

Rapid forecasting of parameters of far field tsunamis for Peruvian coasts in real-time

 Cesar Jimenez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú

cjimenezt@unmsm.edu.pe

May 10, 2024

Abstract

In this research, we have implemented an automatic software based on a linear tsunami numerical model to evaluate the parameters of far field tsunamis in the Pacific Ocean, such as tsunami travel time and maximum tsunami height. The computation time on a personal computer Intel i7 with Linux operative system using Intel Fortran parallel programming is around 30 minutes; the same process running on a supercomputer lasts around 2 minutes. Therefore, the usefulness of this software is on tsunami early warning, due to the tsunami travel time of far field tsunamis is greater than 5 or 6 hours and it is possible to conduct the tsunami simulation of the entire process.

Keywords: tsunami, numerical simulation, tsunami warning.

Introduction

In general, the tsunamis are classified, according to the tsunami travel time (t_a), in near field tsunamis when $t_a < 2$ hours and far field tsunamis when $t_a > 5$ hours. For tsunami early warning purposes, it is not possible to conduct a tsunami simulation in the case of near field tsunami because the reaction time is small.

Background of previous research

In this research, .

[Wang et al. \(2012\)](#) developed an experimental real-time inundation forecasting of tsunamis (RIFT) model, to complement the pre-computed database approach.

Methodology

Las dimensiones de la fuente sísmica se calculan a partir de las ecuaciones de [Papazachos et al. \(2004\)](#). El mecanismo focal del terremoto se toma de la base de datos del Global CMT. El campo de deformación se obtiene a partir de las ecuaciones analíticas de [Okada \(1992\)](#).

La simulación de la propagación del tsunami se realiza con el modelo numérico TUNAMI, modelo lineal y en coordenadas esféricas ([Imamura et al., 2006](#)). La grilla batimétrica computacional abarca todo el Océano Pacífico, con una resolución de 4 min o 240 s. El cálculo de las isócronas

Parámetro	Valor
Latitud	0.95°
Longitud	-79.37°
Profundidad	20.0 km
Magnitud	8.8 Mw
Strike	27.0°
Dip	15.0°
Rake	90.0°

Table 1: Parámetros hipocentrales y mecanismo focal del terremoto.

Estación	Tiempo de arribo	Máximo (m)
Talara	0:27	0.62
Callao	2:45	0.47
Matarani	3:36	0.21

Table 2: Tiempo de arribo (hh:mm) y máxima amplitud del tsunami.

de tiempos de arribo para todo el Océano Pacífico se realizó con el modelo Tsunami Travel Time ([Wessel, 2009](#)).

Se han colocado 3 mareógrafos virtuales en los puertos de Talara, Callao y Matarani. Se utilizó la ley de Green para la corrección de la amplitud de los mareogramas, debido a que los nodos computacionales no coinciden necesariamente con la ubicación de las estaciones mareográficas costeras ([Satake, 2015](#)).

El tiempo promedio de cómputo para una PC i7 es de 15 min para una ventana de tiempo de simulación de 28 horas (Figura 1). Sin embargo, el supercomputador DHN demora menos de 2 minutos.

Nota: El resultado del modelo TSDHN-2022 es una estimación referencial y de preferencia debe ser utilizado para obtener los parámetros de tsunamis de origen lejano, es decir fuera de las fronteras del litoral de Perú. Para eventos de origen cercano, se debe utilizar el modelo Pre-Tsunami ([Jimenez et al., 2018](#)).

Results and Discussion

La Tabla 1 muestra los parámetros hipocentrales y el mecanismo focal del terremoto. La Figura 1 muestra el mapa de propagación de la máxima energía, la ubicación del epicentro está representado por la esfera focal y las estaciones mareográficas están representadas por los triángulos azules.

La Figura 2 muestra los mareogramas simulados para las estaciones del litoral del Perú, de norte a sur: Talara, Callao y Matarani. La Tabla 2 muestra los tiempos de arribo y la máxima altura del tsunami en las estaciones mareográficas del litoral peruano.

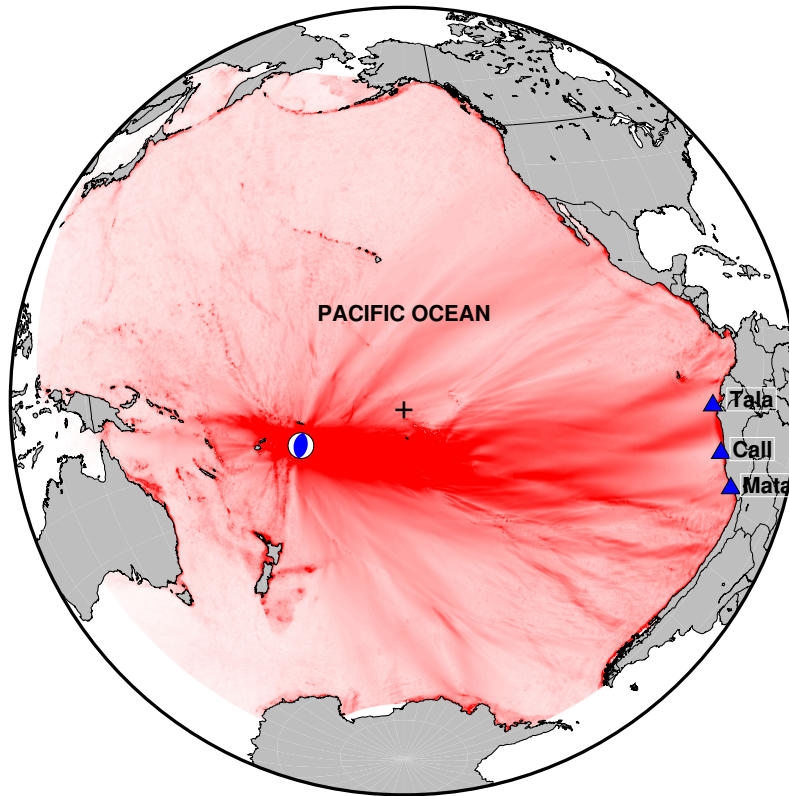


Figure 1: Mapa de máxima altura de propagación del tsunami. La esfera focal representa el epicentro. Los triángulos azules representan a las estaciones mareográficas.

Conclusions

Acknowledgements

We are grateful with Mr. Xxxxx Xxxxx by the revision of the linguistic aspects of the manuscript. Furthermore, we thank the research grant from the Universidad Nacional Mayor de San Marcos and from Concytec (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica) of Peru.

References

- Imamura, F., Yalciner, A., and Ozyurt, G. (2006). *Tsunami Modelling Manual (TUNAMI model)*. Tohoku University, Sendai, 1 edition.
- Jimenez, C., Carbonel, C., and Rojas, J. (2018). Numerical procedure to forecast the tsunami parameters from a database of pre-simulated seismic unit sources. *Pure Appl. Geophys.*, 175:1473–1483.
- Okada, Y. (1992). Internal deformation due to shear and tensile faults in a half space. *Bulletin of Seismological Society of America*, 82:1018–1040.
- Papazachos, B., Scordilis, E., Panagiotopoulos, C., and Karakaisis, G. (2004). Global relations between seismic fault parameters and moment magnitude of earthquakes. *Bulletin of Geological Society of Greece*, XXXVI:1482–1489.

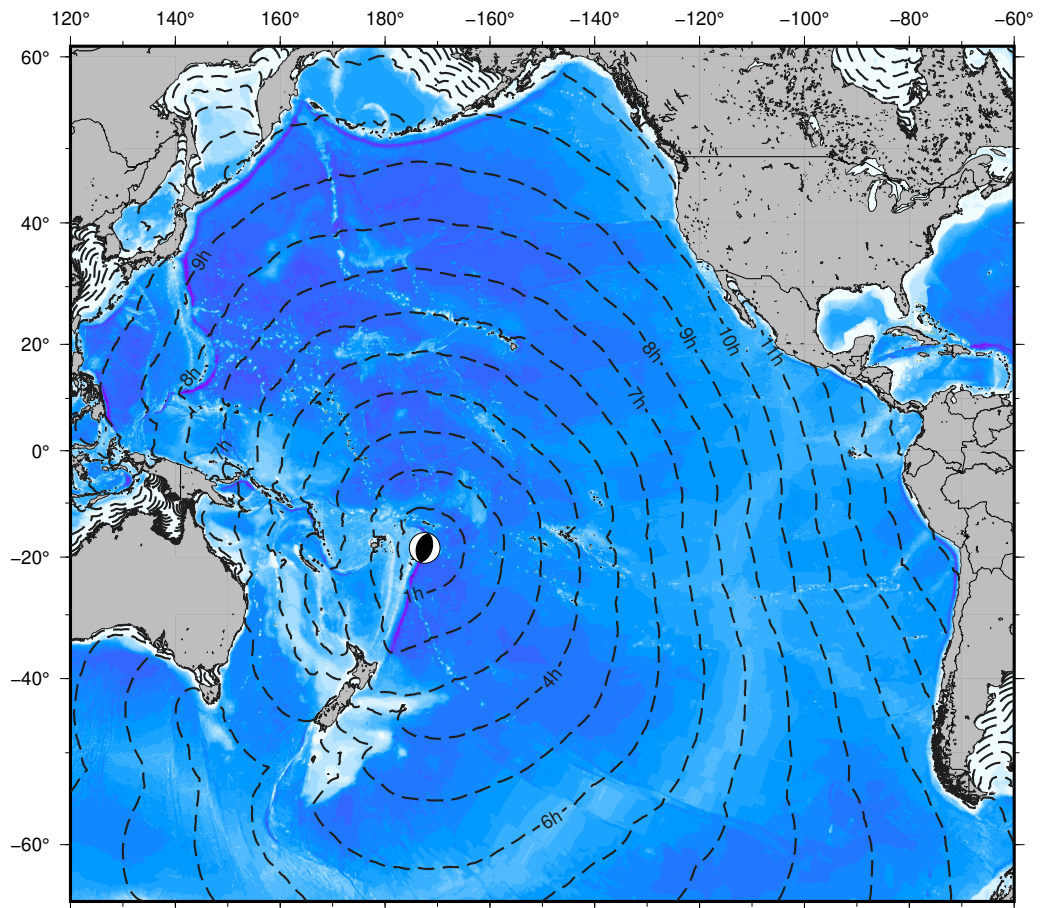


Figure 2: Mapa de tiempo de arribo del tsunami. La esfera focal representa el epicentro.

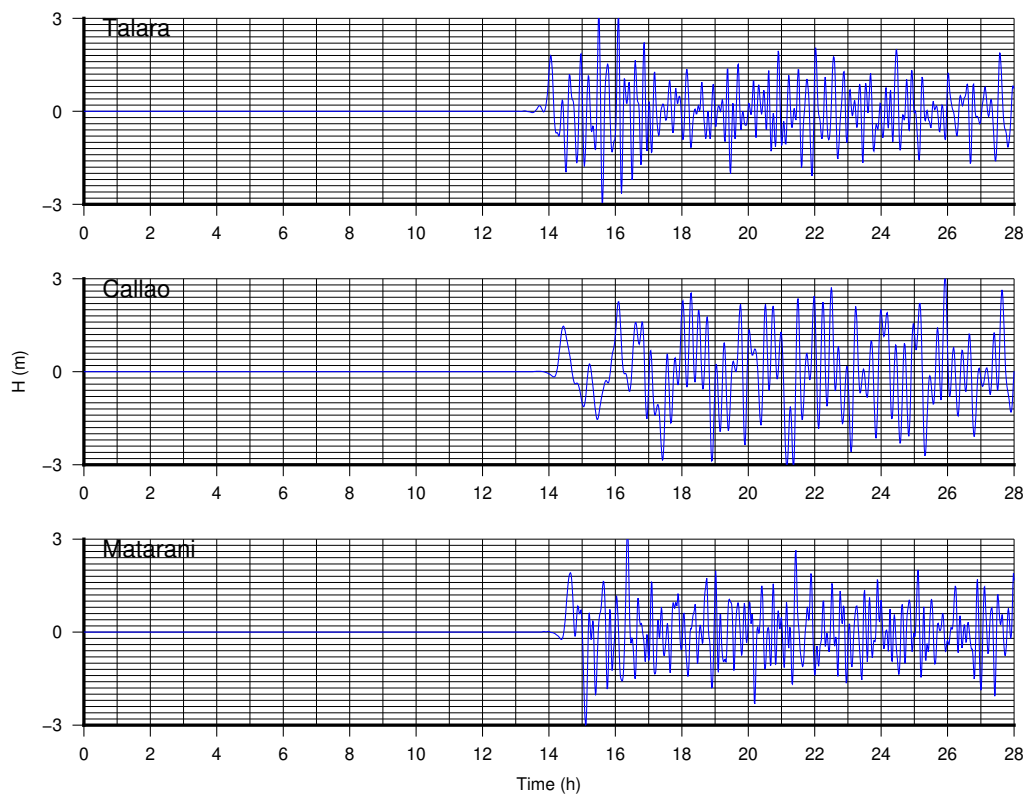


Figure 3: Simulated tsunami waveforms at the tidal stations of Talara, Callao and Matarani.

- Satake, K. (2015). *Tsunamis, inverse problem of: Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. Springer, New York.
- Wang, D., Becker, N., Walsh, D., Fryer, G., Weinstein, S., McCreery, C., and Sardiña, V. (2012). Real-time forecasting of the April 11, 2012 Sumatra tsunami. *Geophysical Research Letters*, 39(L19601):1–6.
- Wessel, P. (2009). Analysis of observed and predicted tsunami travel times for the Pacific and Indian Oceans. *Pure Appl. Geophys.*, 166:301–324.