

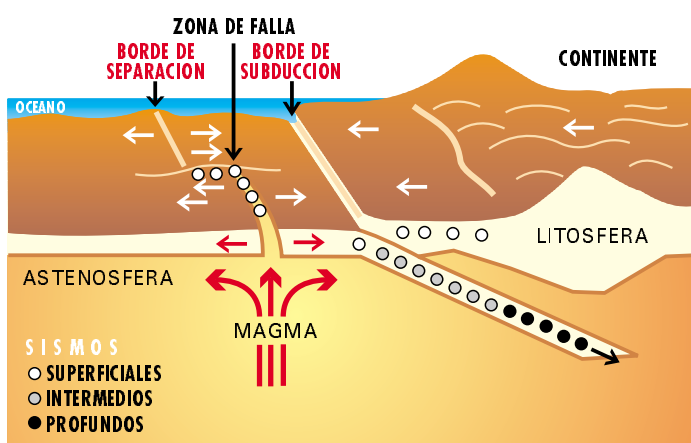
CAUSAS DE LOS TSUNAMIS

Los tsunamis, llamados también maremotos, son causados generalmente por terremotos, menos comúnmente por derrumbes submarinos, infrecuentemente por erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Las erupciones volcánicas submarinas tienen el potencial de producir ondas de tsunami verdaderamente poderosas. La gran erupción volcánica de Krakatoa de 1883 generó ondas gigantescas que alcanzaron alturas de 40 metros sobre el nivel del mar, matando a miles personas y destruyendo numerosas aldeas costeras.

Todas las regiones oceánicas del mundo pueden experimentar tsunamis, pero en el océano Pacífico y en sus mares marginales hay mucha mayor ocurrencia de grandes tsunamis destructores, debido a los grandes sismos que se producen a lo largo de los márgenes del océano Pacífico.

TECTÓNICA DE PLACAS

La tectónica de placas está basada en un modelo de la Tierra caracterizado por un pequeño número de placas litosféricas, de 70 a 250 kilómetros de espesor, que flotan sobre una capa subyacente de naturaleza viscosa, llamada astenósfera. Estas placas, que cubren toda la superficie



del planeta y contienen los continentes y el piso oceánico, están en movimiento relativo entre ellas con velocidades de hasta varios centímetros/año. La región donde dos placas están en contacto es llamada la frontera o borde de placas, y la forma en que una placa se mueve con respecto a la otra determina el tipo de frontera o borde: de separación, donde dos placas se alejan una de la otra; de subducción, donde dos placas se mueven convergentemente y una se está deslizando bajo la otra; y de transformación, donde dos placas se están

deslizando horizontalmente en direcciones opuestas. Las zonas de subducción se caracterizan por la presencia de profundas fosas oceánicas, y las islas volcánicas o cadenas montañosas volcánicas asociadas con las muchas zonas de subducción alrededor del borde del Pacífico, se denominan a veces el "Cinturón de Fuego".

SISMOS Y TSUNAMIS

Un sismo puede ser causado por actividad volcánica, pero la mayor parte son producidos por movimientos a lo largo de las zonas de fractura asociadas con los bordes de placas. La mayor parte de los sismos fuertes, que representan el 80 % de la energía total

liberada en el mundo por actividad sísmica, suceden en zonas de subducción donde una placa oceánica se desliza bajo una placa continental o bajo otra placa oceánica más joven.

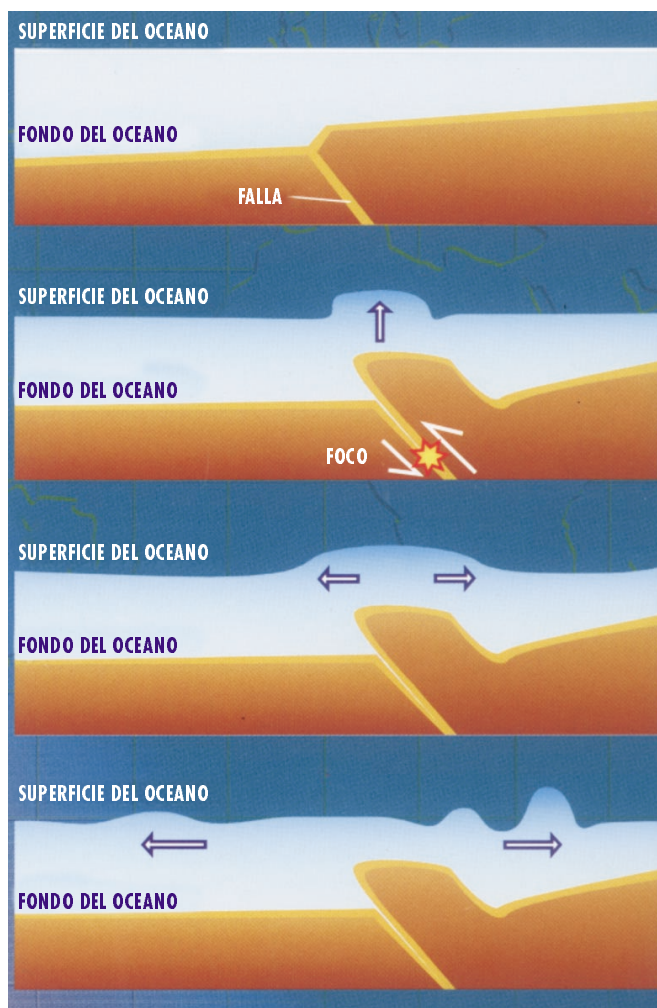
El foco o hipocentro de un sismo es el punto en el interior de la Tierra donde comienza la ruptura y donde se originan las ondas sísmicas. El epicentro de un sismo es el punto sobre la superficie de la Tierra directamente sobre el foco.

No todos los sismos generan tsunamis. Para generar un tsunami, la falla donde ocurre el sismo debe estar bajo o cerca del océano, y debe crear un movimiento vertical (de hasta varios metros) del piso oceánico sobre una extensa área (de hasta cien mil kilómetros cuadrados). Los sismos de foco superficial a lo largo de zonas de subducción son los responsables de la mayor parte de los tsunamis destructores. Forman parte del mecanismo de generación de tsunamis: la cantidad de movimiento vertical del piso oceánico, el área sobre la cual ocurre y la eficiencia con la que la energía es transferida desde la corteza terrestre al agua oceánica.

SISMO - TSUNAMI

El sismo del 2 de septiembre de 1992 fue apenas perceptible por los residentes a lo largo de la costa de Nicaragua. Su magnitud con ondas internas (Mb) fue sólo de 5,3 y su intensidad en la escala de I a XII, fue en su mayor parte de II a lo largo de la costa, alcanzó III sólo en unos pocos lugares. Cuarenta a setenta minutos después que ocurrió el sismo, un tsunami atacó la costa de Nicaragua con amplitudes de 4 metros sobre el nivel del mar en la mayor parte de los lugares y una altura máxima de inundación de 10,7 metros. Las olas cogieron por sorpresa a los residentes costeros, causaron muchas víctimas y un daño considerable a las propiedades.

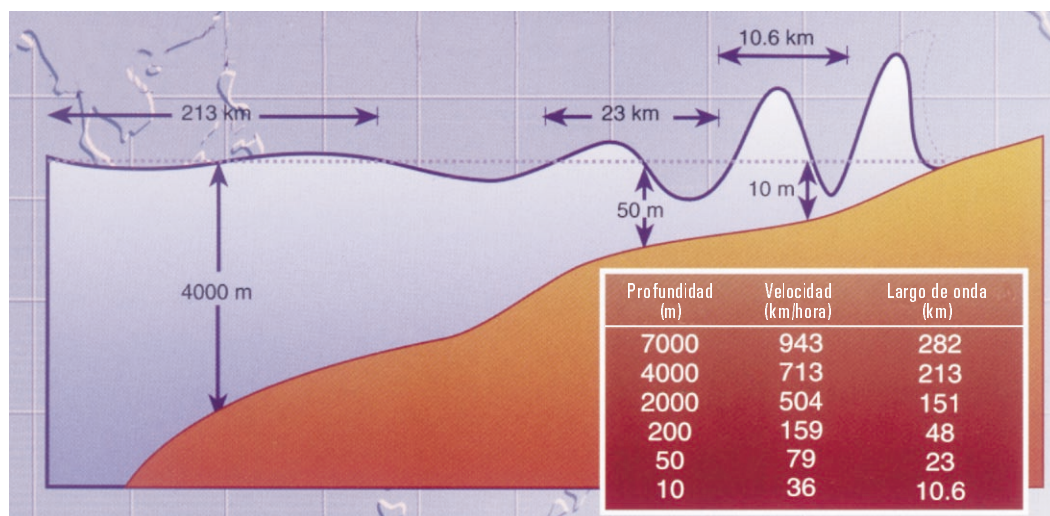
Este tsunami fue causado por un sismo-tsunami (sismo que genera un tsunami desusadamente grande en comparación con la magnitud del sismo). Los sismos-tsunami se caracterizan por un foco muy superficial, dislocaciones de falla mayores que varios metros, y superficies más pequeñas que para un



sismo normal. Son también sismos lentos, con un deslizamiento a lo largo de la falla bajo el piso oceánico que ocurre más lentamente de lo que ocurriría en un sismo normal. El único método conocido para reconocer un sismo-tsunami es la estimación de un parámetro llamado Momento Sísmico utilizando ondas sísmicas de período muy largo (más de 50 segundos/ciclo). En años recientes, han ocurrido otros dos tsunamis destructores provocados por sismo-tsunami en Java, Indonesia (2 de junio de 1994) y Perú (21 de febrero de 1996).

PROPAGACION DE UN TSUNAMI

En el océano profundo, los tsunamis destructores pueden ser pequeños —a menudo de alturas de unas pocas decenas de centímetros o menos— y no pueden ser vistos ni apreciados por embarcaciones. Pero, a medida que el tsunami alcanza aguas costeras menos profundas, la altura de las ondas puede aumentar rápidamente. A veces, se produce un retiro de las aguas justo antes que el tsunami ataque. Cuando esto ocurre, puede quedar expuesto mucho más terreno de playa que incluso durante la marea más baja. Este retiro importante del mar debe ser considerado como una alerta de las ondas de tsunami que vendrán.



En mar abierto un tsunami tiene una altura de algunas decenas de centímetros, pero su altura de onda crece rápidamente en aguas someras. La energía de las ondas de tsunami se extiende desde la superficie hasta el fondo del mar, incluso en aguas muy profundas. A medida que el tsunami impacta la línea costera, la energía de onda es comprimida en una distancia mucho menor y en una profundidad más somera, creando ondas destructoras y peligrosas para la vida.

TSUNAMIS REGIONALES Y GLOBALES EN EL PACIFICO

El último gran tsunami que causó muchas muertes y destrucción a través del Pacífico fue generado por un terremoto localizado frente a la costa de Chile en 1960. Provocó pérdidas de vida y destrucción no sólo a lo largo de la costa de Chile, sino también en Hawaii y hasta en

Japón. El gran terremoto de Alaska en 1964 produjo destructoras ondas de tsunami en Alaska, Oregon y California.

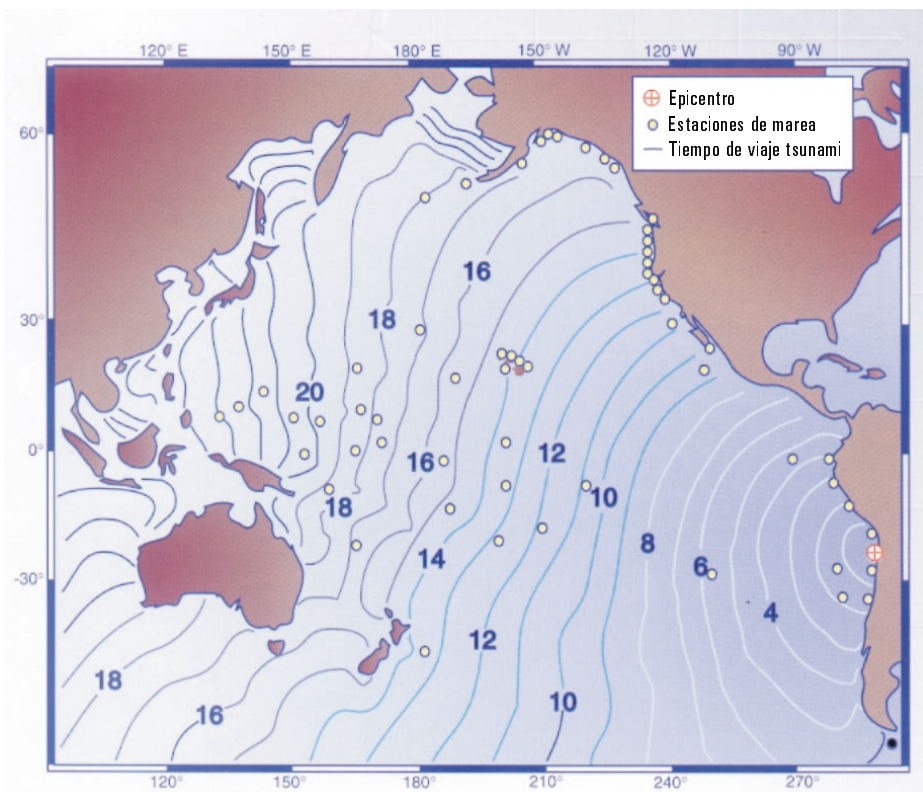
En julio de 1993, un tsunami generado en el mar de Japón produjo 120 víctimas en dicho país. Hubo daños también en Corea y Rusia, pero no en otros países ya que el tsunami estuvo confinado dentro del mar de Japón. Este tsunami es denominado un "Evento Regional" ya que su impacto estuvo confinado a un área relativamente pequeña. Para los habitantes ubicados a lo largo de la costa noroeste de Japón, las ondas de tsunami arribaron a los pocos minutos de ocurrido el sismo. Desde 1992 a 1996, han ocurrido también tsunamis regionales en Nicaragua, Indonesia, Filipinas y Perú, produciendo miles de muertos. Otros causaron daños a la propiedad en Chile y México. También se han registrado daños en el campo lejano en las islas Marquesas (Polinesia Francesa) debido al tsunami chileno del 30 de julio de 1995 y al peruano del 21 de febrero de 1996.

En menos de un día, los tsunamis pueden viajar de un lado a otro del Pacífico. Sin embargo, las personas que viven cerca de las áreas donde ocurren los grandes terremotos se darán cuenta que las ondas de tsunami llegarán a sus costas a los pocos minutos después del sismo. Por estas razones, el riesgo de tsunami para muchas áreas; como Alaska, Filipinas; Japón o la costa Oeste de Estados Unidos de América, puede ser inmediato (para tsunamis originados por sismos cercanos que toman unos pocos minutos en llegar a las áreas costeras) o menos urgente (para tsunamis provenientes de sismos lejanos que demoran entre 3 a 22 horas en llegar a las zonas costeras).

VELOCIDAD DE UN TSUNAMI

En aquellos lugares donde el océano tiene profundidades de más de 6.000 metros, las imperceptibles ondas de tsunami pueden viajar a la velocidad de un avión comercial, es decir 900 kilómetros por hora.

Ellas se pueden trasladar de un lado a otro del Pacífico en menos de un día. Esta gran velocidad hace que sea importante el percatarse del tsunami tan pronto se haya generado. Los científicos pue-



den predecir cuando llegará un tsunami mediante el conocimiento del momento de origen del sismo, la ubicación de su epicentro y la profundidad del foco del sismo. Los tsunamis viajan mucho más lento en aguas costeras someras donde su altura de onda puede aumentar drásticamente.

TAMAÑO DE UN TSUNAMI

La topografía submarina mar afuera y en las zonas costeras puede determinar el tamaño e impacto de las ondas de tsunami. Los arrecifes, bahías, desembocaduras de ríos, los rasgos sumergidos y la pendiente de la playa contribuyen a modificar el tsunami a medida que avanza sobre la línea de costa. Cuando el tsunami alcanza la costa y se desplaza tierra adentro, el nivel del agua puede elevarse muchos metros. En casos extremos, el nivel del mar se ha elevado a más de 15 metros para tsunamis de origen lejano y sobre 30 metros para tsunamis detectados cerca del epicentro del sismo. Puede que la primera onda de tsunami no sea la más grande de la serie de ondas que lleguen. Una comunidad costera puede que no vea ninguna actividad destructora de las ondas de tsunami, mientras que en otra vecina las ondas destructivas pueden ser grandes y violentas. La inundación se puede extender a más de 300 metros tierra adentro, cubriendo extensas zonas con agua y escombros.

FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Ya que los científicos no pueden predecir cuando ocurrirá un sismo, no pueden establecer exactamente cuando se generará un tsunami. Sin embargo, examinando tsunamis históricos, los científicos saben donde se generarán tsunamis con mayor probabilidad. Las medidas de alturas de tsunamis pasados son útiles para predecir el impacto futuro y los límites de inundación, en comunidades y ubicaciones costeras específicas. La investigación sobre tsunamis históricos puede ser de gran ayuda para analizar la frecuencia de ocurrencia de ellos. Durante cada uno de los 5 últimos siglos, hubo 3 a 4 tsunamis generalizados en el Pacífico, la mayor parte de los cuales se generaron en las costas chilenas.