



**INDECI**  
DEFENSA CIVIL, tarea de todos

# Aprendiendo sobre Tsunamis



Programa Mundial de Alimentos



PERÚ Ministerio de Defensa

EL PERÚ PRIMERO

Catalogación realizada por la Biblioteca del Instituto Nacional de Defensa Civil.

Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI.

Aprendiendo sobre Tsunamis.

16 p.

EDUCACIÓN EN DESASTRES - GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES - PLANES Y PROGRAMAS DE EDUCACIÓN EN DESASTRES - PERÚ.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018 - 16659

### **Aprendiendo sobre Tsunamis**

Publicado por el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI

© INDECI, 2018

Instituto Nacional de Defensa Civil

Calle Ricardo Angulo Ramírez N° 694 Urb. Córpac. San Isidro. Lima - Perú.

Teléfono: (511) 225-9898

Página Web: [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

Jorge Luis Chávez Cresta

**General de Brigada EP**

**Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil**

Luis Alberto Carranza Micalay

**Secretario General del Instituto Nacional de Defensa Civil**

### **Autor:**

Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

**Asesor ad honorem del Instituto Nacional de Defensa Civil**

1ra. Edición. Lima, noviembre 2018

1000 ejemplares

Sinco Industria Gráfica EIRL

Jr. Huaraz N°449 Breña Lima-Perú

Fecha de Impresión Noviembre 2018

Documento disponible en la Biblioteca Virtual del INDECI <http://bvpad.indeci.gob.pe>

Cualquier parte de este documento podrá reproducirse siempre y cuando se reconozca la fuente y la información no se utilice con fines de lucro. De requerir más información sobre esta publicación, solicitarla a la Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Capacidades Humanas o a la Dirección de Preparación del INDECI.



## CONTENIDO

1.	PRESENTACIÓN	5
2.	¿QUÉ SON LOS TSUNAMIS?	6
3.	¿CÓMO SE PRODUCEN LOS TSUNAMIS?	7
4.	LOS TSUNAMIS EN LA HISTORIA DEL PERÚ Y EL MUNDO	8
5.	QUÉ IMPORTANTE ES CONOCER SOBRE LOS TSUNAMIS	9
6.	LOS TSUNAMIS, SUS CAUSAS Y SU CLASIFICACIÓN	10
7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS TSUNAMIS	11
8.	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO HISTÓRICO DE LOS TSUNAMIS	12
9.	PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN CASOS DE TSUNAMIS	13
10.	MEDIDAS A CONSIDERAR ANTE TSUNAMIS	15



## TSUNAMIS

### 1. PRESENTACIÓN

A través del tiempo han ocurrido diversos eventos trágicos, en los que muchas personas perdieron la vida por no tener conocimientos básicos sobre sismos y tsunamis. Pero también sucedieron casos en que gracias a tener algún conocimiento, lograrán salvar sus vidas.

El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, presenta esta cartilla con el objetivo de sensibilizar a la población de las zonas costeras del Perú sobre los tsunamis y los impactos negativos que éstos generan, así como la importancia de conocer qué acciones debemos realizar para prepararnos, saber cómo actuar en el momento que ocurran y aprender a recuperarnos después de un tsunami.





## 2. ¿QUÉ SON LOS TSUNAMIS?

Cuando un terremoto ocurre en el mar, es posible que origine olas gigantes que avanzan hacia las ciudades y puertos de la costa; estas olas se desplazan en el mar en grupos a los que se les denomina "trenes de ondas" que llegan a las costas a intervalos de 10 a 70 minutos. En el idioma japonés, "Tsu" significa puerto y "nami" ola. Literalmente significa grandes olas en el puerto; describiendo esta sola palabra, la característica más importante del fenómeno.

El peligro de tsunami se incrementa cuando se tienen aguas profundas cerca a la costa o cuando hay bahías en forma de V, U y W (en forma de embudo), porque la energía de las olas se concentran en el punto más pequeño" que es vértice de la bahía que es la porción más angosta y menos profunda, donde la ola puede alcanzar hasta unos 40 m. de altura, como ocurrió en el puerto de Kamaishi, Japón en el tsunami de 2011. En costas rectas como en la ciudad de Sendai, en el mismo evento, la máxima altura fue a unos 10 m. Algo similar ocurre casi a todo lo largo de la costa peruana, donde existen largos tramos de costas rectas.

En alta mar, la altura de la ola es de apenas unos decímetros y la separación entre cresta y cresta, llamada longitud de onda, y son muy extensas por lo que pasa inadvertida a los navegantes. En alta mar el tsunami es similar a un acordeón extendido y cerca a las costas, a un acordeón cerrado.



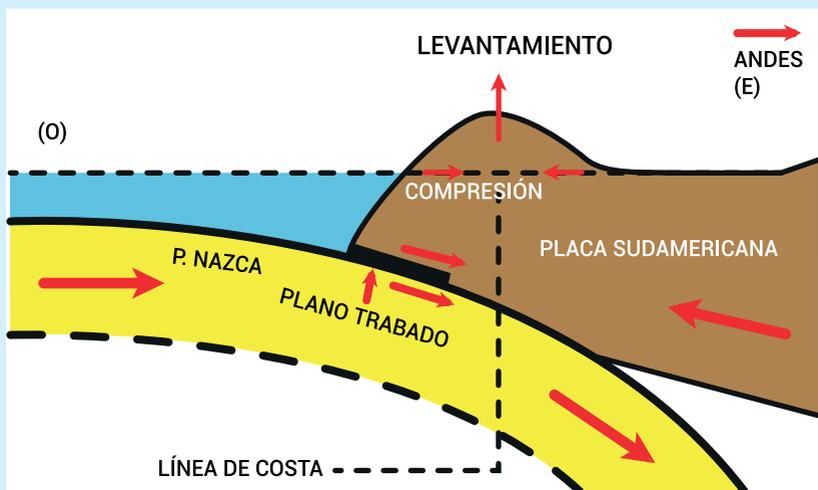
### 3. ¿CÓMO SE PRODUCEN LOS TSUNAMIS?

Más del 80% de los tsunamis son generados por sismos en el mar, otros pocos, por grandes erupciones de islas volcánicas y en menor número, por derrumbes submarinos.

La figura N° 1, muestra el mecanismo de generación de tsunamis en zonas de subducción (choque de placas tectónicas).

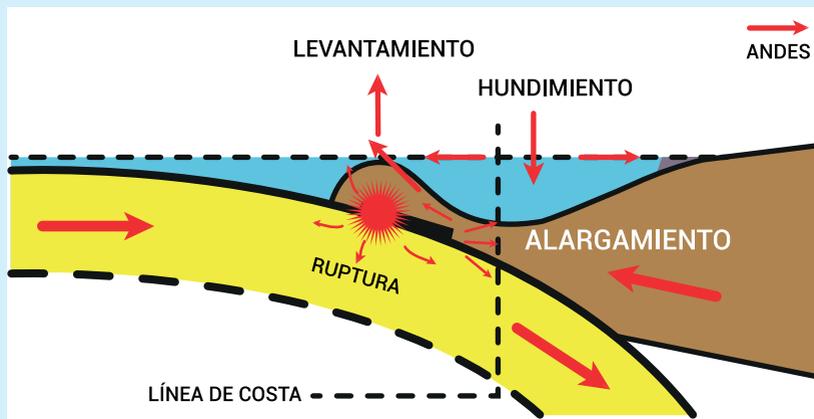
La figura N° 2, muestra cómo la placa Sudamericana choca con la placa Nazca. Esta última se introduce o se mete debajo de la segunda. Como las placas están trabadas por la fricción que existe entre ellas, se produce una compresión en el extremo oeste de la placa Sudamericana, lo que genera que ese tramo se levante, acumulando energía.

Figura N° 1 – Zona de Subducción



Fuente Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

La placa Nazca al introducirse debajo de la placa Sudamericana, al estar trabada, comprime su extremo oeste (O), y la acorta, acumulando energía.

**Figura N° 2 – Levantamiento y hundimiento en Zona de Subducción**


Fuente Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

Cuando la fuerza de reacción de la placa Sudamericana vence la fuerza de fricción entre las placas; la placa Sudamericana se estira de este (E) a oeste (O) y se deforma. Se hunde cerca de la costa y levanta el fondo marino generando el tsunami.

## 4. LOS TSUNAMIS EN LA HISTORIA DEL PERÚ Y EL MUNDO

**Tabla N° 1 – Algunos tsunamis suscitados en el mundo**

Fecha	Lugar	Magnitud del sismo	Víctimas	Descripción
28/10/1746	Puerto Del Callao, Perú	8.7 a 9.0 Mw	3800	El 95% de sus habitantes perecieron. De 4,000 personas, se salvaron 200.
01/04/1946	Islas Hawaianas	8.6 Mw	170	La mayoría de víctimas perdieron sus vidas al internarse en el seco fondo oceánico, pues la primera ola fue recesiva, y cuando llegó la segunda ola con más violencia y altura, les causó la muerte.
23/06/2001	Ocoña, Provincia de Camaná, departamento de Arequipa, Perú	8.3 Mw	24	En el balneario al Sur de Camaná, la primera ola fue recesiva y numerosas personas se internaron en el seco fondo oceánico, para recoger peces y mariscos. Cuando llegó la segunda ola unos 10 minutos después, 24 personas murieron, y otras fueron dadas por desaparecidas.
26/12/2004	Isla Sumatra, Indonesia	9.1 Mw	230,000	La mayoría de las víctimas se dieron en Indonesia y Tailandia, cercanos al origen del fenómeno, y también en Sri Lanka y el sur de la India, países ubicados al frente del origen del tsunami que, por la direccionalidad de las olas, tuvieron efectos devastadores.

Fuente Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

## 5. QUÉ IMPORTANTE ES CONOCER SOBRE LOS TSUNAMIS

### 5.1. Caso Tilly Smith (2004):

Tilly Smith, una estudiante inglesa entonces de 10 años, vió en el horizonte que un alta ola, muy espumosa y ruidosa que se acercaba a la playa (normalmente de aguas cristalinas y calmas). Les dijo a sus padres “se acerca un tsunami”, al comienzo no le hicieron caso, pero ante la persistencia de la niña, decidieron retirarse a una zona de mayor altura, conjuntamente con otros 100 turistas, quienes gracias a ello salvaron sus vidas. En su clase de Geografía hacía poco tiempo, el profesor del curso Sr. Kearney le había explicado a Tilly lo que es un tsunami, qué características tienen las olas muy espumosas altas y ruidosas, y que la mejor manera de salvarse es evacuando tierra adentro hacia lugares elevados.



### 5.2. Caso Chile (2010):

El terremoto y tsunami de Chile del 27 de febrero de 2010, de magnitud 8.8 Mw., ocurrió a las 03:30 am. Por un error, la alarma contra tsunamis fue cancelada; a pesar de ello, la población al sentir que entre la llegada del ruido y el inicio del terremoto hubo un tiempo de unos de 10 segundos, dedujeron que el origen del terremoto se ubicaba cerca de donde ellos se encontraban.

Como el terremoto duró más de 3 minutos, se trataba de un terremoto de gran magnitud, por lo tanto generaría un tsunami con olas de gran altura. Sin otro aviso que el de





la propia naturaleza que supieron interpretar bien, los pobladores que vivían en zonas inundables por tsunamis decidieron evacuar hacia zonas altas, salvando sus vidas.

### 5.3. Caso Kamaishi (2011):

Kamaishi es un importante puerto del Japón, una de las regiones más susceptibles a los tsunamis en el mundo. Había sido afectado por tsunamis en 1896 y 1933. En Kamaishi, se decidió capacitar a todos los docentes del puerto sobre tsunamis. Se les advirtió que los límites de inundación considerados en el plan de evacuación de Kamaishi, estaban basados en eventos pasados y que en el futuro, esos límites podrían ser sobrepasados. Al ocurrir el terremoto muy intenso en el puerto de Kamaishi (con duración de más de tres minutos), los estudiantes del Kamaishi Junior High School, evacuaron enseguida de su centro educativo. Los siguieron los estudiantes de la escuela primaria Unosumai y algunos residentes de áreas cercanas. Al llegar a un refugio intermedio, recordando lo que les había advertido, siguieron adelante, hacia un refugio más alto. Ninguno de los más de dos mil estudiantes de secundaria y primaria, ni los vecinos que se unían en la evacuación perdieron sus vidas. El refugio temporal intermedio también fue inundado por el tsunami del 2011.

## 6. LOS TSUNAMIS, SUS CAUSAS Y SU CLASIFICACIÓN

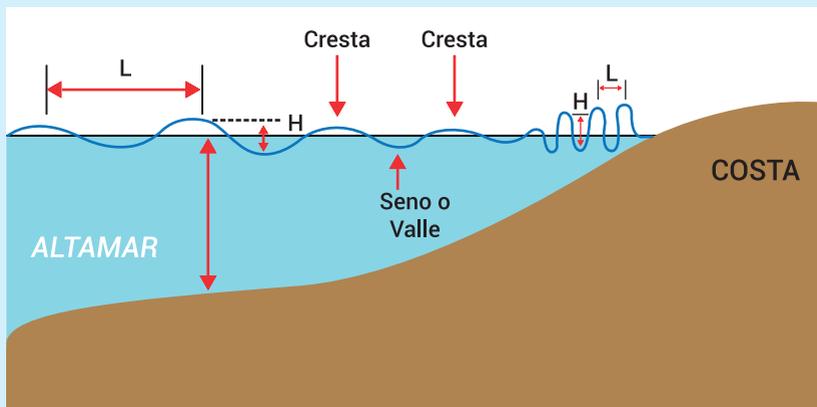
Los tsunamis también pueden ser generados por grandes erupciones de islas volcánicas. Tal es el caso del tsunami originado por la erupción volcán Krakatoa, Indonesia, ubicado entre las islas de Java y Sumatra en Indonesia, que en 1883 afectó a 163 poblaciones y 36 mil personas perdieron la vida. También puede generarse en tsunami por derrumbes submarinos o superficiales. Así ocurrió, durante el terremoto de Alaska de 1964, cuando un derrumbe de proporciones, generado por el sismo, causó un gran deslizamiento en una bahía. El lado opuesto fue invadido por una ola de gran altura que destruyó un faro. A los tsunamis de este tipo se les llama de origen local.

La mayoría de los tsunamis que causan daños son de origen cercano, si se generan a decenas o hasta unos pocos centenares de kilómetros del punto de impacto, de origen lejano o transoceánicos, si el tsunami se genera a miles de kilómetros de distancia, muchas veces al otro lado del mar.

## 7. CARACTERÍSTICAS DE LOS TSUNAMIS

Por tratarse de ondas marinas, los tsunamis pueden caracterizarse por su periodo, altura de onda, longitud de onda y velocidad de propagación, que son atributos comunes a todos ellos.

Figura N° 3 – Representación de un Tsunami



Fuente Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

Representación de un tsunami en altamar y en la costa. Note que en altamar se parece a un acordeón estirado y cerca de la costa a uno cerrado.

**Período (T):** Se define como el tiempo que transcurre entre el paso de dos ondas sucesivas por un mismo punto de observación. Si se está en la costa, es la diferencia de tiempo en la llegada de dos olas sucesivas. Para tsunamis de origen cercano, el periodo es de unos 7 a 30 minutos y para los de origen lejano, entre 20 a 70 minutos.

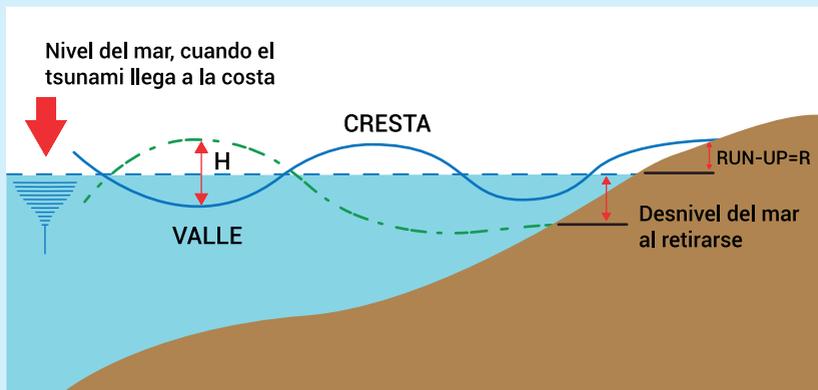
**Altura de onda (H):** Es la distancia vertical entre el seno o valle (parte más baja de la ola) y la cresta (parte más alta de la ola), mientras el tsunami se dirige a tierra.

**Longitud de onda (L):** Es la distancia que separa a dos crestas sucesivas (dos olas). Se estima que la longitud de onda inicial es aproximadamente igual a la dimensión mayor del área dislocada.

**Velocidad de propagación (V):** Velocidad a la que se desplazan las olas.

**Altura de Ola en la Costa y Run-Up:** Mientras el tsunami viaja en alta mar, lejos de las costas, la altura de ola está dada por la diferencia de nivel entre el valle y la cresta. Pero, al llegar al continente, desde el punto de vista práctico, lo importante es la altura que el tsunami alcanza sobre el nivel del mar. El viaje del tsunami no se interrumpe en la orilla sino penetra en tierra, generando una inundación, a esta área se conoce como Run-up, es decir hasta la altura donde el tsunami penetra en la costa.

**Figura N° 4 – Esquema del run-up, R, y desnivel cuando el mar se retira**



Fuente Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

## 8. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO HISTÓRICO DE LOS TSUNAMIS

La información histórica, es decir la recopilación de documentos y estudio de testimonios de tsunamis que afectaron a poblaciones costeras, constituye una herramienta muy útil para evaluar los posibles efectos que un futuro tsunami puede ocasionar en dichos lugares y para sensibilizar y orientar acciones de los pobladores, antes y después de que ocurra un tsunami. Los registros históricos proporcionan información valiosa como:

- El tiempo de llegada de la primera ola a la costa, de tsunamis de origen cercano.
- La altura de ola en la costa y la máxima altura tierra adentro o run up.

- La magnitud de los sismos que generan tsunamis ocurridos en la zona, los epicentros de dichos sismos y la profundidad de los mismos.
- Los tipos de construcciones que tienen características resistentes a los tsunamis y las que deben prohibirse, como las viviendas de madera u otros de materiales precarios, que se convierten en peligrosos proyectiles flotantes, que incrementan el riesgo sobre las personas y propiedades.

## 9. PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN CASOS DE TSUNAMIS

La vida e integridad física de los pobladores que residen en las zonas inundables por tsunamis deben ser protegidas mediante planes de contingencia, cuyo componente más importante son los planes de evacuación (que deben ser de completo conocimiento de todas las pobladores de la zona). Para planificar estas medidas de protección son necesarios dos datos básicos:

- **Tiempo de llegada de la primera ola**, que es el tiempo del que se dispone para que la población abandone el área inundable, después que siente el intenso sismo generador de tsunami.
- **Delimitación de la zona inundable**, que indica el área geográfica que debe ser abandonada al darse la alarma de tsunami.





### RECUERDA:

El tiempo disponible para la evacuación varía de acuerdo al tipo de tsunami. Si éste es de origen lejano, se dispone de varias horas para evacuar las zonas de inundación. Pero si se trata de un tsunami de origen cercano se cuenta con pocos minutos, generalmente entre 10-12 minutos en el Sur del Perú entre el Sur de Ica y Tacna, y de unos 25 minutos en la costa central y norte, excepto frente al Dpto. de Piura.

### RECUERDA:

En el puerto del Callao más de 150 mil personas viven en sectores inundables por tsunamis, gran parte de ellos en La Punta, con apenas 3 metros de altura sobre el nivel del mar. En 1746 ocurrió un tsunami que causó la muerte del 95% de sus residentes.

## 10. MEDIDAS A CONSIDERAR ANTE TSUNAMIS

Ya sea por tsunamis de origen cercano o lejano, se requiere evacuar las zonas inundables, sobre todo en los puntos más cercanos a la costa, por lo que es necesario diseñar un plan de contingencia eficiente, para evacuar a la población amenazada en el menor tiempo posible.

En la costa occidental de Sudamérica, en Chile y el Sur del Perú, la plataforma continental es angosta (zona donde en general se ubican los epicentros de los sismos que generan tsunamis), por lo que la fuente de generación del tsunami se ubica muy cerca a la costa. Por observaciones, así como por cálculos efectuados en dichas costas, **el tiempo de evacuación para tsunamis de origen cercano es de unos 10 a 12 minutos. En cambio donde la plataforma continental es más amplia, como en Lima, el tiempo disponible para evacuar es de unos 25 minutos.**





**10.1. Elaboración de Planes de Contingencia:** Tienen por objetivo proteger a la población para que, poco antes que un tsunami inunde el lugar, las personas se encuentren fuera del alcance de los efectos destructivos del mismo. La difusión y sensibilización son componentes muy importantes en la implementación de los planes de contingencia. Las estimaciones del tiempo con que se dispone en caso de tsunamis, hace que la medida más efectiva para proteger a la población sea la evacuación de la zona inundable en dicho tiempo. Los datos básicos para preparar un plan de contingencia ante tsunamis son: **tiempo de llegada de la primera ola, límites de la zona inundable y altura que alcanza en tierra (run up)**. Informaciones adicionales que son importantes para preparar un buen plan de evacuación son los datos de población: número de personas, distribución por edades, personas con discapacidades físicas, situación socio-económica, profesiones, disponibilidad de vehículos para evacuar, etc. Entre las instalaciones críticas y los datos necesarios sobre ello son: hospitales, centros educativos, número de estudiantes, estaciones de policía y bomberos y otros.

**10.2. Señalización de rutas de evacuación:** Las rutas de evacuación son vías que permiten a los residentes, que viven en las zonas inundables por tsunamis, evacuar lo más rápidamente posible, hacia zonas más altas.

**10.3. Albergues temporales:** Son los lugares donde se da albergue a la población evacuada de las zonas inundables. La población evacuada permanecerá algunas semanas o meses, mientras dure la emergencia y no pueda ser trasladada a otros lugares. Por lo tanto deben prepararse para proporcionar servicios básicos como: alimentación, agua, abrigo, higiene, salud, orden, y todo lo que sea necesario para que la calidad de vida de las personas no sufra extremo deterioro. Pueden ser lugares cerrados o abiertos como parques. En este último caso es necesario instalar carpas y estar en capacidad de brindar los servicios antes mencionados.





**INDECI**  
DEFENSA CIVIL, tarea de todos



Distribución gratuita

# ZONA SEGURA TSUNAMI



**INDECI**

DEFENSA CIVIL, tarea de todos

Calle Ricardo Angulo 964  
Urb. Córpac - San Isidro. Lima - Perú  
Tel: (511) 225-9898



/indeciperu



@indeciperu

► [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)