

INFERENCIAS SOBRE LA SUPERFICIE DE CONTACTO ENTRE PLACAS EN PERÚ: NAZCA Y SUDAMERICANA

Patricia Guardia y Hernando Tavera

Dirección de Sismología/Instituto Geofísico del Perú. Email: Pguardia@axil.igp.gob.pe; hjtavaera@geo.igp.gob.pe

En el presente estudio, se analiza la distribución de la sismicidad en profundidad a fin de estimar la geometría de la superficie de contacto sismogénico entre las placas de Nazca y Sudamericana. Para ello se utiliza datos del catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú y el NEIC para un periodo de 27 años (1982 - 2009). Se plantea la hipótesis de que al estar altamente acopladas las placas, sobre dicha superficie se produciría un mayor número de sismos en relación con superficies con menor acoplamiento. Las curvas de distribución del número de eventos sísmicos en función de profundidad de los focos muestran que el mayor número de eventos se producen a profundidades entre 5 a 60 Km., para la zona norte; de 5 a 70 km., zona centro y de 5 a 75 km., en la zona sur del Perú. Estos resultados sugieren las dimensiones de la superficie de acoplamiento en todo el borde occidental del Perú.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que el borde occidental de Sudamérica, desde el punto de vista sismológico, es el de mayor potencial sísmico de la Tierra. En esta región, la actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca (litósfera oceánica) bajo la Sudamericana (litósfera continental) originando sismos a diferentes niveles de profundidad, con magnitudes muy elevadas, que llegan a producir cuantiosos daños materiales y pérdidas de vidas humanas. Dentro del proceso de subducción, la placa de Nazca se encuentra sometida a diversos esfuerzos producto de su convergencia con la placa Sudamericana, así como por la deformación de esta (Tavera y Buforn, 1998).

El estado de los esfuerzos en la placa subducente es el resultado del balance de diversas fuerzas que actúan en el proceso tales como la flotabilidad de la placa durante la subducción, la fuerza de resistencia del manto que esta siendo desplazado por la placa subducente y la diferencia de densidades. Asimismo, estas fuerzas dependen de la viscosidad de los medios, la fase de transformación de los compuestos de la placa, la razón de velocidad del proceso subducción, la edad de la zona de subducción y la profundidad de penetración que alcanza la placa. Las características de la sismicidad en Perú, han sido ampliamente analizadas y descritas por diversos autores, ya sea para configurar el proceso de subducción o definir zonas sismogénicas (Stauder, 1975; Suarez et al, 1982; Schneider y Sacks, 1987; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 2001); sin embargo, estos estudios han sido realizados en su mayoría utilizando datos telesísmicos para áreas o regiones específicas y ninguno de ellos indican o definen con detalle las dimensiones de la superficie de acoplamiento de placas.

Con el objetivo de conocer la geometría de la superficie sobre la cual actúan los esfuerzos dominantes y la forma que adopta la corteza al estar sometida a estos esfuerzos, se ha realizado el análisis de la distribución en superficie de los eventos sísmicos ocurridos en el Perú (borde occidental) durante un periodo de 27 años. Los resultados a obtenerse en este estudio son preliminares y serán completados con otros procedimientos que permitan tener mayor detalle sobre la geometría de las placas.

DATOS

Los datos utilizados en el presente estudio considera el catalogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú (IGP) para el periodo de 1982 – 2009 con un total de 56 mil eventos. Asimismo, se utiliza el catalogo sísmico del National Earthquake Information Center (NEIC) para el mismo período con una base de datos de 6 mil eventos. Básicamente se ha considerado los sismos con epicentros ubicados entre la línea de fosa hasta una distancia de 300 km. en dirección Este sobre el continente. De esta manera se considera el total de la sismicidad asociada al proceso de la fricción de la placa (Figura 1).

Según el procedimiento establecido por Cahill e Isacks (1992) y a fin de homogeneizar la base de datos de ambos catálogos, se procede a construir curvas de frecuencia sísmica para la región norte, centro y sur Perú.

En el caso del catalogo del IGP, el umbral mínimo de magnitud para las zonas norte, centro y sur es de 3.75 ML (Figura 1), para el catalogo del NEIC, los umbrales de magnitud se incrementan a 4.25 ML para todas las regiones.

Con este procedimiento se ha seleccionado una base de datos de 11,400 sismos del catalogo del IGP y de 1767 del catalogo del NEIC. En ambos casos no se ha eliminado las réplicas asociadas a los terremotos de 1996, 2001, 2007, en razón que están asociadas a la superficie de fricción; por lo tanto, permitirán evaluar mejor la geometría de la superficie en estas regiones.

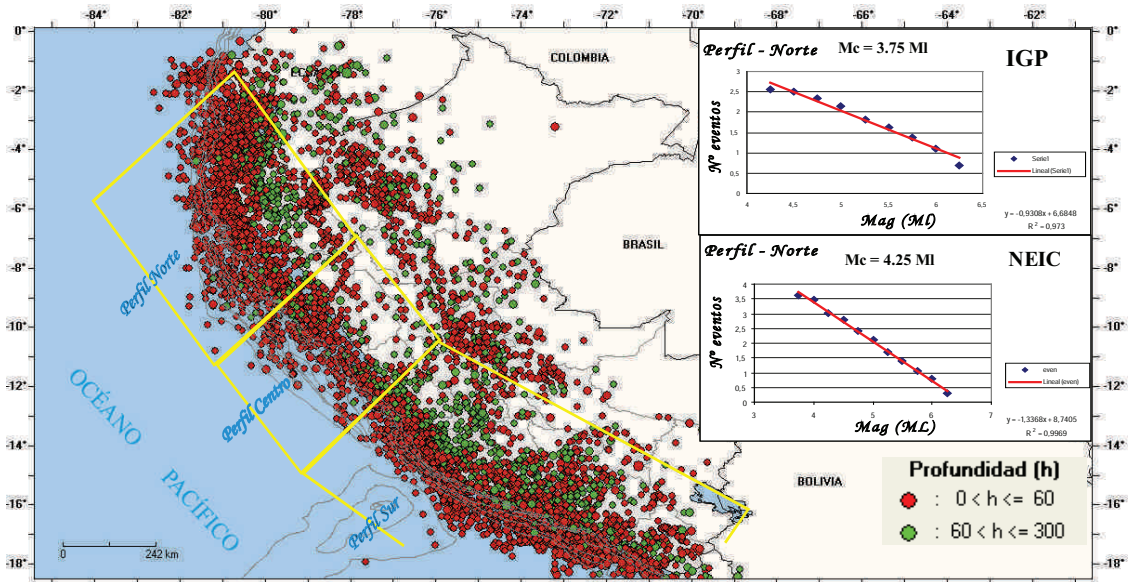


Figura 1. Mapa de sismicidad del Perú para el periodo de 1990 – 2000. Los recuadros indican las regiones norte, centro y sur. A la derecha se presenta las curvas de recurrencia sísmica para cada región.

HIPÓTESIS

En la Figura 2, se muestra un esquema que describe el proceso de subducción típico para el borde occidental del Perú. Según la figura, en la zona 1 se inicia el contacto de placas y la formación de una estructura llamada prisma de acreción, lugar donde el número de sismos es menor debido a la fragilidad de la corteza continental (menor acoplamiento); en la zona 2, indicada con una línea de color rojo, es la superficie donde se produce la fricción de las placas (superficie de acoplamiento máximo) y por ende, es el lugar donde ocurre el mayor número de sismos; en la zona 3, similar a la zona 1, el número de sismos disminuye porque a ese nivel de profundidad el acoplamiento de placas es menor.

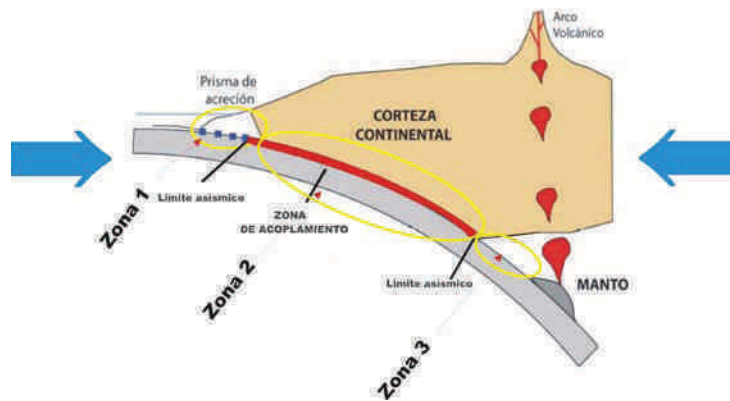


Figura 2. Esquema que muestra el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la sudamericana y las superficies de acoplamiento.

SUPERFICIE DE CONTACTO SISMOGÉNICO

En la Figura 3, se presenta los gráficos de frecuencia sísmica en función de la profundidad de los focos sísmicos usando la base de datos del IGP y NEIC.

La comparación entre ambos catálogos, permite considerar lo siguiente:

- El catálogo del IGP tiene mayor numero de eventos
- El parámetro de profundidad del foco es mejor resuelto en el catálogo del IGP debido a que la red sísmica utilizada permite tener mayor cobertura azimutal sobre todo el área de estudio
- El catálogo del IGP permite realizar mejor el análisis sobre las características de la sismicidad en el Perú.

La base de datos del IGP permite observar que el mayor numero de eventos ocurren a profundidades entre 5 y 60 km. en la zona norte, entre 5 y 70 en la zona centro y entre 5 y 75 km. en la zona sur, valores que definen los niveles de profundidad de la superficie de máximo acoplamiento sísmico. Estos valores permiten observar que la superficie de acoplamiento sísmico para el Perú se incrementa en profundidad de NO a SE, siendo más profundo en la región sur del Perú donde existe una cadena volcánica activa. Estos valores se encuentran dentro de las estimaciones medias realizadas en las zonas norte y centro de Chile (Comte et al, 1994), así como también para la zona centro del Perú (Rodríguez & Tavera, 1991).

Utilizando la base de datos del NEIC no es posible definir la profundidad de la superficie de acoplamiento sísmico, debido a que más del 80% de los datos utilizados habrían ocurrido a 33 Km. de profundidad.

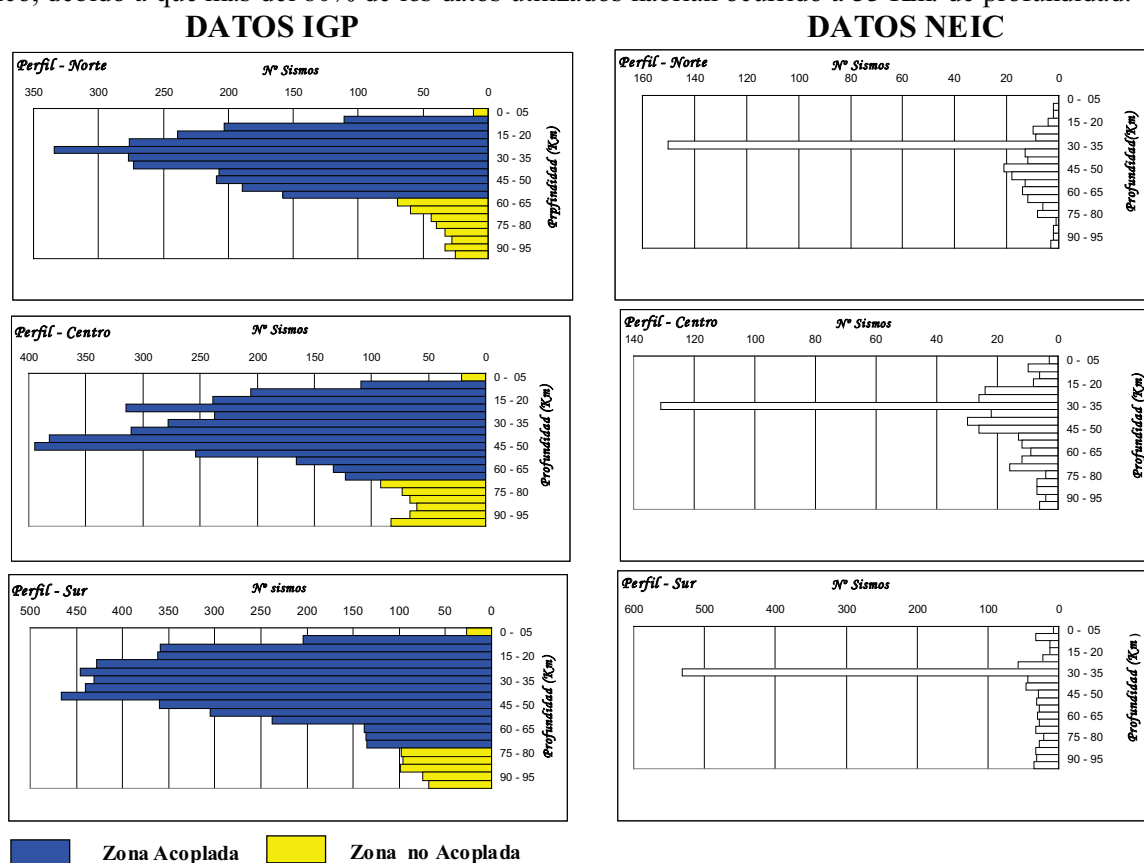


Figura 3. Comparación de gráfico de frecuencia sísmica VS profundidad de foco.

CONCLUSIONES

La base de datos del IGP contiene mayor número de eventos y mayor resolución en sus parámetros hipocentrales en comparación con los datos obtenidos del NEIC.

La zona de acoplamiento en el borde occidental de Perú alcanza profundidades de hasta 60 Km. en la región norte, de 70 Km. en la región centro y de 75 Km. en la región sur; el cual indicaría que hay un fuerte acoplamiento en estas zonas en comparación con sus bordes donde existe un débil acoplamiento.

En la Figura 4 se muestra la geometría de la placa de Nazca (Bernal & Tavera, 2002), y en ella se indica con una malla la superficie de acoplamiento sísmico según los resultados obtenidos en este estudio.

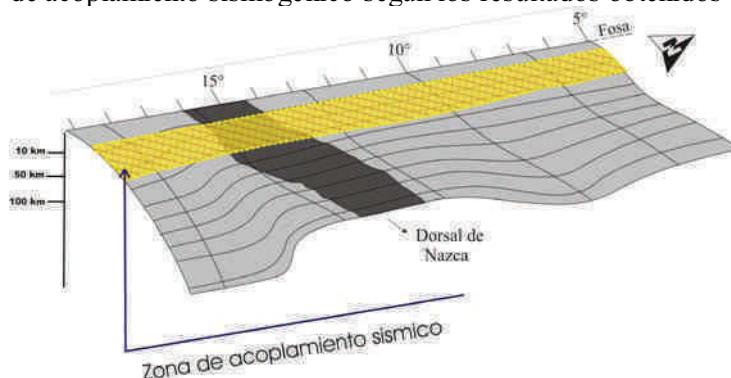


Figura 4. Zona de acoplamiento sísmico a lo largo de la zona de subducción

PERSPECTIVAS

Los resultados obtenidos a la fecha serán complementados con el análisis de la distribución de esfuerzos asociados a sismos de gran magnitud, cuya base de datos será proporcionada por la Universidad de Harvard (CMT). Se construirán secciones verticales en las cuales se espera definir, en base a la Figura 2, las zonas donde prevalece la heterogeneidad de esfuerzos, las zonas con esfuerzos de compresión y extensión. Asimismo, se va a considerar las características de ruptura de grandes sismos junto a sus principales réplicas. En conjunto, toda la superficie obtenida permitirá definir con mayor precisión la geometría de la superficie de acoplamiento sísmico en el borde occidental del Perú.

REFERENCIAS

- Bernal, I., Tavera, H. (2002) Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía-IGP.
- Cahill, T. e Isacks, B. (1992) Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *J. Geophys. Res.*, 97, 17.503-17.529.
- Comte, D. et al (1992) crustal seismicity and subduction morphology around Antofagasta, Chile: preliminary results from a microearthquakes survey. *Tectonophysics*, 205, 13-22.
- Comte, D. et al (1994) Determination of seismogenic interplate contact zone and crustal seismicity around Antofagasta, northern Chile using local data. *J. Geophys. Res.*, 116, 553-561.
- Stauder, W. (1975). Subduction of the Nazca plate under Peru as evidenced by focal mechanism and by seismicity. *J. Geophys. Res.* 80. 053-1064.
- Schneider, J., Sacks, B. (1987). Stress in the contorted Nazca plate beneath Southern Peru from Local earthquakes. *Jour. Geophys. Res.*, 92 pp 13887 – 13902.
- Tavera, H., Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology* 5:519-539.
- Tavera, H., Buforn E. (1998) Sismicidad y Sismotectónica del Perú. En: A. Udias y E. Buforn (ed.) *Sismicidad y Sismotectónica de Centro y Sudamérica*. Física de la Tierra, UCM., N° 10, 187-219.
- Rodríguez L., Tavera H. (1991) Determinación con alta resolución de la geometría de Wadati-Benioff en Perú central. *Revista Brasileira de Geofísica*: 1991, Vol. 9 (2). 141-159.