



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú

Dirección  
de Sismología



Sismo de Tacna del 5 de Mayo de 2010 (6.5 ML)  
Región Sur del Perú

Por:

Hernando Tavera  
Juan Carlos Villegas

Informe Técnico N° 03-2010

Lima-Perú  
Mayo, 2010



## **Dirección de Sismología - CNDG**

Hernando Tavera (Director)

Isabel Bernal

Efrain Fernandez

Juan Carlos Villegas

Henry Salas

Consuelo Aguero

Simeón Rodriguez

Liliana Torres

Luz Arredondo

Sheila Yauri

Patricia Guardia

Bhila Herrera

Christian Flores

Estela Torres

## INDICE

### 1.- INTRODUCCION

### 2.- EL SISMO DE TACNA DEL 5 DE MAYO DE 2010

#### 2.1- PARAMETROS HIPOCENTRALES

#### 2.2.- INTENSIDADES

#### 2.3.- REPLICAS

#### 2.4.- ORIENTACION DE LA FUENTE

#### 2.5.- PARAMETROS DE LA FUENTE

### 3.- CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFIA



## 1.- INTRODUCCION

Es conocido que la actividad sísmica presente en el Perú es debida al proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, el mismo que se produce con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso es responsable de la ocurrencia de los sismos de mayor magnitud que se hayan producido frente a la línea de costa (Dorbath et al, 1990a; Tavera y Buforn, 2001), todos asociados al contacto sismogénico interplaca. Estos sismos son muy frecuentes en el tiempo y en un año es posible registrar la ocurrencia de hasta 80 sismos con magnitudes  $m_b \geq 4.5$  y en general, todos son sentidos en las localidades cercanas al epicentro con intensidades mínimas de III-IV (MM). Los sismos con magnitud mayor a  $M > 7$ , son menos frecuentes en el tiempo y cuando ocurren producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como ocurrió 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 ( $M_w=7.9$ ). En el interior del continente y a mayores niveles de profundidad por debajo de los andes, la frecuencia de sismos es menor y son pocos aquellos que son percibidos en superficie.

El día 5 de Mayo del 2010, ocurre un sismo de magnitud moderada (6.5 ML) en la región sur del Perú con epicentro a 97 km al OSO de la ciudad de Tacna. Este sismo presento su foco a una profundidad de 36 km y tuvo su origen en el proceso de fricción que se desarrolla entre las placas de Nazca y Sudamericana. En general, el sismo presento un área de percepción con radio del orden de 250 km ( $I_{max}=III$  (MM)), siendo mayor su intensidad entorno a las ciudades y/o localidades de Tacna, Ilo y Arica en Chile. En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, orientación de la fuente y su interpretación sismotectónica.

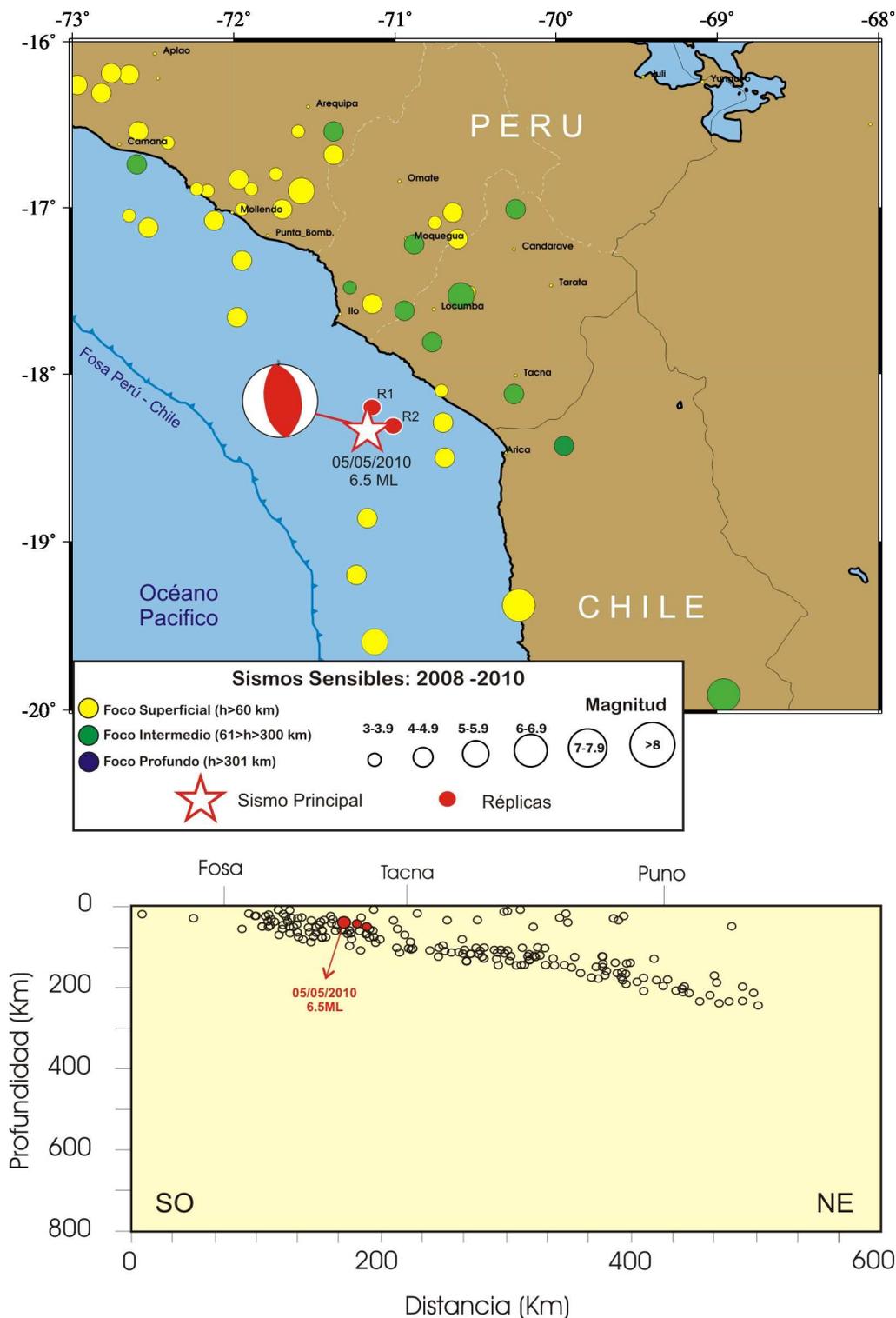
## **2.- EI SISMO DE TACNA DEL 5 DE MAYO DE 2010**

### **2.1.- Parámetros hipocentrales**

Los parámetros hipocentrales del sismo del 5 de Mayo del 2010 fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional y sus valores son (Figura 1):

Tiempo Origen:	02h 42min (Hora Universal) 21h 42min (Hora Local)
Latitud Sur:	-18.34°
Longitud Oeste:	-71.17°
Profundidad:	36 km
Magnitud:	6.5 ML
Epicentro:	A 97 km en OSO de la ciudad de Tacna
Intensidad Máxima:	V en la escala de Mercalli Modificada en Tacna
Momento Sísmico:	2.5E+25 dina-cm
Magnitud Momento:	6.4 Mw

En la Figura 1 se presenta el epicentro del sismo de Tacna junto a los epicentros correspondientes a los sismos sensibles ocurridos en la región sur durante los años 2008 al 2010. Por el tamaño de los círculos y profundidad de los focos, se puede observar que en los alrededores del epicentro, solo se han producido sismos con magnitudes menores a 5ML, estando los de mayor magnitud en la región norte de Chile. En la misma figura se observa que la profundidad estimada para el sismo de Tacna es coherente con el patrón de sismicidad observado para la región sur del Perú.



**Figura 1.-** Distribución espacial de la sismicidad entorno al área epicentral del sismo de Tacna del 5 de Mayo de 2010 (estrella). La esfera indica el mecanismo focal correspondiente a un proceso de ruptura de tipo inverso. R1 y R2 indican los epicentros de las réplicas. En la sección vertical se muestra el hipocentro del sismo sobre la tendencia media de la sismicidad para la región sur del Perú.

## **2.2.- Intensidades**

Ocurrido el sismo del 5 de Mayo de 2010, se procedió a realizar las evaluaciones de los efectos, daños y radio de percepción del sismo en toda la región sur del Perú. Estas evaluaciones fueron realizadas por el personal del Servicio Sismológico del IGP mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de las localidades mayores de cada departamento y la información obtenida fue interpretada utilizando la escala de Mercalli Modificada (Figura 2). La descripción más resaltante se detalla a continuación:

*Ciudades de Tacna e Ilo (Perú) y Arica (Chile):* Sentido fuerte por todos, muchas personas salieron apresuradas a las calles produciéndose daños físicos leves (contusiones en piernas, brazos y Cabeza). Caída de cables eléctricos produciendo apagón parcial por varias horas. En el interior de las viviendas cayeron objetos de estantes y libreros. Daños en el interior de viviendas/colegios con la formación de fisuras en paredes, pisos y techos.

*Ciudad de Moquegua y localidades de Tarata, Toquepala y Mollendo:* Sentido fuerte por personas que se encontraban en viviendas, algunas de ellas salieron a las calles. En el interior de las viviendas se movieron varios objetos. Se produjo apagón general en algunas localidades.

*Ciudades y Localidades de Arequipa, Candarave, Carumas, Omate y Camana:* Sentido leve por personas que se encontraban en viviendas, aún así varias de ellas salieron a las calles. En Candarave se produjo apagón general.

El radio de mayor percepción del sismo estuvo entorno a las ciudades de Tacna-Ilo (Perú) y Arica (Chile) con una intensidad de V (MM).

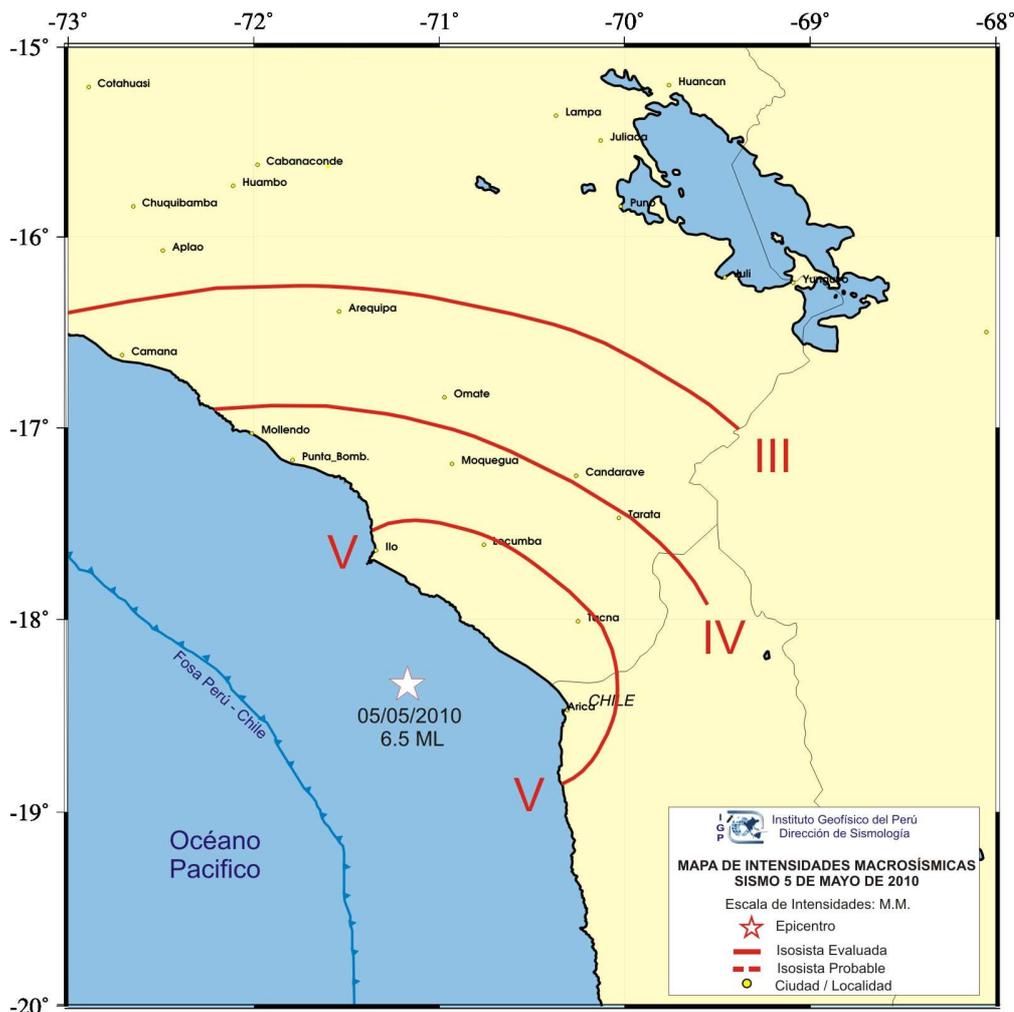


Figura 2.- Mapa de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo del 5 de Mayo de 2010. La estrella indica la ubicación del epicentro del sismo.

### 2.3.- Réplicas

El sismo de Tacna fue seguido por dos réplicas con magnitudes de 4.4 y 4.3 ML y epicentros ubicados entorno al sismo principal, tal como se observa en la Figura 1 (círculos rojos). Estas réplicas ocurrieron a profundidades de 38 y 45 km. Sus parámetros hipocentrales se presentan en la Tabla 1.

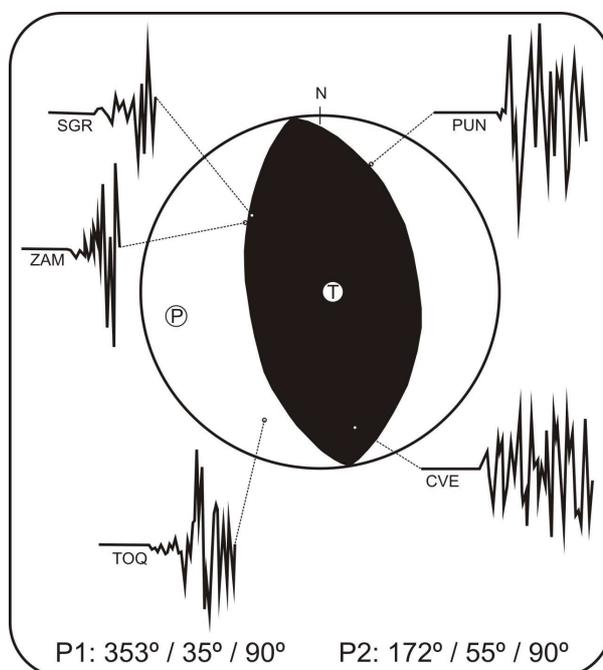
Tabla 1. Parámetros hipocentrales de las réplicas del sismo de Tacna. R1y R2, ver Figura 2.

	Tiempo	Latitud	Longitud	Prof.	Mag
R1	02:58:06.7	-18.24°	-71.17°	38	4.4
R2	06:32:27.5	-18.32°	-71.10°	45	4.3

## 2.4.- Orientación de la Fuente

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Tacna del 5 de Mayo fue obtenida a partir de los primeros movimientos de la onda P registrado en las estaciones de la Red Sísmica Nacional a cargo del Instituto Geofísico del Perú y su solución se presenta en la Figura 3. El sismo de Tacna presenta un mecanismo focal de tipo inverso con planos orientados en dirección NNO-SSE y eje de extensión (T) casi vertical. El mecanismo de la fuente indica el desarrollo de un proceso de ruptura por comprensión, coherente con el tipo de deformación que se produce sobre la superficie de fricción de las planas de Nazca y Sudamericana. En la solución de la Figura 3 se incluye las formas de onda de algunas estaciones sísmicas, las mismas que permitieron fijar la orientación de los planos nodales.

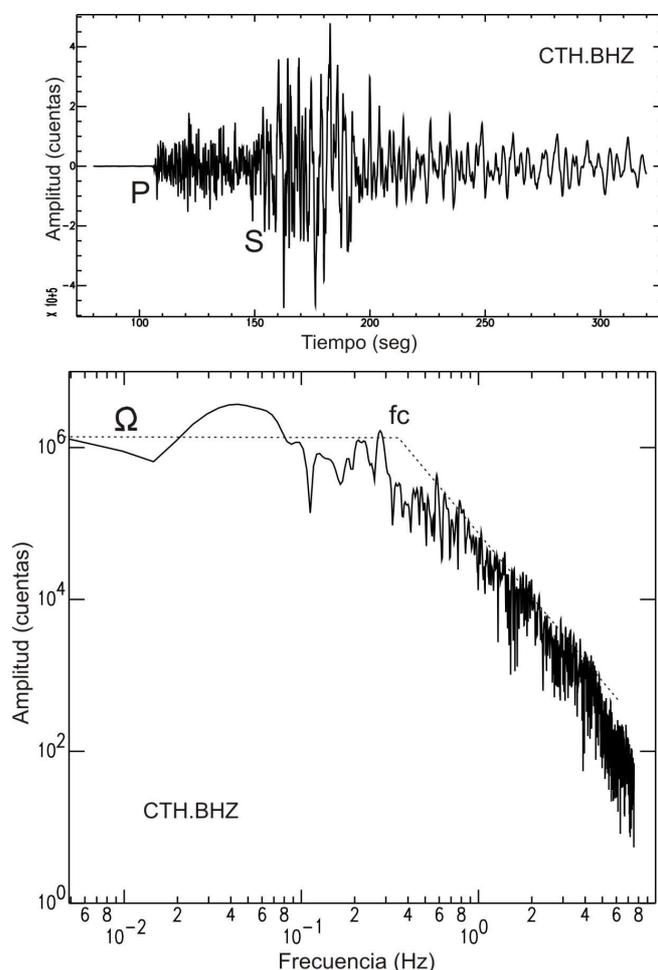
La solución obtenida es similar a la propuesta por el USGS a partir del método de tensor momento (Centroid Moment Tensor).



**Figura 3.-** Mecanismo focal obtenido para el sismo del 5 de Mayo de 2010. Se incluye las formas de onda de cinco estaciones sísmicas cuya información permitió ajustar la orientación de los planos nodales. P1 y P2 indican los valores de azimut, buzamiento e inclinación de los planos nodales.

## 2.5.- Parámetros de la Fuente

Los parámetros de la fuente para el sismo de Tacna del 5 de Mayo del 2010 fueron estimados a partir de las características del espectro de amplitud del desplazamiento del suelo registrado en la estación de Cotahuasi (CTH). Según la Figura 4, la parte plana del espectro permite estimar un momento sísmico del orden de  $2.5E+25$  dina-cm. Utilizando las relaciones propuestas por Kanamori (1977) y Brune (1980), se obtiene una magnitud momento de 6.4Mw y un radio de fractura de 27 km.



**Figura 4.-** Registro sísmico en velocidad del sismo de Tacna del 5 Mayo 2010 en la estación CTH (Cotahuasi) y espectro de amplitud del desplazamiento del suelo.  $\Omega$  es la parte plana del espectro y  $f_c$ , la frecuencia esquina.

### **3.- CONCLUSIONES**

El sismo del 5 de Mayo de 2010 presentó una magnitud moderada (6.5 ML) y su epicentro fue localizado a 97 km al OSO de la ciudad de Tacna. El radio de percepción ( $I_{max}=III$  MM) fue de 250 km entorno a la ciudad de Tacna. Este sismo presento su foco a una profundidad de 36 km y tuvo su origen en la superficie de fricción existente entre las placas de Nazca y Sudamericana.

El mecanismo focal corresponde a un proceso de ruptura por compresión con planos nodales orientados en dirección NNO-SSE, coherente con el tipo de deformación que se desarrolla en la superficie de fricción de placas.

El sismo de Tacna produjo, al menos, dos replicas con magnitudes de 4.3 y 4.4 ML que no fueron sensibles en superficie.

El momento sísmico estimado fue de  $2.5E+25$  dina-cm equivalente a una magnitud momento de 6.5Mw. Estos valores son similares a los reportados por las agencias internacionales.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 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.
- 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

Apartado 3747 - Lima 100 Perú

Teléfono 317-2300 Anexo 140 Fax 317-2309

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