

# IMPLEMENTACIÓN DE BASE DE DATOS PARA PRONÓSTICO DE TSUNAMIS (BDPT) EN SISTEMA NACIONAL DE ALARMA DE MAREMOTOS (SNAM)

González-Carrasco, J.<sup>(1)</sup> & C. Zelaya<sup>(2)</sup>

(1) Instituto Nacional de Hidráulica (INH), Santiago, Chile; (2) Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), Valparaíso, Chile. [juangonzalez@inh.cl](mailto:juangonzalez@inh.cl)

## 1.- INTRODUCCIÓN

La estructura general de un Sistema de Alerta Temprana de Tsunami (SATT), aceptada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (IOC / UNESCO) a través de las reuniones del Grupo de Coordinación Intergubernamental para el Sistema de Alerta de Tsunami del Pacífico (ICG / PTWS), consiste en los siguientes unidades (Kamigaichi, 2009):

- a) Red sismológica, compuesta por sismómetros y la transmisión de la información en tiempo real.
- b) Procesamiento en tiempo real de los datos sismológicos para la determinación de hipocentros y magnitudes.
- c) Sistema de pronóstico/evaluación de tsunami, incluyendo criterios de alerta, estructura de mensajes y disseminación.
- d) Sistema de monitoreo de nivel del mar, basado principalmente en mareógrafos o tsunamómetros (DART) y una red de transmisión en tiempo real o cuasi real.

En el caso específico de nuestro país, dicha composición ha sido asumida por el Servicio Sismológico Nacional de la Universidad de Chile (SSN / UCHILE) para la unidades de redes sismológicas y procesamiento en tiempo real de datos sismológicos, y por Sistema Nacional de Alarma de Maremotos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SNAM / SHOA) para las unidades de pronóstico/evaluación de tsunami y de monitoreo de nivel del mar en tiempo real.

En la actualidad, el SNAM basa su sistema de pronóstico de tsunami solamente en información de carácter sismológico mediante el uso de criterios aceptados por el PTWS, definiendo estados de informativo / alerta / alarma asociados a la escala de magnitud de momento ( $M_w$ ), no entregando resultados de altura de onda de tsunami en la zona costera.

Con el objetivo de mejorar el sistema de pronóstico/evaluación del SNAM, se propone la implementación de una Base de Datos de Pronóstico de Tsunami (BDPT) cuyo producto final es la generación de diversos escenarios sísmicos/tsunamigénicos basados en modelamiento numérico y utilizando los parámetros tectónicos típicos del margen continental chileno, su ley de escalamiento, una base de datos batimétrica y topográfica global (GEBCO) (Wells & Coppersmith, 1994, Kamigaichi, 2009, Tatehata, 1997).

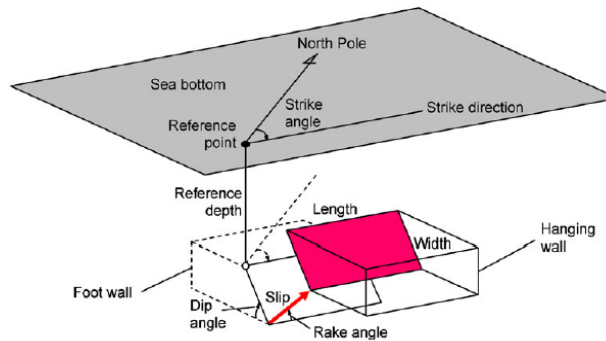
## 2.- METODOLOGÍA

La implementación de la BDPT para Chile está basada en el método utilizado por la Agencia Meteorológica del Japón (JMA, Japan Meteorological Agency) para la evaluación de información de eventos tsunamigénicos. El método se encuentra principalmente fundamentado en la recuperación de información a partir de una base de datos resultante de la simulación numérica de la propagación de un tsunami, haciendo posible la estimación de alturas y tiempos de arribo con un buen nivel de precisión.

La preparación de la base de la base de datos cuenta con los siguientes pasos iniciales (JMA, 2001):

a) Implementación de modelos de falla:

El desplazamiento del fondo marino es calculado mediante la teoría elástica asumiendo un modelo de falla cuadrado definido por siete parámetros mostrados en la Fig. 1.



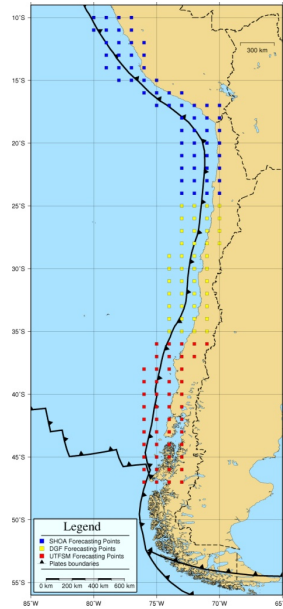
**Fig. 1.** Parámetros de modelo de falla (Okada, 1985).

- Profundidad de referencia (Reference depth) en [km].
- Largo de falla (Fault length) en [km].
- Ancho de falla (Fault width) en [km].
- Desplazamiento (Slip) en [m].
- Rumbo (Strike angle) en grados.
- Buzamiento (Dip angle) en grados.
- Dirección de desplazamiento (slip angle) en grados.

El modelo de falla requiere algunos supuestos (Tatehata, 1997) asociados a la ley de escalamiento:

- $\log L = 0.5 M - 1.9$ ;  $\log W = 0.5 M - 2.2$ ;  $\log D = 0.5 M - 3.2$ , donde L: longitud de ruptura en km, W: ancho de ruptura en km, D: desplazamiento en m y M: magnitud  $M_w$ .
- Buzamiento =  $45^\circ$  y Dirección de desplazamiento =  $90^\circ$ , para fallas inversas.
- El rumbo es estimado mediante el ángulo con respecto al norte de la fosa o de la línea de costa cercana.
- El hipocentro es localizado en el centro del plano de falla.

La distribución preliminar de los escenarios desde los  $10^\circ\text{S}$  hasta los  $47^\circ\text{S}$ , con una resolución de 1 minuto de arco (Fig. 2).



**Fig. 2.** Distribución de puntos de hipocentros propuestos.

b) Simulación de la propagación de tsunamis.

Las características propias de la onda de tsunami, onda larga y pequeña amplitud, permite simular el evento mediante las ecuaciones de onda larga. Dichas ecuaciones son resueltas mediante el método de diferencia finita para una perturbación superficial calculada mediante el método de Okada (1985).

Dichas ecuaciones de onda larga no son adecuadas cuando el tsunami arriba a la costa, principalmente debido a los términos no lineales, y con el objetivo de simular el tsunami en forma realista se utilizan puntos de pronóstico en la zona costera localizados en el veril de los 50 m de profundidad, para después estimar mediante la Ley de Green la altura y tiempo de arribo en la zona costera.

La ley de Green propone que la altura de tsunami es proporcional a la raíz cuarta del coeficiente de cambio de profundidad e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la extensión del frente de onda. Cuando el tsunami se aproxima a la costa, la contribución del frente de onda es despreciable y la ecuación para la ley de Green queda de la siguiente manera:

$$H = H_1 \sqrt[4]{\frac{h_1}{h}}$$

Donde,

$H, h$ : altura de tsunami y profundidad de la columna de agua en la costa.

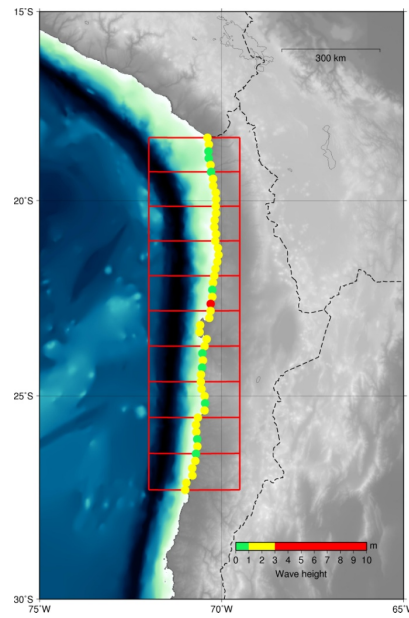
$H_1, h_1$ : altura de tsunami y profundidad de la columna de agua en el punto de pronóstico.

Para la modelación numérica se consideran las siguientes variables para definir los escenarios:

- Magnitud de momento ( $M_w$ ), 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0 y 9.5.
- Profundidad: 10, 20, 30, 40 y 50 km.

### 3.- RESULTADOS ESPERADOS

De acuerdo a los análisis y modelaciones propuestas se espera obtener resultados con distribución de alturas (Fig. 3), tanto desde el punto de vista gráfico como de datos, con el objeto de ser anexado a los boletines de información de amenaza de tsunami emitidos por el SNAM.



### 4.- REFERENCIAS

Japan Meteorological Agency , 2001. Handbook for tsunami forecast in the Japan sea. Earthquake and Tsunami Observation Division, Seismological and Volcanological Department, JMA, 22 pp.

Kamigaichi, O. 2009. Tsunami forecasting and warning. Encyclopedia of Complexity and Systems Science. R. A. Meyers (Ed.), 9592 – 9617.

Okada, Y. 1985. Surface deformation due to shear and tensile faults in a half – space. Bull. Seism. Soc. Am. 75: 1135 – 1154.

Tatehata, H. 1997. The new tsunami warning system of the Japan Meteorological Agency. In: G. Hebenstreit (ed.). Perspectives of Tsunami Hazard Reduction. Kluwer, 175 – 188 pp.

Wells, D.L. & K.J. Coopersmith. 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bull. Seism. Soc. Am. 84(4): 974 – 1002.