



SHOA PUB. 3203

INSTRUCCIONES OCEANOGRÁFICAS N° 3

INSTRUCCIONES GENERALES SOBRE EL SISTEMA
NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS

5ª EDICIÓN 2005

TABLA DE MATERIAS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	4
1.1 GENERALIDADES	4
1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS (SNAM)	5
II. EL SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS (SNAM)	6
2.1 ANTECEDENTES	6
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	6
2.3 OPERACIÓN DEL SISTEMA	7
2.4 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE INFORMACIONES SÍSMICAS	9
2.5 EJERCICIOS DE COMUNICACIONES	9
III. COMUNICACIONES	9
3.1 GENERALIDADES	9
3.2 REDES DE COMUNICACIONES EXTERNAS	10
3.2.1 Redes principales	10
3.2.2 Redes alternativas	10
3.2.3 Redes internas	10
3.3 MENSAJES GENERADOS POR EL SHOA	10
3.3.1 Información de sismo	11
3.3.2 Alerta de Tsunami	11
3.3.3 Alarma de Tsunami	11
3.3.4 Cancelación	11

3.4	PRIORIDAD DE LAS COMUNICACIONES	11
3.4.1	En caso de sismo en el territorio nacional	11
3.4.2	En caso de sismo lejano	12
3.5	MENSAJES GENERADOS POR ONEMI	13
3.6	FORMATOS DE MENSAJES	13
3.6.1	Alerta de Tsunami	13
3.6.2	Alarma de Tsunami	14
3.6.3	Cancelación de alerta	14
3.6.4	Cancelación de alarma	15
3.6.5	Información de sismo	15
3.6.6	Ejercicios de Tsunami	15
IV.	TSUNAMIS	18
4.1	DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO	18
4.2	NATURALEZA Y ORIGEN DE UN TSUNAMI	18
4.3	FRECUENCIA Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	19
4.4	MEDIDAS DE PROTECCIÓN RECOMENDADAS	19
4.5	DEFINICIONES DE ALGUNOS TÉRMINOS SÍSMICOS	20
4.6	ESCALA DE INTENSIDAD DE LOS FENÓMENOS SÍSMICOS	21
V.	SISTEMA INTERNACIONAL DE ALERTA DE TSUNAMI DEL PACÍFICO	22
5.1	ANTECEDENTES	22
5.2	OBJETIVO	23
5.3	DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA	23
VI.	INSTRUMENTAL DE APOYO PARA EL SNAM	23
6.1	GENERALIDADES	23
6.2	SISTEMA TREMORS	24
6.3	RED NACIONAL DE ESTACIONES DEL NIVEL DEL MAR	25
6.4	SISTEMA DART	25
6.5	SISTEMA EMWIN	25
	APÉNDICE I - DECRETO SUPREMO N° 26	29

3ª edición, 1990.

4ª edición, 2000.

5ª edición, 2005 (sólo en formato PDF).

© SHOA, 2005.

Publicado por el

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2005.

Errázuriz 254, Playa Ancha, Valparaíso.

Teléfono: 56-32-266666. Fax: 56-32-266542.

Correo electrónico: *shoa@shoa.cl*

http://www.shoa.cl

Pub. SHOA 3203. Instrucciones Oceanográficas N° 3.

“Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos”.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La 5ª edición de las INSTRUCCIONES OCEANOGRÁFICAS N° 3 que actualiza la Publicación SHOA N° 3203 “Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos”, se ha confeccionado con el objeto de actualizar los procedimientos que se emplean hasta ahora en la operación del Sistema Nacional de Alarma de Maremotos (SNAM).

En ella se han incluido todos los elementos básicos necesarios para lograr la mejor coordinación, entre el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile —a quien el Decreto Supremo N° 26 de fecha 11 de enero de 1966 (Ver Apéndice I) otorga la responsabilidad de la operación del sistema— y las autoridades navales, marítimas y civiles participantes.

Tales elementos básicos comprenden el análisis y descripción general del fenómeno, generación, propagación e impacto costero; el sistema de alerta vigente, incluyendo los equipos tecnológicos de monitoreo y detección; los cursos de acción a seguir en caso de ocurrencia de un tsunami; las comunicaciones y criterios para la adopción de alertas y alarmas que, en general, tienden a proporcionar una base común y uniformidad de procedimientos en la operación del SNAM.

El objeto de esta 5ª edición, que reemplaza a la anterior, es proporcionar los mayores elementos de juicio posibles a las autoridades nacionales, en su tarea de proteger a la ciudadanía, buques, embarcaciones menores e instalaciones costeras, ante tsunamis que, eventualmente, pueden amenazar nuestro litoral.

Chile ha sufrido en muchas ocasiones los devastadores efectos de tsunamis, originados en algún punto de la cuenca del océano Pacífico, que han alcanzado hasta nuestras costas, cobrando innumerables pérdidas en vidas humanas y bienes materiales.

En base a las experiencias pasadas y a las proyecciones científicas, debe considerarse como cierta la posibilidad de que el fenómeno se repita en el futuro, con efectos tan catastróficos como en el pasado y tal vez, de mayores proporciones.

Ante esta posibilidad, el país debe estar preparado para enfrentar nuevas amenazas de esta naturaleza, debiendo para ello adoptar el máximo de medidas tendientes a evitar o a minimizar los efectos de los tsunamis que en el futuro lleguen a nuestras costas.

La preparación para enfrentar con éxito un tsunami, involucra tanto a organismos técnicos y oficiales del Estado como a las autoridades civiles, navales y marítimas, a quienes corresponde velar por la seguridad de las personas y de los bienes nacionales ubicados en la larga zona litoral de nuestro país.

El buen éxito o el fracaso del país al enfrentar un tsunami, dependerá directamente de las medidas preventivas y de coordinación que hayan sido adoptadas, y es en esta fase donde corresponde asumir la tarea de planificar dichas medidas tendientes a minimizar los posibles daños y muertes que podría cobrar un maremoto en nuestras costas.

1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS (SNAM)

El SNAM entra en funcionamiento al ser informada la ocurrencia de un sismo que pueda generar un tsunami, en algún punto de la cuenca del Pacífico, lejos de nuestras costas, o bien cerca o en el territorio nacional. En el primero de los casos, habrá un aviso previo de entre 3 y 24 horas del arribo de las ondas del tsunami, lo cual dará algún tiempo para la adopción de medidas de protección. En el segundo de los casos, es decir, al ocurrir un sismo en la franja costera del territorio nacional y si éste es igual a 7,0 o superior en la escala de Richter, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) emitirá un mensaje de Alerta de Tsunami, informando a las autoridades competentes de la posibilidad de ocurrencia de un tsunami. Debe tenerse presente que en este caso, las primeras ondas del tsunami llegarán a la costa más próxima dentro de los primeros 10 a 15 minutos de ocurrido el sismo por lo que, en tal circunstancia, la ocurrencia misma del sismo deberá considerarse como una primera alerta, en atención al poco tiempo disponible para la difusión por los canales normales de comunicación.

Confirmada la generación y propagación de ondas de tsunami, por parte de un registro de una estación costera u oceánica (sistema DART) del nivel del mar o ante el informe de alguna autoridad competente, el SHOA, emitirá un nuevo mensaje de Alarma de Tsunami confirmando su ocurrencia, e indicando las horas estimadas de arribo a los diferentes puntos del país. Los puertos más alejados de la zona epicentral tendrán un tiempo de aviso no mayor de 3 horas, ya que la velocidad de propagación de la onda en agua profunda es de aproximadamente 720 km/hora; de manera que un tsunami generado frente a las costas de Arica, por ejemplo, tardaría unas 3 horas en llegar hasta Puerto Montt.

En virtud del Decreto Supremo N° 26 del 11 de enero de 1966, corresponde únicamente al SHOA la evaluación de las informaciones sísmicas y del nivel del mar para determinar la posibilidad de generación de un tsunami, así como de la difusión de las alertas y/o alarmas de maremotos, para que tanto las autoridades navales, marítimas, como civiles, adopten las medidas de emergencia y protección civil que estimen más convenientes.

Con la creación en el año 1974, de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior —ONEMI—, la aprobación del Plan Nacional de Emergencia, en el año 1977, y la entrada en vigencia del nuevo Plan Nacional de Protección Civil, en el año 2002, se ha ido perfeccionando en Chile el Sistema Nacional de Protección Civil, en el cual el SNAM constituye un servicio de la mayor importancia ante el eventual peligro que representa un maremoto.

II. EL SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS (SNAM)

2.1 ANTECEDENTES

Con motivo de los trágicos sucesos del 22 de mayo de 1960, oportunidad en que fuertes sismos, que afectaron la zona comprendida entre Concepción y Chiloé, dieron origen al maremoto que devastó Corral y Chiloé, se puso en evidencia la necesidad de contar con un sistema de alarma para la costa de Chile similar al que opera en Hawaii, Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico.

El SNAM entró en vigencia el año 1964, y su organización, dirección y control fue entregada al SHOA que, además, fue designado representante oficial de Chile ante el Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico, mediante el Decreto Supremo N° 26 de fecha 11 de enero de 1966.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El funcionamiento del SNAM está basado fundamentalmente en la información proporcionada por las redes de estaciones sismológicas nacionales e internacionales, estaciones oceánicas (sistema DART) y costeras del nivel del mar, estas últimas distribuidas a lo largo de nuestro territorio y/o por aquellas provenientes del Centro de Alarma de Tsunamis del Pacífico (PTWC).

El SNAM está integrado e interconectado con:

- 2.2.1** Un organismo central, el SHOA, responsable de recolectar y evaluar los datos sísmicos y de nivel del mar obtenidos por el sistema y difundir las informaciones pertinentes a las autoridades civiles y marítimas.
- 2.2.2** Organismos externos responsables de proporcionar al SHOA, información sísmica, de nivel del mar y oceanográfica. Estos organismos son: el Servicio Sismológico del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, Gobernaciones Marítimas y Capitanías de Puerto y el Pacific Tsunami Warning Center (PTWC) de Honolulu, Hawaii, USA.
- 2.2.3** Organismos responsables de difundir la información proveniente desde el SHOA, como la ONEMI y la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante Nacional (DGTM y de MM).

Dichos organismos transmiten la información a:

- Autoridades Regionales.
- Naves Mercantes, Artefactos Navales y Autoridades Marítimas.
- Buques y Zonas Navales

Sobre la difusión e intercambio de información, una vez confirmada la inminente ocurrencia de un tsunami, el SHOA envía la información sobre los parámetros del terremoto y la hora estimada de arribo a los organismos civiles encargados de avisar a la población y a las Fuerzas Armadas con asiento en los puertos y caletas del litoral. Asimismo, comparte con el Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico toda la información relativa a maremotos con origen en la costa de Chile, que pueda afectar a otros países de esta cuenca oceánica.

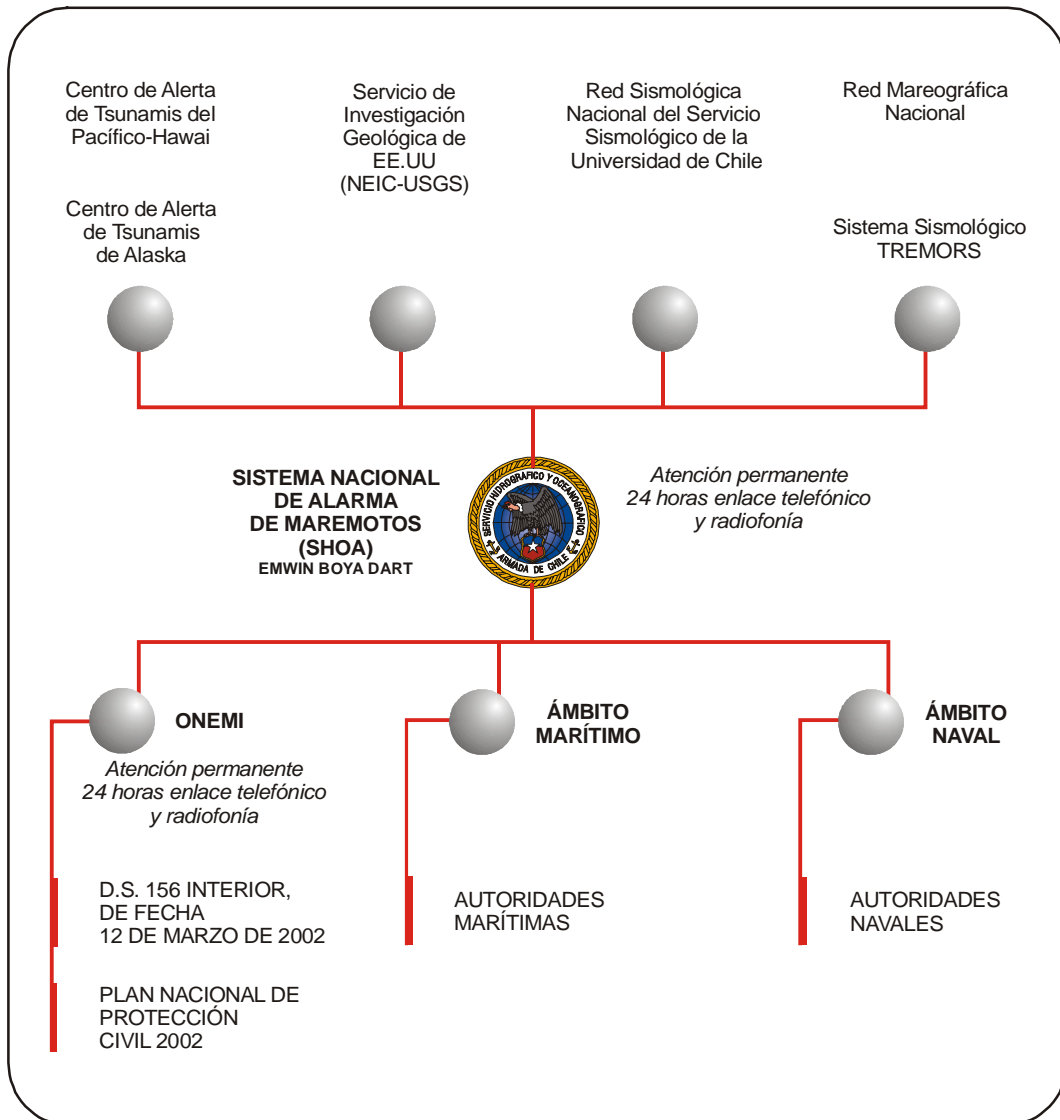


Figura 1: Organización del SNAM y flujo de la información que éste recibe, analiza y, finalmente, entrega a las autoridades nacionales.

2.3 OPERACIÓN DEL SISTEMA

El sistema entra en operaciones al ocurrir cualquier sismo local que genere preocupación en la población o bien pueda generar una alerta de tsunami dentro del territorio nacional; y al recibir un Boletín Informativo o de Alerta de Tsunami del PTWC generado por un evento de campo lejano.

En el primer caso, el SHOA procederá a recopilar con la mayor celeridad posible las informaciones sísmicas y del nivel del mar pertinentes, con el propósito de evaluarlas para llegar a establecer la posible generación de un tsunami, lo cual en caso afirmativo, deberá difundirse a las autoridades navales, marítimas y civiles para la adopción de las medidas preventivas que correspondan.

En el segundo caso, el SHOA, de acuerdo a las informaciones recibidas desde el PTWC y las estaciones de nivel del mar, resolverá previa evaluación, la difusión de las informaciones que correspondan a las autoridades nacionales ya señaladas.

La información sísmica que el SHOA evalúa, proviene indistintamente de seis fuentes informativas:

- a) **Sistema TREMORS (Tsunami Risk Evaluation through seismic MOment from a Real-time System).** Este es un sistema de detección de sismos tsunamigénicos, constituido por seis sensores sísmicos instalados en el Cerro El Roble (V Región), los cuales transmiten en tiempo real la información sísmica registrada hacia los equipos instalados en el SHOA, donde se analiza la información recibida y se determinan los parámetros del sismo para poder evaluar si existe riesgo de tsunami.
- b) **Sistema EMWIN.** Es un sistema que permite obtener información directamente desde el NWS (National Weather Service) en tiempo casi real vía satelital. Para esto el SHOA cuenta con un equipo y software, a través de los cuales se puede acceder rápidamente a la información sísmica y alertas generadas producto de un evento ocurrido en la cuenca del Pacífico.
- c) **Gobernaciones Marítimas y Capitanías de Puerto.** Estas al ocurrir un sismo emiten un mensaje destinado al SHOA, indicando su grado de intensidad y un reporte preliminar de daños. Estos mensajes son cursados por el Sistema de Telecomunicaciones Navales con prioridad "P", salvo cuando la intensidad del sismo sea mayor que VI en la Escala Modificada de Mercalli, en cuyo caso los mensajes se cursarán con prioridad "O".
- d) **Servicio Sismológico del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.** Este Servicio, en base a los registros de su red de estaciones sismológicas distribuidas a lo largo del país, informa sobre la ocurrencia de sismos sensibles en el país, determinando su ubicación, profundidad y magnitud, datos que junto a la información de intensidades reportadas, son remitidos al SHOA vía correo electrónico y se publica en la página web del Servicio Sismológico (<http://ssn.dgf.uchile.cl>).
- e) **Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI).** Esta oficina recopila las informaciones de intensidades de los sismos producidos a lo largo del país, mediante la red de Mando del Ministerio del Interior a través de su Centro de Alerta Temprana (CAT), en enlace radial directo con las Intendencias Regionales y en estrecha coordinación con los servicios públicos y privados que poseen radiocomunicaciones.
- f) **Pacific Tsunami Warning Center (PTWC).** Este centro envía boletines informativos cada vez que se produce un sismo cuya magnitud sea mayor que 6,5 y cuyo epicentro se encuentre ubicado en algún punto de la cuenca del Pacífico.

2.4 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE INFORMACIONES SÍSMICAS

Las condiciones para que se genere un tsunami, producto de la ocurrencia de un sismo, son básicamente las siguientes:

- a) Epicentro del sismo ubicado en el subsuelo marino o en tierra, en áreas próximas al borde costero del océano Pacífico.
- b) Magnitud del sismo igual o superior a 7,0 en la escala de Richter.
- c) Foco del sismo ubicado a menos de 60 km de profundidad.

Cuando se hayan reunido las tres condiciones señaladas anteriormente y además se hayan evaluado los resultados de los parámetros sísmicos entregados por el sistema TREMORS, se generarán los mensajes pertinentes por parte del SHOA, alertando a las autoridades de la posible generación de un tsunami y su hora estimada de arribo a diferentes puertos nacionales.

Si además de las condiciones indicadas, se registran ondas de un tsunami en alguna estación del nivel del mar o es informada su ocurrencia por una autoridad competente, se emitirá un nuevo mensaje confirmando la generación del tsunami con una mejor estimación de las horas de arribo.

Si el tsunami no se produce y, por lo tanto, no es registrado por las demás estaciones del nivel del mar, se generará un mensaje cancelando la posibilidad de ocurrencia del tsunami.

2.5 EJERCICIOS DE COMUNICACIONES

Es importante que las comunicaciones entre los diferentes organismos que componen el SNAM sean eficientes en el momento de la emergencia. Por esta razón, se envían mensajes de ejercicios a los observadores de marea en forma mensual y sin aviso previo para determinar los tiempos de transmisión y recepción de los mensajes, como asimismo mantener familiarizado al personal de comunicaciones con los procedimientos de manejo de los mensajes del sistema, y ayudar a mantener en contacto a los observadores con el personal de comunicaciones de la estación de marea correspondiente. También se efectúan ejercicios de comunicaciones entre el SHOA y el PTWC / ATWC y entre el SHOA y la Dirección de Hidrografía Naval de la Marina de Guerra del Perú (DHN), periódicamente.

III. COMUNICACIONES

3.1 GENERALIDADES

Para asegurar una oportuna y efectiva operación del SNAM, es necesario contar con líneas internas que enlacen al personal que lo opera y líneas externas que enlacen al SHOA con las estaciones informantes y las autoridades participantes.

El sistema de comunicaciones interno para el personal del SHOA que opera el SNAM se realiza vía telefónica y/o VHF para intercambiar información en situaciones de emergencia o cuando la situación lo amerita.

Considerando que el tráfico de información de maremotos es poco frecuente, para las comunicaciones externas se usarán las líneas ya existentes, en cada una de las instituciones participantes, con las providencias del caso para asegurar una comunicación rápida, expedita y segura, sin perjuicio de modificarlas, ampliarlas o mejorarlas en el futuro.

3.2 REDES DE COMUNICACIONES EXTERNAS

En un evento determinado se usarán como procedimiento normal las líneas principales, salvo que éstas se encuentren inoperativas en parte o en su totalidad, en cuyo caso se recurrirá a comunicaciones alternativas.

3.2.1 Redes principales

- a) Redes del Servicio de Telecomunicaciones Navales SERTELINF (mensaje naval - telefónicas – VHF – HF)
- b) Red de Mando del Ministerio del Interior (ONEMI). (telefónica – VHF – HF y fax)

Las redes del Servicio de Telecomunicaciones Navales SERTELINF enlazarán al SHOA con las estaciones informantes de marea y autoridades marítimas.

La red de Mando del Ministerio del Interior (ONEMI) transmitirá la información emitida por el SHOA a las Oficinas Regionales de Emergencia.

3.2.2 Redes alternativas

- a) Red de Telecomunicaciones de Autoridades Marítimas.
- b) Comunicación vía telefonía satelital con reparticiones navales.
- c) Internet – Correo electrónico.

Las redes telefónicas y telefax comerciales se consideran alternativas a las redes antes mencionadas.

3.2.3 Redes internas

- a) Red interna VHF – SHOA entre los responsables del SNAM

3.3 MENSAJES GENERADOS POR EL SHOA

Las informaciones que el SHOA generará, ante la ocurrencia de un sismo o informes recibidos del PTWC, estarán contenidas en cuatro tipos de mensajes posibles de emitir:

- 3.3.1 Información de Sismo:** Comunica la ocurrencia de sismos en territorio nacional y en la cuenca del océano Pacífico, indicando la ausencia de posibilidades de ocurrencia de un tsunami, dada las características del sismo. Tiene por objeto evitar acciones o temores innecesarios por parte de las autoridades.
- 3.3.2 Alerta de Tsunami:** Comunica la ocurrencia del sismo y posibilidad de generación de tsunami, informando la hora estimada de arribo de las ondas del tsunami a diferentes puertos del litoral.
- 3.3.3 Alarma de Tsunami:** Confirma la existencia de un tsunami. Se mejora la estimación de la hora de arribo de la onda.
- 3.3.4 Cancelación:** Informa que, en el caso de existir previamente un estado de posible maremoto, el sismo no tuvo una magnitud suficiente para generarlo. Y en el caso de existir una confirmación previa, este mensaje de cancelación informará que el peligro ha cesado y se puede retornar a la normalidad.

3.4 PRIORIDAD DE LAS COMUNICACIONES

La prioridad de las comunicaciones debe ser tal, que permita la recepción de los mensajes e informaciones en el más breve plazo posible.

Puesto que las redes de comunicaciones que se contemplan en el SNAM, son redes concebidas para necesidades diferentes que las que impone este sistema, deberá actuarse con la mayor celeridad posible.

No obstante, en la red de comunicaciones de la Armada, se procederá de acuerdo a los siguientes criterios, utilizando las siguientes prioridades:

3.4.1 En caso de sismo en el territorio nacional

- a) Se tomarán acciones si la intensidad máxima del sismo es igual o superior a VI en la escala modificada de Mercalli, o si su magnitud es igual o superior a 5,5 en la escala Richter. Los formatos de los mensajes navales que se cursaran están indicados en el punto 3.6.
- **Magnitud sismo igual o superior 6,5 Richter**, se envía mensaje naval prioridad "O", fax a ONEMI y correo electrónico a destinatarios de Genmercalli.
 - **Magnitud del sismo menor a 6,5 Richter**, se envía fax a ONEMI y correo electrónico a destinatarios Genmercalli.

En caso de que un sismo local de magnitud inferior a 6,5 genere alarma en las autoridades navales y/o civiles, el SHOA enviará un mensaje de información prioridad "O", para evitar la alarma pública.

Nota: Si el sismo ocurre en la I Región o en sus alrededores (sur de Perú, Bolivia) y fue registrado por sensores SHOA, Servicio Sismológico de la Universidad de Chile o NEIC, se notificará telefónicamente al Sr. Gobernador Marítimo de Arica y/o al Capitán de Puerto de Arica, para informar su ubicación y magnitud.

- b) Si el sismo es sentido con una intensidad superior a VI en la escala modificada de Mercalli, o si se ha determinado que la magnitud es superior a 6,0 en la escala Richter, y se estima que es posible que el sismo genere algunas variaciones en el nivel del mar, se cursará **mensaje de Alerta** prioridad "O" a todas las reparticiones de la Armada. Del mismo modo, se transmitirá esta información de Alerta a ONEMI en Santiago por la vía más rápida disponible (canales VHF y HF) y a través de fax a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.
- c) Si el sismo es sentido con una intensidad superior a VII en la escala modificada de Mercalli, determinándose una magnitud igual a 7,0 o superior en la escala de Richter y el epicentro del sismo está en el mar y, se comprueba que el nivel del mar ha experimentado alteraciones significativas, se cursará de inmediato **mensaje de Alarma** prioridad "O" a todas las reparticiones de la Armada. Del mismo modo, se transmitirá esta información de Alarma a ONEMI en Santiago por la vía más rápida disponible (canales VHF y HF) y a través de fax a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.
- d) Para la cancelación de una Alerta o una Alarma de maremoto, se cursarán mensajes prioridad "O" .

3.4.2 En caso de sismo lejano

- a) Si se recibe desde el PTWC un mensaje de información de sismo ocurrido en algún punto de la cuenca del Pacífico con una magnitud **superior o igual a 6,5** en la escala de Richter y se ha evaluado de acuerdo a la recopilación de datos, que no existe amenaza de generación de tsunamis, se procederá a informar la ocurrencia del evento, a las reparticiones navales (mensaje naval prioridad "O"), a ONEMI, en Santiago (vía fax) y finalmente enviar correo electrónico a destinatarios Genmercalli. Si se recibe información de sismo de **magnitud igual o superior a 5,5** en la escala de Richter, se enviará un correo electrónico a los destinatarios de Genmercalli.
- b) Si se está frente a una Alerta de maremoto, ya sea emitida por un mensaje de Alerta proveniente desde el PTWC u otro centro especializado, se transmitirá de inmediato la Alerta a todas las reparticiones navales (mensaje naval prioridad "O"), a ONEMI en Santiago y a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, vía fax. Las horas de arribo del tsunami son calculadas en el PTWC y verificadas por el SHOA.
- c) Si se está frente a una Alarma de maremoto, ya sea emitida por un mensaje de Alarma proveniente desde el PTWC u otro centro especializado, se transmitirá de inmediato la Alarma a todas las reparticiones navales (mensaje naval prioridad "O"), a ONEMI en Santiago y a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, vía fax, indicando horas de arribo del tsunami a todas las áreas amenazadas del país. Las horas de arribo del tsunami son calculadas en el PTWC y verificadas por el SHOA.
- d) Para la cancelación de una Alerta o una Alarma de maremoto, se cursarán mensajes prioridad "O" .

3.5 MENSAJES GENERADOS POR ONEMI

Al ocurrir un sismo sensible en el territorio nacional, ONEMI emitirá un mensaje que contendrá la información de intensidades recopiladas en dicha oficina.

3.6 FORMATOS DE MENSAJES

3.6.1 Alerta de Tsunami

O-
DEL HIDROGRAFÍA
AL
GENMERCALLI (cursar además a ONEMI, Fax N° 2-689 40 94 o por Fonía VHF Canal 6 y en caso de ser necesario a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Fax 51-1-4202122).
BT
ORDINARIO
URGENTE

ALERTA DE TSUNAMI

UN FUERTE SISMO DE MAGNITUD ____ OCURRIÓ _____ Z EN LATITUD ____ S
LONGITUD _____ W EN LAS VECINDADES DE _____, ES DE
MAGNITUD SUFICIENTE PARA GENERAR UN TSUNAMI. SE DESCONOCE AÚN SI SE
HA PRODUCIDO.
MANTENDRÉ INFORMADO.

CASO AFIRMATIVO, HORAS ESTIMADAS DE ARRIBO SON LAS SIGUIENTES: (sigue una lista con las horas de arribo a los puertos amenazados, calculadas por el PTWC o por el SHOA, en un radio de tres horas de viaje del posible tsunami).

ARICA	_____	HRS.
IQUIQUE	_____	HRS.
ANTOFAGASTA	_____	HRS.
_____	_____	ETC.
HORAS LOCALES		

Detalle Reparticiones GENMERCALLI:

JEFMAYOR – COMOPER – DIRECTEMAR – ESCUADRA – SEZONA TERZONA PRIZONA –
FUERSUB – CUARZONA – DIRSOMAR – DISNACHIL DISNABE – COMANFITRAN –
GOBERNACIONES MARÍTIMAS – CAPITANÍAS DE PUERTO.

3.6.2 Alarma de Tsunami

O-
DEL HIDROGRAFÍA
AL
GENMERCALLI (cursar además a ONEMI, Fax N° 2-689 40 94 o por Fonía VHF Canal 6 y en caso de ser necesario a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Fax 51-1-4202122).
BT
ORDINARIO
URGENTE

ALARMA DE TSUNAMI

SISMO OCURRIDO A LAS _____ Z (_____ LOCAL CHILE CONTINENTAL).
EPICENTRO DETERMINADO EN LAT _____(N-S), LONG. _____(E-W) EN _____,
MAGNITUD _____. GENERO UN TSUNAMI.
HORAS DE ARRIBO (CALCULADAS POR EL P.T.W.C. O POR EL SHOA) SON LAS SIGUIENTES:
ARICA _____ HRS.
IQUIQUE _____ HRS.
ANTOFAGASTA _____ HRS.
_____ ETC.

HORAS LOCALES

3.6.3 Cancelación de Alerta

O-
DEL HIDROGRAFÍA
AL
GENMERCALLI (cursar además a ONEMI, Fax N° 2-689 40 94 o por Fonía VHF Canal 6 y en caso de ser necesario a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Fax 51-1-4202122).
BT
ORDINARIO

CANCELACIÓN ALERTA DE TSUNAMI

MI _____. SE CANCELA ALERTA DE TSUNAMI. SITUACIÓN NORMAL.
SOLICITO TRANSUB.

3.6.4 Cancelación de Alarma

O-
DEL HIDROGRAFÍA
AL
GENMERCALLI (cursar además a ONEMI, Fax N° 2-689 40 94 o por Fonía VHF Canal 6 y en caso de ser necesario a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Fax 51-1-4202122).
BT
ORDINARIO

CANCELACIÓN ALARMA DE TSUNAMI

MI _____. SE CANCELA ALARMA DE TSUNAMI. SITUACIÓN NORMAL.
SOLICITO TRANSUB.

3.6.5 Información de Sismo

O-
DEL HIDROGRAFÍA
AL
GENMERCALLI (cursar además a ONEMI, Fax N° 2-689 40 94 o por Fonía VHF Canal 6 y en caso de ser necesario a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Fax 51-1-4202122).

BT
ORDINARIO
URGENTE

INFORMACIÓN DE SISMO

UN FUERTE SISMO DE MAGNITUD_____ OCURRIÓ _____ Z EN LATITUD _____S
LONGITUD _____ W (SI NO TIENE INFORMACIÓN, PONER SOLAMENTE EPICENTRO
"DESCONOCIDO"), EN LA REGIÓN DE (INDICAR LOCALIDAD). LAS CARACTERÍSTICAS
DEL SISMO NO REÚNEN LAS CONDICIONES PARA GENERAR UN TSUNAMIS EN LAS
COSTAS DE CHILE.

3.6.6 Ejercicios de Tsunami

Los ejercicios de comunicación de Tsunami son mensajes de prueba de las comunicaciones del Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico y el SNAM. Se reciben desde el PTWC y ATWC vía Fax y en la casilla tsunamis@shoa.cl. También se envían desde el SHOA, al territorio nacional. Tienen el siguiente formato:

MENSAJE DIRIGIDO A VALPARAÍSO DESDE EL PTWC o ATWC.

DATE/TIME UTC
FROM : PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER
(ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER)
TO : VALPARAISO TIDE OBSERVER

SUBJECT: TSUNAMI DUMMY (COMMUNICATION TEST)

THIS IS A TEST TO DETERMINE TRANSMISSION TIMES INVOLVED IN DISSEMINATION OF TSUNAMI WATCH AND WARNING INFORMATION. PLEASE RESPOND WITH TIME OF RECEIPT OF THIS MESSAGE AND SIGN.

TRADUCCIÓN:

FECHA/HORA UTC
DEL: PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER
AL : OBSERVADOR DE MAREAS DE VALPARAÍSO

EJERCICIO DE TSUNAMI.

ESTE ES UN MENSAJE DE PRUEBA PARA DETERMINAR LOS TIEMPOS DE TRANSMISIÓN INVOLUCRADOS EN LA DISEMINACIÓN DE ALERTAS Y ALARMAS DE TSUNAMI. COMUNIQUE AL PTWC LA HORA DE RECEPCIÓN DE ESTE MENSAJE Y FIRME.

El mensaje se responde de la siguiente forma:

DATE/TIME UTC
FROM: VALPARAISO TIDE OBSERVER
TO : PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER
(ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER)

TSUNAMI DUMMY YOURS ____ (DATE/TIME) RECEIVED AT ____ (TIME).
SIGNED _____

TRADUCCIÓN:

DEL: OBSERVADOR DE MAREAS DE VALPARAÍSO
AL : PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER
(ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER)

EJERCICIO DE TSUNAMI.
SU (Nº MENSAJE) RECIBIDO EN VALPARAÍSO A LAS (HORA) Z.
FIRMADO _____.

MENSAJES A ESTACIONES DE MAREA DESDE EL SHOA

P-
DEL HIDROGRAFÍA
AL (ESTACIÓN REQUERIDA)
BT
ORD.

EJERCICIO DE TSUNAMI
SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS

ESTE ES UN MENSAJE DE PRUEBA PARA DETERMINAR LOS TIEMPOS DE RESPUESTA INVOLUCRADOS EN LA EMISIÓN Y RECEPCIÓN DE ALERTAS Y ALARMAS DE MAREMOTO EN EL TERRITORIO NACIONAL. COMUNIQUE A HIDROGRAFÍA EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE, HORA DE RECEPCIÓN Y LECTURA DE ESTE MENSAJE, ALTURA DEL NIVEL DEL MAR INDICADA POR ESCALA DE MAREA Y HORA DE REGISTRO, HORA DE ORIGEN DEL MENSAJE DE RESPUESTA Y HORA DE TRANSMISIÓN.

La estación de mareas requeridas responde a este mensaje de acuerdo al siguiente formato:

P -
DEL (ESTACIÓN REQUERIDA)
AL HIDROGRAFÍA
BT
ORD.

EJERCICIO DE TSUNAMI

SU _____ (N° MENSAJE). RECIBIDO A LAS _____ (HORA). LECTURA DEL MENSAJE A LAS _____ (HORA). ALTURA DE LA MAREA _____ CMS A LAS _____ (HORA). ORIGEN MENSAJE RESPUESTA A LAS _____ (HORA), TRANSMITIDO A LAS _____ (HORA).

IV. TSUNAMIS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO

Un tsunami consiste en una serie de ondas con un período que oscila entre 10 a 90 minutos, cuya velocidad de propagación a una profundidad media de 4.000 metros es de alrededor de 720 kilómetros por hora (400 nudos), alcanzando una longitud de onda de centenares de kilómetros.

Mientras su desplazamiento tiene lugar en aguas profundas, la amplitud de la onda es de sólo unos pocos centímetros, siendo imperceptible para buques en alta mar.

Cuando un tsunami se acerca a islas y continentes, el efecto combinado de la disminución de la profundidad y las características topográficas del terreno, hacen por lo general que disminuya su velocidad de propagación y su longitud de onda, manteniendo su enorme energía cinética. El resultado de esta interacción es un aumento en la altura de la ola que llega a la costa.

La llegada de un tsunami a las costas, se manifiesta a menudo por un recogimiento de las aguas, que suelen dejar en descubierto grandes extensiones del fondo del mar. Posteriormente, se produce una sucesión rápida de ascensos y descensos alternativos del nivel de las aguas, cuya altura puede variar desde unos pocos centímetros hasta 25 metros aproximadamente; aunque han ocurrido maremotos de extraordinaria violencia, durante los cuales se han apreciado altura de olas superiores a 30 metros.

Frecuentemente, la primera serie de ondas es seguida por una segunda un tiempo después y cuyo origen es generalmente la reflexión de las ondas originales. Después del maremoto pueden producirse violentos oleajes y corrientes anormales con varios días de duración.

4.2 NATURALEZA Y ORIGEN DE UN TSUNAMI

Un tsunami es generado por perturbaciones de un volumen de agua en el mar, asociadas en la mayoría de los casos, con la ocurrencia de violentos sismos cuyos epicentros están en el lecho del océano o cerca de él; en este caso se producirá un levantamiento o hundimiento abrupto de un gran sector del fondo marino, lo que generará desplazamientos verticales repentinos de grandes volúmenes de agua. Esta alteración del nivel del mar, posteriormente al tender al equilibrio, generará una serie de ondas en todas direcciones a través del océano.

Existen otros tipos de perturbaciones del fondo del mar causadas por erupciones volcánicas, derrumbes o avalanchas submarinas y derrumbes costeros, los cuales podrían transmitir energía al océano y de esta forma generar ondas de tsunami.

De todos estos fenómenos, los más frecuentes son los sismos submarinos, y por lo demás, son los únicos que provocan extensos desplazamientos del fondo del mar, lo que se traduce en una mayor energía cinética en el tsunami generado.

Por esta razón, los efectos de este último tipo de tsunami son los más espectaculares y catastróficos, ya que ellos afectan a extensas áreas costeras.

Los otros tipos de eventos pueden también generar ondas muy destructivas, pero sus efectos están confinados dentro de áreas geográficas limitadas.

4.3 FRECUENCIA Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Ya que los científicos no pueden predecir cuando ocurrirá un sismo, no pueden establecer exactamente cuando se generará un tsunami. Sin embargo, examinando tsunamis históricos, los científicos saben donde se generarán tsunamis con mayor probabilidad. Las medidas de alturas de tsunamis pasados y los estudios de simulación numérica de eventos probables son útiles para predecir el impacto futuro y los límites de inundación en comunidades y ubicaciones costeras específicas.

4.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN RECOMENDADAS

Dado que los tsunamis tienen su origen en un sismo, la zona de mayor peligro es precisamente en el área costera donde el sismo se ha sentido violentamente.

La autoridad, ante la eventualidad de un maremoto, debe tener presente las siguientes recomendaciones con el fin de adoptar medidas tendientes a evitar o minimizar la pérdida de vidas y daños materiales:

- a) La ocurrencia de un terremoto en la zona costera debe considerarse como alarma natural, ya que el tiempo de que se dispondrá para evaluar la situación es muy limitado. De producirse un maremoto, éste tendrá lugar entre 10 y 60 minutos después de producido el sismo.
- b) Las zonas seguras para la población, estarán ubicadas en alturas superiores a 30 metros sobre el nivel del mar.
- c) Si se observa un repentino recogimiento del mar por debajo del nivel normal de la marea, dejando en seco grandes extensiones del fondo marino, debe considerarse la posibilidad de un retorno violento de las aguas, ante el cual, se verían afectadas gran parte de las construcciones y las personas en el área bajo los 30 metros de altura.
- d) Si es necesario evacuar la zona amenazada, debe considerarse además de las riberas marítimas, las riberas de los ríos y esteros, ya que un tsunami puede penetrar por ellos varios kilómetros tierra adentro.
- e) Si en la localidad no hay alturas suficientes para protegerse o ellas se encuentran muy distantes, un bosque puede ser una buena alternativa de protección.
- f) Tener siempre presente, que un maremoto tiene varias olas destructivas que pueden llegar a la zona costera dentro de un lapso de al menos 12 horas.
- g) Mantener planes de evacuación, confeccionados en conjunto con las autoridades de gobierno interior local, que consideren: lugares de protección, rutas de escape e instrucciones a la población, tales como: mantenerse alejados de la zona amenazada mientras la autoridad marítima no indique que el peligro ha cesado, alejarse con lo necesario para mantenerse hasta 24 horas o más en los lugares de protección, etc.

- h) Las embarcaciones y naves, en lo posible, deberán zarpar, ya que el tsunami es destructor sólo en la costa. En este caso, puede considerarse a la nave fuera de peligro cuando se encuentre en profundidades mayores de 150 metros. De no ser posible el zarpe dentro de los primeros 10 minutos de ocurrido el sismo, deberá alistarse a la nave o embarcación en forma análoga a la preparación para soportar un temporal de grandes proporciones. El personal a bordo deberá ser premunido de chalecos salvavidas y ropas de abrigo.

El SHOA prestará a las autoridades que lo requieran, el apoyo técnico necesario para la confección de sus planes de prevención, que permitan, llegado el caso, adoptar las medidas de precaución necesarias.

4.5 DEFINICIONES DE ALGUNOS TÉRMINOS SÍSMICOS

En atención a que, dentro del estudio de los sismos, existen varios términos técnicos utilizados, se presenta aquí un glosario de términos provenientes de la sismología, de uso frecuente en la operación del Sistema Nacional de Alarma de Maremotos.

- FOCO O HIPOCENTRO: Es la zona en el interior de la Tierra en la cual se produce una fractura o ruptura del material, y a partir de la cual se transmiten ondas sísmicas en todas direcciones.
- EPICENTRO: Es la zona de la superficie de la corteza de la Tierra ubicada sobre el foco o hipocentro; generalmente es la zona más afectada una vez producido un sismo.
- DISTANCIA EPICENTRAL: La distancia existente entre el observador y el epicentro de un sismo, medida sobre la superficie de la Tierra.
- INTENSIDAD: Es la fuerza con que se percibe un sismo en un punto de la superficie de la Tierra. La medición de ella se basa en los efectos producidos por el sismo en edificaciones y en el terreno. Para este efecto se han diseñado escalas cualitativas; la primera de estas escalas fue la de Rossi-Forel (1883), que clasifica los daños producidos por un sismo en 10 grados de intensidad. Posteriormente, en 1902, los defectos de esta escala fueron corregidos por G. Mercalli, en la escala que lleva su nombre. Una modificación de esta escala hecha en 1931 por H. O. Wood y F. Neuman, da origen a la escala actualmente en uso en Chile y que se denomina “Escala de Mercalli Modificada”. Esta escala tiene 12 grados, usándose los números romanos del I al XII. Cada grado lleva una descripción de los efectos a los que corresponde.
- MAGNITUD: Es la medida de la energía disipada en el foco en forma de ondas elásticas producidas por el sismo y que se puede determinar por medio de los registros obtenidos por un sismógrafo. La creación de la escala de magnitud está ligada al nombre de Charles F. Richter y sus investigaciones con los sismos locales de California, quien trató de correlacionar las amplitudes máximas registradas por los instrumentos con el tamaño de los sismos que la producían. Como la energía transmitida por una onda es proporcional al cuadrado de la amplitud, la magnitud representará de alguna manera una medida de la energía liberada por el sismo. La escala de Richter es abierta, es decir, no está acotada ni superior ni inferiormente, aunque las magnitudes de los más grandes terremotos en la historia sismológica instrumental no han superado el valor de 9,5.

4.6 ESCALA DE INTENSIDAD DE LOS FENÓMENOS SÍSMICOS

Escala Modificada de Mercalli (Norma Chilena Oficial N° 3 de 1961 del Instituto Nacional de Normalización).

Grado de Intensidad	Descripción
I	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los edificios.
III	Se percibe en los interiores de los edificios y casas. Sin embargo, muchas personas no distinguen claramente que la naturaleza del fenómeno es sísmica, por su semejanza con la vibración producida por el paso de un vehículo liviano. Es posible estimar la duración del sismo.
IV	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Muchas personas lo notan en el interior de los edificios aun durante el día. En el exterior, la percepción no es tan general, se dejan oír las vibraciones de la vajilla, puertas y ventanas. Se sienten crujir los tabiques de madera. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V	La mayoría de las personas lo perciben aun en el exterior. En el interior, durante la noche, muchas personas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aun pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI	Lo perciben todas las personas. Se atemorizan y huyen hacia el exterior. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos caen de los armarios. Los cuadros suspendidos de las murallas caen. Los muebles se desplazan y se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles y arbustos, o bien, se les oye crujir. Se siente el tañido de las campanas pequeñas de iglesias y escuelas.
VII	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. El fenómeno es perceptible por los conductores de automóviles en marcha. Se producen daños en estructuras débiles de albañilería. Se dañan los muebles. Caen trozos de estucos, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos; el agua se enturbia. Los terraplenes y taludes de arena o grava experimentan pequeños deslizamientos o hundimiento. Se dañan los canales de hormigón para regadío. Tañen todas las campanas.

- VIII Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aun el derrumbe parcial en estructuras débiles de albañilería. En estructuras de albañilería bien proyectadas y construidas sólo se producen daños leves. Caen murallas de albañilería. Caen chimeneas en casas e industrias. Caen igualmente monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Las casas de madera se desplazan y aun se salen totalmente de sus bases. Los tabiques se desprenden. Se quiebran las ramas de los árboles, se producen cambios en las corrientes de aguas y en la temperatura de vertientes y pozos. Aparecen grietas en el suelo húmedo, especialmente en la superficie de las pendientes escarpadas.
- IX Se produce pánico general. Las estructuras de albañilería mal proyectadas o mal construidas se destruyen. Las estructuras corrientes de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Las estructuras de albañilería bien proyectadas y bien construidas se dañan seriamente. Los cimientos se dañan. Las estructuras de maderas son removidas de sus cimientos. Sufren daños considerables los depósitos de agua, gas, etc. Se quiebran las tuberías (cañerías) subterráneas aparecen grietas aun en suelos secos. En las regiones aluviales, pequeñas cantidades de lodo y arena son expelidas del suelo.
- X Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se destruyen los cimientos de las estructuras de madera. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Se producen grandes daños en represas, diques y malecones. Se producen grandes desplazamientos del terreno en los taludes. El agua de canales, ríos, etc., sale proyectada a las riberas. Cantidades apreciables de lodo y arena se desplazan horizontalmente sobre playas y terrenos planos. Los rieles de las vías férreas quedan ligeramente deformados.
- XI Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las tuberías (cañerías) subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
- XII El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

V. EL SISTEMA INTERNACIONAL DE ALERTA DE TSUNAMIS DEL PACÍFICO

5.1 ANTECEDENTES

El 1º de abril de 1946, un violento maremoto, generado por un terremoto ocurrido en las islas Aleutianas, asoló las costas del archipiélago de Hawai, causando una gran cantidad de pérdidas de vidas humanas y materiales. Como consecuencia de esta catástrofe el U.S. Coast and Geodetic Survey organizó un sistema de alarma conocido con el nombre de SEISMIC SEA WAVE WARNING SYSTEM (SSWWS), con sede en el Observatorio Magnético y Sismológico de Honolulu y cuya primera función fue la de proveer información oportuna de tsunamis que amenazaran al archipiélago de Hawai. Eventualmente, a medida que se requirió ampliar el número de estaciones informantes, fueron incorporándose otras regiones del Pacífico hasta llegar a convertirse en un sistema de cooperación internacional.

Posteriormente y bajo el auspicio de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), en un esfuerzo de cooperación internacional que involucra muchos estados miembros de la región de Pacífico, se estableció en 1968 un Grupo de Coordinación Internacional para el Sistema de Alerta de Tsunamis en el Pacífico (ICG/ITSU). Dicho grupo se reúne cada dos años con el fin de revisar las actividades y progresos realizados en pos de mejorar el Sistema.

Actualmente, los estados miembros del ICG/ITSU son: Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Islas Cook, Costa Rica, República Democrática de Corea, Ecuador, El Salvador, Fiji, Francia, Guatemala, Indonesia, Japón, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Perú, Filipinas, República de Corea, Federación Rusa, Singapur, Tailandia, Estados Unidos y Samoa Occidental.

5.2 OBJETIVO

El objetivo del Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico, esencialmente es detectar y localizar los sismos de magnitud superior a 6,5 ocurridos en la región del Pacífico, determinar si ellos son potenciales generadores de tsunami y difundir en forma rápida y efectiva a los países miembros del sistema las informaciones necesarias para la adopción de medidas de prevención de seguridad y resguardo de vidas humanas. Para lograr este objetivo, el Sistema monitorea en forma continua la actividad sísmica y el nivel de la superficie del océano en la cuenca del Pacífico, actuando como centro operativo el Centro de Alarma del Pacífico (PTWC), ubicado en Hawaii.

5.3 DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA

El sistema consiste en una red de estaciones sismológicas y de nivel del mar instaladas en la región del océano Pacífico, que detectan e informan al centro de control operacional en Hawaii, la ocurrencia de sismos y tsunamis que se puedan generar.

Si la ubicación, la profundidad y la magnitud de un sismo poseen los criterios conocidos para la generación de un tsunami, se emite una alarma con el fin de alertar de un inminente riesgo de tsunami. Las alarmas iniciales se aplican sólo a aquellas áreas donde el tsunami podría llegar en una pocas horas, y los boletines incluyen la predicción del tiempo de llegada del tsunami a comunidades costeras seleccionadas dentro de aquellas áreas. Las comunidades ubicadas fuera de aquellas áreas son puestas en estado ya sea de alerta o de información.

VI. INSTRUMENTAL DE APOYO PARA EL SNAM

6.1 GENERALIDADES

Las señales sísmicas producidas por los terremotos, las que se propagan rápidamente a través de la Tierra, son utilizadas por los Centros de Alerta para detectar la ocurrencia de un sismo y de esta forma determinar su ubicación y tamaño. Basándose en esta información, se puede estimar rápidamente la probabilidad de que un tsunami sea generado.

Los instrumentos utilizados para obtener dicha información son los sismógrafos, los cuales pueden ser de período corto y largo. Los sismógrafos de banda ancha pueden ser utilizados, además, para calcular un parámetro denominado “momento sísmico”, el cual es el mejor indicador para estimar el tamaño de un terremoto potencialmente tsunamigénico.

Los datos sísmicos son enviados a los centros en tiempo casi real en forma de ondas o de datos paramétricos, usando una variedad de técnicas de comunicación. En ciertos casos los datos sísmicos son procesados completamente por otros observatorios y se envía solamente la ubicación y magnitud del sismo.

Para la confirmación de un tsunami, se requiere una red de estaciones del nivel del mar bien distribuida, que en lo posible esté equipada con instrumentos que puedan responder a interrogaciones hechas desde un centro de análisis.

Actualmente, el SHOA cuenta con moderna tecnología e instrumental para una eficiente operación del SNAM, dentro de los cuales se encuentran el Sistema TREMORS, el sistema DART y una red de estaciones de nivel del mar a lo largo de la costa de Chile.

6.2 SISTEMA TREMORS (Tsunami Risk Evaluation through seismic MOment from a Real time System) (Ver figura N° 2) :

Consiste en una serie de sensores sísmicos ubicados en la cumbre del cerro El Roble (Quinta Región), a 2100 metros sobre el nivel del mar. Este sistema constituye la primera alerta frente a la posible ocurrencia de un maremoto en la costa de Chile, ya que permite detectar sismos potencialmente generadores de un tsunami y determinar de manera muy rápida su localización y cantidad de energía.

La información recolectada por el sistema TREMORS es transmitida instantáneamente vía microondas al SHOA, donde personal permanentemente de guardia se encarga de establecer si se cumplen las condiciones para que se produzca un tsunami.

Este sistema utiliza sensores de última generación para la detección de eventos sísmicos y tiene la capacidad de calcular automáticamente el momento sísmico proporcionando información adecuada para evaluar la posibilidad de generación de tsunami, haciendo de esto una herramienta ideal para el análisis en los sistemas de alerta locales, regionales y oceánicos.

El Sistema se encuentra compuesto por:

- Una estación sísmica ubicada en el cerro El Roble, con seis sensores.
- Una unidad de control electrónica y dos antenas GPS, en el cerro El Roble.
- Un sistema de transmisión de datos, con dos antenas, una transmisora en El Roble y otra receptora en el SHOA.
- Una computadora principal y otra de soporte, en las cuales se puede visualizar la señal sísmica y analizar la información con los software que poseen.
- Un sistema de alerta automático, el cual a través de un transmisor comunica telefónicamente a los encargados en el momento de producirse.

6.3 RED NACIONAL DE ESTACIONES DEL NIVEL DEL MAR

En 1941, el SHOA comenzó el establecimiento de la red de estaciones de mareas con el objetivo de iniciar un registro sistemático y permanente de la variación experimentada por el nivel del mar en la costa.

La longitud de la costa chilena y la dificultad de acceso a ciertas áreas han sido los principales obstáculos para la extensión de la red, y gracias a todos los esfuerzos, a fines de 1998 había 19 estaciones de marea de carácter permanente, ubicadas tanto en el continente como en las islas oceánicas y la Antártica. Considerado como un Sistema, la operación de la red ha permitido al SHOA proporcionar información útil a los navegantes que surcan las aguas chilenas y contribuir a los proyectos de desarrollo en la zona costera y su administración. Más aún, la información obtenida ha sido de gran utilidad a la comunidad científica nacional e internacional.

El nivel tecnológico alcanzado con el empleo de instrumentos utilizados para monitorear el nivel del mar y la necesidad de conocer oportunamente las variaciones anómalas del nivel del mar, como un apoyo en el proceso de toma de decisión del SNAM, han sido las principales consideraciones que han motivado la modernización de la extensa red de estaciones de marea. El proceso de modernización fue iniciado en marzo de 1999, y consideró la instalación de doce plataformas recolectoras de datos HANDAR modelo 555C, pero actualmente la red de estaciones está completamente actualizada, compuesta por 18 plataformas digitales satelitales marca VAISALA, instaladas en la costa de Chile y territorios insulares, que monitorean en tiempo real las variaciones del nivel del mar. Debido a que se encuentran en zonas cercanas a la costa, constituyen la última fase de confirmación de la aproximación de un tsunami.

Las nuevas plataformas estándares incluyen sensores de presión de la columna de agua, de presión atmosférica, de temperatura del agua de mar y de temperatura del aire, con la posibilidad de incorporar otros sensores (Ver figura 3). Hoy en día, la distribución y características de la red existente es la que se muestra en la figura 5.

6.4 SISTEMA DART (Deep ocean Assesment and Reporting of Tsunamis)

Consta de un sensor de presión instalado en el fondo marino, a 286 millas náuticas frente a Pisagua y a 5010 metros de profundidad, que es capaz de detectar oscilaciones del nivel del mar de cuatro centímetros de altura. En caso de detectar una variación, este sensor envía una señal a una boya instalada en la superficie del mar, que transmite la información en tiempo real al SHOA y PTWC, mediante el sistema satelital GOES. La importancia de este sistema radica en que permite saber cuando un tsunami se ha generado en aguas profundas, pudiéndose estimar su hora de arribo a la costa en un plazo prudencial (Ver figura 4).

6.5 SISTEMA EMWIN (Emergency Manager Warning Information Network)

Consiste en un receptor satelital de mensajes informativos y boletines de alertas y alarmas emitidos por los centros internacionales de vigilancia y monitoreo de emergencias.

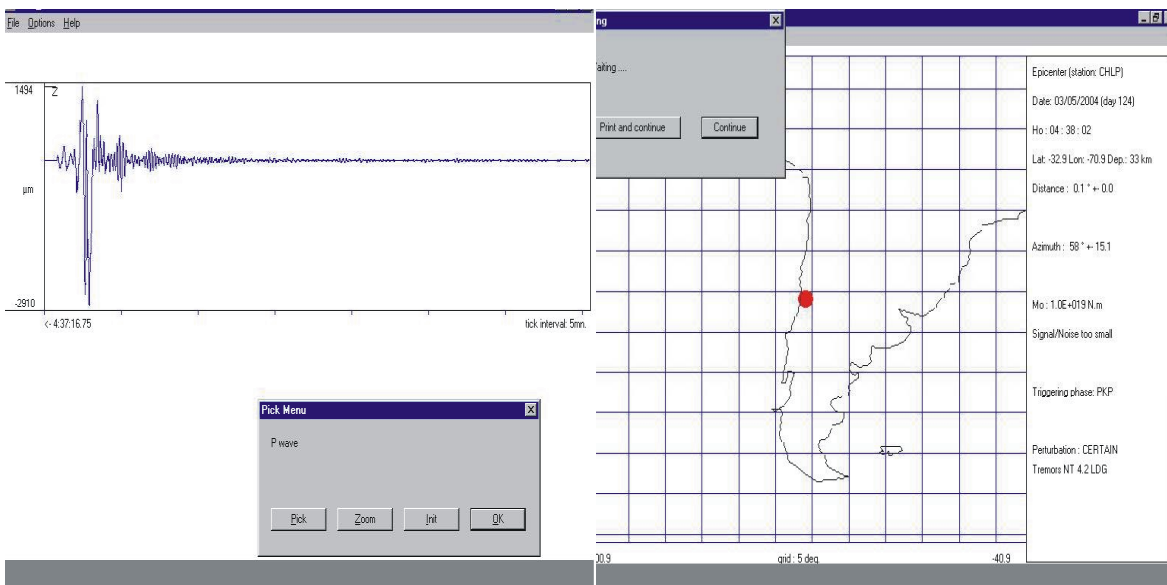
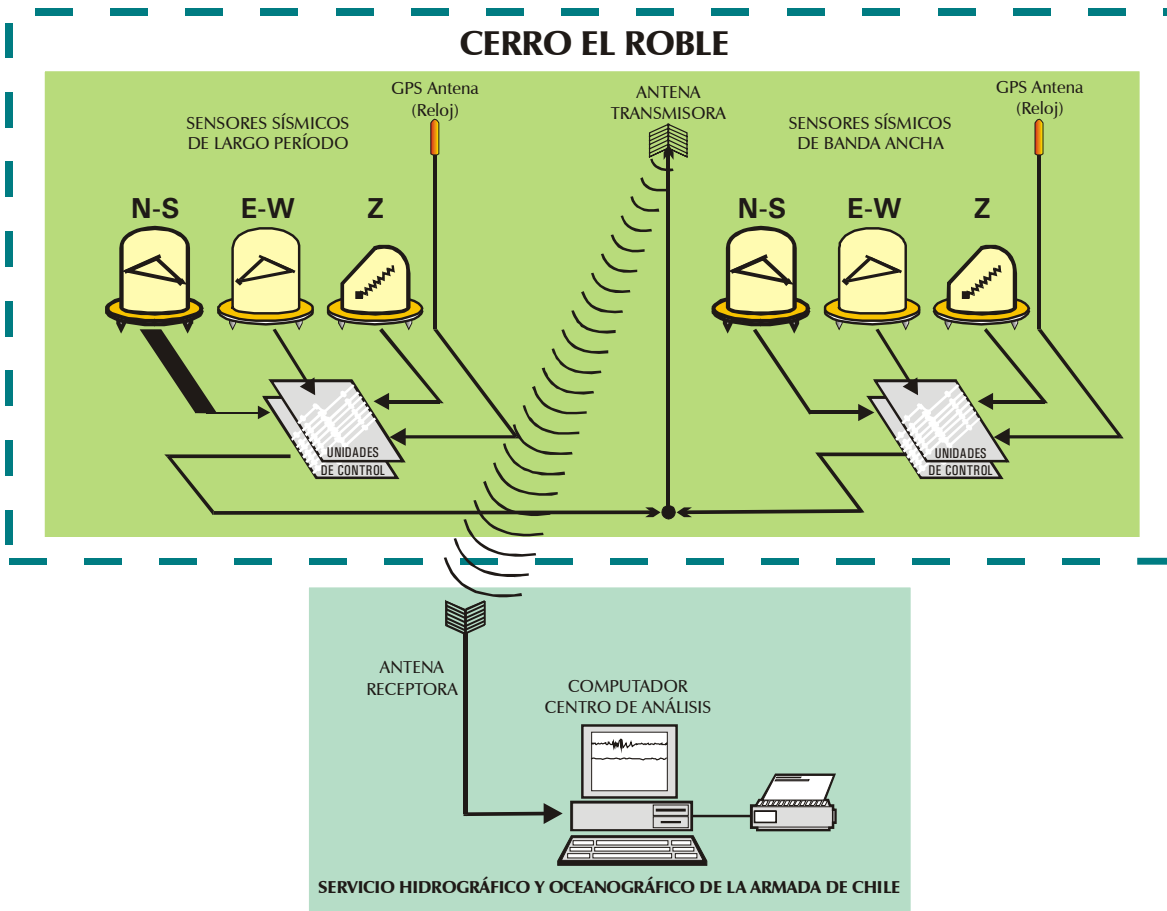


Figura 2.- Esquema del funcionamiento del sistema TREMORS.



Figura 3.- Actuales estaciones ambientales satelitales VAISALA instaladas en el litoral chileno.

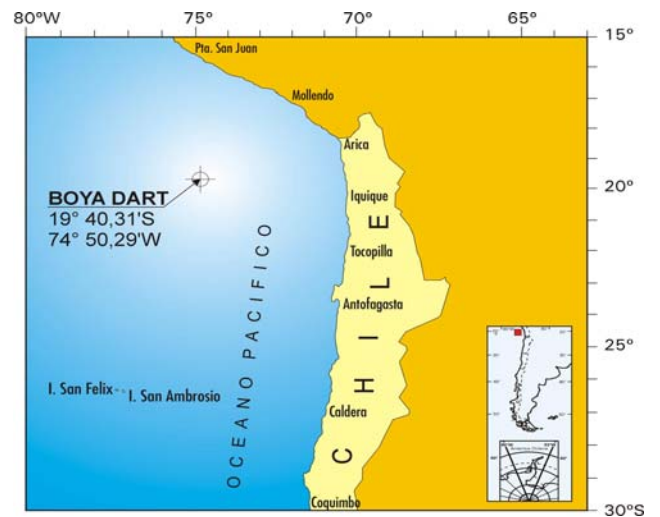
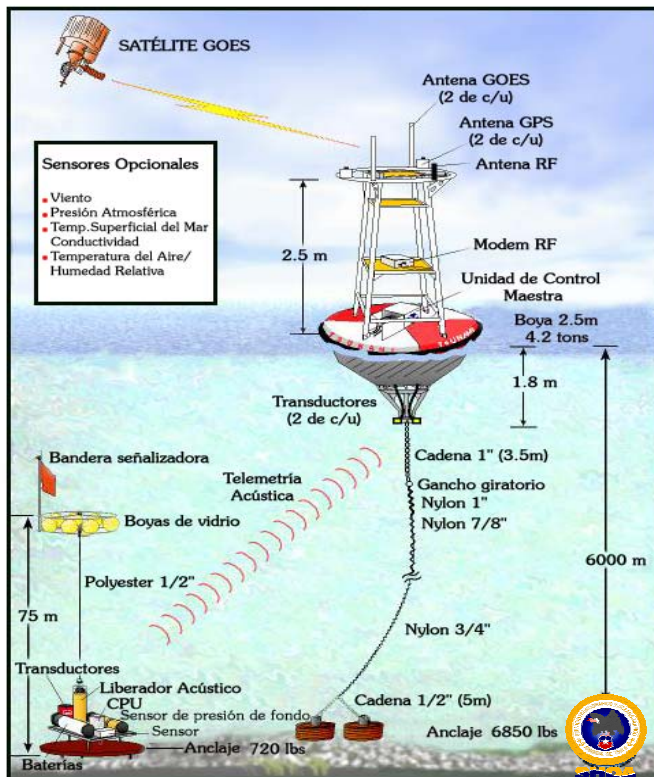


Figura 4.- Funcionamiento del sistema DART y posición geográfica de su fondeo.

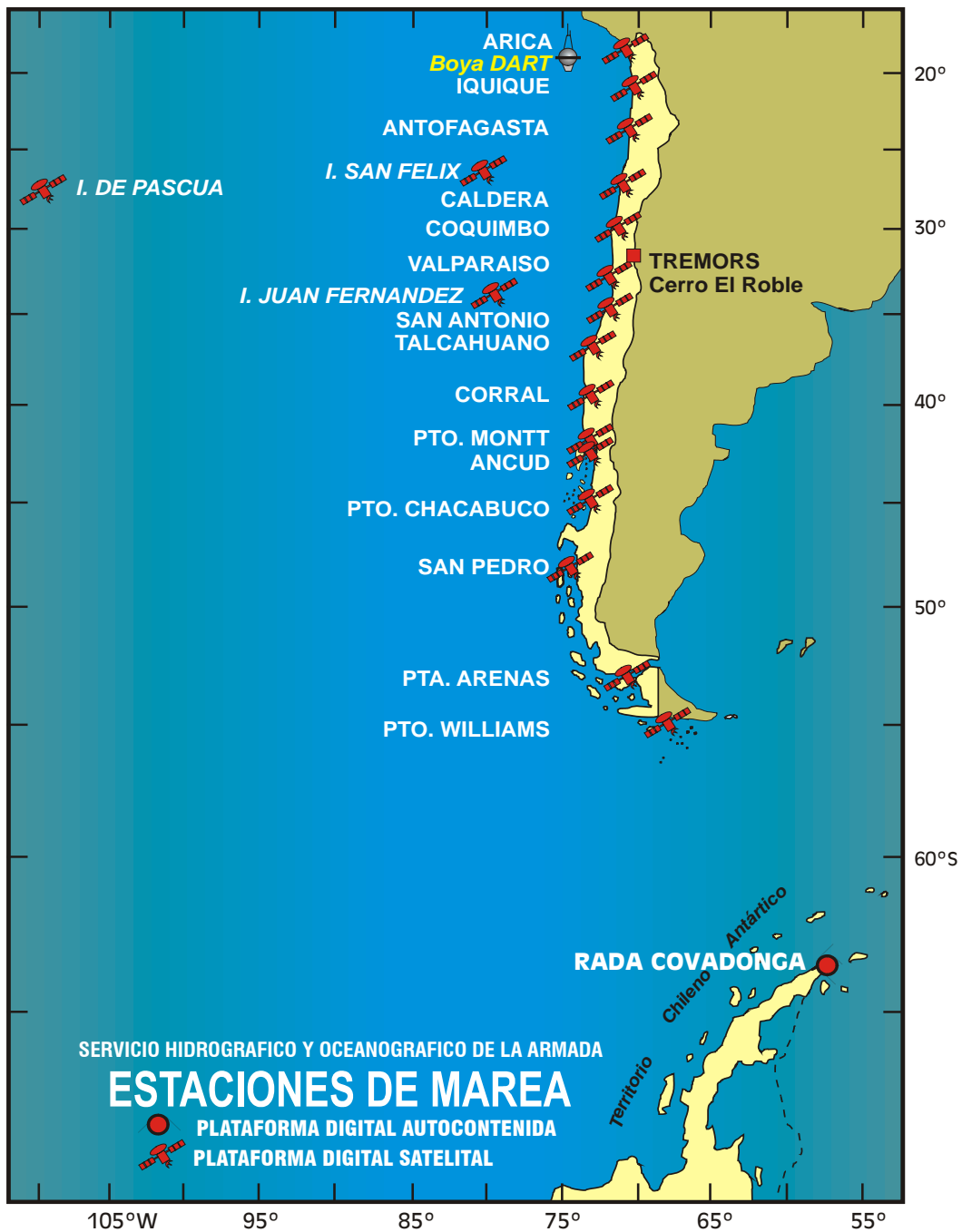


Figura 5.- Estaciones del Nivel del Mar (Plataformas Digitales) y Sistema DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis) instaladas en Chile.

APÉNDICE I

DECRETO SUPREMO Nº 26.

(Publicado en el Diario Oficial Nº 26.348 del 25 de enero de 1966)

DESIGNA AL SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE
COMO REPRESENTANTE OFICIAL DE CHILE ANTE EL SISTEMA INTERNACIONAL DE
ALARMA TSUNAMI DEL PACÍFICO Y CREA UN SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE
MAREMOTOS

Santiago, 11 de enero de 1966.- S.E. decretó hoy lo que sigue:

Núm. 26.- Vistos y teniendo presente:

Que el territorio nacional, por su posición geográfica en la cuenca del Pacífico Sur-Oriental, queda incluido dentro de los países que con cierta frecuencia reciben los efectos de ondas sísmicas de mareas, conocidas por el nombre de maremotos o tsunamis;

Que existe, por lo tanto, la necesidad de prevenir oportunamente a las poblaciones ribereñas del litoral e islas adyacentes ante la proximidad de ondas de mareas anormales o maremotos frente a las costas de Chile, con el objeto de que las autoridades locales puedan disponer, con la debida anticipación, las medidas más convenientes contribuyendo de esta manera a evitar pérdidas de vida y daños materiales;

Que el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, entre sus diversas actividades científicas y técnicas relacionadas con el mar, cuenta con una extensa red de mareógrafos automáticos que se extienden a lo largo de todo el país e islas adyacentes, cuya operación ha permitido, desde su establecimiento en 1941, realizar un estudio sistemático de las mareas y otros fenómenos asociados con las variaciones anormales del nivel del mar, como es el caso de los maremotos o tsunamis;

Que existiendo del año 1946 un Sistema Internacional de Alarma de Tsunami del Pacífico (Seismic Sea Wave Warning System) dependiente del Servicio Hidrográfico y Geodésico de los Estados Unidos de Norteamérica, en el cual participan oficialmente casi la totalidad de los países bañados por el océano Pacífico, destinado a proporcionar a las autoridades participantes información relacionada con maremotos ocurridos en cualquier punto del océano, sistema internacional del cual forma parte el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile desde el año 1958, en razón de la enorme importancia que para su operación significa la red de mareógrafos antes mencionada y la eficiencia de sus sistemas de comunicaciones;

Que con motivo de los sucesos del 22 de mayo de 1960, oportunidad en que los sismos que afectaron la zona sur dieron origen al maremoto que devastó Corral y Chiloé, se puso en evidencia la necesidad de contar dentro del país con un servicio de alarma similar al sistema internacional, razón por la cual el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, aprovechando sus actuales instalaciones mareográficas y sistemas de comunicaciones navales y marítimas, organizó un Sistema Nacional de Alarma de Maremotos, destinado fundamentalmente a la rápida distribución a lo largo del litoral chileno de toda información relacionada con maremotos producidos en la cuenca del océano Pacífico y tierras continentales adyacentes, como asimismo la pronta difusión al sistema de cualquier fenómeno marítimo originado en las costas de Chile;

Que el antes mencionado Sistema Nacional de Alarma de Maremotos ha sido operado satisfactoriamente por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile desde su fecha de vigencia, 30 de julio de 1964, cumpliendo las disposiciones contenidas en la publicación N° 3203 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile bajo el título de "Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos";

Que con el fin de evitar pánico y la confusión que suele producirse en la población ante la difusión indiscriminada de noticias relacionadas con la aproximación de ondas de un maremoto a nuestras costas, es imprescindible que el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile sea la única autoridad oficial en el país responsable para emitir, evaluar o cancelar los mensajes o informaciones cursados durante la operación del Sistema Nacional de Alarma de Maremotos; y

En conformidad con lo manifestado por la Comandancia en Jefe de la Armada en oficio ordinario 13235/1 de 16 de diciembre de 1965.

Decreto:

1.- Designase al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile como representante oficial de Chile ante el Sistema Internacional de Alarma Tsunami del Pacífico, con la responsabilidad de tomar a su cargo dentro del país la coordinación general de este sistema.

2.- Créase un Sistema Nacional de Alarma de Maremotos, dependiente del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, en el que participarán las autoridades marítimas y civiles, conforme con las disposiciones contenidas en la publicación N° 3203, "Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos".

3.- La finalidad principal del Sistema Nacional será hacer llegar a las autoridades civiles de las Fuerzas Armadas y de Carabineros con asiento en los puertos y caletas del litoral, toda la información relacionada con la magnitud y hora estimada de llegada de un maremoto a nuestras costas y recíprocamente hacer llegar al Sistema Internacional de Alarma de Tsunami del Pacífico, información oportuna acerca de ondas de mareas anormales que tengan su origen en las costas de Chile.

4.- Apruébanse como reglamento oficial del Sistema Nacional de Alarma de Maremotos, las disposiciones contenidas en la publicación oficial N° 3203 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, bajo el título de "Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos", ejemplares de la cual serán puestos a disposición de las autoridades participantes dentro de un plazo de 60 días a contar de la fecha de publicación del presente decreto.

Tómese razón, comuníquese y publíquese.

E. FREI M. Juan de Dios Carmona P.

Lo que transcribo a US. para su conocimiento. Sergio Aguirre Mac-Kay Subsecretario de Marina.

**Títulos de la Serie “Instrucciones Hidrográficas y Oceanográficas”
del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico
de la Armada de Chile (SHOA)**

SHOA Pub. 3101 Instrucciones Hidrográficas N° 1	“Líneas de Sondas para completar Sondaje de Cartas Náuticas”.
SHOA Pub. 3103 Instrucciones Hidrográficas N° 3	“Determinación de Nombres Geográficos”.
SHOA Pub. 3104 Instrucciones Hidrográficas N° 4	“Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa de Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos”.
SHOA Pub. 3105 Instrucciones Hidrográficas N° 5	“Especificaciones Técnicas para la realización de Sondajes de Precisión”.
SHOA Pub. 3106 Instrucciones Hidrográficas N° 6	“Instrucciones Generales para la Mantenición y Actualización de los Derroteros de la Costa de Chile en Terreno”.
SHOA Pub. 3107 Instrucciones Hidrográficas N° 7	“Especificaciones Técnicas para Sondaje Oceánico”.
SHOA Pub. 3108 Instrucciones Hidrográficas N° 8	“Instrucciones para la Confección de los Planos de Ubicación Geográfica y de la Concesión o Autorización de Acuicultura”.
SHOA Pub. 3109 Instrucciones Hidrográficas N° 9	“Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS en Trabajos Geodésicos, Hidrográficos y Topográficos”.
SHOA Pub. 3110 Instrucciones Hidrográficas N° 10	“Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Planos Marítimos del Borde Costero”.
SHOA Pub. 3201 Instrucciones Oceanográficas N° 1	“Mediciones y Análisis Oceanográficos”.
SHOA Pub. 3202 Instrucciones Oceanográficas N° 2	“Cálculo de los valores no Armónicos de la Marea”.
SHOA Pub. 3203 Instrucciones Oceanográficas N° 3	“Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarmas de Maremotos”.

Estas publicaciones se encuentran disponibles en www.shoa.cl