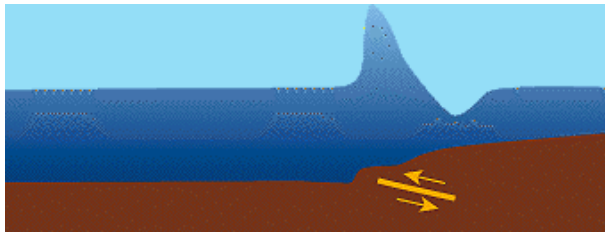


¿Qué es un tsunami?

El fenómeno que conocemos como tsunami es una serie de grandes olas de extrema longitud de onda y periodo, normalmente generadas por una alteración submarina de gran magnitud y violencia.

Cuando se produce un gran desplazamiento de agua, o si el fondo marino es elevado o hundido súbitamente por culpa de un terremoto, pueden formarse grandes olas de tsunami con la ayuda de la fuerza de gravedad del planeta.



Estas olas parten de la zona de origen y pueden ser extremadamente peligrosas y destructivas cuando alcanzan la costa. La palabra "tsunami" está compuesta por las palabras japonesas "tsu" (que significa "puerto") y "nami" (que significa "ola"), por tanto significa "ola de puerto".

A menudo se describe el mismo fenómeno como "ola de marea" u "ola sísmica" pero estos términos pueden ser poco precisos, puesto que las olas de tsunami pueden ser creadas por alteraciones del fondo marino que no son terremotos, como desplazamientos de tierra o erupciones volcánicas, y sus características son diferentes de las olas de marea.

Los tsunamis no tienen nada que ver con las mareas astronómicas –causadas por la atracción gravitatoria de la Luna, el Sol y los otros planetas de nuestro sistema. Así pues la palabra japonesa "tsunami" es el término que mejor define el fenómeno y ha sido internacionalmente aceptado puesto que cubre todas las posibles causas que generan este tipo de olas.



Los tsunamis pueden causar grandes destrozos y una gran pérdida de vidas en pocos minutos en las zonas cercanas o, en cuestión de horas, en las zonas más alejadas del origen; incluso en el otro extremo del océano.



La mayoría de los tsunamis ocurren en la región del Pacífico, pero se sabe que ocurren en todos los mares y océanos. Aunque no son demasiado frecuentes, los tsunamis constituyen un peligro de destrucción significativo. Sus efectos no pueden controlarse, pero los efectos sobre nuestra sociedad pueden reducirse mediante la prevención y la educación.

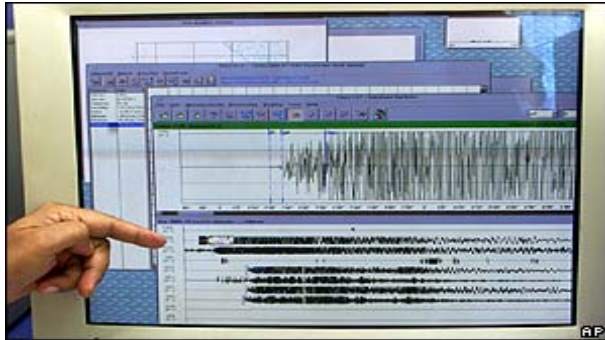
Por su frecuencia, los tsunamis y como prevenirse de ellos, se tienen bien presentes en toda la cuenca del Pacífico; allí existe una red de alerta que avisa a los países ribereños de cuando se produce un terremoto y evalúa la posibilidad de que se produzcan los tsunamis.

¿Cómo puede un terremoto generar un tsunami?

Los tsunamis más destructivos son los generados por terremotos cuyo epicentro o línea de falla está en el fondo marino o muy cerca de él. Esto se produce habitualmente en las regiones de la Tierra en la que se da la subducción de las placas tectónicas continentales que conforman la corteza terrestre. La gran cantidad de terremotos que hay en estas zonas se debe a la colisión de estas placas continentales que, cuando se mueven unas contra otras, inclinan y/o desplazan grandes áreas del fondo oceánico.

El súbito desplazamiento vertical de estas grandes áreas altera la superficie del océano y provoca el desplazamiento de grandes masas de agua, lo que genera grandes olas destructivas, los tsunamis.





Estas olas pueden viajar grandes distancias desde el origen, repartiendo destrucción en su camino. Por ejemplo, el gran tsunami de Chile en 1960 fue causado por un terremoto de magnitud 9.5 que tuvo una zona de ruptura de unos 1000 km. Los tsunamis que causó fueron destructivos, no solo en Chile, sino también en lugares tan lejanos como Hawaii, Japón y otras zonas del Pacífico.

No todos los terremotos generan tsunamis. Normalmente, solo los terremotos de magnitud superior a 7,5 en la escala de Richter producen un tsunami destructivo.

¿Cómo puede una erupción volcánica producir un tsunami?

Aunque son relativamente poco frecuentes, las erupciones volcánicas violentas pueden desplazar grandes volúmenes de agua y generar olas de tsunami extremadamente destructivas en las zonas cercanas. El desplazamiento súbito de una gran masa de agua puede ser causada por una explosión volcánica, por el hundimiento de una pared de un volcán o, la causa más probable, por la explosión y posterior derrumbe de las cámaras de magma de un volcán.

Uno de los tsunamis más destructivos conocidos hasta la fecha fue el que tuvo lugar el 26 de agosto de 1883, tras la explosión y posterior derrumbe del volcán Krakatoa (Krakatau), en Indonesia. Esta explosión generó olas de hasta 45 metros de altura, destruyendo las ciudades costeras a lo largo del estrecho que

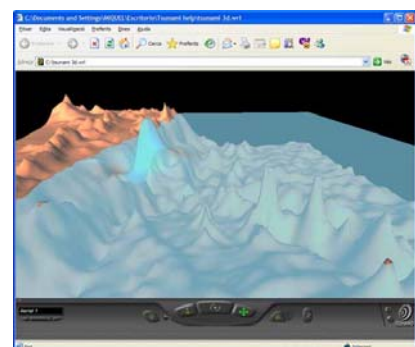
separa las islas de Java y Sumatra. Perekieron 36.417 personas.

También se cree que la desaparición de la civilización minoica en la antigua Grecia fue causada por el tsunami que siguió a la explosión del volcán de Santorini en el año 1490 a.C.

¿Cómo puede un desplazamiento de tierra submarino generar un tsunami?

Menos frecuentemente, las olas de tsunami pueden ser generadas por los desplazamientos de masas de agua resultantes de caídas de piedras o hielo, o por grandes corrimientos de tierras submarinos a lo largo del talud continental. Estos casos suelen producirse cuando se altera el equilibrio inestable de los fondos marinos, como consecuencia de un temblor de tierra o incluso por alteraciones inducidas por el hombre. En 1980, unos movimientos de tierras hechos durante la construcción de una pista de aterrizaje en la costa sur de Francia, provocaron un corrimiento de tierras submarino que generó olas destructivas en un puerto cercano.

Los grandes terremotos son responsables de los grandes corrimientos de tierras submarinos, que contribuyen a su vez a la generación de tsunamis. Por ejemplo, muchos científicos creen que el tsunami del 17 de julio de 1998, que mató miles de personas en la costa norte de Papúa-Nueva Guinea fue generado por un gran desplazamiento de sedimentos iniciado por un terremoto.



Reconstrucción virtual del tsunami de Papúa-Nueva Guinea (1998)



Tsunamis: preguntas y respuestas

por Miquel Pontes

<http://marenostrum.org>

Normalmente, la energía de un tsunami generado por un desplazamiento de tierras se disipa rápidamente cuando la onda viaja a través del océano o en masas de agua situadas en zonas cerradas o semicerradas, como rías o lagos.

El mayor tsunami del que se tiene registro lo produjo la caída de una gran roca en Lituya Bay (Alaska) el 9 de julio de 1958. Un terremoto en la falla Fairweather, hizo que una gran roca de 40 millones de metros cúbicos cayera en la bahía, lo que generó una increíble ola de 520 metros de altura en la riba opuesta. Otra ola solitaria, de 180 metros de altura, arrasó las orillas de la bahía a 160 kilómetros por hora. Pero su energía disminuyó rápidamente y, una vez en mar abierto, apenas si fue detectada por las estaciones medidoras de mareas.

¿Pueden los meteoritos o las explosiones nucleares causar tsunamis?

Afortunadamente para el hombre, es muy raro que meteoritos y asteroides alcancen la Tierra. No se tiene noticia de que ningún asteroide haya caído en toda la historia de la humanidad. Por otro lado, los meteoritos de menor tamaño se queman al entrar en nuestra atmósfera. Se sabe que algunos grandes meteoritos chocaron con la Tierra, en un pasado lejano, por los grandes cráteres que han sido hallados en diversas zonas.

Es muy posible que un asteroide chocase con la Tierra en tiempos prehistóricos (hace 65 millones de años, en el periodo Cretácico). Según indican algunos estudios, fue este hecho el que comportó la desaparición de los dinosaurios y permitió la hegemonía de los mamíferos.

Hay evidencias de la caída de meteoritos y asteroides en tierra, por lo que puede deducirse sin esfuerzo que también han caído en mares y océanos; cuatro quintas partes de la superficie del globo están cubiertas por masas de agua.

La caída de meteoritos o asteroides en los océanos tiene el potencial de generar tsunamis de proporciones cataclísmicas. Los científicos que han estudiado el tema concluyeron que un asteroide medio, de unos 5-6 km. de diámetro, que cayera en mitad del océano Atlántico produciría un tsunami que llegaría hasta los Apalaches, inundando dos tercios de EEUU. En ambos lados del Atlántico todas las ciudades costeras serían borradas del mapa. El mismo asteroide impactando en el Pacífico entre las Islas Hawaii y EEUU produciría un tsunami que destruiría las ciudades costeras de Canada, EEUU y México, y cubriría la mayor parte de las zonas habitadas de las islas Hawaii.

Teóricamente, las explosiones nucleares también pueden generar tsunamis, pero ningún tsunami importante ha tenido como origen una prueba nuclear en el pasado. Estas pruebas han sido prohibidas por la legislación internacional, por lo que con suerte jamás sabremos la magnitud de un tsunami provocado por el hombre.

¿Dónde y con qué frecuencia aparecen los tsunamis?

Los tsunamis son desastres que pueden generarse en cualquier océano, mar o lago, de hecho, en cualquier gran masa de agua. Cada región del mundo parece tener un patrón y una frecuencia de aparición de tsunamis. Éstos pueden ser pequeños e inocuos, o grandes y muy destructivos.

La mayor parte de los tsunamis tienen lugar en el océano Pacífico y en los mares que lo bordean. La razón es que este océano ocupa más de un tercio de la superficie terrestre y está rodeado de cadenas de montañas, grandes fosas oceánicas y un arco de islas denominado "cinturón de fuego", que es donde se producen la mayor parte de los terremotos (frente a las costas de Kamchatka, Japón, las islas Kuriles, Alaska y Sudamérica).



Los tsunamis son generados por terremotos superficiales en todo el Pacífico, pero los que tienen lugar en la zona tropical suelen ser modestos y, aunque son devastadores localmente, su energía decrece rápidamente con la distancia; no suelen ser destructivos a pocos cientos de km. del epicentro. En cambio, los tsunamis generados por grandes terremotos en el Pacífico norte o en la costa de Sudamérica suelen ser de grandes proporciones y enormemente destructivos.

Estos grandes tsunamis tienen lugar media docena de veces cada siglo; En estas ocasiones uno de estos tsunamis barre todo el Pacífico, rebota en las costas más alejadas y mantiene todo el océano en movimiento durante días.

El tsunami de Chile en 1960 causó muerte y destrucción por todo el Pacífico: Hawaii, Samoa, y la Isla de Pascua registraron inundaciones de 4 metros. 61 personas murieron en Hawaii y 200 en Japón. Un tsunami similar que tuvo lugar en 1868 en el norte de Chile causó grandes daños en Hawaii, Samoa y Nueva Zelanda.

Aunque no son tan frecuentes, también se han registrado tsunamis destructivos en el océano Atlántico y Índico, el Mar Mediterráneo e incluso en masas de agua menores, como el Mar del Mármara (Turquía).

En 1999, un gran terremoto cuyo origen estaba en la falla del norte de Anatolia, generó un tsunami local que afectó particularmente la bahía de Izmit.

En los últimos 12 años se han registrado tsunamis destructivos en Nicaragua (1992), Indonesia (1992, 1994, 1996, 2004), Japón (1993), Filipinas (1994), México (1995), Perú (1996, 2001), Papua-Nueva Guinea (1998), Turquía (1999) y Vanuatu (1999).

¿Cómo se desplaza la energía del tsunami a través del océano, y cuán lejos pueden llegar las olas?

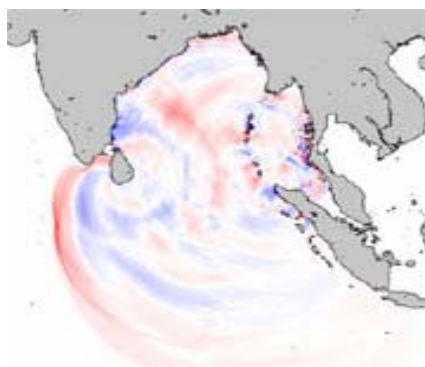
Una vez se ha formado el tsunami, su energía se distribuye por toda la columna de agua, independientemente de la profundidad del océano en ese punto. Un tsunami está formado por una serie de ondas muy largas que viajan en todas direcciones a partir del punto en que se originan, en forma muy similar a las ondulaciones que produce una piedra en un estanque.

La longitud de onda y el período del tsunami dependerán en gran medida del mecanismo que lo genera y de las dimensiones del mismo. Si el tsunami se origina por culpa de un gran terremoto que afecta un área muy grande, su longitud de onda y período inicial serán mayores que si el tsunami se origina por un corrimiento de tierras local.

El período de las olas de un tsunami puede variar entre 5 y 90 minutos.

El frente de una ola de tsunami puede medir hasta 1000 km. y la distancia entre olas puede variar desde unos pocos km. hasta unos 200 km. mientras cruzan el océano hasta su destino.

La altura de la ola sobre el nivel del mar puede ser de pocos cm. a poco más de un metro (dependiendo, una vez más, de la causa que la origina).



Área de influencia del tsunami de Sumatra (26/12/2004)



Tsunamis: preguntas y respuestas

por Miquel Pontes

<http://marenostrum.org>

Las olas de tsunami en el océano profundo pueden viajar a altas velocidades durante largos períodos de tiempo, perdiendo muy poca energía en el proceso. A mayor profundidad, mayor velocidad a la que se desplazará el frente del tsunami. Por ejemplo, un tsunami puede llegar a desplazarse a 800 km/h, la misma velocidad que un avión comercial. Como la profundidad media del océano Pacífico es de unos 4 km., la velocidad media de los tsunamis en esta zona es de unos 700 km/h. A estas velocidades, un tsunami generado en las Aleutianas llega a Hawaii en menos de 5 horas. En 1960, las olas de tsunami generadas en Chile alcanzaron Japón, a más de 16.800 km en menos de 24 horas, matando a cientos de personas.

¿Por qué los tsunamis no se pueden ver desde el mar o desde el aire?

En mar abierto, la amplitud de onda del tsunami es menor de un metro. Las crestas de las olas pueden distar entre sí más de 100 km. Así que los pasajeros de los barcos, en aguas profundas lejos de la costa, ni verán ni sentirán el tsunami que se desplaza debajo de ellos a alta velocidad. Lo percibirán como una simple oscilación de la superficie del mar.

El gran tsunami Sanriku, que alcanzó Honshu (Japón) el 15 de junio de 1896, no fue detectado en absoluto por los pescadores que faenaban a tan solo 20 millas mar adentro; la ola midió tan solo 40 cm. cuando pasó debajo de ellos, pero cuando llegó a la costa se transformó en un gran muro de agua que mató a 28.000 personas, destruyendo el puerto de Sanriku y los pueblos a lo largo de 275 km. de costa.

Por esta misma razón, los tsunamis no se pueden detectar desde el aire; desde el cielo las olas de tsunami no se distinguen de las olas oceánicas normales.

¿Cuáles son los factores destructivos de los tsunamis?

Son tres: la inundación, el impacto de la ola en las estructuras y la erosión. Las fuertes corrientes inducidas por el tsunami erosionan los cimientos y provocan la caída de puentes y muros. La flotación y las corrientes mueven casas y vuelcan trenes. La gran cantidad de restos flotantes arrastrados por las aguas es responsable de gran cantidad de daños: los troncos de árboles, los coches y los barcos se convierten en peligrosos proyectiles que colisionan con edificios e instalaciones eléctricas, destruyéndolos y a veces originando incendios. Los fuegos iniciados en barcos dañados en los puertos, o oleoductos o refinerías afectados pueden causar más daños directos que el propio tsunami.



Antes y después del Tsunami en Sumatra (2004)

¿Qué determina cuán destructivo va a ser un tsunami en una costa cercana al origen y en una lejana?

Los tsunamis llegan a la costa como una serie de crestas y valles de agua consecutivos, generalmente separados por un espacio de tiempo que va de 10 a 45 minutos. Cuando entran en aguas someras, en la costa, bahías o puertos, su velocidad desciende hasta 50-60 km/h. Por ejemplo, en 15 m. de agua un tsunami se desplaza solo a 45 km/h. pero a 100 km. de distancia, otra ola de tsunami se desplaza hacia la misma costa a mucha mayor velocidad, y detrás de ella viene otra ola aún más rápido.



Tsunamis: preguntas y respuestas

por Miquel Pontes

<http://marenostrum.org>

Como las olas de tsunami se ven comprimidas cerca de la costa, la longitud de onda se reduce y la energía de la ola se dirige hacia arriba, incrementando considerablemente la altura de la ola. Al igual que en una ola ordinaria, la energía de una ola de tsunami se ve contenida en un volumen de agua mucho menor, por lo que la ola crece en altura. Cuando alcanza la costa, con la consecuente reducción de longitud de onda, el tsunami típico tiene una longitud de onda superior a los 10 km.

Dependiendo de la profundidad del agua y de la configuración de la costa, las olas pueden sufrir una refracción importante y concentrar toda su energía en un punto concreto de la costa, donde incrementarían aun más su altura. Un tsunami que a mar abierto medía menos de un metro, puede crecer hasta más de 30-35 m. cuando llega a la orilla. Así, los tsunamis pueden golpear la costa como un muro de agua, o subir como una marea imparable que lo arrastra todo a su paso.

De cualquier manera, las olas significan una amenaza para personas y propiedades. Si el tsunami llega en marea alta, o si se suma a las olas generadas por una tormenta, los efectos son acumulativos y la inundación y la destrucción son mayores.

La historia de los tsunamis devastadores nos cuenta que ha habido tsunamis que han golpeado la costa con fuerza devastadora, alcanzando a veces a alturas de 30-50 metros. Por ejemplo, un tsunami originado en un terremoto en la isla Unimak (en las Aleutianas) alcanzó alturas de 35 metros y destruyó un faro de cemento armado, matando a sus ocupantes.

El nivel más alto alcanzado por el agua de un tsunami se denomina "runup" y se define como la máxima distancia vertical alcanzada por el agua en la costa sobre el nivel medio del mar. Cualquier tsunami cuyo "runup" sea superior a un metro es peligroso.

La inundación debida a las olas individuales suele tardar de 10 minutos a media hora, por lo que el periodo de peligro viene a durar unas dos horas.



Tsunami en Sumatra (2004)

El "runup" de un tsunami en el punto de impacto depende de cierto número de factores: de como se enfoca la energía, del trayecto de las olas, la configuración de la costa, y la topografía del terreno emergido. Las islas pequeñas con grandes pendientes acusan "runups" pequeños; ésta es la razón por la que las islas rocosas y las protegidas por arrecifes de coral se ven poco afectadas, ya que las olas son poco mayores que las del océano.

No es éste el caso de las Hawaii o las Marquesas, ambos archipiélagos disponen de pocos arrecifes de coral y en cambio tienen amplias bahías expuestas al mar. El "runup" resultante del tsunamis de las Aleutianas, en 1946, superó los 8 m. en Hilo (Hawaii) y los 10 m. en Tahauku (Marquesas).

Por esta razón, cualquier abertura en un arrecife pone el trozo de costa expuesto en riesgo de sufrir un tsunami. El tsunami originado por el terremoto de Suva en 1953 hizo poco daño a las Fiji, con sus grandes arrecifes de barrera, pero dos pueblos de la isla Viti Levu, situados en puntos opuestos del arrecife fueron muy dañados por las olas.



Tsunamis: preguntas y respuestas

por Miquel Pontes

<http://marenostrum.org>

¿Cuáles han sido los mayores tsunamis de la historia reciente?

1 abril de 1946 – Islas Aleutianas.

Un terremoto de fuerza 7.8 generó una ola de 35 metros de altura que destruyó un faro de 30 metros sobre el mar. Olas de 8 metros alcanzaron Hawaii al cabo de 5 horas, causando muerte y destrucción. Tras este hecho, en 1948 se creó el Pacific Tsunami Warning Center en Hawaii.



Sistema de detección y alerta

4 noviembre de 1952 – Península de Kamchatka.

Un terremoto de fuerza 8.2 creó un gran tsunami que afectó todo el Océano Pacífico. Alcanzó Kamchatka, las Kuriles y Rusia causando muerte y destrucción con olas de entre 4 y 18 metros. Fue ampliamente observado en Japón, donde no causó daños. Si que causó problemas en Hawaii, Perú y

Chile. También fue observado en todas las islas del Pacífico; en Nueva Zelanda la ola detectada midió 1 metro, en Alaska, las Aleutianas y en California se observó una ola de 1.4 metros, pero las mayores olas se detectaron en Hawaii, con alturas de 4.5 m y un "runup" de 6.1 m.

9 marzo de 1957 – Islas Aleutianas.

Un terremoto de 8.3, en la misma zona que el de 1946, generó un tsunami que se detectó por todo el Pacífico. Destruyó muchas propiedades en Hawaii, con olas de 16 metros, pero no se cobró vidas humanas.

22 mayo de 1960 Chile.

El mayor terremoto del siglo XX, con una magnitud de 9.5, tuvo lugar frente a la costa central del Chile y generó un destructivo tsunami que afectó la costa chilena y el resto del Pacífico. Las Hawaii se vieron muy afectadas, así como Japón y muchas otras islas de este océano.

28 marzo de 1964 Alaska.

El mayor terremoto del siglo XX en el hemisferio norte, con una magnitud de 8.4, afectó principalmente Alaska. Algunas zonas del territorio se elevaron 15 metros mientras que otras se hundieron. Además de gran cantidad de tsunamis locales, el desplazamiento vertical de casi 2 metros de la corteza terrestre en una zona de cerca de 300.000 km. cuadrados, provocó un gran tsunami en todo el Pacífico que afectó toda la costa oeste de Canadá, EEUU y Hawaii con olas de hasta 6 metros.

La Tragedia de Asia

El pasado 26 diciembre de 2004, tuvo lugar un terremoto de magnitud 9.0 cuyo epicentro estaba situado frente a la isla de Sumatra (Indonesia).



Tsunamis: preguntas y respuestas

por Miquel Pontes

<http://marenostrum.org>

Este movimiento sísmico generó un tsunami con olas de 4 a 10 metros de altura que afectó a todo el océano Índico, con especial incidencia en Sumatra y Sri Lanka pero también las costas de India, Tailandia, las islas Maldivas e incluso Kenya y Somalia.

Este tsunami ha causado una verdadera tragedia humanitaria. El recuento de muertos es muy alto; aunque todavía no está finalizado, se calcula el número de víctimas en más de 300.000 personas, un 30% de los cuales serían niños. Los daños económicos son incalculables. Se calcula que, en algunas zonas, la ola penetró 5 km. tierra adentro, arrasándolo todo a su paso.



Donaciones para paliar los efectos del tsunami de Asia

Cruz Roja Española
<http://www.cruzroja.es/>

Cruz Roja y Media Luna Roja
http://www.ifrc.org/sp/helpnow/donate/donate_response.asp

Intermon / Oxfam
<http://www.intermonoxfam.org/>

Manos Unidas
<http://www.manosunidas.org/>



Este es, probablemente, el tsunami más destructivo de la historia, debido sobre todo a la progresiva tendencia de las sociedades de todo el mundo a instalarse cerca de la costa y a la falta de un sistema de vigilancia como el existente en el Pacífico.

Según parece, la gran energía del desplazamiento tectónico (calculada en unos 200 megatonnes) aceleró la rotación de la tierra en varias millonésimas de segundo, y desplazó el eje magnético en 2 milésimas de segundo de arco (5-6 cm lineales).

Noticias

Diario El Mundo
http://www.elmundo.es/fotografia/2004/12/maremotos_especial/ayuda.html

Nature, número del 29/12/2004
<http://www.nature.com/news/2004/041229/full/041229-3.html>

Before and After the tsunami, fotos de satellite
<http://www.nature.com/news/2005/050103/multimedia/050103-2-m1.html>

Más información

Tsunamis en España:
<http://www.geo.ign.es/servidor/sismo/cnis/catsunami-old.html>

Geoscience Australia's Tsunami Factsheet:
http://www.ga.gov.au/urban/factsheets/20010821_7.jsp

Oahu Civil Defense Agency Tsunami
<http://www.co.honolulu.hi.us/ocda/tsunami2.htm>

Pacific Tsunami Museum
<http://www.tsunami.org/faq.htm>

PMEL's Tsunami
http://www.pmel.noaa.gov/tsunami-hazard/tsunami_faqs.htm

West Coast/Alaska Tsunami Warning Center
<http://wcatwc.arh.noaa.gov/frequently.htm>

TsulInfo Alert Newsletter
<http://www.wa.gov/dnr/htdocs/ger/tsuinfo/index.html>

Tsunami Society
<http://www.sthjourn.org>

Tsunami.org
<http://www.tsunami.org>

NOAA
<http://www.noaa.gov/tsunamis.html>

Life of a Tsunami
<http://temp.water.usgs.gov/tsunami/basics.html>

