



El 27-F fue el primer megaterremoto medido con GPS. Esta tecnología permitió acceder a detalles desconocidos de este tipo de movimientos.

Avances en tecnología y acumulación de datos:

Diez lecciones que aprendió la ciencia tras el 27-F

A una década del megaterremoto, los científicos han comprendido el real alcance del evento que afectó a la zona centro-sur del país y su posterior tsunami. Ello ha permitido mejorar los sistemas de alerta y el conocimiento de cómo se mueve la tierra bajo Chile.

LORENA GUZMÁN H.

Se pueden anticipar las zonas en peligro

1 En 2009, científicos de la U. de Chile habían detectado un acoplamiento extremo entre la placa de Nazca y la Sudamericana, en la misma zona donde se produjo el terremoto del 27 de febrero de 2010. Esto significaba que se había acumulado mucha energía, condición propicia para un gran sismo. La hipótesis se confirmó. "Esto corroboró que esta técnica de medición (con GPS) es una buena herramienta para determinar las zonas más propensas a terremotos", explica Sergio Ruiz, académico de Geofísica de la U. de Chile. Eso sí, aclara, esto no permite predecir cuándo ocurrirá el movimiento, pero sí qué zonas están más cercanas a experimentar un sismo.

Hay dos tipos de terremotos

2 "Con el 27-F nos dimos cuenta de que tenemos que separar estos eventos en terremotos y megaterremotos", dice Sergio Ruiz. La razón de ello es la periodicidad de cada uno. Mientras los terremotos de magnitud 8 o menos tienen una recurrencia de solo décadas, los de magnitudes superiores ocurren en la misma zona en promedio cada 300 a 500 años. El último megaterremoto

en la zona del 27-F fue en 1730 y en Chile fue el de 1960, en Valdivia.

Los sismos interactúan entre sí

3 Una vez producido el sismo, las placas comienzan un período de reacomodo, el que puede durar años. Tras el 27-F se instalaron muchos instrumentos nuevos en el país, incluidos GPS, para monitorear este proceso, entre otros. Con esos datos, los científicos detectaron que el terremoto de Illapel de 2015 sufrió un "empujoncito" por parte de las réplicas de 27-F, dice Sergio Ruiz. "Creemos que el terremoto hubiera ocurrido igual, pero el 27-F hizo que se adelantara", explica.

Réplicas en sitios inesperados

4 A pesar de que el terremoto de 2010 se produjo en la zona de contacto de las placas de Nazca y Sudamericana, o la llamada zona de subducción, sus réplicas más importantes no. La mayor, de magnitud 7,4, ocurrió en el mar, a unos 120 km de distancia frente a la península de Arauco, al interior de la placa de Nazca, cuenta Sergio Barrientos, director del Centro Sismológico Nacional (CSN). Mientras que las otras dos réplicas importantes ocurrieron el 11 de marzo de 2011, ambas de magnitud menor a 7, al interior de la placa Sudamericana, bajo Pi-

chilemu. "Lo esperable era que las réplicas importantes ocurrieran en la zona del contacto de placas y no en su interior", agrega. Un resultado inesperado.

La primera ola no siempre es la peor

5 Aunque se pensaba que la primera ola de un tsunami era la más destructiva, no siempre es así. En el 27-F, la tercera que llegó a Concepción, por ejemplo, fue la más dañina. "La energía de la primera ola no se devolvió al mar, sino que quedó atrapada en la orilla de la costa y comenzó a moverse de norte a sur, y viceversa, generando nuevas olas", explica Patricio Catalán, académico de la U. Federico Santa María e investigador del Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (Cigiden). Esto se debe a la configuración especial que tiene la costa de Chile, agrega Rodrigo Cienfuegos, director del Cigiden y académico de la U. Católica. "Esto lo comprobamos con los terremotos y los posteriores tsunamis de Iquique (2014) e Illapel (2015), donde pasó lo mismo".

El daño de la ola depende de la bahía

6 Otra de las cosas que permitió comprender el tsunami del 27-F fue que el daño depende de la conforma-

ción específica de cada bahía. "La energía de la ola queda atrapada en algunas bahías más que en otras, y en estas 'retumban' por varias horas", dice Patricio Catalán. La de Talcahuano y de Coquimbo serían parte de las bahías donde el agua quedaría en movimiento por más tiempo, explica. Entender dónde hay más riesgo, si solo depende de la topografía o también del tipo de terremoto, es vital para los planes de alerta temprana, agrega, por lo que ya trabaja en caracterizar las bahías del país.

El epicentro y la peor ola no van juntos

7 El lugar donde se origina el terremoto no siempre es donde arriba la peor ola del tsunami, dice Rodrigo Cienfuegos. El megaterremoto del 27-F duró entre 3 y 4 minutos, y la ruptura se propagó al norte y al sur, alcanzando sobre 400 km. Aunque Constitución estaba al norte del epicentro, tuvo olas de 12 metros. Por el sur, Talcahuano llegó a los 10 m. Mientras que en Tirúa, a 200 km más al sur de ese puerto, hubo un récord, con olas de 30 metros.

Los maremotos pueden durar horas

8 La forma particular de la costa chilena y de cada una de sus bahías hacen que los tsunamis duren ho-

ras. La ola de Constitución de 12 metros llegó a tierra a las 3:49 am, mientras que otras dos olas de 10 metros azotaron Talcahuano; la primera a las 5:30 am y la segunda a las 6:05 am.

Evacuar en menos tiempo

9 Según se sabía hasta el 27-F, los tsunamis podían demorar unos 20 minutos en golpear la costa, pero eso no es siempre así, dice Patricio Catalán. "En Pisagua, en 2014, se demoró 12 minutos, y en Coquimbo, el 2015, cerca de ocho minutos", explica. Por ello, la autoevacuación se volvió crucial y otro aprendizaje más (ver nota relacionada).

La aislación sísmica funciona

10 Para el 27-F, solo 13 edificaciones en Chile contaban con sistemas de aislación sísmica o disipadores de energía, "y ninguna de ellas sufrió daños", dice Juan Carlos de la Llera, decano de la Facultad de Ingeniería de la U. Católica. Tras el megaterremoto, la norma de construcción sísmica se actualizó y de a poco se ha ido apoyando la introducción de esta tecnología, dice el ingeniero, pero aún estamos atrasados. "Para el terremoto de Japón, de 2011, ellos tenían más de 3 mil estructuras protegidas", dice. Hoy en Chile hay alrededor de 140.

Instrumentos

El Centro Sismológico Nacional tiene una red de alrededor de 500 estaciones que miden velocidad, aceleración o desplazamiento.

- Sismógrafos
- Acelerógrafos
- Sismógrafos y acelerógrafos

También hay instrumentos en la Isla de Pascua y el archipiélago Juan Fernández.

La red también cuenta con 130 estaciones de sistema satelital de navegación global (GNSS).

Lagunas sísmicas

Algunos ejemplos:



Laguna sísmica: segmento de una falla activa que es conocida por producir terremotos significativos, pero que no se ha movido en un tiempo inusualmente largo.

El efecto de los tsunamis



Tren de olas del 27-F



Elevación de la tierra

Instrumentos GPS permitieron determinar con detalle cómo se reacomodó la tierra tras el 27-F:

