



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
de Sismología



Sismo de Sechura del 15 de Marzo del 2014 (6.2 Mw)

Por:

Hernando Tavera
José Millones
Cristhian Flores
Patricia Guardia
Efraín Fernández
Cristóbal Condori

Informe Técnico N° 01-2014

Lima-Perú
Marzo, 2014

Dirección de Sismología

Tavera, Hernando

Agüero, Consuelo

Añasco Martha

Arredondo, Luz

Bernal, Isabel

Bustamante Renzo

Chávez Hernán

Condori, Cristóbal

Delgado María

Fernández, Efraín

Flores, Christian

Guardia, Patricia

Herrera Bhila

Huarachi Jesús

Martínez, Julio

Millones, José

Navarro Rider

Pardo Federico

Rodríguez, Simeón

Rosado Fabiola

Salas, Henry

Torres, Liliana

Vizcarra Eliana

Yauri Sheila

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- SISMO DE SECHURA DEL 15 DE MARZO DEL 2014

2.1.- PARÁMETROS HIPOCENTRALES

2.2.- INTENSIDADES

2.3.- RÉPLICAS

2.4.- ORIENTACIÓN DE LA FUENTE

2.5.- MOMENTO SÍSMICO Y RADIO DE RUPTURA

3.- DISCUSIÓN

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCION

El Perú se encuentra ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico y en su borde occidental se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), siendo el mismo responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano. Este proceso permite la ocurrencia de sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, todos asociados a la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales.

En el territorio peruano, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año el Instituto Geofísico del Perú, registra y reporta un promedio de 170 a 200 sismos percibidos por la población con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes $ML \geq 4.0$. Los sismos con magnitudes mayores son menos frecuentes y en general, tienen su origen en el proceso de fricción de placas produciendo importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ($M_w=8.2$) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 ($M_w=7.9$).

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 y 5 de Abril de 1991, ambos con magnitudes de 6.0 y 6.5 M_w . Sismos con foco intermedio, pocas veces son sensibles en superficie, pero cuando alcanzan magnitudes ≥ 7.0 presentan gran radio de percepción y algunas veces producen daños leves en viviendas y procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos de tierra y piedras en zonas de gran pendiente. El análisis de la distribución espacial de la sismicidad en el Perú (Figura 1), permite identificar la ubicación de las principales fuentes sismogénicas, todas descritas ampliamente por Tavera y Bufo (2001) y Bernal y Tavera (2002).

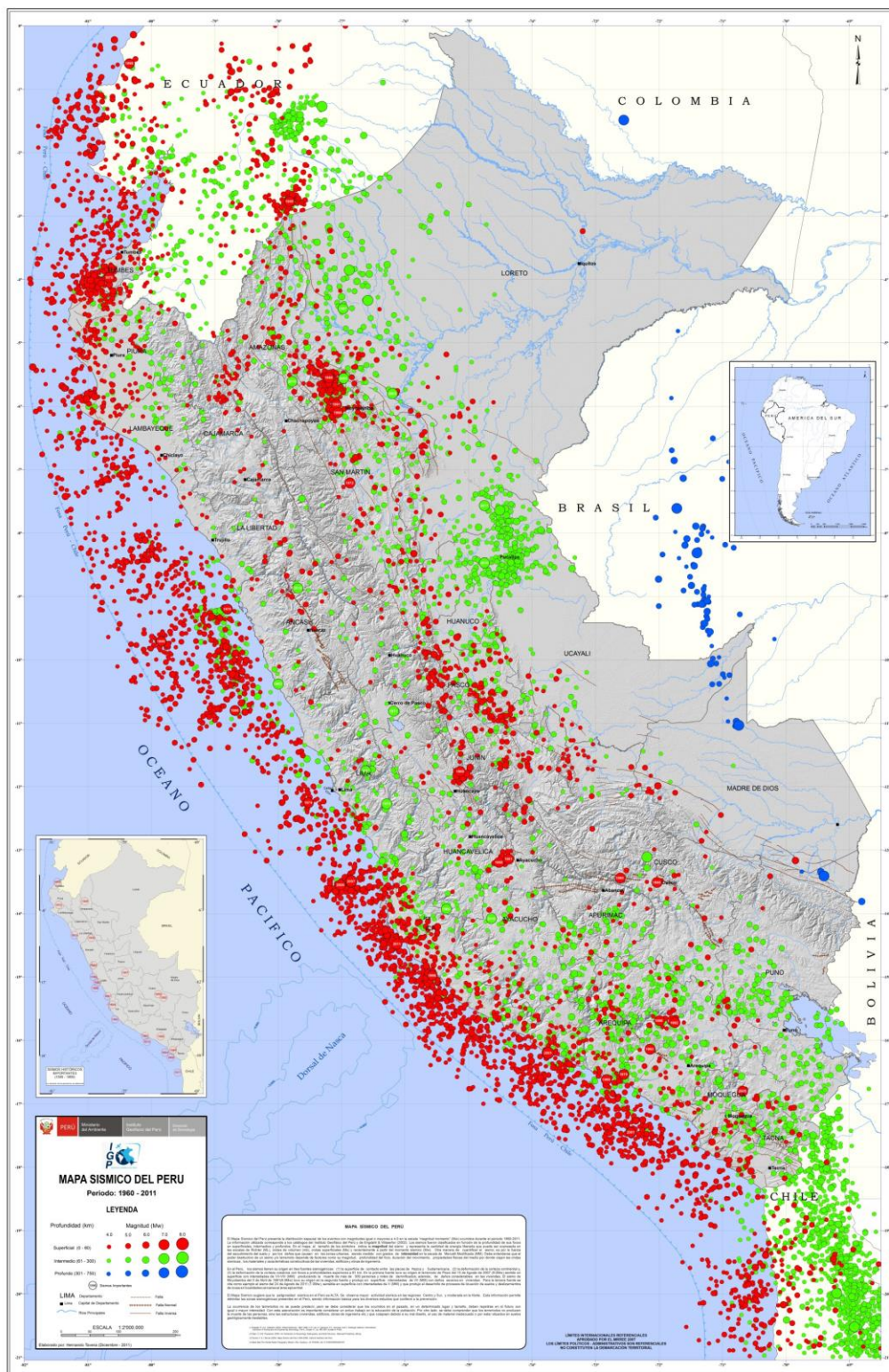


Figura 1.- Mapa Sismico del Perú para el periodo 1960 y 2011. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos.

En el borde costero de la región central del Perú, el día 15 de marzo del 2014, ocurre un sismo de magnitud moderada (6.2 Mw) y epicentro ubicado a 38 km al Oeste de la localidad de Sechura, departamento de Piura. El sismo ocurrió a una profundidad de 38 km y en general, presentó un área de percepción con radio del orden de 270 km ($I_{min}=II$, MM), siendo mayor su intensidad en las localidades de Sechura y Paita (Piura) con valores de VI en la escala de Mercalli Modificada (MM). En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, réplicas, orientación de la fuente y su respectiva interpretación sismotectónica.

2.- SISMO DE SECHURA DEL 15 DE MARZO DE 2014

2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo del 15 de marzo del 2014, conocido como “Sismo de Sechura”, fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional (RSN) y Red Sísmica Satelital para la Alerta Temprana de Tsunamis (REDSSAT). Los valores obtenidos son (Figura 2):

Tiempo Origen:	23h 51 min del día 15 de marzo, 2014 (Hora Universal) 18h 51 min del día 15 de marzo, 2014 (Hora Local)
Latitud Sur:	-05.65°
Longitud Oeste:	-81.12°
Profundidad:	38 km
Magnitud:	6.2 ML
Epicentro:	A 38 km al Oeste de la localidad de Sechura, Piura
Intensidad Máxima:	VI (MM) en Sechura y Paita (Piura)
Momento Sísmico:	2.5 E+25 dina-cm (análisis espectral)
Magnitud Momento:	6.2 Mw (análisis espectral)

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo de Sechura junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región norte del Perú entre los años 1960 al 2013 ($M > 4.0$). De acuerdo a la ubicación del epicentro, el sismo ocurrió en una zona de continua ocurrencia de sismos de magnitud moderada con origen directo en el proceso de convergencia de placas, Nazca y Sudamericana. En profundidad, el foco del sismo de Sechura sigue el patrón de sismicidad definido para esta región y en conjunto muestran la geometría de la placa de Nazca dentro del proceso de subducción; es decir, subducción del tipo sub-horizontal, tal como fue descrito por Stauder (1975), Cahill y Isacks (1991), Tavera y Buforn (2001).



Figura 2.- Distribución espacial de la sismicidad en la región norte del Perú. La profundidad de los sismos es indicado con el color de los símbolos. La estrella indica la ubicación del sismo de Sechura del 15 de marzo del 2014.

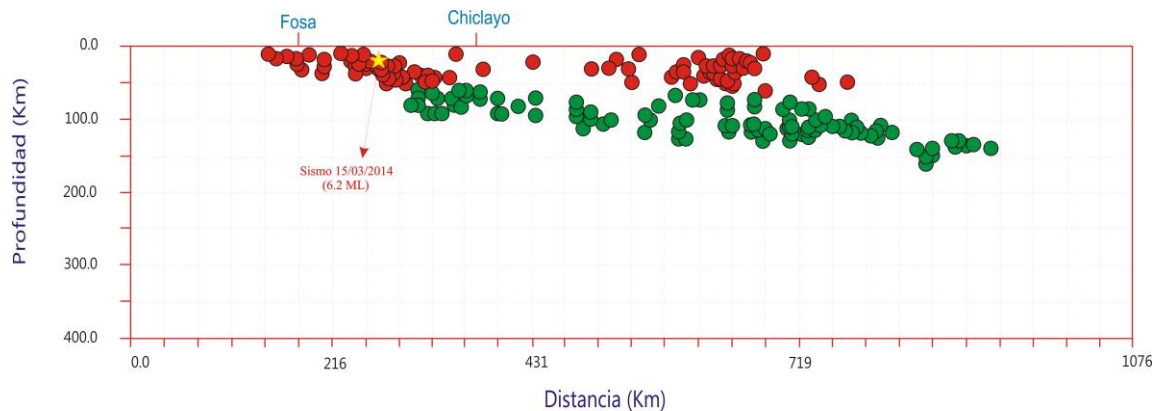


Figura 2.- Continuación.../// En la sección vertical se muestra el hipocentro del sismo sobre la tendencia media de la sismicidad para la región norte del Perú.

2.2.- Intensidades

Después de producido el sismo de Sechura, se procedió a realizar la evaluación de los efectos, daños y radio de percepción del sismo en todo el territorio peruano. Las evaluaciones fueron realizadas por el personal del Servicio Sismológico Nacional de la Dirección de Sismología del IGP mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de cada ciudad y/o localidad mayor y la información obtenida fue interpretada utilizando la escala de Mercalli Modificada (Figura 3). La descripción más resaltante se detalla a continuación:

Localidades de Sechura y Paita (Piura): Movimiento violento del suelo, sentido muy fuerte por todos, las personas salieron apresuradas a las calles (pánico total). En el interior de viviendas caen cuadros, adornos, floreros y vasos. En algunas casas se produjo la ruptura de vidrios y rajaduras en paredes. En Sechura, la cúpula de la torre derecha de la Iglesia San Martín de Tours se daña y cae (Figura 4). En ambas localidades la población llega a pernoctar en calles y plazas. La intensidad evaluada fue de VI en la escala de Mercalli Modificada.

Localidades de Colán, Catacaos, Sullana, Talara y ciudad de Piura: Movimiento fuerte del suelo, sentido por todos, las personas salen de sus casas. Vibración de puertas y ventanas. En el interior de las viviendas caen objetos. En la iglesia San Lucas de Colán, se produjo el desprendimiento de las cubiertas de barro en el alero exterior derecho del techo, así como el

desplazamiento de tres vigas de madera. Del mismo modo, en la zona de playa Las Peñas, se produjo el desplome de un gran volumen de arena que era parte de la zona de acantilado. En estas localidades, la intensidad evaluada fue de V (MM).

El sismo de Sechura fue perceptible hasta distancias del orden de 270 km con intensidades del orden de II (MM). Debido a la magnitud moderada del sismo, no se produjo tsunami. Según informes de INDECI, en toda el área de percepción del sacudimiento sísmico, no se produjeron daños estructurales y personales a considerar.

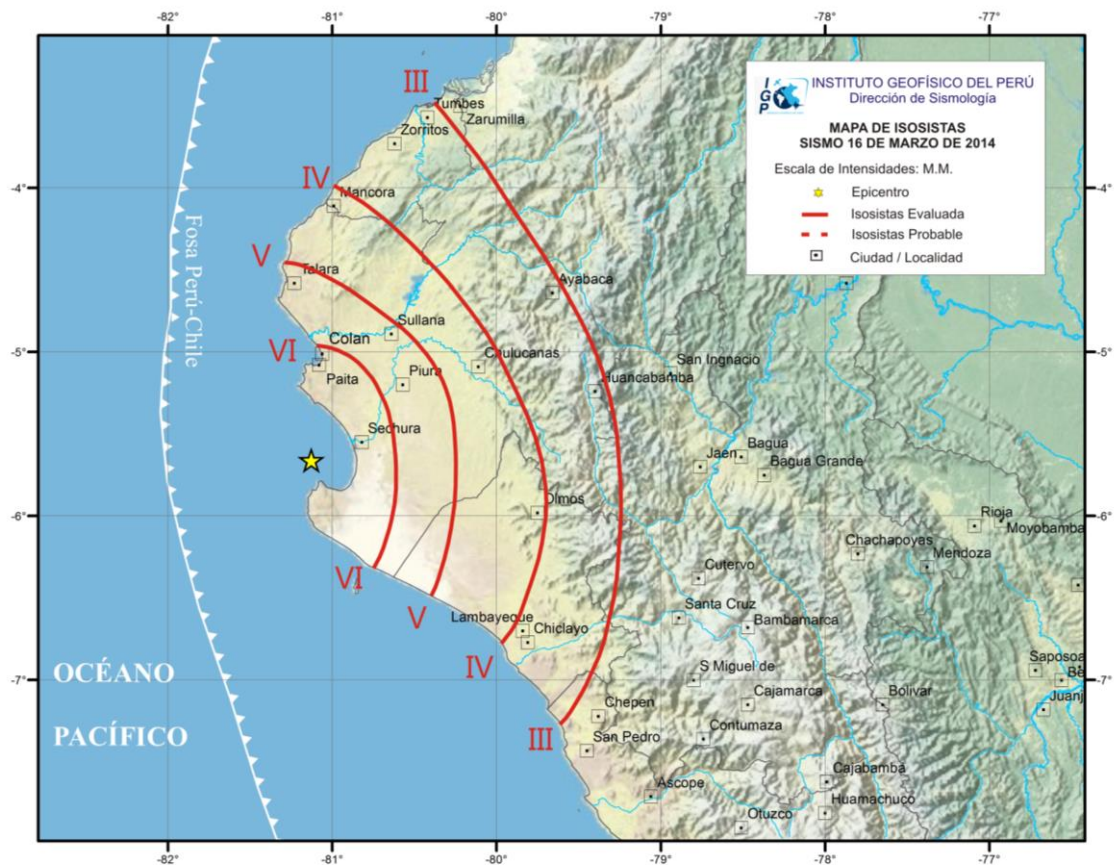


Figura 3.- Mapa preliminar de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Sechura del 15 de marzo de 2014. La estrella indica la ubicación del epicentro del sismo.

Iglesia San Martín de Tours - Sechura



Figura 4.- Arriba: Iglesia de Sechura antes y después de ocurrido el sismo. Abajo: acantilado en la playa Las Peñas en el instante en que se derrumba un gran volumen de arena (R. Woodman).

2.3.- Réplicas

El sismo de Sechura, con magnitud moderada de 6.2 Mw, produjo un importante número de réplicas y de ellas, se ha calculado sus parámetros hipocentrales para un total de 60 réplicas, todas con magnitudes menores a 4.5 ML. En la Figura 5 se presenta el sismograma correspondiente a la estación sísmica de Chocan en el cual se ha registrado el sismo de Sechura y parte de sus réplicas. Asimismo, en la Figura 6 se muestra el mapa de distribución espacial de las réplicas del sismo de Sechura, todas ubicadas dentro de la bahía de Sechura definiendo un área de ruptura de 50x50 km².

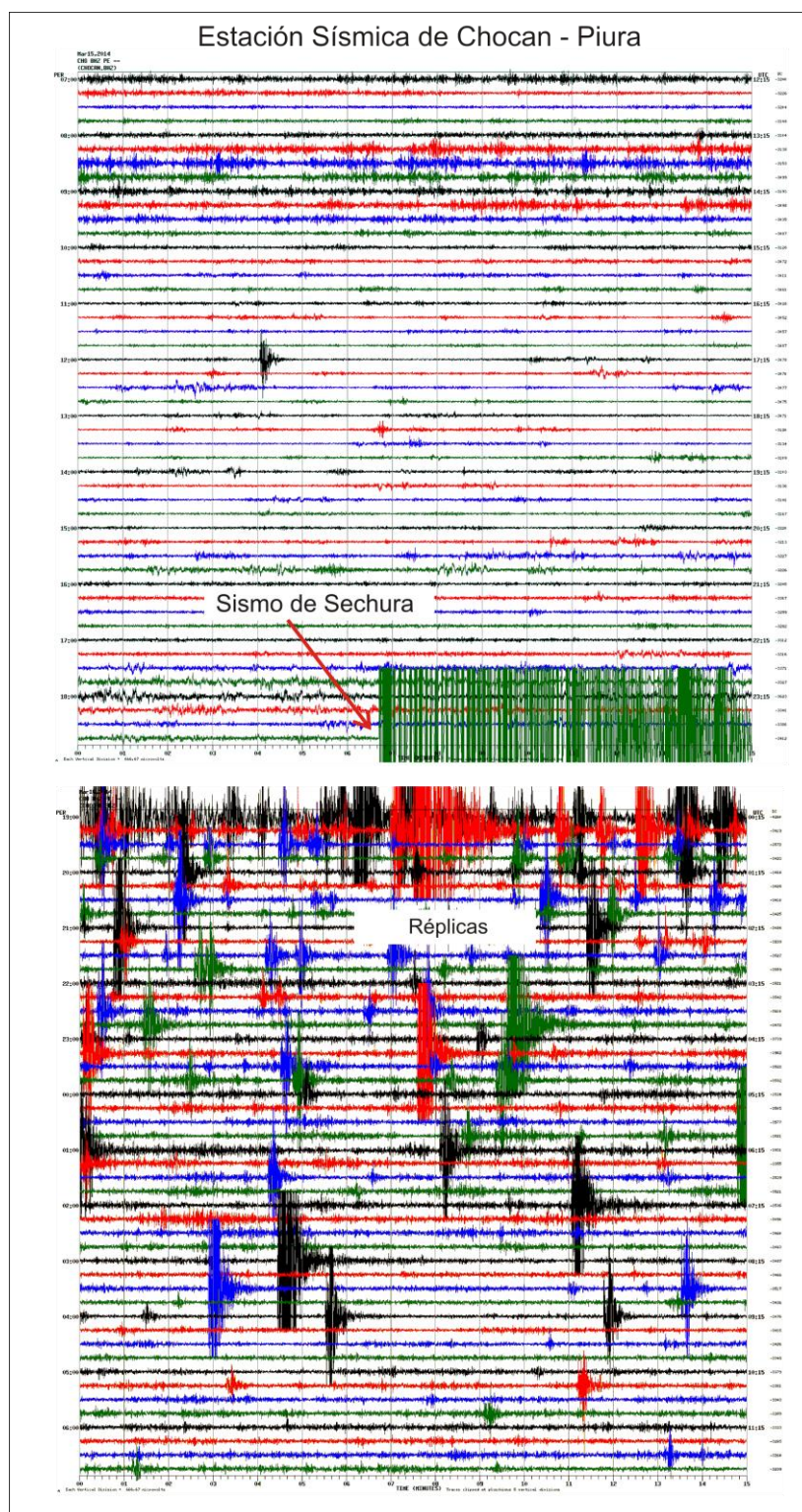


Figura 5.- Sismogramas de la estación sísmica de Chocan (Piura) en los cuales se indica el registro del sismo de Sechura y de su serie de réplicas.

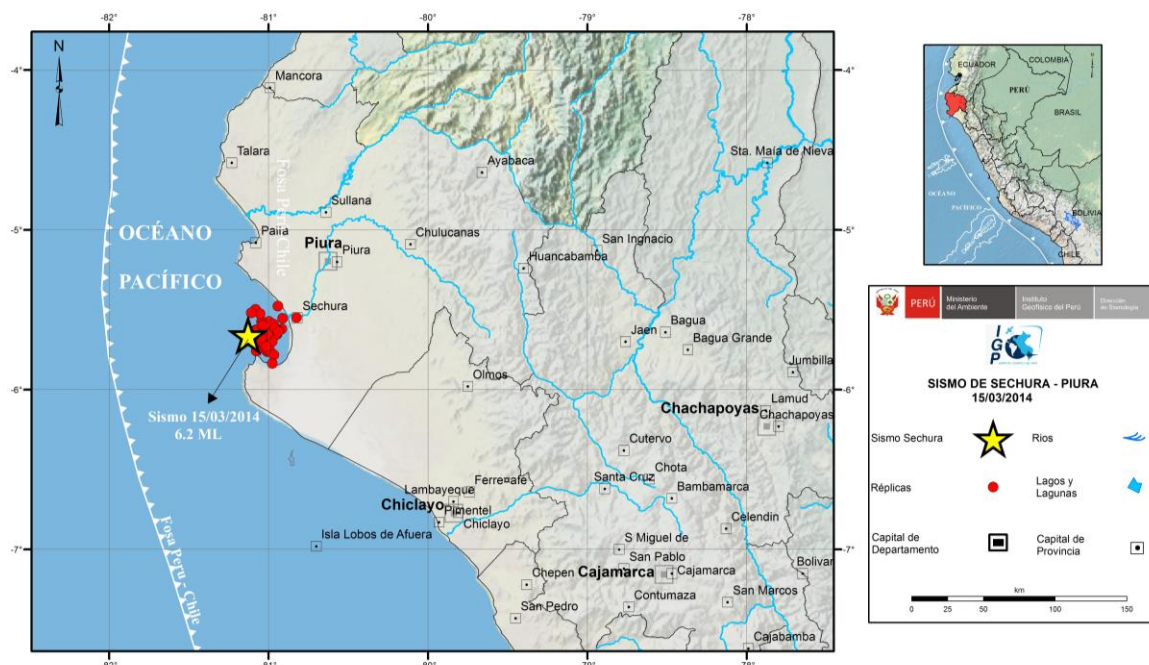


Figura 6.- Distribución espacial de las réplicas del sismo de Sechura del 15 de marzo de 2014.

2.4.- Orientación de la Fuente

La orientación para la fuente del sismo de Sechura del 15 de marzo fue obtenida de la base de datos de la USGS y CMT-Harvard (centroid moment tensor, Mwc). La solución corresponde a un mecanismo focal de tipo inverso con planos orientados en dirección NNE-SSO y ángulos de buzamiento de 39° y 55° respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1: Parámetros de la fuente sísmica del sismo de Sechura

Fuente		Azimut	Buzamiento	Ángulo Desliz.
USGS	P1	8°	63°	78°
	P2	212°	30°	111°
CMT-HARVARD	P1	207°	39°	113°
	P2	358°	55°	73°

En la Figura 7 se muestra la solución para el mecanismo focal, así como los correspondientes a sismos ocurridos en Perú entre los años 1970 y 2012 a profundidades menores a 60 km (sismos con magnitudes igual o mayor a 4.5Mw). Obsérvese que el mecanismo focal obtenido para el sismo de Sechura presenta similar orientación que otros sismos ocurridos en la misma región, lo que define que los proceso de ruptura obedecen a un patrón común, subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana.

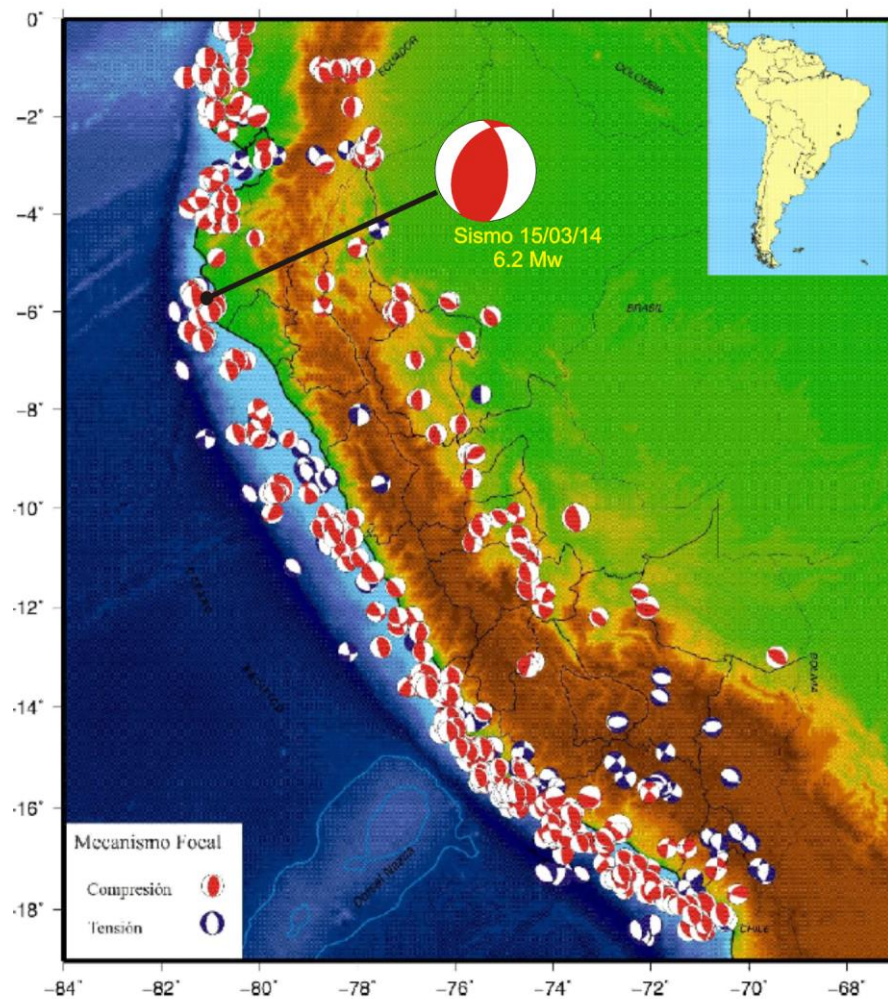


Figura 7- Mecanismo focal obtenido para el sismo de Sechura del 15 de marzo de 2014. La base de datos corresponde a sismos ocurridos entre 1970 y 2012, círculos rojos mecanismos por compresión, círculos azules, mecanismos por dilatación (Guardia y Tavera, 2012). Todos los eventos sísmicos son de foco superficial; es decir, a profundidades menores a 60 km.

2.5.- Momento Sísmico

Los parámetros de la fuente para el sismo de Sechura fueron estimados a partir de las características del espectro de amplitud el desplazamiento del suelo registrado en las componentes horizontales (BHN, BHE) de la estación de Ayacucho (AYA). Según la Figura 8, la parte plana del espectro (Ω) ha permitido estimar un momento sísmico del orden de $2.5E+25$ dina-cm, equivalente a una magnitud momento de 6.2 Mw. Utilizando la relación propuesta Madariaga (1977) y el valor de la frecuencia esquina (f_c), se obtiene un radio de ruptura de 30 km. El valor del M_0 , es similar al reportado por el USGS y CMT-Harvard a partir del Centroid Moment Tensor (Mwc).

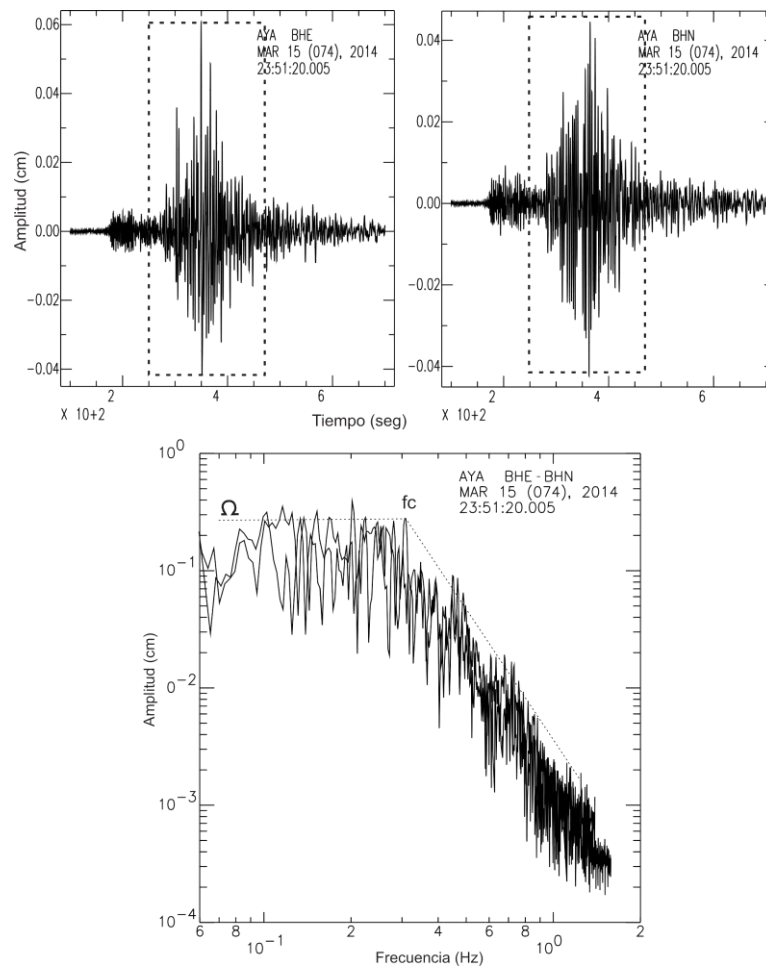


Figura 8- Registros del sismo de Sechura en las componentes horizontales de la estación Ayacucho (AYA) y espectro combinado del grupo de las indas S (indicado en el recuadro). El símbolo omega corresponde a la parte plana del espectro y f_c , la frecuencia esquina. AYA-BHN y BHE indica las componentes horizontales de registro.

4.- DISCUCION

El sismo de Sechura del 15 de marzo de 2014 presentó una magnitud de 6.2 Mw y su epicentro fue localizado a 38 km al Oeste de la localidad de Sechura (Piura), siendo el radio de percepción ($I=II$ MM) de aproximadamente 270 km, siendo la máxima intensidad de VI (MM) evaluada en las localidades de Sechura y Paita. Este sismo presento su foco a una profundidad de 38 km y tuvo su origen en el proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana.

El sismo presentó un proceso de ruptura típico de zonas de subducción; es decir, desplazamiento de las placas dentro de un mecanismo de fractura de falla inversa. Considerando que el epicentro del sismo fue ubicado cerca de la línea de costa dentro de la bahía de Sechura, el nivel de sacudimiento fue percibido con mayor intensidad en Sechura y Paita, las localidades más cercanas al epicentro. En estas localidades, el nivel de sacudimiento del suelo produjo daños leves en estructuras (fisuras en paredes), además del desplome de un gran volumen de superficie en la zona costera, específicamente en la playa Las Peñas. En la Universidad de Piura (UDP), se registró un nivel de aceleración de 24 gals, sin causar mayores daños (Bernal et al, 2014).

Según la historia sísmica de la región norte del Perú, es poco frecuente la ocurrencia de sismos de gran magnitud. Históricamente se reconoce al sismo de 1619 como el de mayor magnitud e intensidad que afecto a las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Piura. En los últimos 20 años, han ocurrido con mayor frecuencia sismo que no alcanzaron magnitudes mayores a 7.0 Mw; por lo tanto, no produjeron daños ni efectos de consideración. Sin embargo, en esta región como en toda la costa del Perú, la alta frecuencia de sismos la definen como de alto potencial sísmico.

BIBLIOGRAFIA

- Bernal, I. y Tavera, H (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- Bernal, I., Arredondo, L, Tavera, H. (2014): Aceleraciones máximas registras durante el sismo de Sechura del 15 de marzo, 2014. Informe Técnico, Dirección de Sismología, IGP.
- De Mets, C., Gordon, R., Aarhus, A., y Stein, S. (1980). Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- Dorbath, L., Cisternas, A. y Dorbath, C. (1990a). Assessment of the size of large and great historical earthquakes in Peru. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 80, 551-576.
- Guardia, P. y Tavera, H. (2012). Inferencias de la superficie de acoplamiento sísmico interplaca en el borde occidental del Perú. *Bol. Soc. GEol. Peru*, 106, 37-48.
- Madariaga, R. (1977) High frequency radiation from crack (stress drop) models of earthquake faulting. *Geophys. J. R. Aso. Soc.*, S1, 625-651.
- Norabuena, E., Dixon, T., Stein S. y Harrison, C. (1999). Decelerating Nazca_south America and Nazca-Pacific plate motions. *Geophys. Res. Lett.* 26, 3405-3408.
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. *Journal of Seismology*, 5, 519-540.

Instituto Geofísico del Perú

Dirección de Sismología

Calle Badajos 169 – Urb. Mayorazgo IV Etapa - Ate

Teléfono 3172300-140 Fax 3172309-141

Web: <http://www.igp.gob.pe>