



LA DORSALASÍSMICA COPIAPÓ Y SU RELACIÓN CON LA CADENA VOLCÁNICA OJOS DEL SALADO-SANBUENAVENTURA, Y CON LA ZONA DE SUBDUCCIÓN HORIZONTAL PAMPEANA

Orlando Álvarez^{1,2}, Mario Giménez^{1,2}, Andrés Folguera^{2,3}, Silvana Spagnotto^{4,2} y Carla Braitenberg⁵

¹Instituto Geofísico y Sismológico Ing. Volponi, U.N.S.J, Ruta 12, Km 17, CP 5407, San Juan. orlando_a_p@yahoo.com.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET

³IDEAN - Instituto de Estudios Andinos "Don Pablo Groeber". Departamento de Cs. Geológicas - FCEN - Pab. II. UBA

⁴Departamento de Física - Universidad Nacional de San Luis. San Luis

⁵Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, Via Weiss 1, 34100 Trieste, Italia

La zona de subducción horizontal Pampeana ha sido relacionada con un *gap* en la actividad del arco volcánico entre los 28° S y los 32° S (Cahill e Isacks 1992), con la migración hacia el este del volcanismo neógeno y con la exhumación de la región del antepaís por medio de la actividad de despegues profundos que condujeron al levantamiento de las regiones de Precordillera y Sierras Pampeanas (Ramos *et al.* 2002). Pardo *et al.* (2002) determinaron la geometría de la placa de Nazca subducida basándose en epicentros localizados con precisión a partir de eventos locales y telesísmicos, y concluyeron que entre las latitudes 26°-33°S la placa se horizontaliza a profundidades intermedias. La localización de los epicentros de Anderson *et al.* (2007) indican que la porción más somera de la placa oceánica horizontal está asociada con la localización inferida de la dorsal Juan Fernández (JFR) la cual se propagó desde el norte hacia el sur (entre ~18 a ~11 Ma) hasta el punto actual de colisión (32°-33° S, Yáñez *et al.* 2001). La morfología de la placa subducida determinada por Araujo y Suárez (1994) y por Pardo *et al.* (2002), entre 27.5° S y 28.5° S, sugiere una flexión más aguda a lo largo de esta transición que la obtenida por Cahill e Isacks (1992). Sin embargo, el rol de la dorsal asísmica de Copiapó en la sub-horizontalización de la losa entre los 27°-28°S no ha sido aún evaluado. El desarrollo de segmentos de subducción horizontal ha sido relacionado, entre otros factores, con la colisión de dorsales asísmicas y *plateaus* oceánicos que confieren mayor flotabilidad a la litósfera oceánica (Gutscher *et al.* 2000). En el presente trabajo, se proyectaron los epicentros dentro de una ventana de latitud de 27.5° S, utilizando el catálogo EHB (Engdahl, van der Hilst y Buland) y de CMT (Centroid Moment Tensor). El perfil obtenido a 27.5° S muestra que la placa se subduce de manera subhorizontal los primeros 200 km, y luego penetra en la astenósfera con un ángulo de aproximadamente 20°, indicando que el cambio de inclinación de la placa se encuentra en la línea de colisión de la dorsal de Copiapó. En el presente trabajo analizamos la expresión de la dorsal asísmica de Copiapó, su relación con el patrón de deformación sobre la placa cabalgante y el desarrollo de la subhorizontalización de la parte norte de la placa subducida a partir de modelos de gravedad globales.

Las mediciones de gravedad satelital integradas con datos terrestres proveen modelos globales del campo de gravedad con una precisión y resolución espacial sin precedentes. La gran cobertura espacial de estos modelos, especialmente en las áreas en donde no hay buena cobertura de datos terrestres, ofrece una nueva oportunidad para mapear la estructura de la litósfera y anomalías corticales. La anomalía de gravedad y el gradiente vertical de la gravedad corregidos por topografía obtenidos a partir del modelo EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008), muestran un notorio cambio en la dirección del patrón NNE general correspondiente a la estructura andina (Figs. 1a y b) entre los 26.5° S y los 27.5° S, la cual está sistemáticamente deflectada en una orientación ENE y coincide con la localización de las cadenas volcánicas Ojos del Salado y San Buenaventura (Zentilli 1974). Este cambio coincide con la extrapolación de la dorsal de Copiapó dentro de la placa Sudamericana obtenido por medio de la reconstrucción utilizando la técnica de *backtracking*. Aunque esta potencial relación ha sido notada previamente por varios autores (Bonatti *et al.* 1977, entre otros), aquí se utiliza la información gravimétrica para extrapolar este rasgo a través de la placa Sudamericana. La dorsal de Copiapó presenta un azimut prácticamente igual al vector de convergencia de la placa de Nazca con respecto a la Sudamericana (78.1°). Esto implica que el punto de inserción de la dorsal colisionando contra el margen no se ha desplazado hacia el sur (Japas y Re 2005) a diferencia de como ocurre con el JFR (Yáñez *et al.* 2001). La impronta deformacional sobre la placa superior de la colisión de la dorsal de Copiapó podría haber representado una zona discreta produciendo una tendencia ENE de las estructuras andinas tal como se puede observar a partir de las anomalías de gravedad y del gradiente vertical.

Los modelos combinados como EGM2008 pueden ser utilizados para modelar características menores como estructuras corticales superficiales, mientras que los modelos satelitales puros, con menor resolución espacial pero con calidad homogénea como los derivados de GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer), pueden resolver información relacionada con las estructuras y mejorar la interpretación a una mayor longitud de onda. Utilizando la anomalía de Bouguer obtenida con GOCE calculamos la discontinuidad cortezamanto y el espesor elástico en el marco del modelado de flexión litosférica aplicando el método de la aproximación por convolución (Fig. 1c). La anomalía de Bouguer refleja una inflexión de la raíz andina en el

sitio de inyección de la dorsal de Copiapó bajo la placa Sudamericana. Esta inflexión hacia el este es reflejada en el Moho y se encuentra centrada en el camino de la dorsal. El espesor elástico presenta un aumento a lo largo de la intersección con la dorsal sobre la placa cabalgante y se detecta una discontinuidad en la isolínea de 5km indicando que hay mayor rigidez a lo largo del camino que posee la dorsal bajo el continente, aunque no alcanza los valores que posee sobre la traza de la *JFR* al sur. Hay una clara correspondencia entre las isocurvas (morfología de la placa) y las variaciones del espesor elástico (de más de 5 km) en la región sur del *flat-slab* Pampeano (Andes y Precordillera). Por el contrario, la dorsal de Copiapó presenta un comportamiento asísmico. Como un resultado de este análisis proponemos que la dorsal de Copiapó podría controlar el límite norte de la zona de subducción horizontal confiriéndole a la litósfera oceánica una anómala flotabilidad, similar al control que ejerce el *JFR* en la región sur, pero a una menor escala. Este trabajo propone que el importante desarrollo de la zona de subducción horizontal Pampeana, en particular su extensión hacia el norte, en forma similar a la zona horizontal en Perú, estaría relacionada con dos colisiones simultáneas de dorsales oceánicas.

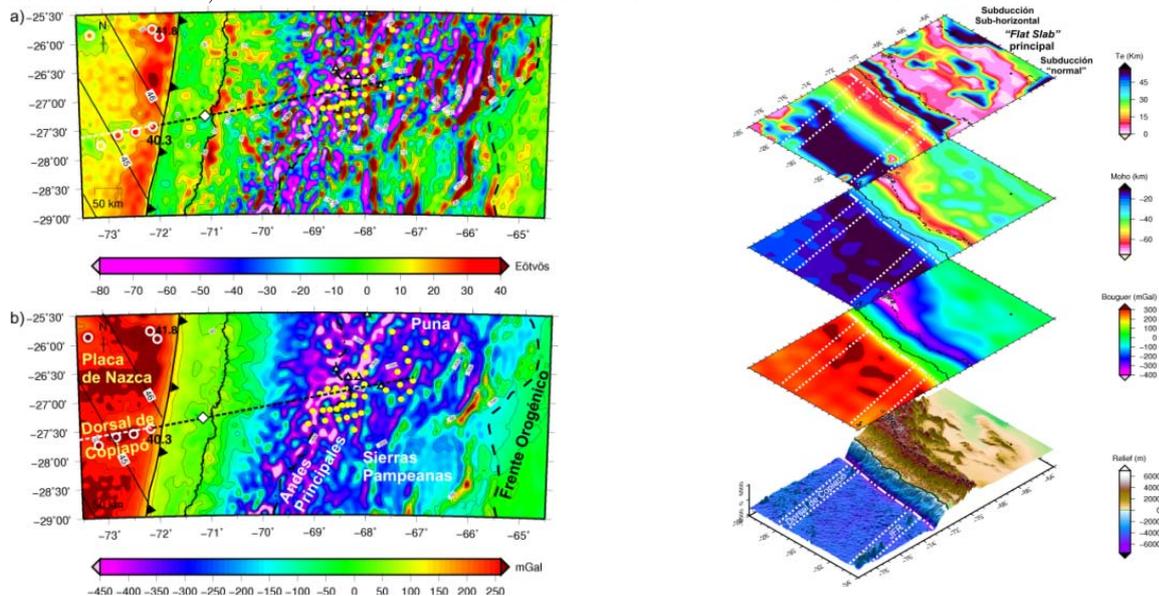


Figura 1. a) Gradiente Vertical de la Gravedad y b) Anomalía de la Gravedad a partir del modelo EGM2008. Sobrepuesto: El *track* de la dorsal de Copiapó hacia atrás (línea de trazo blanca) y hacia adelante (línea de trazo negra) en el tiempo. Los círculos amarillos indican la cadena volcánica Ojos del Salado-San Buena Ventura. Los círculos blancos son los montes submarinos y la edad correspondiente de la placa oceánica. c) Relación entre el Espesor elástico, profundidad del Moho, anomalías de Bouguer y T_{zz} obtenidos a partir de datos del satélite GOCE con la topografía. Propuesta de colisión doble de dorsales para explicar la zona de subducción horizontal Pampeana. Mientras que *JFR* está asociado a una configuración de *flat-slab*, la colisión al norte de la dorsal de Copiapó podría producir una configuración de subducciones subhorizontal.

Anderson, M.L., Alvarado, P., Beck, S. y Zandt, G. 2007. Geometry and brittle deformation of the subducting Nazca plate, central Chile and Argentina. *Geophysical Journal International* 171(1): 419-434.

Araujo, M. y Suarez, G. 1994. Geometry and state of stress of the subducted Nazca plate beneath central Chile and Argentina: evidence from teleseismic data. *Geophysical Journal International* 116: 283-303.

Bonatti, E., Harrison, C.G.A., Fisher, D.E., Honnorez, J., Schilling, J.G., Stipp, J.J. y Zentilli, M. 1977. Easter volcanic chain (southeast Pacific): a mantle hot line. *Journal of Geophysical Research* 82(17): 2457-2478.

Cahill, T. e Isacks, B. 1992. Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research* 97(B12): 17503-17529.

Gutscher, M.A., Spakman, W., Bijwaard, H. y Engdahl, E.R. 2000. Geodynamics of flat subduction: Seismicity and tomographic constraints from the Andean margin. *Tectonics* 19(5): 814-833.

Japas, M.S. y Re, G.H. 2005. Geodinamic impact of arrival and subduction of oblique aseismic ridges. 6° Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2005, Barcelona), Extended Abstracts: 408-410. Barcelona.

Pardo, M., Comte, D. y Monfret, T. 2002. Seismotectonic and stress distribution in the central Chile subduction zone. *Journal of South American Earth Science* 15: 11-22.

Ramos, V.A., Cristallini, E.O. y Pérez D. 2002. The Pampean flat-slab of the Central Andes. *Journal of South American Earth Science* 15: 59-78.

Yáñez, G.A., Ranero, C.R., von Huene, R. y Diaz, J. 2001. Magnetic anomaly interpretation across the southern Central Andes: The role of the Juan Fernandez Ridge in the late Tertiary evolution of the margin. *Journal of Geophysical Research* 106(B4): 6325-6345.

Zentilli, M. 1974. Geological evolution and metallogenic relationships in the Andes of northern Chile between 26° and 29° south. Tesis Doctoral, Queen's University (inédito), 446 p., Kingston, Ontario.