



BOLETIN DEL SERVICIO SISMOLOGICO DE CHILE

POR EL

CONDE DE MONTESSUS DE BALLORE
Director del Servicio Sismológico

(Continuación)

II

Como correctivos á los males que dejo apuntados, me permito insinuar á US. los siguientes, de los cuales la oficina de mi cargo ha puesto ya en práctica los que de ella dependía establecer:

1.—Formación de un personal idóneo, consciente y responsable—por lo tanto suficientemente rentado—para la vigilancia constanté de las obras en construcción, y muy especialmente de la fabricación y empleo de las mezclas, recepción de los materiales, etc.

Dicho personal, subdividido en Inspectores de Obras y en Conductores de Obras, podría ser formado en cursos de cor-

ta duración anexados á las Escuelas de Ingeniería, según quedó propuesto el año próximo pasado en reunión de la Facultad de Matemáticas de la Universidad.

Por ahora los primeros podrían formarse en cursos de un semestre; los segundos en cursos de un año.

Una vez satisfechas las necesidades más premiosas en este sentido, convendría aumentar la duración de estos estudios (elementales y esencialmente prácticos) á un año y dos años respectivamente.

2.—De acuerdo con lo acordado por US., abrir por un tiempo y desde luego clases prácticas para albañiles, que podrían ser desempeñadas por Ingenieros, arquitectos y alumnos de ingeniería ayudados (para la parte manual de su enseñanza) por un buen albañil, el cual ejecutaría ante los alumnos las partes de obras descritas en la exposición oral del profesor (mezclas diversas, uniones, cruzamientos de muros, colocación de amarras, etc.) á medida del desarrollo de dicha exposición.

Está confeccionándose el programa de estos cursos, que —en mi concepto— deberán ser nocturnos para que puedan aprovecharlos muchos artesanos retenidos en sus ocupaciones durante el día.

3.—Ensaye mecánico, físico ó químico—según los casos—de los materiales de construcción, de manera de desechar —antes de que sean puestos en obras— aquellos que no cumplieran con ciertas condiciones normales definidas en pliegos de condiciones tales como los que esta Dirección ha elaborado para la recepción de arenas, cales, cementos, ladrillos, piedras de construcción, fierros, rieles, tubos de concreto, de greda, de fundición, etc., etc., y que someteré á la aprobación de US. en pocos días más.

En conformidad con estas ideas se han venido sometiendo á ensayos normales en el Taller anexo á la Clase de Resistencia de Materiales de la Universidad del Estado, y con resultados manifiestamente muy útiles, las arenas y cementos que se usan en las obras del Alcantarillado de Santiago.

Actualmente se practican en dicho Taller los ensayos comparados de un gran número de muestras de mezclas y ladrillos recogidos en el derrumbe de otros tantos edificios fiscales y particulares de Santiago y de provincias, llamando la atención que, á raíz de una catástrofe como la que todos lamentamos, se están empleando materiales á veces de peor calidad que los que han quedado en los escombros.

4.—Dictar (y aplicar estrictamente) reglamentos fiscales y municipales á los cuales deban someterse todos los que pretendan edificar, imponiendo desde luego á todo propietario la obligación de someter á la aprobación municipal los planos detallados de los edificios que se haya proyectado bajo la firma de un profesional *responsable*.

(Dichos reglamentos deberían consultar no solamente disposiciones relativas á la seguridad, sino también á la higiene y estética de los edificios).

5.—Estudiar los tipos de edificios más adecuados á cada subsuelo, en vista de las enseñanzas derivadas del conjunto de datos que reúnen actualmente, tanto las comisiones de ingenieros y arquitectos designados por esta Dirección General y las comisiones de alumnos de ingeniería de la Universidad del Estado, como la Comisión que el Supremo Gobierno ha nombrado para estudiar desde el punto de vista científico las causas probables y efectos del último terremoto.

6.—Evitar en lo posible las modificaciones, en vía de ejecución ó después, de los planos aprobados de cualquier edificio.

Tenderían á este fin: a) la confección de un plan anual de trabajos públicos (que ha sido encomendado á los servicios de Zona de esta Dirección) á fin de prevenir desafectaciones ulteriores y las modificaciones consiguientes de edificios construídos para un fin determinado;

b) la práctica de no emprender la realización de obra ó construcción alguna sin el estudio previo de sus planos completos, aprobación de los mismos por la autoridad competen-

te y aceptación de ellos por la autoridad para cuyo uso se destina dicha obra ó construcción.

Como recomendaciones de aplicación inmediata, me permito formular las siguientes:

1. Desechar el empleo de mezclas pobres.
2. No emplear mezcla de cales cuya constancia en calidad no haya sido comprobada.
3. Preferir mezclas de cemento aun pobres á la mezcla de cal normales, cuando no se trate de cales debidamente calificadas.
4. Emplear exclusivamente mezclas de cemento en las partes vitales de las construcciones, tales como pilastras muy cargadas, arcos, dinteles, etc. y, en todo caso, agregar cemento al mortero en todas las partes de una construcción que deban presentar especial seguridad (incluso los ornamentos voladizos, etc., cuando no se hagan de material ligero).
5. Rechazar el empleo de arenas finas ó sucias, siendo admisible un máximo de 10% de arcilla en las mismas.
6. Observar las reglas fundamentales de tiempo y cantidad en la preparación de las mezclas, es decir, apagar la cal con la debida anticipación para que quede asegurado, en lo posible, en el momento del empleo del mortero, el completo apagamiento de dicha cal y preparar las mezclas de cemento en cantidades tales y emplearlas dentro de tales límites de tiempo que, en el momento de su empleo, no se haya producido un comienzo de fraguado. En el mismo orden de ideas, prohibir en absoluto el empleo de mezclas «quedadas» que los albañiles suelen «refrescar» con simple adición de agua.
7. Concederles toda la importancia que tienen á las fundaciones, proporcionando su superficie de asiento, profundidad, composición y ejecución, á la naturaleza del suelo y á la magnitud de las cargas que gravitan en cada punto de las mismas, á fin de asegurar, no solamente su estabilidad, sino también su inalterabilidad.
8. Evitar en absoluto la falta de homogeneidad de los ma

teriales que deban formar un mismo macizo de albañilería.

Significa, en efecto, preparar el agrietamiento y desagregación de una construcción el juxtaponer, por ejemplo, albañilería de cal y ladrillo con un muro de adobes, ó aun albañilería de ladrillo y barro (¡que la hay!) con albañilería de buena mezcla, etc.

Demás parece insistir en lo ilógico y peligroso que resulta la superposición de un muro de albañilería de ladrillo sobre un muro de adobes...

9. Los tabiques de simples adobillos ó de ladrillos colocados de canto sin entramado de madera ó fierro, no tienen la estabilidad transversal indispensable, ni la tienen los muros divisorios de medio ladrillo de espesor cuando son altos, extensos y hechos sin gran cuidado ó cuando carecen de base rígida y buena mezcla.

En los tabiques con entramado de verticales y diagonales bien distribuídas, los adobillos deben presentar una ranura en cada cabeza, la cual debe calzar con listones clavados en el eje de las caras de contacto de las piezas del entramado con el relleno.

Por falta de esta precaución, que establece la solidaridad entre los distintos elementos del tabique, muchos de éstos se han vaciado literalmente por el efecto del terremoto.

En tabiques delgados conviene revestir los dos paramentos con tela de alambre.

10. No es fundada, y por cierto poco progresista, la tendencia vulgar á condenar los muros de albañilería, como si los efectos del terremoto hubieran demostrado una indiscutible superioridad del tabique de adobe ó barro sobre la albañilería.

En verdad donde ésta ha sido *bien hecha*, ha resistido: véase el Nuevo Instituto Comercial, el Banco Santiago, el edificio Edwards de tres pisos, esquina Ahumada y Moneada, etc.

Lo que ha revelado el terremoto es que, en general, la albañilería de ladrillo *se hace muy mal*, buscando una econo-

mía mal entendida en el ahorro de cal ó de cemento y en empleo de materiales malos puestos en obra por albañiles novicios.

He señalado las deficiencias temibles en materia de cales de arena.

Todavía sucede que las precauciones tomadas en la confección y empleo de la mezcla resultan ilusorias si el albañil acepta malos ladrillos y, sobre todo, si no los humedece lo suficiente antes de colocarlos en la obra; el olvido de esta impregnación previa explica en parte la falta de adherencia del mortero á los ladrillos, que se nota en todos los derrumbes habidos; y el empleo de ladrillos disparejos conduce lógicamente á la adopción de espesores enormes en las juntas de mortero, resultando—por decirlo así—que siendo el ladrillo malo, deleznable, y las juntas de mezcla demasiado pobres se ha hecho un edificio de arena.

Pero la buena albañilería y sobre todo la buena albañilería con armadura de fierro y concreto armado (véanse baños del Internado Nacional, los Nuevos Tribunales de Justicia, Población León XIII, etc.) serán mañana como ayer, preferibles á los tabiques, los cuales son más baratos de construcción, pero más costosos de conservación (si ha de mantenerse en condiciones de buen aspecto) y menos duraderos y más peligrosos en caso de incendio.

En informe detallado que entregaré ulteriormente á US. estudiaré los diversos tipos de construcciones más apropiados en cuanto á muros principales, divisorios y tabiques.

11. Los espesores exagerados de las juntas deben desecharse, principalmente en los arcos y bóvedas, en los cuales no deberían emplearse sino ladrillos hechos á máquina.

Para evitar el humedecimiento de los muros por rebalse ó falta de impermeabilidad de las canales receptoras de las aguas llovidas de los techos, deben fraccionarse dichas canales en secciones independientes, de 10 á 15 metros de largo, con doble pendiente hacia el centro, donde corresponde colocar un tubo de bajada de diámetro proporcionado á la ex-

tensión del techo servido. El diámetro y el número de estos tubos suelen ser deficientes.

Un defecto mucho más frecuente aún es el de la mala unión de las planchas constitutivas de las canales, cuyas juntas deben ser emballetadas, para permitir las dilataciones sin desoldarse.

13. Como medida general más apropiada para conseguir obras bien ejecutadas (abstracción hecha de una supervigilancia constante practicada por un personal idóneo) conviene, en muchos casos, desechar el principio de las propuestas públicas y, en todo caso, la adjudicación tradicional de las obras al proponente más bajo.

Hay casos en que es preferible—otros en que se impone—el trabajo por administración ó por parcialidades de obras.

La construcción de edificios, principalmente, debería contratarse en esta última forma, correspondiendo cada parcialidad de obra á una especialidad, de manera á asegurar la ejecución de la albañilería por buenos albañiles, de la carpintería por buenos carpinteros, de la ferretería por herreros, de la hojalatería por hojalateros, etc., sin interposición de contratistas en el nombre, cuya intervención viene con frecuencia á alterar sin beneficio ninguno para el Fisco el trámite normal del contrato de trabajo.

No por esto se suprimen los efectos saludables de la competencia; á la propuesta pública se sustituye simplemente la propuesta limitada, llamando á presentar propuesta para cada parcialidad de obra á los especialistas en la materia; á la propuesta global, se sustituyen las propuestas parciales y sucesivas.

En esa forma se han ejecutado los trabajos del nuevo Instituto Comercial de Santiago (esquina de Moneda y Amunátegui), edificio que el terremoto del 16 encontró en pésimas condiciones para resistirlo (ya que está inconcluso) y en el cual no se nota, sin embargo, la menor alteración de sus altos muros de *albañilería*.

Saluda a US.

(Firmado) C. KONING.

XV. La predicción sísmica del 30 de setiembre de 1912

(Leído en el Instituto de Ingenieros Civiles de Chile, en 19 de octubre de 1912.)

No sin algún recelo accedí á la petición honrosa que me hizo el Director del Instituto de Ingenieros de Chile, de que leyera una conferencia sobre la supuesta predicción de un terremoto para el 30 de setiembre último pasado y varios motivos justificaban por parte mía esta desconfianza. En primer lugar, había desarrollado el año pasado, en este mismo salón de la Universidad, el tema de las predicciones sísmicas y, por otra parte, no habiéndose realizado el terremoto temido, tenía por canceladas las polémicas algo acaloradas que hubo en la prensa alrededor del anuncio de que se trata.

Sin embargo, acepté por ser varias las enseñanzas prácticas que pueden sacarse del episodio. Creo también que la verdadera actitud del capitán Cooper en el asunto no ha sido estimada exactamente ni por sus partidarios, ni tampoco por sus adversarios, entre los cuales figuro, pero, por ser sismólogo fiscal, como se ha dicho, tenía el deber de hacer lo posible para tranquilizar al público, aun con el riesgo de salir fuera de las serenas regiones de la ciencia.

En fin, puede resumirse como sigue un aspecto del tema, que no ha sido todavía reseñado: Repitiéndose siempre la historia, puesto que á los anuncios ya antiguos y fracasados de Falb en estos mismos países, siguieron los de Cooper y los de su alumno el capitán Middleton, y vendrán seguramente más tarde otros pronósticos. Así, no carecerá de interés para el futuro referirse entonces á lo sucedido á principios del siglo XX, para forjarse una opinión acertada de semejantes previsiones.

Lo que acaba de pasar en Chile central merecería, sin duda, instigar á un filósofo ó á un sociólogo, dotado de buenas letras, para que describiera la sugestión de que fué vícti-

ma un pueblo culto, pues no carece de interés el estudio de la psicología de las muchedumbres, así como lo han demostrado varios autores de talento.

Bajo los auspicios de la ciencia y á fecha fija se pronostica un terremoto posible; dos reputados astrónomos afirman que son inexactas las posiciones astrales que sirven de base al anuncio y un sismólogo de profesión afirma, con igual energía, que la ciencia actual de los temblores se encuentra todavía incapaz de desvirtuar ó de apoyar la predicción. A pesar de esto, una parte del público se mantuvo firme en su temor y es fácil explicarlo: antes del terremoto de agosto, se profetizó el desastre y tuvo lugar; el recuerdo de las catástrofes del pasado es un importante rasgo de la historia nacional. Dadas estas circunstancias especiales, es bien excusable que los argumentos puramente científicos no hayan prevalecido contra las apariencias. No será, pues, superfluo examinar con sangre fría lo que sucedió en 1906 y 1912 y cuál es el valor exacto de las predicciones sísmicas de que se trata.

En los primeros días de agosto de 1906 los periódicos de Valparaíso y de Santiago publicaron una carta en la que el capitán de corbeta de la Armada Nacional, señor Middleton, anunciaba para el 16 del mismo mes y para Valparaíso fenómenos atmosféricos y sísmicos.

Esta carta no deja de llamar la atención respecto á su redacción misma, pero habiéndose quemado el archivo de la Dirección del Territorio Marítimo, no es posible referirse al documento original para confrontarlo con el que se publicó, y es preciso contentarse del facsímil reproducido en la historia del terremoto de los señores Rodríguez Rozas y Gajardo Cruzat.

Es extraño que el firmante de la carta, fechada en 6 de agosto, y entonces empleado en la Oficina Meteorológica de la Armada, la titulase «Pronósticos sobre fenómenos atmosféricos», y no la dirigiese á sus jefes jerárquicos.

El título es muy vago, pues cualquiera que sea una fecha venidera siempre habrá fenómenos atmosféricos, sea insigni-

cantes, sea graves, y el capitán Middleton no lo concretaba. Y en cuanto á fenómenos sísmicos en Valparaíso, son tan frecuentes en la comarca, que no se comprometía mucho este oficial, puesto que alrededor del foco sísmico del valle de Aconcagua es mucho mas fácil predecir días de temblores que días sin temblores. En fin, fenómenos atmosféricos y sísmicos no significan forzosamente ni tempestades, ni terremotos.

De esto se deduce que si hubiera habido un verdadero pánico antes del 16 de agosto, no hubiera sido una interpretación acertada de dicha carta. Pero, en realidad, no lo hubo, sólo alguna curiosidad ó apenas alguna aprensión durante el día señalado. Fué después del desastre que, ayudándolo la imaginación, se forjó la leyenda respecto á la precisión con que el capitán Middleton hubiera profetizado el infausto suceso. Hice lo posible para sacar datos más concretos y acabo de reseñar lo que aconteció en realidad, á lo menos según creo. No nos encontramos, pues, en presencia de un anuncio preciso de un terremoto á hora fija.

Llamaré vuestra atención sobre la frase siguiente de la carta de que nos ocupamos; dice: «A causa de estas situaciones de los astros (la conjunción de Neptuno con la luna y máximo de declinación norte de ésta) la circunferencia del círculo peligroso pasa por Valparaíso». Esta frase no significa nada, puesto que una circunferencia trazada sobre el globo terrestre debe tener un radio definido y que según este radio mida 20 ó 2,000 kilómetros, por ejemplo, no dejará de variar la probabilidad de que un terremoto originado á lo largo de ella se produzca en Valparaíso.

Sigue la carta: «y el punto crítico formado con la circunferencia del sol cae sobre las inmediaciones del puerto». Esta segunda frase es más incomprensible aún que la primera, á menos que se suponga al lector bien enterado del método del capitán Cooper, ó mejor dicho, de la memoria del señor Campbell, entonces el único documento publicado sobre esta teoría.

Así, bajo todos los puntos de vista, el supuesto anuncio histórico del terremoto de agosto, carecía de precisión y de sentido científico, á lo menos en cuanto á su redacción. No podía tenerse por muy serio y creo que así pasaron las cosas. La predicción del terremoto se tomó en cuenta, sobre todo después del desastre.

Habían transcurrido tranquilamente dos años, cuando se propalaron de nuevo pronósticos atmosféricos y sísmicos para el 25 de julio de 1908 y en *El Mercurio* del 24 se lee un artículo firmado por el distinguido astrónomo Obrecht en que demuestra, lo mismo que en 1906, cómo las conjunciones astrales no suministran bases científicas algunas para la predicción de los terremotos. Se supo que el autor del anuncio era el capitán Middleton, pero, no perteneciendo ya más á la oficina meteorológica, no había podido profetizar á nombre de ella. Sin embargo, el capitán Plaza, de dicha oficina, en un telegrama dirigido al subsecretario de Estado en el Ministerio de Marina, desmintió que esta oficina tuviera responsabilidad alguna respecto al anuncio. Esta vez el temor no cundió mucho y sólo algunas personas tomaron sus precauciones contra el supuesto peligro.

El terremoto así insinuado á ocultas por el capitán Middleton no tuvo lugar y del hecho habría sido lógico deducirse que tales anuncios presentan una probabilidad en dos, lo mismo que la de los pronósticos de los almanaques anuales. Infelizmente, el fracaso de 1908 se olvidó por completo en 1912; es verdad que aquel anuncio no había producido gran ruido.

El 29 de agosto del presente año, los periódicos publicaron extractos de una carta del capitán Cooper en que se profetizaban para la noche del 29 al 30 de setiembre y para el triángulo Valparaíso, Santiago é Illapel, fenómenos desconocidos (*Sic*) como ciclón, erupciones volcánicas, temporales, terremotos ú otros fenómenos meteorológicos. Prescindiré por completo de este primer documento por falta de carác-

ter verdaderamente científico y, sobre todo, por haber sido desmentido en el *South Pacific Mail* del 4 de setiembre. Es éste el único texto oficial que tenemos que estudiar para determinar la verdadera actitud del capitán Cooper respecto al episodio del 30 de setiembre.

Del documento aludido se deduce que el distinguido oficial de la marina mercante no profetiza un terremoto para esta fecha, pero sí solicita del cónsul inglés en Valparaíso sometiera sus diagramas al Director del Instituto Meteorológico de Chile y apuntara los fenómenos meteorológicos ó sísmicos que habrán sucedido en las fechas del 18, 22, 25, y 29 de setiembre, es decir, las correspondientes á los diagramas que mandaba y que se publicaron. Por primera vez nos encontramos con una actitud prudente y científica: El capitán Cooper intenta verificar lo fundado ó infundado de su teoría.

Sin embargo, este documento no deja de adolecer de ciertos defectos. No tiene fecha, y esto es extraño. Una frase llama la atención: «Y am sorry not to feel justified in predicting definitively». Siento no encontrarme justificado para predecir definitivamente. Se me ocurre que otras personas hubieran sido felices de no poder predecir una catástrofe. En fin, depende esto del punto de vista.

Por otra parte, el capitán Cooper mora á pocos kilómetros del afamado Sismólogo John Milne. ¿Cómo no ha tenido la idea de consultarle, á lo menos respecto á la posibilidad de pronosticar los terremotos? No puede excusarse un tal descuido.

Hay más. El texto oficial del capitán Cooper termina así: «Algunos meses hace, recibí una carta del Japón que demuestra cómo mis cálculos enviados á la Comisión Imperial investigadora de temblores defirieron sólo en dos minutos doce segundos respecto al tiempo observado de una erupción del volcán Asama—Yama». Esta comisión publicó la descripción de las últimas erupciones de este volcán y no pude encontrar el dato correspondiente al anuncio de que se trata.

(Vol. VI. Tokyo. 1912. Omori: The Eruptions and Earthquakes of the Asama Yama). Hubiera sido interesante que el capitán Cooper nombrase al miembro del comité japonés que dió el testimonio antes mencionado.

Sea lo que fuera de este último detalle, lo cierto es que el público se equivocó al creer que el capitán Cooper anunció un terremoto para el 30 de septiembre último pasado.

Agotados los argumentos de índole moral, si puedo, expresarme así, tengo que internarme más en el fondo del tema y del método.

Prescindiré de los fenómenos meteorológicos porque no cuadran con el ramo de mis investigaciones ordinarias. Sin embargo, habiendo dicho algunas personas que el método del capitán Cooper se utiliza corrientemente desde muchos años por los navegantes del Océano Indico para prever los tifones y escapar de ellos, aprovecho la oportunidad para afirmar que la información me parece inexacta. En aquellos mares del Extremo Oriente existe un servicio de avisos telegráficos respecto á la marcha progresiva de los tifones ya desencadenados. No se trata, pues, de anuncios, sino de avisos, lo que es muy diferente. Los observatorios de Manila, de Singapore, de Hong-Kong i de Zi-Ka-Wei, emplean el método descubierto por el Padre Algué hace años, y leyendo desde mucho tiempo los boletines respectivos sé muy bien que nunca jamás se empleó el método del capitán Cooper.

Creo que si el Capitán Cooper no hubiera hablado de fuerzas *soléctricas*, su carta no hubiera tenido tanto éxito; un vocablo raro no carece de prestigio. Bastándome una palabra más modesta, la de fuerzas sencillamente eléctricas, veamos lo que se sabe hoy día en sismología respecto á dependencia efectiva entre fenómenos sísmicos y eléctricos. Relaciones de esta clase han sido afirmadas un sinnúmero de veces desde que se descubrió la electricidad, es decir, desde fines del siglo XVIII. Pero basta hojear la rica literatura sismológica para convencerse de que nunca se comprobó la existencia de tales relaciones. Esto no quiere decir que á veces temblores ó te-

remotos no se acompañen de perturbaciones en las corrientes eléctrico-telúricas, pero son casos raros y además es preciso tener en cuenta los que corresponden á una acción mecánica directa de las ondas sísmicas sobre los electrómetros. Igual cosa sucede también con los magnetógrafos. Pues bien, muchos físicos, y no de los menores, identifican los fenómenos eléctricos y magnéticos y por otra parte estos últimos, ó sea las variaciones de los elementos magnéticos, presentan exactamente la misma ley de periodicidad de once años que las variaciones de las manchas del sol. Así tenemos un método indirecto para resolver el primer problema, es á saber si existe una dependencia general entre los temblores y los fenómenos eléctrico-telúricos. A consecuencia de una mera casualidad, tengo la oportunidad de presentarles á ustedes un resultado numérico al respecto. El año pasado el sismólogo John Milne publicó un catálogo de los terremotos destructores de que tuvo conocimiento desde la era cristiana. Desde 1750 son 2313. Hace pocos días presenté en otro recinto científico un gráfico en que se comparaban la marcha anual de las manchas del sol y la marcha anual de estos terremotos y también la de los temblores de Arequipa, de las Filipinas y de la isla Jacinto. Resultó de esta comparación que no existe dependencia alguna entre las manchas del sol y los fenómenos sísmicos. Puedo, pues, afirmar que no existe tampoco relación alguna entre éstos y los fenómenos eléctricos ó magnéticos telúricos. Por otra parte, el sol es el único astro cuya influencia eléctrica ó magnética esté comprobada hoy día, de suerte que, á lo menos por el momento, cuando el Capitán Cooper habla de la influencia eléctrica de Neptuno, se engolfa en el vasto océano de las hipótesis. Pero, aún en el caso de que su hipótesis fuera exacta, quedaría á su cargo el explicar el hecho. Nada se ha hecho todavía ni en el uno, ni en el otro sentido.

Manteniéndome en esta suposición que la teoría del Capitán Cooper esté conforme á la naturaleza de las cosas en lo tocante á temblores, creo que él está mal encaminado para

demostrarse á sí mismo lo bien ó mal fundado de su hipótesis. En mi opinión debería mirar hacia el pasado en lugar de preocuparse de si puede predecir. Por grande que sea el número de años que le quedan de vida en este mundo subneptúnico, el número de terremotos venideros que podrán servirle para verificar su teoría es y será siempre mucho menor que el de que puede disponer en el pasado. Debería, por consiguiente, principiar por averiguar si los 4,136 terremotos destructores del catálogo de Milne se conforman ó nó á su teoría. No puedo lanzarme en una estadística tan pesada, pero no me es difícil presentarles algunos resultados numéricos interesantes aunque provisionarios respecto á conjunciones astrales; inclusive las de Neptuno.

Durante el mes de abril de 1881 se sintieron 10 temblores en Copiapó y hubo 7 conjunciones astrales; ninguno de aquéllos cayó en los días de éstas y la diferencia de fechas alcanzó hasta el número de 7 días entre un temblor y la conjunción más cercana.

Los mejores sismólogos piensan que desde 1850 no ha escapado ningún terremoto destructor. Tomemos, pues, los años de 1885 y de 1890 en que sucedieron respectivamente.

Pero el Capitán Cooper dirá sin duda alguna, que esta investigación sucinta no disminuye en nada la fuerza de su teoría, puesto que acabo de mezclar instintivamente todos los planetas del sistema solar. Busqué, pues, para los mismos años de 1885 y de 1890 las fechas que corresponden á las posiciones relativas del sol, de la luna y de neptuno en que se apoya en la carta oficial publicada por el South Pacific Mail el 4 de septiembre. Resulta que entre los 73 terremotos destructores de los años de 1885 y de 1890, sólo dos cayeron en uno de los 27 días críticos calculados y que el intervalo entre un terremoto y un día crítico más cercano alcanza hasta 43 días, siendo el término medio comprendido entre 8 y 9 días para este intervalo. Este resultado numérico debe tenerse por muy convincente en contra de la teoría de Cooper en lo tocante á terremotos, aunque me encuentro en

la obligación de confesar que no tuve valor bastante para aplicar completamente dicha teoría, es decir, que prescindí de construir sobre un planisferio las circunferencias llamadas críticas. Se me ocurre que á él más que á mí incumbe este trabajo pesadísimo, y la conformidad entre la ubicación geográfica de dos terremotos y la teoría no disminuiría el peso de los 71 terremotos acaecidos en días no críticos.

Refiriéndome al pasado, no faltará de interés recordar que en 1879 el Capitán Delaunay basaba sus profecías sísmicas sobre un método casi idéntico con el del Capitán Cooper, con esta principal diferencia que lo aplicaba al planeta Saturno. Habiendo fracasado sus pronósticos por completo, no será extraño que fracasasen asimismo los del Capitán Cooper.

Durante tres ó cuatro años el Capitán de corbeta A. Bories; mientras era jefe de la oficina meteorológica de la Armada, se dió la pena de comparar para el mundo entero los fenómenos meteorológicos y sísmicos con los días críticos deducidos de la teoría de Cooper. Aplicaba el método y la construcción de las circunferencias críticas también, tal como lo explicó el señor Campbell en el tomo XXIII del anuario hidrográfico de la marina nacional y en otro folletó suelto más prolijo. Obtuvo resultados negativos por completo. Es de sentir que el Capitán Bories haya destruído sus apuntes, pues hubiera sido interesantísima su publicación.

En cuanto á los datos suministrados por el señor Campbell en la memoria antes citada, no son convincentes porque para los años de 1886 á 1890 inclusive, figura en el respectivo cuadro sólo un terremoto destructor que haya caído en un día crítico y sucedieron 149 terremotos en el mismo intervalo.

De todas estas consideraciones concordantes debe deducirse que la realización efectiva del anuncio del Capitán Middleton en 1906 no fué sino una coincidencia fortuita y que, científicamente hablando, queda muy poca probabilidad

que el Capitán Cooper pueda algún día demostrar la exactitud de su teoría, á lo menos respecto á terremotos.

¿Qué enseñanza práctica debemos sacar del episodio del 30 de septiembre? La de quedar muy tranquilos si más tarde alguien nos profetiza un terremoto de una manera más ó menos vaga é infundada.

XIV.—Sobre el papel de la estadística gráfica en Sismología

(Leído en sesión de la Sociedad Científica de Chile en 2 de octubre de 1912).

Las vivas polémicas que se han desarrollado últimamente, tanto en la prensa como en conversaciones al rededor del temido terremoto del 30 de septiembre, me han convencido de que muchas personas no se dan exactamente cuenta ni del estado actual de la Sismología ni de los trabajos estadísticos considerables que se han ejecutado para refutar las afirmaciones según las que los temblores se relacionan con fenómenos exteriores á la cáscara terrestre, sea atmosféricos, sea astronómicos. Por estos motivos creo que no será falto de interés decir algo sobre el papel de la estadística gráfica en sismología.

Varias personas piensan que la teoría llamada tectónica de los temblores no es sino una opinión. Se equivocan por completo. En efecto, para formularla ha bastado inscribir sobre los mapas del mundo entero ciento setenta mil centros de temblores y mediante este trabajo previo de mera paciencia se ha podido leer sobre los mapas las leyes tectónicas de los temblores y su independencia con los fenómenos volcánicos. Ahora, todos los sismólogos del mundo aceptan la teoría de que se trata y es justicia. Por esto protesto cuando se emplean los vocablos: *la opinión tectónica*. La estadística gráfica considerable, antes aludida, prueba que no se trata de una opinión, pero sí de un resultado numérico.

En cuanto á las relaciones entre los temblores y otros fenómenos extraterrestres, el papel de la estadística gráfica no ha sido menos importante y, basándonos sobre ella, los sismólogos podemos afirmar que no existen. Una casualidad me da la oportunidad de presentarles algunos resultados todavía inéditos al respecto.

El año pasado el afamadísimo sismólogo Jonh Milne publicó un catálogo de todos los terremotos destructores de que tuvo conocimiento desde los tiempos más remotos. Son cuatro mil ciento treinta y seis. Pues bien, para saber si yo no me engaño á mí mismo y también con el objeto de oponer el argumento de los números á los partidarios de las relaciones antes aludidas, aunque haya levantado otras muchas estadísticas cuyo resultado ha sido siempre negativo, no dejé escapar la ocasión que me suministraba el catálogo de Milne y á principios del presente año me puse á la obra.

Pero antes de darles á ustedes algunas indicaciones sobre los gráficos aquí expuestos, es preciso les recuerde el principio que permite interpretarlos acertadamente.

Dos casos y sólo dos casos se presentan en un gráfico obtenido por medio de la comparación numérica entre dos fenómenos naturales, cuya dependencia ó independencia se ignoran hasta la fecha: Cuando no existe relación alguna entre dos fenómenos, las irregularidades de los gráficos parciales tienden á atenuarse á medida que crecen los totales respectivos y al mismo tiempo la diferencia entre los máximos y los mínimos tiende á decrecer si se la mide por medio de su proporción por ciento respecto á los mismos totales. Se dice que esta proporción es asintótica hacia cero. Cuando, al contrario, existe una relación mutua entre ambos fenómenos, las curvas tienden hacia una forma regular que representa la ley buscada y las proporciones por ciento antes mencionadas en lugar de tender hacia cero, tienden hacia un valor determinado y diferente de cero. Ambos criterios son la interpretación práctica de lo que se llama la ley de los números grandes en el cálculo de probabilidades, pero su

aplicación correcta necesita forzosamente se disponga de un número considerable de hechos para someterlos á la estadística.

Los gráficos aquí expuestos se refieren al catálogo de los terremotos destructores de Milne y se aplican á los meses del año, á las fases de la luna y á las manchas solares. Se conforman al primer criterio, es decir, al que permite negar la existencia de la relación sísmica de estas tres clases. Falta todavía al gráfico correspondiente á los períodos climatéricos de Brückner, el que resultará también negativo, pues los cálculos numéricos están ya hechos.

Me permitiré llamar la atención de ustedes sobre el gráfico de las manchas solares. Se lee claramente en ellos que la marcha del uno de los dos fenómenos es independiente de la del otro, que se trata de los terremotos destructores ó de las extensas series de temblores de Arequipa, de las Filipinas y de la isla Jacinto. Así cuando el astrónomo Abate Moreux, del observatorio de Bourgues, afirma redonda y sencillamente la independencia entre los temblores y las manchas del sol sin dar pruebas numéricas, y cuando el astrónomo Gil, del observatorio de Córdoba (Argentina), basándose sobre tres ó cuatro casos de coincidencia, expresa la misma hipótesis, creo tener el derecho justificado de sonreír á lo menos discreta y cortésmente. Para discutir con ellos espero sus estadísticas. Ojalá las establezcan y lo mismo mis honorables oponentes respecto á otros fenómenos extraterrestres.

Terminaré con expresar mi verdadero deseo que más tarde me sea dable combatir por medio de argumentos numéricos las teorías sísmicas basadas sobre las conjunciones astrales, aunque lo tenga por superfluo. Pero no se les escapará el tiempo considerable de que se necesita.

Excusándome de haber sido demasiado prolijo, creo que es esta la mejor contestación que podía hacer á las personas que han afirmado en la prensa la ignorancia actual de la Sismología respecto á los temblores de tierra. Tal vez pensarán que se sabe algo.

XIII. Un terremoto experimental en el siglo VI de nuestra era

Está bien conocido el empeño con que los Japoneses han instituído experiencias prácticas en sismología, empleando, por ejemplo, un aparato especial, la mesa de choque, á la que se imprimen movimientos rápidos y bruscos para estudiar los efectos de los temblores sobre los diversos materiales de construcción y de estos seismos artificiales han sacado deducciones importantísimas respecto al arte de construir en los países inestables. Semejantes experiencias no son exclusivamente propias de nuestros tiempos y en el siglo VI de la era cristiana, por los años de 550 á 560, durante el reinado de celebérrimo Emperador Justiniano, un bizantino ejecutó algunas, cuya relación no carece de interés científico. Se encuentra su descripción en las obras de Agathias el Scolástico, contemporáneo de este príncipe y su cronista (*Ag. Sc. de Imperio et Rebus gestis Justiniani Imperatoris libri quinque. Venetiis MDCCXXIX. V. 104—106.*

Reinaban entonces la teorías sísmicas de Aristóteles y otros filósofos de la antigüedad clásica, según las que originan los temblores de tierra vientos desencadenados en las cavidades subterráneas, ó ciertas tempestades y explosiones no ménos hipotéticas. Atravesaron sin flaquear estas opiniones toda la Edad Media y alcanzaron hasta nuestros días, á la verdad, en una forma algo transformada, la de las teorías volcánicosísmicas, cuyos partidarios todavía no han desarraigado todos á pesar de las observaciones que demuestran la independencia efectiva y mutua de los fenómenos volcánicos y sísmicos.

Sea lo que fuere de este último punto de vista, Agathias nos cuenta como un cierto Antemio, con el objeto de molestar á un vecino suyo, Zenón, produjo un temblor artificial y nuestro historiador saca de su relación reflexiones muy cuerdas llenas de buen sentido, cuando deduce de ella que

no forzosamente se conforma la Naturaleza á estos procedimientos experimentales. Al hablar así Agathias, se nos ocurre que expresaba tácitamente cómo el método del experimentador, a pesar de ser de acuerdo con las teorías antes aludidas, y que profesaba él mismo según se desprende de otros pasajes de su obra, no dejaba de ser diferente de los procedimientos naturales.

Por otra parte, hace algunos treinta años atrás, el coronel francés de Rochas d'Aiglun, ha exhumado de manuscritos entonces inéditos varios textos, en mayoría griegos, de que se deduce claramente que, sin duda alguna, los antiguos conocían la máquina de vapor, aunque la hayan construído toscamente y sin sacar de ella la menor aplicación práctica. Acaba de salir á luz una segunda edición de esta obra importantísima (*La science des philosophes et l'art des thaumaturges dans l'antiquité*). Así como vamos á verlo, las experiencias sismológicas relatadas por Agathias eran basadas sobre una verdadera máquina de vapor, con lo que no deja de aumentarse el interés del texto, cuya traducción, á la verdad no literal pero sí fiel, va á continuación.

«Vivía entonces un cierto bizantino, llamado Zenón, inmatriculado en el gremio de los Rectores, hombre exclarecido y muy familiar del Emperador (Justiniano). Moraba cerca de Antemio, así que se los veía muy á menudo reunidos en el domicilio del uno y del otro, como si tuviesen una sola y misma propiedad. Pero, andando el tiempo, tuvieron entre sí alguna contienda y se aborrecieron desde luego, sea á causa de ciertas miradas indiscretas, lo que no había sucedido antes, sea porque un edificio recién elevado hasta demasiada altura obstruía la luz del sol al otro, sea, en fin, por cualquier motivo, así que suele suceder entre vecinos. Ignorante como era Antemio del arte de la elocuencia, vió que no podía luchar con armas iguales contra su adversario, y pensó luego en molestar á Zenón de otra manera. La casa de éste era muy alta, extensa y ricamente adornada; solía mantenerse en ella y festejar con banquetes á sus mejores ami-

gos. Los departamentos bajos colindaban con la casa de Antemio en forma tal que una misma techumbre recubría los altos de aquella y los bajos de esta. Antemio instaló, pués, en la suya grandes calderas llenas de agua y las tapó herméticamente en su parte superior por medio de piezas de cuero que se prolongaban en forma de cañones, cuyo diámetro disminuían en la debida proporción hasta transformarse en tubos estrechos. Fijó las extremidades de éstos á las vigas y otras piezas de la enmaderación de su casa, llevándolas así hasta la techumbre, á la que los ató con cuidado. De esta manera un gas ó cualquier vapor, que tiende á subir naturalmente, estaría empujado hacia arriba hasta alcanzar á la techumbre sin que fuera posible de escaparse ó de esparcirse por fuera. Así dispuestas las cosas en oculto, Antemio encendió un fuego vivo debajo de las calderas y atizó las llamas. Luego que se calentó el agua ó hirvió á borbotones, el vapor producido se elevó rápida y violentamente hasta la techumbre que hizo temblar y estremecerse, sin que nadie pudiera sospechar la causa del fenómeno. Los huéspedes que tenía entonces Zenón, sobrecogidos de espanto y de terror, se lanzaron á fuera, implorando al cielo y dando grandes voces ante la inminencia del peligro (sísmico) de que se creían amenazados. Luego aparece Antemio en el palacio consolándolos con palabras amistosas y cariñosas, los interrogaba sobre si el terremoto les había ocasionado algun daño. Pero no pudo insistir mucho, porque habrían adivinado pronto su ardid. Así Antemio había reproducido artificialmente los argumentos de los que explican los temblores de tierra por medio de exhalaciones ó de explosiones (subterráneas) y había desplegado toda su maña para imitar á la Naturaleza. Pero si estas experiencias me parecen ingeniosas é inventadas con destreza, no por esto suministran pruebas evidentes de que así pasan las cosas en realidad. . . . Aunque no deban tenerse estas experiencias como despreciables é inútiles, no podemos prescindir de investigar las causas de los azotes de la tierra, si, por acaso, nos conviene hacerlo. Ante

mio no armó está sola maquinación contra Zenón, pero sí les soltó también relámpagos y truenos (artificiales)... (Estas últimas experiencias son por demasiado pueriles para que valga la pena de traducir el texto de Agathias al respecto)... Las cosas llegaron á tal punto que, lleno de amargura, Zenón se dió cuenta de dónde le venían estos fenómenos raros y fué á echarse á los pies del Emperador. Haciendo alarde de todas las gracias y de la elegancia de su palabra, tachó á su vecino de ruin y de desalmado. Aludiendo á los poetas, expuso irónicamente ante el Senado que no le era dable luchar con Júpiter tronador y dispensador de los rayos, ni tampoco contra Neptuno fautor de los terremotos. Estas aplicaciones del arte son tan loables como entretenidas, pero no es forzoso que la Naturaleza las imite ó las reproduzca. Cualquier opinión que tenga uno al respecto, me es preciso seguir con el hilo de mi discurso....»

XV.—Resistencia comparada de los adobes y de los ladrillos contra los terremotos

Se clasifican los temblores destructores en semiterremotos, terremotos y desastres, pero no hay necesidad de dar más detalles respecto á vocablos que se entienden por sí mismos. Aceptada esta escala convencional, no hay duda de que el temblor del 16 de agosto no pasó de un terremoto, y no un desastre sísmico como lo piensan varias personas. A consecuencia de esta opinión inexacta, es fácil explicarse cómo reinan en Chile algunas creencias inexactas también relativamente á los efectos de los temblores sobre los edificios, que se trate de los materiales ó de los métodos constructivos que deberían emplearse para evitar el peligro sísmico. Entre estos errores, uno muy corriente que no dejará de ser peligroso para el futuro, consiste en atribuir á las paredes de adobes una resistencia mayor que la de las paredes y ladrillos. Será, pues, interesante la investigación de

las causas que han originado esta opinión, cuya inexactitud va á demostrarse científicamente.

Leyendo con la debida atención las numerosas y prolijas descripciones que los sismólogos italianos han dedicado a los grandes terremotos de Calabria y de Sicilia, desde Vivenzio y Sarconi después del desastre de 1783 y hasta Baratta y otros después de los de 1894, 1905, 1907 y 1908, se deduce que todos han condenado de la manera más enérgica los ladrillos crudos y secados al sol, es decir, los adobes como material de construcción en los países expuestos á los terremotos.

No se ha dicho ni publicado nunca en las Repúblicas de la América Central que los adobes resisten á los movimientos sísmicos y, sin embargo, este material se emplea más comúnmente aún en estos países que en Chile, aunque sus ciudades hayan sufrido tanto como las de este último país por los terremotos.

La poca asismicidad efectiva de los adobes ha sido expresada ya varias veces por sismólogos autorizados; así, por ejemplo, Omori en sus memorias relativas á los terremotos de la isla de Formosa en 1906 y 1907, como también por Choffat y Bensaude en su informe sobre el terremoto de 1910 en las riberas del río Tejo.

En fin, un notable historiador bizantino, Agathias el Escolástico, dice respecto de las ruinas de la capital de la isla de Co, destruída por un terremoto en el año 554 de nuestra era: «Pocas casas quedaron en pie y las edificadas de cal y canto ó de cualquier otro material sólido o duradero, no resistieron mejor que las construídas á la rústica por medio de ladrillos crudos» (es decir de adobes). Prueba este curioso y antiguo texto que hasta los observadores del siglo VI no creían en la asismicidad de los adobes.

¿De dónde, pues, puede provenir una semejante discrepancia de pareceres entre varios chilenos y un sinnúmero de sismólogos y de observadores? Es fácil contestar á la pregunta.

No es un secreto para nadie que los ladrillos empleados en

Chile no presentan siempre la debida calidad. Basta para convencerse de esto hojear en el archivo de la Dirección de Obras Públicas los numerosos informes oficiales de los arquitectos y de los ingenieros que han avaluado los daños causados por el terremoto de agosto en los edificios fiscales del centro de Chile. Un sinnúmero de veces estos documentos señalan como causa principal de los deterioros la mala calidad de los ladrillos.

Respecto á esta misma causa de daños, el Profesor Koning llamó también la atención del Ministro de Obras Públicas en el informe que le dirigió el 3 de septiembre de 1906: «Sobre las causas de la destrucción de los edificios públicos por el terremoto de 16 de agosto». Merced á esta circunstancia en varios edificios derrumbados en Valparaíso, sea por el terremoto, sea por los dinamitazos que se emplearon para cortar el camino al incendio del Almendral, las murallas caídas se redujeron á montones de escombros sueltos; se habían desagregado ellas por completo sólo á consecuencia de la mala calidad de los ladrillos y de la mezcla.

Por este motivo ha sucedido varias veces que edificios de adobes han resistido mejor que otros construídos de ladrillos y esto con tanta mayor razón que las murallas de adobes son siempre más espesas, y, por consiguiente, mejor asentadas que las de ladrillos, sin tener en cuenta que aquéllas son generalmente menos altas que estas últimas.

Así, en resumen, se ha observado efectivamente en el terremoto de agosto que murallas bien hechas de adobes (y lo son casi siempre) han resistido mejor que otras levantadas con ladrillos mediocres ó malos. Pero se ha interpretado mal el hecho.

Aunque las consideraciones antes bosquejadas estén exactas, falta todavía una estadística numérica, pero no se puede sacarla de los documentos del terremoto de agosto, ni de cualquier otro. Para resolver definitivamente el problema es preciso conocer para una ciudad damnificada cuál ha sido la proporción relativa de los edificios derrumbados según eran

construídos de buenos ladrillos ó de adobes, y, además, con tal que los edificios comparados hayan tenido el mismo número de pisos y que hayan sido levantados en condiciones iguales respecto a la resistencia del subsuelo respectivo.

Acaba de descubrirse un documento inédito conforme á todos estos requisitos juntos y que permite establecer una estadística numérica sobre el problema.

Después del terremoto de 20 de febrero de 1835, el intendente de la provincia de Concepción encargó á tres personas instruídas, los Sres. Don Ambrosio Lozier, Don Simón Rodríguez y Don Juan José Arteaga, investigasen el fenómeno sísmico, llamando el alto funcionario la atención de los comisionados sobre dos puntos principales: valuación de los gastos que importaría el escombrar las calles de Concepción y escogimiento de las localidades más seguras de las cercanías en que convendría reconstruir la ciudad.

El informe evacuado por la comisión está conservado en la Biblioteca Nacional y pertenecía al distinguido Director finado Don Luis Montt.

Los informantes principiaron por describir los estragos producidos por el terremoto y, según dicen, los edificios de Concepción eran entonces todos de un solo piso. Respecto al subsuelo, es bien sabido que esta ciudad está construida únicamente en un terreno llano y arenoso, bastante húmedo por falta de declive suficiente para un fácil escurrimiento de las aguas. Por otra parte, los ladrillos eran buenos, pues las murallas que se derrumbaron, cayeron en grandes trozos. Por consiguiente, no pueden imaginarse condiciones mejores para comparar cuerdamente la resistencia relativa de los adobes y de los buenos ladrillos.

El terremoto de 1835 ha sido mucho más violento que el de agosto, pues se lee en el documento de que se trata: «No quedó un solo edificio ileso; el mayor número de techos se hundió y ayudó á volcar las paredes; quedaron muchas de ellas en pie, pero hendidas, partidas ó fuera de la vertical y

en los que conservaron esta posición, padeció mucho el asiento de los materiales.

Teniendo los comisionados el encargo de avaluar los gastos necesarios para escombrar las calles, midieron cuidadosa y detalladamente los volúmenes de las paredes de frente y alcanzaron á un total de 105,000 varas cúbicas. Cubicaron por separado las paredes según se trataba de ladrillos o de adobes, de modo que puede sacarse de su trabajo el resultado comparativo siguiente:

Paredes arruinadas, pero en pie: de ladrillos, 67%; de adobes, 29%.

Paredes caídas, de ladrillos: 33%, de adobes, 71%.

Estas proporciones son inversas para los ladrillos buenos y los adobes, lo que resuelve el problema en un sentido terminantemente opuesto á una opinión bastante común y, apoyándose sobre esta estadística numérica, puede afirmarse que los edificios de ladrillos buenos resisten dos veces mejor que los de adobes. Dada la importancia de esta deducción, desde luego incontrastable respecto á las construcciones asísmicas, los nombres de los comisionados de 1835 no deberán olvidarse ni en Chile, ni en los países inestables en que se empleen los adobes.

XVI.—Volcanes y terremotos

Predomina todavía en el público la opinión de que los fenómenos volcánicos y sísmicos presentan entre sí una dependencia estrechísima y en varios países, aún faltos de volcanes activos, cuando sucede un gran terremoto, se lo atribuye á las fuerzas volcánicas. Las observaciones más modernas han demostrado de la manera más clara que tal relación no existe y es éste el tema que va á reseñarse á la ligera.

En el transcurso del siglo último pasado, la exploración geográfica del orbe ha llegado á ser bastante completa para que se haya podido obtener un conocimiento cabal y comple-

to de la repartición geográfica de las montañas ignivomas, y luego se notó que sea á los mismos pies de ellas, sea no muy lejos, se encontraban las regiones más célebres por sus *catástrofes sísmicas*, como la Calabria, que sólo el estrecho de Mesina separa del Etna. Era, pues, bien racional deducir de esto que ambos fenómenos son conexos, y esto con tanta mayor razón que hasta en obras científicas de cierto valor se leen argumentos como el que pone en relación el terremoto de la Campania del año de 63 con la erupción del Vesubio del año de 79 de que fue víctima el gran naturalista Plinio. Pero, así como vamos á verlo, se trata aquí sólo de una primera y muy grosera aproximación que no concuerda con las observaciones recientes y más precisas.

En los últimos veinte años los sismólogos han podido determinar con exactitud las regiones del mundo más expuestas á los terremotos, las en que tiembla poco y, en fin, las en que no tiembla nunca. En otras palabras, se conoce con mucha precisión ahora la geografía sísmica. Si en sus rasgos generales, sobre todo si se trazan en un mapamundi de pequeña escala dichas regiones, las más inestables se reparten groseramente como los volcanes activos; pero en el pormenor se observan muchas discrepancias entre la repartición geográfica de ambos fenómenos: hay regiones sísmicas faltas de volcanes activos, por ejemplo, la California, la Dalmatia, la Cuenca central del Mississipi, los alrededores del lago Baikal, etc.; hay regiones muy estables al pie mismo de volcanes activos, el Pe-schan en Mongolia, el Cameroun, la isla de la Reunión; en fin, hay regiones inestables cerca de grandes volcanes, Catania y Mesina cerca del Etna, San José de Costa Rica, al pie del Irazu, etc. En otras palabras, se observan todas las combinaciones posibles.

No dejará también de llamar la atención en Chile el hecho bien conocido en este país que la inestabilidad sísmica se observa principalmente al norte del Biobío, mientras que la mayor parte de sus volcanes activos se encuentran al sur del mismo río.

Las dos explosiones volcánicas más espantosas de los últimos años, la del Krakatoa en 1883 y la de la Montagne Pelée en 1902, no se acompañaron del más pequeño temblor; sin embargo, aquél hizo volar en el aire la isla del mismo nombre y éste borró del mapa Saint-Pierre con sus 30,000 habitantes, con excepción de un solo pobre negro encerrado en un calabozo.

Sin duda alguna, sería ridículo pretender que no hay temblores de origen volcánico, pero presentan caracteres muy particulares, con que difieren esencialmente de los temblores ordinarios ó sea de origen tectónico. Vamos á mencionar dos casos muy típicos al respecto.

No muy lejos de San Salvador, América del Centro (sólo á 10 km.), existe un lago hermosísimo y muy pintoresco, llamado la laguna de Ilopango. En las últimas semanas de 1879 y hasta fines de febrero de 1880, se oyeron en sus alrededores numerosísimas explosiones y se sintieron frecuentes sacudidas, entre las cuales una sola, la del 31 de diciembre, originó daños de consideración en un pueblo ubicado á las orillas mismas del lago. Sin embargo, ni ésta ni las demás se notaron en la capital. Al contrario, otra sacudida, cuyo foco se encontraba en los mismos parajes, se produjo el 20 de febrero, y estremeció todo el Salvador, haciéndose sentir hasta en Honduras. No produjo ningún daño. Las detonaciones y las sacudidas antes mencionadas eran de origen volcánico, pues todo este aparato aterrador se resolvió por la aparición de un volcán nuevo en el centro del lago Ilopango.

Lo de la isla de Ischia es todavía más interesante. Está casi exclusivamente constituida por las deyecciones del volcán Epomós, cuya última erupción tuvo lugar el año de 1302. El 20 de julio de 1880 y el 28 de julio de 1883, la isla fué asolada por terremotos destructores, pero es probable que el primero no se sintió en la isla vecina de Ventotene, situada á 35 kilómetros de la de Ischia y es cierto que el segundo no alcanzó á hacerse sentir en Nápoles, es decir, á una distan-

cia de unos 30 kilómetros, mientras que el terremoto de agosto, mucho menos destructor en Valparaíso que aquéllos dentro de su reducidísima área damnificada, se extendió hasta Tacna y Buenos Aires. Ninguna sacudida consecutiva siguió á los terremotos de Ischia y se conoce la suma frecuencia á la que alcanzan las réplicas de los terremotos ordinarios durante meses y hasta años.

Así, los terremotos de origen volcánico se distinguen netamente de los terremotos tectónicos por lo reducido de su extensión y la falta de sacudidas consecutivas.

A esto no se restringen las diferencias entre los fenómenos volcánicos y sísmicos.

Desde los tiempos más remotos de los anales históricos el hombre ha visto nacer volcanes en regiones donde no los había antes: el Jorullo, el Izalco, el Ilopango, etc. Otros se han apagado, al parecer para siempre, el Hauaran, los de la Alvernia que el hombre prehistórico ha visto humear. . . . Al contrario, los terremotos no han cesado nunca de asolar las mismas regiones y no se ha visto nunca estallar un terremoto en regiones donde no los había habido anteriormente. En otras palabras, respecto á la mezquina escala de tiempo de que disponemos, los volcanes son efímeros, mientras que las regiones sísmicas son permanentes.

Estos argumentos, aunque bosquejados sucintamente, bastan, según opinamos con la mayoría de los geólogos modernos, para que se tenga los terremotos por absolutamente independientes de los fenómenos volcánicos, pero transcurrirá mucho tiempo antes de que se acepten estos resultados de la observación en las obras de vulgarización científica, sobre las que el público funda sus creencias.

Sin embargo, puede ser que exista entre ambos fenómenos una cierta relación, á lo menos indirecta, pero sería muy diferente de la que se cree generalmente. Los sismólogos modernos nos han demostrado por la observación que los terremotos los originan los esfuerzos tectónicos que en tiempos geológicos, más ó menos remotos, han excavado los

océanos y levantado las montañas, es decir, esculpido el relieve terrestre. Así se ha reducido la solución del problema sísmico á la de la orogénesis. Pensamos que tal vez lo mismo pasará para los volcanes y que vendrá pronto un tiempo en que se comprobará por la observación de la naturaleza esta nuestra hipótesis. Entonces, los fenómenos sísmicos y volcánicos resultarían de una misma causa más general, y es ésta una dependencia bien vaga.

(Continuará)

