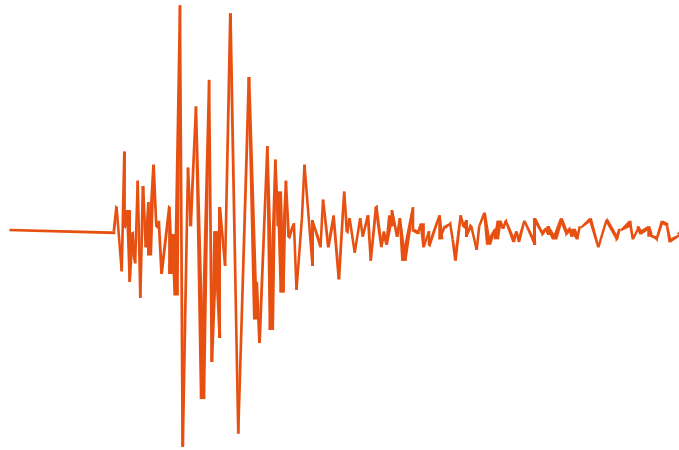




INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

Dirección de Sismología



Sismo de Ancash del 3 de Enero de 2010 (5.7ML)  
Región Central del Perú

Hernando Tavera  
Isabel Bernal  
Liliana Torres

Lima-Perú  
Enero, 2010

## INDICE

### 1.- INTRODUCCION

### 2.- EL SISMO DE ANCASH DEL 3 DE ENERO DE 2010

#### 2.1- PARAMETROS HIPOCENTRALES

#### 2.2.- INTENSIDADES

#### 2.3.- ORIENTACION DE LA FUENTE

#### 2.4.- PARAMETROS DE LA FUENTE

#### 2.5.- ACELERACIONES EN ANCON

### 3.- CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFIA

## **1.- INTRODUCCION**

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 a la línea de costa y al epicentro con intensidades mínimas de III-IV (MM). Los sismos de mayor magnitud ( $M > 7.0$ ) han tenido origen directamente en el proceso de convergencia de placas produciendo importantes daños en áreas relativamente muy grandes como el ocurrido en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ( $M_w = 8.2$ ) y el de Pisco del 15 de Agosto de 2007 ( $M_w = 7.9$ ). Aunque menos frecuentes pero también importantes son aquellos sismos que tiene su origen en la deformación interna de la placa de Nazca por debajo del continente, estos sismos presentan profundidades del orden de 100 km y que al sobrepasar la magnitud de 5.5ML remecan la base interna de la corteza permitiendo que el área de percepción sea extensa.

El día 3 de Enero de 2010, ocurre un sismo de magnitud moderada (5.7 ML) en la región Central Perú y su epicentro fue ubicado a 75 km al NNO de la ciudad de Huaraz. Este sismo presento su foco a una profundidad de 100 km y tuvo su origen en la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la Cordillera Andina. El sismo produjo un área de percepción del orden de 250 km, siendo mayor su intensidad entorno a la ciudad de Caraz-Ancash. En este informe se presenta y discute los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, aceleraciones máximas, además de su interpretación sismotectónica.

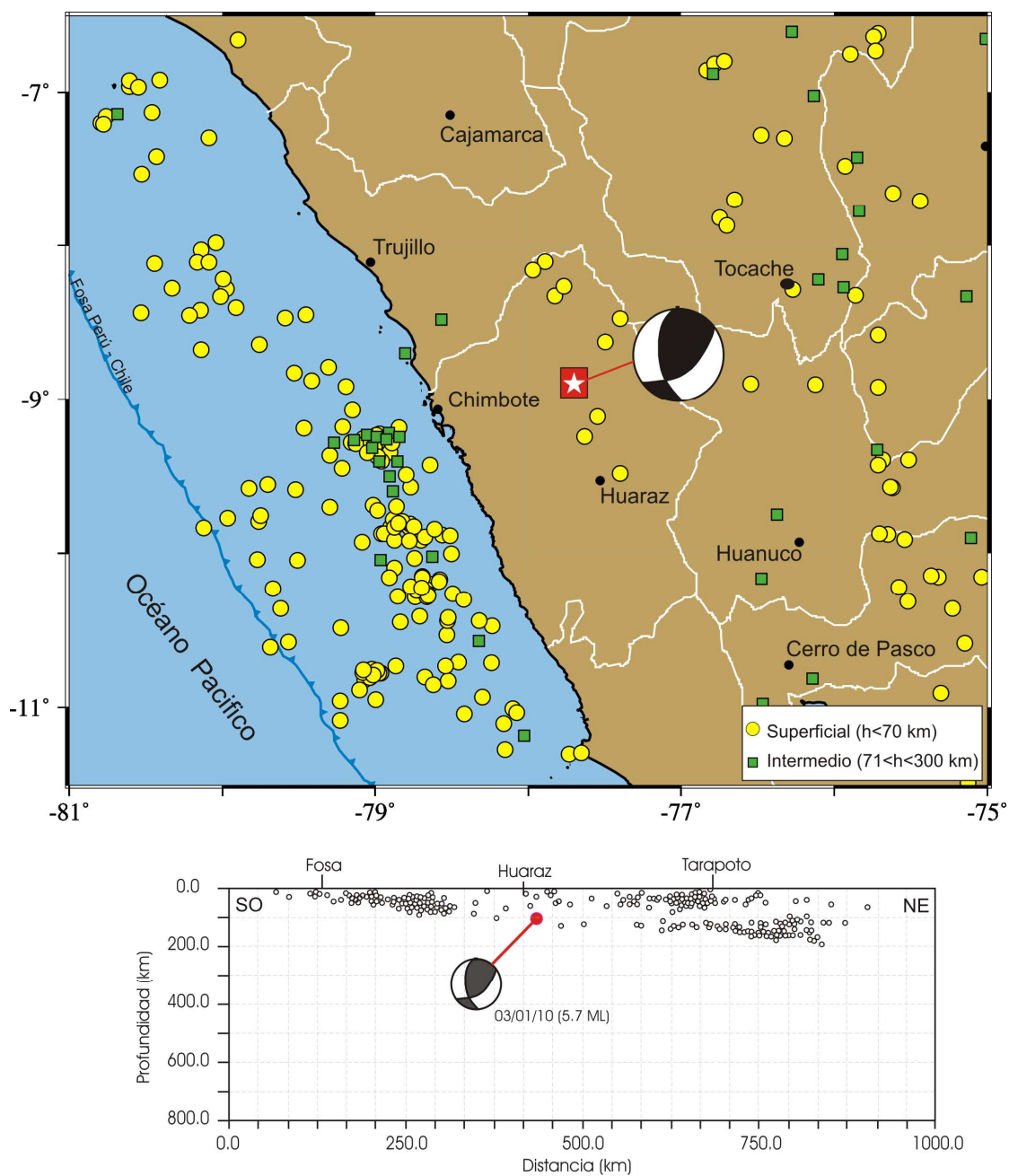
## **2.- EI SISMO DE ANCASH DEL 3 DE ENERO DE 2010**

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

Los parámetros de los sismos del 3 de Enero del 2010 fueron obtenidos utilizando información de las estaciones sísmicas de la Red Sísmica Nacional distribuidas en la región central del Perú. Los parámetros hipocentrales del sismo son (Figura 1):

Tiempo Origen:	20h 39m 12.26 seg. (Hora Universal) 15h 39m 12.26 seg. (Hora Local)
Latitud Sur:	-8.87°
Longitud Oeste:	-77.69°
Profundidad:	105 km
Magnitud:	5.7 ML; 5.7Mw
Epicentro:	A 75 km en NNO de la ciudad de Huaraz
Intensidad Máxima:	IV en la escala de Mercalli Modificada en Huaraz
Momento Sísmico:	4.5E+24 dina-cm
Magnitud Momento:	5.7 Mw

En la Figura 1 se presenta la ubicación epicentral del sismo de Ancash con magnitud de 5.7ML y epicentro ubicado a 75 km al NNO de la ciudad de Huaraz. Este evento produjo intensidades de IV (MM) en las ciudades de Huaraz, Trujillo y localidades de Caraz, Yungay, Casma y Chimbote. En la misma figura se observa que la profundidad estimada para el sismo es coherente con el patrón de sismicidad observado para la región central de Perú.



**Figura 1.-** Distribución espacial de la sismicidad entorno al área epicentral del sismo de Ancash del 3 de Enero de 2010 indicado con una estrella (foco intermedio,  $M > 4.0$ ). La esfera indica el mecanismo focal correspondiente a un proceso de ruptura de tipo inverso. En la sección vertical se muestra los hipocentros sobre la tendencia media de la sismicidad en la misma región.

## **2.2.- Intensidades**

Después de ocurrido el sismo del 3 de Enero de 2010, se procedió a realizar las evaluaciones de los efectos y daños causados por el sismo en los departamentos de Ancash, Lima, La Libertad, Huanuco, Pasco, Cajamarca, Lambayeque, San Martín, Junín e Ica. Estas evaluaciones fueron hechas por el personal del Servicio Sismológico del IGP (SS-DIRSIS) 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 de los daños y efectos se describe a continuación:

*Ciudades de Huaraz, Trujillo y localidades de Chimbote y Caraz:* Sentido fuerte por todos, algunas personas entraron en pánico y salieron a la calle. Las personas indican haber sentido dos movimientos, siendo el segundo mayor en cuanto a intensidad y duración de percepción. No se reportaron daños en viviendas ni en el entorno geomorfológico.

*Ciudades de Lima y Chiclayo:* Sentido fuerte por personas que se encontraban en viviendas y edificios con mas de un piso. Algunas personas que se encontraban en reposo al percibir el sismo salieron a las calles.

El radio de mayor percepción del sismo estuvo entorno a la localidad de Caraz y fue del orden de 100 km evaluándose intensidades de IV (MM). El sismo fue sentido leve (II-III, MM)) en la ciudad de Lima por el Sur, Chiclayo por el norte y Tocache-San Martín en la zona andina y subandina.

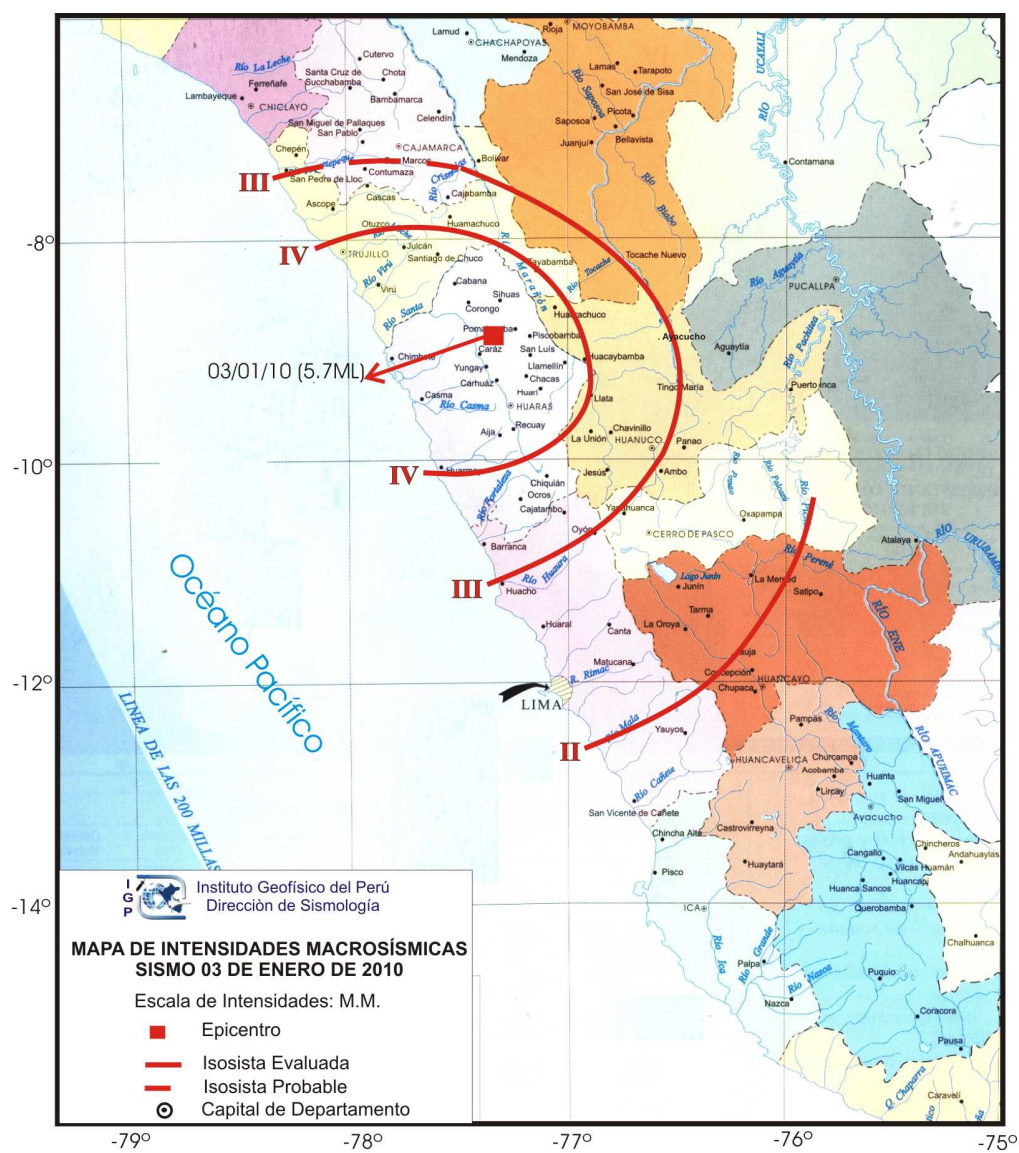
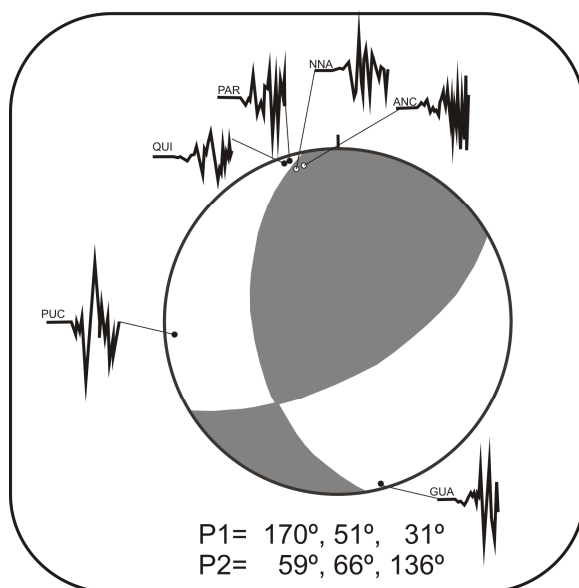


Figura 2.- Mapa de intensidades en la escala Meralli Modificada del sismo del 3 de Enero de 2010. El cuadrado (sismo de foco intermedio) indica el epicentro del sismo.

### 2.3.- Orientación de la Fuente

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Ancash del 3 de Enero 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; la misma que fue correlacionada con el reportado por el NEIC-USGS.

En la Figura 3 se presenta el mecanismo focal para el sismo, siendo este de tipo inverso con planos nodales orientado en dirección NE-SO y eje de presión orientado en dirección NO-SE. Esta solución para el mecanismo de la fuente indicaría que el proceso de ruptura se desarrollo por compresión, contrario a lo que frecuentemente se conoce para niveles de profundidad intermedia; es decir, procesos de deformación por extensión. En la Figura 3, se presenta el mecanismo focal más algunos registros correspondientes a señales de estaciones ubicadas cerca de los planos nodales y cuyas polaridades confirman la solución obtenida.

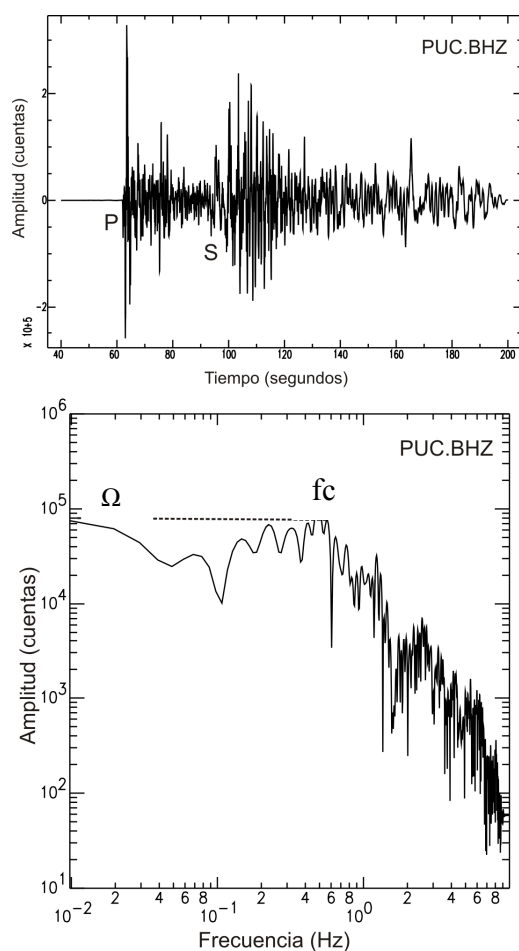


**Figura 3.-** Mecanismo focal obtenido para el sismo del 3 de Enero de 2010. Se incluye registros de algunas estaciones de la red sísmica nacional y los valores de azimut, buzamiento e inclinación de los planos nodales.



## 2.4.- Parámetros de la Fuente

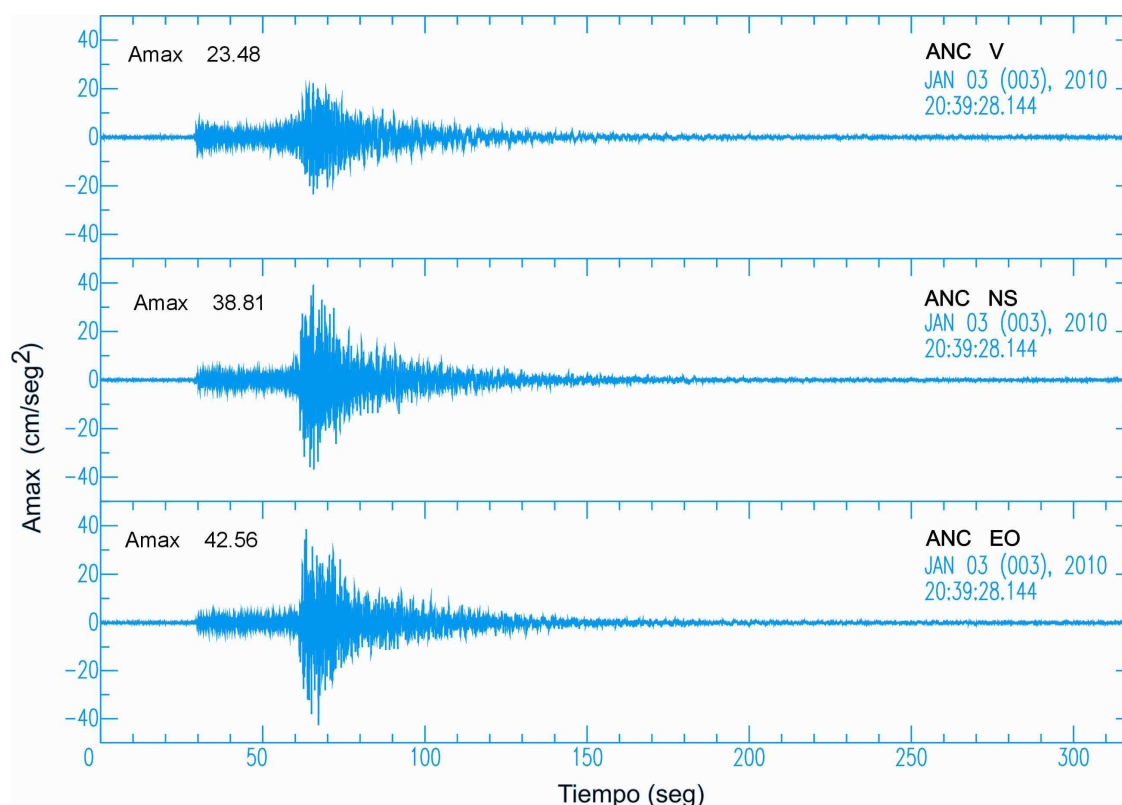
Los parámetros de la fuente para el sismo de Ancash del 3 de Enero del 2010 fueron estimados a partir de las características del espectro de amplitud del desplazamiento del suelo registrado en la estación de Pucallpa (PUC). Según la Figura 4, la parte plana del espectro permite estimar un momento sísmico del orden de  $4.5E+24$  dina-cm. Utilizando las relaciones propuestas por Kanamori (1977) y Brune (1980), se obtiene una magnitud momento de 5.7Mw y un radio de fractura de 5 km.



**Figura 4.-** Registro sísmico en velocidad del sismo de Ancash del 3 de Enero 2010 en la estación PUC y espectro de amplitud del desplazamiento del suelo (onda P).  $\Omega$  es la parte plana del espectro y  $f_c$ , la frecuencia esquina.

## 2.5.- Aceleraciones en Ancon

La estación acelerométrica, de acceso directo, cercana a la zona epicentral es la que se encuentra en la localidad de Ancon (al norte de la ciudad de Lima). Las aceleraciones máximas registradas en esta localidad fueron de 23.5 cm/seg<sup>2</sup> en la componente vertical, 38.8 cm/seg<sup>2</sup> en la Norte-Sur y de 42.5 cm/seg<sup>2</sup> en la Este-Oeste. Este rango de aceleraciones producen movimientos leves del suelo coherente con los valores de intensidades evaluados en dicha localidad ( $I_{max}=II-III$ , MM). Los registros se presentan en la Figura 5.



**Figura 5.-** Registros de aceleración obtenidos para el sismo del 3 de Enero de 2010 en la estaciones de Ancon (ANC). Los registros son presentados en sus tres componentes: V, NS y EO.

### **3.- CONCLUSIONES**

El sismo del 3 de Enero de 2010 presentó una magnitud moderada (5.7 ML) y su epicentro fue localizado a 75 km al NNO de la ciudad de Huaraz con un radio de percepción máxima ( $I_{max}=IV$  MM) de 100 km entorno a la localidad de Caraz. El sismo no produjo daños en viviendas ni en la morfología local. El sismo fue sensible desde Lima por el sur hasta Chiclayo por el norte. Este sismo presentó su foco a una profundidad de 105 km por debajo de la Cordillera Andina, hecho que produjo sea sentido fuerte a pesar de su magnitud moderada (5.7ML). Este tipo de eventos se caracteriza porque permiten percibir correctamente la llegada de las ondas P y S, dando en algunos casos la impresión que ocurren dos eventos sísmicos.

El mecanismo focal corresponde a un proceso de ruptura por compresión con planos nodales orientados en dirección NE-SO, contrario a los obtenidos para otros sismos ocurridos a los mismos niveles de profundidad; es decir, deformación por extensión. Este tipo de proceso sugiere la posibilidad de ubicar el foco sísmico en la superficie superior de la placa de Nazca, la misma que soportaría esfuerzos por compresión al momento de su contorsión para hacerse sub-horizontal (subducción típica en la región central del Perú).

Los sismos con magnitud moderada y focos a profundidades intermedias no producen réplicas y/o estas de producirse y ser de pequeña magnitud se atenúan en el medio y no llegan a la superficie.

El momento sísmico estimado fue de  $4.5E+24$  dina-cm equivalente a una magnitud momento de 5.7Mw y radio de fractura de 5 km.

La aceleración máxima registrada en la localidad de Ancon fue de 42.5 cm/seg<sup>2</sup> y corresponde a la componente Este-Oeste.

En la actualidad, se ha procedido a realizar un estudio más detallado del sismo que incluye el análisis de sus formas de onda a fin de conocer con mayor precisión su proceso de ruptura y su relación con la actividad sísmica de foco superficial presente en la misma región.

## **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.