PERÚ | Ministerio del Ambiente | Instituto Geofísico del Perú | Dirección de Sismología

Sismo de Bagua del 18 de Mayo de 2010 (6.2 ML)
Región Norte del Perú

Por:

Hernando Tavera

Informe Técnico Nº 04-2010

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 BAGUA DEL18 DE MAYO DE 2010

2.1- PARAMETROS HIPOCENTRALES

2.2.- INTENSIDADES

2.3.- ACELERACIONES

2.4.- ORIENTACION DE LA FUENTE

2.5.- PARAMETROS DE LA FUENTE

3.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCION

En el borde occidental de Perú se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana 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 sismos de gran magnitud, todos con epicentros frente a la línea de costa y asociados al contacto sismogénico interplaca (Dorbath et al, 1990a; Tavera y Buforn, 2001). Estos sismos son muy frecuentes en el tiempo y en un año es posible registrar la ocurrencia de hasta 80 de ellos con magnitudes ML≥4.5 y en general, todos son sensibles en las localidades cercanas a sus epicentros con intensidades mínimas de III-IV (MM). Los sismos con magnitud mayor a M>7, son menos frecuentes y cuando ocurren producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como lo sucedido en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 (Mw=8.2) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 (Mw=7.9). Del mismo modo, es importante mencionar a los sismos con origen en los procesos de deformación de la cordillera andina, todos ellos menos frecuentes en el tiempo pero al presentar sus focos cerca de la superficie, producen daños de consideración pero en áreas relativamente pequeñas. Por ejemplo, los sismos del Alto Mayo (San Martín) ocurridos el 30 de Mayo de 1990 y 5 de Abril de 1991, ambos con magnitudes de 6.0 y 6.5 ML.

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. Estos sismos tienen su origen en la deformación interna de la placa de Nazca a niveles de profundidad del orden de 120 km. El día 18 de Mayo del 2010, ocurre un sismo de magnitud moderada (6.2 ML) en la región norte del Perú con epicentro a 82 km al Este de la ciudad de Bagua. Este sismo presento su foco a una profundidad de 121 km y en general, presento un área de percepción con radio del orden de 500 km (Imax=II (MM)), siendo mayor su intensidad entorno a las ciudades y/o localidades de Bagua y Chachapoyas. En este informe se

presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, orientación de la fuente y su interpretación sismotectónica.

2.- El SISMO DE BAGUA DEL 18 DE MAYO DE 2010

2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo del 18 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:	04h 15min (Hora Universal)
	11h 15min (Hora Local)
Latitud Sur:	-05.61°
Longitud Oeste:	-77.78°
Profundidad:	121 km
Magnitud:	6.2 ML
Epicentro:	A 82 km al Este de la ciudad de Bagua
Intensidad Máxima:	V en la escala de Mercalli Modificada en Bagua
Momento Sísmico:	1.2E+25 dina-cm
Magnitud Momento:	6.0 Mw

En la Figura 1 se presenta la ubicación del epicentro del sismo de Bagua junto a los epicentros correspondientes a los sismos sensibles ocurridos en la región norte de Perú durante los años 2008 al 2010. Por el tamaño de los círculos se puede observar que en los alrededores del epicentro, solo se han producido sismos con magnitudes menores a 5ML, presentando en su mayoría sus focos a profundidades intermedias. En la misma figura se observa que la profundidad estimada para el sismo de Bagua es coherente con el patrón de sismicidad definido para la región norte del Perú.

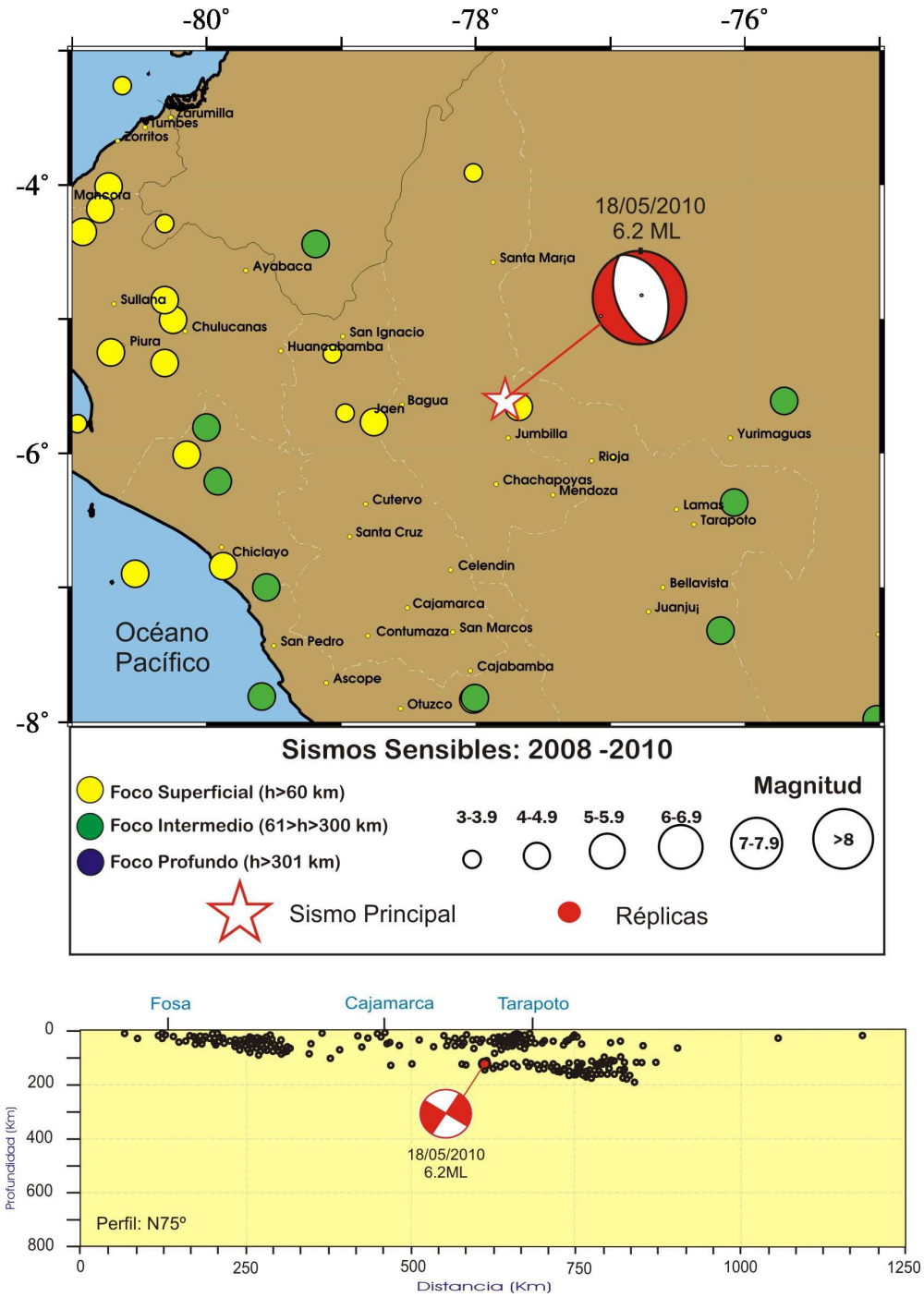

Figura 1.- *Distribución espacial de la sismicidad entorno al área epicentral del sismo de Bagua del 18 de Mayo de 2010 (estrella). La esfera indica el mecanismo focal correspondiente a un proceso de ruptura de tipo normal (extensión). En la sección vertical se muestra el hipocentro del sismo sobre la tendencia media de la sismicidad para la región norte del Perú.*

2.2.- Intensidades

Después de haberse producido el sismo del 18 de Mayo de 2010, se procedió a realizar la evaluación de los efectos, daños y radio de percepción del sismo en toda la región norte del Perú, incluyendo el país vecino de Ecuador. 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 Bagua, Chachapoyas, Rioja, Mendoza, Moyobamba: Sentido fuerte por todos, muchas personas salieron apresuradas a las calles. Se ha observado daños en algunas viviendas (paredes desquebrajadas), además de la caída de tejas en otras. En Utcubamba se ha contabilizado daños en siete viviendas, siendo mayor en casas de adobe que presentaron fisuras, rajaduras y/o derrumbe de techos. Asimismo, se ha producido la caída de productos en los supermercados. En estas ciudades se ha evaluado una intensidad de V en la escala de Mercalli Modificada.

Entre las ciudades de Bagua y Tarapoto (sector Aserradero, distritos de Cajaruro y Jamalca), un tramo superior a 1000 km de la carretera Fernando Belaunde Terry soportó procesos de licuación de suelos, así como importantes deslizamientos de lodo y tierra en los alrededores de dicha carretera. Estos efectos en superficie fueron debidos a que la energía liberada por el sismo prácticamente "golpeo" a la cordillera en su base para hacerla remecer y desestabilizar las capas sedimentarias poco consolidadas (Figura 2).

Ciudad de Jaen, Cutervo, Celendin, Cajamarca, Juanjui, Cutervo, Santa María de la Nieva: Sentido fuerte por personas que se encontraban en viviendas, algunas de ellas salieron a las calles indicando el movimiento de objetos y paredes. Corte del fluido

eléctrico y línea telefónica. En estas localidades la intensidad evaluada fue de IV en la escala de Mercalli Modificada.

En general, el sismo de Bagua fue sensible en ciudades de Quito, Guayaquil y Santa Ana en el Ecuador con intensidades de II (MM). En Perú, por el sur, el sismo fue sensible hasta las localidades de Barranca, Cerro de Pasco y Oxapampa (Figura 3).

Figura 2.- *Imágenes que muestran los efectos del sismo de Bagua en la Carretera Fernando Belaunde Terry: procesos de licuación y deslizamientos de tierra que interrumpieron el tránsito vehicular por varios días.*

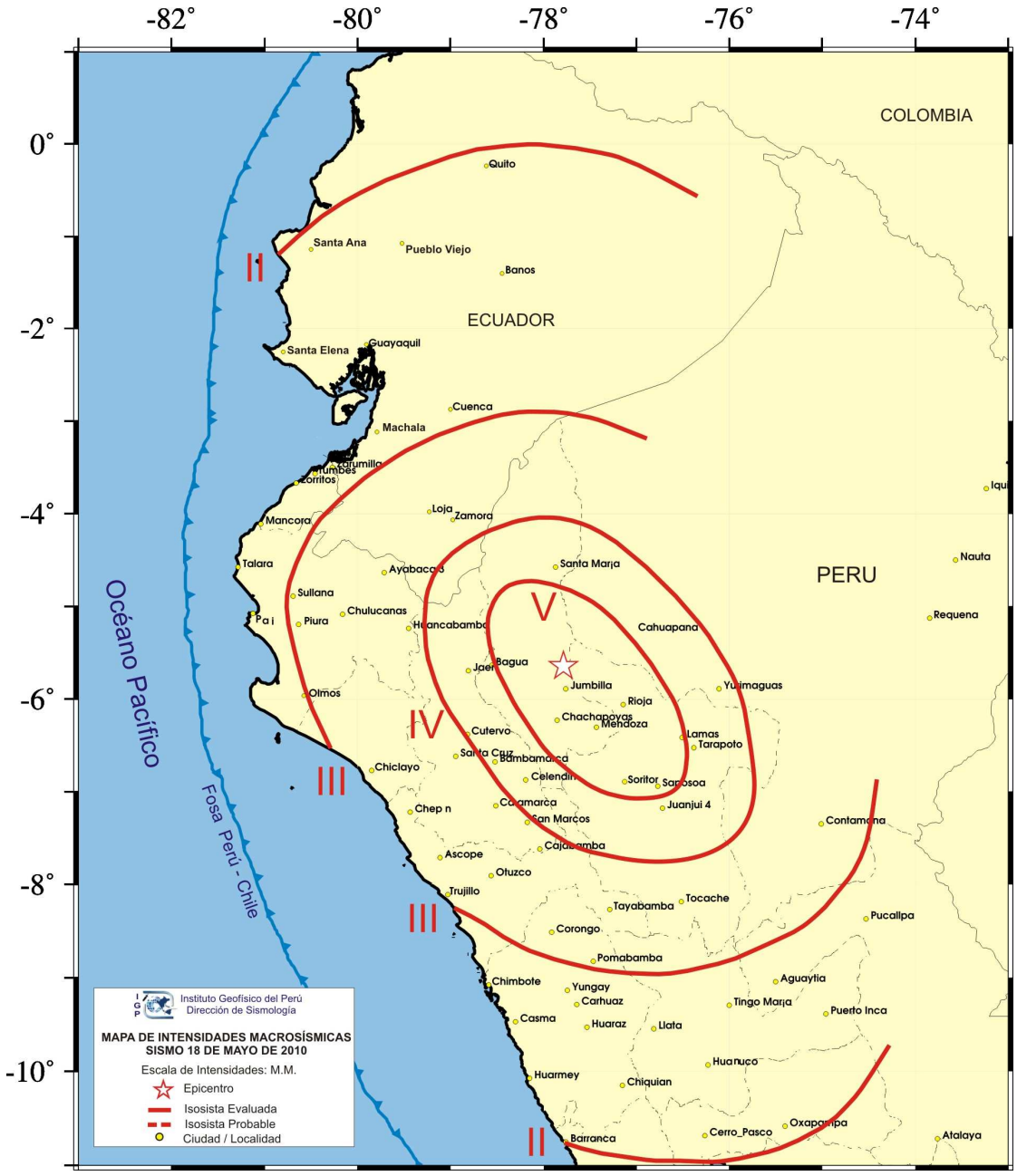

Figura 3.- *Mapa de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Bagua del 18 de Mayo de 2010. La estrella indica la ubicación del epicentro del sismo.*

2.3.- Aceleraciones Máximas

El sismo de Bagua fue sensible en superficie con intensidades máximas de V (MM), principalmente en la zona epicentral en donde produjo procesos de licuación y deslizamientos de tierra. La estación acelerométrica mas cercana a la zona del epicentro se encuentra en la localidad de Tarapoto (240 km en dirección Este) y en ella, las aceleraciones máximas fueron de 5.9 cm/seg^2 en la componente vertical, 7.3 cm/seg^2 en la componente norte-sur y de 6.5 cm/seg^2 en la componente este-oeste. Los registros de aceleración se muestran en la Figura 4.

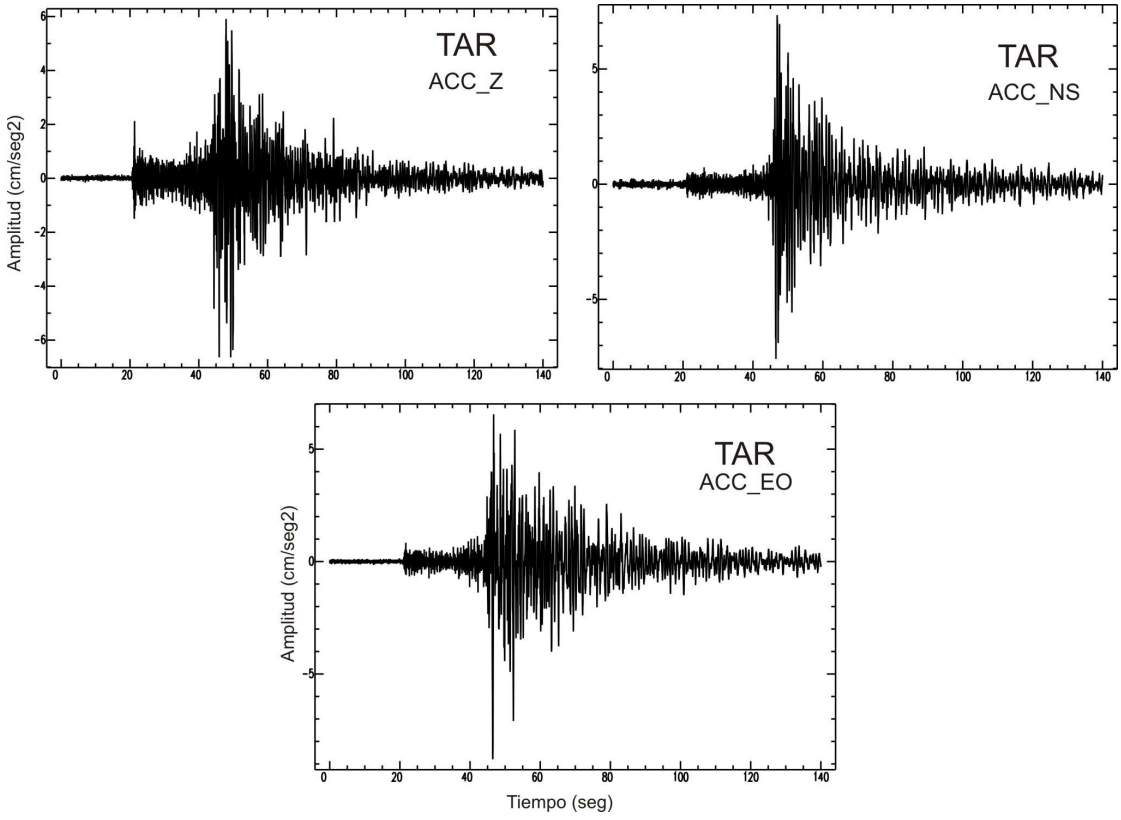

Figura 4.-*Registros de aceleraciones en la estación de Tarapoto (TAR) correspondientes a la componente vertical (ACC_Z) y componentes horizontales (ACC_NS, ACC_EO).*

2.4.- Orientación de la Fuente

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Bagua del 18 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 5. El sismo de Bagua presenta un mecanismo focal de tipo normal con planos orientados en dirección NNO-SSE y eje de extensión (T) prácticamente horizontal. El mecanismo de la fuente indica el desarrollo de un proceso de ruptura por extensión, coherente con el tipo de deformación que se produce en el interior de la placa de Nazca por debajo de la cordillera andina.

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

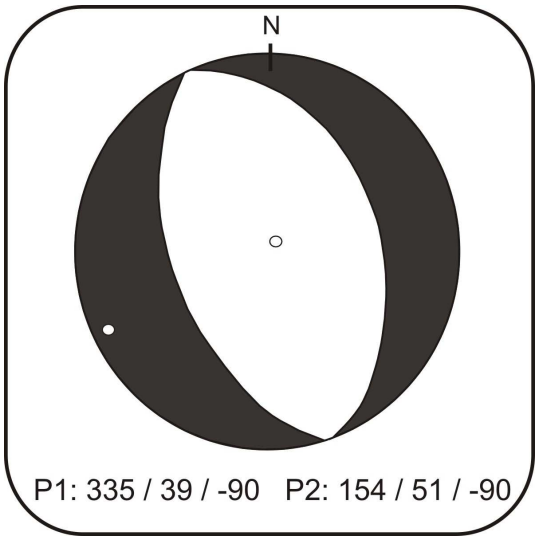

Figura 5- *Mecanismo focal obtenido para el sismo de Bagua del 18 de Mayo de 2010. la solución corresponde a un proceso de ruptura de tipo extensional con planos nodales orientados en dirección NNO-SSE.*

2.5.- Parámetros de la Fuente

Una manera práctica de estimar los parámetros de la fuente para el sismo de Bagua del 18 de Mayo del 2010, es a partir del análisis de las características del espectro de amplitud del desplazamiento del suelo. Para esto se ha considerado el registro del sismo en la estación de Atahualpa (ATAH). Según la Figura 6, la parte plana del espectro permite estimar un momento sísmico del orden de 1.2E+25 dina-cm y utilizando las relaciones propuestas por Kanamori (1977) y Brune (1980), se obtiene una magnitud momento de 6.0Mw y un radio de fractura de 30 km.

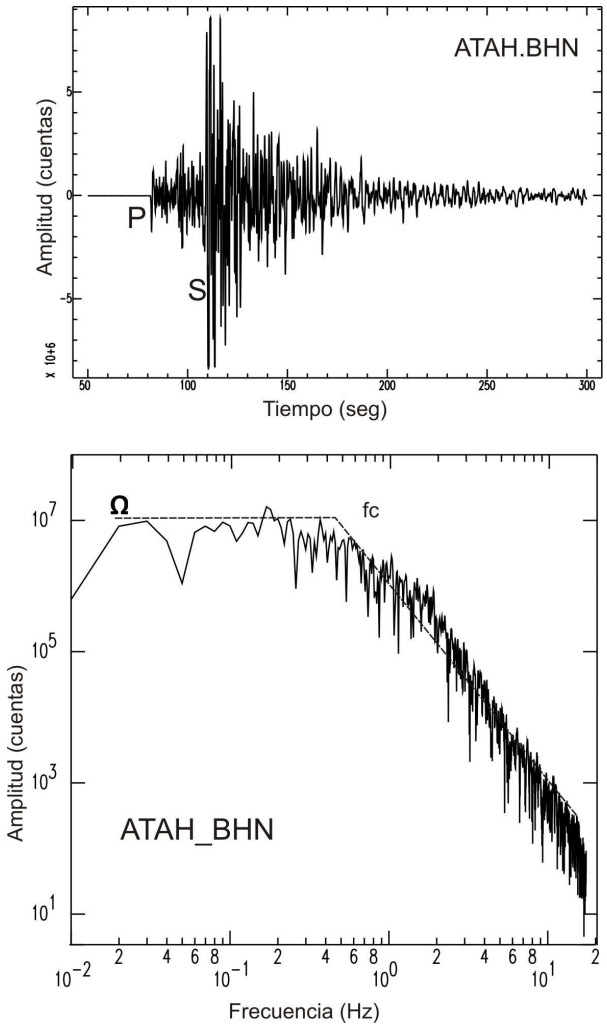

Figura 6.- *Registro sísmico en velocidad del sismo de Bagua del 18 Mayo 2010 en la estación ATAH (Atahualpa) y espectro de amplitud del desplazamiento del suelo.* Ω *es la parte plana del espectro y fc, la frecuencia esquina.*

3.- CONCLUSIONES

El sismo del 18 de Mayo de 2010 presentó una magnitud moderada (6.2 ML) y su epicentro fue localizado a 82 km al Este de la ciudad de Bagua. El radio de percepción (Imax=II MM) fue de 500 km entorno a la ciudad de Bagua, en donde se evaluó intensidades máximas de V (MM). Este sismo presento su foco a una profundidad de 121 km y tuvo su origen en los procesos de deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera andina, tal como se muestra en la Figura 7. Estos procesos son de tipo extensional y tienen relación con las fuerzas que movilizan la placa en dirección Este y a niveles de profundidad del orden de 100-130 km.

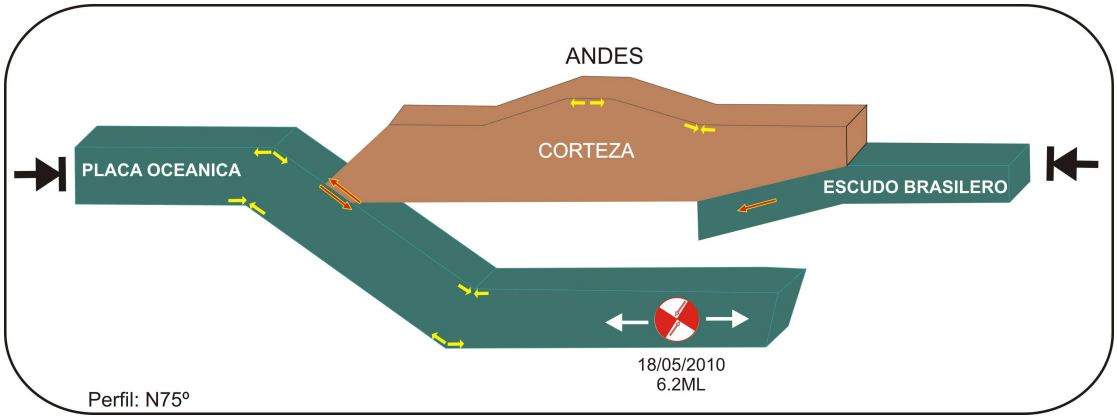

Figura 7.- *Esquema que muestra la distribución de los principales elementos geodinámicos que interactúan para generar los sismos en el Perú. El sismo de Bagua se ha producido por la presencia de fuerzas extensionales que movilizan la placa de Nazca en Dirección Este.*

Como efectos secundarios se han producido importantes procesos de licuación y deslizamientos de tierra en la carretera Fernando Belaunde Terry entre el tramo de Bagua y Tarapoto. Se debe entender que la energía liberada por el sismo con foco a 121 km de profundidad, prácticamente ha "golpeado" a la cordillera en su base llegando a desestabilizar las capas superficiales poco consolidadas.

El mecanismo focal corresponde a un proceso de ruptura por extensión con planos nodales orientados en dirección NNO-SSE, coherente con el tipo de deformación que se desarrolla en el interior de la placa de Nazca por debajo de la cordillera de los andes.

El momento sísmico estimado fue de 1.2E+25 dina-cm equivalente a una magnitud momento de 6.0Mw. 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
Calle Badajos 169 – Urb. Mayorazgo IV Etapa - Ate
Teléfono 3172300-140 Fax 3172309-141
Web: ***http://www.igp.gob.pe***