadidos de que acabamos de hablar, bancos de cuarcitas y una serie de rocas de pasta arcillosa ó califera que constituyendo potentes macizos, presentan al descubierto vastas superficies en la serie montañosa que se extiende hasta la costa con sus múltiples estribaciones al S. del río Guadalfeo (Granada), y que en la provincia de Málaga rellena el espacio abierto entre los materiales azóicos de las cuencas de los ríos de Vélez y Guadalhorce. De las mismas rocas se encuentran también isleos ó manchones entre Carratraca y Valle de Abdalagís, entre Alozaina y la Pizarra, Casarabonela, Tolox, Alozaina, Monda, Coin y Alhaurín el Grande, en donde constituyen una

mancha de figura sumamente irregular, dentro de la cual está el pueblo de Guaro. Las rocas de estos isleos, que aparecen descansando sobre las del terreno estrato cristalino de Monda, Istán y la Yunquera, sirven á su vez de base á las serpentinas de Carratraca, la Yunquera y Tolox.

Más al O., con el intermedio de las serpentinas del Real de Estepona y formación del estrato-cristalino que las circunda, se ostenta otra gran mancha *siluriana* en el valle del Genal, el cual es el infrastratum de las calizas jurásicas de la Serranía de Ronda y de Gaucín y Casares; determinándose por fin otras dos largas y estrechas fajas al N. de Marbella y al S. de Mijas, que se internan en el mar.

Las cuarcitas con litoclasas ferruginosas se presentan al S. de las Sierras Tejeda y Marchamonas, desde Alcaucín á Benamargosa, pasando por La Viñuela.

La falta de fósiles impide la determinación precisa de la época á que los sedimentos de los espacios señalados correspondan, siendo muy probable los haya de grupos distintos á juzgar por las diferencias que se manifiestan entre los caracteres mineralógicos y físicos de los isleos de uno y otro lado del macizo montañoso de la Almirajara.

Con efecto, en la parte oriental, correspondiente á la provincia de Granada, abunda sobremanera una serie de filadidos multicolores de compleja composición, lustrosos y aun satinados, de dureza variable, si bien generalmente escasa, y estructura más ó menos hojosa. Son por lo regular arcillosos, micáferos ó talcosos, y en ciertas zonas tan deleznales, que las influencias atmosféricas los convierten en menudos detritus y tierra á que en la localidad llaman *Launas*. Otras veces los sedimentos arcillosos constituyen una pizarra grosera de estructura tabular, no faltando las arcillas pizarrosas ni la caliza que, con las precedentes rocas, aparece interestratificada, siendo de colores claros, compacta ó de grano muy fino. El arrumbamiento más frecuente de los estratos es al O. 20° N., con buzamientos que cambian á uno y otro lado de la perpendicular á este rumbo, bajo distintos ángulos de inclinación.

En la parte O., ó sea en la correspondiente á la provincia de Málaga, las rocas esenciales de los manchones descritos consisten en pizarras de composición más ó menos compleja y esencialmente arcillosas, grauwackas y caliza azul.

Las capas de todas las anteriores rocas están generalmente muy trastornadas, formando grandes pliegues y fracturas, por las nume-

rosas quiebras que presentan, notándose como más constante en sus estratos la dirección E. 27° N. con buzamientos á uno y otro lado, en ángulos de pendientes variables y generalmente mayores de 50°.

El terreno triásico se encuentra en la provincia de Granada constituido por calizas de distintas variedades, si bien la dolomítica es la que más abunda, según se observa en la sierra de Baza, en el contacto de las micacitas de la Nevada, macizo de la Contraviesa y Lujar y algunos otros asomos más pequeños al O. del río Guadalfeo. También se hallan algunos asomos de areniscas rojas y pudingas que corresponden á la base de la formación.

En la demarcación malagueña predominan los sedimentos del Keuper y del Buntersandstein, representado el primero por margas irisadas acompañadas de yesos, calizas cavernosas de color amarillento, gris ó blanco, y areniscas amarillas; y el segundo por conglomerados cuarzosos y arenisca roja.

En el macizo paleozóico de los Montes de Málaga y en los que con él hemos descrito, es donde principalmente se hallan los mayores restos de las capas triásicas y también hay sitios, al N. de esta provincia, donde el trias asoma por entre los sedimentos terciarios, estando en íntima relación con abundantes asomos de diabasas y diorita.

Los sedimentos de los terrenos *liásico* y *jurásico*, salvo algunos pequeños retazos que se conservan en la costa, se encuentran en una gran zona orientada de NE. á SO.; la cual penetra desde la provincia de Almería por la parte más septentrional de la de Granada, cruza la de Málaga y entrando en la de Sevilla y Cádiz, alcanza hasta Gibraltar, quedando al SE. los macizos de las sierras de Oria, Baza, Nevada, Tejada, Montes de Málaga, Monda y Real de Estepona ó Bermeja. Al N. de Granada hállase en contacto con las calizas dolomíticas de más antigua formación, siendo á su vez el infrastratum de los terrenos oligoceno y diluvial en las inmediaciones de Güevéjar, El Salar, Alhama y Santa Cruz.

En lo más septentrional del territorio granadino constituye la formación jurásica gran parte del macizo montañoso de Huéscar, donde se distinguen las sierras de Pedro Ruiz, Jubreña, Guillemona y del Muerto al E. y SE. de la Sagra. Del SO. de esta última, parten las llamadas Seca, del Topo, de Castril y Tañasca, con rocas jurásicas, prolongándose la misma formación por los límites de la provincia de Jaén,

donde sustenta los materiales cretáceos, dando lugar á la cadena de las sierras de Cabra del Santo Cristo y Alta Coloma, extendiéndose por los campos de Montillana, Benalúa, etc., en donde las rocas del lias han dado lugar á extensos valles limitados por las sierras del Morrón, del Pozuelo, Limones y las que lindan con la precitada provincia.

Desde Campotéjar y Dehesas Viejas, los materiales jurásicos asoman al través de los cretáceos en una ancha y vasta zona hasta La Zagra y Loja, sobresaliendo en ella las montañas de Moclin, Parapanda, Morales y Chanza en Algarinejo, y más al S. los Hachos de Loja y la Sierra Elvira entre los aluviones de la vega.

En Iznalloz se prolonga hacia el S. y el E. el sistema jurásico con el enorme macizo de la Sierra Harana y la de Piñar, donde queda cubierto por sedimentos de las formaciones terciaria y cuaternaria, entre las cuales aparece otra vez en la loma de Pedro Martínez y, mucho más al E., en el escueto cerro Jabalón, en medio de la gran estepa de Baza, para no señalarse hasta más allá de Cúllar Baza con el macizo de la sierra de Periate, donde las calizas oolíticas y titónicas adquieren gran desarrollo.

Formando límite con la provincia de Córdoba se halla la montaña jurásica de Iznájar enlazada con las del macizo, donde ya en territorio malagueño, descuellan las del Pedroso, de Arcos y Pechos de Archidona. Después se inician las rocas del sistema que estamos considerando en las prominencias aisladas denominadas Camorro de Cuevas Altas, sierra de la Alameda, de la Camorra, del Humilladero, la Peña de los Enamorados y la de los Caballos, como límite con la provincia de Sevilla.

El macizo del S. del Genil, conocido con el nombre de Sierras de Loja, descansa sobre las calizas y pizarras de Sierra Tejada, apoyándose en él los sedimentos terciarios de Alhama por el E. y del partido de Colmenar por el O., conteniendo en las depresiones de Zafarraya y de Donas un manto de aluvión reciente y en la de Alfarnate otra pequeña mancha numulítica. Este gran macizo de capas jurásicas se extiende al S. de Villanueva del Rosario y Antequera, con la larga cadena de las sierras de Jorge, de Palomera y del Dornillo, á que llaman del Saucedo, comprendiendo las que se elevan más al S. de tan gran mancha jurásica, ó sean las de Marchamonas, de Eumedio y Doña Ana; siguiendo al O. con las de las Cabras, el puerto de la Boca del Asno, Los Torcales, Sierra de Chimenea y la de Fuenfría;

marcando luego la sierra de Abdalagis el lazo que en otros tiempos debió existir con la que hoy aparece aislada en el macizo montañoso de la Serranía de Ronda, cuya mayor parte la constituyen materiales jurásicos en las sierras de Caparain, Ortejícar, del Burgo, Merinas, Espartosa, Cañete, Cuevas, Tolox, los Castillejos y Aviones, y las que aisladas se encuentran en Gaucín y Casares, y más al N. en los altos de Teba y Peñarrubia.

Como ya se ha indicado, la determinación de diversos ejemplares de especies fósiles recogidos en distintos puntos de la extensa comarca descrita, ha dado á conocer la existencia de rocas *liásicas*, *oolíticas* y *titónicas*; y sin descender á detalles, baste saber que la *Terebrátula dyphia*, el *Belemnites hastatus* y varios *Ammonites*, como los *Amm. mediterraneus*, *Amm. municipalis*, *Amm. pychoicus*, *Amm. microcantus*, y el *Aphyucus sparsilamellosus*, representan las capas titónicas de Zittel; el *Belemnites sulcatus*, los *Amm. coronatus*, *Amm. Backerie*, *Amm. Arolicus* y *Amm. Lamberti*, y el *Aphyucus latus* son oolíticos; y por fin, el *Belemnites Bruquieranus*, *Amm. variabilis*, *Amm. raddians*, *Amm. serpentinus*, y *Amm. Normanianus*, corresponden al terreno liásico.

Generalmente se observa que mientras los materiales de los tramos medio y superior constituyen altas y quebradas montañas, con laderas muy escarpadas y grandes tajos en el sentido de las fracturas de las capas, dando también lugar á agudísimas crestas de caprichosas formas, las rocas del tramo inferior ó liásico se hallan por el contrario en los valles más ó menos llanos y extensos.

Las rocas esenciales del sistema consisten en calizas más ó menos puras, pudiendo decirse en términos generales que las pertenecientes á los dos tramos superiores, son de mayor dureza y colores más claros que las del inferior. A las calizas superiores é inferiores del sistema acompañan también margas y arcillas que alternan con ellas en estratos de poco espesor, y son las que ocasionan frecuentes resbalamientos en las estribaciones de las sierras, cuando por cualquier causa llegan á romperse las capas.

Por lo que al carácter estratigráfico se refiere, resulta ser mucho más confuso para las calizas de los tramos medio y superiores que para las del inferior, y en cuanto al mineralógico se observan variedades silíceas y aun cuarzosas en aquéllos, según se ve en el promontorio de las sierras de Loja; mientras que en el último abundan por el contrario las arcillosas, blandas y deleznales, entre otras de me-

diana dureza, alternando con regularidad en estratos bien determinados.

Entre las calizas duras y compactas se encuentran otras de estructura esponjosa ó muy cavernosa, como lo demuestran las grandes cuevas que á veces ostentan sus bocas entre acantiladas laderas, según se ve en la llamada Puerta de Zafarraya y otros puntos de la sierra de Marchamonas, y como son pruebas bien patentes los sumideros de Zafarraya y de Donas y los recientes hundimientos de Güevéjar y cortijo de Guaro.

Entre las numerosas fallas ó quiebras que se observan en las capas de este terreno las hay tan grandes que señalan todavía, en las estrechas gargantas y collados, los hundimientos que en distintos tiempos han tenido lugar y las partes más frágiles de las sierras por donde de preferencia se verifican actualmente las fracturas y desprendimientos cuando cualquier causa tiende á romper nuevamente los estratos, según se ha visto en la situación de las grietas abiertas por efecto de la acción dinámica de los terremotos, como indicamos antes.

El terreno *cretáceo* se extiende también en grandes superficies dentro de la región que describimos. En el partido de Huéscar se muestra en una zona al N. de la Sierra Sagra, penetrando luego en la provincia de Jaén, donde adquiere una amplitud extraordinaria. Sus materiales están representados por calizas más ó menos arcillosas, areniscas y margas de distintos colores, dispuestas en estratos de espesor variable, diversamente inclinados, con buzamientos que señalan pliegues de gran amplitud y con fracturas que han dado lugar á barrancos de muy escarpadas pendientes y aun á grandes tajos y socavaciones en donde las capas más resistentes avanzan en caprichosas cornisas.

Por el extremo del E. del indicado sitio, las rocas *cretáceas* quedan cubiertas por los aluviones modernos de la fértil vega de la Puebla de Don Fadrique, extendiéndose menos de un kilómetro al N. de dicha población, en donde las calizas numulíticas ocultan los materiales de aquel terreno, que por la parte meridional se aproxima á la ladera septentrional de las calizas jurásicas de la Sierra Sagra, saliendo del límite provincial hacia el O., y tomando gran desarrollo para constituir la extensa mancha de la provincia de Jaén.

Entre los fósiles hallados desde el cortijo de Aguas Altas á la Pue-

bla de Don Fadrique puede citarse el *Micraster brevis* y la *Ostrea carinata* de la creta superior.

Más al SO., los materiales del terreno cretáceo se significan en diversos puntos de los partidos de Iznalloz y Montefrío, adquiriendo gran desarrollo el tramo *neocomiense* y apareciendo el liás y el jurásico por el derrubio del cretáceo, según tenemos indicado en el lugar correspondiente.

En la provincia de Málaga se presentan también margas rojizas y calizas más ó menos pizarreñas del mismo horizonte geognóstico que los manchones limitrofes de las provincias de Jaén y Granada, los cuales se apoyan no sólo contra los macizos jurásicos del N., sino también en los que constituyen la extensa cadena de sierras que pasa al S. de Antequera y en los que además tenemos reconocidos al pie de la falda septentrional de la Sierra de los Caballos en la provincia de Sevilla y cercanías de Almargen.

Si grandes fueron los efectos causados por los derrubios en los terrenos secundarios, no han sido menores los que han experimentado los *terciarios*, por cuya causa se encuentran sus capas separadas en multitud de espacios, siendo necesario suplir con la imaginación todo lo que aquéllos han hecho desaparecer para reunir entre sí la multitud de islotes, en los cuales se hace preciso un estudio detallado de los elementos de que constan y de las relaciones de la disposición de las rocas, y de ese modo poder al fin formarse completa idea de la extensión de los lagos y mares en que aquéllas se originaron, y de las grandes perturbaciones que sufrieron en distintos tiempos; pues, según se ha indicado, la misma superficie que en el comienzo del período terciario fué fondo de mar, pasó más tarde, en las épocas oligocena y miocena, á servir de depósito lacustre, para volver á convertirse en el del mar donde tuvieron lugar los sedimentos pliocenos.

De la extensión del terreno *numulítico* ó *eoceno* se ven hoy irrecusables pruebas por las manchas que en territorio granadino han quedado en la parte más septentrional de la provincia, al pie de la sierra de las Cabras, que forma el límite con Albacete, en la cual las calizas con numulitos alcanzan la altitud de 1.680<sup>m</sup> en el Puerto del Hornillo.

Otro retazo de mayores dimensiones señala la prolongación del mar eoceno por la provincia de Almería en el extenso espacio que media entre las sierras jurásicas de la Zarza y de Periata; no deján-

dose ver luego hasta las márgenes de la izquierda del río Guadiana Menor, donde se acusan también las calizas con especies diversas de numulitos, extendiéndose por el O. hasta el pie de las sierras jurásicas de Piñar, Dehesas Viejas, Montejicar, etc.

A las vertientes jurásicas de Montefrío y Algarinejo alcanzan también los sedimentos eocenos, de los cuales asimismo se encuentran restos al S. del Genil, entre el Salar y Loja.

En el valle de esta ciudad los derrubios han sido tan grandes que sólo han quedado algunas calizas y areniscas numulíticas sumamente trastornadas y entrelazadas con las de otros terrenos, lo que dificulta el estudio, tanto más cuanto que allí es donde precisamente se extiende una numerosa serie de afloramientos de las dioritas y diabasas. Con los mismos caracteres, pero en compañía de yesos, continúa la antedicha zona por la provincia de Málaga, jurisdicción de Archidona y Antequera, hasta la falda N. de la sierra de Teba, después de la cual los materiales eocenos constituyen por sí solos un manchón de contornos sumamente irregulares, cuyo límite se encuentra en los derrames septentrionales del macizo jurásico de la Serranía de Ronda; volviendo después los derrubios á dejar las mismas rocas sedimentarias é hipogénicas en otra faja paralela á la anterior, al NE. de Campillos, traspasando el límite provincial para continuar por las provincias de Sevilla y Cádiz.

Junto á las sierras jurásicas de Cuevas de San Marcos, Villanueva de Tapia y Archidona, se conservan calizas, asperones y margas numulíticas, y al S. de Sierra de Yeguas se encuentra el mismo terreno que continúa á uno y otro lado de la cadena de montañas jurásicas de Alfarnate y Antequera, extendiéndose hasta las estribaciones del N. de los montes de Málaga, y rellenando el ancho valle que queda hasta las sierras de Carratraca, terrenos paleozóicos de Alozaina y Coin, y la sierra de Mijas, pero cubierto en la parte N. por los aluviones del Guadalhorce.

En las cercanías de Ronda también se muestra el terreno eoceno, en contacto por el E. con las calizas jurásicas y por el O. con las de Montejaque.

Escasos restos recuerdan la extensión del mar eoceno en ciertos valles del interior de aquel gran macizo jurásico, no formando una mancha continua hasta bastante al S. de Cortes de la Frontera y Gaucin, para llegar á las faldas de la sierra Cristellina y S. del Cerro de los Reales, quedando Estepona al Mediodía de las rocas eoce-

nas que se prolongan hasta la costa y más allá del límite provincial por el territorio gaditano. Junto á la costa, en las inmediaciones de Málaga por el E., se conservan también insignificantes restos de terreno numulítico. Las rocas esenciales del sistema consisten en areniscas de color amarillento, pardo y á veces rojo, calizas de textura compacta ó granuda fina, de colores claros y generalmente muy fosilífera, margas, arcillas y á veces yesos.

Los estratos se presentan con distintos ángulos de inclinación y direcciones, comprendidas generalmente en el segundo y cuarto cuadrante.

El terreno oligoceno se compone por completo de los sedimentos lacustres que ocupan gran ámbito en la demarcación de la provincia de Granada; siendo el mayor espacio de este terreno la hondonada comprendida entre las sierras Nevada, Harana y Hueter, y el macizo de las de Loja y Játar, hasta la divisoria del Guadalfeo, sin contar los asomos de Pulianas, Calicasas y Güevéjar.

Más al Mediodía, donde se encuentran los pueblos de Játar, Arenas del Rey, Fornes, Jayena y Albuñuelas, es escaso el espesor del terreno oligoceno, á juzgar por la proximidad de las rocas estrato-cristalinas de la sierra de Játar, relacionada con la de Tejeda, y por los afloramientos de micacitas y calizas que se observan en las inmediaciones de Fornes y Agrón.

La gran planicie denominada Estepa de Baza, está en su mayor parte constituida por un manchón enorme de materiales lacustres, cuyo espesor excede de 200 metros, y en el cual las calizas arcillosas forman la parte superior, las margas la media y las arcillas la inferior.

Los azufres de Benamaurel y los yesos de diferentes puntos, acompañan á las margas, y los lignitos de Zújar á las arcillas.

En Fornielas y Gorafe hay otro manchón de rocas semejantes á las de Baza, y otros de dimensiones muy reducidas sobre las calizas numulíticas de Cardela y Domingo Pérez.

Se ve, pues, que las distintas rocas que constituyen los estratos oligocenos consisten en areniscas, yesos y margas que van acompañadas en algunas localidades por lignitos de escasa importancia industrial. Además suelen encontrarse gredas, arcillas y azufres que alternan con las demás rocas mencionadas.

Los materiales de esta formación alcanzan á veces considerable al-

titud, según se ve en el Suspiro del Moro, dando vista á Granada, donde excede de 1.000 metros.

El carácter paleontológico está representado por diferentes especies fósiles de agua dulce, como el *Planorbis lens*, la *Bithinia pussilla* y la *Lymnea acuminata*, además de una *Cyrena* que acompaña á los azufres de Benamaurel.

Forman el terreno mioceno calizas arcillosas y silíceas de fractura desigual en el primer caso y concoidea en el segundo, encerrando restos fósiles de origen lacustre. Las capas arcillosas suelen á veces ser cavernosas, y en sus oquedades asoman metastáticas de carbonato de cal. Los estratos, por regla general de poco espesor, descansan en estratificación concordante con las margas oligocenas, formando la parte superior de las diversas mesas en que aparecen fraccionadas las rocas constituidas por elementos lacustres.

El espesor del terreno mioceno no pasa de 50<sup>m</sup>, pero alcanza á veces altitudes de 1.000<sup>m</sup>, según se ve en Almanciles, y entre los fósiles que contiene pueden citarse como más abundantes el *Planorbis crassus* y la *Lymnea longiscata*.

Las rocas que constituyen el terreno plioceno son de origen marino y consisten en calizas groseras, margas y arenas calíferas de elementos de muy variable tamaño.

Se extiende esta formación en diversos sitios de las provincias de Granada y Málaga, con caracteres mineralógicos muy constantes, y entre los muchos sitios donde se encuentran conviene citar los afloramientos que hay entre Freila y Alicún de Ortega, junto al Río Grande; en Alicún, donde se ostenta en algunos cerrillos; en las cercanías de Cardela y Domingo Pérez; al N. de Fonelas y en el Pinar Verde, al E. de Gorafe. También hay rocas pliocenas en Montefrío, La Zagra y Loja, así como en los tajos de Albama, que miden más de 60<sup>m</sup> de espesor; habiéndolos además en las mismas Alpujarras sobre el macizo de La Contraviesa, y al N. del valle que separa ésta de la Nevada.

El mismo horizonte de los maciños y conglomerados ó gonfolitas se presenta con amplio desarrollo en la parte occidental de la Sierra Nevada, en los afluentes del Genil, envolviendo cantos que á veces miden medio metro cúbico.

En la carretera de Granada á Motril, entre Alhendín y Armilla, se

halla asimismo el plioceno; y en el Río Dilar, por el derrubio de los materiales diluviales, se ven notables discordancias entre unas y otras rocas.

En los grandes depósitos de la carretera, desde las cercanías de Tablate hasta las inmediaciones de Izbor, hay fallas y resbalamientos notables en las capas alternantes de gonfolitas de elementos menudos y de cantos gruesos, según se ha figurado en los cortes geológicos descritos en el bosquejo de la provincia de Granada, publicados hace algunos años por la Comisión del Mapa Geológico.

En la Venta, por bajo de Huéjar-Sierra, y en el camino de los Neveros, se comprueba también el mismo horizonte geognóstico con abundantes restos fósiles.

En la circunscripción de la provincia de Málaga, hemos visto el horizonte de las calizas groseras y fosilíferas, en los extensos campos de Villanueva de las Algaidas, La Alameda, Fuente la Piedra, Molina, El Humilladero y sierra de Yeguas.

También se muestran en Almargen las gonfolitas y en el gran manchón que en Ronda constituye los famosos tajos, cuya altura desde el cauce del río pasa de 30<sup>m</sup>: manchón que ensancha mucho hacia el N. y que más allá de Arriete penetra en la provincia de Cádiz con los mismos caracteres, indicándose su proximidad á la costa por las guijas que contiene.

Las Mesas de Villaverde, con altitud de 613<sup>m</sup>, son de caliza semejante á la de Alhama y Ronda, y de elementos más gruesos en los denominados Hachos de Alora, La Pizarra y Gobantes. En Coin, Antequera y algunos otros puntos han quedado también los restos que los derrubios han dejado de esta especie de rocas como testigos del gran espacio que en otros tiempos cubrieron las pliocenas.

Al Norte del territorio granadino, en Caniles, Benamaurel y Baza, se presentan al descubierto en algunos sitios los sedimentos pliocenos, constituidos por arenas calíferas ó margas terrosas, y más al Mediodía, en el valle de Lecrín, hay también rocas sabulosas marinas con interposición de capas compuestas de menudas guijas, presentando más de 150<sup>m</sup> de espesor en las lomas de la margen derecha del río Dúrcal.

En la provincia de Málaga se conservan restos del plioceno marino en las cercanías de la capital, en Vélez-Málaga, en Churriana y Torremolinos, y con mayor desarrollo junto á la costa, en una faja de terreno desde Estepona hasta las Chapas de Marbella. Si bien son

muy frecuentes los restos fósiles entre las rocas pliocenas, principalmente de lamelibranchios y briozoarios, son escasas las especies determinables, y como más abundantes citaremos el *Pecten opercularis*, el *P. Zitelli*, la *Janira Jacobaea*, la *Ostrea crasissima* y la *Terebratula grandis*.

El terreno *diluvial* ocupa espacios considerables, especialmente al N. de Sierra Nevada, donde alcanza más de 560<sup>m</sup> de espesor, según se ve en los llanos del Marquesado de Cenet, extendiéndose por el NE. hasta las faldas de las sierras de Castril y rellenando también las depresiones mucho más pequeñas de Campofique y Campos de Bugéjar.

La extensa vega de Granada, que mide de N. á S. 50 kilómetros y 50 de E. á O., está también compuesta de aluviones cubiertos por un espeso manto de tierra vegetal, quedando al E. las colinas de la Alhambra, donde el terreno diluvial está compuesto de cantos de diversos tamaños, generalmente gruesos, en los que se reconocen todas las distintas rocas de la Sierra Nevada.

Son también de la citada época los llanos de Zafarraya y de Donas, el valle del Padul y Dúrcal, el de Ugijar y algunos otros de la costa.

En el manchón de Guadix especialmente, las aguas han excavado tan profundos y multiplicados barrancos, que en muchos de ellos se miden profundidades de más de 60<sup>m</sup>, excediendo el espesor de la formación diluvial de 565<sup>m</sup>, diferencia de nivel que existe entre las brechas calizas de Diezma y las arcillas grises del fondo de los barrancos que afluyen al río Fardes.

En la provincia de Málaga corresponden asimismo al terreno diluvial los sedimentos de la vega de Antequera, los de la de Archidona, las manchas que existen al NE. y O. de Villanueva del Trabuco, la renombrada hoya de Málaga, la de Vélez y otros espacios de menor amplitud que se encuentran en la costa.

La composición mineralógica es muy variada; y, como es consiguiente, está en íntima relación con la de las rocas de las sierras más próximas, pudiendo decirse en términos generales que los sedimentos de este sistema consisten en limos, arenas, guijas y hasta cantos de gran volumen; cuyos elementos son por regla general más bien sueltos ó sin coherencia, que compactos y unidos, si se exceptúan las capas superficiales de brechas que se encuentran encima de

las montañas calizas, á veces tan duras y compactas que se pueden extraer monolitos de gran volumen para construir columnas y otras piezas de ornamentación de hermoso aspecto, después de darlas el pulimento de que son susceptibles.

Las rocas hipogénicas en la provincia de Granada no se ostentan en grandes masas, pudiendo decirse están localizadas en una estrecha faja que desde el río Guadiana Menor se extiende con rumbo al OSO. por el N. de Iznalloz y Loja, para cruzar con igual dirección toda la provincia de Málaga y llegar á la de Cádiz. Estas rocas hipogénicas son dioritas, diabasas, y algunos pórfidos que asoman en pequeños apuntamientos entre las rocas secundarias y terciarias del país.

Más al S., en la Sierra Nevada, existen también, entre las rocas azóicas, algunos afloramientos de hipogénicas, siendo el más notable, tanto por la magnitud de la masa, como por la bondad y belleza de la roca, el de serpentina del barranco de San Juan, donde desde tiempo inmemorial se explota tan preciado material de ornamentación, del cual hay tablas y columnas en los templos y edificios más notables de la ciudad de Granada.

En la provincia de Málaga los apuntamientos de diorita, diabasa y pórfido son más numerosos y se extienden no sólo en la faja de que anteriormente hicimos mención, y en la cual se encuentran Archidona y Antequera, sino también en otra más septentrional, en las Cuevas Bajas y Campillos, y además junto á la costa entre Arroyo de Miel y Fuengirola.

Por lo que á la serpentina se refiere, debemos decir que difícilmente se encuentran macizos más potentes que los de las escarpadas montañas donde sobresalen las sierras Parda, Palmitera, Bermeja y los reales de Genalguacil y Estepona, con una orientación general de SO. á NE., señalándose la misma roca en otras manchas al S. de Yunquera, al E. de Casarabonela, ó sea en sierra Gorda, y al S. de Carratraca en la sierra de Aguas. Paralelo á los anteriores, con la denominación de sierra de la Alpujata, se extiende otro gran macizo de serpentinas entre Ojén y Mijas, casi rodeado por las calizas y micacitas azóicas. En la sierra Gorda (de Coin), se encuentra, formando la extremidad oriental, la serpentina semejante á la de los otros puntos, así como también al pie meridional de sierra Blanca.

Por fin, hay también asomos de granulitas en el Real de Estepo-

na, en Istán, Ojén y Coin; pero son de poca amplitud las superficies que ocupæ esta roca, íntimamente relacionada con los granitos, que con escaso desarrollo están representados en Sierra Nevada.

## V.

### HORA EN QUE SE SINTIÓ EL TERREMOTO.

La brevedad con que quisiéramos dar cuenta en este informe de los fenómenos ocurridos durante los terremotos, no nos permite adoptar el sistema que seguiremos en la Memoria definitiva, que es el de relatar todos los que en cada localidad se han observado, ya por los que en ellas estaban y fueron testigos presenciales, ya por nosotros mismos cuando aquellos fenómenos no son de los que se verifican sin dejar alguna prueba de haberse presentado. Mas no pudiendo hacer esto por el momento, nos limitaremos á examinar en globo el conjunto de hechos en toda la extensión abarcada por los temblores de tierra, particularizando sólo los más culminantes de aquellas localidades en que con mayor intensidad se han percibido.

El fijar la hora en que se sintió el terremoto del 25 de Diciembre sería un dato de la mayor importancia para la resolución de varios problemas seismológicos; pero como es imposible que los relojes estuvieran en todas partes perfectamente arreglados al meridiano del lugar, basta la diferencia de algunos segundos para que ya no sea aplicable la observación de la hora, cuando se trata de saber en cuál de dos puntos cercanos se sintió primero el ruido que precedió al terremoto ó las sacudidas que lo constituyeron, para calcular con estos datos la velocidad del movimiento. Si á esto se agrega que, siendo inesperados los terremotos, cuando se hacen sentir, la impresión que generalmente producen es de sorpresa ó de terror, muy raro es el caso en que pueda aceptarse como verdadero momento inicial del fenómeno el que señale uno de los testigos presenciales.

Sucede á veces, y en la presente ocasión ha ocurrido en Málaga, en Granada y en alguno que otro punto, que se han parado los relojes de péndola en el momento de ocurrir el temblor; y esto que parece salvar las dificultades de que un observador pueda fijar la hora precisa de la

primera oscilación, las deja, sin embargo, en pie desde el momento en que falta la concordancia entre los relojes: una prueba de ello es, que habiéndose parado á las 3<sup>h</sup> y 58' un buen reloj que había en el hospital de San Juan de Dios de Granada, marcaba las 9<sup>h</sup> y 2' otro del hospital de Lazarinos, que también se paró y que según el médico del establecimiento estaba arreglado con el de la Catedral. Otros varios se detuvieron en la misma ciudad y, lo que es más curioso, la oscilación seísmica hizo que echara á andar uno que hacía tiempo que estaba parado en el comedor de una casa de la calle de San Juan habitada por un Ingeniero del Cuerpo de Minas.

En la mayor parte de los pueblos se señala la hora de las nueve de la noche para el primer movimiento, y así sucede en el Almendral, Cacin, Colmenar, La Viñuela, Melegis, Murchas, Periana, Río Gordo, Santa Cruz y Ventas de Zafarraya. En otros se adelanta el suceso; señalándole á las 3<sup>h</sup> 56' en Loja y en Málaga; antes de las 9, sin especificar cuánto, en Játar y Zafarraya; retardándose, por el contrario, hasta las 9<sup>h</sup> 10' en Fornes, Arenas del Rey, Santafé, el Padul y Granada: y bien puede asegurarse que entre estos límites no queda un segundo en el que no se suponga el comienzo de las sacudidas. De todas estas horas, omitiendo otras que evidentemente se contradicen, como en Albuñuelas, donde se fijan las 3<sup>h</sup> 45' en una contestación y las 9<sup>h</sup> en otra; en Albama que hay las indicaciones de las 9<sup>h</sup> y 9<sup>h</sup> 5', y en Granada, donde se fija el suceso antes de las 9<sup>h</sup> á las 9<sup>h</sup> 2' y á las 9<sup>h</sup> 10', tratemos, aunque no sea más que como una primera investigación, de ver hacia qué parte está el origen ó procedencia de los movimientos, sin tener en cuenta la diferencia de longitud de los sitios, puesto que las horas no son sino aproximadas, tanto por el estado de los relojes, como por la infidelidad en la observación.

Dos indicaciones de hora, de que no nos hemos hecho cargo aún y que nos merecen más confianza, son las 3<sup>h</sup> 45' 55", indicada por la parada de un péndulo en el Observatorio de San Fernando, péndulo cuyo estado absoluto se conocía, y la de 9<sup>h</sup> 10', hora de Madrid, observada en la estación del ferro-carril en Granada.

Reducida la primera al meridiano de Madrid, es de 3<sup>h</sup> 53' 55". Como aquí no hay más que dos indicaciones, no podemos deducir sino que el foco ú origen del terremoto estaba al Oeste de Granada, y en esa dirección parece que debe buscarse.

*El Director de la Comisión  
del Mapa Geológico de España*

*B. L. M.*

*al Sr. D. Martín Ferrero y tiene el  
gusto de remitirle un ejemplar del  
informe de la Comisión de estudio de los  
terremotos de Andalucía*

*Don Manuel Ferrer de Castro  
aprovecha gustoso esta ocasión para reiterarle*

*el testimonio de su consideración más distinguida*

*Madrid 21 de Abril de 1885*

## VI.

## SUPERFICIE Á QUE SE EXTENDIÓ EL TERREMOTO.

Punto es este que no puede dilucidarse con la sencillez que algunos suponen; ya porque á medida que aumenta la distancia al *epi-centro* ó foco de acción se hace menos sensible el movimiento del suelo, ya porque, siendo los terremotos más frecuentes de lo que generalmente se cree, á menudo se suman y consideran como efectos de un mismo temblor los que realmente corresponden á causas diversas, tal vez simultáneas, pero completamente distintas. Así para nosotros no deben en manera alguna reunirse, y menos confundirse para su estudio, el sacudimiento seísmico que se notó en Lisboa el 23 de Diciembre y extendió su acción hasta Galicia, con el que es objeto de este informe; el cual tuvo su principal manifestación el 25 de dicho mes, sintiéndose casi á la misma hora en las provincias de Granada y Málaga, donde originó incalculables desastres, llegando hasta Madrid y Segovia por el Norte, Cáceres y Huelva por el Oeste, Valencia y Murcia por el Este y al Mediterráneo por el Sur; de manera que actuó sobre una superficie de más de 4.000 miriámetros cuadrados, si bien hacia los límites de tan vasta extensión la tierra sólo se agitó ligeramente.

Si á esta superficie se añade aquella á donde sólo se han hecho perceptibles las vibraciones por medio de los delicados instrumentos de que se vale hoy la meteorología endógena para apreciar los movimientos del suelo, la extensión es mucho más considerable, puesto que los aparatos seismográficos de Roma, Velletri y Moncalieri acusaron aquellos movimientos; y en el Observatorio de Bruselas un astrónomo notó la oscilación hallándose mirando un astro por el anteojo meridiano.

En cuanto á la figura de la región en que ha hecho sentir sus efectos el terremoto puede observarse que, si en realidad es casi tan ancha como larga, hay intensidades tan diversas en la acción, que no puede negarse la influencia que en esta clase de fenómenos ejercen las antiguas quiebras y dislocaciones de los terrenos; pero al

mismo tiempo queda fuera de duda que no puede establecerse como regla general que las causas de los temblores de tierra se originen en los mismos sitios para actuar idénticamente en todos tiempos; y tampoco puede admitirse que en la parte de la cordillera Penibética comprendida entre la Sierra Nevada y la Serranía de Ronda, resida una predisposición para el fenómeno, como han afirmado algunos geólogos, considerando que esa es una parte frágil por efecto de los trastornos geológicos que en ella han ocasionado las acciones hipogénicas que comenzaron en la época paleozóica, para quebrantar la gran masa estrato-cristalina que debía de correr unida por toda la costa desde Cádiz á Cartagena. Que esto no ha sido así se evidencia con sólo recordar que hace 22 años, en 1865, era respetada esa frágil zona y los terremotos sólo se hicieron sentir ligeramente en una parte de ella, mientras que en los lugares que ahora han quedado inmunes, se manifestó su acción con toda la intensidad que entonces alcanzó el fenómeno.

## VII.

### DIRECCIÓN Y FOCO APARENTE DEL TERREMOTO.

Para la resolución de este interesantísimo problema, que como se ve abarca dos cuestiones distintas, que dependen inmediatamente una de otra, señalan los geólogos tres sistemas.

Fúndase uno de ellos en la determinación de la hora exacta en que ha ocurrido el primer sacudimiento en cada lugar; porque en efecto, bastaría saber dónde se sintió primero, y aquél sería el punto inicial del movimiento; pero ya se ha visto que esto no ha sido posible en la presente ocasión, y los autores que han escrito de esta materia reconocen que, por bueno que parezca en teoría, es realmente impracticable por la dificultad de tener relojes perfectamente arreglados y de observarlos con oportunidad. Un hecho casual, sin embargo, ha suministrado á la Comisión el dato más positivo que se tiene acerca de la procedencia y dirección del primer sacudimiento, fundado en la apreciación del tiempo.

Hallábase en la noche del 26 un telegrafista de Málaga comunicando directamente con Granada, cuando recibió aviso del de Vélez-

Málaga que quería línea franca para comunicar también con Granada. Terminó el primero su despacho directo, y al participar al de Vélez-Málaga que estaba pronto, le contestó éste: «Aguarda, siento terremoto;» y en efecto, pocos segundos después lo percibió el de Málaga. Es, pues, evidente que las sacudidas marchaban de Vélez-Málaga hacia Málaga, es decir, de E. á O. próximamente, y no podían venir de las Azores ú otro punto del Atlántico, como han creído algunos al saber que habían percibido movimientos seísmicos barcos que navegaban entre Cádiz y Nueva York, y al querer relacionar el terremoto de Andalucía con el que se sintió en Lisboa el 25 de Diciembre y tuvo resonancia en Vigo y algún otro punto de Galicia.

Otro de los sistemas que se siguen para determinar la marcha de un terremoto y hallar su foco aparente, es el de observar la dirección de los sacudimientos en diferentes lugares, porque se supone con razón que las líneas de propagación han de divergir en todos sentidos alrededor del foco aparente ó epicentro. A pesar de las dificultades prácticas que presenta este método, lo hemos empleado, ya tomando la inclinación de las grietas del terreno y de los edificios, ya teniendo en cuenta el rumbo á que daban frente las paredes hundidas, y en el que cayeron los escombros de los edificios arruinados; así como también la situación de objetos diferentes, que fueron derribados ó se mantuvieron en sus puestos, anotando sobre todo aquellos hechos que ofrecían datos más positivos. El resultado de esta minuciosa investigación se consigna en una lámina que acompañará á la Memoria que se redacte después de terminados los trabajos de campo. Este resultado ha hecho ver, como era de esperar dada la teoría de Stoppani y Rossi, que el foco del terremoto no es un punto alrededor del cual puedan trazarse las direcciones que indican la marcha del terremoto, como los radios de un círculo, ni vienen tampoco á cortar perpendicularmente una sola recta; sino que se adaptan con más ó menos rigor á los grandes barrancos ó cursos de agua, como si por la parte inferior de ellos corriesen grandes grietas ó estuviesen alineadas grandes cavidades, en las cuales existiera la causa determinante de los terremotos. Y como, en efecto, la geología nos enseña que las grietas que asoman á la superficie son el origen de los barrancos que muchas veces cortan transversalmente hasta su base una montaña ó sierra; como nos dice también que esas grietas suelen penetrar profundamente por bajo de la superficie; como es sabido que á los cursos de agua corresponden en la vertical antiguas fallas, y

que á lo largo de ellas es donde naturalmente se forman las cavernas en que se depositan y por donde corren las aguas y circulan los gases y vapores que dan origen á los temblores de tierra, siendo, por decirlo así, la hidrografía subterránea fiel trasunto de la superficial, no vacila la Comisión en asegurar que en esos canales naturales ha tenido lugar la acción seísmica; y sin desconocer que en cierta extensión de terreno, no muy considerable, que luego señalará, han sido mayores los efectos; ni éstos se han limitado á ese que pudiera llamarse foco de acción, ni ese foco ha sido necesariamente el punto inicial de la borrasca seísmica, que probablemente ha estallado por más de un lugar, no como un arma de fuego que se dispara, sino como una caldera de vapor que revienta.

Para comprender la exactitud de este aserto no hay más que examinar los lugares donde se ha verificado el cataclismo el 25 de Diciembre y donde indudablemente los ha habido en épocas remotas; pues al lado de las nuevas ruinas y escombros de las sierras de Enmedio, Marchamonas y Tejada, comparadas con las cuales son microscópicas las que aún cubren las calles de Alhama, Arenas del Rey y Periana, yacen otras antiguas que revelan trastornos no menos grandes y terribles; sucesos que no han llegado á nuestra noticia porque los más ocurrieron antes de estar poblados esos lugares, y los relativamente recientes se verificaron cuando sus escasos habitantes tal vez ocupaban moradas menos expuestas á la acción de los terremotos.

La transmisión del movimiento, salvo las anomalías consiguientes á lo que en las quiebras y derrumbes influyen la naturaleza y configuración del terreno y las condiciones de edificación, parece haber seguido la siguiente ley: en una superficie de figura irregular, dentro de cuyo ámbito de unos 200 kilómetros cuadrados se comprende el valle de Zafarraya y las sierras de Tejada, de Marchamonas y de Enmedio que lo circundan, las grietas de los edificios parecen tomar todas las direcciones, y sus escombros caen en todos los rumbos, como si la fuerza que los ha impulsado hubiese obrado principalmente de abajo á arriba; aunque modificada por otra fuerza lateral relacionada con la dirección de las grietas del terreno que, aunque varían también, marchan las más visibles é importantes de NO. á SE. y otras perpendicularmente á ella, siguiendo las grandes quiebras que forman los actuales cursos de aguas, los barrancos, cortaduras y antiguas grietas que fácilmente se observan desde los valles en lo alto

de las sierras. Fuera de ese limitado espacio sigue la confusión, aunque no tan acentuada, en la dirección del movimiento, siempre relacionado éste con los cursos de aguas y las fallas de la localidad; y cuando ya fuera, por decirlo así, de la zona peligrosa, ó mejor dicho de la región más dañada, donde se comprende que los sacudimientos no son debidos á la acción directa de la explosión que ha lanzado al exterior los gases, los vapores y el agua, sino á la transmisión del movimiento por la vibración de las rocas que constituyen el terreno, es decir, cuando realmente la onda seísmica se transmite como la comprenden los partidarios de la teoría de Dana y demás análogas, entonces las direcciones irradian del centro á la periferia; de manera que en Granada, por ejemplo, es de SO. á NE., en Málaga de NE. á SO., en Madrid de S. á N., en Motril de N. á S., etc., etc.

Ya se ha indicado en las líneas que preceden, la dificultad que reconocen los autores, y la Comisión ha encontrado, en deducir por las grietas del terreno y de los edificios, la dirección del movimiento y situación del foco de actividad dinámica, porque foco puede llamarse á una superficie relativamente limitada, si se tiene en cuenta la extensión del fenómeno. Otro sistema empleado por los geólogos para determinar la dirección del movimiento, es el de medir la intensidad de las sacudidas; porque se conceptúa que estas han de ser más fuertes, mientras más cerca se hallen del foco: los aparatos seismográficos darían resuelto el problema apenas ocurrido el terremoto, si existieran en la región castigada observatorios convenientemente atendidos; pero á falta de esto hay que acudir, como ha acudido la Comisión, á un medio indirecto; el de apreciar la intensidad de los movimientos del suelo por la magnitud de los efectos causados; cuyo sistema le permitirá servirse en la Memoria definitiva de la escala seísmica propuesta por Rossi y adoptada oficialmente en Suiza y en Italia para clasificar los terremotos en diez clases.

Esta escala es la siguiente:

- 1.—Sacudida señalada por un solo seismógrafo ó por seismógrafos del mismo modelo.
- 2.—Sacudida indicada por seismógrafos de sistemas diferentes y advertida por escaso número de personas.
- 3.—Sacudida notada por varios individuos en quietud, pero bastante fuerte para que la duración ó dirección pueda apreciarse.
- 4.—Sacudida percibida por las personas en movimiento. Los objetos se conmueven al par que las puertas y ventanas y crujen los techos.

5.—Sacudida notada por toda una población. Movimiento de muebles y sonar de campanillas.

6.—Sacudida por la que despiertan los que se hallan dormidos. Oscilación de lámparas y parada de relojes de péndola.

7.—Sacudida con caídas de objetos y desconchados aun cuando sufran poco los edificios.

8.—Caída de chimeneas y quiebras generales en los muros de las casas.

9.—Destrucción parcial ó total de algunos edificios.

10.—Grandes desastres, ruinas generales, conmociones y aberturas en el terreno, desplome de peñascos, etc.

Con arreglo á esa escala podrán trazarse sobre un mapa líneas que marquen la gradación de intensidad, de las cuales la primera, por ejemplo, pasaría por Roma y Moncalieri, donde sólo ha podido percibirse el movimiento con aparatos seismométricos del mismo sistema; la tercera por Cáceres, Madrid y demás lugares en que no lo han sentido sino las personas que se hallaban en estado de quietud, no las que estaban distraídas y en movimiento, para quienes pasó inadvertido; la quinta por Sevilla, donde sentido por las personas movió los muebles ó hizo sonar las campanillas; la octava por Córdoba, donde el terremoto llegó á causar el deplomo de una bóveda de la torre de San Lorenzo; la novena abrazaría una gran parte de las poblaciones de Málaga y Granada, y la décima, por desgracia, encerraría en su fúnebre circuito los pueblos de Alhama, Játar, Arenas del Rey, Jayena, Albuñuelas, Murchas, Ventas de Zafarraya, Zafarraya, Periana, Alcaucín y Canillas de Aceituno.

La determinación de la marcha ó intensidad del terremoto por la magnitud de los efectos causados, ha conducido á la Comisión á un resultado análogo al que antes indicó aplicando el sistema de observación de las grietas, es decir, á fijar el comienzo de los movimientos en el espacio que comprende el valle de Zafarraya y las sierras Tejeda, Marchamonas y de Enmedio, de donde se extendió rápidamente por el territorio de los pueblos que más han sufrido; como Alhama, Arenas del Rey, Jayena, Albuñuelas y Murchas, si bien en algunos de éstos los siniestros débense casi por completo á circunstancias especiales, independientes, por decirlo así, de la fuerza inicial del terremoto, como es la naturaleza del terreno que les sirve de asiento, la situación topográfica y los defectos en la edificación: circunstancias de que hablaremos más extensamente en otro lugar y que mo-

dificadas puede abrigarse la esperanza de evitar en lo porvenir muchas y lamentables desgracias.

Se confirma lo dicho, recorriendo las montañas y visitando los pueblos que han sido conmovidos por los efectos seísmicos, pues desde luego llama la atención del atento observador el relieve del terreno y la constitución geológica del sitio denominado Llano de las Chozas del Rey ó valle de Zafarraya. En este punto las aguas que corren por las arroyadas no encuentran salida superficial, sino que se precipitan por pozos y oquedades naturales debajo de las calizas jurásicas que constituyen las sierras de Loja, Marchamonas y de la Cuna; y cuando las lluvias son muy abundantes, los sumideros de Zafarraya no pueden dar completo paso á las aguas reunidas, con lo que en alguna ocasión se han producido inundaciones tan grandes en el valle, que han incomunicado á los vecinos de los diversos pueblos en él situados.

Las aguas de los sumideros deben de tener su salida, no sólo por las muchas fuentes y vengros de Loja, que se hallan á seis ó siete leguas de distancia y unos 500 metros más bajos, sino también por los abundosos manantiales que aparecen en el Norte de la provincia de Málaga; y esto por sí solo justificaria la existencia en la formación jurásica de grandes oquedades y grietas, donde reuniéndose las aguas superficiales pueden caldearse y vaporizarse con la temperatura interior originada por la presión, el rozamiento y, sobre todo, por las acciones electrolúricas, llegándose á producir así los efectos seísmicos que tan tristemente se reconocen en las localidades conmovidas.

La expansión del vapor de agua y de los gases contenidos en esta región, han puesto en movimiento las rocas adyacentes, siguiendo las grandes quiebras del terreno y ocasionando las grietas que, paralelamente al radiante ó línea de marcha de los gases, se observa en las montañas que vierten sus aguas al valle de Zafarraya, como los derrames occidentales de la sierra Tejeda, la de Marchamonas, el cerro Vitón, la sierra de Enmedio, etc.

Todavía haremos notar, con respecto al llano de Zafarraya, que el pueblo que le da nombre dista dos ó tres kilómetros del sumidero principal, y está edificado sobre una pequeña elevación, donde asoman las calizas muy quebrantadas, probablemente por muchos y antiguos movimientos, que al repetirse en la actualidad han maltratado extraordinariamente los edificios, quedando muchos completamente arruinados, y observándose la particularidad, digna de fijar la aten-

ción, de que los muros de las casas paralelos á la dirección del río, que vierte en los sumideros, son los que generalmente han sido derribados. Así se ve, entre otros, el muro septentrional de la iglesia nueva completamente por el suelo, y otro muro de la casa del Alcalde, inmediato al río y paralelo á su lecho, lanzado entero fuera de sus cimientos, de unos 40 centímetros de profundidad. También Ventas de Zafarraya, donde hubo muchas casas hundidas y numerosas víctimas, se halla en el borde del valle cercano al Boquete; y en cambio, el Almendral, pueblo situado más lejos de la vaguada general y apoyado en la sierra, sufrió relativamente poco.

A la parte del NE. del valle de Zafarraya, se encuentra el llano de las Donas, en el que asimismo ha habido cortijos arruinados, separado de aquél por la sierra de caliza jurásica, donde se halla el sitio denominado Dientes de la Vieja; y no sólo las aguas reunidas en este llano de las Donas, careciendo de salida superficial, van á esconderse por sumideros como los de Zafarraya, si bien más pequeños y en menor número, sino que dada la estructura cavernosa de las rocas adyacentes, se aumentarán grandemente en los conductos subterráneos con las que afluyan de toda la región comarcana.

Pues bien; debajo de toda esta zona, que hay que considerar llega á las ruinas de Periana y del cortijo de Guaro, es donde, acumulados los gases y el vapor de agua que se elevaron á una alta temperatura, tuvo su origen el terremoto, que se extendió principalmente hacia el E., NE. y S., produciendo sus más terribles efectos y ocasionándolos relativamente menores hacia los otros rumbos.

Puede causar extrañeza á algunas personas esta desigualdad en la propagación de las ondas sísmicas; pero tiene explicación dada por observadores de otros países, y que encuentra confirmación plena en el caso actual. Es cosa sabida que las conmociones terrestres se propagan con mucha más facilidad en una masa más ó menos elástica, que en otra llena de oquedades y hendiduras. Pues bien; ya sabemos que hacia el N. del radiante se encuentra la cordillera caliza de la sierra de Loja, poco á propósito para la transmisión de las ondas sísmicas, mientras que al S. y al SE. del mismo foco, y pasados los aluviones del valle de Zafarraya y de Donas, se encuentran las rocas laurentinas y cambrianas, sobre las que descansan los terrenos terciarios oligoceno, mioceno y plioceno, formaciones mucho más aptas para la transmisión de los sacudimientos producidos en los bordes de las líneas de fractura.

La Comisión, que al llegar á Zafarraya había ya visitado los imponentes destrozos de Alhama, los pueblos arruinados de Santa Cruz de Alhama, Arenas del Rey, Fornes, Jayena y Albuñuelas, el ánimo aún contristado por tantas ruinas y por tan numerosas víctimas sepultadas en sus escombros, no tuvo reparo en señalar como origen ó punto de partida de tantos desastres aquellos antros donde mansamente van á caer las aguas de los contornos.

Para formar este juicio, la Comisión partía de las teorías modernas fundadas en los constantes trabajos y observaciones de los físicos y geólogos, principalmente italianos, por ser la Península italiana donde hace ya tiempo que muchos sabios se dedican con ahínco á los estudios endodinámicos, para lo que ha contribuido la frecuencia de los terremotos en el país, y ha tenido la satisfacción de ver confirmadas sus ideas, leyendo, con posterioridad á su llegada á Andalucía, en un folleto que le ha remitido directamente el eminente profesor Rossi, entre otras frases, las siguientes, que no se traducen para que aparezcan en su verdadero valor:

«Da ultimo in una sola parola, la circolazione sotterranea delle acque é considerata come uno dei fattori di primo ordine nell' incessante lavoro della attività interna del globo.»

Y más adelante:

«Ho ricordato poco sopra, il dato que la moderna geologia giustamente considera la circolazione sotterranea delle acque come uno dei fattori principalissimi dell' interno lavoro dinamo-tellurico.....»  
«..... un primo colpo d' occhio proporzionato alle poche cognizioni che abbiamo finora in siffatta materia ci addita i centri sismici più noti d' Italia o nel cuore dei bacini idrografici ó nei luoghi dove é più evidente l' assorbimento ossia il nascondersi sotterra delle acque superficiali.»

Asignado de este modo el origen del movimiento, examinemos ahora algunas de sus circunstancias principales.

los individuos de la Comisión en los lugares que han visitado, así como los observados por sus individuos, y aun los que han publicado gran número de periódicos, no ha sido posible fijar dicha hora con la exactitud indispensable ni en un solo punto; por consiguiente, no es dable señalar la velocidad del movimiento sin exponerse á errores que darían motivo á dudar de las afirmaciones que acerca de otros particulares se hagan en este informe. Otra cosa sería si hubiesen existido en Madrid, Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Murcia ó Cartagena y Alicante, observatorios seismológicos, como los que hay establecidos en Roma, Rocca di Papa, Nápoles, Moncalieri, Venecia, Catania y otros puntos, hasta 28 que, convenientemente ligados por el telégrafo, cuenta Italia entre los dos últimos lugares citados, distantes entre sí unos 800 kilómetros.

## X.

### DURACIÓN DEL TERREMOTO.—NATURALEZA DE LOS MOVIMIENTOS QUE LO HAN PRODUCIDO.—REPETICIÓN DEL FENÓMENO.

Por más que un terremoto no sea sino el sacudimiento del suelo de una comarca por las fuerzas endógenas, hay una diferencia inmensa entre las fugaces oscilaciones que sólo duran una fracción de segundo y la terrible trepidación seguida de ondulaciones, casi sin intervalos, que persiste á veces más de medio minuto; en cuyo tiempo es capaz de arrasar las ciudades más bien construídas y conmover las montañas más sólidas. Una y otra clase de movimiento, con todas las gradaciones de intensidad, con todas las variedades de forma, se han observado en la serie de sacudidas que desde el 25 de Diciembre, ó tal vez antes, vienen agitando el suelo de la Península, y sobre todo el de las desdichadas provincias de Granada y Málaga.

Como todos los problemas seísmicos en que hay que apreciar el tiempo mediante la simple observación del que ha sido sorprendido por los efectos del terremoto, es muy difícil determinar la duración de las sacudidas, sobre todo de aquellas tan fuertes como la que se sintió el 25 de Diciembre á las nueve de la noche.

No hay que hablar de los lugares donde, como en Arenas del Rey, Albuñuelas ó Santa Cruz de Alhama, han quedado las poblaciones completa é instantáneamente arruinadas; porque es natural que nadie haya podido entretenerse en observar con el reloj en la mano la duración del sacudimiento, cuando por todas partes debían llegar á sus oídos los ayes y lamentos de los hijos, parientes ó amigos que, sepultados entre los escombros, pedían auxilio á los que habían logrado salvarse de la catástrofe; pero aun los mismos que, haciéndose fuertes y sobreponiéndose á la sorpresa, hayan apelado á algún medio de graduar el tiempo que han experimentado los efectos del sacudimiento, han padecido indudablemente grandes errores, ya porque en circunstancias semejantes los segundos parecen interminables, ya porque no todos aprecian igualmente el fenómeno, pues hay quien cuenta la duración del terremoto desde que empieza á sentirse el ruido hasta que termina la última de las sacudidas, si como suele suceder hay varias, apenas separadas por brevísimos intervalos. Por eso mientras el Gobernador de Málaga telegrafiaba al Gobierno que el terremoto había durado 4 segundos, los periódicos daban cuenta detallada del suceso, asignándole 10 segundos de duración; en Alhama y Granada han creído algunos que el sacudimiento había sido de 14 á 15 segundos, cuando en Periana afirman que sólo fué de 5; 2 en Dúrcal; de 5 á 4 en Madrid; de 4 en Ferreirola y Jaén; de 4 á 6 en Ciudad-Real; de 7 á 8 en Cazorla; de 8 en Huelva; de 10 á 12 en Albuñol y Montefrío; 12 en Almuñécar; 14 en Cacin; 15 en Guadix; de 15 á 16 en Lanjarón; de 15 á 18 en Montejicar; de 16 á 20 en Motril; de 18 á 20 en Baza; 20 en Sevilla y Laroles; 50 en Antequera; 55 en Mecina Bombarrón; 40 en Nigüelas y hasta 60 en Cádiar, donde se calculó el tiempo, dicen, por la distancia que recorrieron varias personas desde que se inició el movimiento hasta que terminó.

Anótanse todos estos guarismos para que se vea la dificultad de fijar de una manera positiva la duración del primer sacudimiento ocurrido el 25 de Diciembre: cúmplale, sin embargo, á la Comisión manifestar que de sus prolijas investigaciones, de sus cálculos basados en el dicho y en la expresión gráfica de los que más cerca del foco ó radiante experimentaron sus efectos, ha adquirido la convicción de que la primera sacudida no pudo durar más de cuatro segundos; si bien debe tenerse en cuenta que á ésta siguieron varias, cuyo número es también muy difícil de fijar por lo contradictorio de las noticias: pudiendo sólo asegurarse que la primera no fué única, que

consecutivamente se sintieron varias, dos ó tres de ellas con un brevísimo intervalo, y las demás en diferentes horas de la noche, hasta las 2<sup>h</sup> 20' de la madrugada que se sintió la última.

En puntos lejanos como Madrid, Segovia, Cáceres, Moguer y Jerez no se sintió más que una sacudida; dos en otros menos distantes como Ciudad-Real, Cabra, Colmenar y Baza; tres en Córdoba, San Fernando (Cádiz), Sevilla, Bérchules, Gójar, Atarfe y otros pueblos de las provincias de Granada y Málaga; cinco en Loja, Montefrío y Quéntar; siete en Santafé, Melegis, Murchas, Ventas de Zafarraya, Chimeneas, Nigüelas, Bayácar, Cájar y Motril; creen recordar que fueron de 3 á 10 en la Estación del ferro-carril de Granada, en Pinos del Valle, Armilla, Carataunas y Soportújar; de 10 á 15 en Granada, el Almendral, Cacín y Turro, Fornes, Cáñar, Cijuela, Chauchina, Gavia Grande y Salobreña; de 15 á 20 en Arenas del Rey, Ventas de Huelma, Chite y Talará; 21 fijaron en Santa Cruz de Alhama, y en Játar aseguró una respetabilísima é ilustrada persona á dos de los individuos de la Comisión que había contado hasta 110 durante toda la noche del 25 al 26 de Diciembre. Sin embargo, la mayor parte de los lugares donde se han sufrido los efectos de los terremotos, entre ellos Alhama, Albuñuelas, Periana, Cortijo de Guaro, Baños de Vilo y Vélez Málaga, se han limitado á decirnos que habían experimentado muchos ó varios sacudimientos.

La verdad es que, con más ó menos frecuencia, desde el 25 de Diciembre hasta la fecha en que estos renglones se escriben (24 de Febrero), ya en unos, ya en otros puntos, unas veces casi insensibles para la mayoría de las gentes, perceptibles otras para todos, casi no pasa día en que no se señalen, notándose como los más fuertes, después del primero que se sintió el 25 de Diciembre, otro que ocurrió á las dos de la madrugada del 26, es decir, en aquella misma aciaga noche, y los sentidos el 50 de Diciembre y el 5 de Enero de 1885, ó sea á los 14 días <sup>(1)</sup>.

Cuando la Comisión redacte la Memoria definitiva, en que dé cuenta detallada de sus trabajos, es de esperar que hayan terminado completamente las sacudidas, y, reuniendo todos los antecedentes que po-

(1) El 27 de Febrero á las 4<sup>h</sup> 25' de la mañana, se sintió el más fuerte de los sacudimientos observados después del 25 de Diciembre, hallándose dos individuos de la Comisión levantando el plano del hundimiento del Cortijo de Guaro.

sea, dará la listâ completa de los sacudimientos observados, no sólo en la región objeto de su estudio, sino de las demás de que tenga noticia <sup>(1)</sup>.

Este es el lugar de consignar un hecho muy importante que por una parte completa lo que acerca del principio y duración del terremoto se ha consignado, y por otra no sólo confirma una ley anteriormente observada por los geólogos, sino que viene á suministrar una prueba más del fundamento con que se espera que los modernos trabajos acerca de la seismología, y sobre todo la microseismografía, contribuyan eficazmente á prever la *posibilidad* de que en un lugar dado pueda estallar una borrasca seísmica, un terremoto.

Se ha dicho y repetido con insistencia que rara vez ocurre que la primer sacudida sea la más fuerte de la serie, y que positivamente no es nunca la última. Pues bien, á pesar de la creencia casi general de que el terremoto de 25 de Diciembre fué el primero, las noticias adquiridas por nosotros nos permiten creer que dicha sacudida fué precedida de otras más debiles el 25 y 24. En esos días, en efecto, cuenta un labrador de Zafarraya (y lo refiere el farmacéutico de dicha villa) que estando trabajando en el campo vió moverse los cerros próximos y lo comunicó á un pariente, aunque con cierto recelo, por temor de que se burlaran de él, tomándolo por loco. No sólo se le hizo conocer este hecho á la Comisión cuando estuvo en Ventas de Zafarraya, por las Autoridades locales de este pueblo, sino que al visitar á Colmenar le aseguraron que había allí quien pretendía que el 24 había sentido un ligero temblor á la una de la noche.

En vista de esto no considera improbable la noticia que se le dió en Alhama de que se habían sentido oscilaciones casi imperceptibles antes del 25 de Diciembre, y que alguno afirmaba que la primera que notó fué el 17 por la mañana, atribuyendo el ruido y movimiento de cristales que produjo á otra causa, porque no le pasó por la imaginación cuál fuera la verdadera.

(1) A la bondad del Ingeniero de la Sociedad constructora de las obras del puerto de Málaga, Sr. Mario Jona, debe la Comisión poder agregar á este informe un estado de los terremotos observados desde el 25 de Diciembre hasta el 9 de Marzo, la mayor parte de ellos con el auxilio de dos seismógrafos montados en las oficinas de la Sociedad. El cuadro se ha completado con otras observaciones comunicadas por los PP. Jesuitas del Colegio establecido en el pueblo del Palo, cerca de Málaga, y por uno de los Profesores del Instituto provincial de dicha ciudad.

Tuvo, pues, el terremoto del 25 sus precursores infinitamente más ligeros, como suele suceder y es natural que suceda si, como parece, es la más aceptable la teoría de los físicos italianos.

Ha dicho la Comisión que en el terremoto del 25 de Diciembre se han sentido los movimientos que principalmente constituyen el fenómeno con todas las gradaciones de intensidad, con todas las variedades de forma que ha solido presentar en cuantos se han descrito; en efecto, cuando se escriba la Memoria definitiva, se consignarán en ella la multitud de casos que lo prueban y los hechos curiosísimos á que han dado lugar: en la necesidad de abreviar el presente relato, nos limitaremos á señalar algunos que bastan á probar nuestro aserto.

Sabido es que han creído reconocerse y se admiten en los terremotos tres especies de sacudimientos: los *horizontales*, que producen las *oscilaciones*; los *verticales*, que dan lugar á lo que, por no tener otro nombre, se llama *trepidación* y los italianos movimiento *susultorio*; y por último los *ondulatorios*, que, á semejanza de los que ocasiona la mar algo agitada, pueden dar origen á efectos combinados de la oscilación y la trepidación, produciendo el efecto de un movimiento giratorio.

No se han sentido sino movimientos horizontales ú oscilatorios en todos aquellos lugares que se hallan fuera de la zona de acción donde ha descargado la borrasca seísmica; es decir, donde la conmoción producida por ésta se ha transmitido lateralmente por la vibración de las partes constituyentes del terreno; por ejemplo, Jerez, Sevilla, Cáceres, Madrid, Segovia, Valencia, Alicante, Almería y muchas poblaciones de las mismas provincias de Málaga y Granada, como Estepona, Archidona, Antequera, Montefrío, Guadix, Baza, Bérchules y Orgiva. Los sacudimientos verticales son propios de los lugares bajo cuyo suelo ha estallado la borrasca; así es que todas las relaciones están contestes en que el primer movimiento del 25 empezó por un sacudimiento vertical, seguido de dos ó más fuertes oscilaciones, separadas por brevísimos intervalos, en todas las poblaciones que han quedado reducidas á escombros, y aun en aquellas que por circunstancias especiales han sufrido relativamente poco, pero que se hallaban dentro de la que podemos llamar zona de acción directa; figurando, por supuesto, entre las primeras Zafarraya, Ventas de Zafarraya, Periana, Alcaucín y Canillas de Aceituno.

En algunas poblaciones gravemente dañadas, como Alhama, Are-

nas del Rey, Güevéjar, etc., pueden no haberse sentido sacudimientos verticales, porque las ruinas se deben en gran parte á la naturaleza del suelo, á la topografía y á las condiciones de edificación; mientras que en otras que han sufrido relativamente poco, como Málaga y Colmenar, se asegura que ha habido sacudimiento vertical y no hay razón para negarlo, porque como se ha dicho puede resultar del ondulatorio.

Que han existido los efectos que suele producir éste, es decir, los de un movimiento giratorio, es innegable, como lo prueba el monumento elevado á la memoria del General Torrijos en la plaza de Riego de Málaga, en que una de las piedras, casi prismáticas, que forman el obelisco, se ha separado visiblemente algunos grados de la posición que ocupaba; y en Alhama se observa también que ha girado el remate de la fuente principal del pueblo. Sir. R. Mallet da la explicación de estos efectos giratorios sin necesidad de recurrir á un sacudimiento ondulatorio; le basta un cambio de velocidad en la onda seísmica por el solo hecho de cambiar la naturaleza del suelo. En el caso de Málaga puede explicarse, y explicaremos el hecho, sin acudir siquiera á este cambio, que no siempre tiene lugar: por ahora se limita la Comisión á consignar el caso para demostrar que, si realmente existiera el movimiento ondulatorio ó vertiginoso, lo hubo en el terremoto del 25 de Diciembre. Otro hecho curioso se ha atribuido también á un sacudimiento giratorio: las campanas de la iglesia de Arenas del Rey, que eran una mayor que otra, se encontraron caídas en una posición inversa á la que tenían antes del terremoto, es decir, la pequeña del lado donde estaba la grande, y ésta, por el contrario, del lado que ocupaba la pequeña: basta recordar, sin embargo, que hubo dos oscilaciones, para comprender que sin sacudimiento giratorio pudo tener lugar el cambio, con sólo admitir que en la primera oscilación fué lanzada una campana en una dirección, y la otra en la contraria á la siguiente oscilación.

Como ejemplo de la violencia de los sacudimientos verticales en algunos puntos, citaremos el hecho ocurrido en Zafarraya de haber sido arrancada una pared entera fuera de los cimientos, que quedaron completamente limpios, á pesar de que tenían 40 centímetros de profundidad.

## XI.

FENÓMENOS QUE HAN PRECEDIDO, ACOMPAÑADO Y SEGUIDO AL TERREMOTO.—CAMBIO EN EL RÉGIMEN DE LAS AGUAS.—FENÓMENOS BIOLÓGICOS.—PERTURBACIÓN EN LOS APARATOS MAGNÉTICOS.—DEPRESIÓN BAROMÉTRICA.

El estudio cada vez más inteligente y minucioso de los temblores de tierra, ha puesto fuera de duda que hay una serie de fenómenos que no son, como se ha creído durante algún tiempo, accidentales ó debidos á una mera coincidencia, sino que necesariamente tienen que presentarse cuando ocurre un terremoto, porque se relacionan unos con las causas que lo originan, y otros son consecuencia inmediata del fenómeno principal.

Para estudiar dichos fenómenos suelen los autores dividirlos en tres grupos: precursores, concomitantes y consecutivos, y la Comisión lo hará así en la Memoria definitiva, para que aparezca menos confusa su enumeración, siendo, como son, muchos; pero no porque esté en realidad bien marcada la separación, pues hay algunos que no se sabe con certeza si preceden ó acompañan al sacudimiento, y otros se observan antes, después y en el acto mismo de sentirse éste.

Aun cuando no fuera más que por haber logrado demostrar la íntima relación que tienen todos estos fenómenos unos con otros y con el sacudimiento, ó temblor propiamente dicho, la teoría seísmica que hoy aceptan los italianos ocuparía el primer lugar entre las varias que hemos apuntado al principio de este informe.

El cambio en el régimen de las aguas, su turbiedad, el aumento ó disminución de su caudal, la alteración de la temperatura y hasta de la composición, son hechos que acompañan y siguen á los terremotos; pero asimismo suelen precederlos, y deben por tanto ocupar un lugar entre los fenómenos precursores. Ahora bien; ¿cómo los explican los partidarios de la teoría de Dana, Boussingault ó de Perrey? Para ellos son sucesos accidentales, que en determinados casos pueden atribuirse á la dislocación del suelo, y por consiguiente, al que-

brantamiento de las rocas por donde corrían las aguas; pero teniendo que ser siempre consecuencia del terremoto, quedan sin explicación cuando preceden á los sacudimientos. Por el contrario, según la manera de ver de la Comisión, desde que Lorenzini comprobó en Porreta la constancia del hecho, el cambio en el régimen de las aguas constituye uno de los más importantes y necesarios, por decirlo así, del cual puede sacar gran partido la meteorología endógena para preverse de los desastrosos efectos de los terremotos.

Son muy numerosos los ejemplos que podrían presentarse en este informe de alteraciones ocasionadas en el régimen de las aguas por los terremotos que comenzaron el 25 de Diciembre, y oportunamente se consignarán todos los que conocemos, haciendo la debida distinción entre ellos y dando pormenores que permitirán juzgar de la magnitud del fenómeno y de las causas que le han dado origen; porque insistimos en manifestar que á la marcha de las aguas subterráneas, y sobre todo de las que con extraordinaria abundancia penetran por los sumideros de Zafarraya, de las Donas y demás de aquella región, se debe principalmente la borrasca seísmica que estalló el 25 de Diciembre.

En el presente informe se limitará la Comisión á citar algunos casos para probar no sólo que el hecho ha tenido lugar, sino que es de carácter general y que importa mucho tomarlo en cuenta al estudiar las causas que dan origen á los terremotos y buscar los medios de precaverse de ellos ó de aminorar las consecuencias de sus desastrosos efectos.

En los terremotos últimos se ha presentado toda la serie de perturbaciones que en el régimen de las aguas ha solido observarse en otras ocasiones.

Ha subido el agua de los pozos en diferentes lugares, como en Santafé, en Armillas, en Picena, en Pulianas, en Vélez Málaga, en un cortijo de Atarfe, donde llegó á tener 2 metros sobre su nivel ordinario, y en Cúllar Baza, donde saltó fuera del pozo.

Aumentó el caudal de las fuentes y manantiales en Chite y Talará, Archidona, Algarinejo, Cijuela, Fuente Vaqueros, Salobreña, Granada, Illora y Melegis; mientras que se secó, disminuyó ó se suspendió en Pampaneira, Pinos del Valle, Benalauria, Arenas, Jayena, Caratunas, Iznalloz, Soportújar y Alhama; habiendo participado de los dos fenómenos, es decir, que aparecieron y aumentaron unos manantiales mientras desaparecían ó disminuían otros, en los pueblos de Cá-

ñar, Játar, Santa Cruz de Alhama y Ventas de Zafarraya, en tanto que Pinos del Valle, Arenas, Játar y Alhama misma vieron reaparecer las aguas que creyeron perdidas.

Enturbiáronse las aguas de los pozos, fuentes y manantiales de Periana, Campillos, Málaga, el Almendral, Loja, el Padul, Ventas de Zafarraya, Pampaneira, Vélez de Benaudalla, Canillas de Albaida, Archidona, Algarinejo, Bayacas, Iznalloz, Motril, Soportújar, Purullena y Zújar, permaneciendo más ó menos tiempo en este estado.

Lo ocurrido en las fuentes se notó también en algunos ríos y arroyos, cuyas aguas quedaron momentáneamente cortadas, detenidas ó corriendo fuera de su cauce natural, en Alhama, Güevéjar, Láchar y Mecina Alfahar.

En Córdoba y Molina se dice que se observaron hervideros en los pozos, lo cual puede no ser sino efecto de que brotó un manantial frío en el fondo de ellos. Es posible que haya también exageración en el hecho citado en los datos oficiales que tenemos de Fornes, respecto á una fuente, templada de ordinario, que dicen abrasaba la mano después del terremoto, y que despedía olor á ajos y huevos podridos, que antes no tenía; pero lo que sí es cierto es que en el cortijo de los Alamos de Santa Cruz de Alhama aparecieron el 25 de Diciembre aguas termales que luego desaparecieron para presentarse á los tres días, como á 600 metros al S. de los baños de Alhama, formando una abundantísima fuente de agua termal, ligeramente sulfurosa, que cuando la examinó la Comisión, un mes después, no daba menos de 5 metros cúbicos por minuto, y cuya temperatura era de 50 grados centígrados: esto sin influir en el caudal de las antiguas termas, que también aumentó, adquiriendo un ligero olor á hidrógeno sulfurado que nunca se le había advertido.

Asimismo han tenido aumento las ya conocidas aguas minerales de la Malá, donde según parece son nuevos algunos de los veneros que allí surgen, y otro manantial no tan caliente como los de Alhama, pues sólo marcó el termómetro 25 grados centígrados, comenzó á correr el 25 de Diciembre, y siguió en aumento hasta llegar á un caudal de un metro cúbico por minuto un mes después de haber surgido en el barranco de la Cueva, al SO. de Izbor.

Igualmente templadas, pues sólo marcan 21 grados centígrados, son las aguas sulfurosas de los baños de Vilo, en la jurisdicción de Periana, cuyo caudal y riqueza en hidrógeno sulfurado aumentaron notablemente con el terremoto del 25 de Diciembre.

No menos dignos de mención son los surtidores de agua cargada de finísima arena silícea que brotaron en una haza de las Albuñuelas y que al cesar de correr, muy poco después, dejaron sobre la tierra vegetal pequeñísimos montones de arena blanca, como si hubieran empezado á iniciarse moyas semejantes á las de Jorullo, pero verdaderamente microscópicas. Esta arena, la que dejó otro manantial á un nivel un poco más bajo, y la que en mayor cantidad, pero enteramente igual, salió por el surtidor del baño fuerte de Alhama, á 36 kilómetros de distancia y con un desnivel de pocos metros, manifiesta claramente el origen de ese sedimento.

La Comisión, en efecto, se lo explica diciendo que la parte insoluble de las rocas en que están abiertos los canales y cavernas de las sierras de Loja, de Alhama y demás de aquella comarca, por los cuales circulan las aguas que van corroyéndolos, se depositaba en el fondo mientras las aguas corrían tranquilas con la presión ordinaria; pero aumentándose ésta, por las causas que han originado el terremoto, han arrastrado cuanto había en las cavidades y lo han lanzado fuera, unas veces en forma de agua turbia y sedimento por los manantiales, otras en el de verdaderas moyas por agujeros que ha abierto la presión misma.

Este sería el lugar de hablar de uno de los ejemplos más notables de los desastrosos efectos del terremoto de la noche del 25 de Diciembre, el hundimiento del cortijo de Guaro, si no le reserváramos otro para que, reunido con los resbalamientos de Güevéjar y de los terrenos que constituyen las inmediaciones de Murchas y Albuñuelas, así como con los desprendimientos de los tajos de Alhama, forme en su conjunto el cuadro de los daños que puede causar la acción del agua sobre ciertas clases de terrenos y la necesidad de alejar siempre las poblaciones de tan terrible enemigo, sobre todo en las comarcas sujetas á la acción de los terremotos.

De los fenómenos que, como la alteración en el régimen de las aguas, pueden figurar entre los precursores de los terremotos, se hallan los *biológicos*, ó sea la impresión que experimentan las personas y animales. Que esto sea debido al temperamento nervioso del individuo sobre el cual ejerce su acción el estado eléctrico de la atmósfera ó del suelo; que sea efecto de una sensibilidad exquisita el que ciertos animales, y aun personas, perciban ruidos ó movimientos, olores ó gases que no sienten otros, como parece darlo á entender la

identidad de los síntomas que presentan unos antes y otros después de hacerse perceptibles los sacudimientos; de positivo nada se sabe, pero lo cierto es que desde tiempo inmemorial se ha reconocido la influencia de los terremotos en los animales y la posibilidad de que esta influencia se haga sentir en ellos mucho tiempo antes de que la generalidad se dé cuenta del hecho. Ya nuestro ilustre compañero Don Casiano de Prado lo consignó de una manera que no deja lugar á duda en su informe acerca de los terremotos de Almería en 1865; pero si alguna hubiera podido subsistir, quedaría completamente desvanecida con la lectura de la multitud de contestaciones á los interrogatorios que tenemos á la vista y con la impresión que en nosotros ha causado la relación del fenómeno por los mismos que lo han experimentado.

En la imposibilidad de referir aquí todos los casos de que tenemos noticia, porque sería interminable y poco variado, diremos que, á pesar de escribir este informe cuando no hemos acabado de recorrer el territorio en que se ha hecho sentir el terremoto, y á pesar de no haber recibido aún contestados la mitad de los interrogatorios que oficialmente hemos repartido, consta que en más de 50 pueblos se han manifestado fenómenos biológicos en las personas y que son cerca de 80 los casos de animales que han dado señales de haber sentido, si así puede decirse, el terremoto, entre ellos y principalmente las aves, el ganado caballar y los perros; habiendo también ejemplos de gatos, cabras y otros animales.

Otro fenómeno que puede comprenderse entre los precursores de los temblores de tierra, porque se hace sensible á veces antes del sacudimiento, es la *perturbación en los aparatos magnéticos y eléctricos*; hecho notorio y de tan antiguo conocido, que en él se funda uno de los seismómetros usados en el Japón para señalar los terremotos. Muy lejos de la Comisión está la idea de hacer esta cita como prueba de la constancia del fenómeno y de la posibilidad de utilizarla para prevenir los efectos de un terremoto; nó, su objeto es probar que los hechos de que va á dar cuenta, ocurridos en Diciembre de 1884, no sólo no son nuevos, sino que comprueban las observaciones ya hechas y confirman la acertada dirección que han dado á sus trabajos los físicos italianos encargados del estudio seismológico de aquel país, basados en una teoría eminentemente racional.

El hecho que ha servido de fundamento al antiguo seismómetro

japonés, que consistía en un imán al cual se adhería un peso de hierro que caía sobre un platillo metálico al perder aquél su fuerza atractiva por la acción del terremoto, se ha reproducido en un pueblo de Granada: la ilustrada persona que contesta á nuestro interrogatorio desde Armillas, nos refiere, con las reservas propias del hombre que sabe lo que dice y teme que un hecho extraordinario pueda hacer dudar de la verdad del resto de su relato, que un imán en forma de herradura, con que jugaba un muchacho, perdió la propiedad atractiva el día 25 de Diciembre, siendo infructuosas las repetidas tentativas que se hicieron para servirse de él como antes, hasta que el 2 de Enero se notó que empezaba á atraer de nuevo las agujas.

Más positivo es lo que acerca de este particular aparece en el interrogatorio contestado por los telegrafistas de la Estación del Gobierno en el ferro-carril de Granada, D. Bernardino Morales y D. José de Gor. Dice así:

«El día 25 de Diciembre, unos tres cuartos de hora antes del primer terremoto, observé una declinación en la brújula de este Gabinete telegráfico, de 25 grados al Este. Creí que anunciaba alguna aurora boreal, tormenta ú otro fenómeno análogo, y no sospeché la importancia que realmente tenía. Ignoro el tiempo que duró la desviación. El día 26, á las doce de la tarde, notó mi compañero, Don José de Gor, una desviación de 5 grados, también al Este, y á las tres horas hubo una trepidación bastante sensible y de unos cinco segundos. Desde las cuatro de la tarde del mismo día 26, á las ocho de la mañana del 27, estuve constantemente observando la aguja, sin notar declinación y tampoco hubo terremoto. El día 29 notó mi referido compañero una desviación de 9 grados, rectificadas por mí á las ocho de la noche, y á las siete horas y veinte minutos de la misma hubo un temblor bastante intenso, con ruido subterráneo y duración de siete segundos. Después abandoné mis observaciones por haber notado terremotos, algunos fuertes, sin que la aguja se desviara del cero.»

El Jefe de la Estación telegráfica de Loja ha participado á la Comisión que desde que se inició el fenómeno se observaron grandes perturbaciones en la aguja magnética. De Fornes nos han asegurado que en el temblor del 25 osciló la aguja locamente y no se fijó hasta pasado algún tiempo; en Vélez Málaga se agitaba igualmente con violencia y á cortos intervalos, según se observó el 26; y es probable que como éstas tendríamos otras muchas observaciones si la brújula

no fuera un instrumento casi desconocido en la mayor parte de los pueblos que han sufrido la acción de los terremotos.

En la ciudad de San Fernando, inmediata á Cádiz, á donde llegó el sacudimiento, pero no el ruido del terremoto, porque debió de hallarse ya fuera de la acción de éste, las curvas que señalan la marcha de los aparatos magnéticos registradores, según el ilustrado Ingeniero de Montes Sr. D. Salvador Cerón, nada de particular marcaron antes de la sacudida en las componentes de la fuerza imagnética; pero en el momento de ella se paró el movimiento del aparato de relojería, como también todos los relojes cuyas péndolas se movían de E. á O., no pudiendo, por lo tanto, registrarse sus indicaciones subsiguientes.

Esto con respecto á los fenómenos magnéticos observados: en cuanto á los eléctricos, tan íntimamente relacionados con ellos, basta hacerse cargo de los datos que se consignarán, cuando se hable detenidamente de las perturbaciones atmosféricas ocurridas, para comprender que las manifestaciones eléctricas fueron muchas y muy grandes. Sólo del corto número de interrogatorios que tenemos recogidos resulta ya que hubo tempestad con relámpagos, truenos, rayos ó granizo en más de 40 pueblos, ó mejor dicho, se consigna el hecho en esos 40, que probablemente habrá habido muchos que hayan dejado de consignarlo, bien porque no tuvieran el ánimo suficientemente sereno para fijarse en pormenores de esa naturaleza, bien porque creyeran suficiente hacer constar que hubo grandes lluvias, nieves, vientos, etc.

Se habla de una aurora boreal en el interrogatorio procedente del pueblo de Rubite, sin que podamos afirmar que el hecho sea exacto; así como tampoco nos atrevemos á decir que sean fenómenos análogos el que señala un interrogatorio de Granada, diciendo que hubo arreboles de color rojo intenso que abrazaban gran extensión y duraron mucho tiempo; otro á que se refiere el Alcalde de Nigüelas, manifestando que durante el primer terremoto vió iluminarse el campo con un resplandor rojizo que no eran relámpagos; y las luces fosfóricas que, á 5 metros del suelo, dice que vió el Secretario del Ayuntamiento de Fornes en el sitio nombrado Portichuelos.

Por último, atribuye la Comisión á un desarrollo de electricidad, producida por el vapor de agua al salir de las grietas, las nieblas luminosas á que se refieren algunos interrogatorios, entre ellos los procedentes de Murchas, Periana y Zafarraya, lugares que, como se sabe,

fueron de los más castigados por el terremoto, y estaban comprendidos ó se hallaban muy próximos al radiante sísmico.

No se concibe, á la verdad, cómo ha podido negarse durante mucho tiempo la íntima relación que existe entre los fenómenos sísmicos y las *depressiones barométricas*; pero sorprende aún más que haya todavía quien lo ponga en duda. Según la teoría que acepta la Comisión, es, por el contrario, uno de los fenómenos precursores más constantes que existe; tanto, que sin vacilar puede asegurarse *á priori* que casi siempre donde quiera que haya tenido lugar un terremoto ha habido una depresión barométrica en el punto de máxima acción, donde las grietas y otros fenómenos pseudo-volcánicos acusan una verdadera erupción de gases, de vapores ó de agua. Es natural, en efecto, que hallándose enlazada la meteorología endógena con la atmosférica; existiendo comunicación, como evidentemente existe, entre las aguas y los gases de la superficie de la tierra con los que circulan por las grietas y cavernas subterráneas, las alteraciones de la presión atmosférica no puedan menos de ejercer una acción más ó menos directa sobre los fluidos subterráneos; y éstos, obedeciendo á la presión que los hace circular en las entrañas de la tierra, tiendan á subir, buscando el equilibrio cuando disminuya el peso de la atmósfera. Esto, que reconoce la teoría y constituye una parte importantísima del sistema que hemos aceptado, lo demuestran los hechos observados durante el terremoto que tuvo lugar el 25 de Diciembre.

Si se exceptúan dos interrogatorios procedentes de los pueblos de Castril y de Alfacar, todos cuantos nos han comunicado noticias relativas al barómetro acusan una baja más ó menos considerable en la columna de mercurio; y si se tiene en cuenta que el primero de dichos pueblos se halla en el límite NE. de la provincia de Granada y que la indicación de Alfacar se halla contradicha por las referentes á pueblos inmediatos, como son las de la capital, Armillas y las Gabias Chica y Grande, puede asegurarse que la presión barométrica tuvo un notable descenso en las dos provincias de Granada y Málaga, que se extendió á las de Córdoba, Ciudad-Real, Cáceres, Sevilla y Cádiz.

Consta, en efecto, que en la ciudad de San Fernando el barómetro inició su bajada desde las diez de la mañana del 25 de Diciembre; que en Jerez acusó una depresión considerable; que en Sevilla diez y siete horas antes del sacudimiento, ó sea á las tres y media de la mañana del 25, tuvo el barómetro un descenso rápido de 2 milímetros

próximamente; que en Cáceres bajó igualmente; que en Ciudad-Real á las seis de la tarde del 25 de Diciembre marcaba 704'4 milímetros, y á las nueve de la noche del 26 sólo 699'7 milímetros; y que en Córdoba, desde las nueve de la mañana hasta las nueve y media del 25, tuvo un descenso de 5 milímetros.

Ya se ha dicho que en Gabia Grande y Gabia Chica se observó que bajaba y lo mismo sucedió en Láchar, Rubite, Armillas, Montejicar, Cástaras y Cúllar Vega, pueblos de la provincia de Granada; en el último de los cuales consta que la baja fué de 771 á 763 milímetros en pocos minutos. Otro tanto se ha verificado en varios pueblos de la provincia de Málaga, como lo atestiguan los interrogatorios contestados de Archidona, Molina y Vélez Málaga.

De propósito hemos dejado para el último lugar las observaciones referentes á las capitales de Granada y Málaga, donde además de las noticias que debemos á varias personas ilustradas, que se han apresurado á decirnos lo que sabían, contamos con los cuadros completos de observaciones meteorológicas que llevan con el mayor cuidado los dignos Profesores de la Universidad y del Instituto, encargados de este importante servicio.

Según los datos del Observatorio de Granada, que nos fueron comunicados por el Ayudante D. José Ortiz Teruel, con autorización del Sr. Rector, del día 20 al 21 de Diciembre último hubo un descenso en el barómetro de 6'55 milímetros, y fué descendiendo poco á poco en los días 22 y 25, hasta llegar á 700'99 milímetros por la mañana y 699'46 milímetros por la tarde. El 24 ascendió á 702'14 milímetros, y el 25 marcaba por la mañana 702'20 milímetros y por la tarde 699'52 milímetros.

El cuadro de observaciones de Málaga, que nos ha facilitado el Catedrático del Instituto encargado del servicio meteorológico, no es menos completo que el de Granada, y de él consta: que desde el día 19 de Diciembre en que marcaba el barómetro 770'09 milímetros hasta el 20 á la misma hora bajó 4'45 milímetros; á los tres días, es decir, el 23 á las nueve de la mañana, llegó á 753'53 milímetros, aumentando el día 24 un milímetro; siguió ascendiendo aunque muy poco el 25, y el 26 marcaba 752'83 milímetros, bajando 1'25 milímetros á las tres de la tarde; siguió el descenso el 27 hasta marcar 749'54 milímetros, es decir, que tuvo una baja de 20'55 milímetros en los ocho días comprendidos del 19 al 27 de Diciembre, desde cuya fecha ha ido constantemente aumentando hasta fin de mes.

Ya se ha visto en la rápida ojeada que acaba de pasarse á algunos de los fenómenos observados con motivo del terremoto del 25 de Diciembre de 1884, que todos ellos pueden colocarse entre los llamados precursores, porque pueden preceder, y en la presente ocasión han precedido algunas veces al sacudimiento. Así, por ejemplo, antes de ocurrir éste se han notado cambios en el régimen de las aguas, y en la ciudad misma de Málaga hubo un caso muy notable; son muy numerosos los ejemplos de personas que han presentado el terremoto, experimentando malestar, tristeza, vértigos, náuseas, vómitos y hasta convulsiones, como en Pinos del Valle, Alhama, Granada y Málaga; las aves, particularmente los canarios, se han mostrado inquietos con tal anticipación, que han dado lugar á que se hicieran repetidas indagaciones para averiguar la causa, y los caballos se han resistido á marchar, sin que pudieran explicarse los cocheros la causa de su visible espanto, hasta que largo rato después se ha sentido en Granada misma el sacudimiento de un terremoto; y es notorio que en Málaga se negaron á comer los caballos del cuartel de Levante mucho tiempo antes de que ocurriese la catástrofe del 25 de Diciembre. El notable caso de perturbación de la aguja magnética en la estación del ferro-carril de Granada, y otros que se han relatado; la generalidad, en fin, con que se ha hecho sentir la depresión barométrica en la región castigada, son todas pruebas de que esos fenómenos pueden preceder á los sacudimientos de un temblor de tierra; y se concibe no sólo que así sea, sino que así debe ser, dada la teoría de la acción del vapor de agua y de los gases con que se explica el origen de los terremotos. Pero los fenómenos que verdaderamente sirven para anunciar la proximidad de un temblor de tierra son los que actúan sin cesar, los que constituyen, por decirlo así, la vitalidad endógena de la tierra; en una palabra, la causa misma de los terremotos cuando sólo es capaz de producir sonidos y movimientos microseísmicos, que únicamente se advierten por los delicadísimos aparatos que al efecto se construyen y utilizan en otros países, por medio de un servicio seismológico sabiamente concebido y científicamente montado.

Esos movimientos no han podido desgraciadamente ser observados en España, porque no existía en toda ella un solo aparato convenientemente montado, y los que en Armilla, Granada y sobre todo en Málaga han establecido personas tan ilustradas como el Sr. D. Mario Jona, Ingeniero de las obras del puerto de Málaga, bastan apenas

para revelar las máximas de una borrasca seísmica como la que todavía perturba una gran parte de Andalucía.

Pero la existencia de estos movimientos microseísmicos antes del temblor del 25 de Diciembre se ha probado con las indicaciones de los Observatorios de Roma, Velletri y Moncalieri, donde según la autorizada palabra del Director del Observatorio, y Archivo Geodinámico de Italia, se señalaron los preludios de la borrasca dos ó tres días antes, cuando sólo alguna que otra persona muy nerviosa sentía en Málaga y Granada el malestar que ocasiona la proximidad de un terremoto, sin darse cuenta de lo que era; como no se la dieron tampoco de la ligerísima oscilación que hizo caer alguna tierra sobre las personas que estaban en el paraíso del Teatro Principal de Málaga la noche del 22 de Diciembre, atribuyéndolo las que salían alarmadas al mal estado del edificio que, aunque recompuesto, es ya antiguo y de malas condiciones.

## XII.

### RUIDOS.—OLORES.—FENÓMENOS LUMINOSOS.

Pasemos ya á otro orden de fenómenos que pueden calificarse de concomitantes, porque acompañan casi siempre al sacudimiento, y si bien hay algunos que lo preceden, siempre son tan inmediatos, tan inseparables, que no deben considerarse como precursores. Es el primero el ruido subterráneo que se percibe momentos antes ó á la vez que el movimiento, semejante unas veces á un trueno sordo, otras al de uno ó varios cañonazos, al de un viento fuerte en ciertas ocasiones y en algunas al de ruidos metálicos, como el de campanas lejanas y cadenas que chocan ó se arrastran.

Uno de los fenómenos de la seismología que más preocupaban á M. Perrey y que consideraba más difícil de explicar, según se desprende de sus escritos, es este de los ruidos que suelen acompañar á los terremotos, y en cierta ocasión escribía á D. Casiano de Prado: «¿Cómo las ondas sonoras se adelantan á las seísmicas, cuando parece más bien que debieran venir en seguida ó á lo sumo acompañarlas?»

Si este ruido procediera del despedazamiento de las rocas ó del cho-

que de unas con otras, como es preciso suponerlo en la teoría de Dana ó cualquiera de las que atribuyen los terremotos al enfriamiento de un núcleo líquido y adaptación á él de la corteza, ó al desprendimiento de masas considerables en el interior de la tierra, tendría razón M. Perrey; no sería posible oír el ruido sino después del sacudimiento, aun suponiendo que á través de las grietas y cavernas llenas de sinuosidades marchara el sonido con la velocidad de 545<sup>m</sup> por segundo, que es como marcha en la atmósfera; y aun en los terrenos compactos, en que no se quiera admitir una masa de aire ó de gases en comunicación con la superficie, sólo al llegar á ésta la onda seísmica podría resultar la detonación ó vibración del aire producida por el terremoto.

No sucede así con la teoría del vapor de agua y gases circulando por las grietas y cavernas del interior de la tierra, pues las condensaciones y expansiones que aquéllos experimentan son susceptibles de producir esos ruidos y de transmitirlos á la superficie antes de adquirir la tensión suficiente para romper ó conmover las rocas que los aprisionan.

Todos los ruidos que acompañan á los terremotos pueden reproducirse con los vapores y gases aprisionados, según la tensión, tiempo y manera como se les pone en libertad, desde el silbido más agudo hasta la detonación más espantosa; y esto mismo puede suceder en la variedad infinita de formas y tamaños de las grietas y cavidades de la tierra que se comunican unas con otras. La aplicación del teléfono, ó más bien del micrófono, á las observaciones microseísmicas, ha venido á demostrar la verdad de este aserto; pues aun en las épocas en que no hay borrascas telúricas se oyen ruidos semejantes á los que se producen en las calderas de vapor al verificarse la salida de éste.

De la serie de observaciones hechas con motivo de los terremotos que comenzaron el 25 de Diciembre y siguen hasta el momento en que se escriben estas líneas, precisamente cuando acaba de sentirse otro sacudimiento bastante fuerte (27 de Febrero), se puede dar por sentado que á todo temblor de tierra precede ó acompaña un ruido más ó menos fuerte, que sólo deja de percibirse cuando el punto donde se hace sensible el movimiento se halla muy lejos del foco ó radiante seísmico, ó cuando el sacudimiento es tan ligero que pasa inadvertido para muchos; de donde parece deducirse que á estos terremotos mudos, por decirlo así, no es que les haya faltado el correspon-

diente ruido, sino que éste ha sido sumamente ligero, y sólo ha llegado á percibirse en un radio limitado en relación con su fuerza: en una palabra, así como el movimiento debido á la vibración de las moléculas de la roca que producen las ondas seísmicas tienen un alcance variable, en función con la fuerza inicial y la naturaleza y estructura de las rocas por donde se transmite, así las ondas sonoras debidas á la vibración de los gases y del aire alcanzan mayor ó menor distancia, según la fuerza de expansión que las da origen y la magnitud y forma de los conductos por donde circulan.

A excepción de Córdoba, donde según el testimonio de un ilustrado Ingeniero militar, se sintió de una manera muy marcada el ruido que precedió algunos momentos á la primera sacudida del 25 de Diciembre, en ninguna de las demás provincias de donde tenemos noticias se hizo perceptible el ruido, ni aun en las limitrofes con las de Granada y Málaga.

También dejaron de sentirse ruidos en algunas poblaciones de estas dos provincias, casi todas situadas á gran distancia del radiante seísmico, como son Albuñol, Castillejar, Castril, Cúllar Baza, Cúllar Vega, Gor, Gorafe, Huélago, Huéscar, Itrabo y Lobra, pertenecientes á la de Granada, y Algotocín, Benahavis, Benarrabá, Ronda y Tollox, de la de Málaga. En cambio, todos ó casi todos los que tomando por centro los sumideros de Zafarraya quedan dentro de una elipse cuyo eje mayor, de 200 kilómetros, va de NE. á SO., y el menor, de 100, de NO. á SE., han percibido el ruido con más ó menos intensidad.

La mayor parte de los que han contestado á los interrogatorios se limitan á manifestar que han sentido el ruido que precedió al terremoto, y algunos expresan si fué leve ó fuerte, próximo ó lejano; pero también ha habido quienes han particularizado la clase de ruido que les ha parecido oír, y desde luego todos aquellos á quienes hemos interrogado personalmente. De esa manera ha sido posible hacer constar que compararon el ruido del terremoto con el del trueno en Albuñuelas, Capileira, Játar, Fuente de Piedra y Cacín, donde añadian que era como una tormenta lejana; lo han asimilado á las detonaciones producidas por arma de fuego y particularmente á cañonazos en Armilla, Loja, Pinos del Valle y Málaga; creyeron oír ruidos de carros despeñados ó de un tren en marcha, en Antequera, Lacalhorra, Granada, Loja, Santafé, Campillos y Colmenar, en los Baños de Vilo, Cortijos del Aguadero y La Viñuela.

Dicen haber sentido ruidos sordos ó golpes secos en Ambrós, Arenas del Rey, Cacín y Ventas de Zafarraya, donde hemos oído repetir á varias personas que el ruido que percibieron fué el de un redoble prolongado, seguido de dos golpes secos perfectamente separados por un intervalo, durante el cual se desplomaron los edificios. En dicho pueblo nos aseguraron, además, que en los temblores que siguieron al del 25, cuando los sonidos parecían venir de la Sierra Tejeda, eran más profundos, y cuando procedían de la sierra de Marchamonas, eran más claros, menos sordos y los sacudimientos más leves. Por si pudiera tener relación con este hecho, parece conveniente advertir que la Sierra Tejeda está principalmente constituida por el terreno estrato-cristalino, mientras que la de Marchamonas es de caliza jurásica.

En Játar, al manifestar que se habían oído muchos ruidos, grandes y de extraordinaria duración, los han comparado unas veces al del trueno y otras al del huracán, y en Periana los encontraron semejantes á fuertes rachas de viento.

Aunque no tan constante como el de los ruidos, hay otro fenómeno que suele acompañar á los terremotos, y es el desprendimiento de gases y vapores inodoros unas veces, fétidos otras, luminosos en algunas, en forma de nieblas frecuentemente.

En la presente ocasión no cabe la menor duda de que ha tenido lugar el fenómeno, según consta de numerosos testimonios y ha podido la Comisión apreciar por sí misma en algún caso.

Se justifica que hubo desprendimiento de gases por el olor á azufre ó sulfuroso que, según se consigna en los respectivos interrogatorios, se sintió en Albuñuelas, Alhama, Armilla, Dúrcal, Fornes, Gabia Grande, Gabia Chica, Játar, Motril, Nigüelas, Pinos del Valle, Santa Cruz de Alhama y Ventas de Huelma, en la provincia de Granada, y en la de Málaga en los pueblos de Arenas, Benalauría, Campillos, Canillas de Albaida, Periana y Baños de Vilo.

En Cacín y Turro, Jayena, Mecina Alfahar, Melegís, Picena y Vélez Málaga, se han limitado á afirmar que había habido desprendimiento de gases ó mal olor, sin añadir más; pero en otros puntos han especificado la clase de olor, fijándolo como de *ozono* un médico de Málaga.

Se han señalado humos y nieblas en Alhama, Cádiz, Vélez de Benaudalla, Ventas de Zafarraya, Zafarraya y baños de Vilo; siendo de

notar que en estos tres últimos puntos se dan interesantes pormenores acerca de la aparición y circunstancias de esta niebla. Según el dicho de los que la observaron desde Zafarraya, apareció en la mitad de la sierra llamada Umbria, y fué recorriendo toda su longitud; en Ventas de Zafarraya aseguraban que habían visto humo en la sierra Tejada, por cuya falda corre una grieta de más de siete kilómetros y medio de largo; y en los baños de Vilo, cerca de Periana, donde hay un abundante manantial de agua sulfurosa, nos refirieron que se formó una niebla en el cortijo de Zapata, como á un kilómetro al N. de los Baños, que era luminosa y se dividió en dos partes, marchando la una hacia Levante y otra hacia Poniente; pretendiendo uno que observó este fenómeno que con la niebla seguía el movimiento del terremoto.

Han sostenido también que los gases eran luminosos, que formaban columnas de fuegos ó simplemente que habían observado luces fosfóricas ó resplandores que no eran relámpagos, los que han suministrado los datos oficiales relativos á Fornes, Murchas, Nigüelas y Periana.

Por último, y es un hecho del mayor interés, en el interrogatorio de Gabia Grande se hace constar: «Que en una pedriza denominada Piedras de Montero, y en un pedazo de terreno como de cuatro metros en cuadro, se ha notado que no han cesado los movimientos terrestres durante todo el periodo de los terremotos, sin que se haya observado ese continuo movimiento más que en aquel sitio.»

Si el desprendimiento de gases y vapores tiene natural explicación para los partidarios de las teorías de Dana y de Perrey, cuando se trata de terremotos volcánicos ó perimétricos, no sucede lo mismo cuando se quiere explicar el fenómeno en los terremotos generales, y en ningún caso cuando se pretende hacerlo con la teoría de Scheuchzer.

En cambio, la que acepta la Comisión explica éste como los demás fenómenos concomitantes, de la manera más sencilla, como un efecto natural de la salida de los gases y vapores comprimidos en el seno de la tierra. La niebla, en efecto, no es más que la condensación del vapor de agua que se escapa por las grietas, por simples agujeros y hasta por los poros de un terreno permeable, sobre el cual actúa una presión considerable.

No es otra cosa lo sucedido en Gabia la Grande, según acaba de verse; ese reducido espacio de terreno que se mueve de continuo, lo empuja una masa de agua comprimida de abajo á arriba, que no

tiene fuerza bastante para romper el terreno y ascender, como logró hacerlo en las inmediaciones de los baños de Alhama; ó es simplemente un surtidor de gas que mueve las piedras y la tierra que tiene encima, sin lanzarlas, por no ser considerable la presión con que sale de la tierra.

En cuanto á la aparición de llamas ó fuegos fatuos, que son también frecuentes en los grandes terremotos, y que dan lugar á que aparezcan luminosas las columnas de gases ó de vapores, ó que iluminen el espacio, no como relámpagos, sino como auroras boreales ó luces fosfóricas, tienen una explicación sencillísima cuando se acepta la teoría geodinámica en que tan principal papel hace el vapor de agua. Este, en efecto, al salir con cierta presión por las grietas, puede dar lugar á una manifestación eléctrica, como la que artificialmente se obtiene en los gabinetes de física con la máquina de Armstrong.

### XIII.

#### PERTURBACIONES ATMOSFÉRICAS.

Todos los autores convienen en que los fenómenos más notables y constantes que siguen á los terremotos son las grandes lluvias, los huracanes y las tempestades, con su ordinaria secuela de relámpagos, truenos y demás efectos de las perturbaciones de la atmósfera.

¿Y cómo se explican estos fenómenos consecutivos de los terremotos con cualquiera de las teorías que se han emitido acerca de su origen, que no sea la del vapor de agua y gases, circulando por las grietas y cavernas de lo interior y abriéndose paso en el momento del sacudimiento? De ningún modo, pues al verificarse la adaptación más ó menos extensa, de una parte de la corteza sólida sobre la masa fundida, quedarían, según supone Dana y sus partidarios, grandes oquedades ó vacíos, cuyas bóvedas se desprenderían causando las sacudidas; es decir, que se produciría un efecto puramente mecánico, un choque capaz de transmitir en ondas la vibración de las moléculas que constituyen el subsuelo en toda la extensión á donde alcanzase el fenómeno; podría haber oscilaciones, trepidación, grietas, hundimiento de edificios, pero nada más; lo mismo que sucedería si la

caída de las masas de rocas en las cavidades subterráneas fuera ocasionada por la socavación de las aguas, como pretenden Boussingault, Volger y otros.

Es, sin embargo, un hecho comprobado que no ocurren terremotos de alguna consideración sin que poco después se produzcan nieblas, se encapote el cielo, llueva y tengan lugar considerables perturbaciones atmosféricas. En el terremoto del 25 de Diciembre se han presentado todos estos fenómenos de una manera muy notable.

Casi todos los pueblos de la vasta región que se extiende de NE. á SO., desde Huescar en Granada, hasta Ronda en Málaga, y desde Archidona á Albuñol, de NO. á SE., han consignado, en los documentos reunidos por la Comisión, que antes del terremoto del 25 de Diciembre, es decir, en los momentos que lo precedieron, el cielo se hallaba despejado y el tiempo sereno; pero que á la mañana siguiente, en unos antes, en otros después, en todos llovía más ó menos copiosamente, y en algunos nevaba; sintiéronse fuertes vientos huracanados en otros y desatáronse furiosas tempestades de rayos y truenos en no pocos; en fin, todo indicaba que el terremoto había lanzado á la atmósfera elementos perturbadores que, á la vez que rompían el equilibrio eléctrico, le suministraban una cantidad prodigiosa de humedad, capaz de producir los torrentes de agua que en forma de lluvia, de nieve y de granizo ha inundado por espacio de mes y medio, con muy breves intervalos, comarcas en que por lo general son los meses de Enero y Febrero más bien secos que húmedos.

Si cuando ocurrió el terremoto del 25 de Diciembre hubiera estado el tiempo cubierto, se concebiría que bastaba la conmoción del terremoto mismo para provocar en las nubes una resolución de lluvia; pero si se tiene en cuenta que el cielo estaba sereno y la atmósfera despejada, y que la causa probable de los terremotos reside en la excesiva tensión de los gases y del vapor de agua que circula por las grietas y cavidades subterráneas, es natural suponer que este vapor, lanzado á la atmósfera por las grietas y agujeros que se abren y por los poros mismos de las rocas, es á su vez el origen de los fenómenos atmosféricos que se observan siempre después de los grandes temblores de tierra.

Una prueba de esto se encuentra en las relaciones contestes de muchos testigos presenciales del terremoto, que manifiestan haber visto levantarse ó formarse una neblina, ya en el momento mismo en que tuvo lugar el sacudimiento, ya algún tiempo después. En Santa Cruz

de Alhama, por ejemplo, se dice que se presentó una nube blanca muy grande; en Arenas del Rey se añade que la neblina que precedió á la lluvia apareció á las dos de la madrugada. A esa misma hora próximamente fijan en Loja la niebla, pero lo expresan en distintos términos, diciendo que, estando la noche del 25 en calma y despejada, cerca de las dos y media cayó una menuda llovizna á pesar de no haber nubes; los habitantes del establecimiento de baños sulfurosos de Vilo, en el término de Periana, observaron, como antes se ha indicado, que se formó una niebla en el cortijo de Zapata, á un kilómetro al N. de los Baños, que era luminosa, y que en su marcha parecía seguir el movimiento del terremoto; por último, algunos vecinos de Zafarraya, y ya con motivo de la emisión de gases se ha citado este hecho, aseguran haber visto como una nube que fué recorriendo en toda su longitud la falda de la sierra, en la cual ha ocasionado el terremoto muchos derrumbamientos de peñascos.

Esa nube, esa neblina, esa agua cernida, que al abrirse millares de bocas en la superficie de la tierra, cuya atmósfera está clara y serena, aparece en los lugares mismos ó más inmediatos al radiante del terremoto, ¿no es natural que sean los vapores exhalados del seno de la tierra? Esas luces que iluminan la niebla desprendida ó que aparecen donde quiera que ha podido abrirse paso el agua en vapor, ¿no revelan la electricidad desarrollada por ese mismo vapor que arrastra glóbulos de agua y choca en las paredes de las grietas ó en los agujeros? Para la Comisión esto no ofrece duda alguna, y está persuadida de que los mismos vapores son causa de la elevación de temperatura que algunos señalan en la atmósfera, de los vientos huracanados y tempestades que necesariamente originan dichas perturbaciones, y de la lluvia que á torrentes cae por espacio de muchos días, y que debe atribuirse no sólo á la condensación de las inmensas cantidades de vapor exhalado en la localidad, sino también á las nubes que arrastran los vientos y á la evaporación superficial, favorecida por la baja presión barométrica.

Lanzado el vapor de agua á considerable altura se explican otros fenómenos que han seguido al terremoto: la aparición de halos lunares y solares, los arboles que se han observado á la salida y á la puesta del sol, cuando éste se ha dejado ver, y la formación de la nieve, que con extrañeza de todos ha cubierto durante algunos días toda, absolutamente toda la superficie de Andalucía. Y esta idea, que la Comisión tuvo desde el primer momento, la ha visto confirmada

por los hechos recogidos sobre el terreno, y la expresa de una manera gráfica la observación suscrita por el Alcalde de Pinos del Valle, en la provincia de Granada, al contestar al interrogatorio que se le remitió: «Respecto á otros terremotos notables, se cuenta por los más ancianos de este pueblo, que allá por el año de 1825 ó 1824, presenciaron trastornos geológicos y atmosféricos, idénticos á los actuales. Existen memorias y apuntes, sigue diciendo, refiriéndose á aquella fecha, que confirman lo mismo. «Dicen que un violento huracán devastó estos campos, que dos días después principiaron á sentirse fuertes y repetidas oscilaciones, teniendo el vecindario que abandonar las casas y habitar en chozas; y, por último, que cayó un nevazo como nunca lo habían visto. Esto es exactamente lo que acaba de ocurrirnos.»

Si no en términos tan claros y precisos, idénticas consideraciones se deducen de las observaciones hechas por las Autoridades locales de Sayalonga, Vélez de Benaudalla y Santafé, leyéndose en el interrogatorio de la última la siguiente importantísima frase con que se contesta á la pregunta de si se recuerda algún terremoto notable: «Uno en el año 1806, otro en el de 1848 y otros menos notables casi todos los años; observándose que en las épocas de grandes lluvias, los terremotos siguen á aquellas, así como también á los grandes períodos de sequía;» cuya afirmación concuerda con la que sostienen profesores tan eminentes como Rossi y Gatta, cuando dicen: «Están más expuestas á sufrir terremotos las comarcas que se hallan en el litoral de los mares y las regiones de los continentes donde abundan las aguas pluviales, sobre todo si éstas pueden ser absorbidas fácilmente por sumideros naturales.»

Ya se ha dicho que las lluvias han sido generales en las dos provincias de Málaga y Granada después del terremoto que ocurrió en una noche serena y despejada; por consiguiente sería inútil citar los nombres de los lugares donde nos consta que ha llovido desde la madrugada del 26 de Diciembre, cuando podría decirse sin exageración que llovió en todas partes.

También debieron de ser muy generales los vientos huracanados que soplaban á consecuencia del terremoto; pero no todos lo han consignado, y puede ser conveniente para estudios posteriores, decir que hubo vientos fuertes en pueblos tan distantes unos de otros, como Bérchules, Cádiz, Itrabo, Motril, Sayalonga, Vélez Málaga, Periana, La Viñuela y Fuente de Piedra.

Las tempestades, si no más generales que los vientos huracanados, fueron por lo menos observadas en más de 40 pueblos que nos lo han comunicado, entre ellos Alhama, Arenas del Rey, Murchas, Ventas de Zafarraya, Motril, Dúrcal, Rubite, Pinos del Valle, Capileira, Cúllar Baza, Gabia Grande y Granada, de esta provincia, y de la de Málaga, la capital, Vélez Málaga, Sayalonga, Benahavís y Antequera.

En cuanto á los demás fenómenos debidos á la electricidad de la atmósfera, se concibe que, estando esta tan cargada, se presentasen todos ó casi todos; así es que no sólo hubo luces eléctricas de que ya se ha hablado al tratar de los gases desprendidos, sino que hasta *auro-ras boreales* se han señalado en Rubite y en Vélez de Benaudalla; y para que nada faltara á este cuadro de fenómenos, hasta la aparición de un bólido ó *globo de fuego* se ha señalado en Órgiva: y este es el único fenómeno que no tiene fácil explicación con la teoría del vapor de agua y de los gases, circulando por la tierra, y ejerciendo una alta presión hasta lograr su salida.

## XIV.

### PERTURBACIONES EN EL MAR.

De los datos obtenidos de Sevilla, Motril, Salobreña, Algarrobo, Torrox, Vélez Málaga y Málaga, resulta que en el primero de dichos puntos no hubo en los buques anclados en el río más que el ruido de las amarras cuando se hizo sentir el terremoto. En Motril se observaron en el mar fuertes oleadas y continuó algún tiempo el mar embravecido; en Salobreña hubo un ligero retroceso y después avance. El Alcalde de Algarrobo ha manifestado que hubo mar de fondo, caracterizado por el ruido extraño que se sintió, parecido al choque de tablas; y los pescadores aseguran que las aguas bajaron notablemente en la madrugada que sucedió al primer terremoto, hasta el extremo de que descendieron las barcas tres brazas. En Vélez Málaga se notó una desviación del mar, después oleaje y al parecer fosforescencia, mientras que en Málaga, y más al O. de la costa, sólo se observaron las mareas correspondientes al plenilunio, y hasta el 29 ó 30 de Diciembre no hubo mar fuerte; y esto sería una comprobación de que

el movimiento no se propagó de SO. á NE., partiendo de las Azores ú otro punto del Atlántico hacia la Península.

Han debido de ser, pues, extraños al terremoto del 25 de Diciembre ocurrido en la provincia de Granada y Málaga los efectos experimentados por dos ó tres buques que navegaban por el Atlántico hacia New-York, según lo hizo saber la prensa periódica.

## XV.

### EFFECTOS DINÁMICOS PRODUCIDOS POR EL TERREMOTO.

Los fenómenos hasta aquí citados como precursores ó consecuencia de un temblor de tierra no son en realidad sino efectos del mismo, cuando se acepta, como aceptan los individuos de la Comisión, la moderna teoría de los físicos italianos; pero como la mayor parte de los geólogos recurren aun para explicar los temblores de tierra á la acción que sobre la corteza del globo ejerce el calor de la masa que se supone líquida en lo interior, resulta que no admiten que dichos fenómenos sean verdaderos efectos, sino meras coincidencias, ó á lo sumo hechos relacionados, pero no dependientes de los terremotos; y consideran solo como efectos el agrietamiento del suelo, la abertura de pozos ó cavidades y los levantamientos y hundimientos del terreno; es decir, los resultados puramente dinámicos. Esto proviene de que no es dable con las antiguas teorías encontrar el íntimo enlace que existe entre el fenómeno principal y todos los que son su necesaria consecuencia y se viene á caer en el propio error que el vulgo, para quien no son efectos del terremoto sino los resultados más desastrosos del sacudimiento.

Como el mayor número de lectores del presente informe y de cuanto acerca de estos terremotos se escriba, ha de ser, durante algún tiempo todavía, de los que hacen una separación absoluta entre los efectos dinámicos y los fenómenos que preceden, acompañan y siguen á los temblores de tierra, ha creído la Comisión deber atemperarse por ahora á presentar en capítulos distintos las dos series de hechos, tanto más cuanto que siendo estos muchos y complejos, conviene hacer su estudio separadamente, lo cual será más claro para los que no

piensan como la Comisión, y ésta podrá presentar reunidos en un cuadro más limitado los principales efectos dinámicos de la terrible catástrofe ocurrida en 25 de Diciembre.

Cuando se recorren las provincias de Granada y de Málaga y uno tras otro se observan los sitios donde han tenido lugar los últimos temblores de tierra, no es difícil encontrar, ora en un punto, ora en otro, todos los fenómenos que se señalan por los autores como causados por los terremotos; habiendo localidades donde, por decirlo así, se han acumulado los efectos de la dinámica endógena.

No es esta ocasión de particularizar cuanto se ha observado en la región visitada, pero sí de relacionar los hechos principales, siquiera sea brevemente, pues no alcanzaría el tiempo si hubiera de explicarse cómo se han formado las numerosísimas quiebras de las sierras, las profundas simas abiertas en las faldas de las montañas, los peñones conmovidos y derrumbados, los tajos desprendidos, los profundos surcos excavados en pocos momentos, los terrenos removidos, los hundimientos multiplicados y las ruinas de iglesias, casas, cortijos, bóvedas y puentes, que por do quiera señalan los estragos del fenómeno geológico que todavía tiene en alarma á los desdichados habitantes de una gran parte de Andalucía; alarma natural dados los terribles caracteres con que aquél se presentó y la tenaz persistencia con que sigue manifestándose, si bien es de esperar que suceda ahora lo que siempre ha sucedido y lo que es lógico deducir de la teoría que sustenta la Comisión, el pronosticar, apoyándose en lo dicho por eminentes físicos: «Que cuando una comarca ha sido castigada por terremotos desastrosos, *es muy difícil* que se renueve el fenómeno al poco tiempo con la misma intensidad. Y hay para eso una razón física, y es que la naturaleza prepara lentamente la sacudida que ha de tener lugar; no acumulando de un golpe las fuerzas que han de estallar, sino poco á poco.

Los efectos dinámicos producidos por los terremotos pueden ser debidos á la acción directa de la *presión* y *explosión* de los gases, á la *comoción* que esa explosión trae consigo y también á causas secundarias.

Desde luego, y como resultado de la presión y explosión de los gases subterráneos en el acto de verificarse los terremotos, hay que señalar las verdaderas *voladuras* de piedras producidas en el cerro Viñón, junto al camino de Zafarraya á Loja, en una faja de cerca de 200

metros de longitud y más de 20 de anchura, surcada por numerosas grietas, cuya dirección es la misma de la estratificación de las calizas jurásicas del terreno, es decir, E. 50° S.

Otras voladuras hay en las cercanías de Periana, en el cerro del Encinar, en una zona en que las calizas, también jurásicas, aparecen destrozadas como si hubieran sufrido el efecto de una mina gigantesca, zona que, con más de 500 metros de latitud, va probablemente á unirse, por medio de grietas cuya continuidad no siempre es visible, á la en que se verificaron los grandes desprendimientos, tal vez también voladuras, que se notan en las laderas opuestas del valle, por donde corre el río Guaro, hacia el cortijo del Batán, descubriéndose cerca de éste, en el camino que va de los baños sulfurosos de Vilo al pueblo de Colmenar, una multitud de grietas normales á las primeras, de que más adelante se hará cargo la Comisión.

Otros efectos dinámicos no menos notables han tenido lugar, que se hallan íntimamente relacionados con estas explosiones, puesto que parecen haber sido originados por la misma causa, es decir, por la excesiva tensión de los gases y vapores subterráneos, los cuales actuando sobre las aguas profundas, ejercieron una presión tanto más poderosa, cuanto que obraba de consuno con la que faltaba en la atmósfera. Esos gases y vapores se abrieron camino con la explosión que dió lugar al primer sacudimiento, y de resultas de ello han aparecido aguas termales en diferentes parajes, han brotado nuevas fuentes en otros, se ha elevado su nivel en varios pozos y se han enturbiado las de algunos con anterioridad al temblor de tierra.

Ni es ni ha sido posible á la Comisión detenerse á referir los interesantes detalles que dan verdadero valor científico á estos hechos; mas por mucho que quiera abreviarse este informe, es preciso citar ciertos fenómenos, aunque á primera vista resulte una repetición donde verdaderamente no existe.

Así es que hay que mencionar la aparición de las aguas termales que surgieron en las orillas del río Marchán, á corta distancia del antiguo manantial, que brota aún en el mismo edificio construido por los árabes; pero no se cita el hecho ahora para reproducir los datos ya consignados, sino para poner en evidencia que sólo una fuerza inicial considerable ha podido quebrantar el terreno y elevar una columna de agua de cinco metros cúbicos por minuto desde una profundidad de que puede formarse idea considerando que llega á la superficie á la temperatura de 50° centígrados: caso análogo al que tam-

bién conocemos de los veneros termales que surgieron el 26 de Diciembre por entre las calizas anfibólicas del terreno laurentino del barranco de la Cueva, al SO. del pueblo Izbor, con un caudal que pasa de un metro cúbico por segundo, y los que en la Malá han venido á aumentar el número de los que había.

Son fenómenos de la misma especie las moyas ó manantiales fangosos que en la noche del terremoto, ó poco después, aparecieron en el valle del río Marchán, en el cortijo de los Alamos y en Santa Cruz de Alhama; en el Llano de las Donas, cerca del Cortijo de Mudapelo; en las Albuñuelas, en el pago llamado de las Ventas; no lejos de Camillas de Aceituno, en las márgenes del río Bermuza, á un kilómetro al S. O. de Vélez Málaga, en la posesión de D. Antonio Jiménez; y en otros varios puntos.

Al manifestar la Comisión cómo se explicaba la aparición de esas moyas, aunque con breves palabras, ha dicho lo suficiente para que se comprenda que sin una fuerza dinámica considerable, capaz de revolver los sedimentos en los canales subterráneos, no podían salir aquellos con el agua ni enturbiarse ésta; por consiguiente, la aparición en la superficie exige una presión capaz de vencer la resistencia que al paso de las aguas opone la estrechez de las grietas; y aun cuando la explosión ocasionada por la tensión de los gases y vapores no estuviera demostrada con el quebrantamiento de las rocas, ya indicado en diferentes parajes, bastarían para ponerla en evidencia la aparición de los manantiales fríos y calientes, la de las moyas que se han abierto paso al través del terreno, el derrame de las aguas en algunos pozos y aun la simple elevación de su nivel en otros.

Pero la explosión que tuvo lugar el 25 de Diciembre no se ha manifestado solo por la voladura de rocas y la aparición de aguas, sino también por la enorme cantidad de gases y de vapor que ha lanzado al aire este terremoto: hecho que basta á justificar lo expuesto al tratar de los fenómenos que se han observado en la atmósfera después del primer sacudimiento, sobre todo, si se recuerda que ocurrió éste cuando el cielo estaba sereno en casi todas las poblaciones de la vasta región comprendida entre Huesca, Ronda, Archidona y Albuñol; sin embargo de lo cual, algunos momentos después se elevaron espesas nieblas en los lugares donde apareció el suelo surcado de grietas más ó menos grandes.

No es necesario repetir aquí la relación que de este fenómeno han hecho algunos testigos presenciales, y cómo se lo explica la Comi-

sión; bástale recordar que pocas horas después esas nieblas ó vapores se esparcieron por todas partes en forma de nubes, y se resolvieron más tarde en una copiosa lluvia, sobre todo cerca del radiante seísmico; y que en la noche del 27 estalló una tempestad que se extendió por ambas provincias y alcanzó á las limitrofes. Igualmente se ha consignado en el lugar oportuno que el barómetro llegó á marcar una depresión considerable hasta el 15 de Enero, en cuya fecha una nevada general cubrió los campos de Andalucía con una intensidad de que apenas se conservan recuerdos en el país; hecho que, como también se ha indicado, es una demostración plena de la teoría que sustenta la Comisión, puesto que el vapor de agua, lanzado á la atmósfera por las fuerzas endógenas con inmensa rapidez, empezó por transformarse en neblina al salir á la superficie; cuando alcanzó cierta altura, hubo de condensarse una parte en forma de nubes que produjeron las primeras lluvias, mientras que subiendo la otra á una región más elevada llegó á convertirse en nieve.

Que pudiera lanzarse á la atmósfera tan gran cantidad de agua vaporizada no es dudoso, pues además de las infinitas grietas y simas abiertas en el terreno, el vapor se desprendió como una especie de transpiración general del suelo, á través de sus poros mismos, como lo acreditan numerosas observaciones que señalan la presencia de vahos y de nieblas y aun de gases, inmediatamente después del sacudimiento, sobre todo en el valle de Zafarraya, en la falda de la Sierra Tejada y de la Umbria; en el partido de Periana, cerca de los Baños de Vilo y del Cortijo de Guaro; en Arenas del Rey y en Santa Cruz de Alhama; en una palabra, en los lugares donde los estragos de la explosión seísmica han sido más marcados y han quedado señales positivas de ella.

A la vez que las fuerzas endógenas, haciendo explosión, ocasionaban una conmoción general, que no se limitó á las inmediaciones del radiante seísmico, ni á las dos provincias de Granada y Málaga, sino que alcanzó tierras lejanas, abriéronse en el terreno grietas de tal importancia, que no es posible señalarlas una por una, porque no hay espacio para tanto, ni su número ha permitido observarlas todas; bastando citar como principales las que se encuentran en Pinos del Valle, Saleres, Albuñuelas, Jayena, Arenas del Rey, Cacán, Zafarraya y Periana; sobre todo la que iniciándose en la sierra de Alhama con una que desde las peñas de Baqueros cruza la cuesta de las Animas, se dirige por los Bermejales de los Llanos al cortijo de la fuen-

te de los Morales, y parece estar en íntima relación con otra que desde el barranco de las Piletas, origen del río Marchán, con dirección NO. á SE., y siguiendo los derrames septentrionales de la Sierra Tejada, pasa por el cortijo del Huerto de Navas y el de Valdeiglesias hasta la similla de la Alcauca; desde cuyo punto se subdivide y se presentan otras, ya paralelas, ya perpendiculares á la anterior, en Hoyo Largo, en la Umbria de las Pilas y en el cortijo del Cementerio, la cual penetra por debajo de las casas de Ventas de Zafarraya.

Estas grietas, que tienen su mayor amplitud entre las calizas jurásicas, cruzan también las pizarras cambrianas y los mármoles laurentinos, sin perderse en un trayecto que pasa de 7 kilómetros. Son también muy importantes las quebras de la cumbre de la sierra de Enmedio y las de Periana, de que ya se ha hecho mención, para decir que se extienden desde la voladura del cerro del Encinar, no lejos del pueblo, hasta el camino de Colmenar, por entre los baños de Vilo y el cortijo del Batán.

Otro efecto de la conmoción general es también el desprendimiento de peñones en muchos sitios, pero principalmente en las sierras Tejada, Marchamonas y de Enmedio, sin contar los tajos de Alhama de que se hablará después. Estos desprendimientos son formidables en el Tajo Fuerte y el Boquete de Zafarraya, en el cerro Vitón, en las vertientes meridionales de las sierras de Enmedio, Doña Ana y Tejada, sobre todo en esta última, en los sitios llamados Tajos lisos, La Arcaza y la cueva de la Fájara; siendo de notar que en toda esta comarca las quebras y desprendimientos coinciden con antiguas fallas, probablemente ocasionadas en remotos tiempos por fenómenos seísmicos de tal intensidad que á su lado apenas son apreciables por sus efectos los que ahora se han hecho sentir; por más que sus sacudidas hayan producido tantas víctimas y arruinado tantas viviendas, que pueden suponerse total ó casi totalmente hundidos los pueblos de Albuñuelas, Arenas del Rey, Santa Cruz, Ventas de Zafarraya, Alhama, Jayena y Periana, además de numerosas cortijadas; hallándose grandemente perjudicados Zafarraya, Saleres, Restábal, Cacán, Játar y Canillas de Aceituno, teniendo también numerosas casas quebrantadas Málaga, Vélez Málaga, Motril, Izbor y Guájár Alto.

No puede ofrecer duda que á tales conmociones hayan precedido alteraciones en el régimen de las aguas; así es que se señalan en todos los pueblos fenómenos análogos á los que produce la explosión, pero que no siempre son debidos á ella, sino al quebrantamiento de

las rocas, y por consiguiente al de los canales naturales por donde aquéllas circulan subterráneamente, observándose en muchos casos que la alteración no es permanente, ó que no hace más que cambiar el caudal, el sitio por donde surge y la forma en que sale.

Otros fenómenos que podemos considerar como subsiguientes á los temblores, por más que dependan estrechamente de ellos, son ciertos movimientos locales, entre los que deben comprenderse la caída de los tajos de Alhama, los hundimientos de la Cortijada de Guaro y del pueblo de Güevéjar y gran parte de los derrumbamientos de Albuñuelas y Guájar Alto, á lo que habría que añadir, con probabilidades de no equivocarse, los deslizamientos de las cercanías de Murchas, y con toda evidencia el desplome del techo de varias cavernas de la Sierra Tejeda y algunos descensos del suelo que se observan en las faldas septentrional y meridional de la misma.

Explicase el hecho de Alhama como relacionado con el terremoto, pero inmediatamente debido á las condiciones del terreno, sabiendo que el pueblo está asentado en la margen izquierda del río Marchán, al borde mismo de los precipicios de más de 60 metros de altura, tajados á pico, que forman el cauce del río.

Constituidos los tajos por los maciños terciarios pliocenos, que descansan sobre las margas arcillosas oligocenas en varios puntos de la provincia de Granada, y directamente sobre la caliza jurásica en la misma ciudad de Alhama, ofrecen, al parecer, sólido cimiento por su compacidad; pero no pueden resistir por una parte á la acción destructora de los sacudimientos del suelo, que agrietan la roca verticalmente, y á la de las aguas que la socavan por las juntas casi horizontales de la estratificación, viniendo á quedar las rocas cuartadas y sostenidas por la adherencia de una sola de las caras de los enormes témpanos en que resultan divididas.

Basta hacerse cargo de que sobre estos frágiles cimientos descansaba gran parte de la población, cuyas casas, alineadas á lo largo de una de las principales y más prolongadas calles de la ciudad, la de Enciso, tenían una fachada del lado de los tajos, con balcones y miradores, avanzando algunas veces más de un metro sobre el abismo, para comprender los terribles estragos de un terremoto como el de la noche del 25 de Diciembre. Ni uno solo de los edificios que ocupaban esta peligrosa situación quedó sano; muchos cayeron rodando con los fragmentos de rocas en que se apoyaban; otros se desprendieron

derrumbados á impulsos del terrible sacudimiento, mucho más fuerte allí que en otros barrios, por lo inestable de la base; y las mejor libradas perdieron sólo las habitaciones posteriores, cayendo al precipicio techos, paredes, muebles, personas y animales. Así se cuentan episodios extraños, como el de una niña y su criada que, lanzadas juntas en el espacio desde la habitación donde se hallaban, debieron de separarse en el aire; pues la primera fué encontrada ilesa al siguiente día en una de las casas del barrio que había en el fondo del barranco, 30 metros por bajo del nivel de la calle de Enciso, asegurándose por todos que penetró allí por la abertura que el mismo terremoto acababa de abrir en el tejado.

No menos peligrosa, por los hundimientos á que puede dar lugar, es la situación de los edificios que se hallan sobre rocas llenas de cavernas, cuyas bóvedas pueden desplomarse por efecto de un terremoto, pero que sin ese acontecimiento estarían también expuestas á caer en un momento dado: tal es el ejemplo que presenta la cortijada de Guaro, situada en el partido de Periana, al pie de la falda meridional de la sierra de Marchamonas, cerca de su unión con la de Enmedio. Próximo al lugar donde, sobre la caliza jurásica cubierta por la tierra vegetal, estaban edificadas las casas del cortijo, surge uno de los grandes manantiales que dan origen al río de Guaro, cuyas aguas, como las del Nacimiento, Zapata y otras fuentes que aparecen al pie de la sierra, provienen en gran parte de las que se hunden en el valle de Zafarraya para salir unos 150 metros más abajo.

Elevábanse las habitaciones principales de la cortijada al lado de un cerrillo de caliza jurásica, que cuando lo visitó la Comisión tenía unos 25 metros sobre el nivel del río; pasaba por delante el camino ó sendero que conducía al puerto de Alfarnate hacia el NO.; y en dirección opuesta, entre el cortijo y el río, á 100 metros de distancia, corría una fuente cuyo caño vertía en una pila de piedra labrada. Fuera de la pequeña eminencia caliza, inmediata á las casas á que se ha hecho referencia, alrededor de ésta, se extendía el terreno de cultivo, formando un plano inclinado, bastante suave si se tiene en cuenta lo áspero de las pendientes que suelen formar los valles de aquel país montañoso; no faltando, como en ninguna de las casas de labor de la comarca, una era empedrada de cantos pequeños, perfectamente ajustados y unidos, en cuyas juntas dibuja perfectamente la hierba el contorno de cada una de las piedras. Son convenientes estos pormenores porque al visitar el lugar de la catástrofe, después

de ocurrida, nada daba tan perfecta idea del trastorno ocasionado por el hundimiento como ver los trozos de la era esparcidos á gran distancia por el terreno, cual si fuesen fragmentos de un inmenso tablero de mosaico hecho pedazos, en todas las posiciones imaginables, desde la horizontal hasta la vertical, y algunos vueltos del revés, ya en lo alto de un montículo, ya rodados á larga distancia, ya revueltos con los trozos de pared y otros materiales y objetos de las casas.

Refiérese que al ocurrir el terremoto en la noche del 25, hallábanse los habitantes de la cortijada en la era, reunidos con otras personas de las inmediaciones y celebrando con un baile la festividad del día. Cuarteáronse con el sacudimiento las paredes y hubieron de hundirse sólo algunos techos, pues lo cierto es que las casas estaban aún en pie aquella madrugada, cuando pidiendo un poco de agua uno de los que allí se hallaban, se la trajeron de la fuente inmediata; y al observar que estaba turbia, el muchacho que fué á buscar más, volvió desfavorido diciendo que ya no la había ni turbia ni clara, porque el agua y la fuente habían desaparecido. Poco después la cortijada se hundía quedando la mayor parte de los edificios sepultados en las grietas, revueltos con la tierra vegetal y los fragmentos de roca del cerrillo inmediato.

No es esta sola circunstancia la que hace conjeturar que el cortijo se hallaba edificado sobre una caverna, cuya bóveda, conmovida y quebrantada por el terremoto, se hundió arrastrando cuanto tenía encima y ocasionando el resquebrajamiento de una superficie de terreno de 40 hectáreas. La caverna debió de hallarse llena de agua, y al precipitarse en ella los escombros del terreno, se formó una inmensa mole de barro blando, pero bastante consistente para formar una verdadera corriente, que se extendió hacia los molinos situados á la margen del río Guaro. El aspecto que hoy presenta esta masa de barro, ya endurecida, es la de un escorial que no mide menos de 500 metros de largo por 150 de ancho, término medio.

Tanto este como otros detalles del hundimiento de la cortijada, inclusa la situación y formas de las grietas ocasionadas, algunas de 50 metros de profundidad y otras de 12 de ancho, se han fijado en un plano que acompañará á la Memoria definitiva; pero de lo que no puede dar idea el plano es del trastorno sufrido por el terreno, porque es menester saber cómo se hallaba antes. En vez del declive uniforme, que como se ha dicho había alrededor de las casas, queda en

parte erguido el peñasco á cuyo pie estaban aquéllas; habiéndose rebajado algunos metros el nivel de los campos que se elevaban hacia la sierra, de modo que ahora se estancan las aguas que corrian fácilmente, mientras se han levantado, por el contrario, los que por bajo de las casas y á su alrededor han sido empujados por la enorme presión que dentro de la caverna debieron de ejercer los hundimientos superiores. En el lugar antes ocupado por la fuente, se extiende hoy una laguna de 1.300 metros superficiales.

Se ha detenido la Comisión en el relato de este efecto del terremoto, no sólo porque es el ejemplo más notable de cuantos en la presente ocasión se deben á causas secundarias, sino porque es el que más ha llamado la atención en la provincia de Málaga, el que más motivo ha dado para suponer cataclismos de naturaleza volcánica, y además porque con él se explican los muchos casos de hundimientos y deslizamientos ocurridos en aquella comarca, de lo cual quedan vestigios por bajo del cerro del Encinar, ya citado con motivo de las voladuras, en la Peña del Sombrero, y en otros varios lugares; y sobre todo, porque con él se comprenderá que el pueblo de Periana, en cuyo suelo se observan quebras antiguas y modernas, abiertas estas por el terremoto del 25 de Diciembre, así como el de Canillas de Aceituno, donde existen grietas en las cuales hace años se pierden las aguas sucias de una casa y el alpechín de un molino, son pueblos de peligrosa situación. En resumen, ni en Periana ni en Canillas de Aceituno deben las casas hundidas reedificarse en el mismo lugar que ocupaban, sino en otro elegido después de un detenido estudio.

Los ejemplos citados de Alhama y de la Cortijada de Guaro sirven para demostrar cómo obran los desprendimientos de rocas ocasionando hundimientos, que no son efectos directos de los movimientos sísmicos, por más que algunos geólogos hayan querido encontrar en dichos hundimientos la causa primera capaz de producir los terremotos mismos, aun tratándose de temblores telúricos ó generales, que se distinguen de los volcánicos y perimétricos, precisamente por la gran extensión que abarcan.

Ejemplos igualmente notables pueden citarse ahora de hundimientos ocasionados por otra causa secundaria de los terremotos, el deslizamiento de los terrenos; fenómeno á que se han atribuido también los temblores de tierra, creyendo encontrar en él la explicación de los que están afligiendo las provincias de Granada y Málaga.

Puede, en efecto, dar lugar á grandes hundimientos y á innume-

rables desgracias, por consiguiente, el que un terreno, al cual le falte la base, por haber socavado las aguas la parte inferior, se deslice sobre otro más antiguo en que descansaba, cuando en vez de ser este horizontal tiene inclinación bastante para ello, como sucede en Güevéjar, ó sobre sí mismo, cuando estando compuesto de capas de diferente naturaleza, son estas bastante inclinadas y alguna de sustancias cuya cohesión no basta á contrarrestar la fuerza de gravedad, como en las Albuñuelas; y nótese que sólo en eso se diferencia un desplome de un deslizamiento. Empieza siempre el agua por socavar una roca; si ésta y la que tiene encima son horizontales ó muy consistentes, se formarán cavernas cuya bóveda se desploma, como cree la Comisión que ha sucedido en la cortijada de Guaro; pero si las rocas yacen en capas muy inclinadas, y alguna de estas es arcillosa ó deleznable, resbalarán todas las que queden encima.

Si se tiene en cuenta la constitución geológica del terreno de Albuñuelas, Saleres, Restábal, Melegis y Murchas, por ejemplo, se comprenderá que estén expuestos á grandes resbalamientos y, en efecto, por las noticias recogidas le consta á la Comisión que el desgraciado cura de Albuñuelas, víctima del terremoto del 25 de Diciembre, escribía algún tiempo antes de la catástrofe al párraco de Dúrcal: «El mejor día me voy á encontrar en esa según lo que anda este suelo;» así es que, cuando ocurrió el terremoto, pasados los primeros instantes de terror, decían en Dúrcal: ¡Qué habrá sucedido en Albuñuelas! porque temían con razón que todo el pueblo se hubiera hundido.

Muy digno es, pues, de tenerse esto presente para cuando se traten de reedificar las 200 casas que según parece han quedado completamente destruidas en Albuñuelas, cuyo suelo, de calizas groseras pliocenas, descansando sobre rocas arcillosas en capas fuertemente inclinadas, es tan propensa á resbalamientos, si bien debe advertirse que no fué ésta exclusivamente la causa de los efectos allí causados por el terremoto, puesto que ya queda dicho que muy cerca de las casas del barrio alto, en el pago de las Ventas, se ven aún las señales de los surtidores fangosos que revelan una verdadera explosión.

No se han observado resbalamientos en los pueblos de Murchas, Melegis, Restabal y Saleres, inmediatos á Albuñuelas; pero como el terreno sobre que tienen su asiento es el mismo y en las mismas ó parecidas condiciones, son aplicables á ellos las indicaciones hechas acerca de la reedificación del caserío destruido, que no debe intentarse

sin ver antes donde conviene hacerlo, sobre todo en el primero de dichos pueblos, donde pasan de 100 las casas destruidas.

No tiene la Comisión necesidad de detenerse mucho tiempo al describir lo que ha ocurrido en Güevéjar, que es el último ejemplo que se propone presentar de los efectos dinámicos debidos á causas secundarias, al deslizamiento del terreno, porque lo sucedido allí es un fenómeno análogo al que dió lugar al hundimiento del cortijo de Guaro: la diferencia está en que el desplome fué en éste el efecto más notable, y el resbalamiento una consecuencia relativamente secundaria; mientras que en Güevéjar, si bien debió de preceder un desplome al deslizamiento, este fué de más consideración y causa inmediata de la destrucción de algunas casas del pueblo, y de que este tenga que trasladarse á otro lugar, si quiere evitarse una catástrofe que puede acontecer cuando menos se piense; sin necesidad de que vuelva á ocurrir un terremoto como el del 25 de Diciembre, lo cual ya ha sucedido en otras ocasiones.

## XVI.

### DAÑOS CAUSADOS POR EL TERREMOTO.

Como complemento de los efectos dinámicos del terremoto, debidos, ya á la explosión y conmoción que son su inmediata consecuencia, ya á los hundimientos y deslizamientos, no será fuera del caso presentar un brevísimos cuadro de los daños ocasionados en las casas y personas, pues no cree la Comisión que se ha llevado la investigación oficial hasta averiguar las pérdidas que ha ocasionado en los campos y animales, es decir, en la propiedad rural.

Sin contar la capital de la provincia de Granada, el número de pueblos perjudicados hasta el punto de figurar en la estadística mandada formar por el Gobierno, y llevada á cabo bajo la dirección de los Diputados provinciales, asciende á 65 en Granada y á 45 en Málaga (1). El número de casas destruidas en los 65 pueblos de Granada

(1) El estado comparativo de los pueblos que han sufrido perjuicios en la provincia de Málaga, que ha facilitado á la Comisión el Gobernador de la provincia, deja mucho que desear; pues además de las faltas de exactitud

se ha calculado en 5.480, de las cuales 5.542 se han dado por hundidas totalmente; y en Málaga, el número de las que se han hundido completamente, según la estadística oficial, es de 1.057 casas, y llega á 4.178 el número de las que se consideran en inminente ruina, á lo cual hay que añadir 6.465 edificios que se dice están resentidos.

Sumando los daños causados en la propiedad urbana de ambas provincias por el terremoto, resulta, pues:

3.342	casas totalmente hundidas en Granada.
2.138	idem parcialmente destruidas en idem.
4.057	edificios totalmente destruidos en Málaga.
4.178	idem en inminente ruina en idem.
6.463	idem resentidos en idem.
<hr/>	
47.178	edificios arruinados y resentidos en ambas provincias.

Si se descende á examinar los pormenores de las relaciones formadas, se comprende que debe de haber algunos errores que pueden pasar inadvertidos para la generalidad, pero no para el que ha visitado los lugares en que se ha hecho sentir el terremoto: así, por ejemplo, se ve que es ó puede ser perfectamente exacto que de las 597 casas arruinadas en Arenas del Rey, todas figuren entre las hundidas totalmente, porque en aquel desdichado pueblo nada ha quedado en pie; pero en cambio no sucede lo mismo con las 571 casas destruidas en Zafarraya, que se suponen también completamente hundidas; cuando en las Ventas de Zafarraya, donde se ha sentido con más violencia, si cabe, el temblor de tierra y ha quedado poco menos que arrasada la población, de las 79 casas arruinadas se consideran 69 hundidas del todo y 10 parcialmente destruidas; pues en la misma relación, á lo sumo, podría estar el número de las unas y de las otras en Zafarraya; y sin temor de equivocarse, aseguraría el que hubiera visitado este pueblo que no llegan á 200 las casas que deben figurar como totalmente hundidas.

Es realmente extraordinario también el número de casas que aparecen hundidas en parte en Almuñécar, pues sube á 445, cuando en

en él confesadas, por no haberse recibido las correspondientes relaciones de algunos Alcaldes, se echan de menos pueblos tan importantes y que tanto han sufrido, como Alcaucín y Vélez Málaga. Los datos correspondientes á estos pueblos los suplirá la Comisión con los que particularmente ha podido procurarse.

otros pueblos, en situación análoga ó menos distantes y que han figurado siempre como más perjudicados, apenas cuentan 15 ó 16 casas destruidas, como Loja y Motril.

De todos modos, el daño causado en la propiedad urbana es considerable y se ha distribuido con mucha desigualdad en los pueblos perjudicados: así, por ejemplo, mientras en 47 de los 63 que se encuentran en este caso en la provincia de Granada, no llega en ninguno á 50 el número de casas arruinadas y hay 20 en que no pasan de una docena; los hay, como Alhama, que ha perdido 1.641, Albuñuelas 555, Santa Cruz de Alhama 209, Murchas 102, y de ellas la mayor parte, por lo menos un 50 por 100, completamente hundidas.

En Málaga los pueblos que más han sufrido son: Periana, Vélez Málaga, Canillas de Aceituno, Alcaucín, Málaga, Cómpeeta, Cútar, Arenas, Antequera, Frigiliana, Algarrobo y Alfarnatejo que, sin contar las desgracias personales que en algunos de ellos hay que lamentar, son los que mayor número de edificios han perdido, según la estadística oficial á que se atiende la Comisión; por más que en algún caso no esté de acuerdo con sus propias observaciones, porque es asunto delicado y completamente ajeno al estudio de que está encargada.

Según dicha estadística, en los 22 pueblos en que ha habido destrucción completa de edificios, ascienden los hundidos á 1.057 y á 4.178 los que en 40 pueblos amenazan inminente ruina: pero, si los datos fueran exactos, podría asegurarse que pasan de 1.200 las casas totalmente arruinadas, y de 4.500 las que amenazan hundirse; porque faltan en el estado oficial algunos de los pueblos más perjudicados, como Alcaucín, no pudiendo bajar en ellos de 150 los edificios de la primera clase y 600 los de la segunda, cuando sólo en Canillas de Aceituno se incluyen 94 totalmente hundidos y 582 amenazados de ruina inminente.

En Málaga, como en Granada, los daños han sido bastante desiguales, soportándolos muy grandes unos cuantos pueblos nada más; así, por ejemplo, de los 5.700 edificios total ó parcialmente arruinados, corresponden más de la mitad á cinco poblaciones: Periana, que cuenta 554, de los cuales 507 completamente hundidos; Vélez Málaga, 1.291; Canillas de Aceituno, 476; Cómpeeta, 550; Cútar, 229; esto sin contar Alcaucín, cuya cifra exacta no se conoce oficialmente. En cambio hay 26 pueblos en que no llegan á 100, y de ellos algunos, como Estepona, Gaucín, Ronda y otros, que no deploran más que la pérdida de un edificio.

De los que sólo están resentidos, es inútil hacer aquí mención, porque la estadística debe de ser más incierta y caprichosa que en los otros dos casos.

Dolorosas son las pérdidas ocasionadas por el terremoto en la riqueza de ambas provincias, sobre todo si á los daños que directamente han ocasionado los sacudimientos en las fincas urbanas, se agregan los incalculables que se deben á los fenómenos que los acompañan ó siguen, como la alteración en el régimen de las aguas, las lluvias, las nieves, etc.; pero más de sentir son aún las desgracias personales que han llenado de dolor á centenares de familias, han hecho vestir luto á todos los habitantes de un pueblo, y á veces no ha dejado una sola persona viva en una casa.

Las poblaciones donde han ocurrido desgracias personales no son muchas afortunadamente, pues si se exceptúan las de Cacán, Capileira, Cádiz y Zúbia, donde sólo ha habido 22 heridos, entre los cuatro; no pasan de 12 los pueblos en que hay que lamentar muertes y, de ellos, en Mecina Fondales no ha habido más que una, otra en el Salar con 20 heridos, 2 en Játar y 5 en Loja, con 10 heridos. En cambio han sido grandes las pérdidas de vida en Alhama, Arenas del Rey, Albuñuelas, Ventas de Zafarraya y Zafarraya, como lo indica el siguiente estado:

	Muertos.	Heridos.	TOTAL.
Alhama.....	307	502	809
Arenas del Rey.....	435	253	388
Albuñuelas.....	402	500	602
Ventas de Zafarraya.....	73	7	80
Zafarraya.....	25	86	111
Jayena.....	17	5	22
Santa Cruz de Alhama.....	13	8	21
Murchas.....	9	13	22
Loja, Játar, Salar y Mecina Fondales.....	9	30	39
Cacán, Capileira, Cádiz y Zúbia..	»	22	22
	690	1.426	2.116

Menos desdichada en esto la provincia de Málaga, sólo cuenta seis poblaciones donde han ocurrido desgracias personales, que serán unas 120 entre muertos y heridos, en la forma siguiente:

	Muertos.	Heridos.	TOTAL.
Periana.....	40	18	58
Canillas de Aceituno.....	5	5	10
Alcaucín.....	4?	?	4?
Vélez Málaga.....	6	16	22
Alfarnatejo.....	»	13	13
Algarrobo.....	»	7	7
	55	59	114

Triste es tener que deplorar un número de desgracias tan crecido en ambas provincias, y sobre todo las 745 muertes que de los datos reunidos aparecen; pudiendo asegurarse que son aún más las víctimas, porque algunos de los heridos han fallecido después, y los hay que tal vez sucumban; pero es todavía más lamentable considerar que la mayor parte han perecido por el defectuoso sistema de edificación; y horroriza la idea de la magnitud de la catástrofe si hubiese ocurrido el terremoto algunas horas más tarde, cuando hubieran estado sepultados en profundo sueño todos los habitantes de los pueblos cuyas casas se han desplomado.

Pero si por esa circunstancia ha sido menos terrible el temblor del 25 de Diciembre, la de haber ocurrido en la época más cruda del año y en un invierno excepcional, ha multiplicado los sufrimientos de los infelices que llevan más de dos meses mal abrigados en miserables barracas, donde apenas pueden librarse del rigor de la estación, y que en los primeros días, casi desnudos, sufrían en las calles y en las plazas, sin techo alguno, las inclemencias del cielo, verdaderamente insoportables, porque las tenían que sufrir gentes acostumbradas al benigno clima de Andalucía.

## XVII.

### DEFECTOS EN LA EDIFICACIÓN.—REMEDIOS.

Si las circunstancias topográficas de un lugar son invariables para el hombre y casi nada puede intentar dentro de ellas para cambiar los efectos de una conmoción seísmica, no sucede lo mismo respec-

to á las condiciones que deben reunir los edificios cuya estabilidad puede ser tal, que no sólo se salven de destrucción en la mayoría de los casos, sino que además se eviten las desgracias personales que con su ruina producen aquellos, y de cuyo hecho son evidente y triste demostración las víctimas que los terremotos últimos han producido en la provincia de Granada y Málaga, víctimas cuya mayoría, ya que no la totalidad, se debe á las malas condiciones de la edificación en ambas provincias.

Pueblos hay, algunos como Murchas, Santa Cruz de Alhama y Ventas de Zafarraya, en que fabrican los muros con cantos rodados mal trabados con barro, que se deshacen por cualquier sacudida; en Jayena, Albuñuelas y Arenas del Rey apoyan en el suelo, ó cuando más en escasos cimientos, paredes de tapial ó de malas piedras irregulares; en Alhama y Vélez Málaga alzan los tapias dos y tres pisos, ó arman tabiques en pilastras de ladrillos de escasa cocción, y este mismo sistema es el de las construcciones antiguas de Málaga. En todas partes las maderas son pésimas, mal clavadas y sin trabazón alguna, siendo general que los pares de las armaduras para los tejados descansen en las paredes sin empleo de soleras ni hileras, y los maderos de piso, sin carreras para su sostén y sólo empotrados en los muros, quedan sueltos é independientes si sufren un movimiento general. Son desconocidos los entramados en casi toda la región castigada por los terremotos, y se hacen los tabiques al aire, sin más sujeción que el yeso que cubre las juntas; resultando que la construcción general es de malísimas condiciones, sin ninguna trabazón entre sus distintas partes, y sin resistencia, por tanto, para un caso como el que ahora lamentamos, que, si bien fortuito, no es por eso extraño ni desconocido en el país.

En las edificaciones de carácter general, como pueden denominarse las iglesias, si bien la construcción es algo más esmerada, adolece de otro vicio radical para el caso de un terremoto, que consiste en ser de fábrica mixta, es decir, que mientras los ángulos, machos y verdugos son de ladrillo, se forma el resto con cajones de tapial ó de mampostería, y la obra queda sin trabazón verdadera entre sus diversas partes, dando lugar, si se presenta un movimiento seísmico, á quebras ó grietas que separan los cajones de ladrillo, según los planos donde sólo había contacto entre ambas clases de materiales. Ejemplos bien palpables de esto se pueden observar en el caso presente en las iglesias de Béznar, Murchas, Ízbor, Periana, Cacin, etc.

Claro es que con semejantes condiciones los terremotos han de producir desplomes por poca que sea su intensidad, teniendo además en cuenta que cubiertos todos los edificios por tejados de gran peso, no sólo se aumenta la facilidad de destrucción, sino que al verificarse los hundimientos aplastarán con inmensa pesadumbre cuanto encuentren debajo; y no otra causa reconoce los centenares de víctimas de los actuales terremotos, que en pocos instantes encontraron la muerte bajo los muros y tejados de las casas en que se albergaban.

Es evidente que en aquellos puntos donde la acción del movimiento seísmico se ha ejercido con el máximo de intensidad, y en que el suelo ha experimentado fuertes trepidaciones y sacudidas, éstas han podido ser de tal magnitud que, cualquiera que hubiese sido el sistema empleado en las edificaciones, necesariamente se hubieran derrumbado; mas por los efectos que hemos observado en el terreno, aun en aquellos sitios en que las acciones endógenas se han puesto más de manifiesto, abrigamos el convencimiento que, si no todos, gran parte de los desastres se habrían evitado con otro sistema de edificación; y no es esta una opinión nueva y que carezca de antecedentes, pues en nuestras Islas Filipinas, tan castigadas por los terremotos, se sabe cuánta influencia tiene siempre en la ruina de los edificios que sufren las sacudidas de un temblor de tierra; en el Japón se ha considerado tan perjudicial el empleo de muros y bóvedas de gran resistencia que, según una ley, sólo se permite hacer casas de madera, y de un solo piso; otro tanto se ha observado en Italia, de tal manera, que en la última catástrofe de Ischia no ha faltado quien afirme en la *British Association*, que los malos materiales y la defectuosa arquitectura de las casas han sido la causa principal de las desgracias.

En las islas del Archipiélago griego, principalmente en Santa Maura, ninguna casa tiene más que el piso al nivel del suelo por temor de los terremotos; y en España mismo, en el pueblo de Torre Vieja, de la provincia de Alicante, todas las casas son bajas, con balcones practicables, armaduras resistentes pero ligeras y calles muy anchas; aleccionados como están por los terremotos que han experimentado.

Se hace, pues, preciso, al pensar en reconstruir los pueblos, tomar ciertas precauciones, que si en lo antiguo podían formularse con sólo las reglas de hacer calles anchas y casas poco elevadas y de no muy gran resistencia, ahora hay que añadir las condiciones de orientación, situación geológica y trabazón de materiales, á cuyos resul-

tados se ha llegado merced al adelanto de los estudios seismológicos y del arte de la construcción.

Sábase hoy que las quebras naturales del terreno son, por decirlo así, el vehículo para la marcha de las tempestades endotelúricas, y es claro que el situar los pueblos, ó simplemente los edificios, junto á las fallas del terreno será exponerlos á peligros inminentes; conocido es también que fuera de los sitios de los radiantes seísmicos, que á todo trance deben evitarse, la orientación de los muros principales de los edificios debe ser según diagonales á la dirección de las principales líneas topográficas, y esto, que es fruto de la interpretación de la marcha de las borrascas telúricas, cuyas ondas son, como ya se ha dicho, sucesivamente paralelas y perpendiculares á aquellas líneas, se ha confirmado con la experiencia; la cual enseña que monumentos que cuentan 10, 15 y hasta 20 siglos de existencia, se han conservado incólumes por estar sus arcos y muros fundamentales casualmente situados en la dirección que hoy se recomienda, mientras ha desaparecido, hundido por los terremotos, todo lo que fuera de semejante posición se hallaba á su alrededor.

También hay que fijarse en la naturaleza misma de las rocas que hayan de servir de asiento á las construcciones, pues mientras en unos casos convendrá apoyarse en las muebles, si tienen una cohesión suficiente para sostener fundaciones; en otros será indispensable buscar la roca firme, ya en masa, ya en capas regulares y con estratificación que se aparte poco de la horizontal ó buze en sentido contrario de la pendiente del terreno, alejándose siempre de los contactos de las diversas formaciones geológicas y aun de aquellos parajes en que se reúnan rocas de muy distinta naturaleza. Habrá que fijarse con sumo cuidado en la marcha subterránea de las aguas; huir de los sitios en que de antiguo se conozcan movimientos de traslación en el suelo, y, ateniéndose á las condiciones de los materiales de construcción más usados en cada punto, aprovecharlos para hacer fábricas lo más homogéneas y bien trabadas que sea posible: sin olvidar aquellas condiciones generales de todo poblado, que se refieren á su situación con respecto á los vientos reinantes en el país, á la facilidad de obtener aguas potables, á la proximidad de sitios donde haya mejores materiales de edificación, etc., etc.

La situación de la mayoría de los pueblos arruinados con los terremotos actuales es tal, que parece como si se hubiera tratado de buscar, al establecerlos, aquellos sitios más peligrosos y donde más

de temer son las consecuencias de una sacudida endógena; y es que los antiguos pobladores de estas provincias, donde las guerras han durado siglos enteros, y con frecuencia, los vencidos tornábanse pronto en vencedores, sólo pensaron en defenderse de los enemigos, y para ello se establecieron de preferencia, ya en sitios bien abrigados y al amparo de alguna fortaleza, ya en puntos de difícil acceso y cómoda defensa, y por tanto encontraron como muy á propósito las explanadas pequeñas sitas al pie de las altas escarpas que producen las fallas geológicas y las cimas de ásperas y tajadas colinas; brindándoles también á ello que en las inmediaciones de estos sitios, por regla general, se reúnen terrenos de diversa naturaleza, cuya descomposición proporciona tierras de las más á propósito para la agricultura. Así es fácil comprender por qué las localidades que hoy la ciencia señala como las más peligrosas en casos de movimientos seísmicos, sean precisamente las que en lo antiguo se buscaron para instalar las poblaciones.

Así se explica la situación con las primeras de las condiciones dichas, de Güevéjar, Albuñuelas, Saleres, Murchas, Restábal, Arenas del Rey, Ventas de Zafarraya y Vélez Málaga, mientras que son pueblos de fácil defensa Guájar Alto, Canillas de Aceituno, Periana, Alcaucín, y sobre todo Alhama. Hállanse, pues, desde luego unos y otros en zonas peligrosas, á lo que hay que añadir las condiciones esencialmente geológicas, es decir, las circunstancias especiales de las rocas en que descansan muchos de ellos; todo esto añadido á las malas condiciones de la construcción, viene á explicar fácilmente la ruina que han experimentado.

Aun cuando la edificación hubiera sido más esmerada, y de acuerdo con lo que antes se ha dicho, todavía el terremoto hubiera producido grandes desastres, teniendo en cuenta las circunstancias topográficas y geológicas de muchos de los pueblos arruinados.

Güevéjar y las Albuñuelas, asentados en terrenos cuyos movimientos son de antiguo conocidos y puede decirse casi constantes, se hubieran deshecho al encontrarse bajo la acción de las fuerzas endógenas; y si se reedifican en los mismos sitios correrán igual suerte en otras sacudidas del terreno.

Guájar Alto, Periana, Alfarnate y Canillas de Aceituno, en cuyo subsuelo calizo existen indudablemente inmensas cavernas, se hallarán siempre expuestos á hundirse cuando las fuerzas seísmicas rompan las bóvedas que cubren aquéllas, y los tajos de Alhama, socava-

dos por el río Marchán y de imponente altura, arrastrarán con su caída, fácil de ocurrir con un terremoto, cuantas casas sustenten en lo alto de sus acantilados.

Hay, pues, que pensar en determinados casos en instalar los pueblos en ciertos sitios menos peligrosos, y recomendar para todos ciertas precauciones y reglas de construcción en las nuevas edificaciones, si se han de aminorar en lo sucesivo desastres tan intensos como los que esta vez han ocurrido.

En la Memoria general se expondrán las soluciones más completas que para todos los casos se nos ocurran; pero ahora parece oportuno indicar las disposiciones generales que se han de tener presentes si se intenta la reedificación inmediata de los pueblos arruinados.

Supuesto el poco valor del terreno en los sitios donde han de instalarse las nuevas poblaciones, se comenzará por señalar un ámbito suficiente para comprender con exceso todas las necesidades de los vecinos que vayan á constituir el poblado, orientando las calles convenientemente perpendiculares entre sí, y en diagonal con las fallas geológicas, para lo que precederá en cada caso el estudio hecho por un Ingeniero de Minas.

Las calles tendrán un ancho variable, pero nunca inferior al doble de la máxima altura que se conceda para los edificios; en los puntos más á propósito se dejarán plazas espaciosas donde puedan plantarse árboles de adorno; y entre cada dos calles anchas se dejará una estrecha que, correspondiendo á la parte posterior de las viviendas, mientras las primeras sirvan para poner á salvo á todo el vecindario en caso de terremoto, las segundas se aprovechen para la circulación en las horas de sol, de cuya acción hay que preservarse en nuestros climas.

Las casas serán de un solo piso, entramadas, de espacio suficiente para una familia, y con todos los desahogos indispensables en habitaciones de labradores, como cuadras, corrales, etc. Sólo en aquellas construcciones que se destinen á familias pobres se reducirán los accesorios, pero sin suprimirlos nunca, pues así lo exigen los preceptos más rudimentarios de higiene que á menudo suelen olvidarse en los pueblos españoles.

Dentro de cada casa la distribución será completamente libre; pero tanto los muros como los tabiques tendrán sus entramados perfectamente unidos con los generales de la construcción.

En casos excepcionales, en las calles de anchura suficiente, podrá

autorizarse la construcción de un piso superior en las casas, siempre que se haga en inmejorables condiciones.

Los muros generales de las edificaciones, además del entramado, se harán con piedras de buen asiento, de enlace posible, ó de ladrillo bien trabado, y de este material serán los arcos que formen las puertas y ventanas.

Estas condiciones serán obligatorias y las dudas se resolverán según un reglamento oportunamente publicado. También deberán nombrarse Juntas permanentes provinciales que velen por el cumplimiento de lo dispuesto, á semejanza de las que se han instituido por el Gobierno italiano con motivo de los terremotos de Ischia. Estas Juntas se compondrán del Gobernador (Presidente), el Director del Observatorio geodinámico provincial (Vicepresidente), el Arquitecto provincial, el Alcalde, y dos personas notables de cada pueblo, nombradas por los Ayuntamientos respectivos: los tres últimos no intervendrán sino en los asuntos que se refieran á su jurisdicción.

Mas no basta todo esto, hay que llevar la paz y la tranquilidad á los habitantes de las comarcas castigadas por los terremotos, y esto sólo puede conseguirse estableciendo Observatorios seismológicos ó geodinámicos que, provistos de aparatos á propósito, sigan la marcha de las borrascas endotelúricas y anuncien al público las diferentes fases de ellas, y sobre todo los máximos de actividad, para que prevenidos puedan en casos graves salvarse de peligros inminentes. Estos Observatorios, que conviene que desde luego sean numerosos, deberán especialmente fijarse en el litoral del Mediterráneo, cuya cuenca se halla sujeta á la acción de frecuentes terremotos. Los puntos que por ahora parecen más á propósito son Huelva, Cádiz, Sevilla, Málaga, Almería, Murcia, Cartagena, Alicante, Valencia, Barcelona y Gerona; más adelante se establecerán en todas las provincias, y tanto unos como otros, á cargo de personas competentes, dependerán de un Observatorio central instalado en Madrid en la Comisión del Mapa Geológico de España.

Afortunadamente los sacrificios que esto impone al Gobierno son reducidísimos contando, como puede contar desde luego, con personal apto y remunerado por otros conceptos, cual es el Cuerpo de Ingenieros de Minas, y cuando el gasto del material es de poca importancia atendido el objeto.

Llevando á cabo lo propuesto, y todo cuanto además la experiencia vaya enseñando, ni el Gobierno podrá ser acusado de negligente,

ni los habitantes de los pueblos de diversas provincias de España podrán temer por sus vidas, ahora constantemente amenazadas por un enemigo desconocido y de terrible poder.

#### RESUMEN.

En los confines de las provincias de Granada y Málaga se extiende una cadena de sierras de elevadas cimas, ásperas vertientes y tajadas escarpas, surcadas por precipitosos barrancos que, recogiendo las aguas de multitud de fuentes, las vierten, ya al Septentrión en la madre del Genil, ya al Mediodía en el Mar Mediterráneo.

Si señalamos los nombres de aquellas eminencias caminando de Levante á Poniente y dejando atrás las Alpujarras, encontramos primero las sierras de las Albuñuelas y de las Guájaras, á las que siguen la Almjara, la de Játar, la de Alhama, la Tejeda, la de Marchamonas y la de Enmedio; derivándose de estas dos últimas hacia el N. la Sierra Gorda ó de Loja que, desde los llanos de Zafarraya, llega á la ciudad de su nombre.

Por la falda septentrional de la sierra de las Guájaras corre hacia Levante, entre rocas terciarias, el río de Albuñuelas y Saleres que, uniéndose en Restábal con el del Padul, que viene del N., y el torrente que por Murchas y Melegis llega del O., forman el río de Béznar, Pinos del Valle é Izbora, que se incorpora al río Grande, procedente de Sierra Nevada; y recogiendo éste todas las aguas de los derrames meridionales de la sierra de las Guájaras, donde los materiales triásicos tienen gran importancia, toma el nombre de Guadalfeo antes de pasar por Motril y desembocar en el Mediterráneo.

Entre las rocas estrato-cristalinas del N. de las sierras Almjara y Játar, brotan muchas y caudalosas fuentes; y mientras unas desaguan entre los estratos oligocenos de Jayena y Fornes, otras, corrándolos en Játar y Arenas del Rey, corren á unirse con las primeras, para constituir el río de Cacin que, con cauce terciario, se incorpora por cima de Hueter Tajar con el Genil, que ha cruzado la fértil vega de Granada.

Las vertientes septentrionales de las sierras de calizas laurentinas de Alhama y Tejeda dan aguas al río Marchán, de estrecha madre entre los tajos pliocenos de la ciudad de Alhama y los peñascos jurásicos de los baños, pero que se dilata entre las margas y yesos oligocenos de Santa Cruz y, sin que ya cambie la naturaleza geológica del

valle, afluye al río de Cacin poco antes de que entre éste en el Genil.

Las sierras de Marchamonas, de Enmedio y de Loja, como constituidas por calizas jurásicas muy cavernosas y de superficie muy desigual, absorben el líquido que proporcionan los meteoros acuosos, ya paulatinamente, ya de un modo rápido y en grandes cantidades por los sumideros de las Donas y Zafarraya; y mientras en la parte elevada quedan contadas fuentes, son en tanto número como caudalosas las que brotan en las faldas, ya hacia el N. en la Vega de Loja, ya hacia el Mediodía en los terrenos malagueños de Alfarnate, Vilo y Periana, para constituir el río Guaro, afluente del de Vélez, que, por entre rocas paleozóicas, lleva además al mar los veneros de Alcaucin, Canillas de Aceituno y Rubite, que surgen de Sierra Tejeda.

Ahora bien; la región que acabamos de describir es la castigada por los últimos terremotos, y si fuera de ella se ha extendido la acción de las fuerzas seísmicas sólo ha sido con poca intensidad y como un eco, digámoslo así, de las manifestaciones endógenas.

Puede haber observado quien haya leído lo que precede, que esta Comisión acepta las nuevas teorías italianas, que son las que explican con más exactitud, según el estado de los conocimientos actuales, todos los fenómenos que se experimentan en los temblores de tierra. Y lo fundado de esta preferencia se comprenderá fácilmente, al considerar que los italianos, estando continuamente sufriendo las sacudidas del suelo en su hermosa península, vienen dedicando desde hace algunos años toda su actividad y todos los adelantos que las ciencias físico-naturales suministran á la resolución de un problema tan importante como el que estudiamos.

Los fenómenos de la endodinámica terrestre son debidos á fuerzas que actúan constantemente con mayor ó menor intensidad, y que no se agotan nunca, sino que se gastan y se reproducen, ocasionando efectos variables en el espacio y en el tiempo, según las causas que concurren á engendrarlas, entre las que muy particularmente deben señalarse la circulación subterránea del agua y las corrientes electrotelúricas.

Está efectivamente reconocido y comprobado, con numerosos ejemplos, que en los puntos donde se reúne mucha agua, que puede penetrar fácilmente bajo tierra, allí existe una vía abierta á la acción endógena. Por eso la Comisión ha estado unánime en fijarse en las notabilísimas condiciones topográficas del valle de Zafarraya, donde todas las aguas van á ocultarse por los sumideros bajo las grandes

también consignaremos nosotros que el terremoto del 25 de Diciembre fué precedido de un notable descenso en el barómetro en toda la región donde las fuerzas endógenas actuaron.

Los hechos que la moderna meteorología endógena fija como precursores de los temblores de tierra, entre otros los fenómenos que experimentan antes de las sacudidas las personas y los animales, se han verificado en el caso actual, como puede verse en el curso de este escrito; donde además queda justificada la variación de nivel en las aguas de los pozos, la alteración en el régimen de los manantiales, la turbiedad de las fuentes, la aparición de nuevos veneros, ya termales, ya fríos, ya claros, ya fangosos, formando verdaderas moyas; hechos todos del mayor interés.

Uno de los fenómenos precursores que la Comisión ha tenido más reparo en admitir es el de la aparición de luces como fosfóricas, según la expresión de las gentes, ó de resplandores que parecían acercarse á los pueblos del llano de Zafarraya y á las grietas que luego se encontraron en las sierras; mas tan contestes parecen estar las relaciones, que al fin consignamos el hecho, con tanto más motivo, cuanto que no es nuevo en la historia de los terremotos, y su explicación puede y tiene debida conformidad con las manifestaciones eléctricas que acompañan á las acciones geodinámicas.

En los terremotos actuales no han faltado los fenómenos concomitantes, esencialmente los ruidos subterráneos y el repartimiento en la atmósfera de cuerpos olorosos, y estos hechos han sido tan generales, que los pueblos donde no se citan deben considerarse como formando verdaderas excepciones.

También se ha comprobado el haber sido seguidos los temblores de lluvias, vientos, tempestades y nevadas; fácil todo de explicar con las modernas teorías, que establecen una verdadera relación entre la meteorología endógena y la atmosférica, cuando antes se creía que eran completamente independientes.

En pocas palabras: los terremotos de Andalucía, con las víctimas que han producido, las voladuras y quiebras de rocas que han ocasionado, los manantiales termales que han hecho surgir, los peñascos que han desprendido, los hundimientos que han provocado, los pueblos que han destruido y todos los fenómenos de que han sido acompañados, ponen de manifiesto lo complejo de las acciones endógenas, cuya explicación sólo puede hallarse en la expansión accidental de los gases y vapores que se reúnen en lo interior de la tierra.

No puede la Comisión en el caso actual decir si estos movimientos han sido precedidos de otros microseísmicos, por la razón obvia de que no existen en España aparatos ni Observatorios á propósito, y sólo cuando se haya organizado un servicio con varios establecimientos fijos, como la Comisión espera que se haga, se podrán hacer indicaciones de verdadera utilidad, que contribuyan á evitar, ó por lo menos á aminorar los tristes resultados que hoy se lamentan en nuestro país y que han encontrado eco en todo el mundo civilizado.

Ni estos trabajos, ni los que se practican en otras naciones, ni los adelantos todos que se hagan en lo sucesivo, podrán ciertamente impedir que haya terremotos; pero si servirán para disminuir las desgracias, si además se añaden otras reglas que se han apuntado en el informe, referentes á la edificación, á la orientación de los muros de los edificios, á la altura y materiales que conviene emplear en éstos y á la naturaleza geológica de los terrenos sobre que se asienten los pueblos.

A pesar de la premura con que se han redactado estos apuntes, en medio del viaje, sin la tranquilidad y los materiales con que se hubiera contado en otras circunstancias, la Comisión cree de su deber presentarlos á la Superioridad cuanto antes, para satisfacer en cierto modo la ansiedad general y, continuando sus observaciones en el campo, poder dar luego un trabajo tan completo y acabado como sea posible.

De este modo, si la obra no es perfecta, acaso contenga algún dato, alguna idea que otras personas más ilustradas puedan utilizar en lo sucesivo.

Málaga 12 de Marzo de 1885.—*Manuel Fernández de Castro.*—*Juan Pablo Lasala.*—*Daniel de Cortázar.*—*Joaquín Gonzalo y Tarín.*

# OBSERVACIONES SEÍSMICAS. (Pág. 55.)

Procedencia de las observaciones.	FECHAS.	HORAS.	APRECIACIONES.				NATURALEZA É INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS.	LAS SACUDIDAS SE NOTARON		
			SACUDIDAS.		PAUSAS.					
			Número	Duración.	Número	Duración.				
	<b>Año 1884.</b>									
*	Diciembre 25...	8-50' n....	3	1''+2''+3''	2	1''+1''	8''	NE.—SO.	Ondulatorio circular del N., fuertísimo, acelerado.	
*	Idem id....	9-20' n....	»	»	»	»	»	»	Oscilación débil.	
*	Idem id....	9-35' n....	1	1/2''	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	10-10' n....	1	1/2''	»	»	»	»	Idem muy débil.	
*	Idem id....	11-25' n....	2	1''+2''	1	1/2	3 1/2''	Idem.	Idem horizontal, lenta, muy marcada.	
*	Idem id....	11-40' n....	»	»	»	»	»	»	Idem débil.	
*	Idem id....	2-0' mad.	1	1''	»	»	»	»	Idem bastante fuerte.	
*	Idem id....	2-20' mad.	»	»	»	»	»	»	Idem débil.	
*	Idem id....	6-40' mad.	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	10-3' m....	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	2-57' t....	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	5-32' t....	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	3-30' t....	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	0-10' mad.	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	7-25' m....	1	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	9-15' n....	1	1 1/2''	»	»	1 1/2''	NE.—SO.	Idem muy pronunciada.	
*	Idem id....	8-45' t....	1	»	»	»	»	»	Idem débil.	
*	Idem id....	8-30' n....	1	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	10-51' n....	1	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	2-15' t....	1	1''	»	»	1''	»	Idem id.	
*	Idem id....	4-25' t....	1	»	»	»	»	»	Idem id.	
*	Idem id....	9-5' n....	»	»	»	»	»	»	Idem id.	
	<b>Año 1885.</b>									
*	Enero.... 1.º	2-25' mad.	»	»	»	»	»	»	»	Oscilación débil.
*	Idem id....	2-15' t....	1	»	»	»	»	»	»	Idem.
*	Idem id....	10-10' n....	1	»	»	»	»	»	»	Idem.
*	Idem id....	0-5' mad.	1	»	»	»	»	»	»	Idem.
*	Idem id....	2-45' t....	1	1''	»	»	1''	NE.—SO.	Idem y por el Sr. Jona.	
*	Idem id....	7-30' t....	1	»	»	»	»	»	Idem.	
*	Idem id....	2-25' t....	1	»	»	»	»	»	Idem.	
*	Idem id....	3-40' t....	1	1''+1''	»	1 1/2''	2 1/2''	NE.—SO.	Idem y por el Sr. Jona.	
*	Idem id....	8-35' n....	2	»	»	»	»	»	Idem.	
*	Idem id....	3-30' t....	»	»	»	»	»	»	Idem.	

	Idem 10....	11-20' n....	?	15'	»	»	»	»	»	Vibraciones muy repetidas, muy continuas y débiles.	Idem.
*	Idem id....	6-0' mad.	1	»	»	»	»	»	»	Oscilación muy débil.	Idem.
*	Idem id....	5-45' mad.	1	1 1/2''	»	»	»	»	NE.—SO.	Oscilaciones lentas muy pronunciadas.	Idem.
*	Idem id....	7-50' n....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones lentas muy pronunciadas.	Idem.
*	Idem id....	11-20' n....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-45' mad.	1	1''	»	»	»	»	NE.—SO.	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	3-10' mad.	1	1''+1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	11-25' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-50' mad.	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	7-20' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	7-50' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	10-30' mad.	»	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	10-15' m....	»	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-20' t....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-45' n....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	2-15' mad.	1	»	»	»	»	»	N.—S.	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	4-5' mad.	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	7-10' n....	1	1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	8-0' n....	2	1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	7-10' m....	2	1''+1''	»	10''	12''	E.—O.	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-10' t....	1	2''+1''	»	1/2''	3 1/2''	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	6-15' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-35' n....	1	1''+1 1/2''	»	1/2''	3''	NE.—SO.	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	11-0' n....	2	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-35' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	10-20' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	0-10' mad.	1	1''	»	»	1''	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	6-30' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-50' mad.	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	2-55' mad.	1	1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-20' m....	1	1''	»	»	»	»	NE.—SO.	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	8-15' n....	1	1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	11-25' m....	2	1''+3''	»	1''	5''	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-20' m....	1	1''	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	4-50' t....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-10' t....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-5' t....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	9-35' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	11-15' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	1-35' t....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	4-8' mad.	2	1''+1''	»	1 1/2''	2 1/2''	E.—O.	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	6-5' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.
*	Idem id....	8-5' m....	1	»	»	»	»	»	»	Oscilaciones vivas y repetidas.	Idem.

### ADVERTENCIAS.

En la primera columna aparecen en blanco las observaciones correspondientes á Mr. Mario Jona, Ingeniero de la Sociedad *Batignolles*, constructora del puerto de Málaga. Hevan una estrella las que, no habiendo sido consignadas por el anterior observador, han facilitado los Padres Jesuitas establecidos en el pueblo El Palo, de la misma provincia de Málaga, y dos estrellas las del Instituto provincial de dicha ciudad no apuntadas por los anteriores.

TERREMOTOS DE ANDALUCÍA



TERREMOTOS DE ANDALUCÍA

