

## LOS TEMBLORES CHILENOS

Por el

Dr. Juan BRUGGEN.

Prof. de Geología y Mineralogía en la Escuela de Ingeniería.

La terrible catástrofe que ha arruinado a la zona austral del centro de Chile en Enero 24 de 1939, es sólo un eslabón en el desarrollo de la larga faja de terreno comprendida entre la costa del Pacífico y las extensas pampas argentinas.

Las dos cordilleras, la de la Costa y la de los Andes, habían sufrido su primer plegamiento en el cretáceo medio y en los millones de años transcurridos desde entonces, se habían destruído de tal manera que a fines del terciario constituyeron sólo un lomaje suave, que subía lentamente desde el mar hacia el este.

Desde el fin del terciario y el principio del cuaternario, las fajas de las dos cordilleras principiaron a subir a sus alturas actuales y entre ellas se hundió el valle longitudinal. El solevantamiento se produjo en innumerables etapas acompañadas de fuertes sacudimientos de la costra terrestre que se nos presentan como temblores o terremotos. Y la frecuencia de estos temblores nos indica que la formación de nuestras cordilleras todavía no ha terminado.

El hecho que ha habido fuertes solevantamientos de la costa de Chile queda comprobado por las terrazas marinas, que encierran numerosas conchas del mar. Tales terrazas suben en el Morro de Mejillones hasta 585 m. El Morro mismo constituyó una isla en el mar, habitada por millones de aves, cuyo guano se acumuló en la costa de esta isla, constituyendo los ricos depósitos que se explotan hasta hoy día.

También más al sur, en las mesetas entre Maitencillo y Quintero y en innumerables puntos de la costa observamos tales solevantamientos. Pero, desde que el mar cubría estas terrazas de solevantamiento han pasado cientos de miles de años.

Solevantamientos de la costa recientes se conocen en muchos países. En el terremoto de Alaska del año 1899, algunas partes de la costa se han solevantado hasta 16 m. En el terremoto de San Francisco, se produjo una grieta (falla), en la cual un lado se movió entre 2 y 4,5 m. en dirección horizontal con respecto al otro lado de la grieta, hundiéndose al mismo tiempo el lado oriental en 1 m.

En Chile no se han descubierto hasta ahora grietas, en las cuales se hayan producido tales movimientos en épocas

históricas, con excepción de grietas en que se han movido capas sueltas de la superficie. Pero sollevamientos importantes se han observado en varios terremotos. El sollevamiento de la costa en el terremoto de Concepción del año 1835 ha constituido hasta hoy día un problema muy discutido, porque muchas personas científicas negaron las posibilidades de sollevamientos. Sin embargo, la primera descripción dada por *Fitzroy*, el capitán del *Beagle*, en el cual viajaba *Darwin*, es tan clara, que no se comprende cómo podía ser negada. Observó el sollevamiento más fuerte (de unos 3 m.) en la isla Santa María, describiéndolo con las palabras siguientes: "Grandes masas de locos y choros pegados todavía a las rocas, se hallaban encima del nivel superior de la alta marea y algunos acres de una superficie rocosa, que antes siempre estaba cubierta por el mar, quedaron en seco y despedían un olor desagradable proveniente de los numerosos animales en descomposición".

También en el terremoto de Valparaíso del año 1906, se observaron sollevamientos de la costa desde Pichilemu hasta Matanzas y desde Valparaíso hasta Los Vilos. Característico para estos sollevamientos de la costa de Chile es que en las semanas y meses siguientes a la catástrofe, la altura del sollevamiento se reduce lentamente, quedando al final una diferencia insignificante de pocos centímetros. Esto se observó en la laguna de Cahuil, al sur de Pichilemu que, al principio, debido al sollevamiento, se vació por completo, pero después lentamente volvió el mar a rellenarla hasta la misma altura de antes.

Las fallas, que acompañan las faldas occidentales y orientales de la cordillera de la costa y de la cordillera de los Andes, en las cuales se producen los movimientos de los bloques de la costra terrestre, son las líneas "epicentrales" de los temblores, en las cuales el sacudimiento se efectúa con mayor intensidad. Pero fuera de estas grandes fallas principales existe un sinnúmero de otras secundarias y otras transversales, en las cuales los temblores se sienten también con gran fuerza. En general; en grandes terremotos, todas las fallas principales entran en movimiento activo, sea simultáneamente o en forma sucesiva, siendo la destrucción más fuerte en los pueblos situados directamente encima o en la vecindad inmediata de la falla.

Tal situación tienen preferentemente las ciudades de la costa, por lo cual sufren generalmente más que las del centro. El centro de Santiago, p. ej., se halla a una distancia de unos 10 kms. de la gran falla que pasa al pie del cerro de Ramón. Además, se halla en medio del valle longitudinal

con su fuerte relleno compacto de rodados que tiene un efecto de amortiguador de los sacudimientos. Por esto, con raras excepciones, Santiago nunca ha sufrido tanto como las ciudades de la costa. Valparaíso, en gran parte está construido encima de la falla misma de la costa. Además, la parte plana se halla encima de una capa de unos 5 a 20 m. de terreno de acarreo moderno, lleno de agua subterránea, lo que es la peor clase de subsuelo para terremotos. Por esto, en el terremoto del 16 de Agosto de 1906, la parte plana de Valparaíso sufrió una destrucción completa, mientras que las casas construidas en los cerros, cuyos cimientos se hallaban directamente encima de la roca sana, han sufrido relativamente poco.

La gran influencia del subsuelo en las construcciones pudo observarse en el terremoto de Talca del año 1928, en el Hospital de Constitución. El edificio era de bajos, de adobes con tabiques interiores y tenía una longitud de una cuadra. En un lado, el edificio se hallaba en el pie del cerro, y esta parte no había sufrido nada; ni las tejas del techo se habían corrido en esta parte que tenía 10-15 m. de longitud. Después seguía otra parte de la misma extensión, en que las tejas estaban enteramente revueltas y los últimos 70 m. del edificio estaban en el suelo, no quedando ningún muro en pie. En la parte destruida, los cimientos de la casa se hallaban en terreno de acarreo de la planicie, con agua subterránea a poca hondura.

Naturalmente influye mucho la clase de construcciones en los daños causados. Casas de adobes, de paredes rígidas son poco resistentes y se derrumban fácilmente en sacudimientos fuertes. Tabiques con buenas amarras de las vigas y pies derechos y alambradas que impiden la caída del relleno de adobe en los marcos, tienen buena resistencia. Construcciones de ladrillos puros bien ejecutados resisten bien a temblores no demasiado fuertes; su resistencia aumenta mucho por medio de cadenas y pilares de concreto armado. El concreto armado es, fuera de casas de madera y las de caña de Guayaquil, que se usa en el norte, en Copiapó, etc., la forma de construcción más resistente. Pero, si tomamos en cuenta que en grandes terremotos se producen grietas en la roca firme, en las cuales se verifican movimientos horizontales y verticales de varios metros, entonces comprendemos que hasta la mejor construcción puede fallar en un terremoto. Se observan también ejemplos de una resistencia sorprendente; así *W. H. Hobbs* publica una fotografía (tabla VII), tomada después del terremoto de California de 1906, en que se ve una casa de madera de unos 8 m. de altura, por debajo de la cual pasa una falla en que un lado del terreno se

hundió en unos 30 a 40 cm. fuera de un movimiento horizontal que no puede apreciarse pero que hizo separarse una parte de un cerco de 10 pies o sea 3 m. de su continuación. Sin embargo, la casa de madera no se había destruído, sino que se presenta solamente un poco inclinada. En la misma tabla se ve otra casa de madera, que se había deslizado horizontalmente en 4 pies o sea 1,20 m. encima de sus cimientos de piedra.

Acerca del origen de los temblores y terremotos la ciencia está hoy conforme que la mayor parte tienen origen tectónico, o sea que se deben a las fuerzas que causan las dislocaciones de la costra terrestre, dando origen a las serranías y grandes depresiones como fosas tectónicas. La mayor parte de los temblores y terremotos chilenos tienen este origen como vimos en la primera parte de este artículo.

Anteriormente se buscó el origen en fuerzas volcánicas. Tales temblores se conocen en la vecindad de volcanes activos; tienen su epicentro y zona de mayor sacudimiento en el cráter y se caracterizan porque la intensidad disminuye rápidamente con la distancia, de modo que a menudo de 30 a 50 km. del volcán ya no son sentidos.

Si los temblores chilenos tuvieran origen volcánico, deberían ser más fuertes en la región de la alta cordillera, donde se hallan los volcanes, pero no en la zona de la costa o en el valle longitudinal.

Muy poca importancia tienen los temblores causados por derrumbes de cavidades en el subsuelo. Se producen en regiones donde hay mayores masas de minerales solubles, como sal, yeso o calizas que se han disuelto por el agua subterránea, derrumbándose las cuevas así formadas. Se caracterizan por tener un punto como epicentro, donde puede haber un sacudimiento muy fuerte y por disminuir su intensidad en forma aun más rápida con la distancia que en los temblores volcánicos.

