



## Estructura cortical de la cuenca Chaco-Paraná a partir de la tomografía de ruido ambiental

C. Sagarra<sup>1</sup>, M.L. Rosa<sup>2</sup> y B. Collaço<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. UNLP. [consuelosagarra@hotmail.com](mailto:consuelosagarra@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dpto de Sismología. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. UNLP.

<sup>3</sup> Dpto de Geofísica. Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciencias Atmosféricas. Universidade de São Paulo. Brasil.

### Resumen

La tomografía sísmica aplicada a ondas superficiales produce imágenes detalladas de la corteza y el manto en la zona de interés. Esta técnica proporciona mapas de velocidades de grupo en dos dimensiones, obteniendo en cada punto del mapa un valor promedio. La información obtenida de la velocidad de las ondas superficiales puede ser utilizada en una inversión 3D permitiendo estimar los espesores cortical y litosférico en las distintas regiones de la Tierra.

En este trabajo se presentan los resultados de la tomografía de ruido ambiental conocida como ANT (Ambient Noise Tomography) para la velocidad de grupo de la onda Rayleigh en la región de la cuenca Chaco-Paraná, utilizando datos de ruido ambiental en distintas estaciones sismológicas de Sudamérica. Los mapas tomográficos muestran variaciones laterales de la velocidad provocadas por las distintas estructuras geológicas y presentan resultados óptimos para períodos bajos comparados con trabajos previos, aportando mejor determinación a las estructuras someras. Asimismo se presenta un mapa del espesor cortical y un mapa del espesor sedimentario con una resolución mejorada para la región, obtenidos mediante una inversión linealizada. Estos resultados contribuyen a un mayor conocimiento de las características estructurales de la región de la cuenca utilizando una metodología que permite superar algunas limitaciones de los métodos convencionales basados en terremotos, como por ejemplo la distribución desigual de eventos y la incerteza en la localización de los epicentros.

**Palabras clave:** tomografía de ruido ambiental, espesor cortical, espesor sedimentario, cuenca Chaco-Paraná.

### Introducción

El estudio de la estructura interna de la Tierra, en particular la determinación de los espesores cortical y litosférico en las distintas regiones, contribuye al conocimiento de la dinámica terrestre. Estas características pueden ser estudiadas mediante el análisis



de ondas superficiales, siendo la tomografía una herramienta eficaz para investigar el perfil de velocidades sísmicas.

La cuenca Chaco-Paraná está ubicada en la región S-SO de la plataforma Sudamericana, desarrollándose principalmente en el NO de Argentina. Es una cuenca elíptica, cuyo eje está orientado ENE-OSO, con depocentros semicirculares (Barredo y Stinco, 2010). Esta cuenca de antepaís sustentada por basamento cratónico precámbrico a paleozoico, se inició a fines del Oligoceno como resultado del acortamiento en respuesta de la convergencia de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, lo que produjo un cinturón de fajas plegadas y corridas en la región de retroarco de los Andes Centrales.

En estudios previos mediante el análisis de ondas superficiales se estimó la profundidad de la Moho en la región central de la cuenca (Feng et al., 2004; Assumpção et al., 2013) encontrando valores bajos del espesor cortical hacia el norte de la cuenca (Rosa et al., 2016) y la existencia de una anomalía de baja velocidad en el manto litosférico (Feng et al., 2004). Este trabajo se planteó con el objetivo de obtener una mejor resolución de los espesores sedimentario y cortical, que contribuirán a un mayor conocimiento de las características estructurales de la región de la cuenca.

### **Metodología**

Se obtuvieron mapas tomográficos de velocidad de grupo utilizando datos actuales de ruido ambiental a partir de registros de ruido de estaciones banda ancha de la red BRASIS (BRAZilian Seismographic Integrated Systems), estaciones de redes desplegadas temporalmente en Sudamérica, estaciones de la red GSN (Global Seismographic Network), estaciones del INPRES (Instituto Nacional de PREvención Sísmica) y la estación LPA (Universidad Nacional de La Plata).

Primero se calcularon las funciones de Green por correlación cruzada de los registros de ruido sísmico aplicando la metodología descrita por Bensen et al. (2007). A partir de los sismogramas simétricos obtenidos de la correlación cruzada se obtuvieron las curvas de dispersión inter-estación para la velocidad de grupo de la onda Rayleigh mediante la técnica de filtrado múltiple (Multiple Filter Technique, MFT). Luego se realizó la inversión tomográfica de las curvas de dispersión conocida como Tomografía de Ruido Ambiental (Ambient Noise Tomography, ANT), utilizando un método iterativo basado en gradientes conjugados (Pasyanos et al., 2001) que permitió estimar las variaciones laterales de la velocidad de grupo de la onda Rayleigh. Para la aplicación de esta técnica, la región analizada se dividió en una grilla con celdas de tamaño uniforme. Finalmente se aplicó un programa de inversión 1D, basado en el método de búsqueda de grilla que permitió determinar un modelo de velocidades y espesores de la corteza en la región de la cuenca Chaco-Paraná.



## Resultados y discusión

Los mapas tomográficos obtenidos resultaron óptimos para los períodos entre 5 s y 35 s, representando un promedio local espacial de la velocidad de grupo de las ondas Rayleigh en cada punto del mapa y resumiendo gran cantidad de información de dispersión. ANT permitió obtener mejores resultados para períodos bajos a partir de los nuevos datos de ruido ambiental, en comparación con trabajos previos (Collaço, 2014; Rosa et al., 2016) aportando mayor resolución a las estructuras someras y corroborando la existencia de una anomalía de alta velocidad en el centro de la cuenca Paraná observada por Collaço (2014).

Para la inversión 1D que permitió determinar la estructura vertical de la velocidad en función de la profundidad se utilizaron curvas de dispersión inter-estación obtenidas mediante la correlación de ruido ambiental extraídas de Collaço (2014), curvas de dispersión de sismos regionales localizados en Sudamérica extraídas de Rosa et al. (2016) y las curvas de dispersión obtenidas en este trabajo. De esta manera se logró una mejor cobertura de trayectorias y una distribución acimutal más uniforme, permitiendo modelar con una mejor resolución la estructura cortical en la región de la cuenca Chaco-Paraná mediante una inversión de velocidad en capas.

Se determinó un espesor sedimentario de 4 km en el centro de la cuenca Chaco-Paraná y hacia la cuenca de Paraná (Figura 1). Se corroboró la ausencia de sedimentos indicada por Collaço (2014) a los 24°S y los 52°O. Desde el centro de la cuenca y hacia el N se observa un aumento del espesor sedimentario a 5.5 km. En la zona O de la cuenca el espesor de 3 km tiende a disminuir hacia el SO a valores menores a 2 km. Se observa una franja de espesor sedimentario constante de 4 km desde el centro y

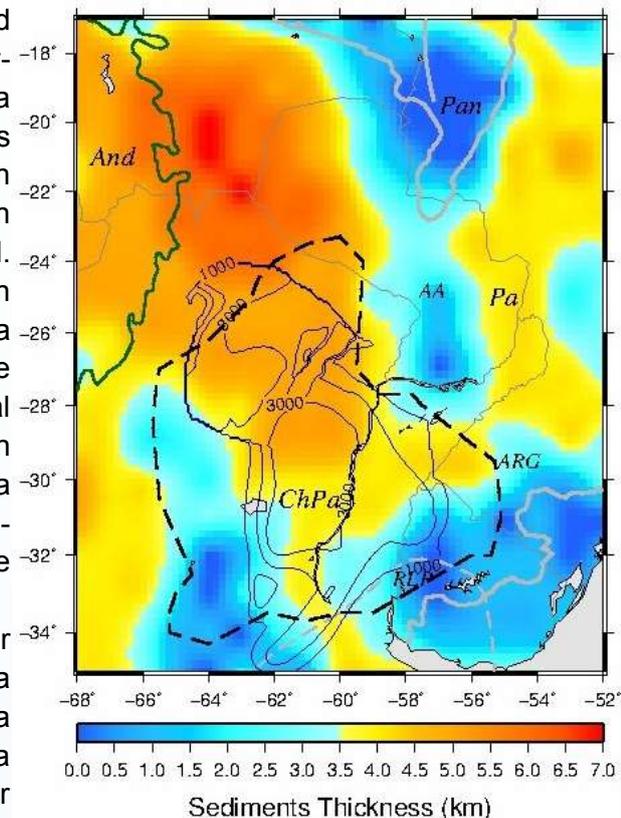


Figura 1: Mapa del espesor sedimentario en la región de la cuenca Chaco-Paraná. Las provincias geológicas corresponden a Pa= cuenca de Paraná, And=región andina, Pan=cuenca de Pantanal, RLP=Cratón del Río de la Plata, ChPa=cuenca Chaco-Paraná, AA= Arco de Asunción y ARG= Arco de Río Grande. Los límites de la cuenca Chaco-Paraná (línea segmentada) y los contornos del espesor sedimentario (línea azul) corresponden a Dragone et al. (2012).



hacia el S de la cuenca separando dos regiones de menor espesor, una de ellas se corresponde con un depocentro semicircular (Barredo y Stinco, 2010). Hacia el NO, cerca de la región del Altiplano, se observa un espesor sedimentario de 7 km concordante con las anomalías de baja velocidad encontradas en los mapas tomográficos y mencionadas en trabajos anteriores. En la región de los Arcos de Asunción (AA) y de Río Grande (ARG) el espesor sedimentario disminuye por debajo de los 2 km.

El espesor cortical obtenido por inversión para la región de la cuenca Chaco-Paraná (Figura 2) varía entre 33 km y 36 km, en concordancia con trabajos previos, presentando un adelgazamiento del orden de 30 km hacia la región centro-norte de la cuenca, que se extiende hacia la cuenca de Pantanal, en conformidad con los resultados de Rosa et al. (2016). Se observa un aumento del espesor hacia el oeste de la cuenca siguiendo la topografía andina y un aumento hacia la región SSE de la cuenca que podrían deberse a la menor densidad y menor variación acimutal de las trayectorias en esa región de la cuenca.

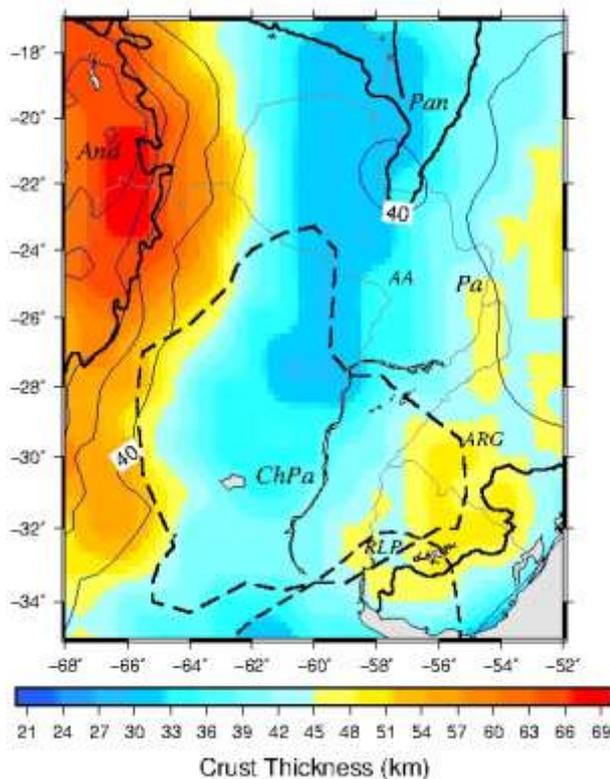


Figura 2: Mapa del espesor cortical en la región de la cuenca Chaco-Paraná. Las provincias geológicas y el límite de la cuenca ChPa son los correspondientes a la Figura 1.

### Conclusiones

La tomografía de ruido ambiental permitió obtener mejores resultados en los mapas para períodos bajos, a partir del período de 5 s, debido a la gran cantidad de datos y a la mayor cobertura de trayectorias aportando mayor resolución a las estructuras someras y superando algunas limitaciones de los métodos convencionales basados en sismos, como por ejemplo la distribución desigual de eventos sísmicos, su frecuencia de ocurrencia y la incerteza en la localización de los epicentros, entre otros. Sin embargo es necesario contar con más datos de períodos entre 30 s y 60 s para obtener una resolución mejorada de los efectos producidos por la Moho.



## Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto “Tres Cuencas” acreditado por el search Program, cuyo objetivo es investigar acerca de la evolución de la corteza en las cuencas de Pantanal, Chaco y Paraná.

## Referencias

- Assumpção, M., M. Feng, A. Tassara y J. Julia, 2013. Models of crustal thickness for South America from seismic refraction, receiver functions and surface wave tomography. *Tectonophysics* 609, 82-96, doi:10.1016/j.tecto.2012.11.014.
- Barredo, S. y L. Stinco, 2010. Geodinámica de las cuencas sedimentarias: su importancia en la localización de sistemas petroleros en la Argentina. *Petrotecnia* 48-68.
- Bensen G., M. Ritzwoller, M. Barmin, A. Levshin, F. Lin, M. Moschetti, N. Shapiro y Y. Yang, 2007. Processing seismic ambient noise data to obtain reliable broad-band surface wave dispersion measurements. *Geophys. J. Int.*, 169, 1239,1260.
- Collaço, B, 2014. Tomografía de Ruído Ambiente na Bacia do Paraná. Universidad de São Paulo. Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas.
- Dragone, G., N. Ussami y C. Chaves, 2012. The Chaco-Paraná Basin from GOCE and integrated terrestrial/satellite gravity data: unraveling major lithosphere discontinuities. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems, GGHS 2012*.
- Feng, M., M. Assumpção y S. Van der Lee, 2004. Group-velocity tomography and lithospheric S-velocity structure of the South American continent. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 147 (2004) 315–331.
- Pasyanos, M., W. Walter y S. Hazler, 2001. A surface wave dispersion study of the Middle East and North Africa for monitoring the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. *Pure Appl. Geophys.*, 158, 1445-1474.
- Rosa, M., B. Collaço, M. Assumpção, N. Sabbione y G. Sanchez, 2016. Thin crust beneath the Chaco-Paraná Basin by surface-wave tomography. *J. South Am. Earth Sciences* 66, 1-14, doi:10.1016/j.jsames.2015.11.010.