



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
de Sismología



Sismo de Tacna del 14 de Mayo del 2012
(6.3 Mw)

ASPECTOS SISMOLOGICOS

Por:

Hernando Tavera
Julio Martinez
Patricia Guardia
Christian Flores

Informe Técnico N° 03-2012

Lima-Perú
Mayo, 2012

Dirección de Sismología

Tavera, Hernando

Agüero, Consuelo

Arredondo, Luz

Bernal, Isabel

Condori, Cristóbal

Delgado María

Fernández, Efraín

Flores, Christian

Guardia, Patricia

Martínez, Julio

Millones, José

Rodríguez, Simeón

Salas, Henry

Torres, Liliana

Torres, Estela

INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- SISMO DE TACNA DEL 14 DE MAYO DEL 2012

2.1- PARAMETROS HIPOCENTRALES

2.2.- INTENSIDADES

2.3.- ORIENTACION DE LA FUENTE

2.4.- MOMENTO SISMICO Y RADIO DE RUPTURA

3.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCION

El Perú se encuentra 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 es responsable de 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 Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año el Instituto Geofísico del Perú, registra y reporta un promedio de 150 sismos sensibles en el territorio peruano 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 ≥ 6.0 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).

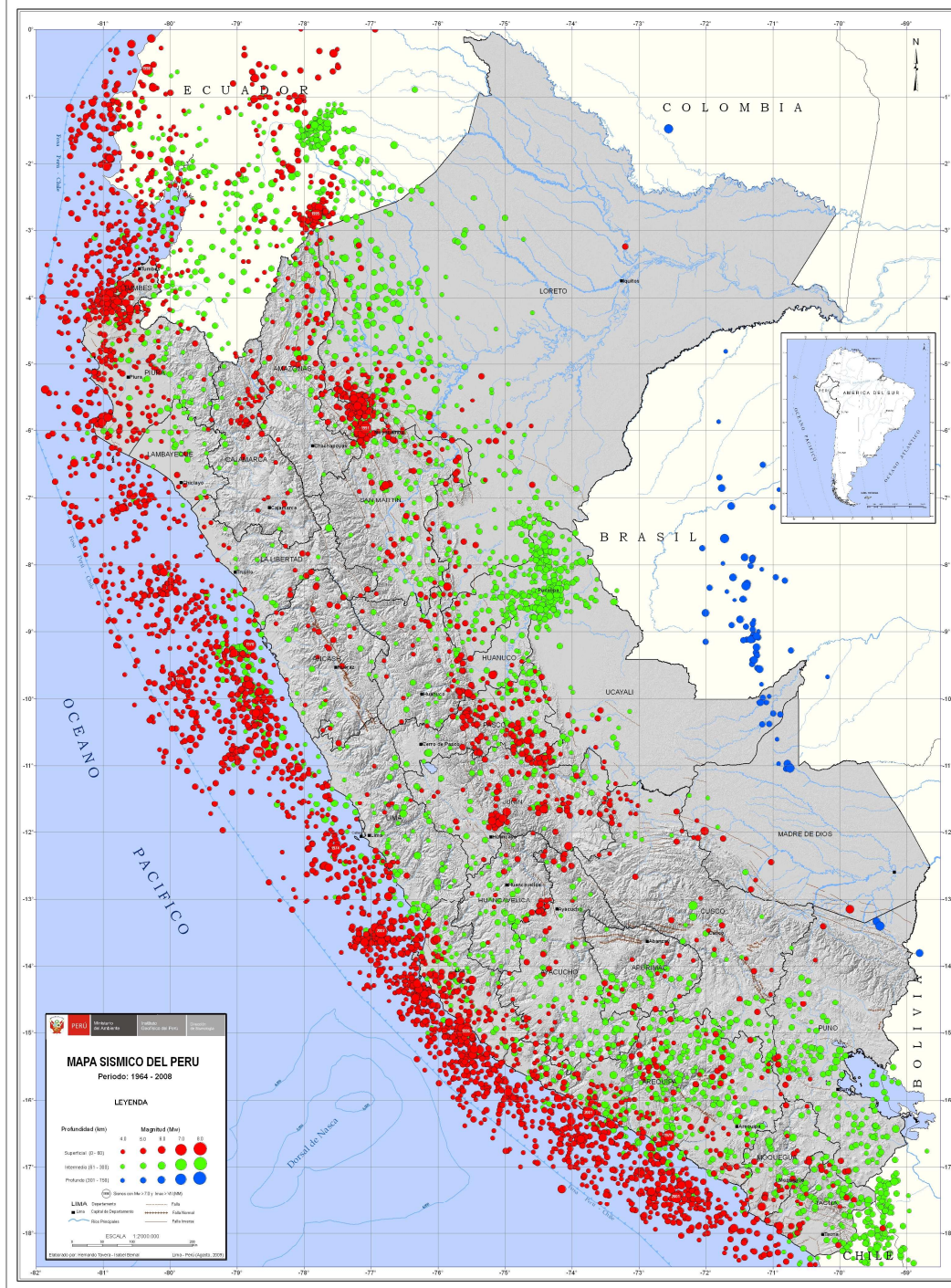


Figura 1.- Mapa Sismico del Perú para el periodo 1964 y 2008. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos.

En la región sur del Perú, el día 14 de mayo del 2012, ocurre un sismo de magnitud moderada (6.3 Mw) y epicentro ubicado a 21 km al SE de la ciudad de Tacna. El sismo ocurrió a una profundidad de 98 km (foco intermedio) y en general, presentó un área de percepción con radio del orden de 200 km ($I_{max}=II$), siendo mayor su intensidad en las ciudades de Tacna y Arica (Chile). En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, orientación de la fuente y su respectiva interpretación sismotectónica.

2.- SISMO DE TACNA DEL 14 DE MAYO DE 2012

2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo del 14 de Mayo del 2012 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 calculados son (Figura 2):

Tiempo Origen:	10h 00 min del día 14 de Mayo, 2012 (Hora Universal) 05h 00 min del día 14 de Mayo, 2012 (Hora Local)
Latitud Sur:	-18.0512°
Longitud Oeste:	-70.0611°
Profundidad:	98 km
Magnitud:	6.1 ML
Epicentro:	A 21 km al SE de la ciudad de Tacna
Intensidad Máxima:	VI (MM) en la ciudad de Tacna y Arica (Chile)
Momento Sísmico:	3.5 E+25 dina-cm
Magnitud Momento:	6.3 Mw (análisis espectral)

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo de Tacna junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región central del Perú entre los años 2000 al 2011 ($M > 4.5$). El epicentro del sismo se ubica en continente a escasos 21 km en dirección SE de la ciudad de Tacna. De acuerdo a la ubicación del epicentro, el sismo ocurrió en una zona con continua presencia de sismos de magnitud moderada y foco intermedio, todos con origen en la posible deformación interna de la placa de Nazca, presente por debajo del continente. En profundidad, el foco del sismo de Tacna 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 “normal”, tal como fue descrito por Stauder (1975), Cahill y Isacks (1991), Tavera y Buforn (2001).

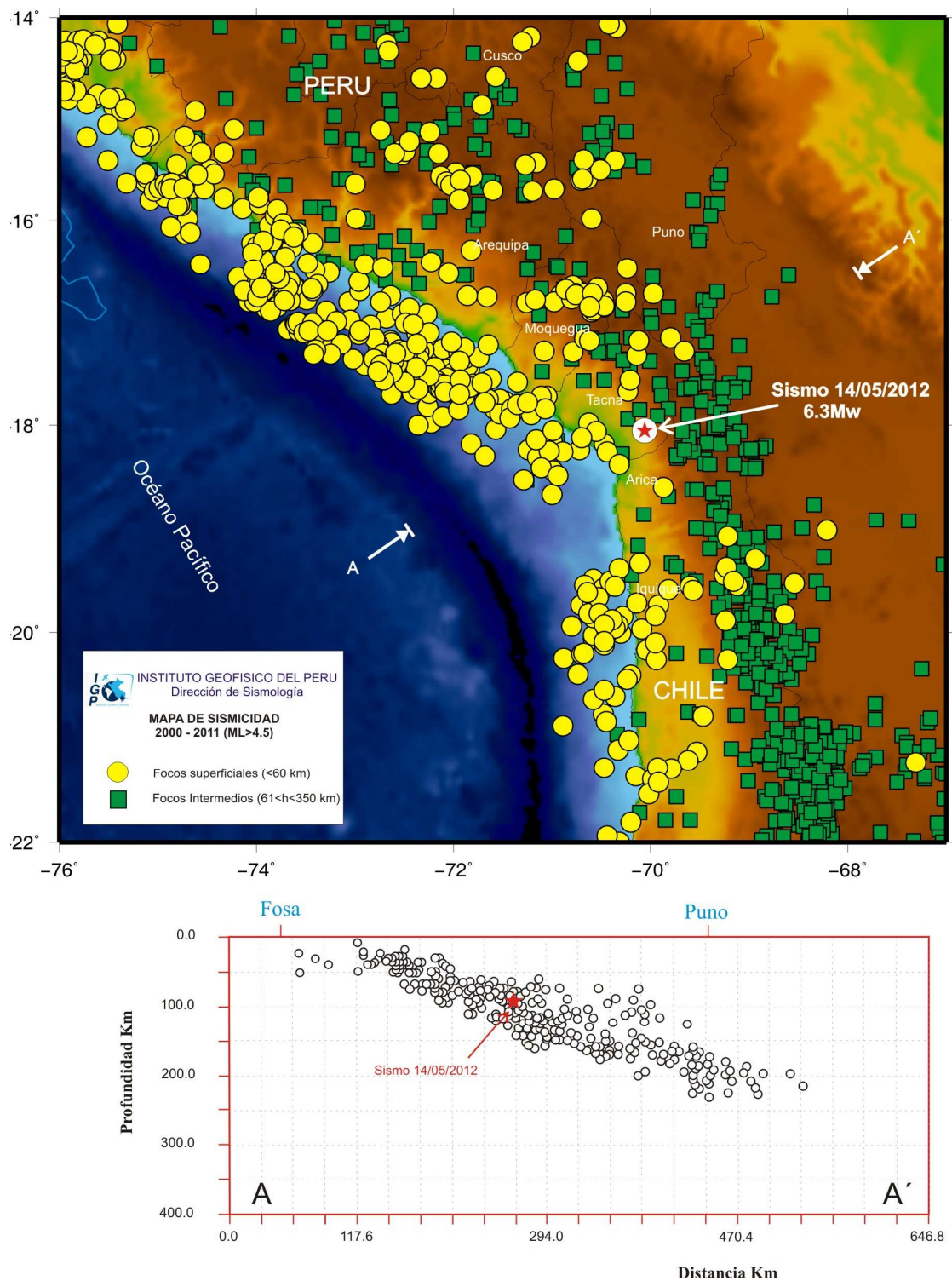


Figura 2.- Distribución espacial de la sismicidad en la región sur del Perú y norte de Chile. La profundidad de los sismos es indicado con el color de los símbolos. La estrella indica la ubicación del sismo de Tacna del 14 de mayo de 2012. En la sección vertical se muestra el hipocentro del sismo sobre la tendencia media de la sismicidad para la región de estudio.

2.2.- Intensidades

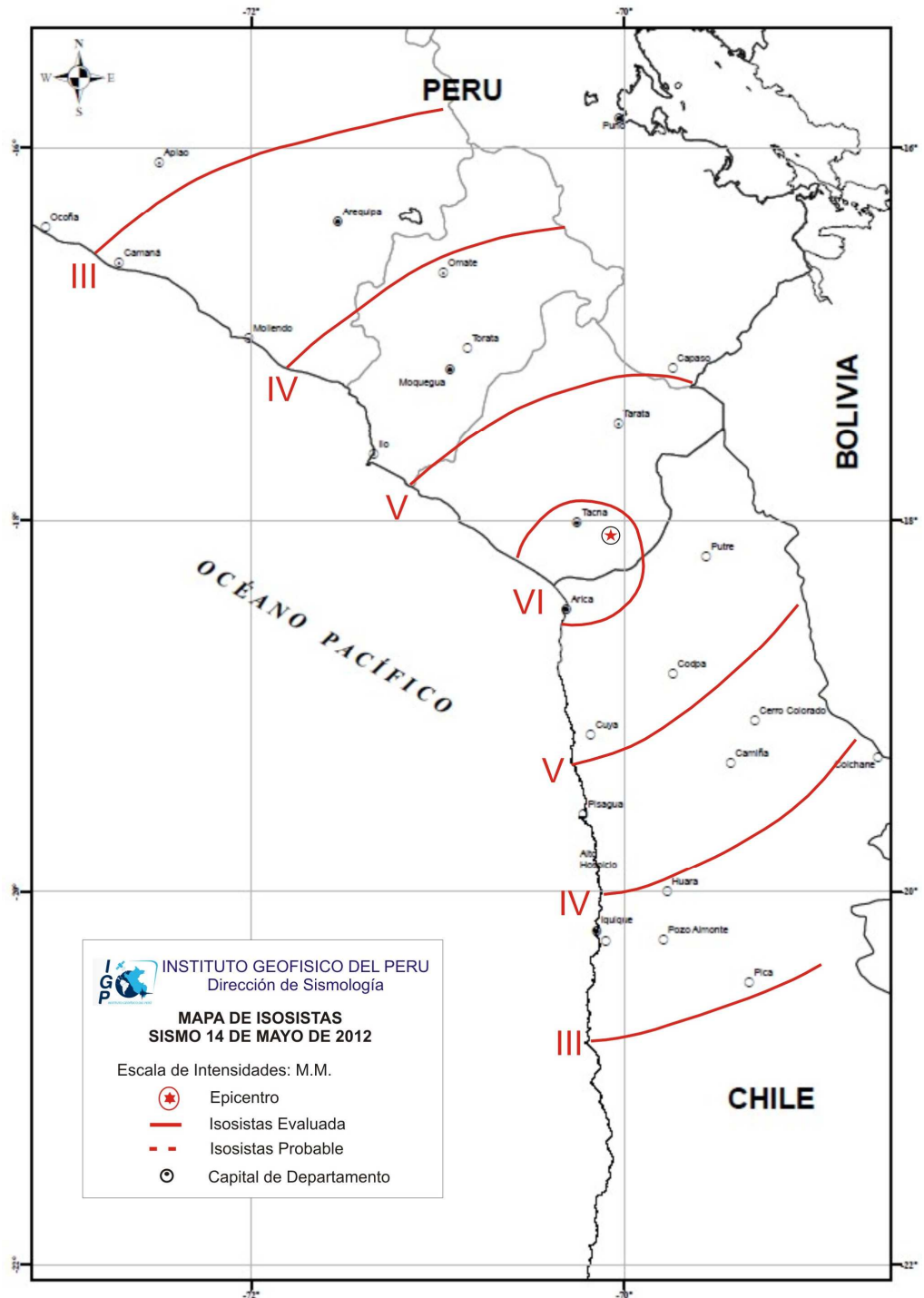
Ocurrido el sismo de Tacna, se procedió a realizar la evaluación de los efectos, daños y radio de percepción del mismo en todo el territorio peruano. Las evaluaciones fueron realizadas por el personal del Servicio Sismológico Nacional de la Dirección de Sismología del IGP mediante encuestas vía línea 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:

Ciudad de Tacna (Perú) y Arica (Chile): Sentido muy fuerte por todos y las personas salieron apresuradas a las calles (pánico total). Daños en las carreteras por desprendimientos de piedras de las zonas altas. Colapso de energía eléctrica. Ruptura de vidrios en colegios y edificios. En Tacna se contabilizó seis personas con heridas. En estas ciudades la intensidad evaluada fue de V-VI en la escala de Mercalli Modificada.

Localidades de Tarata y Locumba (Tacna-Perú), Putre y Cuya (chile): sentido muy fuerte y por un tiempo prolongado. Todas las personas salieron a las calles. En algunas viviendas de Tacna se observaron grietas en los marcos de las ventanas. En estas localidades, la intensidad evaluada fue de V (MM).

El sismo de Tacna fue perceptible hasta distancias del orden de 200 km con intensidades del orden de III (MM), tal como ocurrió en las ciudades de Arequipa y Camaná (Perú), e Iquique (Chile).

Los valores de intensidades para las localidades de Chile fueron tomados del reporte de la ONEMI-DIREMER, región de Arica y Parinacota, y región Tarapacá.



2.3.- Orientación de la Fuente

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Ica del 14 de mayo corresponde a la reportada por el USGS a partir de la inversión del tensor de momento (Figura 4). El sismo de Tacna presenta un mecanismo focal de tipo normal con componente de desgarre y planos nodales orientados en dirección NO-SE y SO-NE. El eje de compresión (P) se orienta en dirección SO con un ángulo de 46° y el eje de tensión (T), en dirección NE y ángulo de 39° . El mecanismo de la fuente indica el desarrollo de un proceso de ruptura por extensión con el posible plano de falla casi vertical (buzamiento de 86°) en dirección NE. Este tipo de mecanismo es coherente con el tipo de deformación que se produce en el interior de la placa subducente.

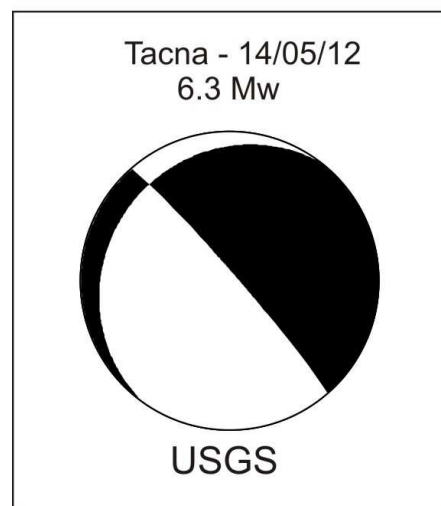


Figura 4- Mecanismo focal obtenido para el sismo de Ica del 14 de mayo de 2012. La solución corresponde a un proceso de ruptura de tipo extensional con una importante componente de desgarre.

2.4.- Momento Sísmico y Radio de Ruptura

Los parámetros de la fuente para el sismo de Tacna del 14 de mayo de 2012 fueron estimados a partir de las características del espectro de amplitud el desplazamiento del suelo registrado en la estación de Ayacucho (AYA). Según la Figura 5, la parte plana del espectro ha permitido estimar un momento sísmico del orden de $3.5E+25$ dina-cm, equivalente a una

magnitud momento de 6.3Mw. Utilizando la relación propuesta Brune (1970) y el valor de la frecuencia esquina (f_c), se obtiene un radio de ruptura de 4.2 km. El valor del M_0 , es similar al reportado por el USGS y Universidad de Harvard, ambos a partir del Tensor de Momento, CMT.

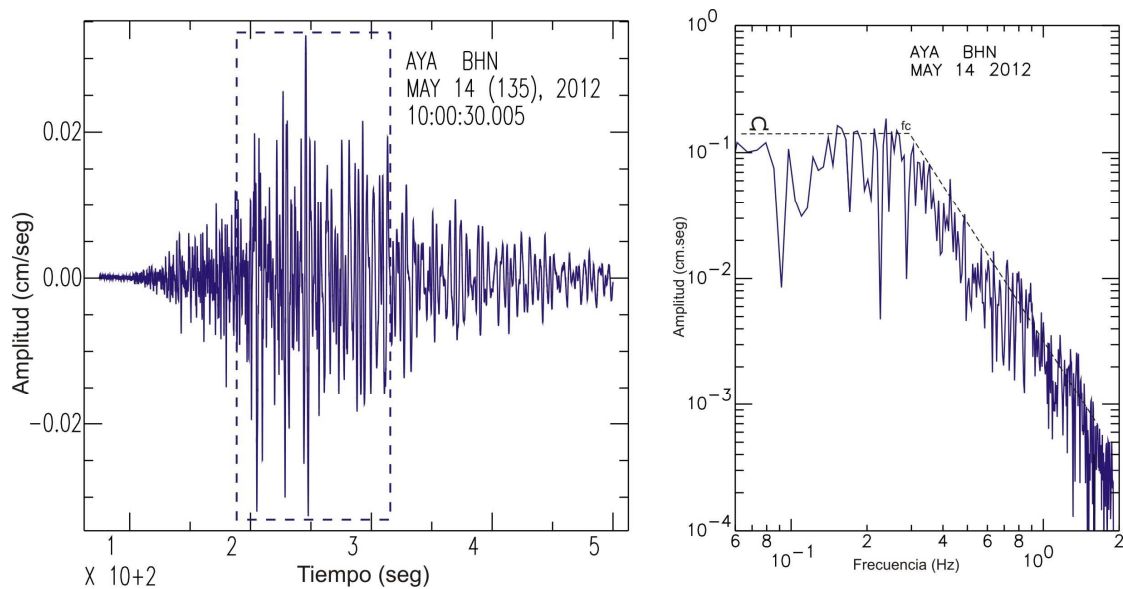


Figura 5- Registro sísmico de la estación Ayacucho (AYA) y espectro correspondiente al sismo de Tacna del 14 de mayo de 2012. El símbolo omega corresponde a la parte plana del espectro y f_c , la frecuencia esquina. AYA-BHN indica la componente de registro norte-sur.

5.- CONCLUSIONES

El sismo de Tacna del 14 de mayo de 2012 presentó una magnitud de 6.3 Mw y su epicentro fue localizado a 21 km al SE de la ciudad de Tacna (Figura 6). El radio de percepción ($I_{max}=III$ MM) fue de aproximadamente 200 km, siendo la máxima intensidad de VI (MM) evaluada en la ciudades de Tacna (Perú) y Arica (Chile).

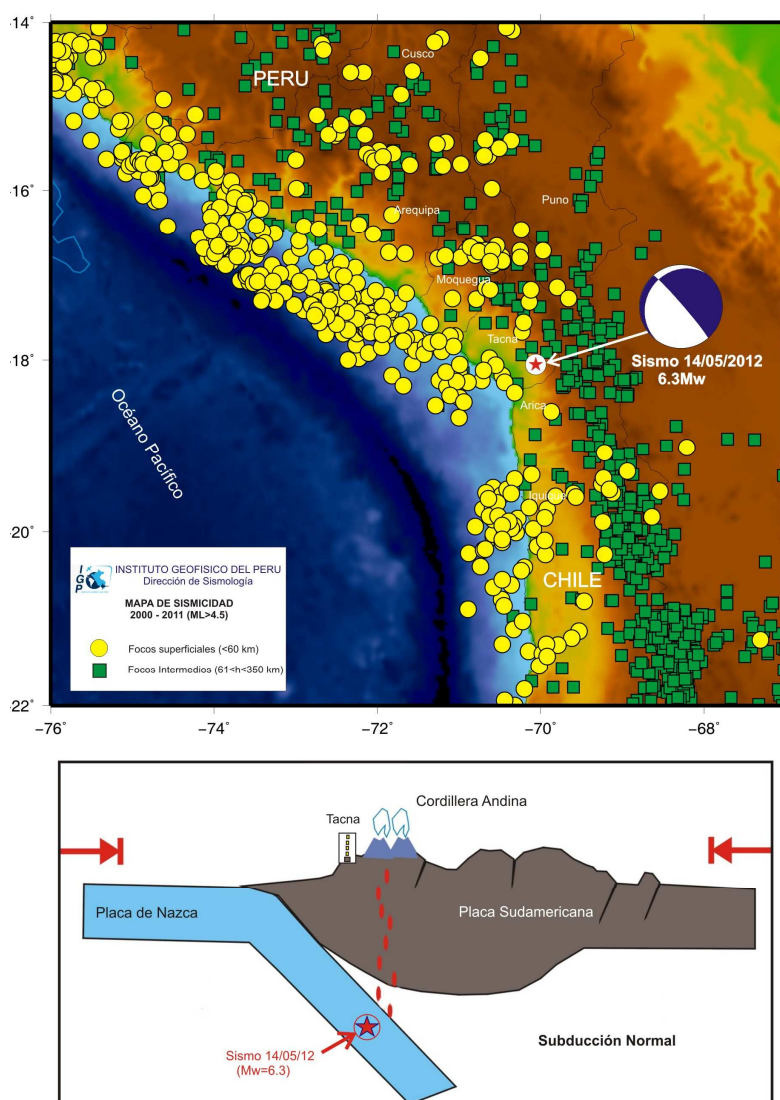


Figura 6- Distribución espacial de la sismicidad en las regiones sur de Perú y norte de Chile, y mecanismo focal del sismo de Tacna. En la parte inferior se muestra el esquema típico de una subducción normal y la ubicación del foco del sismo de Tacna.

Este sismo tuvo su origen en la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera de los Andes y dentro del proceso de subducción del tipo normal; es decir, proceso mediante el cual, la placa oceánica se introduce por debajo del continente con un ángulo constante (28° - 30°) hasta profundidades de 300 km. El mecanismo focal sugiere el desarrollo de deformación por extensión sobre un plano de falla prácticamente vertical con orientación en dirección NO-SE.

BIBLIOGRAFIA

- Bernal, I. y Tavera, H (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- Brune, J. (1970). Tectonics strain and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. J. *Geophys. Res.* 75, 4997-5009
- 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.
- Fukao, Y. (1972). Source process of a large deep-focus earthquake and its tectonic implications – The western Brazil earthquake of 1963. *PEPI*, 5, 61-76.
- Furumoto, M. (1977) Spatio-temporal history of the deep Colombia earthquake of 1970. *PEPI*, 15, 1-12.
- Moncca, G. (2010). Calculo del momento sísmico mediante la función temporal de la fuente sísmica y su aplicación a sismos profundos de Perú. Tesis Ingeniero, U.N. San Agustín de Arequipa, 120 p.
- 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.
- Schneider, et al. (1988). Spatial distribution and B value of intermediate depth earthquake beneath Central Peru, *Geophys. Res. Lett.* 15, 1421-1424
- 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>