

# CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE LA CUENCA DE QUEHUÉ, PROVINCIA DE LA PAMPA

Elena E. de ELORRIAGA<sup>1</sup>, José KOSTADINOFF<sup>2</sup> y Luis A. RANIOLO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa. e-mail: elorriaga@exactas.unlpam.edu.ar

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires. e-mail: gfkostad@criba.edu.ar

<sup>3</sup>Departamento de Agrimensura, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires. e-mail: syariel@criba.edu.ar

## RESUMEN

La cuenca de Quehué se reconoce como una faja continua de valores negativos de anomalías gravimétricas de Bouguer, muy estrecha y elongada, que se ubica en el este de la provincia de la Pampa. Se desarrolla a lo largo de unos 300 km con una orientación N35°O, desde Luan Toro al norte, pasando por Quehué y Abramo, hasta la Laguna Colorada Grande al sur. En base a los resultados geofísicos, se considera que está limitada por importantes fallas y que se trata de una cuenca tipo rift similar a la de General Levalle. Se considera que esta cuenca forma parte del sistema de rifts pampeanos de la Argentina, en conjunto con la cuenca de Macachín con la que se relaciona genéticamente. En el área comprendida en esta investigación se observan máximos y mínimos gravimétricos relativos de diferente magnitud que se asocian con cambios en la profundidad del basamento. En la cuenca se reconocen seis depocentros que varían en extensión y espesor sedimentario. Aunque sólo se ha confirmado la presencia de sedimentitas cretácicas, es posible que el relleno inicial de la cuenca haya comenzado en el jurásico y esté apoyado, en parte, sobre sedimentos paleozoicos. Las variaciones en los datos gravimétricos y magnéticos a ambos lados de la cuenca señalan diferencias en la composición del basamento.

**Palabras clave:** *Prospección geofísica; depocentros; cuenca de Quehué*

## ABSTRACT

*Geophysical characterization Quehue Basin, La Pampa province.*

Quehué basin is a continuous belt of negative values of Bouguer anomalies that are located in the east of the province of La Pampa. It is very narrow and spreads along 300 km, with an orientation N35°W, from: Luan Toro in the north, through Quehué and Abramo, Laguna Colorada Grande in the south. Based on geophysical results, it is believed to be limited by major faults and that is a rift basin similar to General Levalle's. It is part of the pampeano rift system of Argentina; parallel and genetically associated to the Macachin basin. The area studied in this research includes maximum and minimum gravity of different magnitudes associated with changes in basement depth. In Quehue basin six depocenters are recognized, they vary in extension and sediment thickness. Although only the presence of Cretaceous sediments was confirmed, it is possible that initial filling of basin has begun in the Jurassic and is overlying, in part, on Paleozoic sediments. Variations in gravity and magnetic data in both sides of the basin show differences in basement composition.

**Keywords:** *Geophysical prospection; depocenters; Quehue Basin*

## INTRODUCCIÓN

El área comprendida en este estudio se ubica en el este de la provincia de La Pampa, entre los 35° y 39° de latitud sur y 63°30' y 65°30' de longitud oeste (Fig. 1). Comprende una llanura con geformas controladas principalmente por una

duricostra calcárea, presentando una cubierta de sedimentos recientes y escasos afloramientos de rocas mesoproterozoicas, mesozoicas y terciarias marinas y continentales (Visconti *et al.* 2010), lo que optimiza el uso de métodos geofísicos de campos potenciales con el fin de mejorar el conocimiento del subsuelo.

Salso (1966a), describió en el área la cuenca de Macachín considerando secciones sísmicas y perforaciones, entre ellas las Abramo N°1 y N°2, describiendo un relleno que comienza en el permotriásico. Posteriormente Zambrano (1972, 1974) e Yrigoyen (1975) suponen que la deposición de sedimentos en esta cuenca se ini-

cia a partir del cretácico y que puede tener vinculaciones con las cuencas de Laboulaye al norte y la del Colorado por el sur. En la zona estudiada se unifican los sistemas de rifts pampeanos central y occidental (Ramos 1999), que finalizan, hacia el sur, en la cuenca del Colorado. Este conjunto de cuencas se desarrolló durante la etapa distensiva ocurrida a partir del Cretácico temprano (Ramos 1999, Chebli *et al.* 2005) debido a la reactivación de antiguas zonas de sutura entre los terrenos acrecionados en tiempos paleozoicos (Ramos y Kay 1991, Kay y Ramos 1996, Franzese *et al.* 2003, Rivarola y Spalletti 2006); en este caso, se corresponde con la sutura entre el Terreno Pampeano Oriental por el oeste y el Cratón del Río de la Plata por el este (Schmidt *et al.* 1995,

Kraemer *et al.* 1995, Rapela *et al.* 1998, von Gosen *et al.* 2002). La mayor parte de las cuencas que integran estos sistemas son de origen extensional (*rifts*) de tipo hemigraben, con mayor desarrollo en el borde oeste (Uliana *et al.* 1989). Para estas cuencas se han descrito depósitos sedimentarios mesozoicos y cenozoicos, con secuencias continentales del tipo *red beds*; los correspondientes al cretácico incluyen intercalaciones de capas de basaltos (Uliana y Biddle 1988, Uliana *et al.* 1990, Schmidt *et al.* 1995, Gardini *et al.* 1996), como los registrados en la cuenca de Gral. Levalle (Webster *et al.* 2002, 2004, Chebli *et al.* 2005). Urien y Zambrano (1996) para la cuenca del Colorado y Baldo *et al.* (1996) y Carignano *et al.* (1999) para las Sierras Pampeanas,

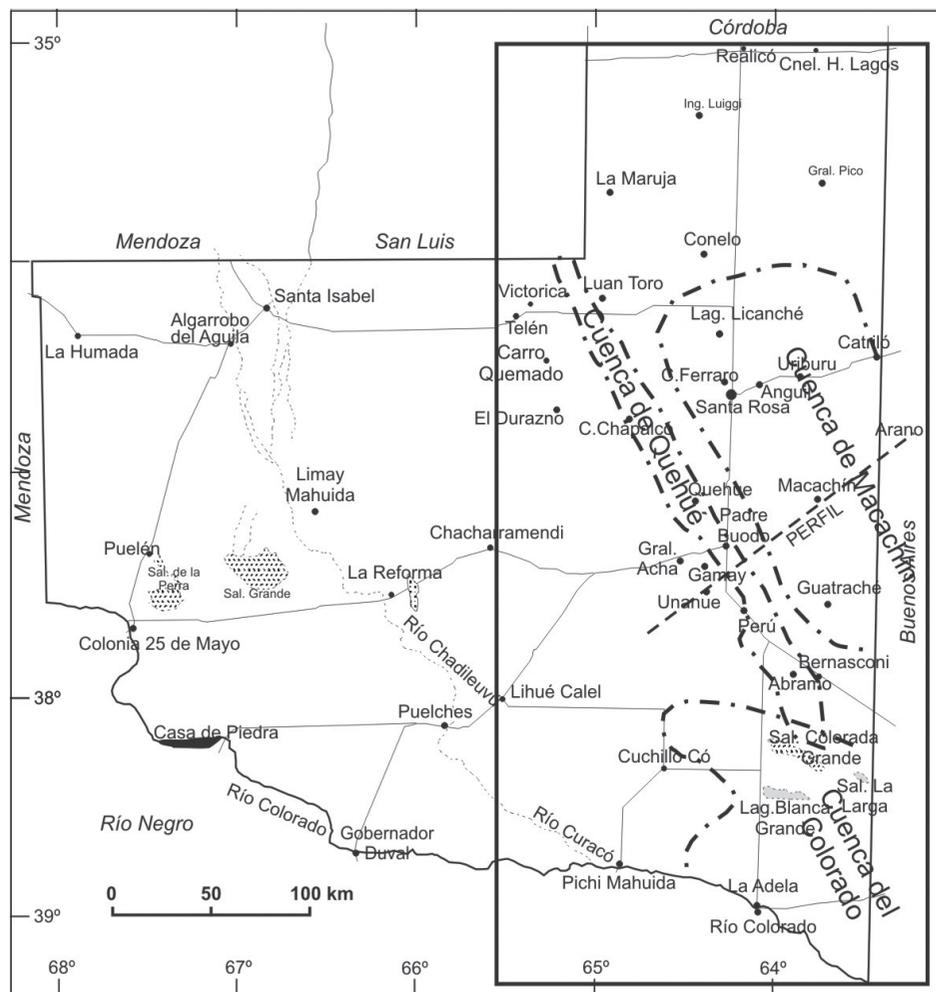
indicaron que en esas áreas sólo son esperables registros jurásico-cretácicos para los primeros depósitos de las cuencas. Se han mencionado para estos sistemas de cuencas, procesos de inversión tectónica localizados principalmente en los márgenes activos de los depocentros ocurridos durante el Neógeno (Uliana *et al.* 1989, Schmidt *et al.* 1995).

El basamento de la región ha sido correlacionado con el de Sierras Pampeanas Orientales (Linares *et al.* 1980, Tickyj *et al.* 1999); en el oeste y suroeste del área estudiada han sido reconocidos los efectos de la actividad de la orogénesis Famatiniana (Sato *et al.* 2003, Varela *et al.* 2009). Según datos de perforaciones y geoelectrónica (Herrero Ducloux 1978), en el oeste de la zona de estudio, se halla en general a poca profundidad (100-250 m). Sobre el mismo, en el norte se han descrito sedimentitas paleozoicas (de Elorriaga y Tullio 1998) y en el suroeste las unidades extrusivas del Grupo Choyoi (Montenegro *et al.* 2003, Llambías *et al.*, 2003). Kostadinoff y Llambías (2002) consideraron que la magnitud de los movimientos ascendentes de la corteza fue limitada en esta zona, por lo cual estas rocas pudieron conservarse en parte.

Las primeras investigaciones geofísicas, en el área incluida en este estudio, se llevaron a cabo en la zona de Cuchillo Có - Abramo, donde Stollar (1956), con disparos de refracción, reconoció la presencia de una cuenca con espesores mayores a 800 m, datos que justificaron la realización de las perforaciones Abramo N°1 y N°2 (Salso 1966b) en las vecindades de la localidad homónima.

Orellana (1966), interpretando la sísmica de refracción realizada por la empresa YPF entre Anguil-Uriburu, determinó el límite este de la cuenca de Macachín e interpretó espesores sedimentarios de más de 2400 metros. Sobre esta línea se procedió a la perforación del pozo de exploración Uriburu N°2 (Miró 1968) el cual atravesó sedimentitas terciarias (continentales y marinas) y finalizó en depósitos asignados al cretácico, a los 1500 m de profundidad, sin atravesarlos totalmente.

Portugal (1973) realiza un informe sobre las líneas de sísmica de reflexión registra-



**Figura 1:** ubicación del área de estudio y del perfil Unanue-Arano. Las líneas marcan límites de cuencas reconocidas por geofísica.

das entre Anguil - Catriño y Guatraché - Avestruz, proponiendo la realización de una perforación en Guatraché. Las interpretaciones de esas secciones sísmicas realizadas por de Elorriaga y Camilletti (1999a, b) para esta cuenca entre Anguil y Uriburu, determinaron una estructura tipo hemigraben, con los mayores espesores al oeste y un relleno sedimentario relacionado con la etapa de rift y posrifting de edad meso - cenozoica, sobre registros de rocas sedimentarias paleozoicas y basamento cristalino. Estas características se repiten en los alrededores de la zona de Guatraché según el análisis de la sección sísmica 25142 (Fig. 2) realizado por de Elorriaga (2010).

A partir de un relevamiento gravimétrico y magnético regional realizado en toda la provincia de La Pampa, Kostadinoff *et al.* (2001) y Kostadinoff y Llambías (2002) consideraron que en el este de la misma se desarrollan dos cuencas, la de Quehué por el oeste y la de Macachín al este (Fig. 1). La cuenca de Quehué fue definida en forma preliminar por Kostadinoff *et al.* (2001), como una serie de mínimos gravimétricos alineados, ubicados al oeste de la cuenca de Macachín; posteriormente Kostadinoff y Llambías (2002), utilizan-

do modelos gravimétricos, propusieron la existencia de espesores sedimentarios de más de 4000 metros en los depocentros que la integran. La cuenca de Macachín fue estudiada por de Elorriaga (2010) quien, en base a los modelos de extensión continental propuestos por Corti *et al.* (2003), propone que ambas cuencas están relacionadas genéticamente.

En la zona se ha descrito la presencia de dos terrenos, Pampeano Oriental al oeste y el Cratón del Río de la Plata al este, cuya sutura ha sido aprovechada como línea de debilidad para el desarrollo de las cuencas de Quehué y de Macachín (de Elorriaga, 2010).

#### METODOLOGÍA

Para esta investigación se recopiló y analizó la información de publicaciones geológicas, perforaciones y datos geofísicos de la región e inmediaciones. A fin de mejorar la información se llevó a cabo la densificación de datos gravimagnetométricos en el sector incluido en el estudio, lográndose una distribución en promedio de un punto cada 6 kilómetros.

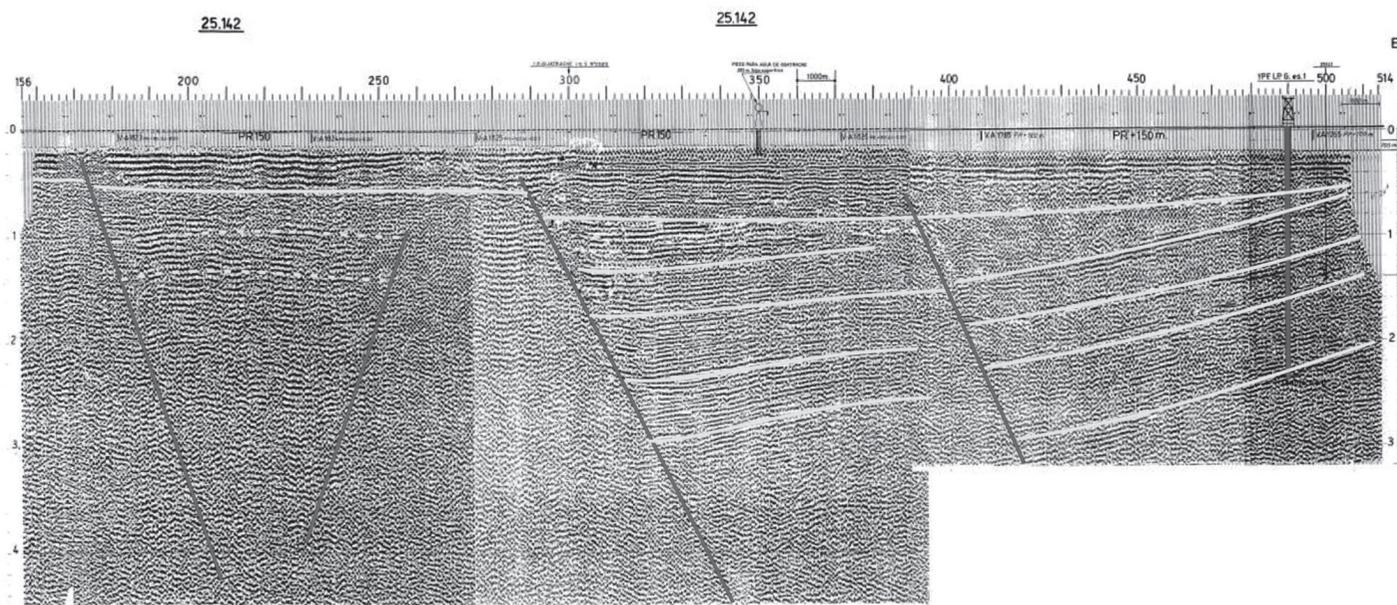
Los valores del campo gravimétrico terrestre se obtuvieron con un gravímetro geo-

désico Worden y los del campo magnético terrestre (CMT) con un magnetómetro de precesión protónica Geometric G-826.

El posicionamiento de las estaciones se realizó con equipos GPS modelo Garmin SRV-100. Las estaciones se midieron sobre mojones del Instituto Geográfico Militar (IGM) previamente seleccionados, con el fin de mantener una alta precisión en las cotas utilizadas para el cálculo de las anomalías gravimétricas.

Para obtener el mapa de anomalías de Bouguer del campo gravitatorio (Fig. 3), los datos se corrigieron por deriva instrumental, efecto de la atracción lunisolar, de aire libre y Bouguer. El mapa de anomalías de los CMT (Fig. 4) se realizó teniendo en cuenta la deriva instrumental, variación diurna geomagnética y el valor del campo geomagnético internacional (International Geomagnetic Reference Field, IGRF). Con los valores de anomalías calculados para ambos campos potenciales (gravedad y magnetismo), se confeccionaron mapas de anomalías (2D y 3D) utilizando el programa Surfer<sup>®</sup> y modelos que permitieran inferir la profundidad de los depocentros reconocidos en esta cuenca.

Con el fin de visualizar los efectos gravimétricos relacionados con estructuras



**Figura 2:** sección sísmica 25142 registrada en Guatraché (Portugal 1973). La interpretación indica el aumento del espesor sedimentario hacia el oeste y la discordancia sobre la que yacen los depósitos terciarios.

profundas (regionales) y superficiales, se consideraron los mapas de prolongación analítica a 20 km de las anomalías de Bouguer y su correspondiente residual,

obtenidos por de Elorriaga (2010), que incluyen gran parte de la zona estudiada (Figs. 5a y b).

Con el objeto de inferir información acer-

ca de la litología se combinaron los resultados de gravimetría y magnetometría (Telford *et al.* 1996).

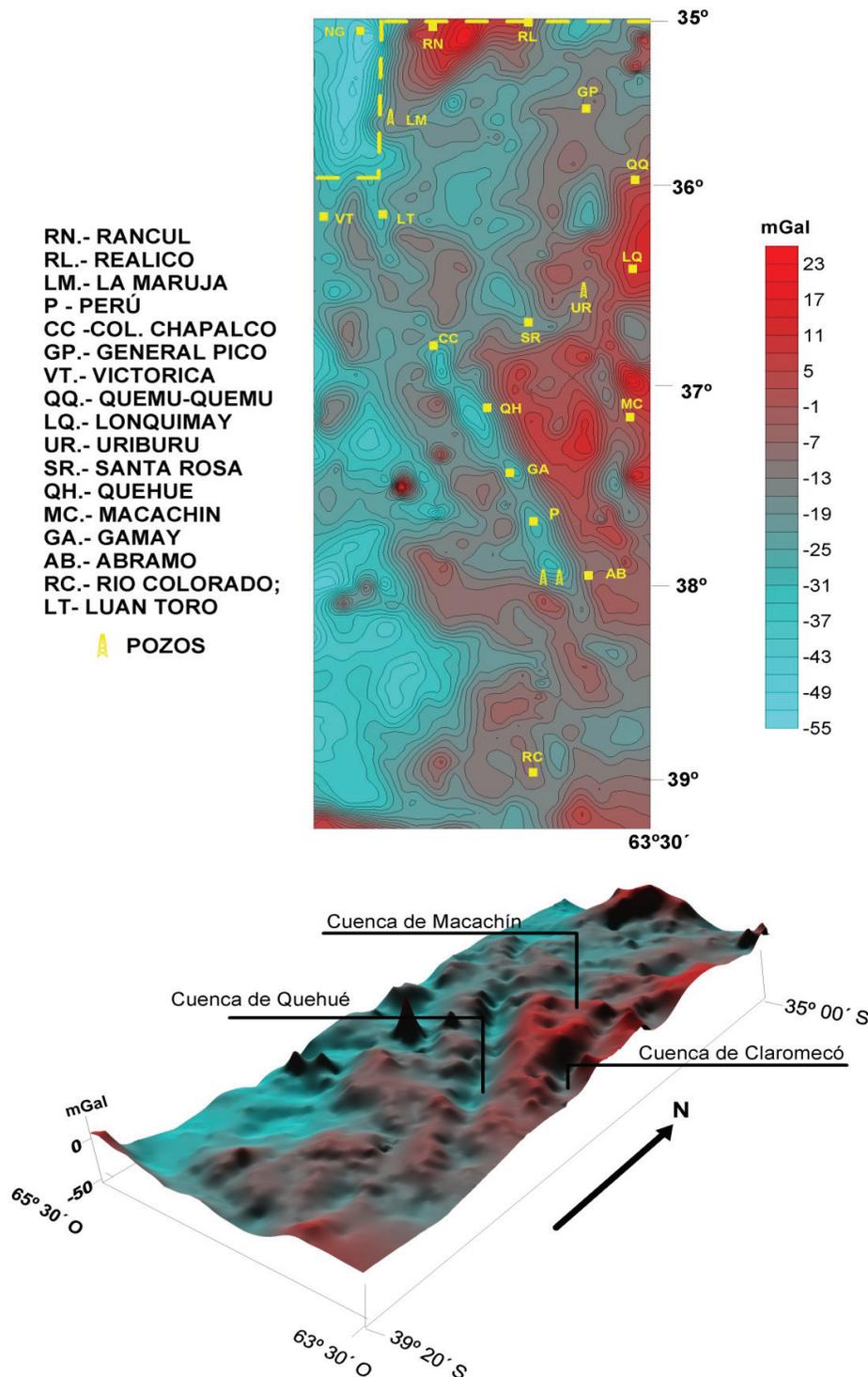
Para correlacionar los resultados gravimétricos con la geología con la finalidad de ajustar los modelos e inferir espesores sedimentarios de los distintos depocentros, se consideraron datos de perforaciones y sísmica. Para los cálculos de los espesores sedimentarios se tuvo en cuenta el valor de contraste de densidad entre los sedimentos y las rocas del basamento de  $-0,25 \text{ gr/cm}^3$ , deducido en de Elorriaga (2010) para los depocentros de Uriburu (perforación Uriburu N°1, Miró 1968) y Guatraché (Fig. 2) ambos incluidos en la cuenca de Macachín. Este contraste de densidad se verificó mediante la comparación entre los pozos Abramo N°1 (basamento a los 266 metros de profundidad) y N°2 (basamento a los 955 metros luego de atravesar sedimentitas terciarias y cretácicas) (Salso 1966b), ubicados en el borde sur del depocentro de Quehué (Figs. 6a y b).

Con el propósito de visualizar la disposición de la cuenca involucrada en este estudio con respecto a las cuencas que se encuentran hacia el este, Macachín y Claromecó, y relacionar su magnitud respecto de las mismas, se realizó un perfil gravimagnetométrico, cuya ubicación se indica en la figura 1, que se extiende desde la localidad de Unanue hasta la de Arano, provincias de La Pampa y Buenos Aires respectivamente (Fig. 7).

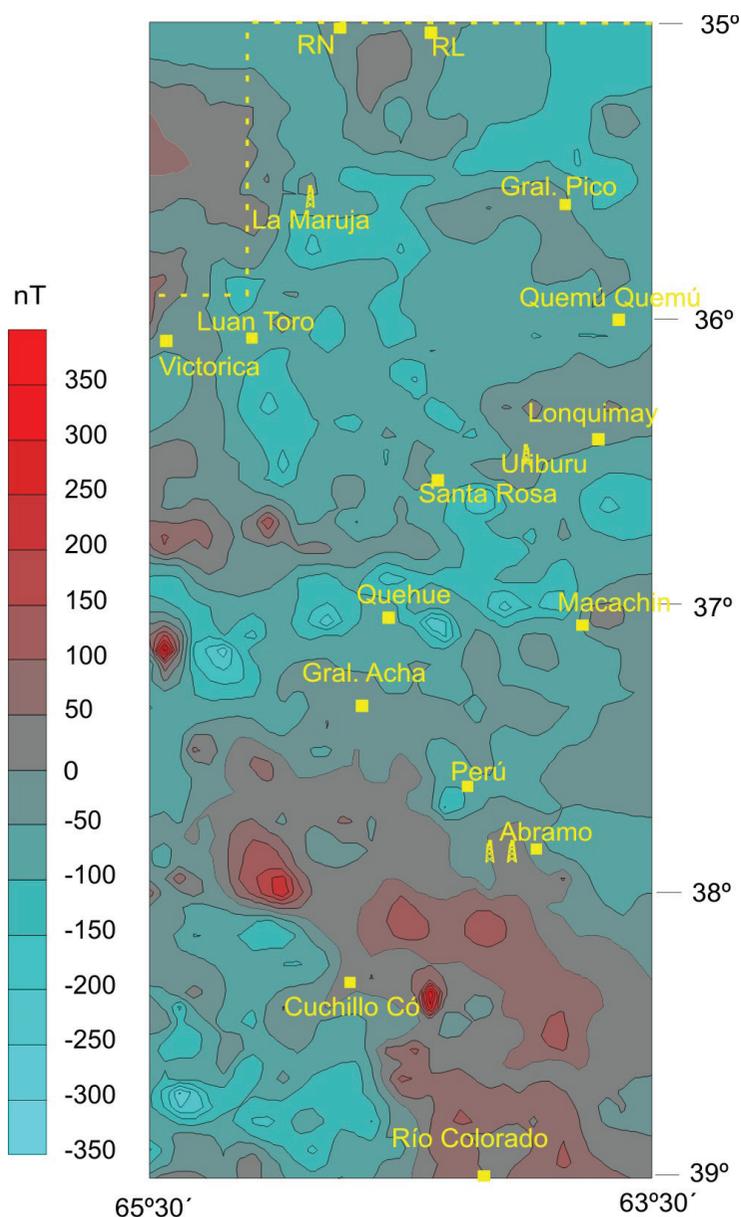
## RESULTADOS

El mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer (Fig. 3) permite identificar un lineamiento de valores negativos, muy estrecho, limitado por valores relativamente más altos, que cruza con un rumbo aproximado  $N35^\circ O$  el sector este del territorio de la provincia de La Pampa. En ese mapa, la línea que define el margen este de esta estructura se observa con buena definición en las vecindades de las localidades de Abramo al sur, Perú, Padre Buodo, Quehué y Colonia Chapalcó, haciéndose más suave hasta Luan Toro al norte (Fig. 3).

Este rasgo, que ha sido reconocido como cuenca de Quehué por Kostadinoff y Llambías (2002), muestra un ancho re-



**Figura 3:** mapa de anomalías de Bouguer. Se han ubicado algunas localidades de referencia y los pozos Uriburu 1, Abramo 1, y Abramo 2.



**Figura 4:** mapa de anomalías del campo magnético terrestre. Localidades de referencia y pozos Uñburu 1, Abramo 1 y Abramo 2

ducido, variable entre 15 y 20 km y está limitado por importantes gradientes que indican la presencia de fallas de alto ángulo y de gran desarrollo longitudinal. En el mapa de anomalía de Bouguer (Fig. 3), se determinaron seis mínimos gravimétricos de distinta importancia (Cuadro I) que se denominaron Abramo, Perú, Gamay, Quehué, Colonia Chapalcó y Luan Toro Norte, por su cercanía a las respectivas localidades.

Como se puede observar en las figuras 3 y 5b, hacia el norte de Colonia Chapalcó se observan máximos gravimétricos poco definidos y a partir de la localidad de Luan

Toro, la serie de mínimos gravimétricos se orienta hacia el norte uniéndose con el

extremo sur de la cuenca de Nueva Galia (Kostadinoff *et al.* 2006).

Hacia el sur de la localidad de Abramo, los mínimos gravimétricos son de menor importancia y finalizan en el sector de las lagunas Colorada Grande y Blanca Grande que se encuentran en el ámbito de la cuenca del Colorado.

Como se puede observar en el mapa de anomalía de Bouguer (Fig. 3) y en el perfil (Fig. 7), es destacable la asimetría que muestran los valores de las anomalías Bouguer a ambos lados de la cuenca de Quehué; el sector este tiene valores que sobrepasan, por lo general, en más de 20 mGal a los correspondientes al sector oeste.

En el mapa de anomalías del campo magnético terrestre (Fig. 4) se pueden diferenciar dos comportamientos: al este de la cuenca de Quehué las anomalías son de baja amplitud (< 100 nT) y al oeste y sudoeste los valores son mayores alcanzando los 350 nT. Aunque con variaciones, a lo largo de toda la cuenca de Quehué se observa una baja respuesta magnética.

Cuando se comparan los mapas de anomalía de Bouguer (Fig. 3) y de campo magnético (Fig. 4) se observan que las zonas con los altos gravimétricos más importantes, al este de la cuenca estudiada, no muestran una impronta magnética importante constituyendo anomalías del campo magnético total bajas. También se percibe que al suroeste de la cuenca de Quehué las anomalías magnéticas de mayor amplitud coinciden con valores altos de gravedad y que más al oeste ambos disminuyen.

En función del contraste de densidad deducido (-0,25 gr/cm<sup>3</sup>) se calculó la potencia

**CUADRO I:** valores de anomalía de Bouguer y espesores de los depocentros diferenciados en la cuenca de Quehué, calculados a partir de modelos.

Depocentro	Anomalía de Bouguer (mGal)	Espesor sedimentario calculado (metros)
Abramo	-6	689
Perú	-18	2100
Gamay	-16	1755
Quehué	-20	2910
Colonia Chapalcó	-20	2910
Luan Toro Norte	-14	1940



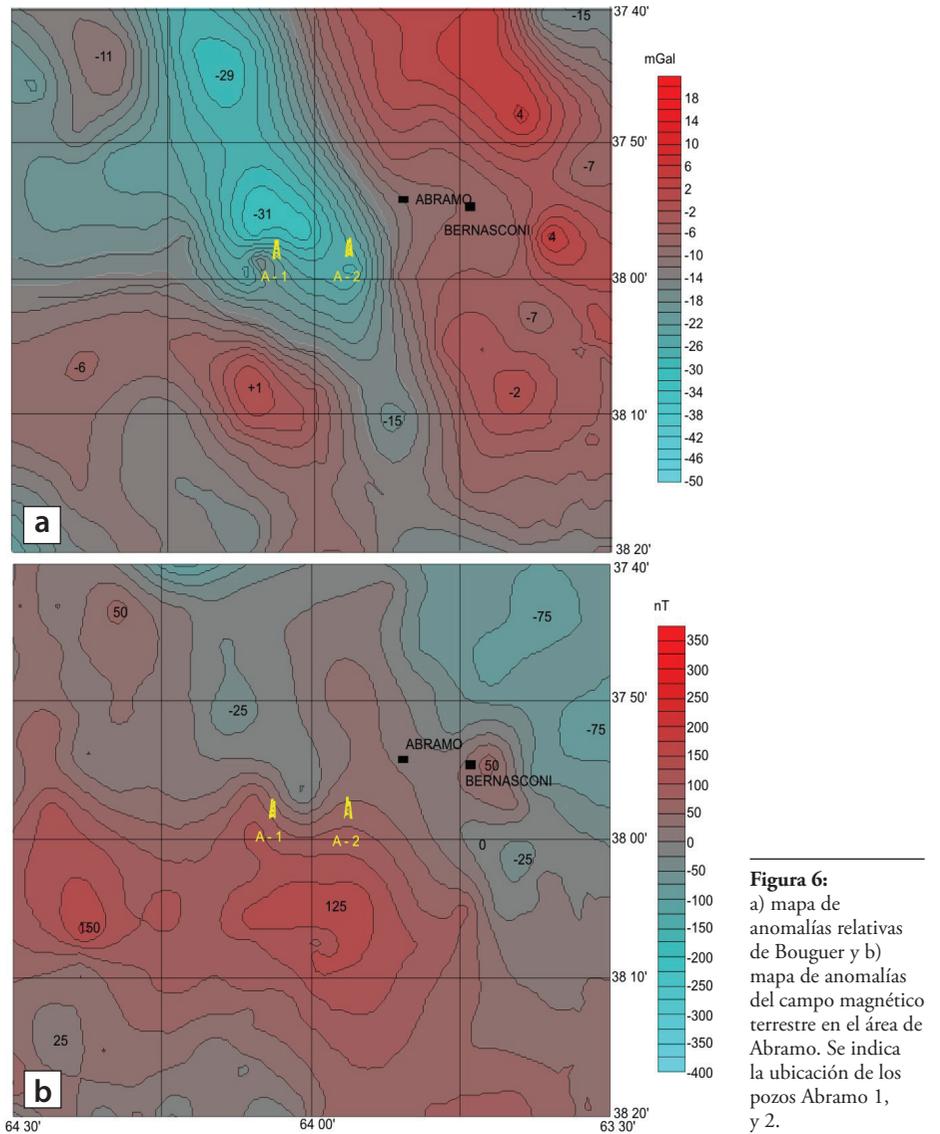
En el mapa de prolongación ascendente de anomalía de Bouguer a  $H=20$  km, se observa que los efectos gravimétricos más superficiales han sido eliminados (Fig. 5a) por lo que su respectivo residual (Fig. 5b), es muy similar al de anomalía de Bouguer.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

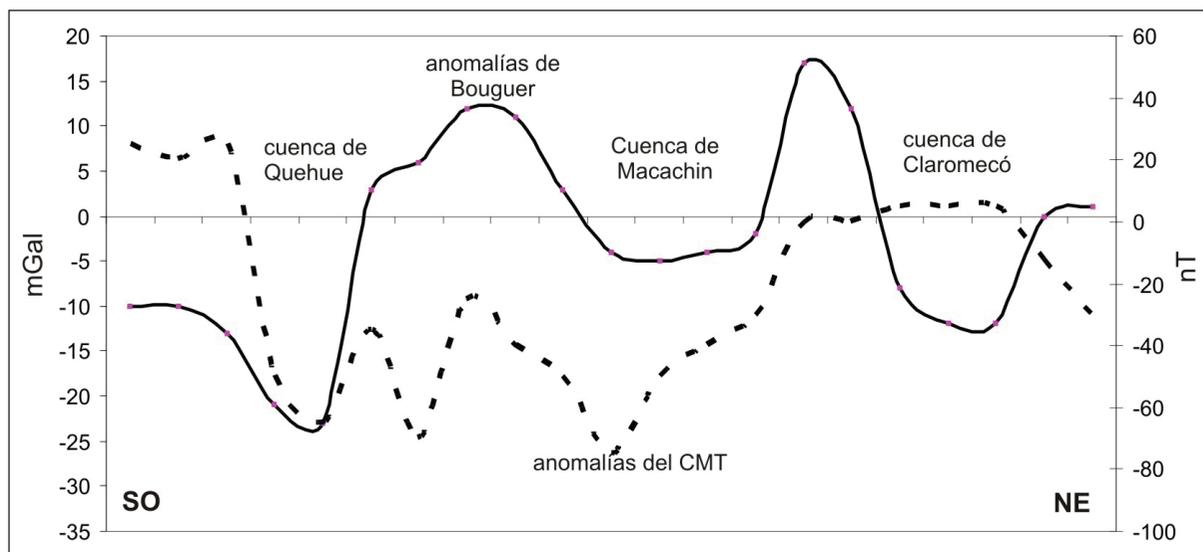
Teniendo en cuenta consideraciones regionales, los altos gradientes que limitan la estructura, indican la presencia de importantes fallas directas, de alto ángulo y gran desarrollo longitudinal, relacionadas con la apertura de la cuenca. Esto indica una geometría muy similar a la cuenca de General Levalle (Webster *et al.* 2004, Chebli *et al.* 2005). Considerando los antecedentes, las fallas habrían sido reactivadas como inversas durante la tectónica andina (Schmidt *et al.* 1995, de Elorriaga y Camilletti 1999a).

Como se observa en el mapa de anomalía de Bouguer, al noreste de la cuenca de Quehué los mínimos gravimétricos se conectan con el extremo sur de las cuencas de General Levalle (Webster *et al.* 2004) y de Laboulaye (Zambrano 1974).

La asimetría de los valores de las anomalías de Bouguer a ambos lados de la cuenca de Quehué, permite suponer que el basamento del borde que la limita por el este, es de mayor densidad que el del oeste (Figs. 3 y 7).



**Figura 6:** a) mapa de anomalías relativas de Bouguer y b) mapa de anomalías del campo magnético terrestre en el área de Abramo. Se indica la ubicación de los pozos Abramo 1, y 2.



**Figura 7:** perfil de anomalías gravimétricas y magnéticas entre Unanue y Aramo

Como se observa en el Cuadro I, los espesores de los sedimentos cenozoicos inferidos mediante los modelos gravimétricos, se encuentran comprendidos entre 700 a 2910 metros. Aunque los datos del pozo de Abramo N°2 permiten solamente considerar que el relleno más antiguo es cretácico, este factor no impide especular la presencia de sedimentos paleozoicos, como los que se han descrito en el norte de provincia de La Pampa y sur de la de San Luis (de Elorriaga y Tullio 1998, Chernicoff y Zappettini 2005). En el caso de que estuvieran presentes, gravimétricamente no se puede inferir la potencia de los mismos, que en algunos podría alcanzar centenares metros, en forma similar a lo que sucede en la cuenca de Claromecó (Kostadinoff 1993), debido al escaso contraste de densidad que existe entre sedimentos triásicos o paleozoicos y el basamento.

En el perfil Unanue - Arano (Fig. 7) es muy destacable la variación de los valores de anomalías de Bouguer de las cuencas que atraviesa; estos, que en orden creciente de importancia son Macachín (-5 mGal), Claromecó (-13 mGal) y Quehué (-24 mGal), están asociados directamente con el espesor de la pila sedimentaria presente. Además se observa que la respuesta magnética es similar en las cuencas de Macachín y Quehué.

El mapa de anomalía residual de la prolongación ascendente a H=20 km (Fig. 5b) es muy similar al de anomalía de Bouguer por lo que se considera que las estructuras se desarrollan principalmente en corteza superior.

La correlación entre los mapas de anomalía de Bouguer y de anomalías magnéticas (Figs. 3 y 4) muestra que en las áreas donde se ubican los altos gravimétricos más importantes, las anomalías del campo magnético total son bajas; esto podría atribuirse con la presencia de rocas graníticas del basamento.

Las anomalías magnéticas de mayor amplitud, que se observan al suroeste del área de estudio y que coinciden con el borde oeste del lineamiento de anomalías en el sector sur de la cuenca de Quehué, se corresponden con la zona donde aflora basamento paleozoico relacionado con el

ciclo orogénico Famatiniano (Tickyj *et al.* 1999, Sato *et al.* 2003). Este comportamiento cambia hacia el este, en el área correspondiente a las cuencas de Quehué y Macachín, donde se describe basamento tipo sierras pampeanas.

Aunque con variaciones, los bajos valores de anomalías magnéticas, que se observan a lo largo de toda la cuenca de Quehué se relacionan con el escaso contenido de minerales paramagnéticos que muestran en general el relleno sedimentario de las cuencas.

El suave mínimo magnético ubicado en las cercanías de Perú (véase Fig. 4) indica el hundimiento del basamento y la consecuente existencia de un relleno sedimentario de mayor espesor. Este comportamiento también se observa en los depocentros Quehué y Colonia Chapalcó.

La orientación NO-SE y el hecho de encontrarse al sur de las cuencas Cuyana y Beazley favorece la idea de que la cuenca de Quehué sea de edad triásica (Ramos 1992). De acuerdo a ello podría postularse que la apertura de esta cuenca comenzó en el Triásico y continuó durante el Cretácico, como sucede en la cuenca de Beazley (Yrigoyen *et al.* 1989).

Las características geométricas de la cuenca de Quehué son similares a las de la de General Levalle (Webster *et al.* 2002, 2004, Chebli *et al.* 2005), por lo que no se pueden descartar que los espesores sedimentarios sean mayores a los calculados.

Las sedimentitas más antiguas hasta ahora mencionadas para el área, han sido asignadas al Cretácico y se encuentran descritas en la perforación Abramo N°2 (Salso 1966a, Zambrano 1972 y 1974, Yrigoyen 1975) y los afloramientos fosilíferos descriptos por Casadío *et al.* (2000) en el sudeste de La Pampa; según los datos aportados por Urien y Zambrano (1996) para la cuenca del Colorado, Carignano *et al.* (1999) y Baldo *et al.* (1996) para las Sierras Pampeanas, se puede considerar la probabilidad de la presencia de depósitos sedimentarios jurásicos en la base del relleno de las cuencas del área.

Las perforaciones realizadas para la búsqueda de agua subterránea por la Administración Provincial del Agua (s/f) muestran que los depósitos que cubren

al basamento, cuando éste se encuentra a escasa profundidad, son continentales y corresponden a la Fm Cerro Azul, asignada al Mioceno tardío (Linares *et al.* 1980, Montalvo y Casadío 1988).

## CONCLUSIONES

La cuenca de Quehué se desarrolla en el este de la provincia de La Pampa, en dirección NO-SE con un ancho variable entre 15 y 20 km y una longitud de aproximadamente 300 km. Constituye una estructura tipo *rift* que incluye seis depocentros de distinta importancia que, de sur a norte, se denominaron Abramo, Perú, Gamay, Quehué, Colonia Chapalcó y Luan Toro Norte.

En función de las profundidades de las rocas del basamento y de las formaciones reconocidas en los pozos Abramo N°1 y N°2 se elaboraron modelos geofísicos que permitieron estimar los espesores sedimentarios cenozoicos en cada uno de los mínimos gravimétricos (depocentros) de esta cuenca; los valores calculados varían entre 689 y 2910 metros.

La cuenca está limitada por altos gradientes que se corresponden con fallas importantes, que se consideran relacionadas con la apertura de la misma.

Se encuentra separada de la cuenca de Macachín por máximos gravimétricos que se corresponden con altos basamentales.

Las cuencas de Quehué y de Macachín se habrían desarrollado aprovechando la sutura entre los *terrenos* Pampeano Oriental al oeste y el Cratón del Río de la Plata al este. La hipótesis de una posible similitud entre las cuencas de General Levalle y de Quehué, es favorecida por la geometría y estructuración (tipo *rift* intracratónico angosto) deducida y los resultados de la modelización.

## AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Hugo Tickyj y Ricardo Melchor por sus aportes; a las Dras. Andrea A. Bartel y Claudia Montalvo por sus lecturas críticas y colaboración.

A los árbitros del manuscrito, Dr. Augusto Rapalini y anónimo, que permitieron mejorar el contenido de esta investigación.

Este trabajo fue realizado con el aporte del subsidio del CONICET PIP N° 2095.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Administración Provincial del Agua (s/f). Fichas de perforaciones realizadas en la provincia de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa.
- Baldo, E., Demange, M. y Martino, R., 1996. Evolution of the Sierras de Córdoba, Argentina. *Tectonophysics*, 267: 121-142.
- Carignano, C., Cioccale, M. y Rabassa, J. 1999. Landscape Antiquity of the Central-Eastern Sierras Pampeanas (Argentina): Geomorphological Evolution since Gondwanic Times. *Zeitschrift für Geomorphologie, Annals of Geomorphology, Suppl.-Bd*, 118: 245-268.
- Casadío, S., Manera, T., Parras, A., Montalvo, C. y Cornachione, G., 2000. Primer registro en superficie de sedimentitas continentales del Cretácico superior en la cuenca del Colorado sureste de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55: 129-133.
- Chebli, G.A., Spalletti, L.A., Rivarola, D., de Elorriaga, E. y Webster, R.E., 2005. Cuencas cretácicas de la región central de la Argentina. 6° Congreso de Hidrocarburos. IAPG, Editado en CD. Mar del Plata.
- Chernicoff, C.J. y Zappettini, E.O., 2005. Foreland basin deposits associated with Cuyania terrane accretion in La Pampa province, Argentina. *Gondwana* 12, Abstracts: 100. Mendoza.
- de Elorriaga, E.E., 2010. Evaluación de los depocentros de la cuenca de Macachín, provincias de La Pampa y Buenos Aires, Argentina. Tesis doctoral Universidad Nacional del Sur (inédita) 225 p. y anexo 31p., Bahía Blanca.
- de Elorriaga E.E. y Camilletti, C.M., 1999a. La cuenca de Macachín entre Anguil y Catrilo, provincia de La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas: 227-230. Salta.
- de Elorriaga E.E. y Camilletti, C.M., 1999b. Señales de sedimentitas precretácicas en el subsuelo de la cuenca de Macachín. 7° Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas: 139-147. Santa Rosa.
- de Elorriaga E.E. y Tullio J.O., 1998. Estructuras del subsuelo y su influencia en la morfología en el norte de la provincia de La Pampa. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 3: 499-506. Buenos Aires.
- Franzese, J.R., Spalletti, L.A., Gómez Pérez, I. y MacDonald, D., 2003. Tectonic and palaeoenvironmental evolution of Mesozoic sedimentary basins along the Andes foothills of Argentina (32°-54°S). *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 81-90.
- Gardini, C., Costa, C. y Schmidt, C., 1996. Inversión Tectónica en el Sector Sierra del Gigante - Alto Pencoso. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas 3: 267-281. Buenos Aires.
- Herrero Ducloux, J., 1978. Informe de prospección geofísica en la región comprendida entre los paralelos de 36° y 37°20' S y los meridianos de 64 y 66° W de Greenwich (provincia de La Pampa). Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH), Centro de Hidrología Aplicada, Informe inédito, 152 p., 28 fig., 4 cuadros y 36 anexos. Buenos Aires.
- Kay, S.M. y Ramos, V.A., 1996. El magmatismo cretácico de las sierras de Córdoba y sus implicancias tectónicas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 453-464.
- Kostadinoff, J., 1993. Geophysical evidence of a Paleozoic basin in the interhilly area of Buenos Aires province, Argentina. *Comptes Rendus*. 13° International Congress on the Carboniferous and Permian System, *Comptes Rendus*, 1: 397-404. Buenos Aires.
- Kostadinoff, J. Llabrás, E., Raniolo, L.A. y Álvarez, G.T., 2001. Interpretación de los datos geofísicos del sector oriental de la Provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56: 481-493.
- Kostadinoff, J. y Llabrás, E., 2002. Cuencas sedimentarias en el subsuelo de La provincia de La Pampa. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. IAPG, Editado en CD, Mar del Plata.
- Kostadinoff, J., Gregori, D., Raniolo, L.A., López, V. y Strazzere, L., 2006. Configuración geológica-geofísica del sector sur de la provincia de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 61: 107-117.
- Kraemer, P.E., Escayola, M.P. y Martino, R.D., 1995. Hipótesis sobre la evolución tectónica neoproterozoica de las Sierras Pampeanas de Córdoba (30°40' - 32°40'), Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 50: 47-59.
- Linares, E., Llabrás, E. y Latorre, E.O., 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35: 87-146.
- Llabrás, E.J., Gregori, D., Basel, M.A., Varela, R. y Prozzi, C., 2003. Ignimbritas riolíticas neoproterozoicas en la Sierra Norte de Córdoba: ¿evidencia de un arco magmático temprano en el ciclo Pampeano?. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58: 572-582.
- Miró, R.C., 1968. Perforación Uriburu N° 2. Dirección General de Industria Minera. Informe inédito, 53 p. Buenos Aires.
- Montalvo, C.I. y Casadío, S., 1988. Presencia del género *Palaeoctodon* (Rodentia, Octodontidae) en el Huayqueriense (Mioceno tardío) de la Provincia de La Pampa. *Ameghiniana*, 25: 111-114.
- Montenegro, T., Quenardelle, S. y Llabrás, E., 2003. Estudios termométricos de granitoides de Algarrobo del Águila, provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58: 643-652.
- Orellana, E.I., 1966. Informe sobre trabajos sísmicos de refracción en la provincia de La Pampa. 4 páginas y 5 adjuntos. Informe inédito. YPF Buenos Aires.
- Portugal, R., 1973. Resultados sobre estratigrafía y estructura en la zona de Guatraché (La Pampa) y Carhué (Bs. As.) Departamento de Geofísica, Informe inédito 5615, YPF. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1992. Control geotectónico de las cuencas triásicas de Cuyo. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 8: 2-9. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1999. Capítulo 24: Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica de La Argentina. En: Caminos, R. (ed.): *Geología Argentina*. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29: 715-759.
- Ramos, V.A. y Kay, S.M., 1991. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. In: Harmon, R. S. y Ra-

- pela, C.W. (eds.), *Andean magmatism and its tectonic setting*. Geological Society of America, Special Paper 265: 79-91.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J., Galindo, C. y Fanning, C.M., 1998. The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. En: Pankhurst, R. y Rapela, C. (eds). *The Proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publications, 142: 181-217, London.
- Rivarola, D. y Spalletti, L.A., 2006. Modelo de sedimentación continental para el rift cretácico de la Argentina Central. Ejemplo de Sierras de las Quijadas, San Luis, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 61: 63-80.
- Salso, J.H., 1966a. La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 21: 107-117.
- Salso, J.H., 1966b. Apreciación preliminar acerca de las perforaciones Macachín N° 1 y Abramo N° 2 (provincia de La Pampa). Instituto Nacional de Geología y Minería, Informe inédito, 8 p., planillas y gráficos. Buenos Aires.
- Sato, A.M., González, P.D. y Llambías, E.J., 2003. Evolución del orógeno Famatiniano en la Sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58: 487-504.
- Schmidt, C., Astini, R., Costa, C., Gardini, C. y Kraemer, P. 1995. Cretaceous Rifting, Alluvial Fan Sedimentation and Neogene Inversion, Southern Sierras Pampeanas, Argentina, In A.J. Tankard, R. Suarez and H.J. Welsink (eds.), *Petroleum basins of South America: A.A.P.G. Memoir 62*: 341-358.
- Stollar, G., 1956. Informe sobre el trabajo de relevamiento del basamento mediante prospección por sísmica de refracción entre las localidades de Abramo (La Pampa) y Pichi-Mahuida (Río Negro). Dirección Nacional de Minería, 6 p., un mapa y un perfil.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. and Keys, D.A., 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 860 p. New York.
- Tickyj, H., Llambías, E.J., Sato, A.M., 1999. El basamento cristalino de la región sur – oriental de la provincia de la Pampa: extensión del Orógeno Famatiniano de Sierras Pampeanas. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 160-163, Salta.
- Uliana, M. y Biddle, K., 1988. Mesozoic-Cenozoic Paleogeographic and Geodynamic evolution of Southern South América. *Revista Brasileira de Geociencias*, 18: 172-190.
- Uliana, M.A., Biddle, K.T. y Cerdan, J., 1990. Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. In: Tankard, A.J. and Blackwell, H.R. (eds.). *Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margins*. American Association of Petroleum Geologist, Memoir, 46: 599-614.
- Urien, C.M. y Zambrano, J.J., 1996. Estructura del margen continental. En: Ramos, V.A., Turic, M.A. (eds.). 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina*, Relatorio 3: 29-65. Buenos Aires.
- Varela, R., Basei, M.A.S., Sato, A.M., González, P.D., Siga Jr., O., Campos Neto, M.C. y Cingolani, C.A.1, 2003. Grenvillian basement and Famatinian events of the Sierra de Umango (29° S): A review and new geochronological data. 4° South American Symposium on Isotope Geology. Short Papers, Actas I: 304-306. Salvador, Brasil.
- Visconti, G., Melchor, R.N., Montalvo, C.I., Umazano, A.M. y de Elorriaga E.E., 2010. Análisis litoestratigráfico de la Formación Cerro Azul (Mioceno Superior) en la provincia de La Pampa. *Rev. Asoc. Geol. Argent.*, vol.67, n.2, pp. 257-265.
- von Gosen, W., Loske W. y Prozzi, C., 2002. New isotopic dating of intrusive rocks in the sierra de San Luis (Argentina): implications for the geodynamic history of the Eastern Sierras Pampeanas. *Journal of South American Earth Sciences*, 15: 237-250.
- YPF, s/f. Datos de sísmica de refracción volcados en hojas del I.G.M. N°4a: Hojas 3369-3366-3569-3566. N°4b: Hojas 3363-3360-3563-3560. N°5b: Hojas 3766-3763-3966-3963. Buenos Aires.
- Yrigoyen, M.R., 1975. Geología del subsuelo y plataforma continental. En geología de la provincia de Buenos Aires. 6° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 139-168. Buenos Aires.
- Yrigoyen, M.R., Ortiz, A. y Manoni, R., 1989. Cuenas sedimentarias de San Luis. En Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (eds.): *Cuenas Sedimentarias Argentinas*. Serie de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, 6: 203-219. San Miguel de Tucumán.
- Webster, R.E., Chebli, G.A., y Fischer, J.F., 2002. La Cuenca de General Levalle, Argentina: un rift del Cretácico Inferior en el subsuelo. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. IAPG, Editado en CD, Mar del Plata.
- Webster, R.E., Chebli, G.A., y Fischer, J.F., 2004. General Levalle Basin, Argentina: a Frontier Lower Cretaceous Rift Basin. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 88: 627-652. Tulsa.
- Zambrano, J.J., 1972. La cuenca del Colorado. En: Leanza, A.F. (ed.), 1° Simposio de Geología Regional Argentina: 419-438. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Zambrano, J.J., 1974. Cuenas sedimentarias en el subsuelo de la Provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24: 443-469.

Recibido: 5 de marzo, 2012

Aceptado: 6 de febrero, 2013