

Elementos de sismología en la Región del Maule

Walter Bussenius Cortada
 Prof. Física y Ciencias Naturales
 Ms. en Ciencias Físicas
 Miembro C.P.H.S. 2010-2012
 Universidad de Talca

Elementos históricos

Al hablar de sismo o “seísmo” nos referimos a temblores y/o terremotos. Desde el punto de vista técnico ambos eventos corresponden a un mismo fenómeno (ver ref. 1); en Chile hacemos diferencia en relación con los efectos que generan: mientras el terremoto es destructivo, el temblor no lo es.

Al considerar la historia sísmica de nuestro país, desde 1552 hasta 2012, muestra la ocurrencia de un gran terremoto (magnitud mayor a 7,0 Richter) con períodos de recurrencia promedio muy cercanos a 7 años (ver ref. 2).

En el año 1992, alrededor de 20 años atrás, el destino puso en manos del autor un artículo del sismólogo chileno Sergio Barrientos en el que pronosticaba un gran terremoto en la zona entre Concepción y Pichilemu (ver ref. 3), de magnitud 8,4 Mw para el tiempo comprendido entre 1995 y 2015. Al tener presente lo antes dicho y conocer con detalle la historia sísmica de nuestra zona resulta evidente ese pronóstico. El terremoto se produjo en el lugar y tiempo esperados, mas la energía que liberó resultó ser cuatro veces superior a la que se predijo casi veinte años antes de que ocurriera.

En nuestra región existe registros de grandes terremotos desde 1570 hasta 2010, generalmente con tsunami asociado. El cuadro N° 1 resume esta información.

Diferencia	Año	Día	Mes		Magnitud
87 {	1570	8	Febrero	Tsunami mayor	Mayor a 7
94 {	1657	15	Marzo	Tsunami mayor	Alrededor de 8
84 {	1751	25	Mayo	Tsunami mayor	8,5
93 {	1835	20	Febrero	Tsunami	8,5
	1928	1	Diciembre	Tsunami	8,4
82 {	1939	24	Enero	Sin Tsunami	7,8
	2010	27	Febrero	Tsunami mayor	8,8

Cuadro N° 1

Escala de intensidades y magnitud

Para medir los seísmos se emplean básicamente dos escalas, una referida a **intensidad**, que indica el grado de percepción y/o destrucción causada (las consecuencias del terremoto); ésta es la conocida escala de Mercalli, que se divide en doce grados, desde no ser sentido (grado I) hasta la destrucción total (grado XII); se expresa en números romanos enteros (ver ref. 4).

La intensidad de un terremoto depende de cuán violento fue el mismo como también de nuestra distancia al lugar en que se produce, el foco; al estar muy lejos de donde se genera un sismo, por violento que sea, apenas se percibe y la intensidad es pequeña; al estar cerca se percibe más violento y la intensidad es mayor. Es decir la intensidad depende del lugar en donde nos encontremos respecto del “epicentro”.

La otra escala es de **magnitud** y se refiere a la energía liberada en el evento (se relaciona con las causas del terremoto), ésta se mide en forma instrumental y existen diversas maneras de hacerlo, de las cuales hay dos que son más usadas. Una es mediante la amplitud de la onda sísmica secundaria (Ms), la cual depende de la energía liberada en el evento y de la distancia entre el foco del sismo y la ubicación del instrumento de medición. La magnitud de un terremoto se expresa con números árabes y con un decimal; es propia del sismo mismo y no de dónde estamos situados al momento de producirse.

Para terremotos de gran magnitud resulta más preciso al medir con instrumentos más distantes, pues los instrumentos muy cercanos al evento se saturan y sus mediciones resultan menos confiables. Ejemplo de esto es el terremoto de 1960 en Valdivia, al cual se le asoció una magnitud 8,3 Ms (ver ref. 5).

La segunda forma de estimar la magnitud, es decir la energía liberada en el evento se expresa en unidades Mw y se logra mediante una relación entre la dureza de la roca, el desplazamiento de la falla y el área de ruptura. Cualquiera de estas dos formas de estimar la magnitud permite obtener valores similares, no obstante, cuando se aplicó este cálculo al terremoto de Valdivia arrojó una magnitud de 9,5 Mw, la gran discrepancia se debió a que la medición Ms estaba alterada por la saturación de los instrumentos de medición (esta segunda forma de medir la magnitud fue creada posteriormente al citado terremoto). Al medir la magnitud de un terremoto desde distintos lugares el valor siempre es el mismo, pues la energía liberada en el evento es una sola.

Resulta importante mencionar que, tanto la escala de intensidad como la de magnitud, no son lineales, sino que cada grado que se agrega aumenta muchas veces la fuerza del evento. En el caso de la magnitud, al aumentar en un grado, significa que la energía liberada aumenta en algo más de treinta veces; de manera que entre un sismo de magnitud 5,0 y uno de magnitud 7,0 la relación de las energías liberadas es alrededor de 1.000 veces.

Como se mencionó antes, la intensidad de un sismo (lo fuerte que se siente) depende de la energía liberada en él (magnitud) y de la distancia a la que ocurre respecto de nuestra ubicación, en este aspecto dicha distancia se relaciona con dos aspectos, la distancia horizontal y la vertical, es decir la profundidad la que ocurre, pues a medida que la onda sísmica sube desde el foco sísmico (hipocentro) hasta llegar a la superficie de la tierra (epicentro) su amplitud se atenúa, es decir parte de su energía se disipa en el recorrido (ver figura 1).

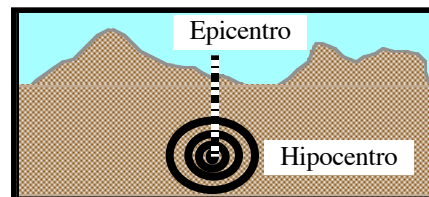


Figura N° 1

Esto queda muy claro cuando recordamos la gran destrucción generada por el terremoto del 12 de Enero de 2010 en Haití, de magnitud 7,3 Mw pero que ocurrió a una profundidad de escasos 12 km. Contrasta con lo anterior nuestro evento del 27 de Febrero del mismo año con magnitud 8,8 Mw con una liberación de energía 170 veces mayor pero cuyo hipocentro se encontraba a 47 km de profundidad, de manera que el daño no tubo el impacto proporcional a la energía pues en este caso las ondas sísmicas al llegar a la superficie habían disminuido de manera significativa su energía inicial.

El daño causado tiene relación con esto pero también con la calidad de las construcciones y, por su violenta historia sísmica, Chile posee una normativa de construcción con características de alta resistencia a sismos; lo que no ocurría en Haití. esto junto a la cultura sísmica que hemos desarrollado ha permitido mitigar víctimas en los grandes terremotos.

Tectónica de placas

En el año 1912 el meteorólogo alemán Alfred Wegener (1880 - 1930) comenzó a exponer sus pensamientos sobre deriva de continentes (ver ref. 6). Él concebía a la Tierra formada por placas flotando sobre algún material pastoso y deslizándose unas respecto de otras. Inicialmente habría habido una sola masa continental (llamada Pangea) que se habría fracturado en diversas partes, así al cabo de cientos de millones de años, un lento movimiento relativo de estas placas permite el alejamiento de dos partes en miles de kilómetros.

Particularmente notable son los contornos nor-este de América del Sur con el centro oeste de África; es como si se estuvieran separando lentamente, actualmente distan alrededor de 5.000 km pero hace unos 130 millones de años pudieron haber estado juntos y así tener un avance medio de entre 3 a 4 cm por año (ver fig. 2).



Figura N° 2

Los sistemas modernos de sonar han permitido establecer un mapa del fondo marino, en él se observan líneas que presentan cordilleras marinas, llamadas “dorsal oceánica”. Actualmente se tiene la clara convicción de que esas son líneas que separan las placas tectónicas, de hecho más del 90% de los terremotos se producen en la unión de dichas placas (ver ref. 7). También se aprecian “fosas abisales”, es decir zonas estrechas y largas con enormes profundidades y asociadas a las zonas de unión de dos placas tectónicas; parece muy natural entender esto como una subducción, es decir, que una placa tectónica se va metiendo debajo de la otra; tal sería el caso de la costa de Chile, con profundidad en torno a 8.000 m en un océano cuya profundidad media es 4.000 m (ver figura 3); por esta razón en nuestras playas, a pocos metros de la orilla se tiene grandes profundidades (ver ref. 7).

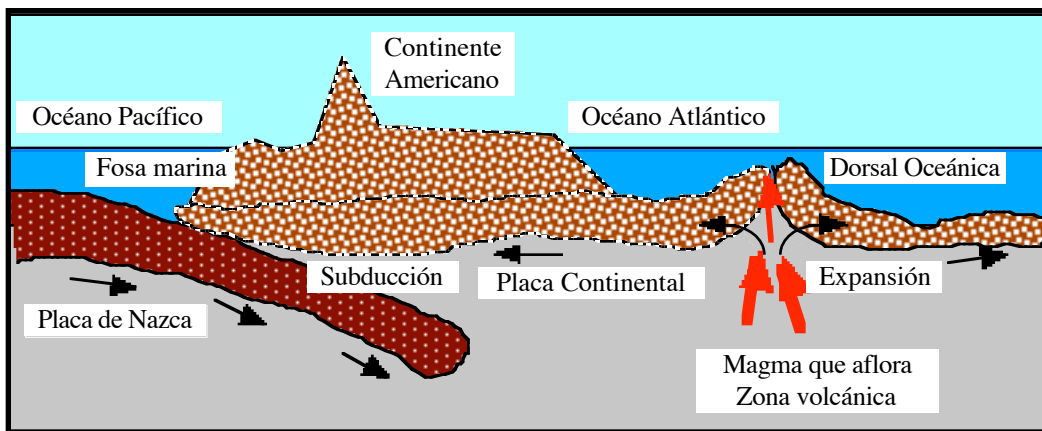


Figura N° 3

Predecir y pronosticar

En especial durante la última mitad del siglo XX y lo que va del presente siglo se ha investigado mucho en sismología, y se ha logrado una comprensión mucho mayor de los fenómenos geológicos presentes en este planeta y en particular en nuestro país.

No obstante lo anterior, pese a los enormes adelantos en conocimientos e instrumentos aún en la actualidad no es posible saber dónde y cuándo habrá un terremoto, es decir no es posible predecir sismos. Sin embargo, la información histórica existente más la instrumental permite pronosticar grandes sismos en zonas en las cuales se presentan repeticiones periódicas de estos fenómenos naturales. Tal parece ser el caso de nuestra región y posiblemente de otras regiones de nuestro país, aunque si la historia sísmica es menos sistemática o se dispone de escasa información al respecto, el pronosticar un gran evento sísmico se complica y el grado de certeza de tal fenómeno disminuye de manera significativa.

Si observamos los años asociados a cada uno de los grandes terremotos de nuestra región que han sido seguidos de tsunami (Cuadro N° 1), podemos apreciar que se suceden con una periodicidad promedio de 88 años y con un rango de variabilidad algo inferior a 10 años. Con esta información el pronóstico hecho por Sergio Barrientos al inicio de la década de los noventa, sobre la ocurrencia de un gran sismo en nuestra región, el que finalmente ocurrió en febrero de 2010 se aprecia más como un razonamiento estadístico lógico que como una predicción basada en elementos mágicos. Es más, siguiendo el mismo razonamiento, posiblemente sea esperable que entre los años 2090 y 2110 se produzca otro sismo de similares características a los anteriores.

El terremoto de Chillán, en Enero de 1939 no generó Tsunami debido a que se debió a causas diferentes que los restantes, por lo mismo tampoco obedece a la periodicidad de alrededor de 88 años.

Es importante destacar que la periodicidad de fenómenos geológicos, como la deriva de los continentes, cuya escala de tiempo es de millones de años, en escasos 700 años posiblemente no sufra grandes alteraciones.

Referencias

- 1.- Pequeño Larousse Ilustrado. 1993.
- 2.- http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Terremotos_en_Chile
- 3.- Large Events, Seismic gaps, and Stress Difusión in Central Chile (1990). Sergio E. Barrientos. Geophys J Int. 111:117
- 4.- http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Mercali
- 5.- Sauter F., Franz. Introducción a la sismología. Edit. Tecnológica de Costa Rica. 1989.
- 6.- http://es.wikipedia.org/wiki/Alfred_Wegener
- 7.- Dominguez, Antonio. Cordilleras, terremotos y volcanes. Salvat Editores S.A. Barcelona 1973.