

Programa Nacional de Mitigación de Impacto de Tsunami

Preparado en cooperación con la Universidad Austral de Chile, Universidad de Tokio, Universidad de Washington, el Servicio Geológico del Japón, el Museo del Tsunami Pacífico, la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional y el Centro Internacional de Información de Tsunami

Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawai y Japón

Circular 1218



Fotografía de la portada: Observando, a salvo desde suelo alto, cómo una de las olas del tsunami chileno de 1960 entra a Onagawa, Japón.



Fotografía de la izquierda: Consecuencias del tsunami chileno de 1960 en Hilo, Hawaii, donde el tsunami causó 61 muertes.

Departamento del Interior de los EE.UU.
Servicio Geológico de los EE.UU.

Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawai y Japón

Compilado por Brian F. Atwater, Marco Cisternas V., Joanne Bourgeois, Walter C. Dudley, James W. Hendley II y Peter H. Stauffer

Circular 1218

Acciones que salvaron vidas y acciones que ocasionaron muertes, relatadas por testigos oculares del tsunami generado por el mayor terremoto que se haya registrado, el terremoto chileno, magnitud 9.5, del 22 de mayo de 1960.

Departamento del Interior de los EE.UU.
DIRK KEMPTHORNE, Secretario

Servicio Geológico de los EE.UU.
P. Patrick Leahy, Director Interino

Servicio Geológico de los EE.UU., Reston, Virginia: 2001
Revisado y reimpresso: 2006

Para la venta por el Servicio Geológico de los EE.UU.
Box 25286, Denver Federal Center
Denver, CO 80225

Este folleto y cualquiera de sus actualizaciones están disponibles en:
<http://pubs.usgs.gov/circ/c1218/>

English version: U.S. Geological Survey Circular 1187,
<http://pubs.usgs.gov/circ/c1187/>

Para información adicional escribir a:
U.S. Geological Survey
Box 25046, Mail Stop 421, Denver Federal Center
Denver, CO 80225-0046

Otras publicaciones del USGS pueden ser encontradas en:
<http://geology.usgs.gov/products.html>

Para más información acerca del USGS y sus productos:
Teléfono: 1-888-ASK-USGS (1-888-275-8747)
En la Web: <http://www.usgs.gov/>

Cualquier uso de marca, producto, o firma en esta publicación es sólo
con fines descriptivos y no implica endoso del Gobierno de los Estados
Unidos.

Información de catalogación archivada en la Biblioteca del Congreso
(<http://www.loc.gov/>).

Traducción del inglés al español por Marco Cisternas V.

Traducción editada por María del Carmen Rivera

Producido en Western Region, Menlo Park, California
Manuscrito aprobado para su publicación el 16 de marzo de 2001

ÍNDICE

Introducción.....	1
El tsunami de 1960 y el terremoto chileno que lo ocasionó.....	2
Tsunamis similares, estrategias similares de supervivencia.....	3
Lecciones aprendidas	
Muchos sobrevivirán al terremoto.....	4
Preste atención a los avisos de la naturaleza.....	5
Preste atención a los avisos oficiales.....	6
Se generarán muchas olas.....	7
Dirijase a un sitio alto y permanezca allí.....	8
Abandone sus pertenencias.....	10
No cuente con vías transitables.....	11
Suba a un piso superior o techo de una edificación.....	12
Suba a un árbol.....	13
Suba a algo que flote.....	14
Las olas dejarán diferentes tipos de desechos.....	15
El sismo hará bajar las áreas costeras.....	16
Espere compañía.....	16
Créditos y fuentes.....	17

Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawai y Japón

Compilado por Brian F. Atwater, Marco Cisternas V.¹, Joanne Bourgeois², Walter C. Dudley³, James W. Hendley II y Peter H. Stauffer

Introducción

Este folleto contiene historias verídicas que ilustran cómo sobrevivir, y cómo no sobrevivir, a un tsunami. Esta publicación está dirigida a las personas que viven, trabajan o, simplemente, se divierten a lo largo de las costas que pueden ser afectadas por un tsunami. Tales costas rodean la mayor parte del Océano Pacífico pero también incluyen algunas áreas costeras de los océanos Atlántico e Índico.

Aunque mucha gente llama a los tsunamis “olas de marea”, éstos no están relacionados a las mareas, sino son una serie de olas, o “tren de olas”, generalmente causadas por cambios en el nivel del fondo marino durante los terremotos. Los tsunamis también pueden ser generados por la erupción de volcanes costeros, islas volcánicas, deslizamientos submarinos e impactos de grandes meteoritos en el mar. Como sucedió en Sumatra en el 2004, los tsunamis pueden alcanzar alturas de 15 metros, no tan sólo en la costa sino también kilómetros tierra adentro.

Los relatos presentados en este folleto fueron seleccionados de entrevistas realizadas a personas que sobrevivieron al tsunami del Océano Pacífico de 1960. Muchas de estas personas, incluyendo a la enfermera de la foto a la derecha, se enfrentó a las olas generadas a poca distancia, en la costa chilena. En cambio, otros debieron hacer frente al tsunami muchas horas después, en Hawai y Japón. La mayoría de las entrevistas fueron realizadas a fines de los años ochenta y en los noventa.

Las historias ofrecen una mezcla de lecciones de supervivencia a un tsunami. En algunos casos se presentan las acciones que confiablemente salvaron vidas: poner atención a los avisos de la naturaleza, abandonar los bienes, dirigirse rápidamente a un sector alto y permanecer allí hasta que el tsunami realmente haya terminado. Otras historias describen cómo se encontró refugio al subir a construcciones y árboles o flotar sobre desechos, tácticas que tuvieron diferentes resultados y que pueden ser recomendadas sólo como actos desesperados de personas atrapadas en sectores bajos.

Palmira Estrada, una enfermera que sobrevivió al tsunami de 1960 en Maullín, conversa con el entrevistador M. Cisternas en 1989. Detrás de ellos está el hospital que fue desalojado durante el tsunami. Las aguas del tsunami inundaron el edificio.

¹Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 1020, Valparaíso, Chile.

²Department of Earth and Space Sciences, University of Washington, Seattle, WA 98195-1310.

³Pacific Tsunami Museum, P.O. Box 806, Hilo, HI 96721.



El terremoto gigante y tsunami de 1960

La mayoría de los eventos descritos en este folleto fueron causados por una serie de olas ampliamente conocidas como “El tsunami chileno de 1960”. El tsunami comenzó durante el mayor terremoto que se haya registrado (magnitud 9.5). Este sismo ocurrió el 22 de mayo de 1960 a lo largo de la costa chilena.

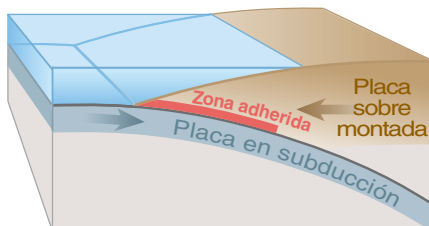
En Chile, el terremoto y tsunami que le siguió causaron más de 2,000 muertes y produjeron daños a bienes materiales estimados en 550 millones de dólares (dólar de 1960). Desde Chile, el tsunami se propagó a través del Pacífico, matando a 61 personas en Hawai y 138 en Japón.

El terremoto de 1960 rompió una zona de falla a lo largo de la placa oceánica que desciende debajo de la placa del continente sudamericano. A este fenómeno se le llama “subducción”. Las zonas de subducción se producen cuando dos placas tectónicas, que forman la corteza externa de la tierra, convergen y la placa más densa se desliza debajo de la otra. Los terremotos se producen cuando se libera de manera repentina la energía acumulada por la tensión entre ambas placas. Durante el terremoto de Chile de 1960, el margen occidental de la placa sudamericana se sacudió hasta 20 m con relación a la subduciente placa de Nazca, en un área de 1,000 km de largo por 150 km de ancho.

El tsunami chileno de 1960 se propagó más allá de la zona de subducción de la costa chilena. Sus olas llegaron a Hawai en 15 horas y a Japón en 22 horas.

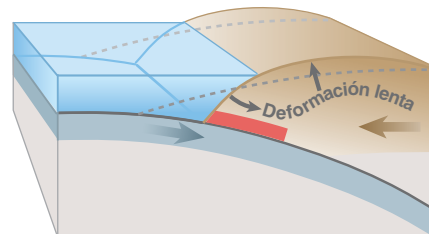


TSUNAMI: UNA SERIE DE OLAS O “TREN DE OLAS” USUALMENTE GENERADAS POR UN MOVIMIENTO SÍSMICO DEL FONDO MARINO



Corte vertical en una zona de subducción

Una “zona de subducción” se produce cuando una de las muchas placas tectónicas que conforman la corteza terrestre, desciende o “subduce” bajo una placa adyacente. Cuando las placas se desplazan repentinamente en un área donde se encontraban trabadas, ocurre un terremoto.



A. Entre terremotos

La zona trabada ocasiona que la placa superior se comprima por tensión. Esto produce que el borde frontal de la placa baje y que la parte posterior se abulte. Esta deformación demora décadas o siglos, incrementando la tensión con el paso del tiempo.

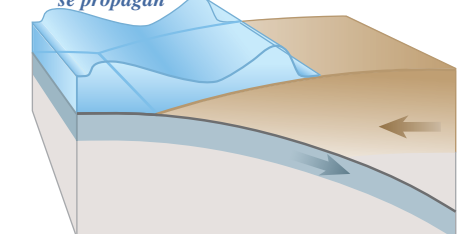
El tsunami comienza durante el terremoto



B. Durante un terremoto

Un terremoto en una zona de subducción ocurre cuando el borde frontal de la placa superior se libera por la tensión y empuja al mar que está sobre ella. Este levantamiento del piso marino genera el tsunami. Al mismo tiempo, el abultamiento detrás del borde frontal colapsa, adelgazando la placa y bajando las áreas costeras.

Las olas del tsunami se propagan



C. Minutos después

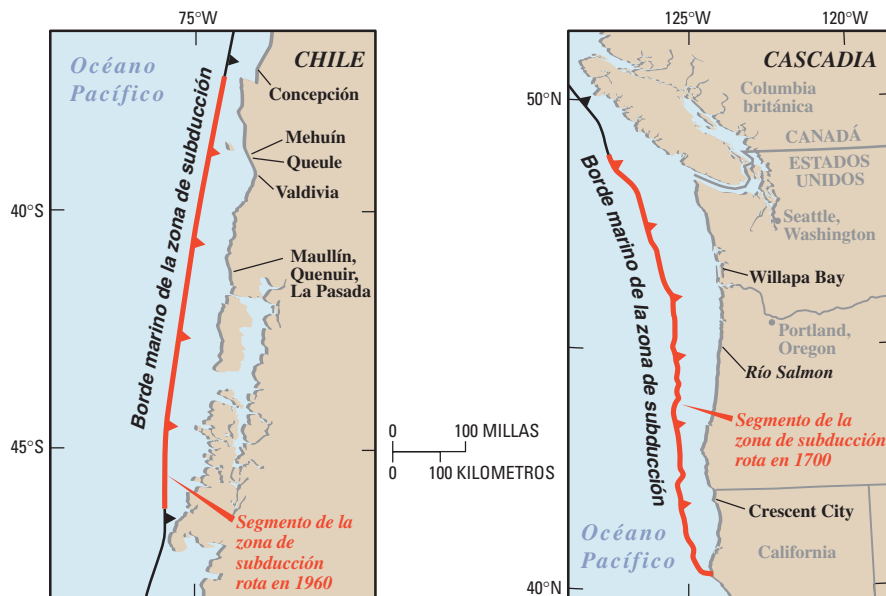
Una parte del tsunami se dirige a tierra, ganando altura a medida que se acerca a la costa. La otra parte cruza el océano hacia costas lejanas.

Tsunamis similares, estrategias similares de supervivencia

Como Chile, muchas otras áreas alrededor del mundo se localizan cerca de zonas de subducción, similares a la que produjo el terremoto y tsunami chileno de 1960. Una de estas áreas es Cascadia, que se localiza al sur de Columbia Británica, frente a los estados de Washington, Oregon y el norte de California.

Recientemente se ha descubierto que la zona de subducción de Cascadia, como la zona de subducción chilena, tiene un historial de terremotos que han generado tsunamis. El más reciente de estos terremotos, ocurrido en 1700, generó un tsunami que azotó a Japón con olas tan grandes como las del tsunami de 1960. Sin embargo, la Cascadia actual ha tenido poca experiencia con tsunamis y casi ninguna con tsunamis generados en sus cercanías. Debido a esto, las personas que habitan la zona de Cascadia necesitan buscar en otros lugares una guía de supervivencia frente a un tsunami.

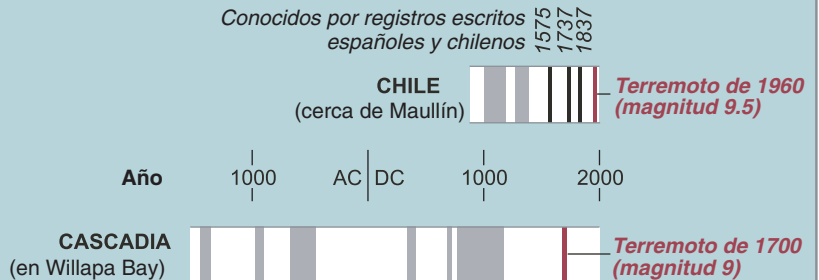
Quizás la lección más importante para la gente de Cascadia proviene del relato que se encuentra en la página siguiente. Muchas personas en Cascadia podrían pensar que “El grande”, es decir un terremoto de magnitud 9, los matará antes de verse afectados por el tsunami. Entonces, ¿para qué preocuparse por un tsunami? Según cuenta el relato, todas las personas del poblado de Maullín, Chile, sobrevivieron al mayor terremoto que se haya registrado. Las muertes en el área ocurrieron posteriormente, durante el tsunami que siguió al sismo.



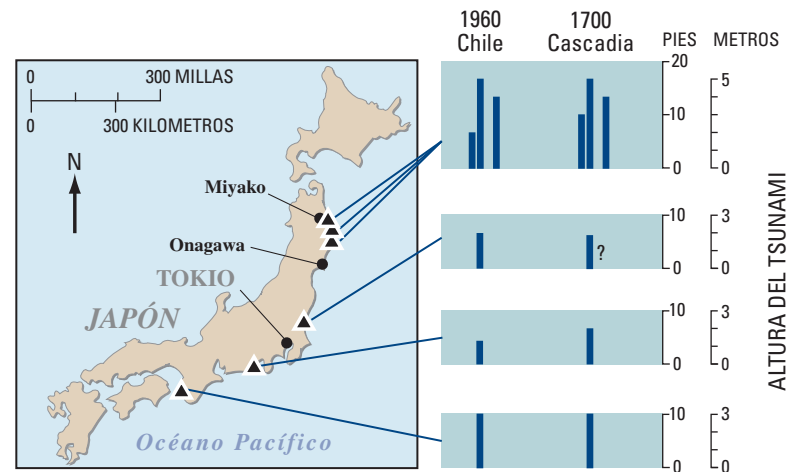
Tanto el terremoto chileno de 1960 como el de Cascadia de 1700 fueron causados por repentinatas rupturas de largos segmentos de zonas de subducción. Ambos sismos provocaron tsunamis que no sólo azotaron las áreas costeras aledañas, sino también causaron daños en costas tan lejanas como las de Japón.

HISTORIA DE TERREMOTOS

Bandas grises muestran grandes terremotos de fecha incierta, conocidos sólo mediante geología



Largos periodos entre tsunamis pueden borrar los recuerdos de cómo sobrevivirlos. El tsunami chileno de 1960 fue el primer gran tsunami en Valdivia y Maullín después de 1575. A excepción de leyendas indígenas, el recuerdo del tsunami de Cascadia se limita sólo a registros escritos en Japón.



Como lo muestran las alturas de las olas observadas en Japón, los terremotos en zonas de subducción de Chile y Cascadia han causado grandes tsunamis aun después de atravesar todo el Océano Pacífico.

Muchos sobrevivirán al terremoto

En áreas costeras, cercanas a zonas de subducción, incluso el mayor terremoto podría matar menos personas que el tsunami que viene después.

José Argomedo sobrevivió al terremoto chileno de 1960, el cual había confundido inicialmente con una guerra nuclear. El Sr. Argomedo, de 22 años y viviendo en una granja en las afueras de Maullín, Chile, había escuchado en su radio las últimas noticias internacionales. A inicios de mayo de 1960, las novedades más importantes estaban relacionadas a la tensión entre Estados Unidos y la Unión Soviética; un misil soviético había derribado a un avión espía norteamericano.

El 18 de mayo el líder soviético Nikita Kruchev sugirió tratar a Estados Unidos

como a un gato que había robado crema: “¿No sería mejor tomar a los agresores americanos por el cogote también y darles una pequeña sacudida?”.

Pocos días después, en la tarde del 22 de mayo, mientras montaba su caballo, el Sr. Argomedo sintió algo más que una pequeña sacudida. Debido a que el suelo se estremeció por algunos minutos, bajó de su caballo. El Sr. Argomedo pensó que la “Guerra Fría” se había tornado “caliente”. Sin embargo, como todas las demás personas del área de Maullín, Quenuir y La Pasada (véase foto, p. 14),

en realidad, él había sobrevivido al mayor terremoto que se ha registrado en toda la historia, con una magnitud de 9.5.

El Sr. Argomedo se mantuvo en un lugar alto durante las horas que siguieron al terremoto. Sin embargo, muchos otros residentes del área no lo hicieron, y 122 personas murieron debido al tsunami resultante.

Muchas casas de Maullín, Chile, resistieron el terremoto chileno, magnitud 9.5, del 22 de mayo de 1960. El tsunami resultante causó la mayor parte de los daños mostrados en esta fotografía, tomada entre el 23 de mayo y el 3 de junio de 1960.



Preste atención a los avisos de la naturaleza

Un terremoto, así como cambios bruscos en el nivel de las aguas costeras podrían servir como avisos de que un tsunami se aproxima.

El domingo, 22 de mayo, en Queule (véase mapa, p. 3), Jovita Riquelme y su hija de cinco años, Vitalia, fueron a misa. Durante la liturgia, el sacerdote habló de terremotos, pues el día anterior había ocurrido una serie de sismos, de hasta magnitud 8, 200 km más al norte.

Más tarde, ese domingo, el sismo principal de magnitud 9.5 del terremoto chileno de 1960 estremeció a la región. Después del movimiento telúrico, muchos habitantes de Queule decidieron dirigirse

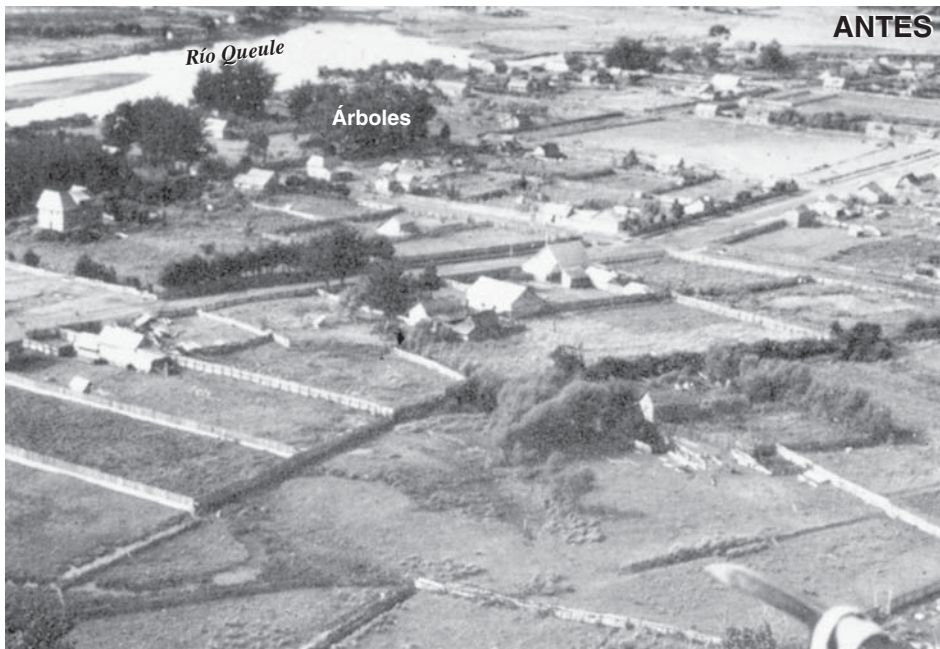
a las colinas cercanas. Basándose en sus historias no es posible saber por qué decidieron hacer esto, ya que sus únicos avisos de alarma fueron los minutos de sacudida, o quizás, los cambios en el nivel del Río Queule o en el cercano Océano Pacífico (véase también historias en pp. 8, 10 y 11).

Tener en cuenta los avisos de la naturaleza, moviéndose a tierras altas, probablemente salvó cientos de vidas en Queule. Sin embargo, la familia de la Sra.

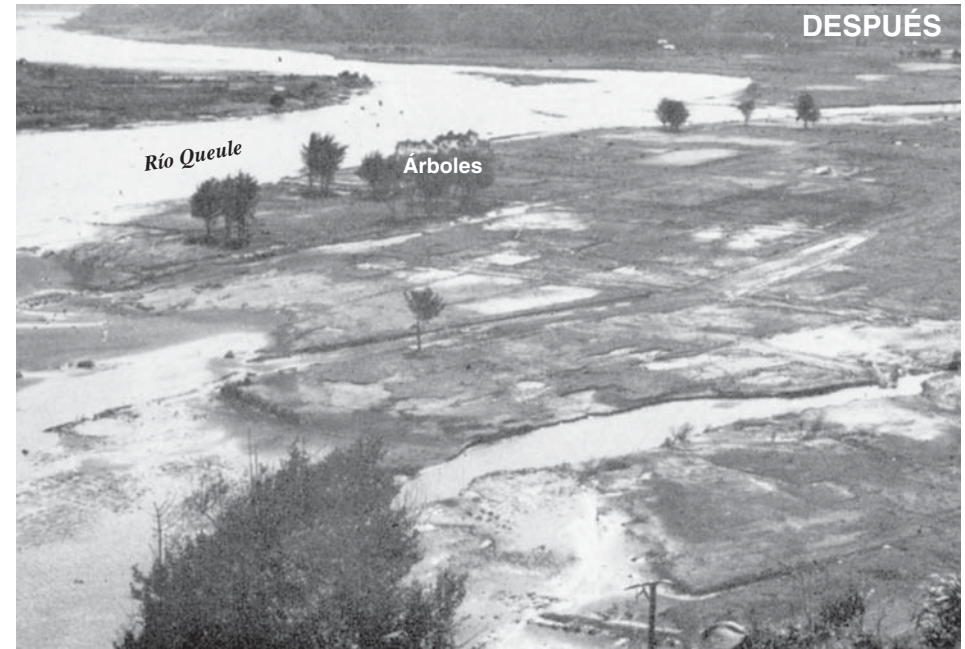
Riquelme se mantuvo en su casa, ubicada en un sector bajo, cerca del Río Queule. El tsunami que siguió al terremoto sorprendió a la familia en su hogar. Durante la confusión causada por las olas, la Sra. Riquelme perdió a su hija, y su esposo sufrió heridas de gravedad que más tarde le causaron la muerte. El cuerpo de la niña fue encontrado 3 días después de ocurrido el tsunami.

No muy lejos de Queule, Vitalia Llanquimán vivía en las afueras del poblado de

Mehuín. Casi inmediatamente después de que el sismo cesara, un hombre montado a caballo le informó que el mar había retrocedido. En un primer momento, la Sra. Llanquimán no se alarmó por la noticia, pero su esposo tomó este hecho como un aviso de que el mar, al retroceder, podía inundar repentinamente la zona. Llevando a sus dos hijos menores, la pareja se dirigió rápidamente a una colina cercana, donde permanecieron a salvo durante el tsunami.



Aunque a más de un kilómetro de distancia del mar, la mayor parte de Queule, Chile, fue arrasada por el tsunami que siguió al terremoto chileno de 1960. Muchos de los residentes del pueblo huyeron hacia un sector alto poco después del terremoto; sin embargo, Jovita Riquelme perdió a su hija y marido por el tsunami debido a que la familia permaneció en su casa, en un



sector bajo cerca del Río Queule. Basándose en la altura de los desechos dejados por las olas sobre los árboles que resistieron al tsunami, Wolfgang Weischet, entonces geógrafo de la Universidad Austral de Chile, estimó que el agua alcanzó los 4 metros de altura en Queule. El Sr. Weischet fotografió el pueblo antes y después del tsunami.

Preste atención a los avisos oficiales

Asegúrese, aun si los avisos parecieran ambiguos o usted piense que el peligro ha pasado.

El 22 de mayo de 1960 hubo mucho tiempo para la evacuación de Hilo, Hawai, mientras el tsunami chileno cruzaba el Océano Pacífico. A las 6:47 p.m., hora hawaiana, el Servicio Nacional de Costas y Geodesia de los Estados Unidos (U.S. Coast and Geodetic Survey), emitió un aviso oficial de que las olas alcanzarían Hilo cerca de la medianoche. Alrededor de las 8:30 p.m. sonaron las sirenas de Hilo y continuaron haciéndolo intermitentemente cada 20 minutos.

Cuando la primera ola, menor a un metro de altura, llegó después de medianoche a Hilo, todavía permanecían cientos de personas en sus casas en terrenos bajos. Otras,

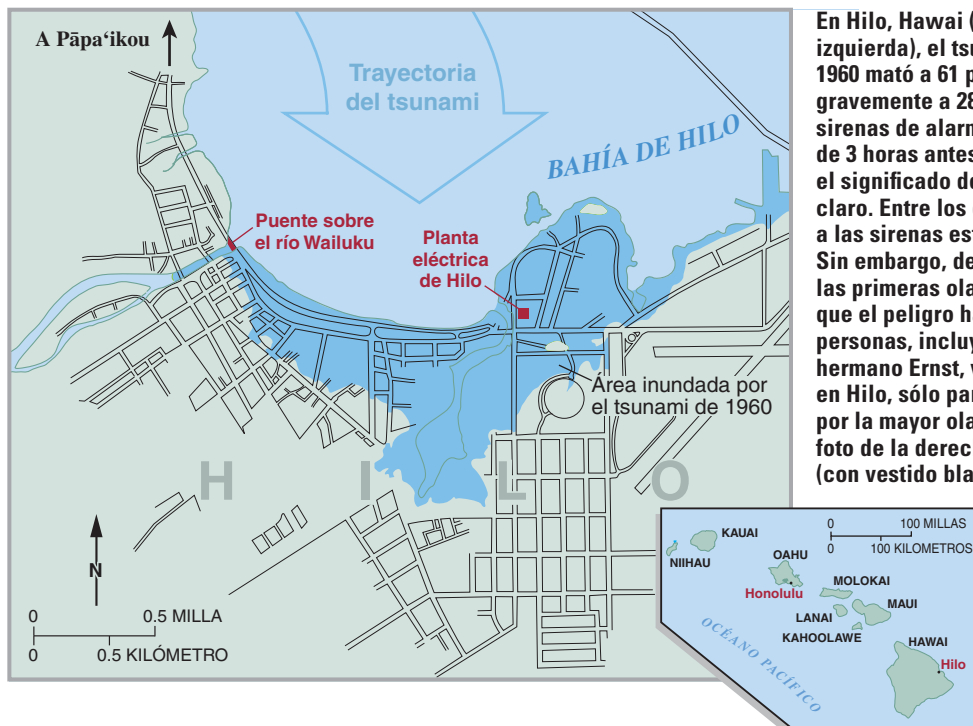
pensando que el peligro había pasado, retornaron a la ciudad antes de que llegara la ola más alta del tsunami, a la 1:04 a.m. del 23 de mayo (véase diagrama en p. 7). Una de estas personas que regresaron demasiado pronto fue Carol Brown, de 16 años.

Carol estaba en casa de su familia, ubicada en terrenos bajos, cuando las sirenas sonaron. Sus padres se llevaron los bienes más valiosos a la casa de un pariente en Papa'ikou, a pocos kilómetros al noroeste de Hilo, mientras Carol y su hermano Ernest fueron a ver a una sobrina que estaba como niñera en las afueras de la ciudad.

Más tarde, Carol y Ernest volvieron a Hilo después de escuchar en la radio que

las olas del tsunami habían llegado y que tenían menos de un metro de altura. En el camino de regreso, encontraron a un policía que les dijo que el peligro había pasado, por lo que se encaminaron a la casa de una hermana, localizada también en los sectores bajos de la ciudad. Alrededor de la 1:00 a.m. comenzaron a escuchar un ruido retumbante que se fué haciendo más estrepitoso, acompañándose por sonidos de golpes y crujidos. Momentos después una pared de agua golpeó la casa, la cual quedó flotando al ser arrancada de sus cimientos. Cuando la casa se encontró nuevamente sobre el suelo, Hilo se encontraba a oscuras, pues la planta eléctrica había sido arrasada por la misma ola.

Carol y su familia sobrevivieron al tsunami chileno de 1960 sin daños graves. Sin embargo, 61 personas murieron y otras 282 fueron gravemente heridas en Hilo. Estas pérdidas ocurrieron, en parte, porque las sirenas de alarma en la tarde del 22 de mayo de 1960 fueron interpretadas de modos diferentes por los habitantes de la ciudad. Aunque casi todos escucharon las sirenas, sólo un tercio pensó que se trataba de una señal de evacuación. La mayoría supuso que era un aviso preliminar, al que más tarde le seguiría una señal real de evacuación. Otros estaban inseguros de que tan seriamente debían tomar la señal de alarma, debido a que las señales anteriores habían sido seguidas por tsunamis de poca magnitud.



En Hilo, Hawai (ver mapa a la izquierda), el tsunami chileno de 1960 mató a 61 personas e hirió gravemente a 282. Aunque las sirenas de alarma sonaron por más de 3 horas antes de la primera ola, el significado de la señal no fue claro. Entre los que respondieron a las sirenas estaba Carol Brown. Sin embargo, después de oír que las primeras olas fueron pequeñas y que el peligro había pasado, muchas personas, incluyendo a Carol y a su hermano Ernst, volvieron a sus casas en Hilo, sólo para ser capturados por la mayor ola del tsunami. La foto de la derecha muestra a Carol (con vestido blanco) y miembros de su familia en Papa'ikou poco después del tsunami de 1960.



Se generarán muchas olas

La siguiente ola podría ser mayor y el tsunami podría durar horas.

Un poco después de las 10 p.m. del 22 de mayo de 1960, el sismólogo Jerry Eaton y cuatro compañeros, se reunieron en el Observatorio Hawaiano de Vulcanología (U.S. Geological Survey) en Hawai. Reunieron cámaras, libretas de notas, linternas y cintas de medir, apilándolos dentro de una camioneta para realizar un descenso de unos 50 km hacia Hilo. Allí pretendían medir el tsunami chileno de 1960, que se esperaba para cerca de la medianoche.

El grupo tenía buenas razones para medir este tsunami. Hawai había sido afectado anteriormente por tsunamis mortales, incluyendo a los chilenos de 1837

y 1877, y uno de las islas Aleutianas de 1946, que sólo en Hilo mató a 98 personas. Mediciones de tsunamis pasados son comúnmente usadas para ayudar a identificar áreas de riesgo ante futuros tsunamis. Anteriormente, en Hawai se habían medido tsunamis provenientes de las islas Aleutianas, pero se sabía muy poco acerca de la altura de los tsunamis chilenos.

Al llegar a Hilo, el grupo del Sr. Eaton se detuvo a explicar sus planes a la policía y continuó su camino hacia el puente sobre el río Wailuku, en la costa de la bahía de Hilo (véase mapa en la página opuesta). Ellos sabían que el tsunami aleutiano de 1946 había destruido aquel puente. El

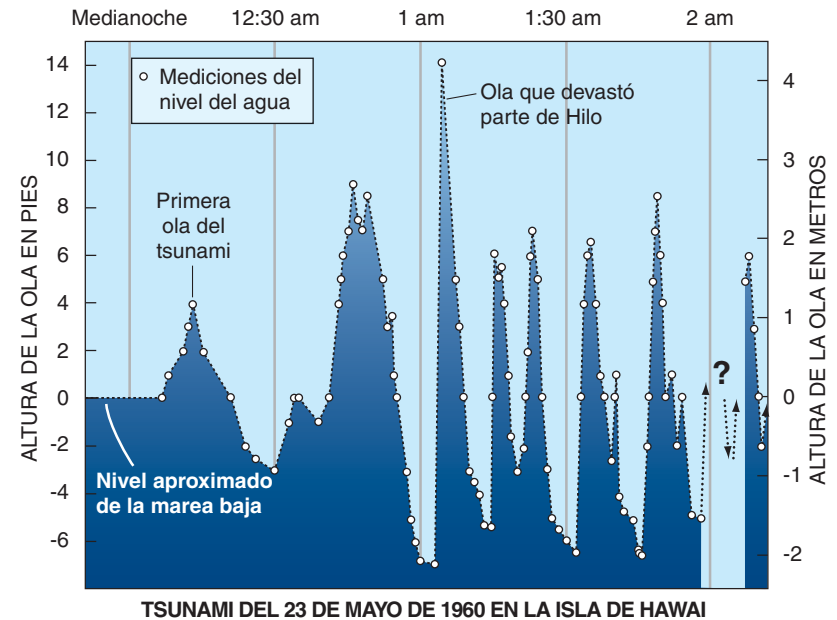
grupo instaló un puesto de observación sobre el nuevo puente y comenzaron a medir el nivel del agua bajo éste. Previendo el peligro, planificaron su propia ruta de evacuación terreno arriba.

Poco después de la medianoche, el agua bajo el puente subió 1.2 m sobre lo normal; la primera ola del tsunami había llegado. A las 12:46 a.m., la segunda ola pasó bajo el puente a un nivel de 2.7 m por encima de lo normal. Alrededor de la 1:00 a.m., el agua descendió 2.1 m por debajo de lo normal. El Sr. Eaton recuerda que sintieron un ruido amenazador, un débil retumbar, como un tren distante que venía de la oscuridad del interior de la bahía. Dos minutos después

vieron el origen del ruido; las tenues luces de Hilo iluminaban el acercamiento de una gigantesca muralla de agua rodando. La ola ganaba altura a medida que se acercaba a la ciudad, y el ruido se volvió ensordecedor.

Cerca de la 1:04 a.m., el grupo sobre el puente se percató que debían correr hacia el sector alto. Volteándose, observaron cómo el frente casi vertical, de una ola de 6 m golpeaba el puente proyectando el agua a gran altura. Después de esa ola y suponiendo que era seguro volver, el Sr. Eaton y sus compañeros retornaron al puente y continuaron registrando el nivel del agua durante algunas más olas del tsunami (véase diagrama inferior).

El reloj del pueblo de Waiākea, un suburbio de Hilo, se detuvo a la 1:04 a.m. cuando Hawai fue azotada por la mayor ola del tsunami chileno de 1960. Hoy el reloj, que aún marca esa hora, es un monumento al tsunami de 1960 (véase fotografía en el recuadro).



El terremoto chileno de 1960 produjo una serie de olas que cruzaron el Océano Pacífico. Esta gráfica muestra las mensuras del nivel del agua bajo el puente del río Wailuku, realizadas por el sismólogo Jerry Eaton y sus compañeros durante las primeras horas del tsunami en Hilo, Hawai.

Diríjase a un sitio alto y permanezca allí

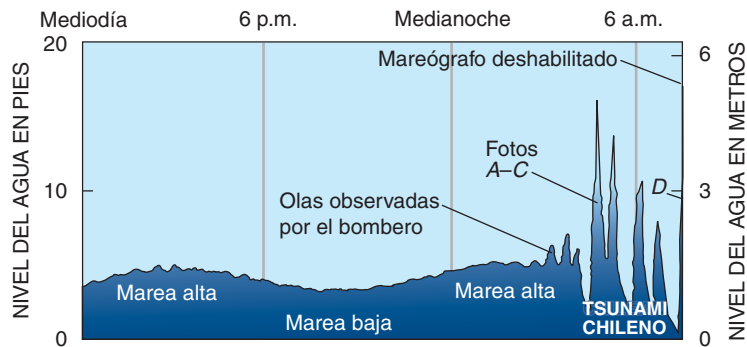
Vaya hacia una colina o al menos aléjese de la costa.

Durante el tsunami chileno de 1960, refugiarse en lugares altos y esperar allí salvó muchas vidas, no sólo en Chile, sino también en Onagawa, Japón (véase mapa p. 3). En este poblado, las destructivas olas, algunas de las cuales transportaron arietes de madera, alcanzaron alturas de hasta 4 metros. Tales olas continuaron llegando por algunas horas. En otras localidades de Japón, el tsunami mató a 138 personas; pero

en Onagawa nadie murió, probablemente debido a que muchos de sus habitantes se dirigieron a sectores altos. Algunos alcanzaron a subir cerca de las 4:40 a.m., justo cuando la primera gran ola entraba en el pueblo. Ellos habían sido alertados por el bombero Kimura Kunio. Temprano en la madrugada el Sr. Kimura había notado un movimiento inusual del agua en la bahía aledaña al pueblo.



Endō Fukei (a la izquierda, en 1999) recuerda la alarma dada por el bombero que hizo que los habitantes de Onagawa, Japón, se trasladaran a un sector alto cuando el tsunami chileno de 1960 llegaba a la bahía del pueblo. Algunos residentes se refugiaron sobre una colina cuando la primera gran ola entraba al pueblo (fotos A-C, a la derecha). Casi 3 horas más tarde, la multitud aún permanecía en la colina cuando otra ola llegaba (D). Las olas mostradas en las fotografías fueron registradas por un mareógrafo en la bahía de Onagawa (véase gráfica abajo).



Registro de mareógrafo para los días 23 y 24 de mayo de 1960, en Onagawa, Japón.





En Miyako, Japón, al norte de Onagawa (véase mapa p. 3), la gente fue a terrenos altos para escapar del tsunami de Cascadia en el año 1700 (véanse pp. 3, 15 y 16). Su huida fue registrada en este libro gubernamental de 1700. Los reportes también indican que en Miyako el tsunami destruyó 13 casas, generó un incendio que destruyó otras 20 y ocasionó que las autoridades repartieran arroz a 159 personas. A la derecha, el carácter para “tierras altas” que aparece en los registros sobre el tsunami de 1700.



Los habitantes de Miyako, Japón, también se trasladaron a terrenos altos para escapar el tsunami chileno de 1960. Takanohashi Gō (a la derecha), frente al almacén de su familia en 1999, recuerda el tsunami de 1960 junto al bombero Yamazaki Toshio. Cuando asistía a la escuela secundaria, el Sr. Takanohashi corrió colina arriba escapando de las olas del tsunami cuando éstas se acercaron al tienda.

Abandone sus pertenencias

Salve su vida, no sus posesiones.

Como todos en Maullín, Chile, Ramón Atala sobrevivió al terremoto de 1960. Sin embargo, perdió su vida mientras trataba de salvar alguna pertenencia del tsunami que siguió.

El Sr. Atala fue el comerciante más próspero de Maullín. A las afueras del pueblo poseía un establo y una plantación de pinos Monterrey. En el pueblo, era dueño de un embarcadero y de al menos una gran construcción. Su oficina personal se encontraba en un almacén del embarcadero.

Según Nabih Soza, un colega comerciante, el Sr. Atala entró a su almacén entre la primera y la segunda ola del tsunami que azotó a Maullín. Probablemente, el Sr. Atala se encontraba encerrado en el almacén

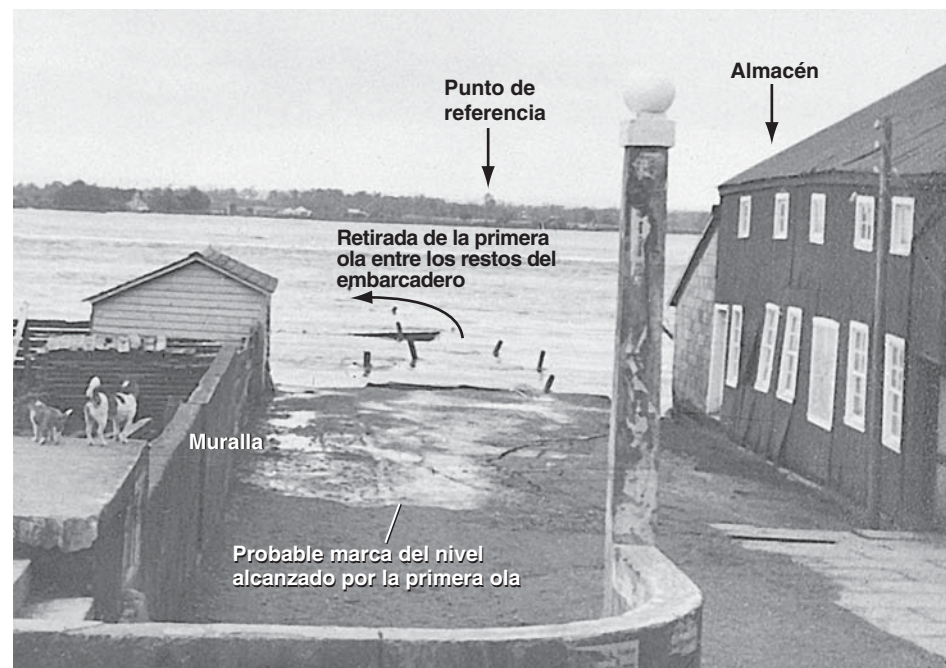
cuando la segunda ola arrastró de un golpe la edificación. Su hijo, Eduardo, recuerda que su padre se encontraba en la lista de desaparecidos y que su cuerpo jamás fue encontrado.

Algunos residentes del pueblo cuentan que el Sr. Atala fue retenido brevemente por su esposa fuera del almacén, agarrándolo del pelo antes de liberarse. Muchos en el pueblo han creado una moraleja basados en esta historia, diciendo que el comerciante entró al almacén en busca de su dinero.

Aun cuando el Sr. Atala se convertía en víctima del tsunami, su establo, ubicado en las afueras de Maullín, sirvió como refugio para unas 20 personas, salvando sus vidas del tsunami (véase relato de la p.12).



Nabih Soza, en su tienda hacia 1989, recuerda a Ramón Atala, un colega comerciante en Maullín, Chile. El Sr. Atala entró a su almacén entre la primera y la segunda ola del tsunami chileno de 1960. Las fotografías tomadas durante el tsunami muestran el almacén cuando la primera ola retrocedía (arriba) y una vista similar después de que la segunda ola arrasó el almacén (abajo).



No cuente con vías transitables

Cuando esté huyendo de un tsunami causado por un terremoto cercano, podría encontrar los caminos destruidos o bloqueados.

Minutos después del terremoto chileno de 1960, René Maldonado cabalgó por el camino que conduce a Maullín, Chile (véase localización en la foto de la p. 14). Durante su viaje, el caballo del Sr. Maldonado debió saltar grietas recientemente formadas en el camino. La averiada vía fue pronto cortada por las olas del tsunami que siguió al terremoto, dejando canales demasiado anchos incluso para saltarlos a caballo.

No todos los que trataron de huir del terremoto y del tsunami, fueron tan afortunados como el Sr. Maldonado. Las vías de escape de algunos de ellos se vieron seriamente afectadas por las olas del tsunami (véase relato en la p. 12).

Los movimientos sísmicos del terremoto de 1960 no solo dañaron los caminos, sino también causaron deslizamientos de tierra. Además de bloquear los caminos, estos deslizamientos represaron las aguas del Río San Pedro, en la pre-cordillera Andina a unos 65 kilómetros al este de la ciudad de Valdivia, Chile. Más tarde, el colapso de la represa improvisada liberó grandes cantidades de agua que inundaron las partes bajas de la ciudad (véase mapa p. 3).

El terremoto chileno de 1960 agrietó un camino cercano a Maullín, Chile, utilizado minutos después por René Maldonado. Posteriormente, el camino fue cortado completamente por las olas del tsunami generado por el sismo. A la izquierda, en 1989, el Sr. Maldonado posa montado a caballo frente a su casa de 1960. Abajo, fotografía de 1960 que muestra cómo quedó una de las principales calles de Valdivia, Chile, que fue destruida cuando la sacudida del terremoto hizo que el suelo se deslizara hacia el río adyacente.



Suba a un piso superior o al techo de una edificación

Sólo si está atrapado o incapacitado de dirigirse a un sector alto, suba a un nivel superior o al techo de una edificación firme.

La familia de José Navarro, que se encontraba laborando los terrenos bajos de una península cerca de Maullín, Chile, tenían sólo una ruta rápida hacia un sector alto después del terremoto de 1960. Se trataba de un camino de tierra hacia el este, que atravesaba un puente sobre un estero mareal, y llegaba a las tierras altas de Chuyaquén. Aún cuando una vecina huyó rápidamente por esta vía, la familia Navarro permaneció en su hogar (véase foto a la derecha).

Pocos minutos después del terremoto, la familia Navarro vió retroceder el agua.

Nunca antes habían visto tan expuesto el fondo del río. En ese momento se aproximaba la primera ola del tsunami que siguió al sismo. Sin embargo, aún se mantenía fuera de su campo visual hacia el oeste. (véanse localizaciones en foto, p. 14).

Sólo al ver una pequeña pared de agua, a un kilómetro de distancia, la familia Navarro emprendió la huida a tierras altas. La familia necesitaba recorrer más de 500 metros para llegar hasta el puente que había atravesado su vecina anteriormente. Abarcar esta distancia fue imposible; sólo

podieron observar cómo la primera ola del tsunami destruía el puente.

Cuando la primera ola retrocedía, buscaron algo a que subirse. Nada cercano superaba al metro de altura, a excepción de sus manzanos plantados hacia 9 años y una hilera de cipreses. Sin embargo, a más de un kilómetro de distancia hacia el sur, existía un establo. Ésta era una de las propiedades de Ramón Atala, quien poco después fue arrastrado por la segunda ola en Maullín (véase historia, p. 10).

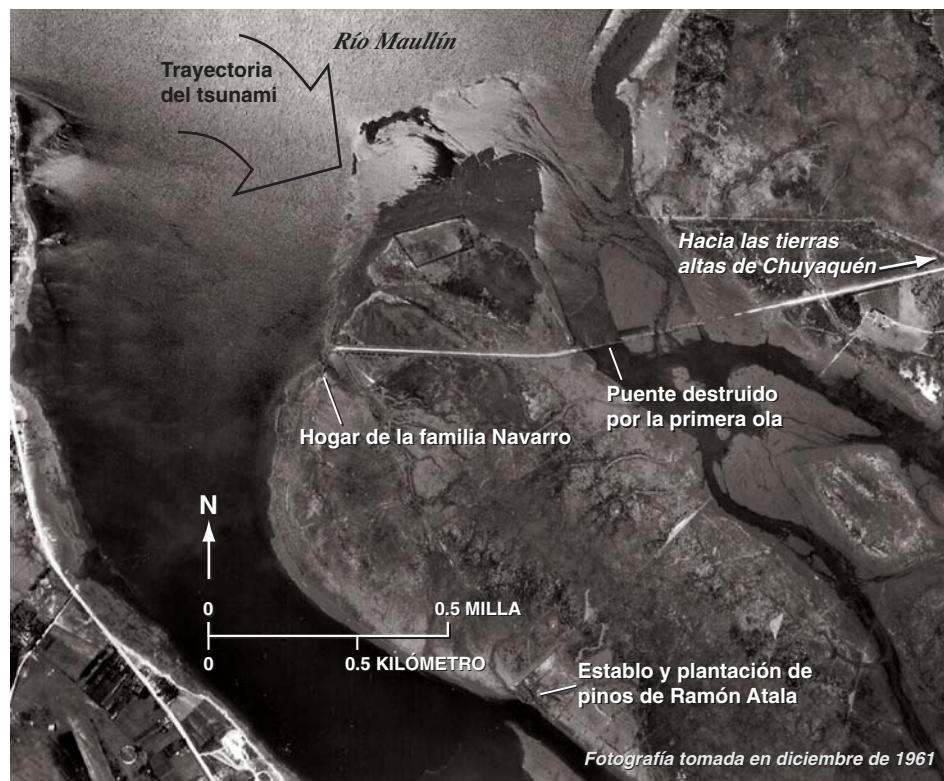
Aunque su esposa e hijos se dirigieron hacia el establo, el Sr. Navarro no fue con

ellos. Pensó que podría salvar algunas cosas del hogar. No obstante, cuando escuchó gritos provenientes desde Maullín, los interpretó como un aviso de la segunda ola, por lo que huyó directamente hacia el establo.

La segunda ola, la más grande del tsunami, alcanzó al establo justo cuando el Sr. Navarro se unió allí a su familia. Junto a otras 14 personas, la familia Navarro pasó toda la noche en el ático del establo del Sr. Atala, a salvo sobre las torrentosas aguas del tsunami.



El matrimonio Navarro y una hija posan para una fotografía tomada en 1989 frente a su nueva casa, esta vez ubicada en un sector alto cerca de Maullín, Chile. El tsunami chileno de 1960 destruyó su anterior hogar, localizado en las tierras bajas de un estero mareal. La foto de la derecha muestra los puntos de referencia en su huida hacia un lugar seguro durante las dos primeras olas del tsunami.



Suba a un árbol

Como último recurso, si está atrapado en un sector bajo, suba a un árbol resistente.

Al menos una docena de personas cerca de Maullín, Chile, sobrevivió al tsunami chileno de 1960 subiéndose a árboles (véanse ubicaciones en p. 14). Sin embargo, otras perecieron cuando los árboles que habían trepado fueron derribados por el tsunami (véase relato en la p. 14).

Ramón Ramírez, con 15 años de edad cuando ocurrió el tsunami, sobrevivió al subir por entre las ramas de un ciprés ubicado en un llano al oeste de Maullín (foto a la derecha). Mientras el Sr. Ramírez estaba a salvo sobre el árbol, las aguas del tsunami se arremolinaban en torno a éste. El agua subió casi 5 metros sobre el nivel del mar y llegaron a cubrir un par de metros de la base del ciprés.

En las cercanías de Quenuir, en la desembocadura del Río Maullín, Estalino

Hernández subió a un árbol arrayán para escapar de las olas. Mientras trepaba el árbol, las aguas del tsunami llegaron hasta su cintura. No lejos de allí, el nivel de las turbulentas aguas subió casi 10 metros sobre el nivel del mar. Aunque el Sr. Hernández sobrevivió al tsunami, perdió a su hijo de 13 años. Quenuir tuvo otras 104 víctimas, la mayoría de las cuales trató de huir del terremoto tomando sus botes, siendo alcanzados por la primera ola del tsunami.

Tierra adentro de Quenuir, María Vera, que estaba embarazada, subió junto a otras ocho personas a un árbol localizado en una planicie al norte del Río Maullín (foto inferior). Durante la noche, las marejadas del tsunami pasaban bajo ellos, escarbando los arenosos suelos del sector.



María Vera, embarazada y a un kilómetro del sector alto más cercano, escapó del tsunami chileno de 1960 subiendo a un árbol en las cercanías de Quenuir, Chile. Ramón Ramírez (a la derecha, en 1989) junto al ciprés en que estuvo a salvo mientras las turbulentas aguas del tsunami se arremolinaban en su base.



Suba a algo que flote

Si lo alcanza un tsunami, busque algo para usar como balsa.

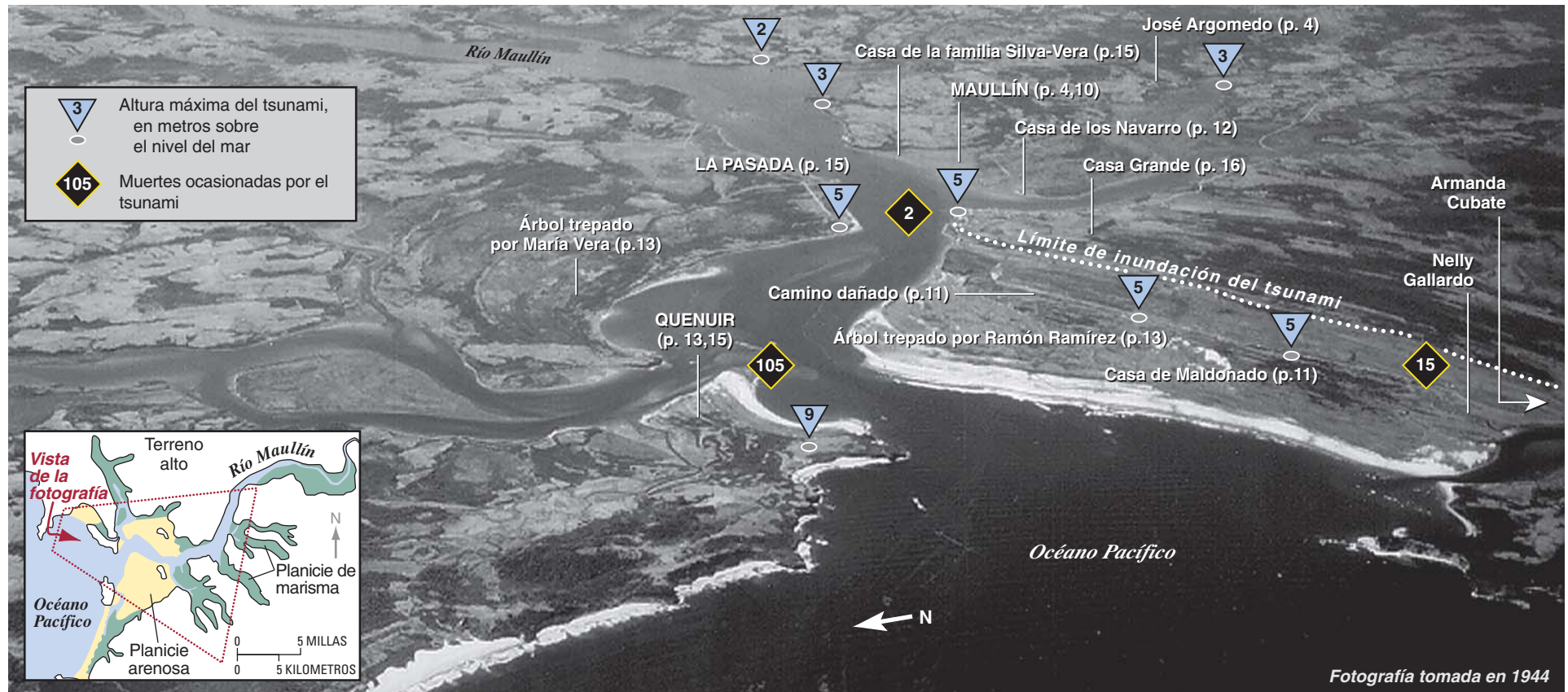
Madera flotante salvó a Nelly Gallardo durante el tsunami de 1960. El terremoto que lo causó ocurrió cuando ella estaba cerca de la costa occidental de Maullín, Chile. Poco después del sismo, la Sra. Gallardo se dirigió tierra adentro, siempre sobre terrenos bajos, donde las aguas de la primera ola alcanzaron a sus rodillas. Devolviéndose hacia la costa, para revisar su casa, pronto se encontró con la segunda ola, que la dejó semiaturdida y que por su turbulencia le impedía nadar.

Lo siguiente que la Sra. Gallardo recuerda es flotar sobre un poste. Se trataba de una viga de madera, del tipo utilizado para atar caballos, y ella intentaba mantenerse equilibrada cabalgándolo. Después de unas horas, al atardecer, las corrientes llevaron al poste y a su jinete a la copa de un arrayán semihundido. Las ramas del árbol sostuvieron a la Sra. Gallardo y a otras dos personas durante toda la noche.

Mientras esto le sucedía a la Sra. Gallardo, el techo de su casa servía de balsa

salvavidas para Armanda Cubate, Nelson, su sobrino de 4 años, y para otras 5 personas. Esta casa, construida en un sector bajo al oeste de Maullín, resistió el terremoto y las dos primeras olas del tsunami, pero fue arrastrada finalmente por la tercera ola. Esta ola también derribó el árbol al que había subido el padre de Armanda Cubate para escapar del tsunami. Él y su esposa perecieron ahogados durante el tsunami. Más tarde, los sobrevivientes sobre el techo recuperaron el cuerpo de la señora flotando en el agua.

Como lo muestra esta foto de 1944 de la desembocadura del Río Maullín, Chile, el tsunami chileno de 1960 inundó 3 kilómetros tierra adentro desde la playa que está en primer plano a la derecha. En la mayor parte de esta área inundada, el tsunami alcanzó una altura de 4.5 metros sobre el nivel del mar. Tras ser alcanzadas por el tsunami, Nelly Gallardo flotó por algunas horas sobre un poste de madera y Armanda Cubate flotó sobre el techo de una casa (véase extrema derecha de la foto). Ellas sobrevivieron al tsunami, pero otras 15 personas que se encontraban cerca perecieron.



Las olas dejarán diferentes tipos de desechos

Un tsunami puede dejar arena, restos de casas y cuerpos humanos

“El maremoto fue tan grande que hasta los muertos sacó de sus tumbas”. Esto suelen decir los habitantes de Quenuir, Chile, un poblado en la desembocadura del Río Maullín (fotografía p. 14), cuando se refieren al tsunami de 1960. En Quenuir, el tsunami mató a 105 personas, un cuarto de su población total. Además de sus víctimas, el pueblo también perdió a muchos de sus muertos. El cementerio del poblado se hallaba en un terreno arenoso que el tsunami arrasó completamente. Los escombros del cementerio fueron transportados hasta 5 kilómetros río arriba. Allí, cerca de La

Pasada, Tulio Ruiz encontró cruces y un ataúd completo.

El tsunami también depositó arena en los sectores ribereños del río Maullín, parte de ella sobre las tierras de Juan Vera. Él y su esposa, María Silva, vivían en un sector bajo, a más de 2 kilómetros al este de Maullín. El terremoto sorprendió a la Sra. Silva en casa mientras su esposo se encontraba en el sector alto cercano. Su hogar fue destruido, pero la Sra. Silva pudo escapar y reunirse con su esposo en un lugar seguro. Juntos vieron cómo el tsunami inundaba su terreno y se llevaba los restos de su casa. Al día siguiente, el

Sr. Vera encontró que una capa de arena de varios centímetros de espesor cubría gran parte de su terreno.

Muchas casas de la costa fueron arrastradas tierra adentro por el tsunami de 1960. Después de huir hacia un sector alto en las cercanías de Queule, Filiberto Henríquez vio cómo algunas casas del pueblo se alejaban flotando. Recuerda que algunas de éstas, todavía con sus chimeneas humeantes, parecían barcos. Algunos escombros de casas fueron trasladados hasta casi dos kilómetros río arriba de Queule (de acuerdo con un informe suministrado por Wolfgang

Weischet; véase p.5). Sin embargo, la casa de Margarita Liempí fue depositada intacta; incluso los vasos de vidrio no se quebraron.

En Mehuín, cerca de Queule, Jacinto Reyes ayudó a sepultar algunas de las víctimas del tsunami. Entre ellas, se encontraban los padres de dos niñas que fueron halladas algo rasguñadas entre unos matorrales. No todos los cuerpos fueron encontrados de inmediato; casi 10 días después de la catástrofe, el Sr. Reyes descubrió cuerpos semi-enterrados en la arena, los cuales estaban siendo comidos por pájaros.

El tsunami chileno de 1960 depositó una capa de arena sobre parte de las tierras de Juan Vera, cerca de Maullín, Chile. Cuando esta fotografía fue tomada en 1989, la capa de arena aún era visible en la orilla de un estero mareal (foto superior derecha). Una capa similar del tsunami de Cascadia de 1700 cubre los restos de un campamento de pescadores indígenas en la ribera del Río Salmon en Oregon (foto inferior derecha; véase localización en p. 3).



El sismo hará bajar las áreas costeras

Un gran terremoto puede hacer que los sectores costeros bajen su nivel, permitiendo que las mareas los inunden.

El terremoto chileno de 1960 no sólo produjo el tsunami que mató a Ramón Atala (véase relato p. 10), sino que también aniquiló sus plantaciones de pino convirtiendo sus terrenos en marismas (véase foto a la derecha). La plantación se encontraba en un sector bajo, alrededor del establo del Sr. Atala (véase relato p. 12). Durante el terremoto, todo el sector se hundió. Debido a que las mareas comenzaron a inundar la plantación, el suelo llegó a ser demasiado húmedo y salino como para que los árboles pudieran sobrevivir.

Lo que sucedió en la plantación del Sr. Atala, sucedió en muchos otros lugares de la costa del sur de Chile. El movimiento tectónico generado por el terremoto de 1960 produjo que algunos sectores bajaran hasta 2.5 metros. (véase diagrama B, p. 2). El mar comenzó a cubrir praderas, granjas y bosques.

En Cascadia, después del terremoto de 1700 (véanse pp. 3 y 15), algunas áreas costeras también bajaron de nivel y quedaron cubiertas de agua. Estas áreas incluyeron el campo de pescadores indígenas mostrado en la página 15. Después del

terremoto y tsunami de 1700, este campo se convirtió en una marisma.

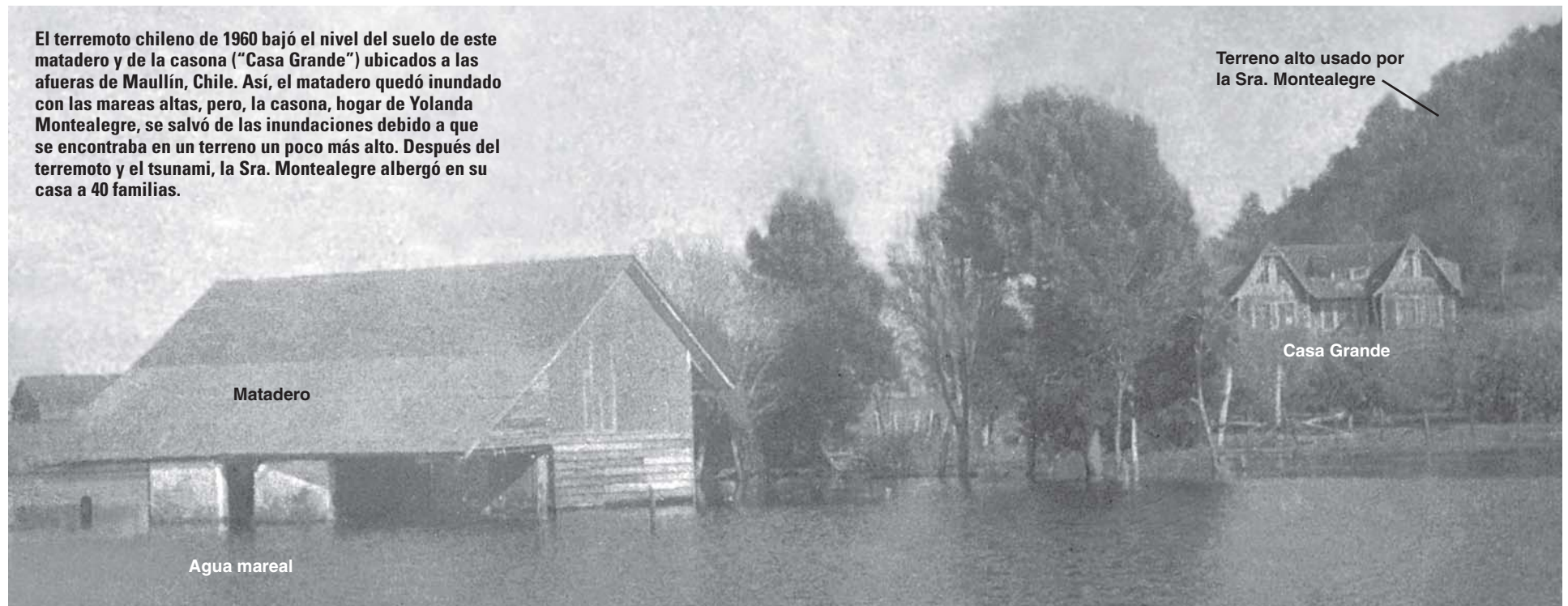


Espere compañía

Albergue a sus vecinos.

Durante algunas semanas, después del terremoto y el tsunami de 1960, Yolanda Montealegre albergó a 40 familias en “Casa Grande”, una antigua casona ubicada en las afueras de Maullín, Chile (véase localización en fotografía de la p. 14). La Sra. Montealegre huyó de su casa minutos después del terremoto; desde un sector alto observó la llegada de la segunda ola del tsunami que siguió al sismo. A la mañana siguiente encontró su casa en buenas condiciones y seca. Las familias que albergó fueron parte del millón de chilenos que quedaron sin hogar después del terremoto y tsunami.

El terremoto chileno de 1960 bajó el nivel del suelo de este matadero y de la casona (“Casa Grande”) ubicados a las afueras de Maullín, Chile. Así, el matadero quedó inundado con las mareas altas, pero, la casona, hogar de Yolanda Montealegre, se salvó de las inundaciones debido a que se encontraba en un terreno un poco más alto. Después del terremoto y el tsunami, la Sra. Montealegre albergó en su casa a 40 familias.



Créditos y fuentes

Personas entrevistadas

[Listadas alfabéticamente por el primer apellido. Los números indican la edad en el año 1960; no se indica edad si no fue registrada. Nombres en negritas indican a las personas mencionadas en este folleto o que aparecen en alguna fotografía.]

Maullín, Quenuir y La Pasada, Chile

Ricardo Águila (34), Juan Águila (36), Carlos Andrade (12), **José Argomedeo Hernández** (22), José Asencio Cárcamo (45), Elisa Asencio Téllez (19), **Eduardo Atala B.** (42), Reinaldo Cárcamo (52), Hernán Cárcamo Gómez (33), Víctor Chávez Villegas (56), **Armanda Cubate** (38), Nelson H. Cubate O. (4), **Palmira Estrada Estrada** (27), **Nelly Gallardo** (23), René García Silva (39), Hermógenes Gómez Rival, Adelina Gómez Rival (44), Felisa del Rosario Hernández Paredes (39), **Estalino Hernández** (54), Gaspar Hernández, Tulio Hernández, René Leichtle Krebs (43), **René Maldonado** (30), Alejandrino Mancilla, Antonio Segundo Mancilla (22), Bernarda Mancilla S. (23), **Yolanda Montealegre Mücke** (40), Rodrigo Morales, Fidel Navarro (50), Oscar Navarro Navarro (34), **José Miguel Navarro Silva** (44), Enoc Ojeda (20), José B. Ojeda Muñoz (40), Julia Paredes Toledo (54), **Ramón Ramírez Solís** (15), Braulio Reyes, Jorge Ruiz (34), **Tulio C. Ruiz** (23), José Rupertino Sánchez Gallardo (15), René Serón (36), **María Isolina Silva** (29), Domitila Solís (50), Pedro Soto (62), **Nabih Soza** (23), Gastón Ezequiel Toledo Arria (22), José Elizardo Torralbo (27), **María Vera** (42), Guillermina Vera Mancilla (39), **Juan Vera Mancilla** (34), el padre de Ángela Vera Reyes.

Mehuín y Queule, Chile

Erna Espinosa, Elsira Flores, **Filiberto Henríquez Jaramillo** (32), Hernán Liempí (11), **Margarita Liempí** (18), **Vitalia Llanquimán**, Matrimonio Moraga, Gilberto Nahuelpán Liempí (25), Daniel Nahuelpán Rumillanca (32), Alberto Perón Antilco (23), **Jacinto Reyes Reyes** (54), **Jovita Riquelme** (45), Alejandro Villagrán Rojas (25), Andrea de Mehuín, Erasmo de Mehuín (23), Diodema de Mehuín (35).

Onagawa y Miyako, Japón

Endō Fukuei (40), Moriai Miya (40), Moriai Mutsuhara (22), **Takanohashi Go** (12), Yamasaki Nori (26), **Yamazaki Toshio**, Kimura Tsuneo (28).

Hilo, Hawai

Carol D. Brown (16) y **Jerry P. Eaton** (33).

Preparación del folleto

Entrevistas (C, Chile; J, Japón)

Brian F. Atwater (C, J), Joanne Bourgeois (C), José Ulloa Cortés (C), Marco A. Cisternas Vega (C), Héctor Jiménez Núñez (C), Marcelo López Bermedo (C), Musumi Satoko (J), Mary Ann Reinhart (C), Adriana Sandoval Lagos (C), Tsuji Yoshinobu (J), Ueda Kazue (J) y David K. Yamaguchi (J).

Entrevistas (Hawai)

Adaptadas de historias de supervivientes en *Tsunami!* por Walter C. Dudley y Min Lee, 1998 (University of Hawaii Press), y

suplementados con entrevistas hechas por Walter C. Dudley, Peter H. Stauffer y James W. Hendley II.

Fotografías tomadas antes de 1989

Fuerza Aérea de Chile, Servicio Aerofotogramétrico (p. 12, imagen 16019), Griffin (1984; contracubierta trasera), Ilustre Municipalidad de Maullín (p. 4, 10, 16), Pacific Tsunami Museum (p. 6, 7, contracubierta delantera), Saint-Amand (1963; pp. 5 y 11), Universidad de Tokio (p. 8, 9) y U.S. Defense Mapping Agency (p. 13, imagen 503-333; p. 14, imagen 552.R.13).

Revisiones críticas

Sally Atwater, Jan Bono, Steven R. Brantley, Eddie Bernard, Gary Brown, George Crawford, Lori Dengler, Rich Eisner, Stephanie Fritts, Eric Geist, Helen Gibbons, Frank González, Dick Hagemeyer, T.J. Harmon, Imamura Fumihiko, Chris Jonientz-Trisler, Hal Mofjeld, Alan Nelson, Dave Oppenheimer, Jim Phipps, George Priest, Barbara Thurman, Vasily Titov, John Vollmer.

Financiamiento de la publicación

“The National Tsunami Hazard Mitigation Program”, una asociación entre los estados de Alaska, California, Hawai, Oregon y Washington, y la “National Oceanic and Atmospheric Administration”, la “Federal Emergency Management Agency” y el “U.S. Geological Survey”.

Otra colaboración

Mario Pino (Universidad Austral de Chile); Carolina Villagrán y Sergio

Barrientos (Universidad de Chile); Equipo de investigación *Gracilaria* de Maullín (Universidad Austral de Chile).

Isoda Hisako, Kishimoto Kiyo y Satake Kenji (Geological Survey of Japan); Murakami Yoshikane, Satō Hiroshi y Watanabe Tokio (Universidad de Tokio, Instituto de Investigación Sísmica); Abe Motomu (pueblo de Onagawa) y Ota Yoko.

Para información adicional

Terremoto y tsunami chileno de 1960

Berkman, S.C., and Symons, J.M., sin fecha de publicación, The tsunami of May 22, 1960, as recorded at tide stations: U.S. Coast and Geodetic Survey, 79 pp.

Cisternas, M., Atwater, B.F., Torrejón, F., Sawai, Y., Machuca, G., Lagos, M., Eipert, A., Youlton, C., Salgado, I., Kamataki, T., Shishikura, M., Rajendran, C.P., Malik, J.K., Rizal, Y., and Husni, M., 2005, Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake: Nature, v. 437, p. 404-407.

Berkman, S.C., & Symons, J.M., sin fecha de publicación, The tsunami of May 22, 1960, as recorded at tide stations: U.S. Coast and Geodetic Survey, 79 pp.

Dudley, W.C., & Lee, M., 1998, *Tsunami!*: University of Hawaii Press, 362 p.

Eaton, J.P., Richter, D.H., & Ault, W.U., 1961. The tsunami of May 23, 1960, on the Island of Hawaii: Seismological Society of America Bulletin, v. 51, no. 2, p 135-157.

- Griffin, Wallace, 1984, Crescent City's dark disaster: Crescent City Printing Co., 188 p.
- Japan Meteorological Agency, 1961, The report on the tsunami of the Chilean earthquake, 1960: Technical Report of the Japan Meteorological Agency No. 8, 389 p.
- Lachman, R., Tatsuoka, M., & Bonk, W.J., 1961, Human behavior during the tsunami of May 1960: *Science*, v. 133, p. 1405-1409.
- Lander, J.F., Lockridge, P.A., & Koach, M.J., 1993, Tsunamis affecting the west coast of the United States 1806-1992: National Oceanic and Atmospheric Administration, NGDC Key to Geophysical Records Documentation No. 29, 242 pp.
- Lockridge, P.A., 1985, Tsunamis in Peru-Chile: National Oceanic and Atmospheric Administration, World Data Center A for Solid Earth Geophysics. Report SE-39, 97 pp.
- Lomnitz, C., 1970, Major earthquakes and tsunamis in Chile during the period 1535 to 1955: *Geologische Rundschau*, Bd. 59, p. 938-960.
- Plafker, G., & Savage, J.C., 1970, Mechanism of the Chilean earthquakes of May 21 and 22, 1960: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, p. 1001-1030.
- Saint-Amand, P., ed., 1963, Special issue—oceanographic, geologic, and engineering studies of the Chilean earthquakes of May 1960: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 53, no. 6, p. 1123-1436.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2000, El maremoto del 22 de Mayo de 1960 en las costas de Chile (2d ed.): Valparaíso, SHOA, 72 p.
- Shepard, F.P., MacDonald, G.A., & Cox, D.C., 1950, The tsunami of April 1, 1946: *Scripps Institution of Oceanography Bulletin*, v. 5, p. 391-528.
- The Committee for Field Investigation of the Chilean Tsunami of 1960, 1961, Report on the Chilean tsunami of May 24, 1960, as observed along the coast of Japan: Tokyo, Maruzen Co., Ltd., 397 p.
- Terremoto y tsunami de Cascadia en 1700**
- Atwater, B.F., and Hemphill-Haley, E., 1997, Recurrence Intervals for Great Earthquakes of the Past 3,500 Years at Northeastern Willapa Bay, Washington: U.S. Geological Survey Professional Paper 1576, 108 pp.
- Atwater, B.F., Yelin, T.S., Weaver, C.S., & Hendley, J.W. II, 1995, Averting surprises in the Pacific Northwest: U.S. Geological Survey Fact Sheet 111-95, 2 pp.
- Atwater, B.F., Musumi-Rokkaku, S., Satake, K., Tsuji, Y., Ueda, K., and Yamaguchi, D.K., 2005, The orphan tsunami of 1700—Japanese clues to a parent earthquake in North America: U.S. Geological Survey Professional Paper 1707, published jointly with University of Washington Press, Seattle, 133 p. [<http://pubs.usgs.gov/pp/pp1707/>].
- Clague, J.J., 1997, Evidence for large earthquakes at the Cascadia subduction zone: *Reviews of Geophysics*, v. 35, p. 439-460.
- Satake, K., Shimazaki, K., Tsuji, Y., & Ueda, K., 1996, Time and size of a giant earthquake in Cascadia inferred from Japanese tsunami record of January 1700: *Nature*, v. 379, p. 246-249.
- Satake, K., Wang, K., and Atwater, B.F., 2003, Fault slip and seismic moment of the 1700 Cascadia earthquake inferred from Japanese tsunami descriptions: *Journal of Geophysical Research*, v. 108, 2325, doi:10.1019/2003JB002521.
- Tsuji, Y., Ueda, K., and Satake, K., 1998, Japanese tsunami records from the January 1700 earthquake in the Cascadia subduction zone: *Zisin*, v. 51, p. 1-17 (en japonés con resumen, figuras y leyendas en inglés).
- Yamaguchi, D.K., Atwater, B.F., Bunker, D.E., Benson, B.E., & Reid, M.S., 1997, Tree-ring dating the 1700 Cascadia earthquake: *Nature* v. 389, p. 922-923; corrección en v. 390, p. 352.
- Otras fuentes**
- En la comparación de las alturas de tsunamis en Japón (p. 3), los niveles de 1960 han sido aproximados al decímetro. Éstos provienen de reportes de la Agencia Meteorológica de Japón (1961), y han sido compilados por Satake y otros (2003) y Atwater y otros (2005). La comparación con 1700 no está ajustada a los cambios del nivel terrestre ocurridos entre 1700 y 1960; la realización de este ajuste incrementaría en algunos decímetros la mayoría de las alturas de 1700 (Tsuji y otros, 1998).
- Nikita Kruchev (p. 4) se refería a la misión U-2 de Francis Gary Powers. Su cita proviene de una entrevista realizada después de la cancelación de la reunión cumbre con Dwight Eisenhower en París. Se publicó una transcripción parcial en el *New York Times* del 19 de mayo de 1960. La tensión Este-Oeste aun era noticia de primera página el 23 de mayo, pero ese día el *New York Times* daba a conocer un primer cable periodístico acerca de terremoto y tsunami chileno del 22 de mayo de 1960. Esta noticia se mantendría en primera plana los días 24 y 25 de Mayo, secundada solamente por las noticias sobre el espionaje estadounidense y soviético, y sobre un satélite estadounidense para la detección de misiles, según se reportaban las pérdidas que el tsunami había ocasionado en Hawai y en Japón.
- La elevación que alcanzaron las olas del tsunami y el número de muertes de la página 14 provienen de entrevistas y estudios realizados entre 1988 y 1989. Los niveles han sido aproximados al metro; sin embargo, en algunos puntos, específicamente identificados por sobrevivientes, se ha obtenido una mayor precisión. La cifra de 105 muertes en Quenuir fue proporcionada por René Serón. Como oficial civil en 1960, el Sr. Serón mantuvo registros de nacimientos, defunciones y otras materias oficiales de Quenuir. Hacia 1989, recordaba que el pueblo, antes del tsunami, contaba con unas 50 casas, una iglesia, un cementerio y entre 400 a 450 habitantes.
- Información de riesgo de tsunami en la Internet**
- <http://www.tsunami.gov/>
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/>
<http://www.pmel.noaa.gov/tsunami/Faq/>
<http://pubs.usgs.gov/pp/pp1707/>
<http://sarvis.dogami.state.or.us/earthquakes/coastal/tsubrochures.htm>
<http://www.dnr.wa.gov/geology/hazards/tsunami/evac/>



Costanera en la ciudad de Crescent, California, inundada por el tsunami chileno de 1960. Allí el tsunami provocó más de US\$ 30.000 en pérdidas, incluyendo el hundimiento de 2 botes. Sin embargo, el daño fue mucho más grave 900 km más al sur en el área de Los Angeles, donde el tsunami mató a una persona y causó entre US\$ 500.000 y US\$ 1.000.000 en daños, incluyendo el hundimiento de 30 botes.

En entrevistas realizadas algunas décadas después, sobrevivientes en Chile, Hawai y Japón recuerdan el tsunami generado por el terremoto de magnitud 9.5 que estremeció a Chile en 1960.

Sus historias contienen lecciones de supervivencia ante un tsunami:

- Muchos sobrevivirán al terremoto
- Preste atención a los avisos de la naturaleza
- Preste atención a los avisos oficiales
- Se generarán muchas olas
- Diríjase a un sitio alto y permanezca allí
- Abandone sus pertenencias
- No cuente con vías transitables
- Suba a un piso superior o techo de una edificación
- Suba a un árbol
- Suba a algo que flote
- Las olas dejarán diferentes tipos de desechos
- El sismo hará bajar las áreas costeras
- Espere compañía

ISBN 0-607-96998-9



PROGRAMA NACIONAL DE MITIGACIÓN DE IMPACTO DE TSUNAMI

Una asociación entre los estados de Alaska, California, Hawai, Oregon, y Washington, y la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional, la Agencia Estadounidense para el Manejo de Emergencias y el Servicio Geológico de los EE.UU..