

SISMOS Y TERREMOTOS

CUANDO SE NOS MUEVE EL PISO

Los sismos y terremotos son procesos geológicos difíciles de predecir que modelan la superficie de la Tierra. Por lo tanto, lo único que nos ayuda a afrontarlos es aprender cada vez más sobre ellos.



Foto de portada: Fuente: Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES: http://contenidos.inpres.gov.ar/alumnos/fotos_terr)

Las cosas por su nombre: hipocentro, epicentro, falla y ondas sísmicas

Un sismo comienza en un punto llamado *hipocentro* o foco, situado en la superficie de ruptura de la falla (localizada por una latitud, longitud y profundidad), y se proyecta en la superficie terrestre en el *epicentro* (latitud y longitud).

El movimiento que percibimos cuando ocurre un sismo, se debe a que hay energía acumulada en ciertos puntos de debilidad, generalmente en la litósfera terrestre, que supera la resistencia de la roca y hace que la misma rompa súbitamente. Parte de esta energía liberada en el *hipocentro* se propaga como *ondas sísmicas* (Figura 1) y otra parte se disipa en forma de calor.

La propagación de dichas ondas es comparable a cuando lanzamos una roca a una laguna tranquila y el impacto genera un movimiento ondulatorio en el agua. Un dato interesante es que la energía liberada, por ejemplo, por un sismo de magnitud 5.5 en la escala de Richter, es similar a la de una bomba atómica, es decir 1020 ergs.

Una Tierra que se mueve... Un Planeta Vivo

Así es, nuestro planeta está vivo y en constante movimiento, pero solo en ciertos lugares ocurren sismos, lo cual es explicado por la Teoría de la Tectónica de Placas. Las *placas tectónicas* se mueven arrastradas por el material de la astenósfera (no rígido) con velocidades del orden de cm/año. (Ver Cicterránea N° 1: ¿Se mueven los continentes?). La mayor cantidad de temblores, y generalmente los de mayor magnitud, ocurren en zonas de fallamiento asociadas a los contactos entre diferentes placas tectónicas. Las fallas provocan desplazamientos de un bloque se con respecto a otro.

También hay sismos asociados a la actividad hidrotermal o magmática en zonas volcánicas, los cuales se producen por ruptura de la roca debido a la movilidad y ascenso de diferentes fluidos. Otros sismos ocurren en corteza

oceánica, debajo de la capa de agua, y generan los tan temidos Tsunamis (o maremotos) que, debido al movimiento del suelo oceánico, desplazan masas de agua que pueden formar grandes olas y alcanzar las costas cercanas.

Sin embargo, la mayoría están asociados con fallas pre-existentes, que se formaron en el pasado, a lo largo de zonas de fragilidad de la corteza terrestre. Algunas de ellas son muy grandes y pueden generar terremotos, como la muy conocida falla de San Andrés en Estados Unidos, que tiene una longitud de aproximadamente 1300 km y ha generado terremotos de gran magnitud (8.0). Otras en cambio son pequeñas y producen sismos de poca magnitud, que en su mayoría pasan desapercibidos. En Argentina, las provincias de San Juan y Mendoza se encuentran ubicadas en la región de mayor sismicidad del país (Figura 2). San Juan fue afectada en enero de 1944 por un terremoto destructivo (magnitud 7.4) que causó más de 10.000 muertes y cuantiosas pérdidas económicas. El mismo estuvo asociado a una falla en la localidad de La Laja, 36 km al norte de la ciudad de San Juan. Aunque el terremoto de mayor magnitud en la historia argentina (8 en la escala de Richter) se produjo el 27 de octubre de 1894, con epicentro en el noroeste de San Juan.

Figura 1. Descripción gráfica del hipocentro, epicentro y frente de ondas de un sismo.

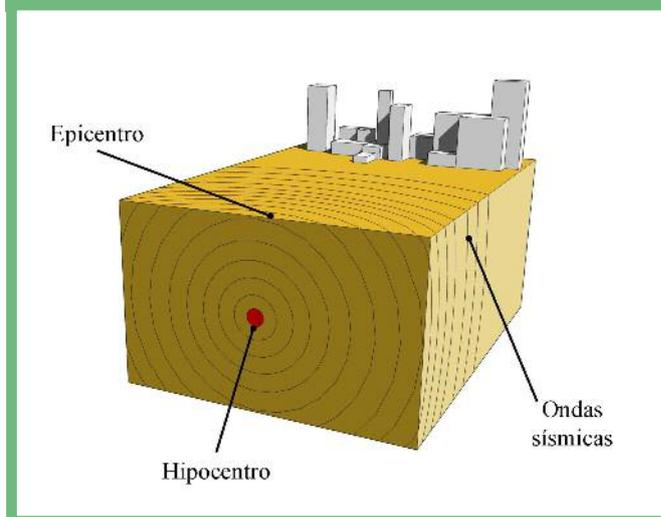
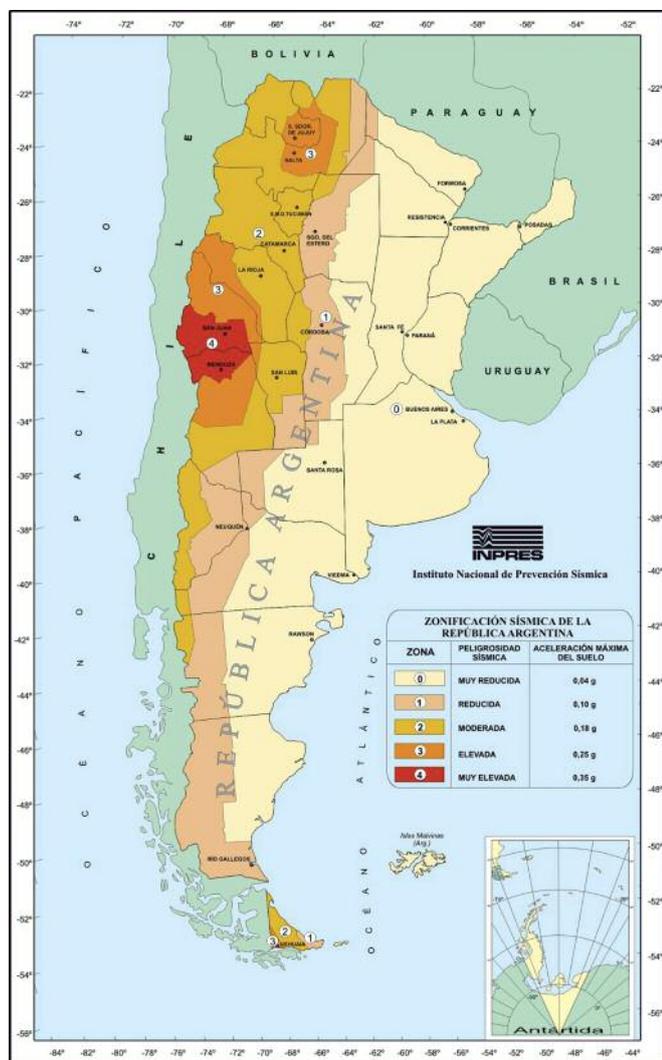


Figura 2. Mapa de riesgo sísmico en la Argentina. (Fuente: INPRES)



¿Cómo sabemos dónde ocurrió un sismo?

A los movimientos sísmicos podemos localizarlos calculando el epicentro y la profundidad. Para ello recurrimos a la Sismología, una rama de la Geofísica, que estudia las ondas mecánicas generadas en el interior y en la superficie de la Tierra. Para detectar y registrar las ondas se utilizan instrumentos llamados sismógrafos, los cuales generan sismogramas que son la imagen del desplazamiento producido (Figura 3).

La mayor cantidad de sismos, y generalmente los de mayor magnitud, ocurren en el área de contacto entre las diferentes placas tectónicas

Este instrumento, antiguamente consistía en un péndulo que por su masa permanecía inmóvil y, mientras todo a su alrededor se movía, un marcador registraba el movimiento en un papel especial. Pero en la actualidad, los sismógrafos consisten en una pequeña “masa” fijada por fuerzas eléctricas, que cuando el suelo se mueve tratan de mantenerla quieta y la cantidad de fuerza necesaria para conseguirlo es registrada como algo equivalente al desplazamiento.

Mediante el análisis y comprensión de los sismogramas, se obtienen variables y relaciones útiles para determinar

el hipocentro (epicentro y profundidad), la magnitud, la intensidad, etc.

El epicentro, la magnitud y la intensidad son las medidas que se informan a la población habitualmente para indicar “el tamaño” y ubicación de un temblor. La Intensidad es una medida basada en la percepción y en los daños observables causados por el sismo. Sin embargo, como

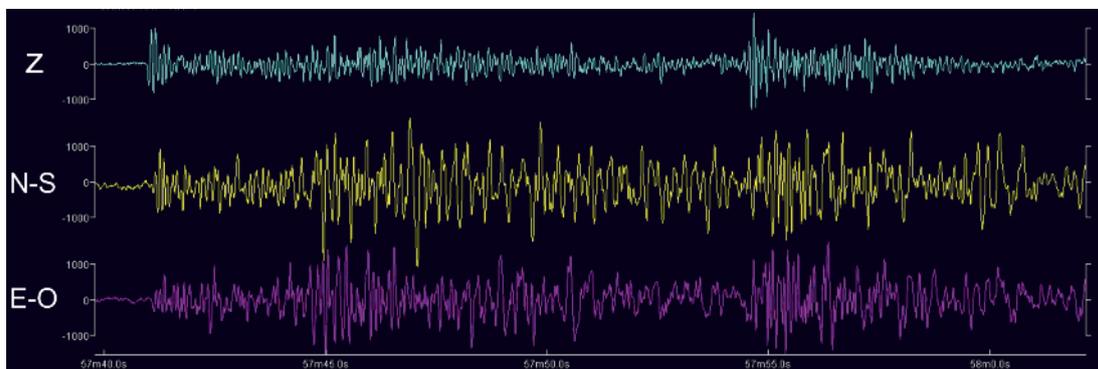


Figura 3. Ejemplo real de sismogramas de las tres componentes: **Z** o componente vertical, **N** o componente norte-sur y **E** o componente este-oeste (indicado a la izquierda de cada registro), que conforman el registro de un sismo o terremoto.

La provincia de Córdoba presenta sismicidad frecuente, de baja magnitud (generalmente menor a 5.5) y superficial. La región activa se encuentra en el área serrana

es una medida subjetiva, no permite comparar sismos entre sí, ya que un sismo pequeño pero muy cercano puede causar más daño en un sitio que un terremoto grande a mayor distancia. La escala utilizada para medir la Intensidad es la Mercalli Modificada (Figura 4), que va de I (sólo detectado con instrumentos) a XII (destrucción total).

Una medida real del tamaño de un sismo, que cuantifica la energía liberada, es la Magnitud. Existen diferentes escalas para calcular la magnitud, pero la primera escala desarrollada y la más conocida para calcular magnitudes locales es la de Richter, que inicia en 0 pero no tiene límite superior. Debido a que esta escala es logarítmica la energía aumenta aproximadamente 31.6 veces por cada unidad que aumenta la magnitud (es decir, se necesitan 31.6 sismos de una magnitud M para llegar a la misma energía liberada por un sismo de magnitud $M+1$). Teóricamente, utilizando los mismos instrumentos todas las estaciones sismológicas obtienen la misma magnitud para cada evento. Cuando un sismo supera la magnitud 7 se le denomina terremoto.

En nuestro país la entidad nacional encargada de monitorear la actividad sísmica, y de realizar estudios e investigaciones básicas y aplicadas a la sismología e ingeniería sismorresistente, es el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES, <http://www.inpres.gov.ar>), ubicado en la provincia de San Juan.

¿Y Córdoba se mueve?

La provincia de Córdoba presenta sismicidad cortical frecuente, de baja magnitud (generalmente menor a 5.5) y superficial. Esto se debe a su localización entre los 28° y 33° de latitud sur y su vinculación con la *subducción* subhorizontal de la Placa de Nazca (Figura 2).

Sin embargo, eventualmente, se han producido temblo-

res con magnitudes mayores, como por ejemplo el sismo de Sampacho, que tuvo lugar en 1934 con una magnitud de 6.0 en la escala de Richter.

La región activa de nuestra provincia se encuentra en el área serrana: desde las Sierras Grandes y el límite con Catamarca, hasta las Sierras Chicas y las Sierras de Comechingones, asociada a algunas de las fallas principales (de

ESCALA DE INTENSIDAD DE MERCALLI

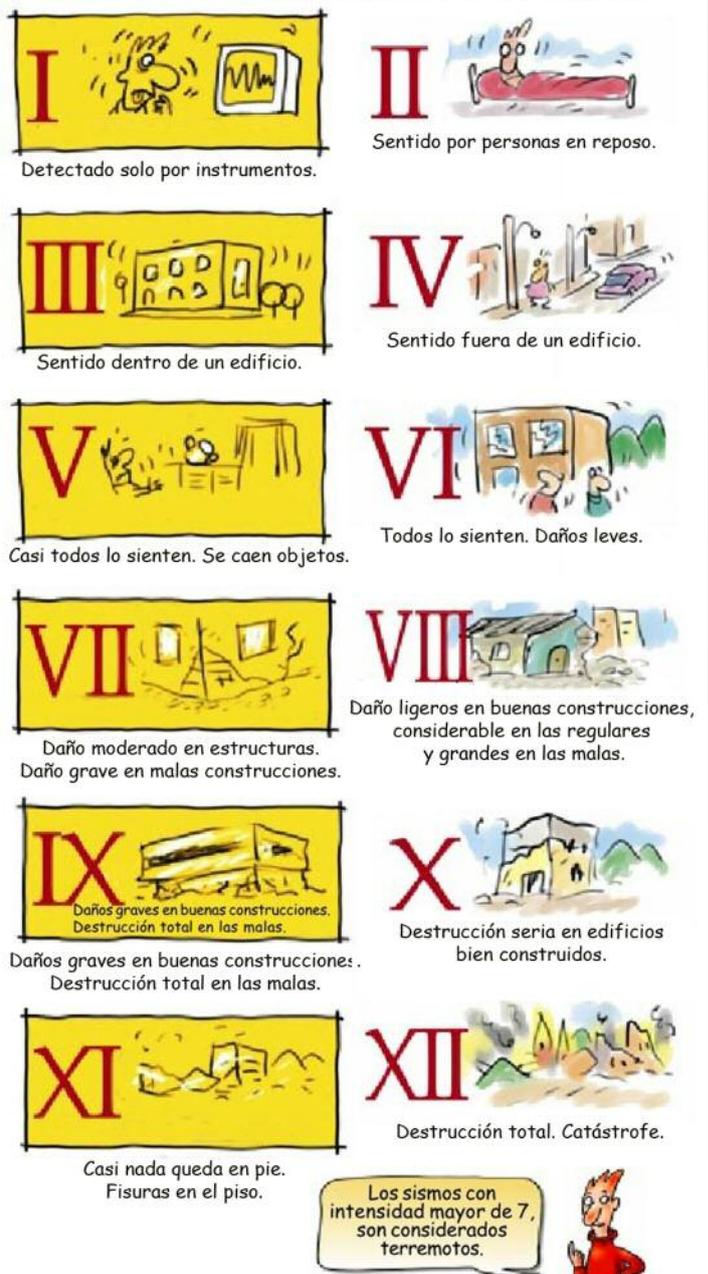


Figura 4. Ilustración que ejemplifica los valores de la Escala Mercalli Modificada (<http://es.slideshare.net/jucom2006/cartilla-terremotos-bgta>).

este a oeste) como: la Sierra Chica, Los Gigantes, Achala, Nono, Sierra Grande, La Higuerita y Pocho, entre otras.

¡Está temblando!... ¿Qué hacemos?

En la Tierra, todos los días hay sismos de diferentes magnitudes, aunque la mayoría son imperceptibles para el ser humano. Tampoco es posible predecirlos con exactitud, pero al menos, mediante estudios estadísticos, se sabe que los terremotos tienden a repetirse y que lo hacen con una cierta periodicidad. Sin embargo, esto no implica que tenga que ocurrir exactamente en un año determinado, ya que podría ser unos “pocos” años antes o después.

Entonces, si nos preguntamos: ¿Cuándo puede ocurrir el próximo sismo importante? La respuesta es muy sencilla: en cualquier momento.

Pero, en caso de que tiemble... ¡nunca se debe correr! Conviene mantener la calma y seguir algunas pautas propuestas por INPRES, descritas en el apartado a la derecha.

Las recomendaciones de INPRES ante un sismo son:

- Si se encuentra en un lugar que estructuralmente se considere seguro, permanecer ahí, sino dirigirse con premura a la zona segura más próxima, pero con calma.
- Mantener la calma, no gritar, no correr, ni empujar a los demás.
- Alejarse, recorriendo la menor distancia posible, de lugares donde existan objetos cuya caída o impacto puedan provocar heridas.
- Protegerse aprovechando cualquier mueble firme y cercano (mesa, silla, escritorio, banco, etc.) para colocarse debajo de él, sino cubrirse la cabeza con algún objeto duro (libro, bandeja metálica, etc.), en ambos casos adoptando siempre la posición de seguridad (arrodillarse y colocar la cabeza lo más cerca posible de las rodillas, luego entrelazar las manos cubriendo la cabeza).
- No salir a balcones bajo ninguna circunstancia.
- No utilizar escaleras ni ascensores.
- Si se encuentra en un local con aglomeración deben permanecer en el lugar y aplicar las medidas de protección indicadas anteriormente. No acuda inmediatamente a las salidas para no provocar tumultos.



Raquel Villegas

Licenciada en Geofísica
Becaria del CONICET
Estudiante del doctorado en Ciencias Geológicas,
FCEFYN
Universidad Nacional de Córdoba

Glosario

Hipocentro o foco:

punto inicial de ruptura en un sismo; la proyección directa de este punto en la superficie terrestre se denomina epicentro.

Ondas sísmicas: ondas elásticas producidas por sismos o generadas artificialmente por explosiones. Incluye ondas de cuerpo (Ondas P y S) y ondas superficiales (Ondas Rayleigh y Love).

Placas tectónicas: fragmentos que componen la Litósfera terrestre.

Subducción: proceso mediante el cual parte de la corteza oceánica, individualizada en una placa litosférica, se sumerge bajo otra placa de corteza continental.

Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

Animación: ¿Cómo salta la Tierra con un terremoto? http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/como_salta_la_tierra_con_un_terremoto.

Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES): <http://www.inpres.gov.ar>.

Animación: Magnitud vs. Intensidad: http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/earthquake_intensity.

Animaciones sobre sismología: <https://www.iris.edu/hq/inclass/search?type=1>.

Mapa interactivo de los sismos en Córdoba (2011-2016): <https://es.earthquaketrack.com/ar-05-cordoba/recent>.

Movimiento de las ondas sísmicas: http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/seismic_wave_motions4_waves_animated.

Sismología y estructura interna de la tierra: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/113/htm/sec_7.htm.

Software y herramientas web para la educación: <https://www.iris.edu/hq/inclass/search?type=7>.

Tarback, E.J., y Lutgens, F.K., 2005. Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física. 8ª ed. Pearson Prentice Hall.
(Se puede descargar de <https://www.osop.com.pa/wp-content/uploads/2014/04/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf> o <http://www.tysmagazine.com/libro-gratuito-ciencias-la-tierra-una-introduccion-la-geologia-fisica>).