



El sismo y tsunami de Yauca-Arequipa 2018 (7.1 Mw)

César Jiménez¹, Bruno Adriano², Daniel Olcese³

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

²International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, Japan

³Dirección de Hidrografía y Navegación, Perú

¹cjimenezt@unmsm.edu.pe

RESUMEN

En este trabajo se estudia el proceso de ruptura de la fuente sísmica del terremoto de Yauca-Arequipa del 14 de enero de 2018, mediante la inversión de las formas de ondas telesísmicas de las estaciones de la red mundial. Los resultados de la inversión indican un proceso de ruptura complejo o múltiple con una duración total de alrededor de 55 s. El mecanismo focal es del tipo de falla inversa (azimut=310°, buzamiento=40°, ángulo de dislocación=77°). La magnitud del evento sísmico se calculó en 7.1 Mw y la profundidad focal fue de 31 km. Como efecto cosísmico se generó un pequeño tsunami local, cuya amplitud máxima en la estación de Marcona fue alrededor de 20 cm.

Palabras clave: terremoto, tsunami, inversión geofísica.

ABSTRACT

In this work, the rupture process of the seismic source of the Yauca-Arequipa earthquake on January 14, 2018 was studied by inverting the teleseismic waveforms from stations of the global network. The inversion results indicate a complex or multiple rupture process with a total duration of about 55 s. The focal mechanism is of the thrust fault type (strike = 310°, dip = 40°, rake = 77°). The magnitude of the seismic event was calculated

at 7.1 Mw and the focal depth at 31 km. As a coseismic effect, a small and local tsunami was generated, whose maximum amplitude at the Marcona station was around 20 cm.

Keywords: earthquake, tsunami, geophysical inversion.

INTRODUCCIÓN

Según Silgado (1978), un sismo notable en la zona de Yauca ocurrió el 06 de agosto de 1913. Las ciudades costeras afectadas por este sismo fueron las de Chala, Atico y Ocoña, también sufrieron gran destrucción las ciudades de Caravelí, Chuquibambilla, Caylloma y Arequipa. La máxima intensidad reportada fue de X en la escala de Mercalli. Se estimó que la zona epicentral estaría situada en la costa litoral entre Chala y Atico. Luego de este sismo, se produjo un maremoto que inundó la zona costera de las localidades de Yauca, Lomas y Chala, lo que obligó a la población de la localidad de Yauca a reubicarse y establecerse lejos del litoral y a mayor altura. El 25 de setiembre de 2015, un fuerte sismo sacudió la zona de Yauca, Chala y Acarí. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) reportó el epicentro a 66 km al sur-oeste de la ciudad de Yauca, en las coordenadas geográficas: Lat=-16.153°, Lon=-74.866°, profundidad a 31 km, la magnitud reportada fue de 7.0 Mw. La intensidad máxima de VI (MM) se reportó en las

localidades de Yauca, Chala, Atiquipa y Acarí, en la región Arequipa.

El 14 de enero de 2018 a las 09:18:48 UTC, un fuerte sismo sacudió la zona de Lomas, Yauca y Chala en la Región Arequipa. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) reportó el epicentro a 58 km al sur de la ciudad de Lomas, en las coordenadas geográficas: Lat=-16.05°, Lon=-74.90°, profundidad a 27 km, la magnitud reportada por

el USGS-NEIC fue de 7.1 Mw. La intensidad máxima de VI (MM) se reportó en las localidades de Yauca, Lomas, Chala, Atiquipa y Acarí. Luego del sismo se generó un pequeño maremoto (de características locales) que fue registrado por las estaciones mareográficas más cercanas a la fuente sísmica, por ejemplo en San Juan de Marcona se registró con una amplitud máxima de 15 cm. El tsunami no produjo daños a las infraestructuras.

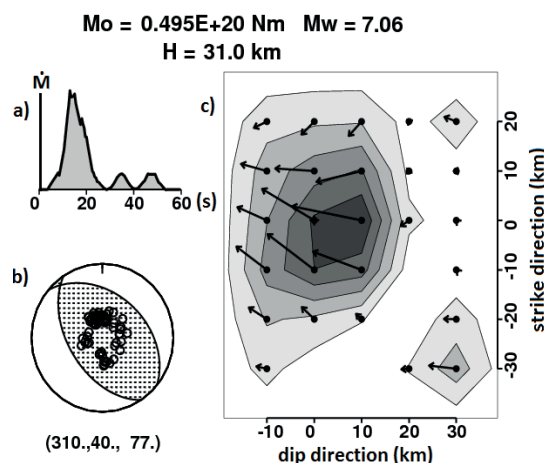


Figura 1. Resultados de la inversión de formas de onda de volumen: a) Función temporal de la fuente sísmica, b) Mecanismo focal, c) Distribución de la fuente sísmica.

Este evento sísmico llenó parcialmente el “gap sísmico” formado entre las zonas de ruptura del sismo del sur del Perú 2001 (8.4 Mw) que abarcó de Atico hasta Ilo y el sismo de Nazca de 1996 (7.7 Mw) que abarcó por el sur hasta Lomas. Sin embargo, esta zona aún tiene un alto potencial sísmico debido al fuerte acoplamiento intersísmico de las placas tectónicas de esta región (Chlieh et al., 2011). Lo que no descarta la posibilidad de ocurrencia de un evento sísmico de similar o mayor magnitud en esta zona de “gap sísmico”.

INVERSIÓN DE FORMAS DE ONDA TELESÍSMICAS

Para utilizar el método de inversión de las formas de onda (Kikuchi y Kanamori, 1991), se ha utilizado 48 estaciones sísmicas de la red IRIS, GEOSCOPE y GEOFON ubicadas a una distancia epicentral entre 30° y 90° con una buena cobertura azimutal. Para distancias epicentrales menores a 30° las ondas sufren fuertes perturbaciones por la estructura del manto superior y para distancias epicentrales mayores a 90° las ondas sufren perturbaciones debido a que alcanzan el núcleo ter-

restre. Se han elegido las estaciones cuya relación señal/ruido es mayor que 10. Las señales sísmicas P y SH han sido procesadas digitalmente y se han integrado para obtener señales en desplazamiento para una ventana de tiempo de 120 s (Kikuchi y Kanamori, 2003). La Figura 1 muestra los resultados del proceso de inversión. La fuente temporal de la fuente sísmica proporciona información sobre la complejidad de la ruptura, que en este caso consta de 3 episodios de liberación de la energía sísmica, siendo la primera de mayor amplitud. Los parámetros del mecanismo focal (strike=310°, dip=40°, rake=77°) están relacionados con la orientación del plano de ruptura, que en este caso es un mecanismo del tipo de falla inversa, lo que concuerda con el patrón sismotectónico de la región sur del Perú. La Figura 2 muestra la comparación de las señales sísmicas observadas y sintéticas, con una buena correlación, siendo la varianza normalizada o error de 0.15. La aspereza principal (zona de mayor liberación de energía sísmica), con una dislocación o slip de 1.64 m, se ubica en el mar (Figura 3), lo que implica la generación de un pequeño tsunami local.

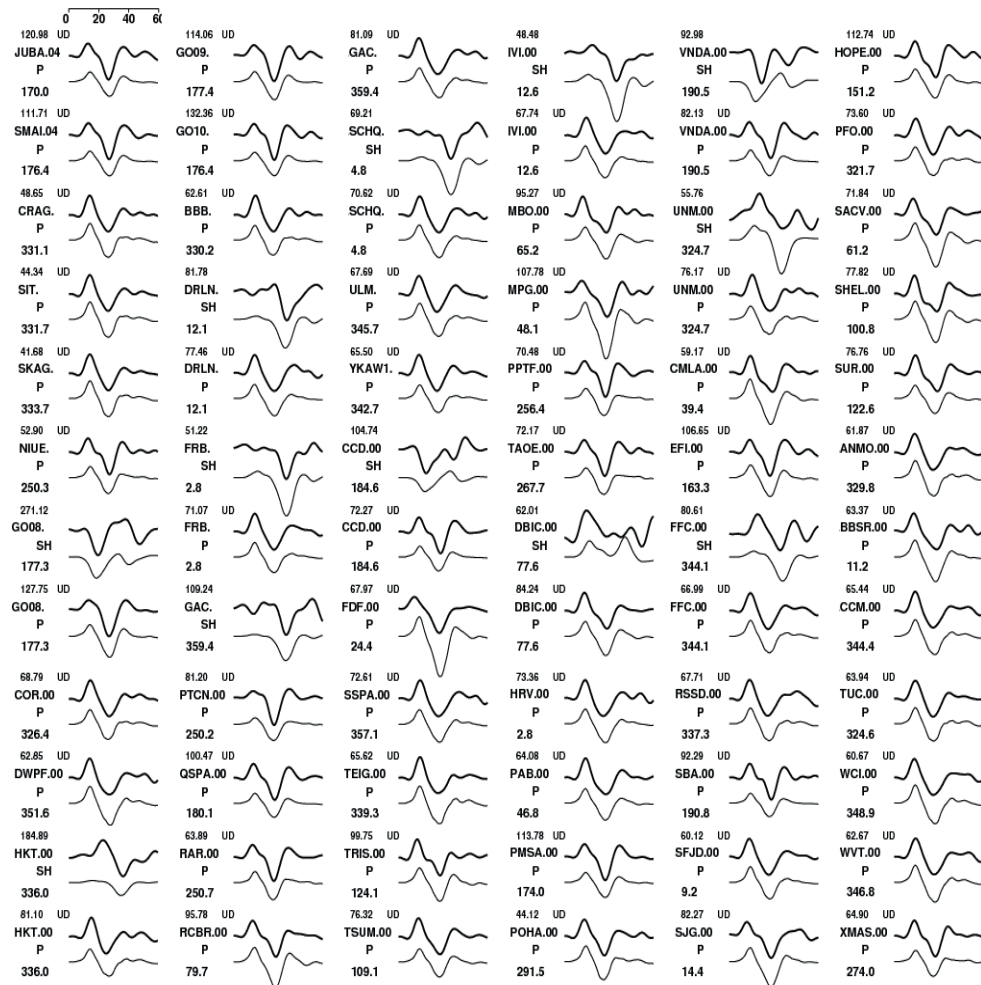


Figura 2. Comparación de las señales observadas (superior) con las señales sintéticas (inferior). El error o varianza normalizada es de 0.15.

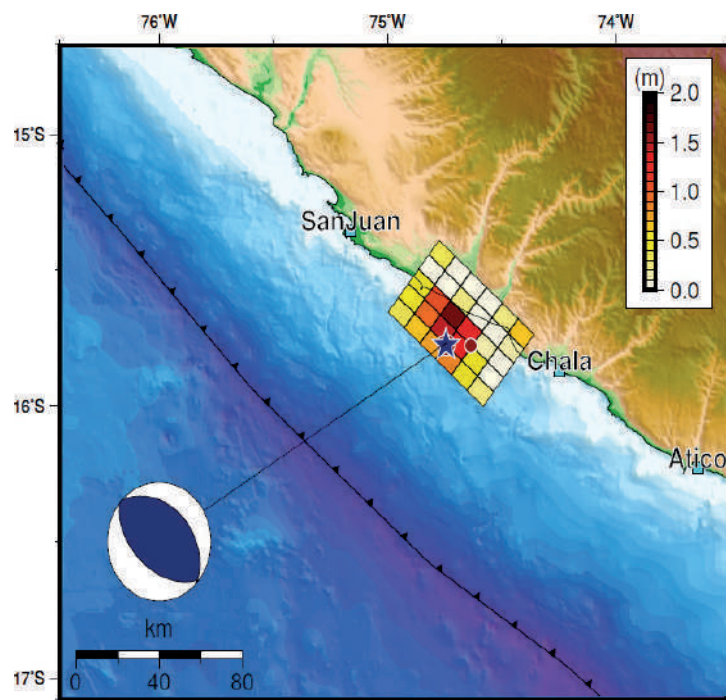


Figura 3. Distribución de la fuente sísmica por inversión de ondas telesísmicas.

UN TSUNAMI PEQUEÑO Y LOCAL

El terremoto de Yauca de 2018 no generó un tsunami apreciable, por lo que no afectó a la infraestructura portuaria ni a los balnearios costeros; sin embargo, algunas estaciones mareográficas (San Juan, Chala y Matarani) y la boya DART 32401, más cercana al epicentro, registraron el evento. La Figura 3 muestra la distribución de la fuente sísmica obtenida por inversión de ondas telesísmicas, a partir de la cual se obtiene el campo de deformación que se utilizó como condición inicial para la propagación del tsunami. Se utilizó el modelo numérico TUNAMI para obtener los mareogramas sintéticos. La Figura 4 muestra la comparación de las ondas observadas y simuladas, se observa una buena correlación para la estación de San Juan (con una amplitud máxima de 20 cm) y para la boya DART.

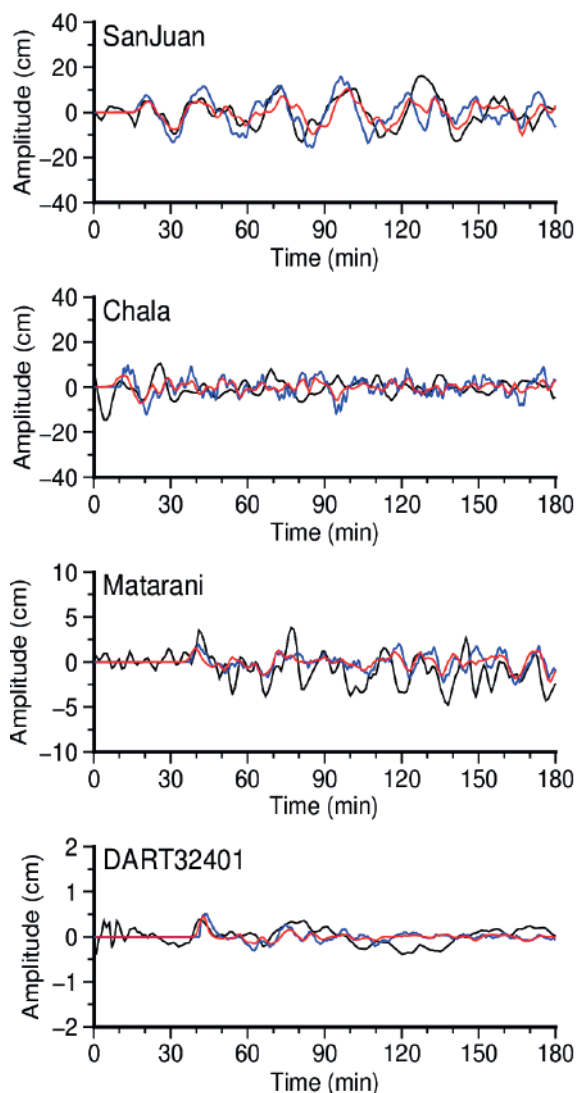


Figura 4. Mareogramas observados (negro) y simulados (modelo del tsunami=rojo y modelo sísmico=azul).

CONCLUSIONES

A pesar de la pequeña magnitud del evento sísmico (7.1 Mw), el proceso de ruptura tuvo una duración de alrededor de 55 s. El mecanismo focal obtenido indica una falla del tipo inverso, coherente con el patrón sismotectónico de la región sur del Perú. La función temporal de la fuente explica la complejidad del proceso de ruptura, la cual tuvo 3 episodios de liberación de energía, siendo la primera la de mayor amplitud con una duración de casi 30 s. La aspereza principal se ubica en el mar, lo que explica la generación de un tsunami pequeño y local, el cual fue registrado por las estaciones mareográficas más cercanas al epicentro (San Juan, Chala y Matarani) y por una boya DART. La máxima amplitud del tsunami fue del orden de 20 cm en la estación de San Juan.

REFERENCIAS

Chlieh, M., Perfettini, H., Tavera, H., Avouac, J., Remy, D., Nocquet, J., Rolandone, F., Bondoux, F., Gabalda, G. y Bonvalot, S. (2011). Interseismic coupling and seismic potential along the Central Andes subduction zone. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 116, B12405.

Kikuchi, M. y Kanamori, H. (2003) Notes on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, web: <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

Kikuchi, M. y Kanamori, H. (1991). Inversion of Complex Body Waves. *Bulletin of seismological Society of America*, vol. 81, N° 6, pp 2335-2350.

Okada, Y. (1992). Internal deformation due to shear and tensile faults in a half space. *Bulletin of Seismological Society of America* Vol. 82, N° 2, pp 1018-1040.

Silgado, E. (1978). Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 – 1974). Boletín N° 3. Instituto de Geología y Minería. Lima, Perú.

Tavera, H., Fernández, E., Guardia, P., Villagas, J., Chlieh, M., Yauri, S., Arredondo, L., Flores, C., Martínez, J. Sismo de Yauca-Acarí del 25 Set 2013 (7.0 Mw) - Arequipa. Informe Técnico N° 03-2013, Instituto Geofísico del Perú, pp 23.