

Los establecimientos educacionales son los lugares privilegiados para generar aprendizajes respecto del conocimiento de los fenómenos naturales y la apropiación por parte de los niños, niñas y jóvenes de pautas de conductas seguras. Otra tarea no menos importante es convertir el hábitat de los niños, niñas y jóvenes que asisten a jardines infantiles, escuelas, colegios y liceos en lugares seguros. Para ambos fines descritos resulta necesario proveer a los responsables de la gestión del establecimiento: docentes, directivos, asistentes de la educación, padres, madres y apoderados, de herramientas conceptuales y metodológicas que faciliten trabajar y reforzar la educación de una cultura del autocuidado y de la prevención, lo que permitirá, indudablemente, mejorar la gestión del riesgo en cada establecimiento educacional.



El Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea, financia intervenciones de ayuda humanitaria a las víctimas de catástrofes naturales y conflictos fuera de la Unión Europea. La ayuda se brinda directamente a las víctimas, de manera imparcial, sin distinción de raza, religión u opinión política.



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

**Oficina de Santiago**  
Oficina Regional de Educación  
para América Latina y el Caribe



# GESTIÓN DEL RIESGO DE TSUNAMIS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES

Material de apoyo para  
docentes de educación media

Se puede reproducir y traducir total y parcialmente el texto publicado siempre que se indique la fuente.

El autor es responsable de la selección y presentación de los hechos contenidos en esta publicación, así como de las opiniones expresadas en ella, las que no son, necesariamente, las de la UNESCO o del Ministerio de Educación de Chile y no comprometen a la institución.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la presentación de los datos que en ella figuran no implican, de parte de la UNESCO, ninguna toma de posición respecto al estatuto jurídico de los países, ciudades, territorios o zonas, o de sus autoridades, ni respecto al trazado de sus fronteras o límites.

Publicado por la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO SANTIAGO), en el marco del Proyecto DIPECHO "Aprendizaje y Adaptación frente a Tsunamis en Ecuador, Colombia, Perú y Chile", financiado por el Programa de Preparación para Desastres de la Dirección General de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea.

**Autor:** René Donoso Sereño

**Revisión:** Beatriz Schertz

**Diseño:** Maite Urrutia

**Coordinación:** Giovana Santillán

**Impreso por:** ABM Impresores

**OREALC/2010/PI/H/10**

**Lugar y fecha de impresión:** Santiago de Chile, octubre 2010.

Esta publicación puede descargarse de [www.unesco.org/santiago](http://www.unesco.org/santiago)

#### PROYECTO DIPECHO



#### APOYADO POR



#### SOCIOS ESTRATÉGICOS



# GESTIÓN DEL RIESGO DE TSUNAMIS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES

---

MATERIAL DE APOYO PARA DOCENTES DE EDUCACIÓN MEDIA

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	5
AGRADECIMIENTOS .....	7
CAPÍTULO 1 .....	9
Referencias e información sobre el fenómeno de los maremotos o tsunamis y recomendaciones para la seguridad	
CAPÍTULO 2 .....	25
La seguridad escolar y la gestión del riesgo	
CAPÍTULO 3 .....	37
Sugerencias de actividades del currículum escolar vinculadas a la gestión del riesgo de maremotos o tsunamis	
RECURSOS DIDÁCTICOS .....	51
GLOSARIO .....	75
BIBLIOGRAFÍA .....	89

# PRESENTACIÓN

## GESTIÓN DEL RIESGO DE TSUNAMIS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES MATERIAL DE APOYO PARA DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA

Nuestro planeta ha enfrentado y seguirá enfrentando los embates de terremotos y tsunamis. Es por eso que la humanidad ha acumulado conocimientos que nos permiten entender las causas de estos eventos e iniciar procesos de aprendizaje, preparación y adaptación orientados a reducir los riesgos frente a ellos y a mitigar sus efectos.

Chile, un país sísmico con alto riesgo de ocurrencia de tsunamis en su extenso litoral, debe promover el aprendizaje, la preparación y la adaptación de comunidades costeras ante este fenómeno. En este contexto es particularmente relevante que los establecimientos educacionales impulsen su rol multiplicador del conocimiento hacia los estudiantes, sus familias y otros miembros de la comunidad sobre el origen de estos eventos y respecto a las medidas que ayudan a reducir los riesgos que generan. Este proceso de aprendizaje debe ser continuo y mantenerse actualizado con las experiencias recientes y pasadas.

Los textos que presentamos a continuación pretenden contribuir a los esfuerzos del Gobierno de Chile para fortalecer los procesos de aprendizajes de la comunidad educacional del país frente a los tsunamis. Sus contenidos forman parte de una serie de tres módulos educativos adaptados al actual currículo nacional chileno y a sus diferentes niveles de enseñanza: educación parvularia, educación básica y educación media.

Este material corresponde a una actualización y sistematización del conocimiento orientado a enriquecer el proceso formativo de los estudiantes chilenos, para que estén mejor preparados ante

situaciones de emergencia producidas por la eventual ocurrencia de un tsunami. La UNESCO, a través de su proyecto Aprendizaje y Adaptación frente a Tsunamis en Ecuador, Colombia, Perú y Chile, apoyado por el Programa de Preparación para Desastres (DIPECHO) de la Dirección General de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO), busca contribuir a la iniciativa del Gobierno de Chile para la disminución de los riesgos frente a este fenómeno.

Es fundamental que estos contenidos se integren en el consciente individual y colectivo de las comunidades con mayor riesgo de enfrentar tsunamis, para así reducir significativamente sus más trágicas consecuencias.

*J. Sequeira*

Jorge Sequeira  
Director  
Oficina Regional de Educación para  
América Latina y el Caribe  
OREALC/UNESCO Santiago

# INTRODUCCIÓN

Chile frecuentemente se ve afectado por diversos desastres de origen natural. Dado su emplazamiento geográfico y sus condiciones climáticas y geodinámicas, nuestra población se ve expuesta con frecuencia a erupciones volcánicas, sismos de diversa intensidad, terremotos, maremotos o tsunamis, lluvias intensas, inundaciones, desbordes de ríos y heladas en gran parte del territorio nacional. Sumado a estas condiciones, resulta importante reconocer que parte de nuestra población vive situaciones de vulnerabilidad social de distinto tipo.

A lo largo de nuestra historia hemos tenido que lamentar la pérdida de numerosas vidas y retrocesos económicos producto de los daños materiales, en varias ocasiones con interrogantes y debates respecto de lo apropiado y pertinente de las medidas posibles para dar seguridad a la población.

Sin duda, muchas de las conclusiones terminan en la necesaria formación y educación de las y los ciudadanos para enfrentar los riesgos anteriormente enunciados y disminuir la irreparable pérdida de vidas.

Los establecimientos educacionales son los lugares privilegiados para generar aprendizajes respecto del conocimiento de los fenómenos naturales y la apropiación por parte de los niños, niñas y jóvenes de pautas de conductas seguras. Otra tarea no menos importante es convertir el hábitat de los niños, niñas y jóvenes que asisten a jardines infantiles, escuelas, colegios y liceos en lugares seguros. Para ambos fines descritos resulta necesario proveer a los responsables de la gestión del establecimiento: docentes, directivos, asistentes de la educación, padres, madres y apoderados, de herramientas conceptuales y metodológicas que faciliten trabajar y reforzar la educación de una cultura del autocuidado y de la prevención, lo que permitirá, indudablemente, mejorar la gestión del riesgo en cada establecimiento educacional.

El presente texto pretende ser una herramienta para que los actores y agentes educativos asuman el desafío anteriormente mencionado, por lo que resulta necesario fortalecer los procesos de aprendizaje sobre los fenómenos naturales potencialmente destructivos, en este caso maremotos o tsunamis, así como también elementos



© Marcelo Lagos  
Taller de capacitación de estudiantes

específicos que permitan comprender aspectos básicos de la seguridad en los establecimientos educacionales y sobre cómo gestionar de mejor forma los riesgos que afrontan las comunidades educacionales.

Este texto entrega, en la primera parte, una breve reseña y caracterización del fenómeno natural llamado maremoto o tsunami y algunas medidas de protección que es necesario tener en cuenta. En la segunda parte, entrega herramientas conceptuales que permitirán tener una comprensión más acabada de los elementos involucrados en la tarea de generar escuelas seguras que gestionan el riesgo de su establecimiento y el entorno inmediato. En el tercer capítulo, se presentan una serie de fichas con sugerencias de actividades, conectadas con los diversos sectores de aprendizaje y sus objetivos mencionados en los programas oficiales. Se adjunta, además, material didáctico posible de ser utilizado como apoyo de las actividades anteriormente mencionadas. Y finalmente, como anexo, un glosario con los conceptos más recurrentes respecto al fenómeno de maremoto o tsunami.

# AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este texto nace del interés del Ministerio de Educación de Chile, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile - SHOA y de la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago) por fortalecer las capacidades educacionales de las comunidades a fin de reducir los riesgos frente a tsunamis.

El documento se comenzó a construir a partir de la revisión de los materiales educativos “Te invito a Conocer la Tierra” y “Terremotos y Tsunamis o Maremotos”, elaborados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile - SHOA, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y el Centro Internacional de Informaciones de Tsunami en 1994. Dichos textos fueron declarados material didáctico complementario y/o de consulta de la educación chilena por la División de Educación General del Ministerio de Educación en aquel año.

Debido a la existencia de nuevas metodologías pedagógicas de enseñanza, el nuevo currículo nacional y los avances científicos en el campo de la geología y la oceanografía, se definió un proceso participativo de consulta y validación para la actualización y adecuación de los textos base.

Los textos base fueron actualizados a través de talleres de validación con la participación de docentes y funcionarios del Ministerio de Educación de Chile de las regiones de Antofagasta, Tarapacá y el Bio Bio; especialistas de la Sociedad Geológica de Chile; oceanógrafos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile – SHOA, así como especialistas de educación y comunicación de la UNESCO.

A continuación presentaremos los nombres de quienes participaron en este proceso de revisión. Agradecemos el esfuerzo y compromiso depositado en esta tarea a cada uno de ellos: Felipe Aguilera, Ramón Aguirre, Gloria Arancibia, Fernando Barra, F. Brev, Cecilia Cabrera, Nicole Cabrera, Eduardo Campos, Juan Cartes, Elizabeth Chávez, Darío Cuellar, Fabiola Fernández, Ema Fuentealba, Celia Figueroa, Pedro Guzmán, Gloria Hernández, Astrid Hollander, Paulina Kohler, Haroldo Lledó, María Machuca, Carlos Marquardt, Ricardo Norambuena, Ligia Nova, Julio Osorio, Verónica Oliveros, Patricio Oyarzún, Paola Paredes, Marco Pfeiffer, Alejandro Pérez, Claudio Puentes, Elisa Ramírez, Cecilia Riquelme, Rayén Rivera, Andrés Tassara, Raúl Tecas, Violeta Tolorza, Isabel Urrutia, Millarca Valenzuela, Edgardo Vega, Dixia Vega, Luis Villegas, Cecilia Zelaya, Berta Zuleta y Juan Zúñiga.

# CAPÍTULO 1

## LOS MAREMOTOS O TSUNAMIS Y COMO NOS PREPARAMOS FRENTE A ELLOS

### Maremotos o Tsunamis

#### ¿Qué es un maremoto o tsunami?

Un **maremoto o tsunami (término de origen japonés cuyo significado es ola gigante que llega al puerto)** es un fenómeno consistente en una serie de ondas u olas oceánicas –también los expertos hablan de “tren de olas”, extremadamente largas, presentes durante un periodo extenso de tiempo, y producidas, generalmente, por un sismo o terremoto ocurrido en las profundidades del océano o en las cercanías de la costa o litoral.

A partir del concepto que hemos definido, vamos a obtener algunos términos que nos permitirán estudiar, entender y explicar en palabras simples qué es un maremoto o tsunami.

#### Entonces, maremoto o tsunami está compuesto por:

- Una serie de olas oceánicas de larga longitud y largo periodo de tiempo.
- No son olas como las producidas por el viento o los temporales.
- La altura de las ondas u olas que forman el maremoto pueden alcanzar los 10 metros y más.
- Las ondas u olas pueden llegar a la costa durante el curso de varias horas.

En el caso de un **maremoto** que se haya originado en una región muy lejana del epicentro del movimiento telúrico -a más de 1.000 kilómetros de distancia-, las ondas u olas pueden demorar desde algunas horas hasta días en arribar al litoral situado en el otro extremo del orbe.

Solo a modo de ejemplo: El 22 de mayo de 1960, un potente terremoto se registró en el litoral chileno, entre los 36° y 44° grados de latitud sur, cerca de la ciudad de Valdivia, el cual generó un monstruoso maremoto, cuyas ondas u olas llegaron a una altura -en el puerto de Corral-, de 20 metros aproximadamente.

En el archipiélago de Juan Fernández – posesión chilena situada a 670 kilómetros del litoral continental – perteneciente a la Región de Valparaíso, aun cuando sus pobladores no percibieron el terremoto del 27 de febrero de 2010, las ondas u olas del maremoto, originado por el sismo producido en la zona costera de la región del Maule, se presentaron en su costa aproximadamente 45 minutos después de ocurrido el sismo. En el único poblado del archipiélago, San Juan Bautista, las aguas ingresaron más de 300 metros. Las principales construcciones resultaron destruidas, incluyendo la capitania de puerto, la escuela y el retén de carabineros. La violencia del tsunami también cobró víctimas fatales y dejó varios lugareños heridos.

Otro ejemplo que refuerza lo definido anteriormente es el mega-terremoto del 22 de mayo de 1960, que tuvo su epicentro en la ciudad de Valdivia, ubicada en el sur de Chile, cuya magnitud máxima se elevó hasta los 9,5 grados en la escala de Richter, lo que produjo uno de los más devastadores maremotos de la historia chilena. Casi quince horas después de ocurrido el terremoto y tsunami en Chile, un maremoto azotó el poblado de Hilo, ubicado en el archipiélago de Hawái, a más de 10 mil kilómetros de distancia del epicentro, con olas que alcanzaron alturas de aproximadamente 10 metros.

**Advertencia:**

La primera onda u ola no siempre es la más alta.

**Terremoto y tsunami en Chile**

En el transcurso de este texto nos referiremos a los dos sismos de mayor envergadura que se han registrado en la historia de Chile y que, por su intensidad, han pasado a ser considerados dentro del listado de los terremotos más grandes de la historia mundial, destacando el registrado en Valdivia como el más grande que se tenga registro en la humanidad.

**Valdivia, Chile, 1960**

El terremoto más grande registrado en el planeta ocurrió el día domingo 22 de mayo de 1960 a las 14:55 horas en Valdivia, Chile, América del Sur. Tuvo una magnitud de 9,5 grados Richter, con 37

epicentros y una duración de 10 minutos. El epicentro se localizó a 39,5° de Latitud Sur a 74,5° de Longitud Oeste y se ubicó a 60 km de profundidad. Fue percibido en todo el cono sur de América. Este terremoto fue precedido por un fuerte sismo el día anterior: antes del amanecer del sábado 21 de mayo de 1960, a las 06:06, un temblor sacudió gran parte del sur de Chile. Se registraron 12 epicentros en la costa de la península de Arauco, actual Región del Biobío. El movimiento tuvo una magnitud de 7,75 en la escala de Richter y de VII en la escala de Mercalli, afectando principalmente las ciudades de Concepción, Talcahuano, Lebu, Chillán y Angol, además fue percibido entre el Norte Chico y la zona de Llanquihue.

**Concepción, Chile, 2010**

En la madrugada del sábado 27 de febrero de 2010, a las 3:34 horas, un terremoto de 8,8 grados, con epicentro en las localidades de Curanipe y Cobquecura, azotó las costas chilenas. Las zonas más afectadas fueron las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío, donde alcanzó una intensidad de IX en la escala de Mercalli, arrasando con gran parte de las ciudades de Constitución, Concepción, Cobquecura y el puerto de Talcahuano.

Producto de este terremoto se produjo un fuerte tsunami que impactó el litoral del centro y sur de Chile, continental e insular, devastando varias localidades tales como puertos, caletas, balnearios y caseríos. El archipiélago de Juan Fernández –donde el sismo no fue percibido–, experimentó ondas u olas que arrasaron con el poblado de San Juan Bautista.

**LISTA DE LOS SISMOS QUE TUVIERON UNA MAGNITUD DE POR LO MENOS 8,5 GRADOS**

Valdivia CHILE	22 de mayo 1960	9.5	Un terremoto de magnitud 9,5 en el sur de Chile y el subsiguiente tsunami cobraron la vida de por lo menos 1.716 personas.
Península de Kamchatka RUSIA	16 de octubre 1737	9.3	Sin antecedentes.
Anchorage ESTADOS UNIDOS	27 de marzo 1964	9.2	Un terremoto de magnitud 9,2 en Prince William Crecent Sound, Alaska y el subsiguiente maremoto cobraron la vida a 128 personas.
Sumatra INDONESIA	26 de diciembre 2004	9.1	El tsunami generado por la magnitud del sismo causó más de 289 mil muertos (otra cifra la extiende hasta 400 mil) en Sri Lanka, islas Maldivas, India, Tailandia, Malasia, Bangladesh y Myanmar (antigua Birmania). Es uno de los cinco peores terremotos conocidos desde 1900.
Arica PERÚ (hoy la ciudad de Arica es parte del territorio chileno)	13 de agosto 1868	9.0	Terremoto de magnitud en Arica, Perú (ahora Chile) que generó maremotos catastróficos; más de 25 mil personas murieron en Sudamérica.

## LISTA DE LOS SISMOS QUE TUVIERON UNA MAGNITUD DE POR LO MENOS 8.5 GRADOS

Región de Cascadia CANADÁ Norte de California ESTADOS UNIDOS	27 de enero 1700	9.0	Terremoto de magnitud estremece el norte de California, Oregón, Washington y la Columbia Británica en Canadá, y provoca un tsunami que causa destrozos en aldeas japonesas.
Península de Kamchatka RUSIA	Noviembre 1952	9.0	Movimiento telúrico de magnitud en Kamchatka causa daños pero no muertos, pese a levantar olas de 9,1 metros (30 pies) en Hawái.
Esmeraldas ECUADOR	31 de enero 1906	8.8	Sismo de magnitud 8,8 frente a la costa de Ecuador y Colombia que generó un tsunami que cobró la vida a 500 personas.
Concepción CHILE Cobquecura, provincia de Ñuble	27 de febrero 2010	8.8	El primero al norte de Concepción, en el sector costero de la provincia de Cauquenes. Se sintió durante 3:50 min en Concepción. El segundo frente a Iloca y el tercero con epicentro desconocido. Fue percibido entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. El tsunami afectó gran parte de la costa de la región del Maule, región del Biobío y el archipiélago Juan Fernández.
Lisboa PORTUGAL	01 de noviembre 1755	8.7	Terremoto de magnitud y maremoto en Lisboa cobraron la vida a unas 60. mil personas y destruyeron la capital portuguesa.
Valparaíso CHILE	03 de julio 1730	8.7	Sismo de magnitud en Valparaíso, Chile, mató por lo menos a 3 mil personas.

El terremoto de Valdivia fracturó una zona de falla a lo largo de la placa oceánica de Nazca que desciende por debajo de la placa continental sudamericana. Este fenómeno se denomina subducción, producido por la dinámica de converger dos placas tectónicas, una de ellas, la más densa, se desliza por debajo de la otra. De esta manera, los sismos o terremotos son consecuencia de la liberación de energía acumulada por la tensión en que se han mantenido las dos placas. Así pues, se ha concluido que durante este terremoto, el margen occidental de la placa continental sudamericana se sacudió hasta 20 metros en relación con la placa oceánica de Nazca, en una extensión de 1.000 kilómetros de largo y en alrededor de 150 kilómetros de ancho.

#### ¿Cómo se origina un Maremoto o Tsunami?

Los **maremotos** son generados, principalmente, por terremotos o sismos -de cierta magnitud- ocurridos en las profundidades del fondo submarino o cerca de la costa.

No obstante, los tsunamis pueden ser producidos por erupciones volcánicas, deslizamientos o derrumbes submarinos y por desprendimiento de un gran volumen de masa de tierra que cae en forma intempestiva al mar, lago o río, como fue el caso sucedido en la zona de Punta Tortuga, Aysén, en la Región General Carlos Ibáñez del Campo en el

extremo sur de Chile, sismo registrado el 21 de abril de 2007 a las 17:53 UTC (13:53 hora local). Su epicentro se localizó en las cercanías de la ciudad de Puerto Aysén, Chile, y tuvo una magnitud de 6.2 en la escala sismológica de Richter. El sismo produjo derrumbe de algunos cerros costeros, lo que provocó marejadas donde las olas u ondas superaron los 6 metros de altura, arrasando con diversas viviendas aledañas en la zona de Punta Tortuga.

Pero, sin lugar a dudas, la fuente más relevante en la producción de **tsunamis** son los sismos o terremotos. De tal modo, que todo movimiento telúrico no inferior a 6.5 grados en la escala de Richter, será capaz de originar un maremoto o tsunami.

#### Las siguientes son las características más importantes que poseen los maremotos o tsunamis.

Se desplazan fuera de la región en que se han originado. Al respecto es necesario decir que algunos de ellos han tenido como fuente una región distante de más de 1.000 kilómetros.

El terremoto ocurrido en Valdivia al sur de Chile el 22 de mayo de 1960 provocó un **tsunami** que arribó a las costas de lugares tan distantes como Hawái, Filipinas, Japón y la costa oeste de los Estados Unidos. Sitios donde la altura de las ondas u olas llegaron a medir

aproximadamente 6 metros de altura, que cobraron centenares de víctimas fatales y ocasionaron daños materiales por millones de dólares.

Este tipo de maremoto se denomina Trans-Pacífico, por el hecho de que se desplaza por todo el Océano Pacífico, hasta llegar al otro extremo de la cuenca.

Después del sucedido en Chile el año 1960, se han producido otros **tsunamis** causantes de muertes a distancias mayores a 1.000 kilómetros de su área de generación. Entre los más recientes podemos destacar:

De acuerdo con esta tabla, los **maremotos** pueden producir un número importante de muertes en regiones muy remotas o lejanas. Por esta razón la comunicación cobra relevancia significativa –especialmente en la cuenca del Pacífico– para dar las alertas tempranas a la ciudadanía y así de esta manera evitar la pérdida de vidas humanas.

**La velocidad de un maremoto o tsunami está en directa relación con la profundidad de las aguas por las que se desplaza.**

LISTA DE LOS TSUNAMIS CAUSANTES DE MUERTES A MAS DE 1.000 KILÓMETROS

Año	Ubicación	Víctimas locales	Víctimas lejanas	Localidades distantes que reportaron víctimas
1960	Chile	1.000	283	Japón, Filipinas, EE.UU. (California, Hawái)
1964	Prince William Sound, Alaska, EE.UU.	106	18	EE.UU. (California, Oregón)
2004	Banda Aceh, Indonesia	175.827 <sup>1</sup>	52.071	Bangladesh, India, Kenya, Maldives, Myanmar, Seychelles, Somalia, África del Sur, Sri Lanka, Tanzania, Yemen.

<sup>1</sup> Es probable que esta cifra tan abultada de víctimas incluya muertes provocadas por el terremoto.

Fuente: Glosario de tsunamis, publicado por United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, pág. 5.

Así, por ejemplo, en las aguas del océano profundo, las ondas u olas pueden viajar a velocidades comprendidas entre los 500 a 1.000 kilómetros por hora. En otras palabras, esta onda u ola puede desplazarse a la velocidad de un avión jet (supersónico).

En tanto que cerca de la playa, su velocidad puede alcanzar apenas a una decena de kilómetros por hora.

Tal como lo hemos sostenido anteriormente, los **tsunamis** son muy destructivos a partir de sismos de magnitud 7,5 y son realmente destructivos a partir de 8,3 grados en la escala de Richter.

La velocidad de las ondas u olas pueden determinarse por medio de la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{2g \cdot h}$$

En donde **h** es la profundidad a la que se produce el sismo y **g**, la gravedad terrestre (9,8 m/s).

La amplitud superficial o altura de la cresta **H** puede ser pequeña, pero la masa de agua que agita es enorme y, por ello la velocidad es tan grande; y no solo eso, sino que la distancia entre las crestas también lo es.

Es habitual que la longitud de onda de la cadena de tsunami sea de 100 kilómetros, 200 kilómetros y más.

**La altura que pueden alcanzar sus ondas u olas.**

Este es otro elemento muy importante y propio a considerar de los maremotos o tsunamis.

Así es como, por ejemplo, en las aguas más profundas del océano –donde adquieren las mayores velocidades–, la altura de las ondas u olas apenas alcanza los pocos centímetros. Vale decir, en alta mar la presencia de un tsunami no es apreciable o notoria.

Un maremoto que tiene un metro de altura en el océano profundo –mar adentro–, puede crecer a decenas de metros en la línea de costa, cuya altura puede alzarse sobre los 10 metros.

Por esta razón, ante la certeza de que haya ocurrido un sismo de gran intensidad y se dé la alerta temprana de que se produzca un maremoto o tsunami, las embarcaciones –de la clase que sean– tienen mayores posibilidades de salir indemnes si se dirigen hacia alta mar. En otras palabras, solo abandonando muelles y atracaderos las embarcaciones pueden evitar ser destruidas por la feroz fuerza de este tren de olas que llega a las costas.

Lo sucedido en la madrugada del 27 de febrero de 2010 en la costa centro y sur de Chile da cuenta de lo ocurrido a un sinnúmero de barcos pesqueros pequeños, lanchones y botes de pescadores artesanales, que terminaron siendo arrastrados y destruidos por la fuerza descomunal del **tsunami**, quedando varados en tierra firme, a cientos de metros de sus atracaderos.

**Los maremotos tienen períodos, consistentes en el tiempo de cada ciclo de la onda u ola.**

El periodo de desarrollo del ciclo –de una onda u ola- está en estrecha relación con el tiempo que existirá entre la llegada de una y otra onda u ola, y el ritmo y secuencia de la aparición de las demás. En consecuencia, no debemos olvidar que un tsunami está formado por una serie o un tren de ondas u olas que arriban hasta la costa o playas de una localidad.

**Nunca olvide que estamos frente a una serie o tren de ondas u olas. Por lo tanto, se debe esperar que se desarrolle el ciclo durante varias horas.**

Vale decir, debemos descartar de plano la falsa creencia que estima el fenómeno del maremoto como UNA SOLA onda u ola gigantesca que arrasa todo y se acabó. Esto es un ERROR y que puede resultar fatal para aquellas personas

que abandonan sus refugios seguros, ante la observación que la/s primera/s ondas u olas no han inundado áreas muy extensas.

Se debe estar alerta porque, lo reiteramos, no siempre la primera onda u ola es la de mayor altura. Puede suceder que las ondas u olas sucesivas –presentadas con intervalos de tiempo- sean de mayores alturas y, por lo tanto, las que inunden zonas más extensas y produzcan mayores daños materiales.

Como ejemplo de lo anterior se presenta lo sucedido en el maremoto originado por el terremoto ocurrido en Valdivia el año 1960.

El terremoto que tuvo una magnitud de 9.5 grados Richter, con 37 epicentros y una duración de 10 minutos, produjo un tsunami con tres olas.

#### **La primera ola**

Llegó a su destino a las 15:25 horas, media hora después de comenzado el terremoto. En cuestión de segundos, el agua había alcanzado casi 2 metros sobre el nivel del muelle; esta subida de agua era el primer golpe suave del maremoto.

#### **La segunda ola**

Llegó unos 20 minutos después, a las 15:45 horas.

Con una altura de 8 metros y a la velocidad de 150 ó 200 km por hora. A su estrépito formidable se mezclaban los gritos de las mujeres, ya que la mayoría de los hombres, desde la retirada de las aguas, habían descendido para intentar salvar los objetos aún recuperables.

#### **La tercera ola**

Una hora más tarde se vio aparecer a lo lejos la tercera ola, Era más alta que la precedente, 10 u 11 metros, pero su velocidad no parecía ser mayor a los 100 km por hora. Tras reventar contra el montón de madera acumulado por la segunda ola, el mar permaneció quieto poco más de un cuarto de hora, antes de retirarse, siempre con el mismo espantoso ruido metálico de succión.

Pues bien, ya hemos reseñado las principales características, dignas de mención, que permiten entender los **maremotos**.

A continuación nos concentraremos en describir los efectos destructivos que acompañan a esta manifestación de la naturaleza. Adicionaremos las medidas necesarias de implementar, especialmente efectivas para las comunidades situadas en las costas de países con historial de grandes sismos y terremotos. La instrucción y educación de la población de las zonas aledañas al litoral es de suma trascendencia para aminorar el número de víctimas fatales y daños materiales que ocasionan los **maremotos**.

**La destrucción y los daños provocados por un maremoto son resultado o producto de tres elementos:**

#### **a) La inundación.**

Esta se define como la distancia horizontal máxima hasta donde el **agua** penetra tierra adentro.

Obviamente que la subida o inundación de las aguas provoca daños materiales. La inundación de ciertas áreas costeras, especialmente aquellas zonas más bajas, es una de las primeras consecuencias visibles del ingreso de la onda u ola. Por supuesto que el daño que producirán las aguas al ingresar en tierra dependerá de la fuerza con que llega.

En el caso de la localidad de Quenuir, un poblado chileno ubicado en la desembocadura del río Maullín, al sur

de Valdivia, se dice que el maremoto del año 1960 fue tan grande que hasta los muertos sacó de sus tumbas<sup>2</sup>, porque descubrieron escombros procedentes del campo santo de la localidad transportados hasta por 5 kilómetros río arriba. Vale decir, la inundación se potenciará en el caso de existir vías que le permitan penetrar más profundamente en el territorio.

Independiente de la fuerza que posea el agua al azotar la playa, esta por sí sola produce daño en las instalaciones y viviendas.

#### b) Impacto de la(s) onda(s) u ola(s) en las estructuras.

La violencia con que la onda u ola impacta en las estructuras existentes en la costa es lo que produce el mayor grado de destrucción, inclusive, superior al que podría ocasionar el sismo o terremoto.

Insistimos en que los destrozos derivados de la fuerza con que descarga el agua sobre la infraestructura costera, causan mayores estragos que los daños provocados por el terremoto. Así ocurrió con el gran terremoto chileno de 1960. Pues, todas las evidencias muestran que en algunos poblados, como por ejemplo en Maullín, sus habitantes sobrevivieron al mayor terremoto que hayan registrado los modernos instrumentos de medición. Sin embargo, las muertes en la región

ocurrieron posteriormente, durante el desarrollo del **maremoto** que siguió al sismo.

El último sismo del 27 de febrero 2010 también registra datos similares, de la totalidad de fallecidos los dos tercios se registran en las zonas que fueron alcanzadas por el tsunami, no considerando la cantidad de desaparecidos de los que aún no se tiene registro alguno.

#### c) La erosión.

La erosión o trabajo de acarreo que efectúa el **maremoto** también es importante y de ello quedan evidencias que son estudiadas por los científicos. Nuevamente, haciendo referencia al terremoto y maremoto chileno de 1960, después de este fenómeno, en las tierras bajas aledañas al río Maullín, se depositó una buena cantidad de arena. Es el caso del agricultor Juan Vera que al día siguiente del evento encontró sus tierras cubiertas de varios centímetros de arena.

Los ríos cambiaron su curso. Nuevos lagos nacieron. Las montañas se movieron. La geografía, como nunca se había visto, se modificó marcadamente. **Un hundimiento tectónico de más de 1.5 m ocurrió en la región de Valdivia**, mientras que **más al norte la costa se levantó más de un metro**. Se produjeron importantes deslizamientos y en algunas regiones fue notable la consolidación del terreno y el asentamiento

de suelos blandos. El lago Riñihue obstruyó su desagüe por el deslizamiento de tres grandes masas de tierra, repitiéndose un fenómeno que había acontecido en 1575, poniendo en peligro la ciudad de Valdivia ante la eventual evacuación repentina de las aguas embalsadas.

Producto de esto se realiza la obra de ingeniería de emergencia más grande

efectuada en Chile: en dos meses lograron abrir un canal de evacuación del lago, evitando la destrucción de una rica zona agrícola, ganadera e industrial que tenía alrededor de cien mil habitantes. Más de 3 mil millones de metros cúbicos se habían almacenado, amenazando la ocurrencia de un nuevo "tsunami", pero esta vez hacia el mar.



Arena depositada por el trabajo de arrastre durante el maremoto chileno de 1960.  
Fuente: Sobreviviendo a un tsunami o maremoto: lecciones de Chile, Hawái y Japón.

#### ¿CÓMO NOS PREPARAMOS FRENTE A UN TSUNAMI O MAREMOTO?

##### ¿Cuáles son las señales de alerta ante un maremoto?

Un terremoto es una de las **señales naturales de alerta de un tsunami**. Por lo tanto, si usted se encuentra en el litoral y la tierra tiembla de tal modo que no puede mantenerse de pie, con toda

seguridad puede generarse un maremoto o tsunami.

Un **maremoto o tsunami** puede ser precedido por una rápida disminución del nivel del mar, causada por un retroceso del agua, exponiendo ante la vista los peces y rocas del fondo del mar.

<sup>2</sup> Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón, p. 17.

El mega terremoto de 1960 que alcanzó los 9.5 grados nos dejó el testimonio de un campesino de Puerto Saavedra, Martín Huaracán: La tierra ondulaba, la gente no podía mantenerse en pie, los cercos, los animales, todo se caía... (traté) de afirmarme en un cerco, pero decidí que lo mejor era permanecer tirado en el suelo.<sup>3</sup>



Placas sudamericana, de Nazca y área en que se gestó el más grande de los terremotos registrados hasta hoy.  
Fuente: Sobreviviendo a un tsunami o maremoto: lecciones de Chile, Hawái y Japón.

El testimonio de Denis García, que vivió la dura experiencia del terremoto y **tsunami** de 1960 en la costa chilena, nos puede enseñar lo equivocado e imprudente que puede resultar el acercarse a la playa para observar la retirada del mar.

Relata que, inmediatamente de ocurrido el sismo, se dirigió a buscar a su familia que se encontraba en la localidad de Corral Bajo, un barrio que estaba casi al nivel del mar. No fue posible que la ubicara -se habían colocado a salvo en tierras más altas-, no obstante, se fascinó por el inusitado espectáculo de la Bahía de Corral, totalmente seca; algo que nunca había visto. Se dirigió a la costa. Estaba embelesado observando el fondo del mar y, por ello, no se percató del avance de una gran ola de 12 metros de altura. No pudo escapar de la onda u ola que lo atrapó y lo arrastró hacia el interior de la bahía. Escapó milagrosamente de la muerte aferrado a un tronco. Finalmente, logró ser rescatado.

<sup>3</sup> Testimonio de Martín Huaracán en: Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón, p. 6.

¿Cuáles son las medidas de seguridad que usted, la familia y la comunidad deben tomar ante la eventualidad que pueda ocurrir un maremoto?

Inmediatamente de producido un terremoto o sismo de cierta intensidad -recuerde que hemos aconsejado que

observe si se puede mantener de pie- debe alejarse de la playa y dirigirse a una zona elevada, de preferencia lomas y cerros. En Chile somos afortunados por la existencia de la Cordillera de la Costa, porque en muchos lugares del litoral, solo a metros existen zonas elevadas.



Vecinos de Puerto Saavedra, Chile, observan de los cerros las primeras olas del maremoto chileno de 1960, el día 22 de mayo. Fuente: Sobreviviendo a un tsunami o maremoto: lecciones de Chile, Hawái y Japón.



Los mismos vecinos observan los estragos producidos por el maremoto, a la mañana siguiente, 23 de mayo. Fuente: Sobreviviendo a un tsunami o maremoto: lecciones de Chile, Hawái y Japón.

En ambas fotografías, es posible observar la devastación provocada por las aguas en el pueblo de Puerto Saavedra, el que se puede observar completamente inundado.

### Señalización de seguridad en caso de Tsunami aprobada por Norma ISO



ZONA DE PELIGRO



RUTAS DE EVACUACIÓN



RUTAS DE EVACUACIÓN

### Recomendaciones que pueden salvar vidas frente a un tsunami

A continuación insistiremos en recomendaciones que son necesarias tener en cuenta para enfrentar la emergencia de un **maremoto o tsunami**.

Algunas de estas sugerencias son fáciles de seguir y otras muy obvias, pero cada una de ellas puede significar la diferencia entre sobrevivir o perecer ante la fuerza desatada de un tsunami:

- **Preste suma atención a los avisos oficiales que emanan de las autoridades locales.** Supongamos que somos afuerinos y estamos solo vacacionando en el sitio, y el lugar o pueblo puede poseer algún medio o instrumento para alertar de la emergencia de un **tsunami**. Es decir, puede dar la alarma mediante el toque de sirena, campanas u otro medio. Usted debe estar enterado.
- **Aprenda a reconocer las señales que se utilizan para advertir las zonas en que debe estar en caso de un maremoto.** Preste atención a las instrucciones de las autoridades. No intente actuar por iniciativa personal. Coopere ayudando a quienes, por diversas razones, no pueden desplazarse con la premura que se requiere en ese momento.

En lugares en que existe una rica tradición oral –como es el caso de la región de la Araucanía, en Chile–, la experiencia de los ancianos puede salvar cientos de vidas. Escuche lo que tiene que decir la experiencia de los más ancianos. Ellos son la memoria histórica de la comunidad.

Reiteramos, en los pueblos costeros de países como Chile, los ancianos han vivido más de un terremoto y conocen hasta dónde pueden inundar las aguas del maremoto.

- **Aléjese de ríos y arroyos.** Estas son vías naturales por las que ingresan las aguas del maremoto. Anteriormente, hemos descrito el caso de Tulio Ruiz, quien “encontró cruces y un ataúd completo”, materiales arrastrados por las aguas del río Maullín, más de 5 kilómetros tierra adentro.<sup>4</sup>
- **Siempre recuerde que se deben buscar lugares en altura.** En el caso que no le ha sido posible huir hacia las tierras altas, busque refugio en edificios o construcciones que sean robustos, vale decir, recintos o instalaciones hechas de concreto armado y reforzado. Siempre busque la altura. Para ello, en el interior del edificio suba hasta el piso más alto, azotea o techo.

<sup>4</sup> Véase Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón.

*Durante, el maremoto del 60, la familia de José Navarro, oriunda de Maullín, no logró huir hacia terrenos altos y para evitar ser atrapados por la segunda onda u ola –la más grande– buscaron refugio, junto a otras personas, en el ático del señor Atala, a salvo sobre las torrentosas aguas del tsunami o maremoto.”<sup>5</sup>*

Si no tiene la posibilidad de buscar refugio en edificio u otras estructuras, trepe a un árbol y aférrese fuertemente a esta tabla de salvación.

Por favor no piense que esta alternativa es descabellada. Algunas personas han salvado su vida al subirse a un árbol.

Para ilustrar esta situación, citaremos experiencias vividas en los maremotos chilenos de 1960 y del 2010.



Vista de una calle en el centro de Valdivia tras el maremoto del 22 de mayo de 1960\*.

*En la localidad de Maullín, alrededor de una docena de personas sobrevivieron subiéndose a árboles. Ramón Ramírez, que por aquellos años era un adolescente de 15 años, ante la inminencia de ser arrastrado por las aguas del tsunami, alcanzó a encaramarse a un ciprés. Las aguas llegaron a cubrir un par de metros de la base del árbol. Una situación similar vivió María Vera, embarazada en aquella época, que junto a ocho personas más consiguió salvar su vida gracias a permanecer sobre un gran árbol –con seguridad un ciprés– hasta que las aguas arremolinadas del maremoto desaparecieron.*

<sup>5</sup> Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón, p. 14. Ramón Atala era el comerciante más próspero en la localidad chilena de Maullín. Propietario de un almacén, un establo, una plantación de pinos y el embarcadero. Falleció al entrar a su almacén entre la primera y segunda ola. La instalación donde se encontraba fue arrasada por la fuerza del tsunami.

27 de febrero de 2010, costa sur de Curanipe

Consuelo Herrera Molina (14 años), quien dormía en una camioneta al momento del desastre, es hasta ahora la única sobreviviente del grupo familiar que acampaba en la costa sur de Curanipe, en la Región del Maule; seis de sus familiares murieron y otros seis están desaparecidos. Esta joven delgada no era oriunda de la zona, sino de la capital; visitaba la zona junto a sus familiares, que pertenecían a un conjunto de música. Su instinto la hizo aferrarse a un árbol, incluso a ella le cuesta entender cómo resistió tanto tiempo aferrada para sobrevivir.

- Si ocurre que es arrastrado por un tsunami, busque algún objeto que le permita mantenerse a flote y que, asimismo, le proteja de objetos peligrosos que puedan golpearlo y causarle daño. Recuerde que el maremoto arrastra a su paso un gran número de escombros constituidos por casas, vehículos, ramas, etcétera.

- Insistimos, después de un sismo o terremoto de cierta magnitud es muy probable que observe cambios en el mar. No se deje llevar por la curiosidad, como le ha ocurrido a numerosas personas, algunas de las cuales no han tenido la oportunidad de contar su testimonio, y sin demora encamínese a un sector alto de la localidad en que vive. En otra parte hemos reproducido testimonios que nos enseñan lo inconveniente que es acercarse a la playa después de que el mar se recoge.

- Existe mucha evidencia de personas que, sorprendidas en la playa, no alcanzaron a huir y de otras que lograron escapar milagrosamente desde el torrente de las aguas. No se distraiga en su ruta hacia las tierras altas.

Reiteramos: no se acerque a observar un tsunami. Con toda seguridad no logrará escapar corriendo y puede convertirse en una víctima debido a su curiosidad.

En el caso extremo de que no alcance a buscar refugio en tierras altas, edificios, árboles, etc., reconozca que la onda u ola del tsunami se acerca cuando escuche una especie de “rugido” semejante al de “un tren en movimiento”.

Los testigos que han sobrevivido a un tsunami, coinciden en sostener que han escuchado un débil retumbar, como un tren distante que venía de la oscuridad del interior de la bahía... (dos minutos después el sismólogo Jerry Eaton y sus acompañantes)...vieron el origen del ruido; las tenues luces de Hilo –localidad de Hawai-, iluminaban el acercamiento de una gigantesca muralla de agua rodando.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón, p. 9.

## CAPÍTULO 2

### LA SEGURIDAD ESCOLAR Y LA GESTIÓN DEL RIESGO

La seguridad es considerada como un derecho humano fundamental, expresado en la declaración Universal de Derechos Humanos del año 1948, en la cual se señala: “Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona”.

En educación, la seguridad está enmarcada en la declaración de las Naciones Unidas de diciembre del año 2002 en la resolución 57/254, relativa al “Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)”. En esta declaración se designó a la UNESCO como órgano responsable de la promoción del decenio y se invita a los gobiernos del mundo a usar esta década para integrar la Educación para el Desarrollo Sustentable en sus estrategias nacionales y planes de acción en todos los niveles que resulten apropiados en lo que respecta a la prevención y mitigación de desastres. En la declaración se señala que el Desarrollo Sustentable se ve afectado cuando las comunidades sufren desastres o son amenazadas por estos. La experiencia ha revelado los enormes efectos positivos de la educación en la reducción del riesgo de desastres. Los niños y las niñas que conocen cómo reaccionar en caso de temblor y/o terremoto contribuyen mejor a las estrategias de mitigación, reduciendo la vulnerabilidad social. Además, el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005 – 2014 debe promover e impulsar la cooperación

internacional para el fortalecimiento y apropiación regional, nacional y local de la educación para la gestión del riesgo, fortaleciendo una cultura de prevención centrada en habilidades para la vida.

El trabajo de prevención de desastres en el sector educativo de América Latina y el Caribe comenzó a desarrollarse de modo más sistemático en la década de los 80. Organismos internacionales han dado apoyo en la implementación de actividades como: simulacros, elaboración de planes escolares de emergencia, técnicas para la evaluación de daños y necesidades, intervención en crisis, capacitación a docentes y estudiantes, entre otras.



© Marcelo Lagos  
Taller de capacitación sobre tsunamis a estudiantes de Chile

Estas actividades se han venido realizando bajo la coordinación de las instituciones de defensa civil, oficinas de emergencias y de contingencias y los responsables de los centros escolares y autoridades educativas de los distintos países.



© Fernando Ulloa  
Taller de capacitación sobre gestión del riesgo dirigido a docentes del Callao, Perú.

Producto de estos esfuerzos institucionales, el enfoque de los desastres ha venido evolucionando hacia conceptos más integrales y vinculados al desarrollo sustentable. Este proceso se ve reflejado también en el sistema educativo formal, concretamente en el currículo escolar, con la incorporación de temas tales como riesgo, amenazas, vulnerabilidad, capacidades, entre otros. Estos temas se han integrado principalmente en las asignaturas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales o a través de ejes

transversales como es el caso de Panamá, o de Objetivos Fundamentales Transversales, como lo establece el currículo chileno.

#### ¿Qué es la gestión de riesgo <sup>7</sup>

Allan Lavell lo define como un proceso social complejo, cuyo fin último es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastres en la sociedad en consonancia con las pautas del desarrollo sostenible.

Para Orlando Chuquisengo la gestión del riesgo es la capacidad de las sociedades y de sus actores sociales para transformar sus condiciones de riesgo, actuando sobre las causas que lo producen.

Incluye medidas y formas de intervención que tienden a reducir, mitigar, prevenir y responder a los desastres. La transformación de las condiciones de riesgo debe darse a través de un proceso planificado, concertado, participativo e integral de una comunidad, una región o un país, ligado a la búsqueda de la sostenibilidad.

La gestión del riesgo parte del reconocimiento de que los desastres constituyen problemas generados en los procesos de desarrollo y por tanto es importante la necesidad de fortalecer las capacidades y la articulación entre las diversas instituciones, organizaciones

y los actores del desarrollo para reducir los riesgos. Desde un enfoque de derechos la gestión de riesgos supone condiciones más favorables para que los habitantes de un territorio ejerzan el derecho a la vida que es indesligable de los derechos a la alimentación, salud, educación, vivienda, y a disfrutar de un ambiente integralmente sano. En un territorio capaz de garantizarles a sus habitantes la realización de sus derechos, seguramente las relaciones entre naturaleza y comunidad son más sostenibles que en uno en donde esos derechos no se pueden ejercer.

#### ¿Qué es un desastre?

Llamamos desastre a las situaciones de grandes pérdidas humanas, materiales y/o ambientales causadas por fenómenos naturales y/o inducidos por los seres humanos, que no pueden ser afrontadas utilizando exclusivamente los recursos de la comunidad o la sociedad afectada y que por tanto requieren de la asistencia o apoyo externo.

Para que ocurra un desastre son necesarias determinadas condiciones previas o condiciones de riesgo: la existencia de una amenaza o peligro y la vulnerabilidad o grado de exposición ante tal amenaza o peligro.

#### Las amenazas

Las amenazas o peligros están definidas como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente

destrutivo como es el caso de los sismos, heladas, sequías, inundaciones, derrames tóxicos, explosiones, etc. Esta probabilidad puede deberse a causas naturales, antrópicas (producido por el ser humano) o a la combinación de ambos. Por eso las amenazas o peligros se clasifican por su origen en:

- **Naturales:** como es el caso de la interacción de las placas tectónicas que determina la existencia de sismos, o el Fenómeno El Niño y las variaciones naturales del clima que en el pasado determinaron exclusivamente la frecuencia e intensidad de las inundaciones y avalanchas. Las amenazas o peligros están condicionados por factores geográficos, en particular la cercanía a la zona de convergencia intertropical que determina un mayor impacto del Fenómeno El Niño, la existencia de la Cordillera de los Andes que influye en el clima y distribución del agua (así como en las pendientes que precipitan las avalanchas y aluviones) y la ubicación respecto al cinturón de fuego del Pacífico donde interactúan las placas tectónicas. Cada región y cada zona tienen características que determinan amenazas y/o peligros diferentes. Los condicionamientos geográficos y naturales serán más determinantes para los casos de sismos, tsunamis y aluviones, pero no así para los casos de fenómenos que pueden ser influenciados directa o indirectamente por la actividad humana.

<sup>7</sup> El capítulo 2 de este libro está construido a partir del texto: "Gestión del riesgo en instituciones educativas - Guía para docentes de Educación Básica regular - Ministerio de Educación Perú - Soluciones Prácticas - ITDG, 2009.

■ **Antrópicas:** como es el caso de las deficiencias de las instalaciones construidas por las personas o de su inadecuada manipulación que pueden causar accidentes tecnológicos como son el vertimiento de petróleo en los ríos y océanos, las explosiones e incendios derivados del escape de gas o el derrame de tóxicos que impactan en la salud de las personas. En la medida en que las actividades productivas y los servicios dependen cada vez más de la manipulación o uso de elementos potencialmente letales o adversos a la salud, los riesgos tecnológicos se incrementan como viene sucediendo con las industrias extractivas de petróleo y minería o la reciente explotación y futuro consumo masivo del gas en las ciudades. Las amenazas o peligros antrópicos pueden ser mayores o menores en la medida en que se cuente con estrategias de seguridad adecuadas al interior de las escuelas y en el entorno que puede ser afectado. El uso de determinadas tecnologías puede constituirse en una amenaza o peligro y generalmente descubrimos su carácter peligroso muchos años después como es el caso del empleo de refrigerantes y aerosoles que se produjeron desde la década de 1930, pero recién se descubrió que son causantes de la destrucción de la capa de ozono; es también el caso del petróleo y la ganadería intensiva, que fueron vistos inicialmente como un gran beneficio para la humanidad pero muchas décadas después sabemos

que inciden fuertemente en el cambio climático; o más recientemente el uso de los biocombustibles como sustituto del petróleo, pero que está contribuyendo a la escasez e incremento de los precios de los alimentos que puede derivar en un desastre en los países pobres.

■ **Socio naturales:** cuando el hombre o la sociedad contribuyen a la ocurrencia o al incremento de la intensidad de fenómenos que en el pasado eran exclusivamente naturales. Es el caso de la deforestación o el mal manejo del agua y suelo que al aumentar la erosión contribuye a la ocurrencia de deslizamientos e inundaciones; o a los procesos de desertificación que intensifican las sequías. También se considera que la producción creciente de gases en la atmósfera derivada del consumo de combustibles fósiles genera el calentamiento del clima mundial y puede estar influyendo en una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos como lluvias intensas (que provocan aludes o deslizamientos), huracanes o sequías.

Una práctica humana que incrementa las amenazas o peligros es la de ocupar los cauces de los ríos para fines de vivienda o productivos, o simplemente como vertederos de residuos sólidos. La invasión u ocupación de los cauces determina el incremento de los caudales o el desvío de las aguas, de tal forma que favorece

e incluso determina las inundaciones de los ríos y canales de regadío.

#### La vulnerabilidad

Ésta constituye uno de los componentes claves de los riesgos de desastre; es el grado de exposición de las personas, familias, comunidades, sociedades o de sus recursos frente a las amenazas o peligros del medio.

La vulnerabilidad es la resultante de la interacción de causas de fondo como son la insuficiente realización de los derechos de las personas asociada a la pobreza, las desigualdades sociales o la discriminación; las presiones dinámicas como son las migraciones y las tendencias de crecimiento urbano y las políticas públicas que no favorecen la seguridad social y de la infraestructura productiva; y las condiciones inseguras de las personas y sus bienes.

Aunque las condiciones físicas de los niños, minusválidos y adultos mayores pueden ser determinantes, la insuficiente realización de los derechos de las personas constituye sin duda uno de los principales factores de la vulnerabilidad. Es el caso de las mujeres y los niños y niñas en la medida en que se limita su acceso a la participación y toma de decisiones, o cuando a los más pobres se les limita el acceso a la educación e información. Es también el caso de las comunidades indígenas y los más

pobres en la medida en que no se toma en cuenta sus puntos de vista o que no tienen acceso a servicios básicos de salud, educación y protección social en general. La pobreza hace más vulnerable a las personas porque tienen menos recursos materiales para defenderse de cualquier amenaza.



© UNICEF  
Estudiantes beneficiarios de programas alimenticios en la escuela

Las migraciones y los procesos de urbanización tienden a generar mayores condiciones de vulnerabilidad cuando los migrantes carentes de recursos y conocimientos apropiados construyen sus viviendas precarias en laderas y cauces. Los campesinos pobres no pueden acceder a sistemas de riego por lo que son más vulnerables frente a las sequías.

Las políticas públicas pueden ser determinantes en el incremento de la vulnerabilidad en la medida en que no

incorporen estrategias para proteger a las personas y sus bienes frente a las amenazas o peligros. La inexistencia o insuficiencia de servicios de salud, la falta de acceso a la seguridad social, y la ausencia de medidas de protección de la infraestructura productiva, entre otros, constituyen ejemplos en este sentido. La insuficiente o deficiente planificación puede generar nuevas condiciones de riesgo, cuando se ocupan espacios con gran fragilidad ambiental.



© Marcelo Lagos  
Taller de capacitación  
de estudiantes

Algunas instituciones identifican la vulnerabilidad con las condiciones inseguras, lo que limita el comprender y actuar sobre los otros aspectos de la vulnerabilidad. Por ejemplo se puede reducir la vulnerabilidad reubicando a las familias que viven en terrenos inundables pero otras familias necesitadas pueden volver a ocupar estos terrenos hasta

que no cuente con terrenos seguros disponibles para los más pobres o no cuente con estrategias para orientar la ocupación de los terrenos.

También se pueden construir viviendas más resistentes para algunas familias que pueden endeudarse pero los más pobres no tendrán necesariamente acceso a estas.

La falta de una comprensión integral de la vulnerabilidad lleva erróneamente a pretender reubicar familias que están dispuestas a correr riesgos en razón de su actividad productiva o de sus limitaciones económicas. Muchas personas realizan actividades productivas en los lechos de los ríos porque no tienen acceso a medios de producción rentables y seguros; o viven en zonas inundables o laderas porque solo así el costo de sus viviendas y servicios les es accesible.

La vulnerabilidad se genera también por el insuficiente o distorsionado conocimiento:

- No conocemos bien el lugar en que vivimos o aquello de lo que dependemos para vivir y por consiguiente lo deterioramos irresponsablemente o introducimos elementos extraños que lo afectan negativamente.
- No sabemos qué hacer frente a un peligro natural, socio natural o producido por el hombre que puede ocurrir allí

donde vivimos, puesto que ya antes han ocurrido eventos similares.

- Desconocemos los procedimientos o tecnologías con las que podemos proteger, ubicar y construir viviendas e instituciones educativas seguras.

- Desconocemos o no recordamos los desastres pasados por lo que no extraemos lecciones de ello.

#### ¿Qué son los riesgos y qué características tienen?

Los riesgos pueden ser definidos como las condiciones sociales, ambientales y naturales que pueden devenir en un desastre. Se trata de pérdidas probables debidas a las amenazas o peligros y la vulnerabilidad que poseen las personas, las comunidades, así como a la fragilidad de la infraestructura social y los sistemas productivos.

Estas condiciones se interrelacionan en entornos territoriales y sociales diferenciados, por lo que no podemos desligar las condiciones de riesgo local de las regionales, nacionales e incluso globales. A pesar de ello, el riesgo de desastre se manifiesta en un territorio definido y circunscrito.

El riesgo es latente y representa una potencialidad sujeta a determinadas formas objetivas y subjetivas de medición, proyección e interpretación, mientras

que el desastre es consumado, palpable y sentido.

La cotidianidad es un elemento trascendental para comprender la construcción social de amenazas y vulnerabilidad, y por ende del riesgo de desastre.

#### ¿Cómo enfrentamos los riesgos?

Las capacidades son los medios que la sociedad puede poner en juego para reducir los riesgos y construir un hábitat seguro. Las capacidades pueden ser materiales (infraestructura, tecnologías y financiamiento), institucionales u organizativas. Los conocimientos, actitudes y habilidades de las personas, la fuerza de liderazgo, son clave en el desarrollo de las capacidades para prevenir o responder a los desastres. Las capacidades pueden desarrollarse mediante procesos de aprendizaje e incidencia individual y colectiva (redes), el acceso a tecnologías y recursos (infraestructura y financiamiento), y si se expresan todas aquellas culturas y sensibilidades mayoritarias y minoritarias.

Las capacidades nacionales, regionales y locales implican tanto a las familias como a las redes de relaciones familiares y vecinales; las distintas formas de organización comunitaria; las instituciones públicas y privadas y especialmente la institución educativa

con sus niños, niñas y adolescentes, la que, puede en su conjunto contribuir a la prevención de desastres y/o a la reducción de vulnerabilidad.

Las capacidades de las personas e instituciones son determinantes para la reducción de las condiciones de riesgo por lo que es necesario fortalecerlas, así como promover su articulación entre las diversas instituciones y organizaciones de la comunidad.

#### LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES Y LA GESTIÓN DEL RIESGO

La educación en gestión del riesgo implica un proceso o conjunto de acciones orientadas a desarrollar una cultura de prevención en los miembros de la comunidad educativa. La institución educativa, como parte de la comunidad, tiene un rol importante que cumplir en la gestión del riesgo, desarrollando conocimientos para reducir los riesgos existentes y/o responder a los desastres. Es importante aprender a no generar nuevos riesgos, porque cada acción cotidiana puede aumentar o reducir nuestra vulnerabilidad.

Para ello, **debemos reconocer nuestro entorno**, es decir:

- Saber cómo y con qué materiales se han construido o se van a construir las edificaciones (viviendas, locales comunales, instituciones educativas, etc.)

y procurar revisiones para comprobar el buen estado de las mismas.

- Identificar las acciones humanas que ponen en riesgo nuestra sobrevivencia, e intervenir para modificarlas. La organización dentro de la institución educativa debe aliarse con la organización de la comunidad y la de las autoridades para promover actividades que modifiquen esas circunstancias de riesgo producidas por los seres humanos. Reconocer las condiciones de vulnerabilidad que generamos cotidianamente se convierte en un aprendizaje fundamental para la comunidad educativa.
- Reconocer cuáles son las características naturales del entorno (vegetación, flora, fauna, suelo) y los efectos de todo ello sobre nuestras vidas. Por ejemplo, necesitamos conocer el comportamiento del clima de nuestra región, sea un ecosistema desierto, un bosque o una zona cordillerana.
- Conocer cuáles son las principales actividades productivas o extractivas que se desarrollan en el entorno, identificando si están reduciendo o aumentando la vulnerabilidad.
- Conocer las amenazas probables, reconociendo el curso posible de los acontecimientos eventualmente desastrosos, o las zonas donde los

fenómenos pueden causar mayor daño.

- Conocer cuáles son las experiencias de la población frente a desastres que se presentaron anteriormente, de esta manera tendremos la historia de eventos y conoceremos cómo se actuó en tales circunstancias.
- Identificar qué elementos extraños están actuando en nuestro entorno y evaluar su impacto positivo o negativo en nuestras vidas pasadas, presentes y futuras.
- Identificar y conocer los estudios sobre zonificación económica, ecológica y ordenamiento territorial de nuestro entorno.
- Conocer las costumbres de la población, fiestas tradicionales y principales manifestaciones culturales.

#### Representar gráficamente nuestros riesgos y recursos

Con todos estos datos conocidos, podemos elaborar participativamente un Mapa de Riesgos que represente la ubicación espacial de la institución educativa, el cual nos oriente sobre las amenazas a las que estamos expuestos e identifique nuestra condición de vulnerabilidad.

Posteriormente a la reflexión y análisis se podrá proponer de manera participativa las soluciones que debemos organizar. En el mapa se identificarán las zonas de mayor riesgo, las de mediano riesgo y las zonas seguras. Asimismo, podemos elaborar un Mapa de Recursos que identifique los recursos propios al interior del establecimiento educacional y en la comunidad local que pueden ser utilizados en situaciones de emergencia o para reducir los riesgos existentes.



© Universidad de Concepción  
Estudiantes en taller  
de capacitación

#### ■ Debemos organizarnos.

La experiencia ha demostrado que los mejores argumentos para reducir nuestra vulnerabilidad los aportan las personas que han sabido comprometerse y organizarse, que conocen los riesgos y las medidas e instrumentos para gestionarlos. La institución educativa, como parte de la comunidad local y

desde su propia organización, coopera con las autoridades y la comunidad.

▪ **Debemos promover la colaboración permanente con la comunidad local.**

La institución educativa debe abrir espacios de comunicación permanente con la comunidad a la que pertenece, particularmente con el gobierno local, intendencias, municipios, autoridades representativas de la defensa civil y de la seguridad ciudadana, los medios de comunicación, las organizaciones sociales y las empresas privadas. Estas relaciones fluidas deben ser de beneficio para todos y deben permitir a la comunidad educativa asumir mejor sus funciones y trabajar más eficazmente en la gestión del riesgo. Hay, además, algunas conductas y actividades actuales importantes que la experiencia ha enseñado y de las que se pueden obtener aprendizajes.

▪ **Debemos evaluar cualquier evento que ocasione daños** y aprender de lo que hemos vivido para identificar las causas que nos generaron vulnerabilidad y proponer acciones para reducirlas, mitigando los daños futuros.

▪ **Debemos evaluarlos permanentemente**, tanto sobre lo que conocemos de nuestro entorno, (amenazas y oportunidades), sobre nuestra condición de vulnerabilidad y sobre nuestras capacidades de respuesta organizada para mejorar nuestra intervención (perfeccionar todo ello).

**El instrumento actual diseñado por la Oficina Nacional de Emergencia y el Ministerio de Educación, llamado Plan Integral de Seguridad Escolar - PISE, resume didácticamente estos procedimientos a través de la sigla AIDEP:**

**Análisis histórico**  
**Investigación empírica o en terreno**  
**Discusión de prioridades**  
**Elaboración de la cartografía**  
**Planificación**

**Los estudiantes como protagonistas en la gestión del riesgo del establecimiento educacional**

La gestión del riesgo está asociada a calidad y seguridad. Todos los instrumentos de gestión educativa, desde planes institucionales hasta el currículum, deben incorporar acciones de gestión del riesgo. Debemos tener claro que la institución educativa existe en función de los estudiantes, los niños, las niñas y los adolescentes que son sus protagonistas principales y que los docentes y los funcionarios tenemos responsabilidades frente a ello.

▪ La organización de los niños, niñas y adolescentes en el establecimiento es fundamental y sin ese componente, ninguna acción será efectiva.

▪ Asimismo, los niños, niñas y adolescentes deben reconocer en la práctica las situaciones de riesgo en su

entorno y tener clara conciencia de su vulnerabilidad y lo que debe hacerse para reducir dicha vulnerabilidad y la de su comunidad. Esto significa que parte de su formación consiste en ser personas activas en su aprendizaje, sobre todo en lo referente a la gestión del riesgo.

**Sugerencias de actividades a realizar por los estudiantes**

Algunas actividades que pueden realizarse para la educación en gestión del riesgo son:

- a) Elaboración o actualización del mapa de riesgos y mapa de recursos.
- b) Campañas de reforestación.
- c) Evaluación de la vulnerabilidad y las capacidades de la institución educativa.
- d) Pasacalles de sensibilización a la comunidad educativa.
- e) Talleres de comunicación para difundir mensajes de prevención en la comunidad.
- f) Obras de teatro, pasacalles, comparsas.
- g) Elaboración o actualización del Plan Integral de Seguridad Escolar - PISE
- h) Señalización de las zonas de peligro y de seguridad, así como de las rutas de evacuación en casos de emergencia.
- i) Conservación y mantenimiento de la infraestructura.
- j) Implementación de los equipos de seguridad y emergencia.

k) Organización de simulacros para situaciones de emergencia.

l) Conservación y manejo responsable de las instalaciones sanitarias y eléctricas.

m) Conservación y manejo responsable de equipos e implementos de los talleres y laboratorios.

n) Formación de hábitos de seguridad vial.

o) Actualización de los instrumentos de gestión de la institución educativa que permita incorporar de manera transversal la gestión del riesgo y el cambio climático.

p) Participar del análisis de riesgo del lugar en donde está el establecimiento educacional y posterior articulación a algún proceso de desarrollo (plan de desarrollo concertado, plan de ordenamiento territorial, etc.).

**Sugerencias para la organización de los estudiantes frente a situaciones de riesgo en el establecimiento educacional**

Una vez que hayamos evaluado los riesgos en la institución educativa y en nuestra comunidad, debemos ocuparnos de ver cómo se organizan los niños, niñas y adolescentes para actuar en cada circunstancia. Reconocer el riesgo por parte de los niños, niñas y adolescentes es la que definirá en mayor o menor medida su colaboración y su participación activa en la gestión del riesgo, ante cualquier amenaza de desastre. Por ello y para garantizar su

# CAPÍTULO 3

## SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES DEL CURRÍCULO ESCOLAR VINCULADAS A LA GESTIÓN DEL RIESGO DE MAREMOTOS O TSUNAMIS

seguridad, es que se hace necesaria su participación activa y directa, con pleno conocimiento de:

- Lo que debe hacer por sí mismo.
- Cuándo debe delegar las decisiones en los responsables.
- Cómo actuar ordenadamente con el grupo del que forma parte.
- Los niños, niñas y adolescentes tienen sus propios espacios de organización y aprendizaje activo que coadyuvan en este esfuerzo y contribuyen a otorgarles el rol protagónico que garantiza su seguridad y la de todos.

### El ámbito del currículum escolar

El actual marco curricular y los programas de estudios permiten que la prevención, seguridad y autocuidado sean tratados en algunos sectores de aprendizaje y desde una perspectiva holística e integral. Específicamente, los Objetivos Fundamentales Transversales apuntan al desarrollo de competencias que los estudiantes deben lograr en los distintos periodos de su escolarización, para cumplir con los fines y objetivos generales y requisitos de egreso de la Enseñanza Básica y Media. En el siguiente capítulo proponemos sugerencias de actividades para el currículum.

### SECTOR DE APRENDIZAJE: HISTORIA Y CIENCIAS SOCIALES

#### CURSO: PRIMERO MEDIO

##### Objetivo Fundamental Vertical:

- Buscar, organizar y comunicar información sobre la región y el país, en forma oral, escrita y gráfica, respetando criterios de rigurosidad en el manejo de las fuentes y en el análisis.

##### Objetivos Fundamentales Transversales:

- Identifica los principales riesgos naturales a los que está expuesta la región (sismos, maremotos, inundaciones, sequías, aluviones, erupciones volcánicas); comprende sus causas y reconoce las acciones apropiadas a seguir frente a ellos.
- Reúne, analiza y comunica información sobre las características naturales de su región.

##### Ejemplo de actividad:

- El/la docente seleccionará previamente algunas imágenes relacionadas con fenómenos naturales en el océano, como tormentas, mareas y tsunamis. A continuación, se trabajará con los conceptos adquiridos en el glosario de este documento, y los alumnos y alumnas deberán relacionar cuál o cuáles de las imágenes proyectadas cumplen las características para ser considerados como tal. Una variante de esta actividad, que no necesita de mayor recopilación de material por parte del docente, es la proyección de una película sobre o en la cual figure un maremoto.
- En el desarrollo de esta actividad es importante reflexionar con los y las estudiantes acerca de la vulnerabilidad de las instalaciones humanas ante los fenómenos naturales. Tomar conciencia de los riesgos a que permanentemente está sometida su comunidad y apreciar la importancia de la organización social para actuar ante ellos, reforzando así el tratamiento de los Objetivos Transversales.

**Material necesario:**

Los materiales para esta actividad pueden ser contruidos tomando como referencia el siguiente link:

<http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=441>

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: INGLÉS****CURSO: PRIMERO MEDIO****Objetivos Fundamentales Verticales:**

- Comprender e interpretar textos escritos simples, auténticos o adaptados; obtener información general o específica y demostrar su comprensión, en castellano si fuera necesario.
- Solicitar y entregar información oralmente y por escrito.

**Objetivo Fundamental Transversal:**

En el ámbito Desarrollo del Pensamiento:

- Alumnos y alumnas desarrollan las habilidades de interpretación, análisis y síntesis, y el conjunto de habilidades comunicativas.

**Ejemplo de actividad:**

A través de esta guía los alumnos y alumnas reforzarán las siguientes cuatro habilidades.

- **Ítem 1:** Speaking (los alumnos y alumnas deberán responder algunas preguntas a modo de motivación e introducción al tema).
- **Ítem 2:** Reading (los alumnos y alumnas leerán y completarán oraciones relacionadas con el tópico tsunami).
- **Ítem 3:** Listening (los alumnos y alumnas deberán escuchar e identificar información específica relacionada con el tópico a estudiar).
- **Ítem 4:** Writing (los alumnos y alumnas deberán escoger entre tres tópicos y escribir un ensayo en inglés, o castellano si fuese necesario).

**Material necesario:**

- Internet
- Computador
- Cuaderno
- Guía
- Diccionario

Tiempo estimado: 4 horas pedagógicas (180 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: LENGUAJE Y COMUNICACIÓN****CURSO: PRIMERO MEDIO H-C****Objetivos Fundamentales Verticales:**

- Comprender y valorar los diferentes tipos de discursos y mensajes de carácter informativo, que aparecen en los medios masivos de comunicación.
- Incrementar el dominio léxico y afianzar el uso adecuado de estructuras gramaticales y de elementos ortográficos.

**Objetivo Fundamental Transversal:**

- La adquisición de conocimientos y habilidades suficientes para que el alumno y alumna lo divulgue y aplique dentro de la comunidad, inserta en un país, donde el fenómeno del maremoto o tsunami está muy presente en la población.

**Contenidos Mínimos Obligatorios:**

## I. Comunicación Escrita:

- La selección de información apropiada al tema de los tsunamis.
- El reconocimiento de modalidades discursivas utilizadas habitualmente para la distinción entre la relación de hechos y expresión de opiniones.
- El fortalecimiento del manejo de elementos básicos de la gramática oracional y la ortografía correspondiente a este tipo de textos.

## II. Medios Masivos de Comunicación:

- La formación de una opinión personal sobre los mensajes que transmiten los medios masivos de comunicación y los efectos que producen en el receptor.

**Ejemplo de actividad:**

Se escribe en la pizarra la actividad de la clase.

Se busca información en Internet o en el glosario de este documento:

- El concepto (la definición) de tsunami o maremoto.
- Los tipos de tsunamis con sus respectivas características.
- La terminología específica.
- Los efectos que provoca un maremoto o tsunami.

Se entrega esta información a los y las estudiantes y luego se les pide crear en el

procesador de textos Word, un breve instructivo acerca de cómo se debe actuar frente a un maremoto o tsunami.

Se recomienda revisar y ver videos en Youtube y toda la prensa nacional, referida al gran tsunami del 27 de febrero de 2010 ocurrido en Chile.

Esta es una clase bastante entretenida y dinámica. Lo ideal es que exista un computador por alumno(a) y el profesor(a) en todo momento esté guiando a los y las estudiantes.

Se puede aplicar también en segundo, tercero y cuarto Medio, pero variando el grado de complejidad.

El objetivo del instructivo es que el alumno(a) sepa cómo reaccionar y ayudar a otras personas, en caso de que le tocara experimentar un fenómeno como este; además que se relaciona estrechamente con el OFT.

**Material necesario:**

Información emitida por algún medio de comunicación, ya sea escrito u otro.

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: HISTORIA Y CIENCIAS SOCIALES****CURSO: TERCERO MEDIO****Objetivo Fundamental Vertical:**

- Buscar información histórica, analizarla y comunicarla en forma oral, escrita y gráfica.  
Valorar el esfuerzo desplegado por el ser humano en su desarrollo histórico, desde sus inicios hasta la actualidad.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

- Capacidad para organizar información relevante acerca de un tópico o problema.
- Habilidades para la investigación, que tienen relación con la capacidad de identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes.
- Habilidades comunicativas, que se vinculan con la capacidad de exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.

**Ejemplo de actividad:**

Actividad interdisciplinaria. En colaboración con el/la o los/las docentes del subsector de Ciencias Físicas, los alumnos y alumnas analizarán los contenidos expuestos por dichos docentes en cuanto a la generación, características e impacto de un maremoto tanto a nivel humano como geográfico. Se analizarán conceptos como características generales (tipos de maremoto: local, regional, microtsunami, etc.) términos relativos (generación, tipos de olas, tiempo de arribo) y conceptos propios del estudio del fenómeno (magnitud, altura, área de inundación). Al finalizar la actividad, se hará una reflexión, basada en datos aportados por el/la docente de Ciencias Sociales (por ejemplo, estadísticas, fuentes de empleo, biodiversidad, población de un lugar afectado por un tsunami) sobre el impacto y el costo humano y material que tiene este fenómeno.

**Material necesario:**

Colaboración con otros docentes de otros sub-sectores, específicamente del área de Ciencias Físicas.

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: EDUCACIÓN TECNOLÓGICA****CURSO: SEGUNDO MEDIO****Objetivos Fundamentales Verticales:**

- Ejecutar técnicas; usar herramientas y materiales apropiados aplicando criterios de seguridad y prevención de riesgos para el cuidado de las personas; utilizar lenguajes técnicos y gráficos para interpretar y producir representaciones y descripciones de objetos.
- Conocer el altímetro, aprender a calibrar el instrumento a nivel del mar y a usarlo tomando distintas medidas.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

Ámbito: Desarrollo del pensamiento

- Los de resolución de problemas, que se ligan tanto con habilidades que capacitan para el uso de herramientas y procedimientos basados en rutinas.
- Aprender que la exactitud de los valores obtenidos se relaciona con la posibilidad de salvar vidas en caso de riesgos.

**Ejemplo de actividad:**

El profesor/a realiza demostración para calibrar y utilizar el altímetro.  
Los alumnos y alumnas reproducen cómo calibrar y utilizar el instrumento.  
Un grupo de estudiantes (a) toma mediciones y luego un segundo grupo (b) las comprueba.  
Luego se pide que (b) tome medidas y (a) compruebe.

**Material necesario:**

Dos altímetros (arrendar o comprar)  
Cuaderno de registro

Tiempo estimado: 4 horas pedagógicas (180 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: EDUCACIÓN TECNOLÓGICA****CURSO: PRIMERO A CUARTO MEDIO****Objetivos Fundamentales Verticales:**

- Organizar el trabajo individual o en equipo considerando las competencias de las personas, trabajando en forma colaborativa y asumiendo responsablemente los derechos y los deberes.
- Difundir el conocimiento de las zonas de seguridad del sector aledaño del colegio o liceo.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

Ámbito: La persona y su entorno

- Participar solidaria y responsablemente en las actividades y proyectos del establecimiento, en la familia y en la comunidad.
- Proteger la vida de la población en caso de riesgos de tsunamis.

**Ejemplo de actividad:**

Calcular la altura sobre el nivel del mar en cada poste de alumbrado público en los alrededores del colegio o liceo.

Pintar los postes de alumbrado público con indicaciones de altura sobre el nivel del mar.

Definir tres categorías de altura con colores:

- zona de riesgo (roja) entre o y x metros
- zona intermedia (amarilla) entre x e y
- zona de seguridad (verde) entre y y z

Pintar la altura del poste en el color de la zona a la que pertenece dicho poste. Para un poste que tiene 10 m de altura el indicador sería el siguiente:

**Material necesario:**

- Pintura de tres colores indicados (colores del semáforo, puesto que es conocido e internalizado por la gente)
- Brochas
- Huincha de medir

Tiempo estimado: 4 horas pedagógicas (180 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: HISTORIA Y CIENCIAS SOCIALES****CURSO: CUARTO MEDIO****Objetivo Fundamental Vertical:**

- Entender la complejidad de algunos de los grandes problemas sociales del mundo contemporáneo, como son la pobreza y el deterioro medio ambiental; comprender que su resolución no es simple y que implica la acción conjunta de diversos actores sociales; valorar la solidaridad social y la importancia del cuidado del medio ambiente.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

Capacidad para organizar información relevante acerca de un tópico o problema.

- Habilidades para la investigación, que tienen relación con la capacidad de identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes.
- Habilidades comunicativas, que se vinculan con la capacidad de exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.

**Ejemplo de actividad:**

Consideraciones generales: Los alumnos y alumnas realizan un trabajo de investigación con fuentes de información de Internet u otras fuentes, dividido en dos horas.

Durante la primera hora se divide el curso en grupos de trabajo de no más de 5 alumnos. Los grupos conformados investigarán en la sala de computación o biblioteca sobre la actual realidad chilena en cuanto a prevención y capacidad de respuesta frente a un maremoto, trabajando en torno a las siguientes áreas:

- Estrategias y medios de prevención y educación de la población.
- Capacidad de detección del fenómeno.
- Capacidad de respuesta frente al fenómeno.

Los alumnos y alumnas deberán investigar qué medidas específicas se contemplan para detectar la generación de un maremoto o tsunami, o bien para prevenir sus consecuencias, ingresando, por ejemplo, a la páginas de ONEMI, SHOA o Ministerio del Interior, entre otras.

Actividad durante la segunda hora los alumnos y alumnas expondrán los resultados del trabajo en un debate abierto, asumiendo posiciones, según la conclusión a la cual hayan llegado. En dicho debate, se analizarán los progresos y las falencias o debilidades que se hayan encontrado tanto a nivel de la población como de las mejoras de las políticas públicas sobre el tema.

Como sugerencia, si el/la docente lo considera necesario, es posible dejar la última media hora de clase para la actividad del debate, alargando el tiempo de investigación con el fin de emitir opiniones más fundamentadas.

**Material necesario:**

La actividad debe desarrollarse en la sala de computación o biblioteca del establecimiento, de manera que los alumnos tengan acceso a las fuentes de información, como libros o internet.

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: FÍSICA****CURSO: CUARTO MEDIO****Objetivos Fundamentales Verticales:**

- Recoger, sistematizar y evaluar información científica de diversas fuentes y comunicar los resultados en forma oral y escrita.
- Desarrollar estrategias de elaboración y difusión escrita, visual, auditiva con respecto a los riesgos y desastres.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

Ámbito: Desarrollo del pensamiento

- Capacidad de identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.

**Ejemplo de actividad:**

Invitar al alumnado a conocer lo que ocurrió en el centro sur de Chile el 27 de febrero del 2010, participar en una lluvia de ideas para compartir la información que tienen sobre el desastre, a partir de las siguientes preguntas:

¿Qué ha provocado el desastre? (Causas)

¿Qué características presenta este fenómeno?

¿Cómo se propaga un maremoto?

¿Dónde ha ocurrido? (Localización)

¿Cuál es la energía de propagación de las olas?

¿A quién y cómo ha afectado? (Consecuencias)

Una vez realizada la lluvia de ideas, buscar noticias e información relacionadas con el acontecimiento.

- Elaborar un mural en torno a las preguntas planteadas.

**Material necesario:**

Data

Proyector

Fotografías

Material de lectura (Seleccionar material de las páginas web de la ONEMI, el SHOA, periódicos, revistas e internet) Material de lectura (seleccionar material del glosario de este documento)

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

**SECTOR DE APRENDIZAJE: FÍSICA****CURSO: CUARTO MEDIO****Objetivo Fundamental Vertical:**

- Recoger, sistematizar y evaluar información científica de diversas fuentes y comunicar los resultados en forma oral y escrita.

**Objetivos Fundamentales Transversales:**

Ámbito: Desarrollo del pensamiento

- Capacidad de identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.

**Ejemplo de actividad:**

Observar fotografías que muestran algunas de las consecuencias del desastre.

Dividir el curso en grupos para que identifiquen las consecuencias a corto y largo plazo de un desastre como el maremoto.

Hacer una puesta en común donde se intencionen aspectos como la sanidad y las infraestructuras y se distingan las necesidades a corto plazo (agua potable, alimentos) de las necesidades a medio y largo plazo (la reconstrucción).

A partir de las conclusiones extraídas en la actividad anterior, elaborar un listado de las consecuencias.

Lo interesante de la actividad es destacar que la acción humanitaria debe contemplar tanto las soluciones a corto plazo (ayuda de emergencia) como a largo plazo (reconstrucción).

**Material necesario:**

Fotografías o recortes

Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 min)

# RECURSOS DIDÁCTICOS

PROPUESTA METODOLÓGICA ELABORADA POR LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA, LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE CHILE  
Y EL PROGRAMA EXPLORA

## TALLER N° 1: “LA TIERRA ES DINÁMICA”

**Autores:** Nicole Cabrera, Darío Cuéllar, Paulina Kohler, Pedro Guzmán, Verónica Oliveros, Rayén Rivera, Raúl Tecas, Violeta Tolorza, Edgardo Vega.

### OBJETIVOS

1. Identificar que la Tierra en su superficie está constituida por placas tectónicas.
2. Comprender la dinámica interna de la Tierra, es decir, los procesos de convección que ocurren en el manto, los cuales conllevan al movimiento de las placas tectónicas.
3. Comprender el funcionamiento de la tectónica de placas y cómo se produjo la deriva continental.

### ACTIVIDADES

**Actividad 1:** Cómo la diferencia de densidades de las placas litosféricas explica la subducción de una placa oceánica bajo la continental.

**Materiales**

- Bolsa de té
- Agua caliente
- Agua fría
- Recipiente más grande que una taza y más profundo que un sartén

**Grupo de 4 personas**

**Instrucciones**

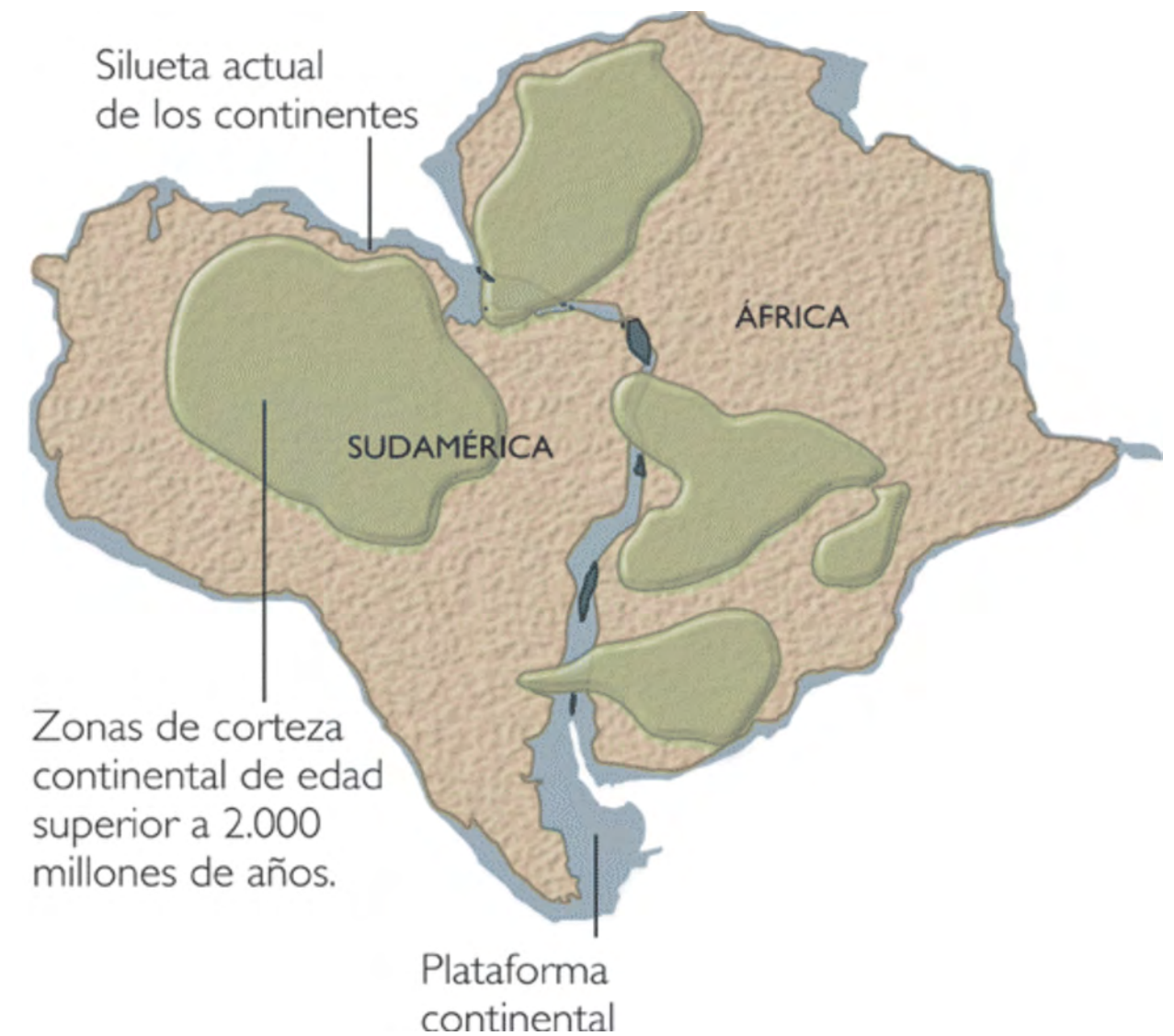
- Verter agua caliente en el recipiente y luego poner sobre ella una bolsa de té en posición horizontal.
- Observar lo que sucede: ¿qué parte de la bolsa se hunde primero?, ¿por qué ocurre esto?
- Si la actividad anterior ocurrió muy rápido, se puede agregar agua fría al recipiente y dejar flotando otra bolsa de té. El sumergimiento de la bolsa debería ser más lento y fácil de observar.

Explicación	La parte más gruesa de la bolsa de té se hunde primero bajo el agua, con ello comprendemos que la parte más densa de un material se sumerge primero. De la misma manera, una placa oceánica es subductada bajo otra placa continental debido que posee mayor densidad; es decir, la diferencia de densidades es el principal factor que provoca la subducción.
-------------	--

<b>Actividad 2:</b>	Comprender que la capa más externa de la Tierra (litósfera) está constituida por placas tectónicas que “flotan” sobre el manto.
Materiales (3-4 personas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Recipiente para poner agua (bol, olla o budinera) con una superficie mínima de 15 cm x 20 cm</li> <li>■ Jugo en polvo color rojo o anilina</li> <li>■ Plumavit delgada</li> <li>■ Cartón delgado</li> <li>■ Impresión de imagen de placas tectónicas de la Tierra</li> <li>■ Impresión de imagen de placa Sudamericana y Africana</li> <li>■ Tijeras y cartonero</li> <li>■ Pegamento</li> </ul>
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pintar diferenciando los continentes del mar. Ej.: continentes color café y mar color azul.</li> <li>■ Recortar las placas tectónicas que componen la litósfera.</li> <li>■ Armarlas como rompecabezas sobre una mesa y pegarlas sobre plumavit.</li> <li>■ Armarlas como rompecabezas sobre la fuente con el jugo disuelto en agua.</li> <li>■ ¿Es más difícil o más fácil que el punto 3?</li> </ul>
Explicación	Al pintar las placas tectónicas comprenderemos que estas están constituidas tanto por corteza oceánica como continental. Las placas tectónicas son muy viscosas (rígidas) y “flotan” sobre el manto superior, menos viscoso, que se comporta como un fluido a escalas de tiempo geológico (millones de años). Debido a esto, los límites entre distintas placas son zonas inestables y se van modificando con el tiempo.

**RECOMENDACIÓN:** Para que las experimentaciones 1 y 2 sean interactivas es necesario que el trabajo se realice en grupos de máximo 4 personas, por lo que se debe contar con material suficiente para cada grupo.

<b>Actividad 3:</b>	Entender el proceso de separación de las placas tectónicas debido a la convección en el manto.
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Budinera de vidrio resistente al calor o de aluminio/acero</li> <li>■ Jugo color rojo o anilina</li> <li>■ Maicena (3-4 cucharadas)</li> <li>■ Plumavit delgada (o goma eva)</li> <li>■ Cartón delgado</li> <li>■ Impresión de imagen de placa Sudamericana y Africana</li> <li>■ Tijeras y cartonero</li> <li>■ Pegamento</li> <li>■ Cocina</li> </ul>
<b>Instrucciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ En la budinera preparar el jugo con agua fría, agregar la maicena y cocinar hasta que quede espeso como una salsa. Idealmente se debería preparar esta mezcla antes de comenzar el taller.</li> <li>■ Pegar impresión de placas Sudamericana y Africana sobre cartón y este a su vez sobre plumavit. Luego se recorta separando ambas placas.</li> <li>■ Poner la budinera con la salsa a calentar hasta que hierva.</li> <li>■ Poner las placas (unidas como en la figura) sobre la mezcla de maicena hirviendo (puede ser justo antes de que empiece a hervir).</li> </ul> <p>¿Qué ocurre con las placas? ¿Cuál es el motivo de este fenómeno?</p>
<b>Explicación</b>	En el ejemplo, las placas tectónicas se separan ( <b>margen divergente</b> ). En otros casos las placas se juntan ( <b>margen convergente</b> ), subduciendo una bajo otra, como ocurre en Chile (la Placa de Nazca subduce bajo la Placa Sudamericana) o bien chocando una contra la otra, como ocurre en los Himalayas entre las placas India y Euroasiática. Este movimiento da origen a los terremotos.



**Anillo de fuego del Pacífico**



**TALLER N° 2: “¿POR QUÉ LOS TERREMOTOS SON IMPREDECIBLES?”**

**Autores:** Darío Cuéllar, Edgardo Vega.

**OBJETIVOS**

1. Aprender que los movimientos telúricos no se pueden predecir debido a los múltiples factores que están en juego en su desarrollo.
2. Comprender que el fenómeno que ocurre en un terremoto es producto de la liberación repentina y potente de energía acumulada en la interacción de las placas de Nazca y Continental.
3. Observar que las variables que desencadenan un terremoto varían de un movimiento a otro, por lo que no se pueden seguir patrones que permitan predecir cuándo se liberará la energía acumulada.

**ACTIVIDADES**

<b>Actividad 1:</b>	El movimiento que ocasiona un terremoto es repentino, brusco y con mucha energía que se libera en un momento y lugar determinado.
<b>Materiales</b> (3-4 personas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dos palos de fósforo</li> <li>■ Una caja de fósforos</li> </ul>
<b>Instrucciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ubicar un palo de fósforo de manera perpendicular sobre la caja de fósforos, la cual se debe ubicar de costado, esto es con la parte de la lija hacia arriba.</li> <li>■ Sujetar el otro palo de fósforo con el dedo pulgar e índice, ubicando el dedo medio bajo el fósforo ejerciendo presión con este dedo al fósforo.</li> <li>■ Acercar sutilmente este fósforo al que se encuentra en reposo sobre la caja y a través de un pequeño movimiento del fósforo que está en la mano, desplazar bruscamente al que se encuentra en reposo.</li> <li>■ Observar lo que sucede.</li> </ul>

Explicación	El movimiento corto y brusco del palo que está en la mano desencadena en el palo que está en reposo un sobresalto desproporcionado al movimiento que aparentemente se observa, esto se asemeja al movimiento ocurrido durante un terremoto, que es una liberación repentina de la energía acumulada entre las placas (que en este caso estaría representada por el palo que está en la mano y la uña con la cual se ejerce la presión) la cual genera un movimiento brusco y de grandes magnitudes.
-------------	---

<b>Actividad 2:</b>	Comprender que las variables en juego que ocasionan los terremotos son variadas e impredecibles, ya que dependen del tipo de suelo, del grado de erosión, de la resistencia, etcétera.
Materiales (3-4 personas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Un ladrillo Fiscal</li> <li>■ Cinco papeles de lija</li> <li>■ Un pedazo de cartón para pegar las lijas</li> <li>■ Elásticos</li> <li>■ Cuerda delgada tipo cáñamo</li> <li>■ Roldana</li> <li>■ Cajas de fósforos</li> </ul>
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pegar la lija sobre el cartón, una a continuación de la otra, formando una línea de lijas.</li> <li>■ Rodear en forma horizontal el ladrillo con la cuerda, amarrándolo en un extremo y a continuación amarrar algunos elásticos (dependiendo de la resistencia que se le quiera dar) y amarrar al otro extremo de los elásticos un nuevo pedazo de cuerda, esta vez más larga.</li> <li>■ Amarrar el extremo de la cuerda libre a la roldana.</li> <li>■ Ubicar la fila de lijas sobre una mesa.</li> <li>■ Posicionar la roldana en un extremo de la mesa, afirmando la lija.</li> <li>■ Ubicar el ladrillo al otro extremo de las lijas, con algunas cajas de fósforos dispuestas en posición vertical sobre él.</li> <li>■ Comenzar a enrollar la cuerda en la roldana y se verá cómo el elástico comienza a tensionarse.</li> <li>■ Llegará un punto en que el elástico ya no soporta más tensión y el ladrillo se desplazará.</li> <li>■ Seguir enrollando la cuerda hasta lograr un nuevo desplazamiento del ladrillo.</li> <li>■ Repetir desde el paso 6.</li> <li>■ ¿Qué ocurre con el ladrillo y las cajas sobre él? Al repetir el ejercicio ¿se puede prever cuántas vueltas debe girar la roldana para que el ladrillo se mueva?, ¿el ladrillo se desplaza siempre una misma cantidad de centímetros?</li> </ul>

**Explicación**

Al realizar el experimento una y otra vez observaremos que el ladrillo se desplazará en distinto número de vueltas y avanzará distinta cantidad de centímetros, se puede medir en centímetros el desplazamiento de la primera vez y compararlo con el número de vueltas que se debió hacer para lograr el desplazamiento, también se puede medir la dilatación del elástico en cada desplazamiento y podremos observar que no se puede obtener un patrón común para los desplazamientos.

Algo similar ocurre en los terremotos, ya que las variables como la resistencia de las placas, la erosión de la corteza y el desgaste entre las placas van a desencadenar el momento exacto en el que se producirá un sismo, las que son variables, es decir, no se puede manejar ni calcular la cantidad de energía que queda acumulada después de un desplazamiento.

**TALLER N° 3: “¿CÓMO SE PROPAGAN LOS MAREMOTOS?”**

**Autores:** Nicole Cabrera, Darío Cuéllar, Paulina Kohler, Pedro Guzmán, Verónica Oliveros, Rayén Rivera, Raúl Tecas, Violeta Tolorza, Edgardo Vega.

**OBJETIVOS**

1. Aprender cómo se producen los maremotos y cómo se propaga la onda en el mar.
2. Entender que la propagación de la ola dependerá de múltiples factores que alterarán su curso y su fuerza.
3. Observar la formación de la ola de un maremoto y cómo llega a la costa.

**ACTIVIDADES**

**Actividad 1:** La masa de mar en movimiento originada por un terremoto se propaga en todas direcciones y la fuerza con que llegue a la costa y los lugares a los cuales llegue, dependerá de múltiples factores, como la profundidad del fondo oceánico, el tipo de terreno y los obstáculos con los cuales se encuentre en su camino, entre otros.

- Materiales**  
(3-4 personas)
- Lavalozas
  - Agua
  - Malla de plástico de 15 x 20 cm
  - Puntero láser
  - Sala oscura (se pueden tapar las ventanas con bolsas de basura)

- Instrucciones**
- Hacer un jaboncillo con el agua y el lavalozas en un recipiente en el que se pueda introducir la malla.
  - Mojar la malla con el jaboncillo y soplar a través de la malla para formar burbujas.
  - En un lugar oscuro poner la malla en el suelo y dirigir el puntero Láser.
  - Observar cómo se refracta la luz en las burbujas.

**Explicación** La luz es una onda que se propaga al igual que el sonido o una ola en el mar, y al encontrarse con obstáculos de distintos tamaños y espesores, se refracta en distintas direcciones; lo mismo le ocurre a una ola ocasionada por un terremoto en el mar, al

avanzar y encontrarse con distintas profundidades o con obstáculos en su camino como islas o bahías, rebotará y se dirigirá en distintas direcciones, además de verse afectada en su tamaño y fuerza.

**Actividad 2:** Visualizar el movimiento de las ondas en el agua para diferentes líneas de costa, considerando tres estímulos distintos por cada modelo de costa. Descubrir cómo influye la morfología de la línea de costa en la expansión de las olas. Experimentar, desplazando una isla ficticia, cómo es el efecto de sombra en las olas de la costa.

- Materiales**  
(3-4 personas)
- Recipiente de plástico de aproximadamente 60 cm (largo) x 40 cm (ancho) x 30 cm (alto)
  - Tabla de madera de color blanco de aproximadamente 45 cm (largo) x 20 cm (ancho)
  - Dos ladrillos o dos envases de tetra pack (1 litro) rellenos con arena
  - Piedras de diferentes tipos (por ejemplo: 10 x 10 x 10 cm, 10 x 7 x 1 cm, 10 x 5 x 5 cm, 10 x 10 x 5 cm, etc.)
  - Objeto de poco peso y gran área para lanzar al agua (por ejemplo: pelota de plumavit)

- Instrucciones**
- En el recipiente se ubican los ladrillos o envases a modo de pilares para sostener la tabla blanca. Sobre la tabla se disponen las diferentes piedras simulando un borde costero.
  - El recipiente se llena con agua hasta unos 2 milímetros por sobre la superficie de la tabla blanca.
  - Se lanza el objeto al agua tres veces, cada una desde diferentes posiciones.
  - ¿Las olas llegan de la misma forma a los mismos lugares cada vez o varían su trayectoria?
  - Se agrega otra piedra a modo de isla frente al borde costero ficticio, se repiten los lanzamientos y se compara el efecto de las ondas en el borde costero. Se puede modificar la posición de la isla varias veces para comparar las ondas.
  - ¿Qué efectos tiene la "isla" en la llegada de las olas a las distintas piedras?
  - Se repite el paso 3, pero con un borde costero distinto (variar la posición de las piedras).

<p>Explicación</p>	<p>El impacto de las ondas de agua (olas) en el borde costero depende de varios factores, entre ellos los más importantes son: posición del origen de la onda (epicentro de un sismo bajo el agua), forma del fondo marino en las cercanías del borde costero y la morfología del borde costero. Así, no en todos los sectores de un mismo borde costero se producirán inundaciones importantes.</p> <p>Algo similar ocurre con los terremotos, ya que las variables como la resistencia de las placas, la erosión de la corteza y el desgaste entre las placas van a desencadenar el momento exacto en el que se producirá un sismo, las cuales son variables que no se pueden manejar ni tampoco se puede calcular la cantidad de energía que queda acumulada después de un desplazamiento.</p>
--------------------	---

<p><b>Actividad 3:</b></p>	<p>Un movimiento telúrico de gran magnitud con epicentro en el mar ocasionará el desplazamiento de una gran masa de agua en todas las direcciones, en este experimento veremos cómo se desplaza esta masa de agua y cómo llegará a la costa.</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Canaleta cuadrada de 2,5 m de largo</li> <li>■ Agua</li> <li>■ Arena</li> <li>■ Cuchara</li> <li>■ Pedazo de madera</li> </ul>
<p>Instrucciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sellar la canaleta en ambos extremos.</li> <li>■ En un extremo, fijar la cuchara de forma tal que quede como balancín, con una parte en el fondo de la canaleta.</li> <li>■ Sobre la cuchara fijar el pedazo de madera, que también quedará en el fondo.</li> <li>■ En el otro extremo de la canaleta poner la arena con una pendiente sutil, simulando la costa.</li> <li>■ Verter agua en la canaleta hasta un poco más de la mitad.</li> <li>■ Generar el movimiento del trozo de cartón haciendo palanca a la cuchara.</li> <li>■ Observar cómo se produce la ola y cómo llega a la costa.</li> </ul>
<p>Explicación</p>	<p>El movimiento brusco del fondo marino ocasiona el movimiento de una masa de agua que se desplaza hacia la costa.</p>

**RECOMENDACIÓN:** Para que las experimentaciones 1 y 2 sean interactivas es necesario que el trabajo se realice en grupos de máximo 4 personas, por lo que se debe contar con material suficiente para cada grupo.

**TALLER N° 4: “¿POR QUÉ LOS TERREMOTOS SON IMPREDECIBLES?”**

**Autores:** Nicole Cabrera, Darío Cuéllar, Paulina Kohler, Pedro Guzmán, Verónica Oliveros, Rayén Rivera, Raúl Tecas, Violeta Tolorza, Edgardo Vega.

**OBJETIVOS**

1. Conocer y diferenciar los conceptos de magnitud e intensidad de un sismo o de las ondas sísmicas.
2. Conocer la diferencia entre ondas primarias (P) y secundarias (S).
3. Estimar gráficamente la magnitud de un sismo.
4. Estimar la localización de un sismo a partir de señales recibidas en diferentes sismógrafos.

ACTIVIDADES	
<b>Actividad 1:</b>	Cómo cambia una onda al pasar de un material a otro.
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cuerda 10 mm – 3 m</li> <li>■ Cuerda 20 mm – 20 m</li> </ul>
<b>Instrucciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Atar las dos cuerdas en un extremo y extenderlas a ras de suelo. Se ubica una persona a cada extremo de las cuerdas unidas. La persona que sostiene el extremo más grueso realiza un movimiento horizontal de manera que se genere una onda.</li> <li>■ ¿Cómo es la onda en la cuerda delgada?, ¿y en la gruesa? ¿Cómo es el impacto en el otro extremo?</li> <li>■ La persona que sostiene el extremo más grueso realiza un movimiento horizontal de manera que se genere una onda.</li> <li>■ ¿Cómo es la onda en la cuerda gruesa con respecto a la delgada?, ¿se debe aplicar más o menos energía para lograr mover la cuerda gruesa?</li> </ul>
<b>Explicación</b>	<p>Cuando una onda sísmica (movimiento en la cuerda) pasa de un medio rígido (cuerda gruesa) a uno menos resistente (cuerda delgada) la amplitud de la onda se magnifica. Asimismo, el impacto de una onda con mayor amplitud deberá ser más fuerte (intenso) que el de una onda con menos amplitud. Así, aunque la fuerza que genera la onda sea la</p>

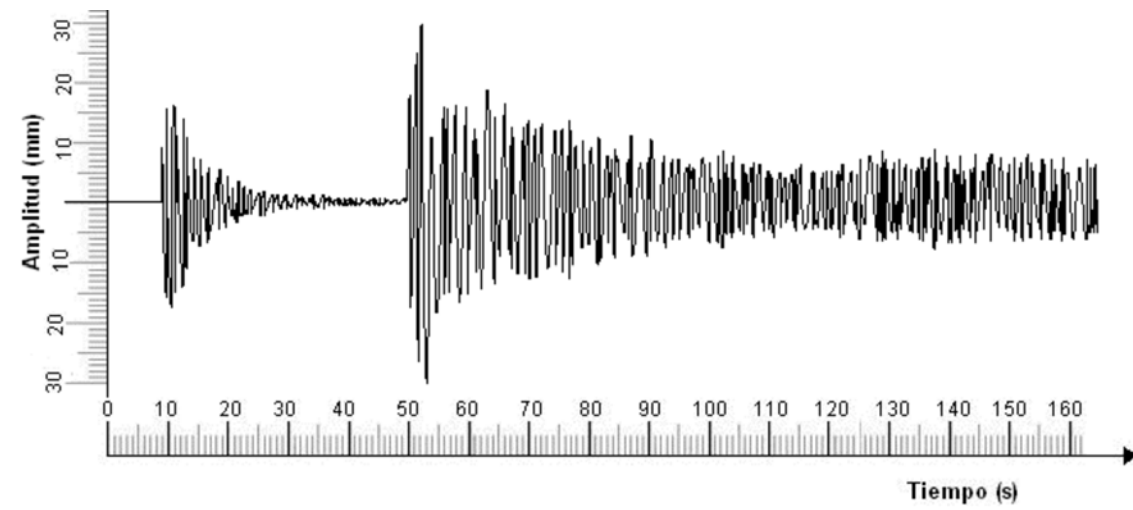
misma, el nivel de movimiento que tenga el material dependerá de la rigidez de este. De manera análoga, diferentes tipos de suelos responderán de manera distinta al paso de una onda sísmica; por eso la intensidad de un terremoto varía dependiendo del lugar.

<b>Actividad 2:</b>	Diferenciar entre onda P y onda S.
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los mismos que la actividad anterior.</li> </ul>
<b>Instrucciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Una de las personas realiza un movimiento horizontal (tira la cuerda) e inmediatamente después la misma persona realiza un movimiento vertical.</li> <li>■ ¿En qué caso se recibió el impacto más rápido en el otro extremo?</li> </ul>
<b>Explicación</b>	<p>El movimiento horizontal es similar a la onda primaria (P) de un sismo, la cual se propaga de manera horizontal y es mucho más rápida. El movimiento vertical es similar a la onda secundaria (S) de un sismo, la cual se propaga de manera vertical y es más lenta.</p>

<b>Actividad 3:</b>	Estimar la magnitud de un sismo, registrado en diferentes sismógrafos.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hojas con registros de sismógrafos (3 diferentes) y gráficos</li> <li>■ Lápices de colores</li> </ul>
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los participantes se dividen en tres grupos y se reparten las hojas con las tres señales de los sismógrafos.</li> <li>■ Luego medir la distancia en segundos entre la llegada de la onda P (primaria) y la llegada de la onda S (secundaria).</li> <li>■ Anotar en la tabla al pie de la hoja (en la sección Tiempo S-P (s)).</li> <li>■ Observar el gráfico Tiempo S-P / Distancia, ubicar el tiempo obtenido, trazar una línea horizontal hasta interceptar la recta en diagonal, y a partir de ese punto, trazar una línea vertical para determinar la distancia entre el sismógrafo y el sismo. Anotar en la tabla al pie de la hoja (Distancia (km)).</li> <li>■ Medir la amplitud máxima de la onda, desde el centro hasta la parte más alta. Anotar en la tabla al pie de la hoja (en la sección Tiempo S-P (s)).</li> <li>■ Dada la Escala de Richter, ubicar la distancia y la amplitud obtenidas y trazar una línea. El punto en que esta línea intercepta la columna del centro de la magnitud Richter del sismo. Anotar en la tabla al pie de la hoja (en la sección Magnitud).</li> </ul>
Explicación	Independiente de la distancia a la que se encuentren los objetos que reciben la señal de un sismo, todos van a marcar la misma magnitud. Esto es porque la magnitud, es decir la energía liberada por un sismo, es única.

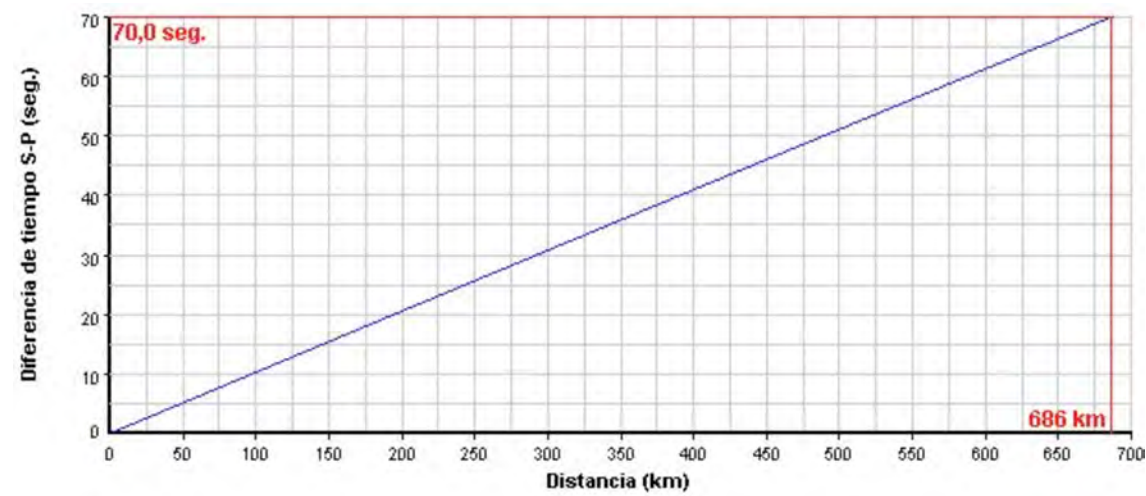
<b>Actividad 4:</b>	Estimar el epicentro de un sismo a partir de las señales en tres sismógrafos diferentes.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hoja de "Localización del epicentro: Triangulación."</li> <li>■ Lápices</li> <li>■ Compás</li> </ul>
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cada grupo identifica geográficamente la ubicación de sus sismógrafos en el mapa de Sudamérica, considerando que cada cuadrado equivale a un kilómetro cuadrado.</li> <li>■ Luego trazan con el compás un círculo de radio igual a la distancia a la que están del epicentro. Recuerden hacer el círculo a escala.</li> <li>■ ¿Dónde se ubica el epicentro?</li> </ul>
Explicación	El epicentro de un sismo se encuentra en el punto o área de intersección en los tres círculos, pues de esta manera se respeta la distancia calculada independientemente para cada sismógrafo. Esto es la triangulación que permite obtener rápidamente la ubicación de un sismo a partir de las señales en línea de varios instrumentos de medición.

SISMOGRAMA #1

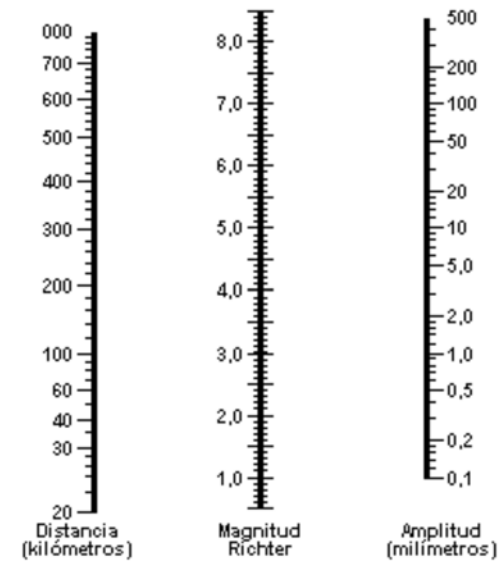


Localización: Concepción, Chile

GRÁFICO TIEMPO S-P / DISTANCIA:

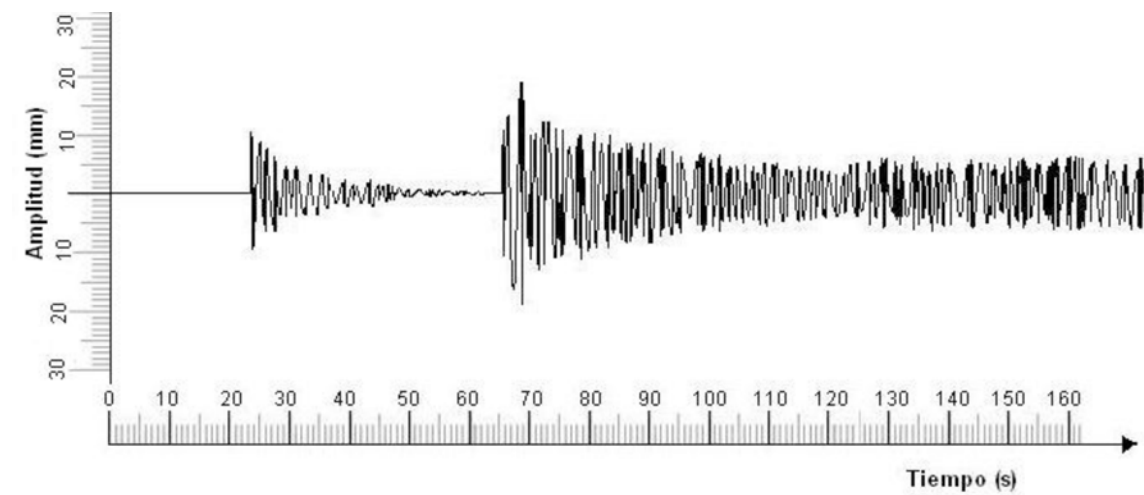


ESCALA DE RICHTER:



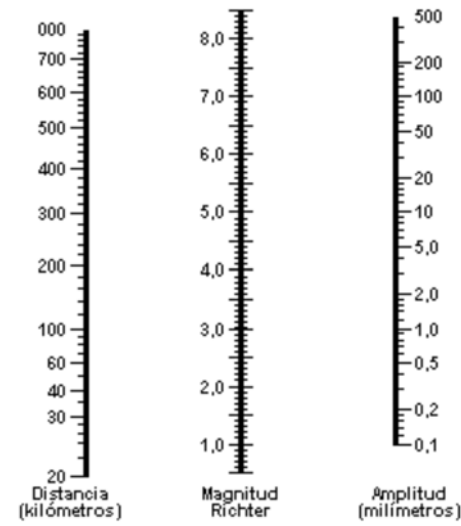
Estación	Tiempo S-P (s)	Distancia (km)	Amplitud (mm)	Magnitud
1				

SISMOGRAMA #2



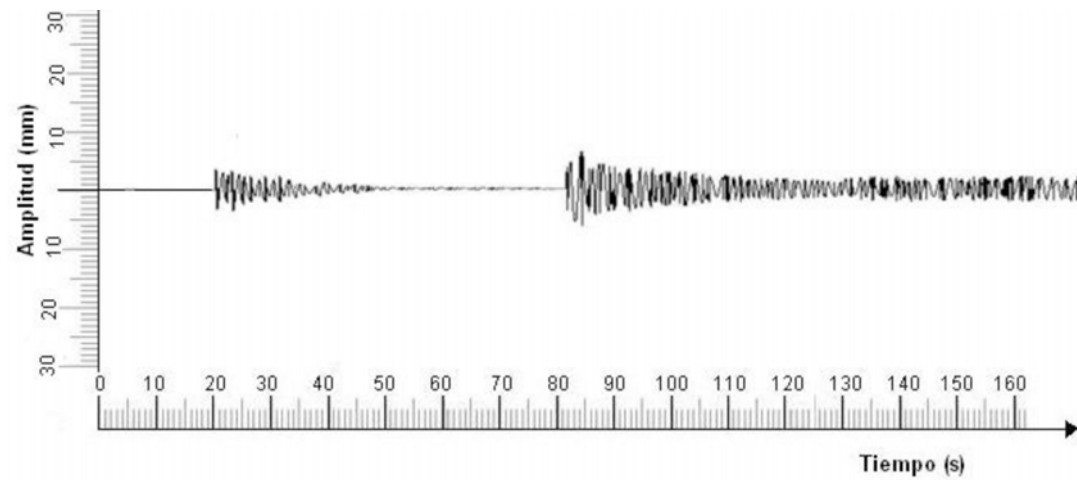
Localización: Puerto Madryn, Argentina

ESCALA DE RICHTER:



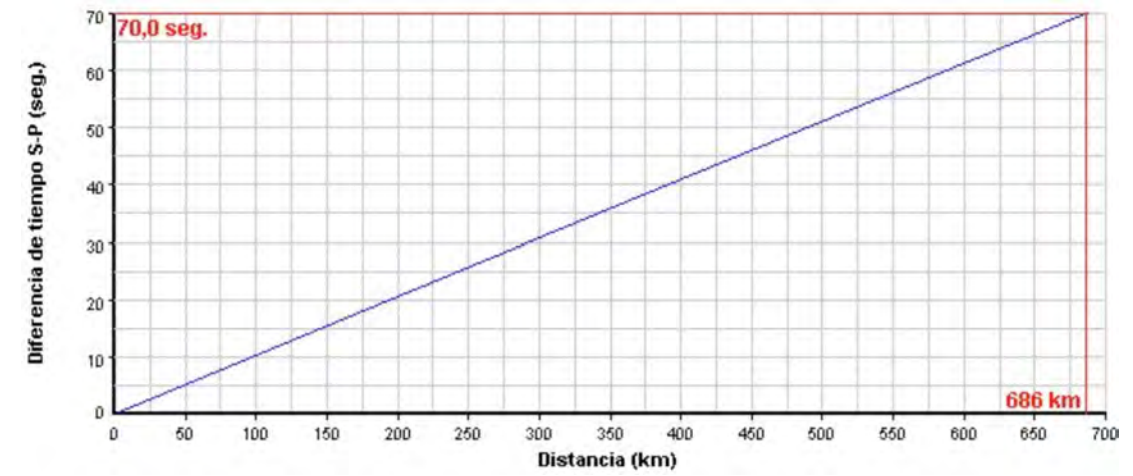
Estación	Tiempo S-P (s)	Distancia (km)	Amplitud (mm)	Magnitud
2				

SISMOGRAMA #3

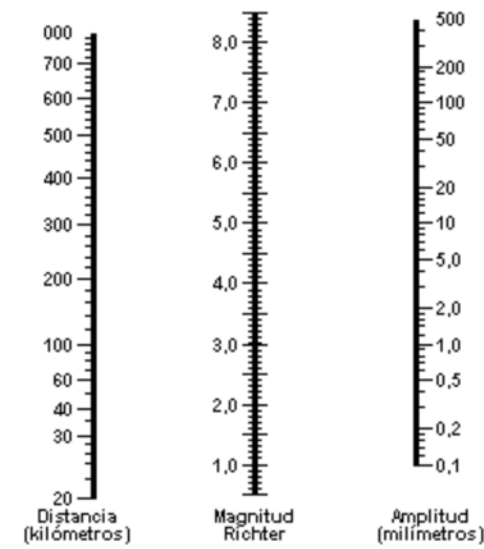


Localización: Montevideo, Uruguay

GRÁFICO TIEMPO S-P / DISTANCIA:



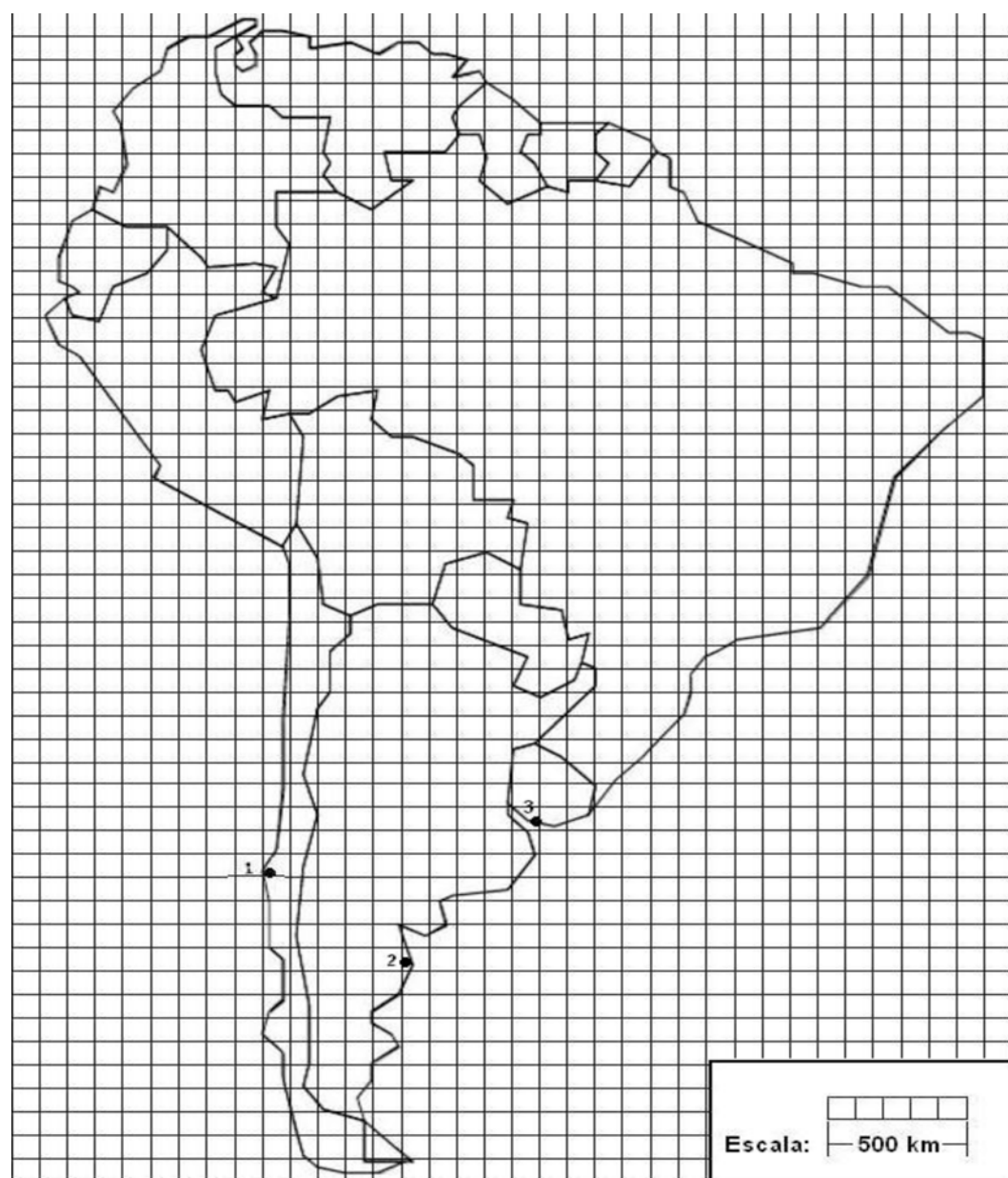
ESCALA DE RICHTER:



Estación	Tiempo S-P (s)	Distancia (km)	Amplitud (mm)	Magnitud
3				

**LOCALIZACIÓN DEL EPICENTRO: TRIANGULACIÓN**

Cada punto corresponde a una estación sismográfica.  
Cada cuadrado mide 100 x 100 km



# GLOSARIO

**MAREMOTOS O TSUNAMIS**

Un maremoto o tsunami se desplaza fuera de su región de origen como una serie de ondas u olas. Su velocidad depende de la profundidad del agua, y por consiguiente, las ondas sufren aceleraciones o desaceleraciones al pasar por diferentes profundidades del océano. Por este proceso, la dirección de propagación de la onda también cambia, y la energía de la onda se puede concentrar.

En el océano profundo, las olas de tsunami pueden viajar a velocidades de 500 a 1.000 kilómetros por hora. Cerca de la playa, sin embargo, una onda de maremoto disminuye su velocidad a unas decenas de kilómetros por hora. La altura de un tsunami también depende de la profundidad del agua: aquel que tiene un metro de altura en el océano profundo puede crecer a decenas de metros en la línea de costa. La energía de las olas de tsunami se extiende hasta el fondo del océano. Cerca de la costa, esta energía se concentra en la dirección vertical por la reducción en la profundidad del agua, y en la dirección horizontal por una reducción de la longitud de onda debido a que se reduce su velocidad.

**CARACTERÍSTICAS DEL FENÓMENO**

Los maremotos tienen períodos (el tiempo de un solo ciclo de la onda) que pueden ser entre unos minutos hasta una hora, o excepcionalmente más. En algunos

casos un tsunami puede inducir solo una inundación relativamente benigna de áreas costeras bajas, aproximándose a la playa en forma similar a una rápida marea creciente. En otros casos puede llegar a la costa en forma de una pared vertical de agua turbulenta conteniendo desechos que pueden ser muy destructivos.

La destrucción y los daños provocados por un tsunami son el resultado directo de tres factores: inundación, impacto de la onda en estructuras y erosión. Se pueden producir pérdidas de vidas por inmersión y por impacto físico cuando la gente se encuentra atrapada en las olas, las cuales son turbulentas y cargadas de desechos.

Daño también considerable es el causado por los desechos flotantes, incluso los barcos y automóviles se convierten en proyectiles que pueden chocar contra diferentes estructuras. Barcos e instalaciones de puertos han sido dañados incluso por la acción de ondas de tsunamis débiles. Los incendios, que son el resultado del derrame de aceite o de combustible de los barcos dañados en puerto, o de estanques de petróleo rotos y refinerías dañadas, pueden causar mayor daño que el infligido directamente por el maremoto.

Otro daño secundario puede ser resultado de la contaminación por aguas negras y químicos después de la destrucción.

Los daños a instalaciones de carga, descarga y almacenamiento también pueden presentar problemas peligrosos. Una creciente preocupación es el efecto potencial del tsunami, cuando las aguas en descenso destapan las entradas del agua de enfriamiento de las plantas nucleares.

Los maremotos se confinan a las costas dentro de cien kilómetros de la fuente que lo generó, normalmente causado por un terremoto, a veces por un deslizamiento de tierra o un flujo piroclástico producido por una erupción volcánica.

Todos los tsunamis transoceánicos han sido generados por grandes terremotos.



© Giovana Santillán  
Comuna afectada por el tsunami del 27 de febrero del 2010. Dichato, región del Bío Bío

### TSUNAMI REGIONAL

Ocasionalmente, los tsunamis regionales también tienen efectos muy limitados y localizados en zonas fuera de la región. La mayoría de los maremotos destructivos pueden ser clasificados como locales o regionales. De esto resulta que la mayoría de las muertes y daños a la propiedad relacionados al fenómeno, también son producidos por tsunamis de este tipo. Normalmente empiezan como un tsunami local que causa destrucción extensa cerca de la fuente, estas ondas continúan viajando por toda la cuenca del océano con energía suficiente para causar víctimas adicionales y destrucción en las costas ubicadas a más de mil kilómetros de la fuente.

En los últimos doscientos años, ha habido por lo menos 26 tsunamis destructivos de este tipo. El tsunami transpacífico más destructivo de la historia reciente fue generado por un potente terremoto frente a la costa de Chile el 22 de mayo de 1960. Todos los pueblos costeros chilenos entre los paralelos 36 y 44 fueron destruidos o fuertemente dañados por la acción del sismo y del maremoto. Ambos cobraron 2 mil vidas humanas, 3 mil heridos, 2 millones de damnificados y 550 millones de dólares en daños materiales.

Después de nueve años sin un evento, once tsunamis localmente destructivos en un periodo de siete años entre 1992 y 1998, produjeron más de 5.300 muertes

y centenares de millones de dólares en daños a la propiedad. En la mayoría de los casos, los esfuerzos de mitigación de tsunami establecidos en el momento fueron incapaces de prevenir los daños importantes y las pérdidas de vidas. Sin embargo, futuras pérdidas por maremotos locales o regionales pueden reducirse si se establece una red más densa de centros de alerta, se instalan estaciones sísmicas y mareográficas, y se mejoran las comunicaciones para proporcionar una advertencia oportuna, en conjunto con mejores programas de preparación y educación sobre tsunamis.

### TELE TSUNAMI = TSUNAMI GENERADO A DISTANCIA O TSUNAMI DE CAMPO LEJANO.

Corresponde a una serie de ondas de longitud y periodo sumamente largos, normalmente generados por perturbaciones asociadas con terremotos que ocurren bajo o cerca del piso oceánico. También se produce por una serie de ondas del océano ocasionadas por un terremoto submarino, derrumbe, o una erupción volcánica. También se les llama maremoto. Estas ondas pueden alcanzar dimensiones enormes y pueden viajar por toda la cuenca del océano con poca pérdida de energía. Estas ondas se propagan como comunes olas de gravedad con un periodo típico de entre 10 y 60 minutos. Las ondas de tsunamis se amplifican y aumentan en altura al acercarse a aguas poco

profundas, inundando áreas bajas; y donde la topografía submarina local causa amplificación extrema, las olas pueden romper y causar mucho daño. Los tsunamis no tienen ninguna relación con las mareas.

### TIEMPO ESTIMADO DE ARRIBO

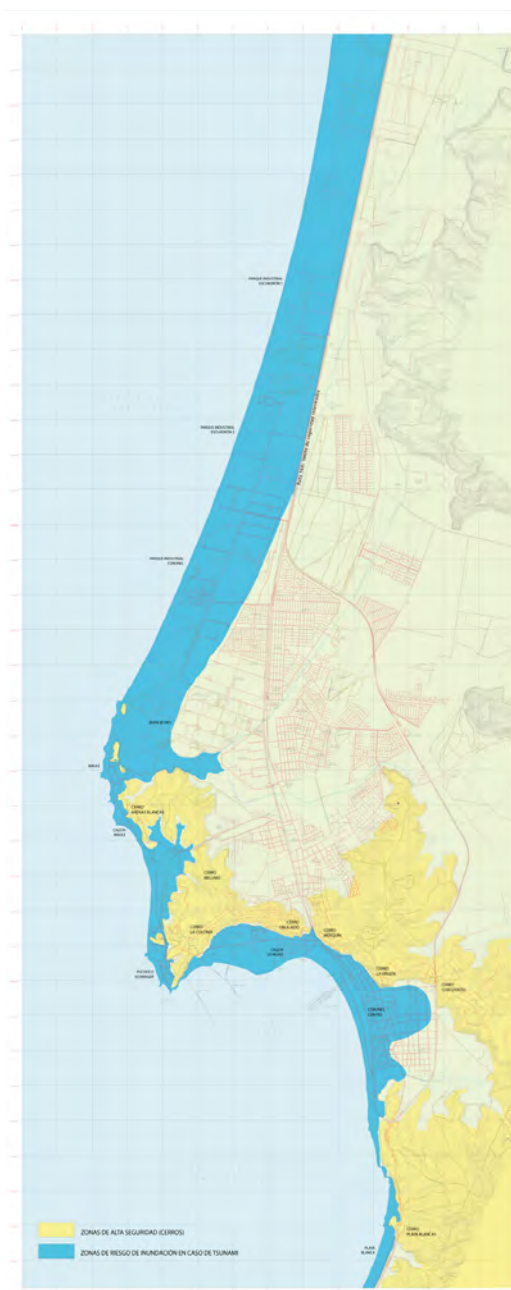
Tiempo de llegada del maremoto a un determinado lugar, calculado a partir de la modelación de la velocidad y la refracción de la onda de tsunami que se propaga desde la fuente. La llegada se estima con muy buena precisión (menor que un par de minutos) si la batimetría y la fuente son conocidas.

Es importante contar con dibujos o mapas que presentan zonas de peligro y definen límites de los cuales las personas deben ser evacuadas para evitar ser afectadas por las ondas del tsunami.

### MAPA DE EVACUACIÓN

Los datos históricos están disponibles en muchas formas y para muchos lugares. Las formas incluyen catálogos publicados y manuscritos sobre la ocurrencia de maremotos, registros mareográficos, amplitudes de tsunami, mediciones de la zona de inundación, informes de investigaciones de terreno, reportes en periódicos, películas o videos.

Mapa de inundación en caso de tsunami de la zona urbana de la comuna de Coronel en la región del Bio Bio, Chile



Las rutas de evacuación se designan para asegurar el movimiento eficiente de las personas fuera de la zona de peligro hasta los refugios.

#### TSUNAMI BORE

Onda de tsunami que se mueve rápidamente y en forma turbulenta. Generalmente se producen en las desembocaduras de ríos o estuarios.

#### DAÑOS POR TSUNAMI

Pérdidas o daños causados por un tsunami destructivo. Los daños causados directamente por un maremoto pueden resumirse de la siguiente forma: 1) muertos y heridos; 2) casas destruidas, parcialmente destruidas, inundadas, o quemadas; 3) otros daños a propiedades y pérdidas de materiales; 4) barcos desplazados tierra adentro, dañados o destruidos; 5) maderas arrastradas lejos; 6) instalaciones marinas destruidas, y; 7) daño a instalaciones públicas como ferrocarriles, caminos, plantas eléctricas, instalaciones de suministro de agua y otros.

El daño secundario e indirecto causado por un tsunami puede ser: 1) daño por incendio de casas, barcos, estanques de petróleo, estaciones de gas, y otras instalaciones; 2) contaminación medioambiental causada por materiales flotantes, petróleo, u otras sustancias; 3)

aparición de enfermedades epidémicas, las cuales pueden ser serias en áreas densamente pobladas.

#### GENERACION DE UN TSUNAMI

Los tsunamis se provocan en su mayoría por terremotos, pero pueden también producirse por deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas y muy poco, frecuente por meteoritos y otros impactos en la superficie oceánica. Un tsunami se genera, en primer lugar, por dislocaciones tectónicas bajo el mar causado por terremotos de baja profundidad en áreas de subducción. Los bloques de la corteza terrestre movidos hacia abajo y arriba imparten una energía potencial en la masa de agua sobre ellos, modificando radicalmente el nivel del mar de la región afectada. La energía así transmitida a la masa de agua resulta en la generación del tsunami, lo que significa radiación de energía desde la zona de origen en forma de ondas de período largo.

#### EVALUACIÓN DEL PELIGRO DE TSUNAMI

Para cada comunidad costera, se necesita hacer una evaluación y nivel del peligro del maremoto para identificar poblaciones y recursos bajo amenaza. Esta evaluación requiere conocimientos de probables fuentes de tsunami (como terremotos, derrumbes, erupciones volcánicas), su probabilidad de ocurrencia, y las características de los tsunamis producidos en dichas fuentes cuando impactan en los diferentes lugares a lo

largo de la costa. Para esas comunidades, los datos de maremotos antiguos (históricos y paleotsunamis) pueden ayudar a cuantificar estos factores. Para la mayoría de las comunidades, sin embargo, existen solo datos muy limitados o ninguna información.

#### MODELACIÓN NUMÉRICA DE TSUNAMI

Descripciones matemáticas que buscan describir el tsunami observado y sus efectos. A menudo, la única manera de determinar el *run up* (límite a tierra adentro de penetración del tsunami) potencial y la inundación de un tsunami local o distante es usar la simulación numérica, dado que los datos de fenómenos pasados son normalmente insuficientes. Los modelos pueden ser inicializados con un escenario pesimista para el origen de un tsunami frente a la costa con el objeto de determinar los escenarios correspondientes al peor caso para el *run up* y la inundación.

#### PREVENCIÓN EN MATERIA DE TSUNAMIS

Disposición de crear planes, métodos, procedimientos y acciones para ser tomadas por entidades gubernamentales y el público en general con el propósito de minimizar el riesgo potencial y mitigar los efectos de maremotos futuros. Una preparación apropiada para una advertencia del peligro de tsunami requiere de conocimiento sobre las áreas que podrían inundarse (mapas de inundación por tsunami) y conocimiento del sistema de alerta para saber cuándo

se tiene que evacuar y cuándo es seguro volver.

#### RIESGO DE TSUNAMI

Es la probabilidad de que un litoral particular sea golpeado por un tsunami multiplicado por lo que esté expuesto a ser dañado y afectado a lo largo de esa costa. En términos generales, el riesgo es la amenaza (peligro) multiplicada por la exposición (vulnerabilidad).

#### FUENTE DEL TSUNAMI.

Punto o área de origen del tsunami, normalmente el sitio de un terremoto, erupción volcánica, o derrumbe causante de un rápido y potente desplazamiento en el agua para iniciar las ondas de tsunami.



© Daniel Melnick  
Comuna afectada por el tsunami del 27 de febrero del 2010. Tirúa, región del Bio Bio

#### VELOCIDAD DEL TSUNAMI O VELOCIDAD EN AGUAS DE BAJA PROFUNDIDAD

Velocidad de una onda en el océano, cuya longitud es suficientemente grande en comparación con la profundidad del agua (25 o más veces la profundidad). Puede ser aproximada por la siguiente expresión:  $c$  es la velocidad de la onda,  $g$  es la aceleración de gravedad y  $h$  es la profundidad del agua.

$$v = \sqrt{2g \cdot h}$$

#### MEDICIONES INUNDACIÓN (MÁXIMA)

Máxima penetración horizontal del tsunami desde la línea de playa. La inundación máxima se mide para cada costa o puerto afectado por el tsunami.

#### ÁREA DE INUNDACIÓN Y LÍNEA DE INUNDACIÓN

Corresponde al área inundada por el tsunami y al límite interior de la inundación, determinado horizontalmente desde la línea del nivel medio del mar (NMM). A veces se usa la línea de vegetación como una referencia. En lenguaje científico, es el límite tierra adentro de penetración del tsunami (*run up*).

#### ONDA INICIAL, MAGNITUD Y ALTURA MEDIA

Onda del tsunami que llega primero. En algunos casos, la onda inicial produce una depresión inicial o caída del nivel del

mar, y en algunos casos una elevación o ascenso. Cuando se produce una caída del nivel del mar, se observa una disminución de este. Los tsunamis son eventos relativamente escasos y la mayoría de sus evidencias son perecederas. Por lo consiguiente, es muy importante hacer estudios de reconocimiento de forma organizada, rápida y completa después de cada maremoto, para recolectar datos detallados y valiosos para la evaluación del riesgo, validación de modelos y otros aspectos de la mitigación de los efectos del fenómeno.

#### RETROCESO DEL MAR

Retroceso del nivel del mar antes de una inundación por tsunami. La línea de costa se mueve hacia el mar, a veces por un kilómetro o más, quedando expuesto el fondo marino, rocas y peces. El retroceso del mar es una señal natural de advertencia de que se acerca un maremoto.

#### ASCENSO Y DISTRIBUCIÓN DEL RUN UP

Cambio ascendente o elevación del nivel del mar asociado con un tsunami, huracán, marea, o algún efecto climático de período largo. 1) Diferencia entre la elevación de penetración máxima de un tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar en el momento del tsunami. En términos prácticos, el *run up* es solo la medida donde hay evidencia del límite de la inundación sobre la costa. 2) Elevación alcanzada por el mar medido

en relación con algunos niveles fijos tales como el nivel medio del mar, bajamar media, nivel del mar en el momento del tsunami, entre otros, y a la vez idealmente medido, en un punto correspondiente al máximo local de la inundación horizontal. En los lugares donde la elevación no está medida en relación con la máxima inundación horizontal, esta es denominada frecuentemente como la altura de la inundación.

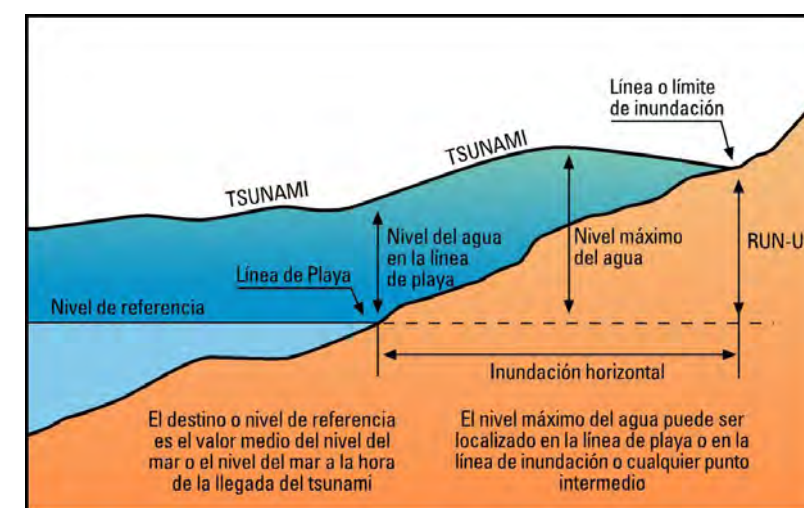


Gráfico extraído de: Glosario de Tsunamis. Centro Internacional de Información sobre Tsunamis - ITIC y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO - COI

#### ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS ONDAS.

Promedio de las alturas de ondas del tercio mayor de un grupo dado de ellas. Note que la composición de las ondas más altas depende de hasta qué punto las ondas más bajas son consideradas. En el análisis del registro, es la altura promedio del tercio más alto de un número

seleccionado de ondas. Se determina dividiendo el tiempo del registro por el período significativo. También llamada altura característica de onda.

#### DISPERSIÓN

Cuando está referido a las olas de un tsunami, es la dispersión de la energía sobre un área geográfica amplia mientras las olas se propagan fuera de la región de origen. La razón de esta dispersión y reducción de la energía de la onda con la distancia recorrida, se debe a la forma esférica de la Tierra. La energía del tsunami comenzará a converger a una distancia de 90 grados de la fuente. La propagación de las olas de tsunami a través de un gran océano sufre otros cambios en la configuración, principalmente debido a la refracción, pero la dispersión también es muy importante, dependiendo de la orientación, dimensiones y geometría de la fuente del tsunami.

#### INTENSIDAD DEL TSUNAMI

Medida del tamaño de un maremoto basado en la observación macroscópica del efecto de este en los seres humanos y objetos, incluyendo embarcaciones de diferentes tamaños y edificios. La escala original fue publicada por Sieberg (1923) y posteriormente modificada por Ambraseys (1962) para crear una escala de seis categorías. Papadopoulos e Imamura (2001) propusieron una escala de intensidad de 12 grados, la cual es independiente de la medida de

los parámetros físicos como la amplitud de la ola, es susceptible a las pequeñas diferencias en los efectos de un tsunami y lo suficientemente detallada para cada grado como para abarcar los distintos tipos de impacto de un tsunami que pudieran existir, sobre los seres humanos y la naturaleza.

La escala tiene 12 categorías, similares a la escala modificada de Mercalli usada para descripciones macrosísmicas de intensidad de un terremoto. Medida del tamaño de un tsunami basado en la medición de sus ondas, a través de mareógrafos y otros instrumentos. La escala, originalmente descriptiva y más similar a la de intensidad, cuantifica el tamaño, usando mediciones de la altura de las olas o *run ups* del tsunami. Lida et al (1972) describió la magnitud (m) como el logaritmo en base 2 de la altura máxima de la ola medida en terreno y que corresponde a una magnitud que va desde -1 hasta 4:  $m = \log_2 H$ . Posteriormente, Hatori extendió esta escala conocida como Imamura-lida para los tsunamis de campo lejano, incluyendo la distancia en la fórmula. Soloviev (1970) sugirió que la altura promedio del tsunami podía ser otro buen indicador del tamaño de él y la intensidad máxima debería ser medida lo más cercana a la fuente del tsunami. Una variación de lo anteriormente mencionado es entonces la escala I de intensidad Imamura-Soloviev (Soloviev, 1972). Shuto (1993) ha

sugerido la medición de H como la altura hasta donde alcanzan daños o impactos específicos; de este modo, propuso una escala que puede ser usada como una herramienta cuantitativa de predicción para efectos macroscópicos.

#### MAGNITUD DEL TSUNAMI

También se ha propuesto que las magnitudes de los tsunamis son similares en forma a aquellas usadas para calcular las magnitudes de los terremotos. La longitud de la onda y el período del tsunami dan una información sobre la fuente de este. Para tsunamis generados por terremotos, el rango de longitud de onda típico es de 20 a 300 km. Para tsunamis generados por derrumbes, el rango de la longitud de la onda es de centenas de metros a decenas de kilómetros. Diferencia entre la elevación de la marca de agua local más alta y la elevación del nivel del mar en el momento del tsunami. Esto difiere del máximo *run up*, ya que la marca de agua no se observa a menudo en la línea de inundación, pero quizás puede estar en la pared de un edificio o en un tronco de árbol. 1) La parte más alta de una onda. 2) Aquella parte de la onda sobre el nivel del agua en reposo.

#### PERÍODO DEL TSUNAMI

Tiempo en que una ola de tsunami completa un ciclo. Los períodos de los tsunamis típicamente varían entre 5 minutos a 2 horas.

#### PERÍODO PREDOMINANTE DEL TSUNAMI

Diferencia entre el tiempo de llegada de la cresta más alta o y el siguiente, medido en un mareograma.

#### LONGITUD DE ONDAS DEL TSUNAMI

Distancia horizontal entre puntos similares en dos ondas sucesivas medidas perpendicularmente al seno. La longitud de la onda y el período del tsunami dan una información sobre la fuente de éste. Para tsunamis generados por terremotos, el rango de longitud de onda típico es de 20 a 300 km. Para tsunamis generados por derrumbes, el rango de la longitud de la onda es de centenas de metros a decenas de kilómetros.



#### NIVEL DE AGUA (MÁXIMO)

Diferencia entre la elevación de la marca de agua local más alta y la elevación del nivel del mar en el momento del tsunami. Esto difiere del máximo *runup*, ya que la marca de agua no se observa a menudo en la línea de inundación, pero quizás puede estar en la pared de un edificio o en un tronco de árbol.

© Daniel Melnick  
Comuna afectada por el tsunami del 27 de febrero del 2010. Dichato, región del Bio Bio

**SENO DE UNA ONDA**

- 1) La parte más alta de una onda.
- 2) Aquella parte de la onda sobre el nivel del agua en reposo.

**DISPERSIÓN DE LA OLA (VALLE)**

La parte más baja de una ola.



© Daniel Melnick  
Ciudad de  
Concepción, región  
del Bio Bio - Chile

**MARÉOGRAFO**

Instrumento utilizado para medir el nivel del mar. También se le conoce como medidor de marea.

**NIVEL MEDIO DEL MAR**

El nivel promedio de la superficie del mar, basado en la medición horaria de la altura de la marea en la costa abierta o aguas adyacentes que tienen acceso libre al mar. Estas observaciones deben ser hechas sobre un período “considerable” de tiempo. En Estados Unidos, el nivel medio del mar se define como la altura promedio de la superficie del mar para todas las fases de la marea sobre un período de diecinueve años. Valores

seleccionados del nivel medio del mar sirven de referencia para los estudios de la elevación en Estados Unidos. Así como el nivel medio del mar es un tipo de datum de marea, los niveles medios de pleamar, bajamar y bajamar más baja, también lo son.

**NIVEL MÁXIMO PROBABLE**

Nivel del agua hipotético (exclusivo del runup de las olas normales, generadas por el viento) que podría ser el resultado de la más severa combinación de factores hidrometeorológicos, geosísmicos y otros factores geofísicos que puedan afectar a la región involucrada. Se asume que cada uno de estos factores afecta al sitio de manera máxima. Este nivel representa la respuesta física de un cuerpo de agua a los fenómenos extremos como huracanes, tormentas, otros eventos meteorológicos ciclónicos, tsunamis, y la marea astronómica en combinación con las máximas probabilidades de condiciones hidrológicas ambientales, virtualmente sin ningún riesgo de ser excedido.

**PLAN MAESTRO**

Guía principal que perfila los métodos y procedimientos que necesitan ser seguidos para lograr las metas a largo plazo de un programa. El Plan entrega un resumen de los elementos básicos que incluye un Sistema de Alerta de Tsunami, una descripción de sus componentes y una visión general de las actividades, series

de datos, métodos y procedimientos que necesitan mejorarse con el fin de reducir el riesgo de un tsunami. La primera edición del Plan Maestro GIC/ITSU se emitió en 1989. La segunda edición se emitió en el 1999. ([http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category\\_no=64](http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category_no=64))

**ALERTA DE TSUNAMI PARA TODO EL PACÍFICO**

Una alerta emitida a todos los involucrados después de que exista una confirmación de que se generó un tsunami capaz de destruir más allá del área local. Las Alertas de Tsunami para todo el Pacífico, contienen tiempos estimados de arribo del tsunami (ETA's) en todos los puntos de predicción. Por lo general, los boletines de Alerta de Tsunami para todo el Pacífico también llevan información sobre alturas de las ondas y otros informes. La alerta se cancelará cuando se determine que no existe amenaza de tsunami. Puesto que las condiciones locales pueden causar grandes variaciones en la acción de las olas de un tsunami, las agencias locales son las que deberían tomar una determinación clara y no los Centros de Alerta de Tsunamis (TWC). En general, después de recibir una Alerta de Tsunami, las agencias encargadas pueden asumir una posición clara cuando su área de jurisdicción esté libre de olas peligrosas por al menos dos horas, a menos que otros boletines de tiempos de arribo hayan sido anunciados por un TWC (por ejemplo por

una réplica importante) o bien cuando las condiciones locales, que pueden incluir ondas estacionarias continuas o especialmente fuertes corrientes en canales y puertos, mantienen la condición de una Alerta de Tsunami.

**ALERTA DE TSUNAMI**

El mayor nivel de alerta de un tsunami. Las alertas son emitidas por los TWC debido a la confirmación de una ola destructiva o a la amenaza de un tsunami inminente. Al principio, las alertas se basan sólo en información sísmica sin confirmación de un tsunami, como un medio de entregar la información lo antes posible a la población en riesgo. Las alertas inicialmente sitúan un área de restricción en una condición que requiere que todas las áreas costeras en la región estén preparadas ante una inminente inundación. Posteriormente, se emiten boletines al menos cada una hora o según las condiciones se continúa emitiendo la alerta, expandiéndola, restringiéndola o dándola por terminada. En caso que se haya sido confirmado un tsunami, el que pudiera causar daños a una distancia superior a los 1.000 Km del epicentro, la alerta puede extenderse a un área mayor.

**CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMI (TWC)**

Centro que emite oportunamente mensajes con información de tsunami. Los mensajes pueden ser informativos, de alarma o alerta y se basan en datos

sismológicos y del nivel del mar disponibles según lo evaluado por el TWC o bien por evaluaciones recibidas provenientes de otras agencias de monitoreo. Los mensajes son de aviso para las agencias oficiales designadas para el manejo de las emergencias. Los TWC regionales monitorean y entregan información a los Estados Miembros sobre los potenciales tsunamis transpacíficos, utilizando redes mundiales de datos. A menudo, pueden emitir mensajes dentro de los 10 a 20 minutos después del terremoto. Los TWC locales, en cambio, monitorean y entregan información sobre potenciales tsunamis locales que azotarán dentro de minutos. Estos centros deben tener acceso a redes de datos continuos, en tiempo real y densamente espaciados, con el fin de caracterizar los terremotos dentro de segundos y emitir una alerta dentro de minutos.

#### ALARMA DE TSUNAMI

Los Centros de Alerta de Tsunami emiten cuatro tipos básicos de mensajes:

**1) boletines de información** cuando ha ocurrido un gran terremoto, pero existe poca o ninguna amenaza de tsunami;

**2) boletines locales,** regionales y de extensión oceánica de alarma y alerta cuando existe una potencial amenaza de un tsunami destructivo;

**3) boletines de cancelación** cuando las destructivas ondas del tsunami ya pasaron; y

**4) mensajes de prueba de comunicación** para ejercitar regularmente el sistema. Las evaluaciones locales y mensajes iniciales se basan solo en información sísmica con los tiempos de arribo de las primeras ondas sísmicas, específicamente ubicación, magnitud y profundidad del terremoto. Si la amenaza de tsunami es grande, se calculan los tiempos estimados de arribo de las ondas y se estudian los registros del nivel del mar para confirmar si se ha producido. Los boletines de alerta y alarma se actualizan cada una hora hasta que se acabe la amenaza. En el Pacífico, los tipos de mensajes emitidos por el (PTWC) incluyen un Boletín de Alerta de Tsunami para todo el Pacífico, Boletín de Alerta y Alarma de Tsunami Regional, Boletín de Información de Tsunami y Mensaje de Prueba de Comunicaciones. Es el segundo nivel más alto de alerta de un tsunami. Las alarmas se emiten por los Centros de Alerta de Tsunami (TWC), basados en información sísmica sin confirmación de que se haya generado un tsunami destructivo. La alarma es emitida como una forma de poner en conocimiento a la población afectada ubicada, por ejemplo, de una a tres horas del tiempo de viaje del tsunami más allá del área inicialmente alertada. Los boletines posteriores se emiten al menos cada una hora para expandir el área de

alarma, actualizar todas las áreas alertadas o cancelar la alarma y alerta. Una alarma de tsunami puede incluirse en el texto del mensaje que difunde una Alerta de Tsunami.

#### UNESCO:

Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas. Establecida en 1945, la UNESCO promueve la cooperación internacional entre sus estados miembros en los campos de la educación, ciencia,

cultura y comunicación. Actualmente, la UNESCO trabaja como un laboratorio de ideas y estandarización de ellas para forjar acuerdos universales sobre problemas éticos emergentes. La organización también funciona como centro de intercambio que difunde y comparte la información y el conocimiento, mientras apoya a los estados miembros a construir las capacidades humanas e institucionales en diversas áreas.



© Julius Jara  
Entrevista a pescador de la región del Bio Bio, Chile.

# BIBLIOGRAFÍA

## Gestión del Riesgo en Instituciones Educativas

Guía para docentes de educación básica regular.

David Roca Basadre, Pedro Ferradas, Giovana Santillán, Armando Barrantes, Jorge Chumpitaz y Raúl Marcos.

SOLUCIONES PRACTICAS - ITDG / Ministerio de Educación del Perú - 2009.

## Glosario de Tsunamis

UNESCO-IOC. *IOC Tsunami Glossary*. Information document No. 1221. Paris, UNESCO, 2009. *Versión en español*.

## Programas de Estudio

Unidad de Currículum y Evaluación, Ministerio de Educación Chile

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

Reedición 2010, Santiago de Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Proyecto Explora y el Proyecto DIPECHO de la UNESCO.

## Te invito a conocer la Tierra

Emilio Lorca Mella y Margot Recabarren Herrera.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA),

la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y el Centro Internacional de Informaciones de Tsunami.

Chile 1994

## Terremotos y Tsunamis o Maremotos

Emilio Lorca Mella y Margot Recabarren Herrera.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA),

la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y el Centro Internacional de Informaciones de Tsunami.

Chile 1994

