

EL SISMO DEL 3 DE MARZO DE 1985*

A. ¿PRODUJO UN TSUNAMI?

*Jaime Weidenslaufer Ovalle
Capitán de Corbeta IM.*

Introducción

Un maremoto, o tsunami, consiste en una serie de ondas que se propagan en todas las direcciones, a partir de un área del océano donde ha ocurrido un sismo, con características totalmente diferentes de las olas comunes.

Algunas de las características de las ondas de un tsunami son: su gran velocidad, pudiendo alcanzar más de 1.000 Km/h; su pequeña amplitud en alta mar, pero que aumenta a medida que disminuye la profundidad; y su gran largo de onda, que puede llegar a varios cientos de kilómetros.

Descripción del fenómeno

Cuando se genera un violento sismo en el fondo del mar, en ocasiones se produce un levantamiento o un hundimiento repentino de él, lo que se traducirá en desplazamientos bruscos de un gran volumen de agua, alterando su nivel normal en una gran extensión de su superficie. Esta alteración tratará de alcanzar su posición de equi-

librio, produciéndose así las olas de un tsunami.

Naturalmente, existen otros mecanismos generadores de tsunamis, tales como las erupciones volcánicas submarinas, los grandes deslizamientos de tierra en el lecho del océano y las explosiones submarinas.

Para que se produzca un tsunami deben concurrir tres condiciones: 1º, que el sismo sea de magnitud 7 ó superior, en la escala Richter; 2º, que la distancia entre el foco del sismo (hipocentro) y su proyección en la superficie terrestre (epicentro), sea inferior a 60 kilómetros; y 3º, que el epicentro esté situado en el mar.

En alta mar, un sismo de magnitud 8 generará una onda de 80 centímetros, aproximadamente; sin embargo, la longitud de onda (λ), es decir, el espacio entre cada cresta de ola, es del orden de cientos de kilómetros. Por ejemplo, si para una longitud de onda existe un período de 20 minutos, que es un valor bastante

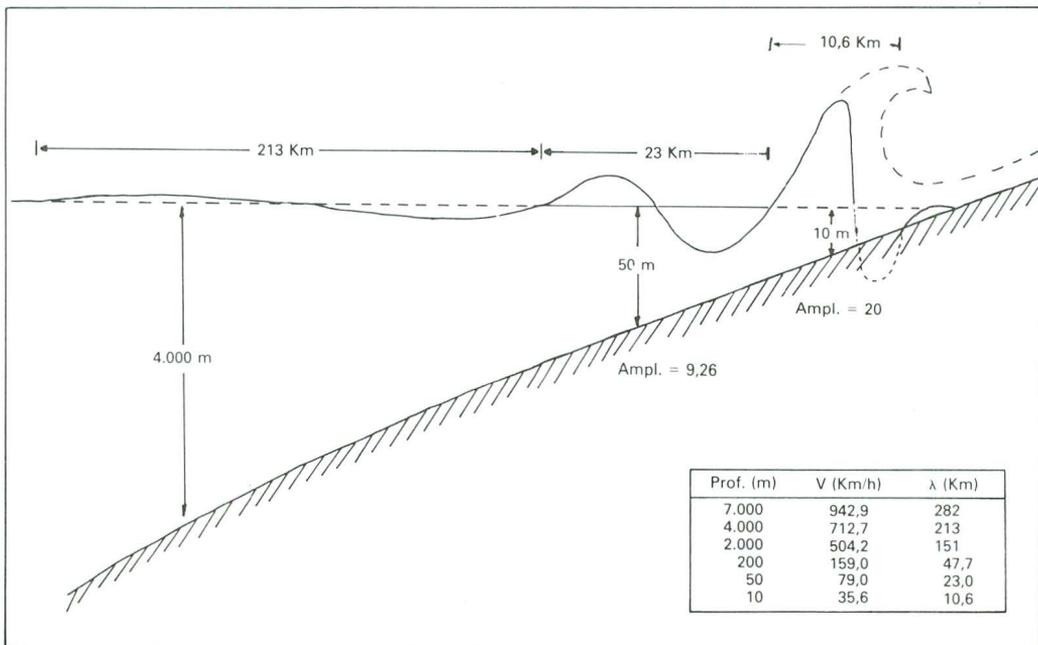
* Bajo este rótulo presentamos dos colaboraciones referidas al sismo que asoló la zona central del país el 3 de marzo de 1985. Constituyen un aporte al esclarecimiento de sus efectos en el campo marítimo.

característico para un tsunami, se tiene una longitud de onda de 213 kilómetros para un tsunami que se mueva a una profundidad de 4.000 metros.

En consecuencia, debido a la gran longitud de onda, la cantidad de agua que es desplazada verticalmente al paso de la onda es enorme, lo que significa que cada onda de 80 centímetros de altura, en alta mar posee una energía potencial de $4,8 \times 10^{11}$ joules por cada kilómetro de cresta, sin contar con la cantidad similar de energía propia de la alta velocidad.

Cuando el tsunami llega a la costa, de

acuerdo a la estrecha dependencia entre la profundidad y la velocidad, ésta disminuye, siendo la velocidad en 10 metros de profundidad casi 20 veces menor que en 4.000 metros, y como la energía es la misma, ésta se encuentra concentrada en una distancia menor, produciendo un aumento proporcional de la amplitud. Así, una onda de 50 centímetros de altura en el océano abierto puede llegar a 20 ó más metros de altura en la costa (ver gráfico). Como dato ilustrativo, el mayor tsunami de que se tenga conocimiento fue provocado por la erupción del volcán Krakatoa, que llegó a 42 metros de altura en las inmediaciones del epicentro.



La manifestación de un tsunami puede producirse de dos formas: la primera consiste en un retiro de las aguas, las que después de 5 ó 10 minutos regresan en forma violenta e impetuosa; la segunda es un rápido elevamiento del nivel de las aguas, que puede parecer una avalancha de inundación de río, que corre tierra adentro. En el caso de retiro previo de las aguas, el frente del tsunami avanza con seno o valle, y en el

caso de inundación progresiva, primero arriba a la costa una cresta. Esto corresponde a si en la variación del fondo marino se produjo una subducción o un sobrelevantamiento.

El sismo del 3 de marzo

El día 3 de marzo de 1985, a las 19 h 46'54'', se produjo un violento sismo que

azotó la zona central del país, causando pérdidas humanas y cuantiosos daños materiales.

El sismo, que fue registrado por numerosas estaciones sismológicas del Pacífico,

puso en alerta inmediata al Pacific Tsunami Warning Center (P.T.W.C.) de Honolulu, Centro que —a las 19.59, hora de Chile— emitió una alarma. A continuación se detallan los eventos más importantes registrados por el P.T.W.C. (textos abreviados):

HORA	AL	DEL	EVENTO
19.59			Alarma.
20.06			Honolulu. Hora: 19,46'53''; localización preliminar. Lat. 34,2°S., Long. 70,4°W.
20.07	ATWC	PTWC	Cambio datos del terremoto. Localización preliminar. Lat. 35°S., Long. 68°W.
20.12			PTWC. Magnitud preliminar 7,6.
20.21	PTWC	HKC	Favor avisar hora llegada de la onda sísmica, epicentro y magnitud, tan pronto como sea posible.
20.24-23.49			Intentos de enviar Telex a Valparaíso.
20.27-23.49			Intentos de telefonar a Valparaíso.
20.31	SAN	PTWC	Informar lecturas del terremoto.
20.40	PTWC	JMA	Informar su registro del epicentro y magnitud.
20.41	PTWC	USSR	Magnitud sobre 8,0.
20.49	Todos	PTWC	Boletín de información del terremoto. Un terremoto registrado por el PTWC ocurrido a las 19.47 del 3 de marzo en el área noroeste de Argentina. Su intensidad fue de 7,4 en la escala de Richter y se ubicó en las inmediaciones de Lat. 34,2°S. y Long. 70,4°W. Su ubicación es tal que no generó tsunami.
21.51	PTWC	NEIC	Un gran terremoto ocurrió en la costa de la zona central de Chile, aproximadamente 70 millas al noroeste de Valparaíso, a las 19.47 del 3 de marzo. La magnitud fue de 7,4 en la escala de Richter. El movimiento fue registrado por el U.S. Geological Survey de Golden, Colorado, y se sintió en la zona de Valparaíso y en la provincia de Mendoza.
21.51	PTWC	NEIC	Hipocentro estimado del terremoto: Lat. 32,2°S., Long. 72,1°W. Hora 19 47 01,5, profundidad normal, magnitud 7,4.
22.24	PTWC	SAN	Del Observatorio de Santiago, Santiago, Chile.
Texto completo, exceptuando el paréntesis.			Peldehue P 224716,5 (hora de llegada de la onda sísmica) epicentro 72 grados 00 minutos oeste, latitud 33 grados 20 minutos sur, hora de origen 224656,3.
22.51	SAN	PTWC	Si puede, indicar al Instituto Hidrográfico de la Armada que se contacte para informar de actividad de tsunamis. Si no tiene enlace ¿sabe de alguna actividad de olas?
23.49	PTWC	VAL	Información del terremoto. H=19.43, ubicación Lat. 33,2°S. Long. 72,0°W. En Valparaíso movimiento del mar: Punto alto 0,5 mt Punto bajo 0,4 mt (con respecto al nivel normal del mar) a las 20.05, amplitud máxima 1.1 mt. A las 21.05 no hay actividad en Coquimbo, Talcahuano y Puerto Montt.
17.24 4-Mar.	VAL	PTWC	Para su información, las olas fueron registradas en Hawaii, máximo de 77 cm en Hilo, 48 cm en Mavi, 11 cm en Honolulu. ATWC informa que Seward tuvo 5 cm y Adak 12 cm.

ATWC : Alaska Tsunami Warning Center
 HKC : Hong Kong Center
 SAN : Observatorio de Santiago
 JMA : Japan Meteorological Agency
 USSR : Unión Soviética
 NEIC : National Earthquake Information Center
 VAL : Instituto Hidrográfico de la Armada.

Las coordenadas definitivas del sismo fueron: Lat 33 14 245. Long 72 02 24 W.

Las estaciones de Chile no pudieron dar informaciones del sismo al extranjero, hasta después de 2 horas y media, debido a los daños sufridos por las líneas y aparatos de comunicaciones. Cabe señalar que la magnitud del sismo no se puede calcular con los sensores del área afectada; por tanto, esta información se obtiene sólo después

de comparar las magnitudes informadas por las estaciones lejanas; en este caso, la magnitud fue de 7,7 grados en la escala de Richter.

En consecuencia, se dieron todas las condiciones para la generación de un tsunami:

	Teórico	3-marzo
Magnitud requerida	7 ó más	7,7
Distancia entre hipocentro y epicentro	< 60 Km	15 Km
Ubicación del epicentro	En el mar	En el mar

De hecho, de acuerdo a los informes de los mareogramas, el tsunami se produjo:

	Hora llegada (Hora chilena)	Hora amplit. máx. (Hora chilena)	Amplit. máx. (cm)	Período (minutos)
Arica	22.24	01.20 (4-marzo)	50	60
Coquimbo	20.05	00.10 (4-marzo)	55	20
Valparaíso	19.50	21.30	115	10
Talcahuano	—	—	150	—
Hilo (Hawaii)	—	—	77	19
Adak (Alaska)	16.38 (4-marzo)	—	12	7
Nemuro (Japón)	18.58 (4-marzo)	—	10	—

A modo de ejemplo, se pueden señalar algunas velocidades del tsunami:

Epicentro-Valparaíso : 912 Km/h
 Epicentro-Coquimbo : 1.230 Km/h
 Epicentro-Arica : 627 Km/h

Finalmente, como dato complementario, se puede señalar que desde 1570 a la fecha se han registrado 106 tsunamis en las costas de Chile, cuya gran mayoría tuvo su origen en las inmediaciones del litoral nacional.

Conclusiones

1. Por la conformación de los fondos marinos aledaños a las costas de Chile, los tsunamis continuarán produciéndose cada cierto tiempo.

2. El sismo del 3 de marzo produjo un tsunami cuya amplitud máxima, registrada, fue de 150 centímetros, aunque no ocasionó daños significativos. Asimismo, el fenómeno fue registrado prácticamente en

todas las estaciones mareográficas del océano Pacífico.

3. El sistema de alarmas de tsunamis del Pacífico funcionó adecuadamente, si bien con algunos errores iniciales en la medición del sismo. Este sistema permite prevenir, con la suficiente anticipación, a todos los países que pueden ser afectados por los

tsunamis, permitiendo así minimizar los daños.

4. La diferencia en las velocidades de las olas es producto de los distintos trayectos y profundidades que siguió el tsunami. Por otra parte, se aprecia que la amplitud de las olas decrece a medida que se aleja del epicentro, producto de la disipación paulatina de la energía.

B. ANOMALIAS HIDROGRAFICAS

*Santiago Murphy Rojas
Capitán de Corbeta*

Desde la llegada de los españoles a Chile existe algún tipo de registro de los terremotos ocurridos en esta parte del mundo. Sus consecuencias han significado, en algunas ocasiones, la destrucción de ciudades enteras y la muerte de miles de personas.

A pesar de ser un fenómeno natural y repetitivo, el ser humano reacciona por lo general en forma instintiva e irracional al enfrentarse a un sismo, y este miedo que manifiesta tiende a olvidarse, sin aprovechar sus experiencias y aprender a convivir con esta característica particular de nuestro país.

El origen de los sismos está directamente relacionado con las características geológicas y geofísicas de la corteza terrestre. La tierra está cubierta por enormes placas rocosas que flotan y derivan en una materia densa denominada "magma", que constituye una verdadera capa que rodea el centro del planeta. Estas placas rocosas se encuentran en un proceso dinámico permanente, denominado "de tectónica de placas", producto del calor interno de la Tierra, que genera corrientes de convección en su interior, las cuales presionan

hacia la superficie, particularmente en las zonas de fractura. A medida que estas placas han ido derivando a lo largo del tiempo, han empujado los continentes, ya sea juntándolos o separándolos. Como la corteza es rígida, estos movimientos, que ocurren en forma muy lenta y gradual, producen acumulaciones de gran cantidad de energía potencial, que sólo puede liberarse cuando parte de la corteza cede, descargándose repentinamente y buscando su posición de equilibrio, lo que produce un brusco desplazamiento del área comprimida y la generación del movimiento sísmico.

Aunque estos sismos pueden también ser producidos por erupciones volcánicas y avalanchas submarinas originadas en las pendientes de las fosas oceánicas, la mayoría de ellos son causados por los roces de las placas de la corteza terrestre en estas zonas de convergencia de placas. La súbita descarga de energía producida por el movimiento de las placas genera una gran variedad de ondas sísmicas que se propagan a través de la Tierra y su superficie, llegando a nosotros en la forma de temblores. La intensidad del sismo en un lugar determinado será, por tanto, proporcional a la cantidad y velocidad del movimiento ocurrido, y a la eficiencia con que la energía es