



XVIII Congreso Peruano de Geología

PELIGRO DE TSUNAMI EN EL LITORAL PERUANO APLICACIÓN AL PROGRAMA PRESUPUESTAL POR RESULTADOS (PPR N°068)

Julio César Martínez¹, Hernando Tavera²

¹ Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida - Instituto Geofísico del Perú, La Molina, Lima, Perú (jmartinez@igp.gob.pe)

² Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida - Instituto Geofísico del Perú, La Molina, Lima, Perú (hernando.tavera@igp.gob.pe)

1. Resumen

El presente estudio propone la cuantificación del peligro por inundación, a consecuencia de un probable tsunami generado por un sismo de magnitud 8.5 Mw en localidades ubicadas en el litoral peruano, como parte de los Proyectos por Resultados (PPR N° 068) que ejecuta el Instituto Geofísico del Perú con el apoyo del Ministerio de Economía y Finanzas. Los escenarios se han obtenido con la aplicación de métodos de simulación numérica, considerada como la técnicas más confiables para el estudio de estos fenómenos Wong et al., (2006). Los resultados muestran las máximas longitudes y alturas de inundación por tsunami en Chimbote 2 km y 6 m, Nuevo Chimbote 2.5 km y 7 m, Huarney 1.2 km y 6 m, Barranca 1.6 km y 6 m, Huacho 1.5 km y 8 m, Chancay 0.7 km y 6 m, Asia 1.3 km y 7 m, Cerro Azul 0.8 km y 6 m, Yauca 1 km y 4.5 m, Chala 0.8 km y 7 m, Camaná 1.5 km y 6.5 m y Punta de Bombón 3.5 km y 6 m.

2. Introducción

El Perú está ubicado en una región de interacción de placas tectónicas, la subducción de la Placa oceánica (Nazca) por debajo de la continental (Sudamericana), dando origen a un gran número de sismos. Dentro de este contexto y de acuerdo a su historia, el Perú ha soportado los efectos de grandes sismos acompañados de tsunamis, en algunos casos pequeños y en otros muy grandes y destructivos. Entre los sismos generadores de tsunamis más importantes están los ocurridos en los años 1582 (8.2M), 1604 (9.0M), 1746 (8.6M), 1868 (8.8M), 2001 (8.4Mw) y 2007 (8.0Mw), siendo el sismo del 28 de Octubre de 1746 el que generó un gran tsunami que afectó la costa central del Perú causando destrucción del puerto del Callao con olas de aproximadamente 24 metros e

inundación de 5 kilómetros. Las víctimas del terremoto y tsunami alcanzaron las 4000 personas Silgado (1978). Otro tsunami es el ocurrido el 13 de Agosto de 1868 y que afectó la costa sur del Perú, con olas de 18 metros en Arica y 24 metros en Concepción, Carpio & Tavera (2002).

Actualmente, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN) elabora las cartas de inundación por tsunami para el litoral peruano, usando métodos empíricos (Formula de Yamaguchi) y algoritmos numéricos (TUNAMI-N2), mismo algoritmo usado en este estudio, el cual ha sido modificado para emplear una mayor resolución espacial de los datos y aportar, no solo áreas inundables, sino zonas de altura de ola con respecto al nivel medio del mar (run-up). Además los mapas de inundación elaborados por la DHN abarcan áreas portuarias y balnearios puntuales, el presente estudio es un complemento a dichas zonas debido que abarca una mayor área incluyendo probables zonas de expansión urbana.

La importancia del presente estudio está enmarcada dentro de la cuantificación del peligro de inundación por tsunami a consecuencia de la ocurrencia de un probable sismo de magnitud 8.5 Mw, sobre la cual se debe ejecutar una adecuada gestión del riesgo.

3. Área de Estudio

En el marco del Programa Presupuestal por Resultados PPR-068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres se ejecutó el proyecto "Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica", el mismo que tuvo como una de sus actividades la "Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico", obteniéndose como resultado final la Zonificación Sísmica-Geotécnica. Para completar este estudio, se

propone los escenarios probables a presentarse ante inundaciones por tsunamis generados por sismos de gran magnitud. Las áreas de estudio fueron las siguientes (Figura 1).

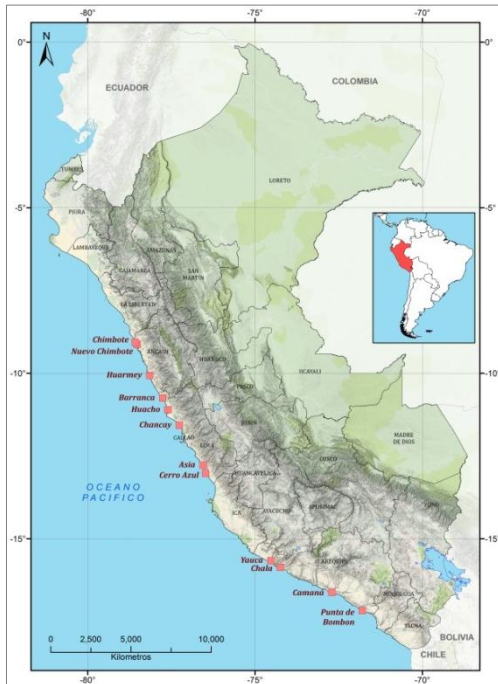


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio.

4. Modelo Numérico Tunami-N2

Para evaluar cuantitativamente el peligro de tsunami de origen sísmico en áreas costeras del territorio peruano, ha sido necesario ejecutar estudios interdisciplinarios en sismología, geología, hidráulica y oceanografía, incluyendo fuentes históricas. Dentro de este contexto, la modelación numérica de tsunamis ha sido empleada para simular diversos escenarios que puedan afectar a una región en particular. Actualmente, la modelación numérica es la mejor herramienta de análisis geofísico e hidrodinámico disponible para estudiar el peligro de tsunami en las áreas costeras. El algoritmo utilizado es el TUNAMI-N2, desarrollado por investigadores del Centro de Investigación y Control de Desastres de la Universidad de Tohoku, Japón, bajo la dirección del Dr. Fumihiko Imamura, en el marco del proyecto TIME (Tsunami Inundation Modelling Exchange) de la COI (Comisión Oceanográfica Intergubernamental).

Este algoritmo numérico simula la propagación e inundación del tsunami, para una determinada condición de fuente sísmica con exactitud aceptable (comparado con estudios disponibles de tsunamis históricos), Koshimura (2009). Así mismo, proporciona datos del tiempo de arribo, alturas de olas del tsunami en una determinada área costera, así como las superficies inundables por el tsunami. Para ello, se requiere que la información del proceso de ruptura de la fuente sísmica sea precisa (formas de onda, GPS e interferometría), además que los datos batimétricos y topográficos tengan alta resolución espacial. En la medida que las condiciones iniciales que

alimentan al algoritmo, sean precisas, los resultados serán más próximos a escenarios reales.

5. Datos

Los mapas de inundación por tsunami para las localidades costeras mencionadas anteriormente, se elaboraron empleando parámetros sísmicos, datos topográficos y batimétricos, además del plano urbano más actualizado disponible para cada área de estudio.

5.1. Parámetros de la Fuente Sísmica

Se considero eventos cercanos a la costa, con procesos de rupturas simétricos y heterogéneos (valores constantes a lo largo del área de ruptura). El tsunami simulado corresponde al evento sísmico más probable a presentarse de acuerdo a Tavera (2014).

5.2. Datos Batimétricos

Corresponden al modelo Gebco08/Etopo1 y sondajes batimétricos de la Dirección de Hidrografía y Navegación, con los cuales se elabora el Modelo Digital de Terreno Batimétrico con resolución espacial de 10 metros.

5.3. Datos Topográficos

Corresponden al modelo SRTM y levantamiento topográfico local, con los cuales se elabora el Modelo Digital de Terreno Topográfico con resolución espacial de 10 metros.

5.4. Datos Catastrales

Los catastros fueron obtenidos en cooperación con el área de planificación urbana de cada localidad evaluada, los mismos que se emplean para visualizar las zonas urbanas afectadas.

6. Resultados

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos para las diversas localidades de acuerdo al modelado numérico para un posible tsunami generado por un sismo de magnitud 8.5 Mw.

Localidades	Tiempo de Arribo (min)	Máxima Altura de Ola (m)	Máxima Inundación (km)	Máxima Altura de Inundación (m)
Chimbote	23-25	9.0	2.0	6.0
Nuevo Chimbote	23-25	9.0	2.5	7.0
Huarmey	18-20	8.0	1.2	6.0
Barranca	18-20	10.0	1.6	6.0
Huacho	18-20	12.0	1.5	8.0
Chancay	18-20	13.0	0.7	6.0
Asia	20-22	9.0	1.3	7.0
Cerro Azul	19-21	11.0	0.8	6.0
Yauca	18-20	8.0	1.0	4.5
Chala	22-24	12.0	0.8	7.0
Camaná	23-25	10.0	1.5	6.5
Punta de Bombón	22-24	9.0	3.5	6.0

En la Figura 2, se muestran 3 de las 12 áreas de estudio realizadas, las zonas inundables (derecha) y las alturas de

olas en costa (izquierda) para las localidades de Chimbote, Barranca y Camaná.

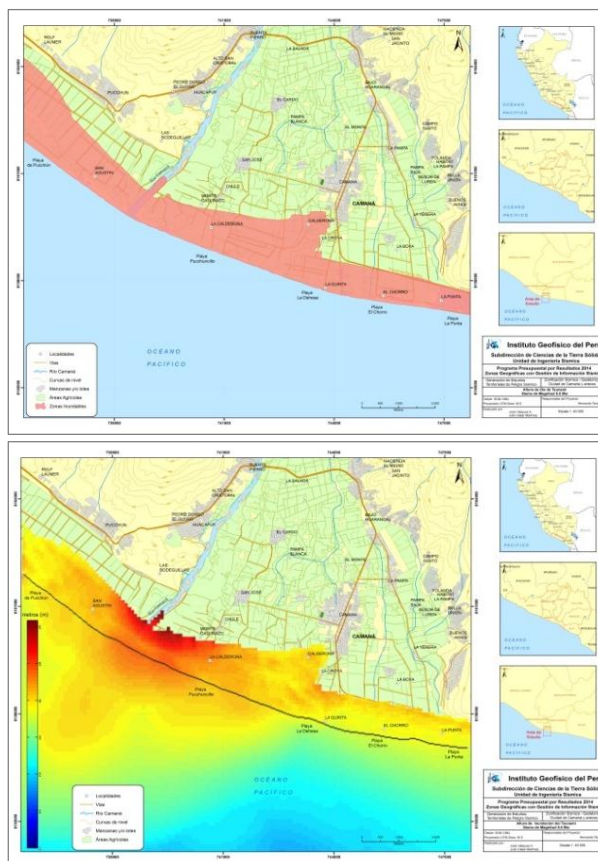
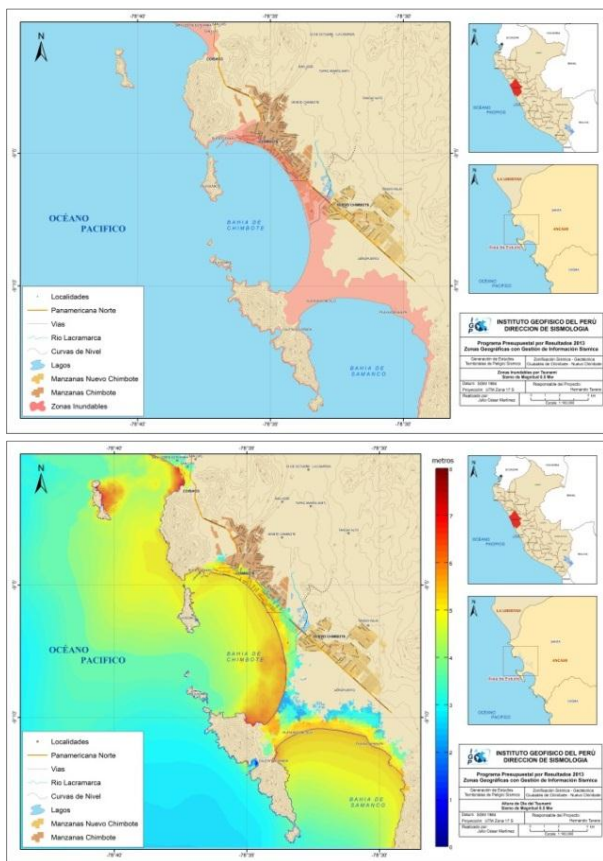


Figura 2. Resultados obtenidos para las localidades de Chimbote, Barranca, Huacho y Camaná.

7. Conclusiones

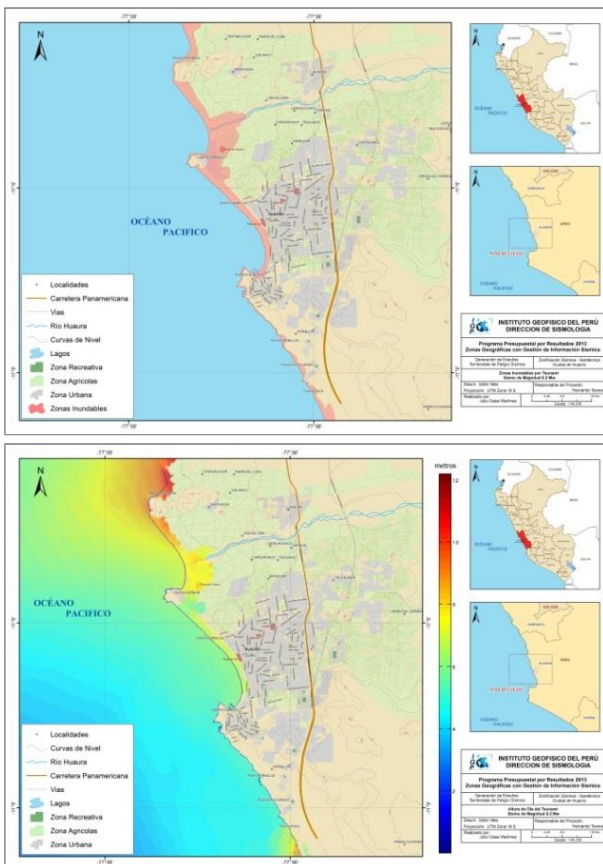
- El aporte del mapa de altura de ola con respecto al nivel medio del mar (run-up) ayudara a determinar las zonas con amplificación de daños, producto de la altura de inundación.
- Las diferencias existentes entre las cartas de inundación de la DHN y las presentadas radican básicamente en la resolución espacial empleada y los datos de la fuente sísmica.
- Para prevenir y mitigar los efectos de un desastre por tsunami es mediante la generación de conocimientos y su difusión a la población.

Agradecimientos

Ante todo, hay que mencionar que este trabajo no habría sido posible sin el apoyo logístico de la Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida del Instituto Geofísico del Perú y el asesoramiento del Dr. Hernando Tavera cuyas sugerencias y recomendaciones encaminaron el rumbo del presente trabajo.

Referencias

- Imamura F. (2005). Tsunami Modelling Manual. Tsunami Engineering School of Civil Engineering, Asian Inst. Tech. and Disaster Control Research Center, Tohoku University.
- Koshimura S. (2009). Tunami-Code Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Tsunami.



Disaster Control Research Center School of Engineering,
Tohoku University.

- Martinez J.C. (2014) Dinámica y Modelado Numérico de Tsunamis en el Terminal Portuario del Callao y Zonas Adyacentes, UNMSM.
- Silgado, E. (1978). Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974), Instituto de Geología y Minería, Boletín N° 3 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.
- Wong, F. L., A. J. Venturato, and E. L. Geist (2006), Seaside, Oregon, tsunami pilot study-Modernization of FEMA flood hazard maps: GIS Data: U.S. Geological Survey Data 236. (Available at <http://pubs.usgs.gov/ds/2006/236/>)