

Delimitación de los terrenos tectonoestratigráficos de la región centro-austral Argentina: evidencias aeromagnéticas

Carlos J. Chernicoff

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Universidad de Buenos Aires, Argentina
Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) Av. Julio A. Roca 651,
8° piso (1322) Buenos Aires, Argentina
jchern@secind.mecon.gov.ar

Eduardo O. Zappettini

Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) Av. Julio A. Roca 651,
8° piso (1322) Buenos Aires, Argentina
ezappe@secind.mecon.gov.ar

RESUMEN

La interpretación de datos aeromagnéticos de alta resolución en la Provincia de La Pampa sumados a información magnética de baja densidad en los ámbitos de las Cuencas Neuquina y del Colorado, permiten precisar los límites de los terrenos Chilenia, Cuyania, Pampia y Patagonia, y del Cratón del Río de la Plata en la región analizada. En particular, los datos aeromagnéticos de alta resolución son contrastados con la información geológica disponible y se discriminan así once unidades litomagnéticas pre-cenozoicas y dos cenozoicas, representadas en un mapa de geología sólida de esta región ampliamente cubierta por sedimentos cuaternarios. Asimismo se identifican estructuras de diverso orden y su cronología relativa: fallas de carácter regional de primer orden; fallas, fracturas y zonas de cizalla de carácter subregional, así como la fábrica magnética más conspicua del basamento que refleja sus principales estructuras planares. Se diferencian tres unidades de características magnéticas contrastantes en el basamento interpretados como integrantes de los terrenos tectonoestratigráficos Cuyania y Pampia y del Cratón del Río de la Plata, separados por discontinuidades de primer orden. Una discontinuidad del mismo tipo separa a los terrenos Chilenia y Cuyania, en el sector occidental de la zona de estudio. En el extremo sur del área investigada se hacen dominantes las estructuras de rumbo WNW, en particular un corrimiento mayor, de vergencia NNE, que marca el truncamiento austral de la sutura Cuyania-Pampia. Un máximo regional magnético y una anomalía residual de Bouguer positiva, dispuestos conformando un arco de orientación este-oeste convexo hacia el norte y localizados inmediatamente al sur de los 39°S, señalan la interrupción de la estructuración submeridional de los terrenos Chilenia, Cuyania y Pampia al norte de los mismos; representarían la zona de sutura entre el terreno Patagonia y Gondwana, cuya activación durante el Mesozoico dio lugar a la Dorsal de Huincul.

Palabras claves: La Pampa, Aeromagnetismo, Sutura, Cuyania, Pampia, Chilenia, Cratón del Río de la Plata, Patagonia.

ABSTRACT

Delimitation of tectonostratigraphic terranes of the southern-central region of Argentina: aeromagnetic evidences. The geological interpretation of the high-resolution aeromagnetic data of the La Pampa province, in addition to the low-density magnetic information from the region of the Neuquina and Colorado basins, leads to define the precise boundaries of the Chilenia, Cuyania, Pampia and Patagonia terranes, and the Río de la Plata Craton

within the study region. The data from the high-resolution aeromagnetic survey, in particular, are compared and studied in conjunction with all the available geological information. This results in a map of the solid geology of this region largely covered by Quaternary sediments, in which eleven pre-Cenozoic and two-Cenozoic lithomagnetic units are represented. A number of structures of different magnitudes, as well as their relative chronology, are also recognized, *i.e.*, regional faulting, sub-regional faulting/fracturing/shearing and the most conspicuous magnetic fabric of the basement which reflects its main planar structures. Three different basements are distinguished on the basis of their contrasting magnetic character, and are interpreted to integrate the Cuyania and Pampia terranes and the Río de la Plata craton, separated from each other by large-scale discontinuities. In the western part of the study region an additional master discontinuity separates the Chilenia and Cuyania terranes. In the southernmost area, WNW-trending structures are predominant, particularly a master NNE-vergent thrust that indicates the truncation of the cuyana-Pampia suture and is regarded to be related to the collision of the patagonia terrane. An east-west - trending, convex to the north, arch-shaped regional magnetic high and an equally shaped positive residual Bouguer anomaly located immediately to the south of 39°S, whose activation, during the Mesozoic gave rise to the Huincul Dorsal, indicate the interruption of the distinct submeridional structures of the Chilenia, Cuyania and Pampia terranes to the north and would represent the suture zone of the Patagonia terrane with Gondwana.

Keywords: La Pampa, Aeromagnetics, Suture, Cuyania, Pampia, Chilenia, Río de la Plata Craton, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

Las porciones australes de los terrenos Chilenia, Cuyania y Pampia, amalgamados en el borde occidental del continente de Gondwana, como también del Cratón del Río de la Plata, constituyen el subsuelo de la provincia de La Pampa (Fig. 1). Por ello, esta región es crítica para comprender la transición entre aquéllos y la Patagonia, cuyo carácter alóctono fuera postulado por Ramos (1984) a partir de las ideas pioneras de Keidel (1925).

Debido a que los afloramientos de unidades pre-cenozoicas en esta región son escasos y de reducidas dimensiones, la utilización de datos geofísicos para el estudio del subsuelo resulta de gran importancia.

Con el objeto de aportar nuevos elementos para resolver esta problemática, en este trabajo se presenta la interpretación geológico-estructural de la información aeromagnética de la provincia de La Pampa disponible en el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) proveniente de levantamientos propios (1, en Fig. 1), complementada con la de otros datos geofísicos adicionales.

La adquisición de los datos aeromagnéticos del SEGEMAR consiste en perfiles de orientación norte-sur realizados a 100 m de altitud y un espaciado de 1.000 m, con líneas de control de orientación este-oeste espaciadas cada 7500 m; el intervalo de muestreo del magnetómetro de vapor de cesio utilizado es de 0,1 segundos (equivalente a aproximadamente 8 m a lo largo de las líneas de vuelo) y el posicionamiento de las lecturas está obtenido

con GPS diferencial (otros detalles de la adquisición, como así también las rutinas del procesamiento, son idénticos a los descritos por Chernicoff, 2001). Los dos conjuntos de datos adicionales de menor densidad utilizados corresponden a levantamientos aeromagnéticos oportunamente adquiridos por el Estado argentino a través de la empresa petrolera YPF en forma analógica, y digitalizados y reprocesados por el SEGEMAR (2, en Fig. 1; perfiles norte-sur con espaciado de 10 km y líneas de control de orientación este-oeste espaciadas cada 30 km; altitudes de 1.000, 1.500, 2.000 y 2.500 m, nivelados a 2.000 m en la versión digital), y a los presentados por Ghidella *et al.* (2001) para el norte de la provincia de Río Negro (3, en Fig. 1).

Por otra parte se midió la susceptibilidad magnética con un susceptibilímetro Exploranium KT9, en afloramientos de rocas correspondientes a las diversas unidades litomagnéticas. Para cada estación, se midieron valores que fueron promediados (Tabla 1). Los valores obtenidos, si bien involucran rangos con una cierta superposición, muestran la distinta respuesta magnética de las diversas unidades, destacándose los altos valores de susceptibilidad de anfibolitas y gneis granítico, así como el contraste entre las unidades magmáticas de diversa edad y composición. También se hicieron mediciones en litologías, tales como calizas ordovícicas y cuarcitas carboníferas no discriminadas como unidades litomagnéticas, que arrojaron valores nulos de susceptibilidad.

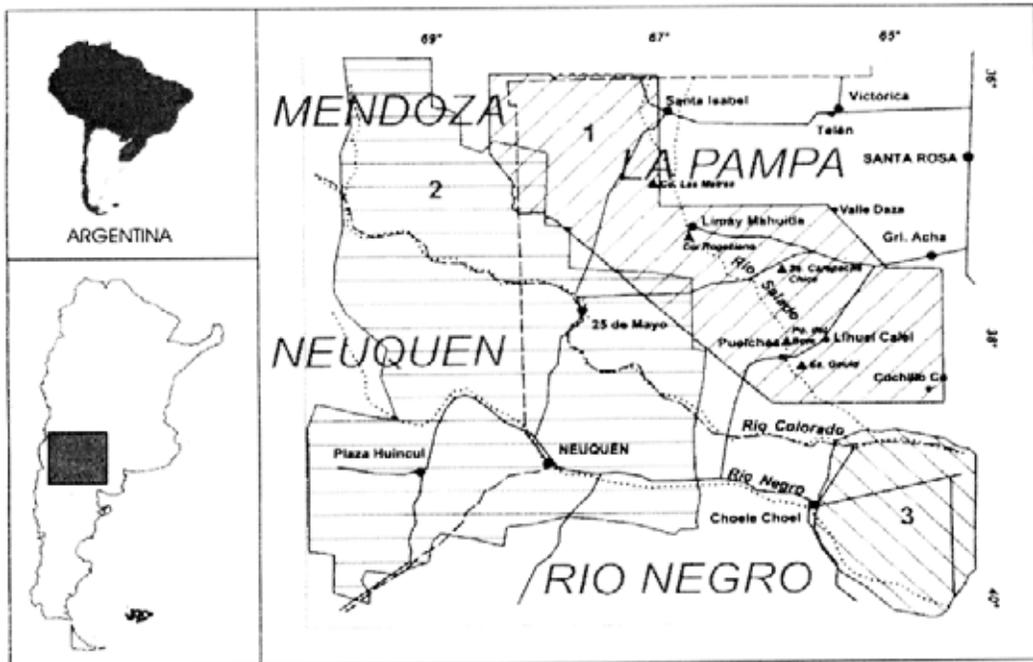


FIG. 1. Mapa de ubicación de la región de estudio. 1- área con datos del SEGEMAR; 2- área con datos de YPF; 3- área con datos de Ghidella *et al.* (2001).

Finalmente, se empleó un subconjunto de la grilla gravimétrica presentada en el Mapa Gravimétrico de la República Argentina (Introcaso, *in* Lizuáin, 1994), que cubre la totalidad del área de la Fig. 1 (ver Fig. 5b).

Los datos aeromagnéticos fueron cotejados con la información geológica de superficie y de subsuelo, de la que se cuenta importantes antecedentes a partir de los trabajos pioneros de Döring (1892, *in* Stappenbeck, 1913); Siemiradzki (1893, *in* Stappenbeck, 1913) y Stappenbeck (1913 y 1926) entre otros. Recientemente, a través del Programa de Cartas Geológicas a escala 1:250.000 implementado por el SEGEMAR se cuentan con precisiones en cuanto a la estratigrafía, edad y distribución de las unidades aflorantes (Espejo y Silva Nieto, 1996; Melchor y Casadio, 2000; Melchor y Llambías, 2001; Narciso *et al.*, 2000), que también se integraron a la interpretación.

Como parte del análisis de los datos aeromagnéticos digitales de alta resolución, y con el objeto de obtener una mayor precisión en la determinación de la subdivisión de la región en dominios, se aplicaron diversos procedimientos adicionales

de procesamiento a los datos 'crudos' de intensidad del campo magnético total.

Se generaron así mapas intermedios tales como los mapas de intensidad del campo magnético total reducida al polo (Fig. 2a) a partir de los datos grillados correspondientes. La operación de reducción al polo produce un ajuste en la configuración de las anomalías magnéticas, al modificar la inclinación magnética local, de aproximadamente -37° (en este caso) a -90° (la inclinación magnética del polo sur), de modo que las anomalías magnéticas quedan reubicadas sobre sus fuentes causativas. Asimismo se generó un mapa de gradiente total (señal analítica; Fig. 2b) que mejora la definición de los límites de las unidades litomagnéticas, y otro de la primera derivada vertical (o gradiente vertical) de la intensidad del campo magnético total reducida al polo (Fig. 2c), que resalta las unidades geológicas someras con respecto a las más profundas y produce un realce de los rasgos estructurales.

Finalmente se produjeron mapas a partir de la aplicación de filtros de continuación ascendente (1, 2 y 5 km) (Fig. 2d: continuación ascendente 2 km) que permitieron interpretar la continuidad de las

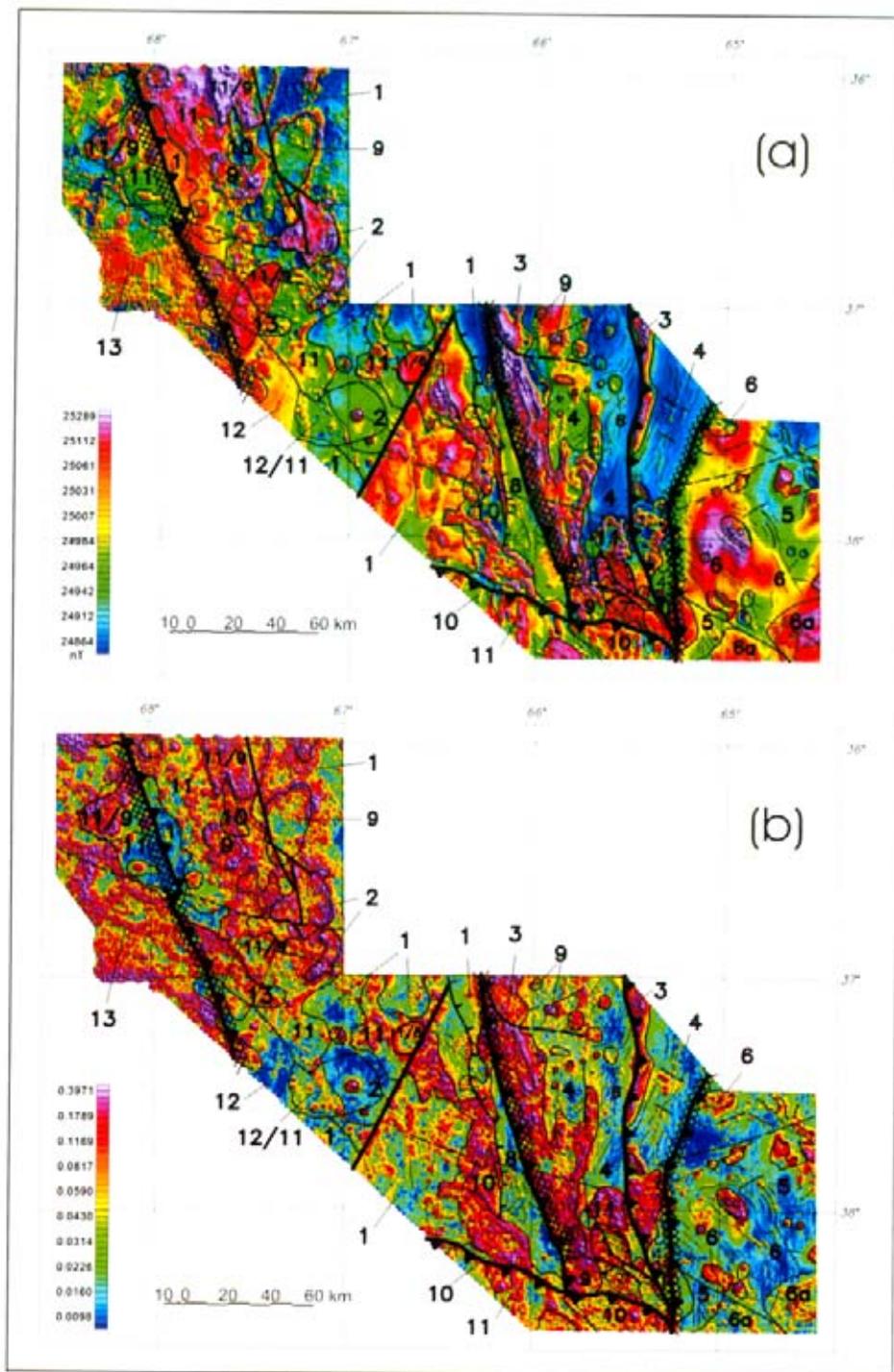


Fig. 2. Mapas aeromagnéticos del área con cubrimiento de alta resolución, e interpretación geofísico-geológica (los números del 1 al 13 corresponden a las unidades litomagnéticas descritas en el texto): **a**- campo magnético total reducido al polo; **b**- señal analítica (gradiente total) del campo magnético total; **c**- primera derivada vertical del campo magnético total reducido al polo; **d**- continuación ascendente (2 km) del campo magnético total reducido al polo.

unidades litomagnéticas desprovistas de la señal originada por la fuentes más someras (e.g., al eliminar la señal generada por una colada basáltica se puede interpretar su substrato).

El análisis regional de la magnetometría aérea

ha sido complementado con dos conjuntos de datos magnéticos de menor densidad (2 y 3, en Fig. 1) con el fin de extender la interpretación estructural y brindar, en particular, elementos complementarios en el ámbito de la Patagonia.

MARCO GEOTECTÓNICO: ANTECEDENTES

La continuidad del basamento de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis en el territorio de la provincia de La Pampa fue sugerida ya desde principios del siglo XX (Stapenbeck, 1913, 1926). Por otra parte, Wichmann (1928) correlacionó las calizas localizadas en el sector occidental de la provincia de La Pampa con 'las calizas ordovicianas de las Sierras Pampeanas y de la precordillera'.

El análisis de la evolución geológica del terreno Cuyania ha demostrado su carácter aloctono, su vinculación con Laurentia y su amalgamación con el continente de Gondwana hacia el Ordovícico superior, como fuera sintetizado por Astini *et al.* (1996). Se trata de un terreno compuesto, comprendido por los terrenos Precordillera y Pie de Palo, amalgamados a los 1050 Ma (Ramos, 1996; Ramos *et al.*, 1998). La ubicación de la sutura entre los terrenos Cuyania y Pampia en la región de estudio es indicada por Ramos (2000).

La extensión austral de Cuyania ha sido propuesta de manera general en los mapas de síntesis presentados por Ramos (1996). Llambías *et al.* (1996), Sato *et al.* (1998, 1999) y Melchor *et al.* (1999) aportaron evidencias suplementarias para precisar su delimitación austral, sector al que denominaron Bloque de Las Matras, para diferenciarlo del que denominan Bloque de Chadileuvú situado al este del anterior, al que correlacionan con las Sierras Pampeanas de San Luis.

En cuanto al basamento que aflora en el sector centro-oriental de La Pampa, éste ha sido interpretado como la extensión austral de las Sierras Pampeanas Orientales (Tickyj *et al.*, 1999). Ramos (1996) había sugerido su pertenencia en parte al terreno Pampia y en parte al terreno Chaco (Cratón del Río de la Plata), ubicando el límite al este de los 66° W. A su vez, Kostadinoff *et al.* (2001) propusieron una subdivisión en esta misma área (dentro del Bloque de Chadileuvú) sobre la base de datos geofísicos terrestres (gravimetría y magnetometría),

interpretando un sector occidental dominado por unidades magmáticas permotriásicas y uno oriental, que en el límite con el anterior está caracteriza-



FIG. 3. Mapa de terrenos tectonoestratigráficos acrecionados en la región austral de Sudamérica (basado en Ramos, 1988, Kraemer *et al.*, 1994, Ramos, 1996 y Bahlburtj y Herve, 1997, modificado en el área de estudio con los datos presentados y ubicación de la región de estudio. Se indican las suturas y su inclinación).

do por una serie de altos gravimétricos interpretados como cuerpos ultramáficos en un ambiente de metamorfitas.

Finalmente, en lo que concierne a la Patagonia, su amalgamación a Gondwana habría ocurrido hacia el Carbonífero Superior. El carácter alóctono de la Patagonia fue analizado por Ramos (1984) a partir de las ideas pioneras de Keidel (1925). Evidencias a favor de esta hipótesis han sido presentadas por Ramos (1988); Ramos y Vujovich (1993) y más recientemente por Tickyj *et al.* (1997) y por Llambías *et al.* (2002). Por otra parte, Rapela y

Pankhurst (2002), entre otros, aportaron evidencias en contrario, sugiriendo la extensión austral de los eventos pampeano y famatiniano en territorio patagónico.

En la figura 3 se indica la distribución general de los terrenos tectonoestratigráficos en la parte austral de Sudamérica siguiendo las divisiones propuestas por Ramos (1988); Kraemer *et al.* (1994); Ramos (1996) y Bahlburg y Hervé (1997); en la misma se destaca el sector que es objeto del presente análisis.

INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS DATOS AEROMAGNÉTICOS

Se presenta la interpretación geológica de los datos aeromagnéticos de alta resolución de la provincia de La Pampa y, a continuación, la interpretación estructural regional que surge de la integración de estos datos con los de los levantamientos de baja densidad que cubren los ámbitos de Cuenca Neuquina y Cuenca del Colorado.

En el primer caso la densidad de la información permitió la definición de dominios o unidades litomagnéticas, como así también un conjunto de elementos estructurales de diverso orden de magnitud, desde la fábrica magnética del basamento hasta suturas continentales. En tanto en el segundo caso, los datos magnéticos de baja densidad han sido utilizados para extender la interpretación de las megaestructuras y suturas de la región.

UNIDADES LITOMAGNÉTICAS

El mapa de interpretación geológica del levantamiento aeromagnético que se presenta en la Fig. 4a constituye lo que se denomina aquí un mapa de geología sólida (en el sentido de Hungerford *et al.*, 1996 y Chernicoff, 2001), es decir un mapa cuyas unidades -unidades litomagnéticas o dominios litomagnéticos- están constituidas por zonas con una caracterización magnética uniforme, tal como ésta se reconoce en los mapas aeromagnéticos de la región.

Los dominios litomagnéticos definidos están limitados por cambios conspicuos en la señal magnética, en su mayoría originados por fallas y/o fracturas. Pueden no coincidir con las unidades

litológicas aflorantes en la región debido al carácter 'transparente' de muchas de estas últimas al método aeromagnético, o bien pueden coincidir parcialmente, aunque difiriendo en su extensión. Un claro ejemplo del primer caso en la región lo constituyen los extensos depósitos sedimentarios cuaternarios, que no poseen expresión magnética, permitiendo, por lo tanto, analizar e interpretar directamente su substrato. Un ejemplo del segundo caso lo constituye la mayor extensión areal del dominio litomagnético que interpretamos como correspondiente al basamento extendido, con respecto al basamento aflorante. En este caso, también, se aprecia el carácter 'transparente' de los sedimentos no-magnéticos que cubren al basamento.

Para la definición de los dominios a partir de los mapas aeromagnéticos se tomaron en cuenta rasgos tales como la intensidad del campo magnético, el gradiente magnético y la geometría de las anomalías, características que en conjunto fueron contrastadas con la expresión magnética de las unidades litológicas de la región.

Las unidades litomagnéticas que se describen a continuación se designan con números según la nomenclatura utilizada en la figura 4a, en tanto las estructuras se indican con letras según se indica en la figura 4b.

Unidad 1. Corresponde al basamento del sector occidental de La Pampa, designado Formación Cerro La Ventana, en el sector interpretado como perteneciente al terreno Cuyania. No aflora y se lo ha reconocido a partir de una perforación de YPF (sondeo IVD). Corresponde a un gneis de granate,

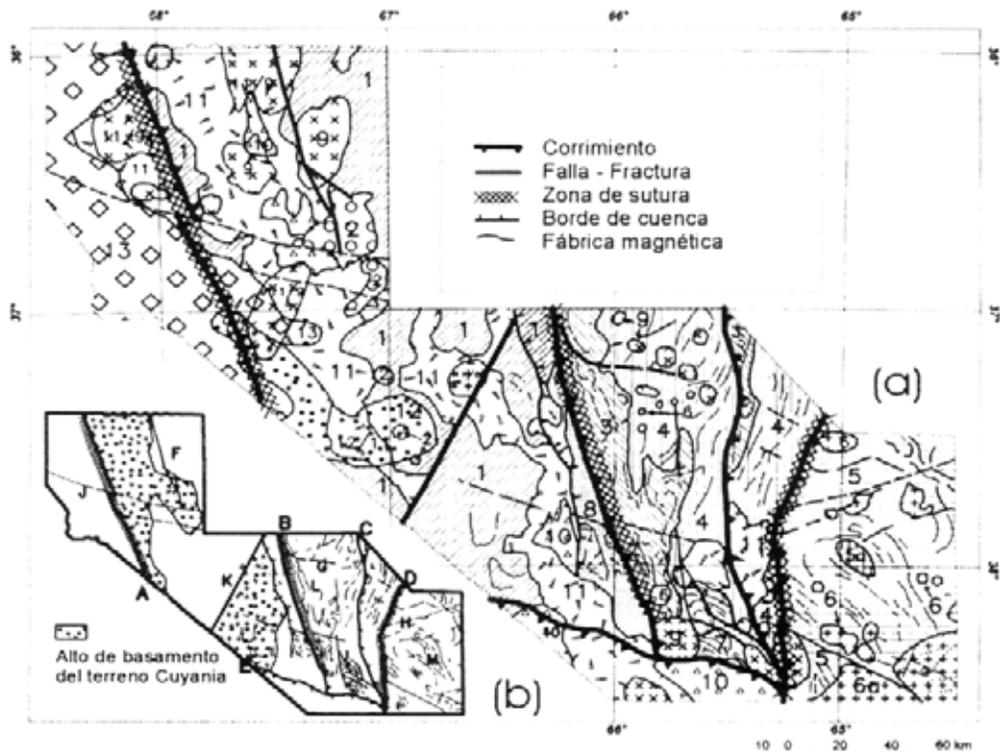


FIG. 4. a- Mapa de interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la provincia de La Pampa (los números del 1 al 13 corresponden a las unidades litomagnéticas descritas en el texto); b- esquema estructural derivado de la información aeromagnética (letras 'A' a 'M' corresponden a las estructuras descritas en el texto).

TABLA 1. VALORES DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DE LAS UNIDADES LITOMAGNÉTICAS.

Unidad	Latitud	Longitud	Litología	No. de mediciones	Promedio $\times 10^3$ SI
U 2	36,7833	67,1230	Trondhemita	19	0,742
U 3	38,0119	65,7746	Gneis granatífero	28	2,355
U 3	37,1067	65,4474	Anfibolita	42	0,405
U 3	37,1067	65,4474	Anfibolita	15	3,262
U 3	37,1067	65,4474	Anfibolita	21	20,747
U 3	37,1067	65,4474	Esquisto	5	0,336
U 5	38,4264	64,7867	Esquisto	23	0,363
U 5	38,0789	64,7142	Esquisto	16	0,223
U 5	38,0572	65,1835	Mármol	25	0,286
U 6	38,4219	64,9592	Granito	27	1,431
U 6	38,1189	65,7613	Granito	17	0,064
U 6	37,4069	65,8612	Granito	10	0,005
U 6a	38,4811	64,4383	Ortogneis milonítico	19	0,245
U 8	38,1464	65,9060	Grauvaca-lutita	28	0,061
U 8	38,1836	65,9058	Arenisca	10	0,234
U 8	38,1599	65,7234	Arenisca-conglomerado	32	0,512
U 8	37,5101	66,1082	Arenisca	18	0,042
U 9	38,4025	65,7311	Granito	17	0,834
U 9	38,4022	65,7156	Granito	21	1,245
U 9	38,4167	65,3064	Granito	18	0,928
U 10	38,4031	65,7056	Andesita	20	0,719
U 10	36,6583	67,3119	Andesita	15	0,902
U 10	38,0222	65,5893	Riolita	19	0,405
U 10	38,1670	65,7268	Riolita	23	0,360
U 11	38,0540	65,3874	Riolita	25	0,370
U 13	36,9719	67,4909	Basalto	20	3,340

hornblenda y biotita en el que una datación K-Ar dio una edad de 605 Ma (Criado Roque, 1979). Se caracteriza por un bajo gradiente (gradiente vertical en el orden de 0,02) y baja intensidad del campo magnético total. Se encuentra segmentado en bloques inclinados hacia el este, limitados por fallas cuya naturaleza no se puede precisar. En el mapa de la figura 4b se indican los altos de este basamento.

Unidad 2. Forma parte del basamento de Cuyania. Está constituida por tonalitas y trondhjemitas de la Formación Las Matras. Aflora en el cerro Las Matras (36°51'S y 67°06'W). Su composición y edad fueron definidos por Sato *et al.* (1998, 1999, 2000), quienes indicaron que la cristalización de los cuerpos se produjo hacia los 1.200 Ma y por lo tanto los autores antes indicados la asignan a la faja de rocas de edad grenviliense. La señal magnética indica que el cuerpo principal tiene mayor extensión en profundidad que la superficie aflorante. Se asignan a la misma unidad otros cuerpos menores alineados en dirección NNW, al sur del principal. Desde un punto de vista geofísico se distingue del entorno metamórfico por el mayor gradiente (gradiente vertical en el orden de 0,6) e intensidad magnéticas.

Unidades 3 y 4. Ambas unidades han sido discriminadas magnéticamente e involucran rocas comprendidas originalmente en el Complejo Metamórfico Las Piedras (Tickyj *et al.*, 1999).

A la Unidad 3 se asignan los afloramientos de granoblastitas piroxénicas, anfíbolitas y gneises granatíferos de Valle Daza y Paso del Bote, originalmente identificados por Stappenbeck (1913). Se conocen edades radiométricas Ar/Ar de 461 ± 2 Ma y K-Ar de $467,1 \pm 13$ Ma para estas rocas (Tickyj, 1999 en Tickyj *et al.*, 1999), que podrían atribuirse al metamorfismo vinculado con la acreción del terreno Cuyania. Esta unidad se caracteriza por presentar intensidad y gradientes magnéticos muy altos (gradiente vertical en el orden de 0,6). Internamente la geometría de las anomalías identificadas permite interpretar que la Unidad 3 está afectada por un plegamiento apretado con una foliación de rumbo NNW.

La Unidad 4 se ubica inmediatamente al este de la Unidad 3, y ambas unidades están separadas por contactos que se interpretan como normales ya que no se observan quiebres en la fábrica magnética de orientación submeridional. Desde un punto de vista geofísico, la Unidad 4 se diferencia notablemente de la Unidad 3 por su menor gradiente (gradiente

vertical en el orden de 0,25) e intensidad magnéticas. Esta característica se interpreta como originada por la ausencia de minerales máficos, predominantes en la Unidad 3.

Desde un punto de vista estructural, las Unidades 3 y 4 se distribuyen en dos bloques delimitados por corrimientos de orientación submeridional y vergencia oeste (Figs. 4a, b). La falla (B) que limita el bloque occidental es coincidente con la localización de la sutura propuesta por Ramos y Vujovich (1999) para el límite Cuyania-Pampia. La falla (C) se interpreta como la extensión austral de la falla identificada por Stappenbeck (1913) entre las localidades de Telén y Victorica (ver Figs. 5a, b), donde se comprobó un rechazo de más de 624 m, generando una geometría de bloques hundidos hacia el este. Esta disposición enfatiza el bajo gradiente magnético localizado en la parte oriental de cada uno de los bloques, donde predomina la Unidad 4. La falla (C) coincide en parte con el límite estructural indicado por Kostadinoff *et al.* (2001) dentro del bloque Chadileuvú.

Por su localización, ambas unidades se ubican en el terreno Pampia. Las Unidades 3 y 4 estaban comprendidas en el Complejo Las Piedras (Tickyj *et al.*, 1999); sin embargo la edad diferente del metamorfismo, así como la distinta orientación de su fábrica magnética y composición permiten proponer su desvinculación de este Complejo, asignado al Cratón del Río de la Plata. Esta propuesta es, en parte, coincidente con la de Tickyj *et al.* (1997).

Unidad 5. Constituye un alto basamental que comprende un grupo de pequeños afloramientos, principalmente al oeste y norte de Cuchillo Có, constituidos por esquistos micáceos y filitas con inyección cuarzosa 'lit par lit' (Espejo y Silva Nieto, 1996) con esquistosidad de rumbo predominante noroeste; la expresión magnética de esta estructura planar corresponde en muchos casos a lineaciones de similar orientación; el gradiente vertical es del orden de 0,015. Espejo y Silva Nieto (1996) describieron afloramientos de caliza cristalina que no poseen ninguna señal magnética y que por su localización se asignan a esta unidad. En la proximidad de la intersección de las coordenadas 65°W y 38°S se ha identificado una conspicua anomalía magnética de alto gradiente (gradiente vertical en el orden de 0,4) y forma elíptica (20 km por 10 km, Unidad 5a), posiblemente originada por una componente granítica de esta unidad; la geometría de este cuerpo es armónica con la fábrica magnética de su

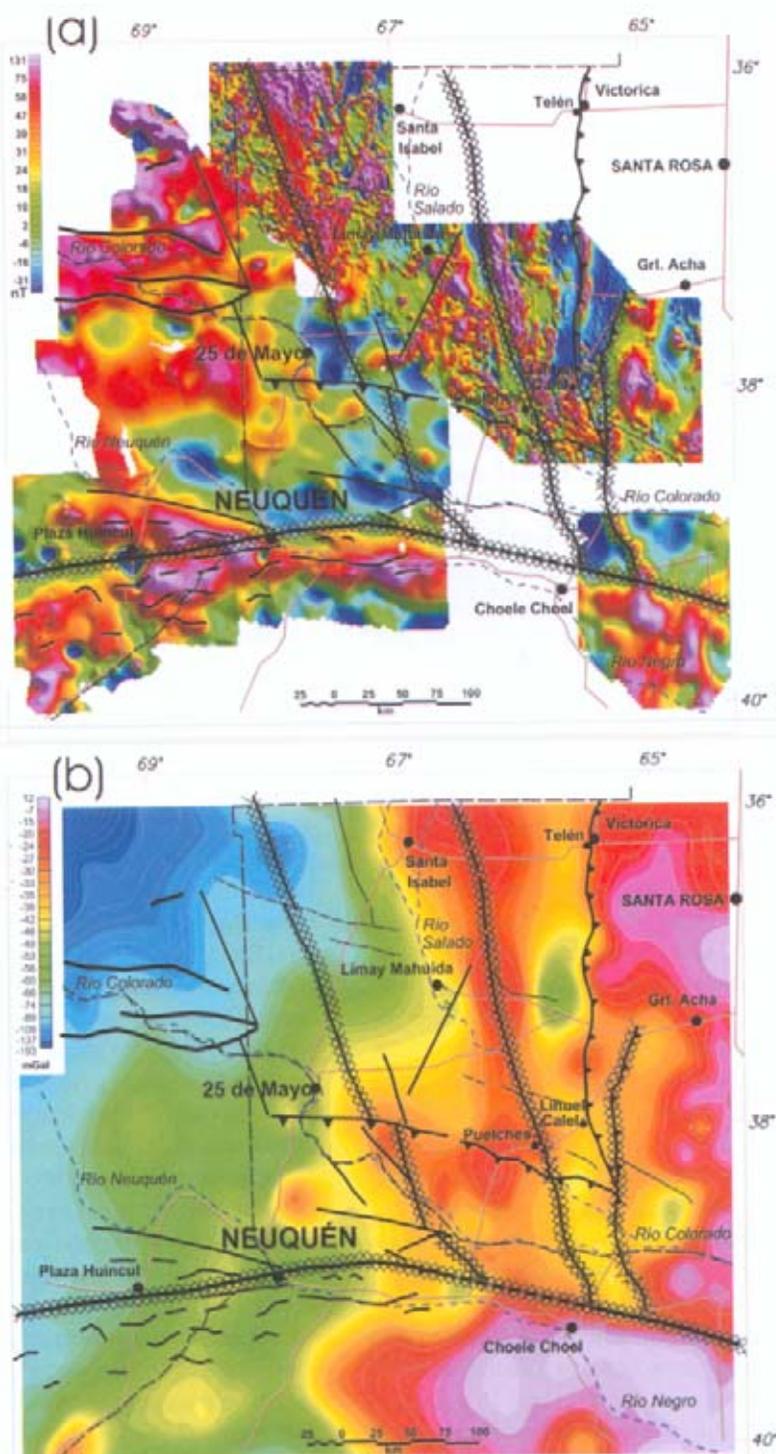


FIG. 5. Interpretación tectónica regional superpuesta a: a- datos aeromagnéticos residuales; b- mapa de anomalías gravimétricas residuales de Bouguer (datos de Introcaso, en Lizuáin, 1994; líneas de isovalores cada 5 mGal).

entorno metamórfico. Las dataciones radiométricas realizadas en filitas involucradas en esta Unidad indican edades Ar/Ar de 523 ± 3 Ma y K/Ar de 554 ± 15 Ma consideradas mezcla entre las del protolito y las del metamorfismo (Tickyj, 1999, en Tickyj et al., 1999 y Linares *et al.*, 1980, respectivamente). La Unidad 5 está comprendida en el Complejo Las Piedras (Tickyj *et al.*, 1999), designación formal que aquí se restringe al Cratón del Río de la Plata.

Unidad 6. Comprende granitos muscovíticos, rosados a grises de textura media a gruesa hasta pegmatoides, asignados a la Formación Lonco Vaca de edad devónica inferior, que intruyen a rocas del basamento cristalino (Espejo y Silva Nieto, 1996). Su expresión magnética es muy característica, con rasgos subcirculares a elípticos, cuyas dimensiones permiten agruparlos en dos poblaciones, una de más de 15 km y otra de menos de 5 km de diámetro. En todos los casos presenta alto gradiente (gradiente vertical de los bordes en el orden de 0,2 y de los sectores internos en el orden de 0,04) e intensidad magnéticas y su perímetro es resaltado por la ocurrencia de un anillo de mayor intensidad en su borde externo, correspondiente a variaciones faciales de los cuerpos; rebordes magnéticos del mismo tipo fueron descritos para intrusiones de igual edad en la Sierra de San Luis (Sims *et al.*, 1997; Chernicoff y Ramos, 2003). Los cuerpos están principalmente concentrados en el sector oriental, donde se conocen afloramientos menores.

Asimismo, un cuerpo de idénticas características magnéticas intruye al basamento de Cuyania por lo que se lo asigna a esta Unidad: el mismo es no aflorante y presenta una conspicua expresión magnética de forma elíptica centrada en las coordenadas $66^{\circ}39'W$ y $37^{\circ}16'S$. A esta intrusión atribuímos los fenómenos de metamorfismo de contacto con formación de skarn en el área de Cerro Rogaziano, donde afectan a calizas cambro-ordovícicas de la Formación San Jorge. Estas últimas constituyen afloramientos menores en la proximidad de las coordenadas $66^{\circ}40'W$ y $37^{\circ}20'S$, aunque sin expresión magnética, por lo que no están representadas en el mapa de la figura 4a.

Unidad 6a. Son granitos rosados de textura mediana a gruesa, en parte porfiroides, que afloran en el extremo sudeste del área investigada y son designados como Formación Curacó, originalmente asignada al Ordovícico (Linares *et al.*, 1980), en

tanto que estudios posteriores la reubicaron en el Devónico inferior, con una edad Rb/Sr de 397 ± 25 Ma, vinculándosela a un magmatismo de tipo posorogénico (Sato *et al.*, 1996).

En esta unidad se destaca un grupo de lineamientos magnéticos que forman un 'corredor' de orientación WNW y 3-4 km de ancho; el mismo se distingue también en el levantamiento magnetométrico terrestre del área de cerro Los Viejos ($64^{\circ}26'W$ - $38^{\circ}28'S$; ver Fig. 8b, en Kostadinoff *et al.*, 2001), zona localizada dos kilómetros al este del límite oriental del levantamiento aerogeofísico; el gradiente magnético vertical varía en el rango de 0,02 a 0,04. La ocurrencia de una faja de cizallamiento dúctil de edad pérmica en el cerro Los Viejos (Tickyj *et al.*, 1997) con la misma orientación y en continuidad física con el 'corredor' de lineamientos aeromagnéticos aquí identificado permite interpretar que este último representa la extensión occidental de dicha faja de cizallamiento.

La pequeña anomalía circular de alto gradiente magnético ubicada en el interior del 'corredor' ONO ($38^{\circ}24'S$ - $64^{\circ}37'W$) podría ser asignada al mismo tipo de gneises miloníticos de composición granítica descritos por Tickyj *et al.* (1997) en el cerro Los Viejos. También se reconocen lineamientos magnéticos de orientación ENE que aparecen desplazados por la faja de cizallamiento dúctil WNW, por lo que corresponderían a una estructura planar preexistente.

Unidad 7. Comprende un bloque delimitado por fallas, que carece de afloramientos y está centrado en las coordenadas $65^{\circ}30'W$ y $38^{\circ}15'S$. Se distingue por un 'bandeamiento' magnético conspicuo de diseño arqueado (alternancia de bandas de alto y bajo gradientes magnéticos verticales, en el orden de 0,25 y 0,02, respectivamente), con significativos truncamientos de dicha fábrica magnética que se interpretan como corrimientos de edad pre-pérmica. Se carece de elementos de juicio directos para su asignación formal y caracterización litológica. Sin embargo, la presencia de conglomerados con clastos de volcanitas inmediatamente al oeste y que forman parte de la Formación Carapacha (P. Sgrosso¹; Vilela y Riggi, 1956; P.M. Espejo y D.G. Silva Nieto²; Melchor, 1999) indican la existencia para la época de su deposición de un área positiva cercana de aporte con constituyentes volcánicos pre-carboníferos superiores. La Unidad 7

¹ 1939. Las minas de cobre de Lihuel Calel, departamento Cura C6, Territorio de La Pampa (Inédito). Dirección Nacional de Geología y Minería. Carpeta No. 37. 5 p. 1 mapa. Buenos Aires.

² 1985. Descripción geológica de las Hojas 34h, Puelches, 34i, Estancia La Unión (provincia de La Pampa) y 35h, Cerro Choique Mahuida, 35i, Pichi Mahuida (provincias de La Pampa y Río Negro) (Inédito). Dirección Nacional de Minería y Geología. Buenos Aires.

podría corresponder a tal área de aporte, constituyendo el 'bandeamiento' magnético una evidencia indirecta de su posible carácter volcánico-sedimentario. Su dislocación por corrimientos pre-pérmicos (pre- Unidad 9) es un elemento de juicio adicional a favor de esta hipótesis.

Unidad 8. Esta Unidad se destaca como una anomalía de baja a mediana intensidad y gradiente magnético (gradiente vertical en el orden de 0,04), elongada en la dirección NNW, y asignada a dos sucesiones sedimentarias que no se pueden diferenciar magnéticamente. La sucesión inferior comprende escasos asomos de pelitas y grauvacas con braquiópodos del Silúrico superior (P. Sgrosso¹, in Tapia, 1939) aflorantes en la localidad de Puelches. La sucesión superior está compuesta por conglomerados y areniscas con una asociación megaflorestica del Pérmico inferior (Melchor, 1990), aflorante en las sierras Carapacha Chica y Gould. Ambas sucesiones fueron descritas de manera integrada como Formación Carapacha originalmente asignada al Silúrico marino (Vilela y Riggi, 1956) y posteriormente al Pérmico inferior continental por Melchor (1999).

La superficie que ocupa esta unidad es notablemente más extensa que la identificada a partir de los afloramientos (Fig. 4a). Se considera que la localización de la Unidad 8, adyacente al límite interterreno Cuyania-Pampia, donde se alinea por lo menos a lo largo de 140 km hasta el extremo norte del área relevada (37°S), señala el depocentro de sedimentación en una cuenca asociada a la colisión, en el Ordovícico superior, de los terrenos antes citados. Esta cuenca, previamente considerada como un 'rift' continental (Melchor, 1995, en Melchor, 1999), se interpreta en este trabajo como una cuenca de antepaís rellena por sedimentitas marinas silúrico-devónicas y por sedimentitas continentales de edad pérmica inferior.

Kostadinoff y Llambías (2002) proponen, a partir de datos gravimétricos terrestres de baja densidad (perfiles con separación entre estaciones de 6 km), la existencia de una amplia área con probable existencia de sedimentitas paleozoicas que adjudican a la Formación Carapacha; en el presente estudio, con una alta densidad de datos aeromagnéticos (separación entre lecturas de 8 m) se ha precisado la extensión de la cuenca.

Cabe destacar la presencia de rocas sedimentarias pérmicas identificadas en la perforación

No. 1 de Telén (entre 278 y, al menos, hasta 623 m de profundidad) (Dirección Nacional de Geología y Minería, 1958), en coincidencia con la presencia de una anomalía residual de Bouguer negativa elongada en la dirección norte-sur (Fig. 5b). Esto permite delinear la geometría de una cuenca neopaleozoica en esta región, limitada por el este por la falla 'C'.

Unidades 9 a 11. Comprende unidades intrusivas (Formación Zúñiga, unidad 9) y extrusivas andesíticas (Formación El Centinela, unidad 10) y riolíticas (Formación Choique Mahuida, unidad 11) del magmatismo gondwánico, que han sido asignadas al Grupo Lihuel Calel (Espejo y Silva Nieto, 1996).

Unidad 9. Corresponde a leucogranitos rosados a grises de textura fina a mediana, los que han sido incluidos en la Formación Zúñiga, de edad pérmica. Los principales cuerpos identificados se localizan en el sector noroccidental y algunos están cubiertos por las volcanitas del mismo ciclo magmático. Se han diferenciado por la presencia de bordes más magnéticos y por su continuidad en profundidad puesta en evidencia con la aplicación de filtros de continuación ascendente de los datos magnéticos (gradiente vertical de los bordes en el orden de 0,4 y de los sectores internos en el orden de 0,02). Tienen diámetros que varían entre 10 y 40 km. En todos los casos muestran un alto gradiente magnético en sus bordes, propio de granitoides disarmónicos con su caja.

Unidad 10. Comprende andesitas y brechas andesíticas de la Formación El Centinela, de edad pérmica superior-triásica inferior, cuyo principal afloramiento se localiza en la proximidad de las coordenadas 65°30'W y 38°30'S, en tanto otros menores se distribuyen en el sector noroccidental de la zona de estudio. Tiene intensidad magnética mediana, individualizándose por su contraste magnético negativo respecto de las riolitas de la Formación Choique Mahuida; esta característica podría indicar que las andesitas tienen una magnetización remanente predominante. El gradiente vertical presenta un amplio rango, en el orden de 0,06 a 0,4)

Unidad 11. Está constituida por lavas riolíticas y dacíticas, ignimbritas y tobas, asignadas a la Formación Choique Mahuida, de edad pérmica superior-triásica inferior. Predominan en el sector occidental de la región analizada, conformando dos fajas principales de orientación NNW. En tanto, en el ámbito del bloque pampeano se concentran en el

área de Lihuel Calel donde constituyen dos centros eruptivos claramente delimitados, con importante contraste de gradiente magnético respecto del entorno metamórfico y una gradiente vertical en el orden de 0,7.

Unidad 12. Comprende pelitas, tobas, cineritas, tufitas y calizas de edad eocena pertenecientes a la Formación El Fresco (Melchor y Casadio, 2000). Se caracteriza por intensidad y gradiente magnéticos bajos (el rango del gradiente vertical varía en el orden de 0,003 a 0,01), distinguiéndose de las unidades conlindantes fundamentalmente por el contraste que se observa en su zona de borde, que se origina por su morfología meseliforme.

Unidad 13. Corresponde a basaltos holocenos asignados a la Formación El Mollar, cuya principal característica es su muy alto gradiente e intensidad magnéticas (gradiente vertical promedio en el orden de 0,7). Su pequeño espesor es sugerido por la 'desaparición' de la señal de alta frecuencia que le es propia, al aplicar filtros de continuación ascendente.

PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Las estructuras regionales de primer orden identificadas en el levantamiento aeromagnético de alta resolución son corrimientos de orientación submeridiana y vergencia oeste (letras 'A' a 'D', en Fig. 4b), y de orientación WNW y vergencia NNE (letra E, en Fig. 4b).

El corrimiento 'A' delimita por el oeste a un bloque de basamento del terreno Cuyania y es interpretado como el límite preciso entre éste y el terreno Chilena en la región de estudio. Afecta a las unidades magmáticas gondwánicas (Unidades 9 a 11), lo que evidencia una reactivación pospaleozoica.

El corrimiento 'B' expone un bloque de basamento con metamorfismo de grado medio que en su sector occidental presenta un alto magnético de muy alto gradiente asimilable a la presencia de rocas ultramáficas. La posición de este corrimiento es coincidente con el límite Cuyania-Pampia propuesto por Ramos y Vujovich (1999). Tanto el corrimiento como el alto magnético regional que lo acompaña se interrumpen claramente en la parte sur del área investigada a la latitud de 38°21'S contra una estructura de primer orden de orientación WNW y vergencia NNE que trunca las suturas Cuyania-Pampia y Pampia-Cratón del Río de la

Plata; esta última estructura se vincula aquí con la colisión de Patagonia. Bordeando por el oeste al corrimiento B se localiza una cuenca de antepais que controla la depositación de sedimentos marinos silúrico-devónicos y es coincidente con la mayor concentración de afloramientos de las sedimentitas continentales pérmicas suprayacentes (véase Unidad 8). La señal magnética en el área de la cuenca de antepais permite delimitar el depocentro de la sedimentación.

El corrimiento C nuevamente expone el basamento de grado metamórfico medio y su señal magnética responde a la presencia de rocas máficas, como por ejemplo las anfibolitas de Valle Daza. Coincide con la línea divisoria entre bajos gravimétricos por el oeste y altos gravimétricos por el este descrita por Kostadinoff *et al.* (2001) y presenta evidencias de actividad post-paleozoica. Su prolongación septentrional es coherente con la falla identificada entre Telén y Victorica (ver Fig. 5b), que aún más al norte puede vincularse con el sistema de corrimientos submeridianos causantes del levantamiento de los bloques de las Sierras Pampeanas.

El corrimiento D se destaca porque limita por el oeste a un alto de basamento que comprende el mayor número de afloramientos de metamorfitas de bajo grado en la provincia de La Pampa con fábrica magnética noroeste (Unidad 5), coincidente con la foliación descrita por Tickyj *et al.* (1999). El corrimiento se destaca asimismo por el contraste en la orientación de la fábrica magnética del bloque de basamento al oeste, que presenta fábrica magnética dominante NNE. El corrimiento D es en parte coincidente con la localización del límite propuesto entre Pampia y el Cratón del Río de la Plata por Ramos (1996), lo cual es consistente con el contraste magnético descrito. En su parte austral (latitud 38°21'S) hay cuerpos intrusivos gondwánicos (Unidad 9) que obliteran el contraste magnético identificado más al norte.

En el extremo sur del área investigada, en todos los bloques predominan estructuras de orientación WNW, que podría vincularse con los esfuerzos compresivos asociados a la acreción del terreno Patagonia. En efecto, asumiendo que ésta se produjo hacia el Carbonífero Superior (Ramos 1984), su existencia es coherente con los corrimientos de vergencia NNE que ocurren en la Unidad 7, y con la faja de cizallamiento de igual vergencia halladas en el Cerro Los Viejos (Tickyj *et al.*, 1997) y cuya continuidad hacia el oeste del mismo se pudo

reconocer en el presente trabajo. Esta estructuración es esencialmente pre-pérmica, ya que las evidencias magnéticas indican que las principales fallas están cubiertas e intruidas por unidades del magmatismo gondwánico (Unidades 9 a 11) cuya distribución areal interpretada en este trabajo excede a la de los afloramientos conocidos. El análisis de la señal magnética que producen estas estructuras a diversas profundidades, en particular la falla indicada E en la figure 4b, que trunca al corrimiento B, permite sugerir que las mismas inclinan hacia el sur.

Se han identificado también estructuras de carácter subregional. Se trata de fallas que controlan la estructuración interna de los bloques y se indican en la figure 4b (letras F-K), habiéndose podido establecer su cronología relativa en la mayoría de ellas. En este conjunto se destacan:

F: juego de fallas NNW a NW que afecta a la Unidad 2; antecede a los granitoides gondwánicos (Unidad 9).

G: una conspicua falla de orientación NW a WNW que afecta al basamento metamórfico de grado medio; antecede a los granitoides gondwánicos (Unidad 9).

H: fracturas/fallas de orientación ENE que anteceden a los granitoides de la Unidad 6 (Devónico) que se alinean siguiendo esta dirección.

I: corrimientos WNW a NNW, que se relacionan con las estructuras de primer orden E y que afectan a la Unidad 7 de posible edad eopaleozoica; antecede a los granitoides gondwánicos (Unidad 9).

J: fallas de orientación WNW localizadas en el sector occidental de la zona de estudio; muestran evidencias de una componente de rumbo que afecta al corrimiento A.

K: falla de orientación noreste localizada en el terreno Cuyania; afecta a las volcanitas gondwánicas (Unidad 11). Se interpreta como activada por la tectónica de bloques vinculada con la orogenia andina.

Finalmente, se han identificado estructuras de orden menor. Se trata de lineamientos magnéticos originados por la fábrica planar de las metamorfitas del basamento, como por ejemplo las estructuras indicadas L y M en la figura 4b, de orientaciones contrastantes, NNE y NW a WNW, respectivamente.

INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL REGIONAL Y LÍMITES DE TERRENOS

El levantamiento de alta resolución ha permitido identificar tres megaestructuras ('A', 'B' y 'D', Fig. 4b) interpretadas como las suturas de Chilenia-Cuyania, de Cuyania-Pampia y de Pampia-Cratón del Río de la Plata, respectivamente. Asimismo, se destaca el megacorrimiento WNW con vergencia NNE denominado 'E' (Fig. 4b), que representa una de las principales estructuras de primer orden y que se interpreta vinculada con la colisión de Patagonia. En efecto, esta estructura produce el truncamiento de las suturas Cuyania-Pampia y Pampia-Cratón del Río de la Plata, y su polaridad es consistente con la de la sutura propuesta para el extremo norte de Patagonia (Ramos, 1984, 1996). Este truncamiento de estructuras ya fue advertido por Vilela y Riggi (1956) al indicar que 'el extremo sur de este sistema estructural (norte-sur) está precisamente constituido por las sierras de Lihuel Calel y Chica, pues las dislocaciones de rumbo meridional no ofrecen indicios que permitan suponer su prolongación austral. Es indudable que las manifestaciones tectónicas de fracturación transversal deciden su finalización'.

El levantamiento magnético de baja densidad en el ámbito de la Cuenca Neuquina, por su parte, permite verificar la continuidad del corrimiento 'E', antes descrito, hacia el oeste (Fig. 5a). También se comprueba la ocurrencia de un juego de estructuras de orientación WNW en el subsuelo de la mencionada cuenca, consistente con el de igual orientación identificado en el levantamiento de alta resolución (fallas 'G', 'J', faja de cizalla en la Unidad 6a, corrimientos 'I'; Fig. 4) y con la estructura WNW identificada en el ámbito de la cuenca del Colorado (Fig. 5a)

Un conspicuo alto magnético en el extremo austral de los levantamientos de baja densidad, así como una anomalía residual de Bouguer positiva, con forma de un arco de orientación este-oeste y convexo hacia el norte, como se observa en la figura 5, que se interpreta como la zona de sutura entre el terreno Patagonia y Gondwana. En efecto, la anomalía residual de Bouguer positiva, ubicada en la proximidad de la localidad de Choele Choe,

tiene continuidad física hacia el este, costa afuera del territorio continental argentino, donde fue descrita por Ramos (1996) quien la asignó a un atenuamiento cortical en el bloque superior en la zona de sutura de las cortezas gondwánica y patagónica; en ambos sectores esta anomalía tiene idéntico orden de magnitud (50 mGal; Fig. 9, *in* Ramos, 1996).

Cabe mencionar que hay evidencias de la influencia ejercida por esta megaestructura en la evolución subsecuente de la región, como queda demostrado por la formación, en el ámbito de la Cuenca Neuquina, de la denominada Dorsal de Huincul, coincidente con el borde norte del segmento occidental de la anomalía magnética. La activación de esta megaestructura a partir del Jurásico se relaciona con el inicio del 'rifting' que dio lugar a la apertura del Océano Atlántico (Vergani *et al.*, 1995). Estos mismos autores reconocen la influencia de inhomogeneidades estructurales del sustrato en la evolución tectónica de la cuenca neuquina, observación que puede extenderse al control sobre la morfología de la cuenca carbonífero-pérmica de San Rafael en su sector austral (ver figura 23 en Tankard *et al.*, 1995). En efecto, el desarrollo de un frente montañoso en el extremo norte de Patagonia, coherente con la polaridad del modelo geotectónico propuesto por Ramos (1984), explica y está en el origen del control paleogeográfico del borde austral de las cuencas a partir del Carbonífero y durante el Mesozoico.

Debe mencionarse que, aunque en términos

muy diversos y sin mencionar su relación espacial con estas anomalías geofísicas, numerosos autores (*e.g.*, Turner y Baldis, 1978; Baldis, 1982 y Orchueta y Ploszkiewicz, 1984) destacaron en el pasado la existencia de una megaestructura de orientación sublatitudinal coincidente con la aquí descrita, así como la presencia de una discontinuidad cortical de primer orden asociada a la Dorsal de Huincul, dada la premanencia de la actividad tectónica en esta región durante el Jurásico y Cretácico (*cf.* Mosquera, 2002).

Las evidencias proporcionadas por la magnetometría y la gravimetría, sumadas al conjunto de los antecedentes geológicos, permiten proponer que la totalidad del arco este-oeste descrito más arriba corresponde a la zona de sutura entre el terreno Patagonia y Gondwana, y que es ésta la inhomogeneidad estructural inherente al sustrato a la que diversos autores adjudicaron la geometría y localización de la Dorsal de Huincul.

En cuanto a las suturas de los terrenos al norte de Patagonia, se observa que en el sector limitado por el corrimiento designado 'E' y la zona de sutura de Patagonia, se distingue la presencia de un segmento truncado, correspondiente a la porción más austral de la sutura Chilena-Cuyana y otro que se asigna aquí al límite occidental del Cratón del Río de la Plata. Con relación a la sutura Cuyana-Pampia, su geometría puede ser esbozada a partir de los datos gravimétricos en los sectores sin cobertura magnética (Fig. 5b).

CONCLUSIONES

La interpretación geológica de los datos aeromagnéticos de alta resolución en la Provincia de La Pampa, sumados a la información magnética de baja densidad en los ámbitos de las cuencas Neuquina y del Colorado, han permitido precisar los límites de los terrenos Chilena, Cuyana, Pampia, Cratón del Río de la Plata y Patagonia en la región analizada.

Los datos aeromagnéticos de alta resolución fueron contrastados con la información geológica disponible y se discriminaron once unidades litomagnéticas pre-cenozoicas y dos cenozoicas, las que han sido representadas en un mapa de geología sólida cuyos dominios se extienden por

debajo de la cubierta cuaternaria y/u otras unidades no magnéticas. En particular, se discriminaron así tres tipos de basamentos correspondientes a los terrenos Cuyana y Pampia y al Cratón del Río de la Plata, de características magnéticas contrastantes y separados por estructuras mayores. Se precisó la extensión de diversas unidades magmáticas intrusivas y extrusivas de edad paleozoica a triásica y, finalmente, se definió la geometría de la cuenca antepaís que controló la deposición de sedimentitas marinas silúrico-devónicas y de sedimentitas continentales pérmicas.

Asimismo, se identificaron estructuras de diver-

so orden: fallas de carácter regional de primer orden de orientación submeridional; corrimientos y fracturas WNW; fallas y fracturas, de carácter subregional, pre y posgondwánicas; y, por último, la fábrica magnética más conspicua del basamento que refleja sus principales estructuras planares, de orientaciones contrastantes NNE y NW a WNW.

En cuanto a las estructuras de primer orden, se identificó una discontinuidad en el extremo occidental del área estudiada que se asigna al límite previamente sugerido entre Chilenia y Cuyania (Ramos y Vujovich, 1999). Una segunda estructura fue interpretada como el límite preciso entre los terrenos Cuyania y Pampia, en su segmento más austral. Otra estructura, identificada en la parte oriental del sector estudiado, divide dos basamentos de características magnéticas distintivas, y es propuesta como el límite entre el terreno Pampia y el Cratón del Río de la Plata en la provincia de La Pampa.

Las estructuras de rumbo WNW reconocidas, se

hacen dominantes en el extremo sur del sector investigado y corresponden tanto a fallas como a lineamientos locales originados por zonas de cizalla. En particular, el corrimiento mayor, de vergencia NNE, marca el truncamiento de la sutura Cuyania-Pampia.

Finalmente, en el mapa integrado de la figura 5, que comprende todos los datos magnéticos y gravimétricos analizados, se ha reconocido un arco este-oeste convexo hacia el norte correspondiente a un máximo regional magnético, consistente con la presencia de una anomalía residual de Bouguer positiva de igual disposición; su sector occidental coincide con la Dorsal de Huincul y ha controlado la paleogeografía de las cuencas del Paleozoico Superior y del Mesozoico en esta región. Este arco está localizado inmediatamente al sur de los 39° S, señala la interrupción de la estructuración submeridional de los terrenos Chilenia, Cuyania y Pampia al norte del mismo, y se propone como la zona de sutura del terreno Patagonia con Gondwana.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Servicio Geológico-Minero Argentino por el apoyo brindado y la autorización para publicar el presente trabajo. Asimismo se agradecen las observaciones de R.F.N. Page (SEGEMAR) y de los árbitros J. Cañuta (SERNAGEOMIN) G.

Yáñez (Codelco-Chile), V.A. Ramos (Universidad de Buenos Aires) y un revisor anónimo por la lectura crítica del manuscrito lo que contribuyó a mejorar el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Astini, R.A.; Ramos, V.A.; Benedetto, J. L.; Vaccari, N.E.; Cañas, F.L. 1996. La Precodillera: un terreno exótico a Gondwana. *In Congreso Geológico Argentino, No. 13 y Congreso de Exploración de Hidrocarburos, No. 3, Actas*, Vol. 5, p. 293-324. Buenos Aires.
- Bahlburg, H.; Hervé, F. 1997. Geodynamic evolution and tectonostratigraphic terranes of northwestern Argentina and northern Chile. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 109, No. 7, p. 869-884.
- Baldis, B.A.; Febrer, J.; Vaca, A. 1982. Transducción: un nuevo fenómeno asociado a los procesos de Tectónica Global. *In Congreso Latinoamericano de Geología, No. 5, Actas*, Vol. 3, p. 705-718. Buenos Aires.
- Chernicoff, C. J. 2001. Interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la región noroccidental de la provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 56, No. 3, p. 268-280.
- Chernicoff, C.J.; Ramos, V.A. 2003. El basamento de la sierra de San Luis: nuevas evidencias magnéticas y sus implicancias tectónicas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 58, No. 4, p. 515-529.
- Criado Roque, P. 1979. Subcuenca de Alvear, provincia de Mendoza. *In Simposio de Geología Regional Argentina, No. 2, Academia Nacional de Ciencias*, Vol. 1, p. 811-836. Córdoba.
- Dirección Nacional de Geología y Minería. 1958. Perfiles de perforaciones. Periodo 1904-1915. *Dirección Nacional de Geología y Minería*, Publicación No. 146, p. 175. Buenos Aires.
- Espejo, P.M.; Silva Nieto, D.G. 1996. Hoja Geológica 3966-II Puelches. Programa Nacional de Cartas

- Geológicas 1:250.000. *Dirección Nacional del Servicio Geológico. Boletín*, No. 216, 35 p. Buenos Aires.
- Ghidella, M.E.; Chernicoff, C.J.; Paterlini, C.M.; Fuentes, F.; Rodríguez, G.A.; Gianibelli, J.C.; Suárez, E.; Cabassi, I.R. 2001. Integration of airborne and ground magnetic surveys in the coastal district of Argentina. *Deutsche Geologische Gesellschaft*, p. 69-70. Kiel, Germany.
- Hungerford, N.; Sims, J.P.; Stuart-Smith, P.G. 1996. Interpretación geofísica (magnética) de las Sierras de San Luis y Comechingones. Mapeo Geocientífico de las Sierras Pampeanas, Proyecto Cooperativo Argentino-Australiano. *Servicio Geológico-Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas (Geofísica)*, 2. Buenos Aires.
- Keidel, J. 1925. Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades geológicas de la Argentina. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA, Anales*, No. 4, p. 251-312. Buenos Aires.
- Kostadinoff, J.; Llambías, E.J.; Raniolo, A.; Alvarez, G. 2001. Interpretación geológica de los datos geofísicos del sector oriental de la provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 56, No. 4, p. 481-493.
- Kostadinoff, J.; Llambías, E.J. 2002. Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de La Pampa. *In Congreso de Exploración*, No. 5, *Actas y Desarrollo de Hidrocarburos*, CD Artículo No. 49, 9 p. Mar del Plata.
- Kraemer, P.E.; Escayola, M.P.; Martino, D. 1994. Hipótesis sobre la evolución tectónica neoproterozoica de las Sierras Pampeanas de Córdoba (30° 40' -32° 40'), Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 50, No. 1, p. 47-59.
- Linares, E.; Llambías, E. J.; Latorre, C.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*, Vol. 35, No. 1, p. 87-146.
- Lizúain, A. (Editor). 1994. Mapa Geológico de la República Argentina a escala 1:2.500.000. *Dirección Nacional del Servicio Geológico*. Buenos Aires.
- Llambías, E.J.; Melchor, R.N.; Tickyj, H.; Sato, A.M. 1996. Geología del Bloque Chadileuvú. *In Congreso Geológico Argentino*, No. 13, y *Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, No. 3, *Actas*, Vol. 5, p. 417-425. El Calafate.
- Llambías, E.J.; Varela, R.; Bassei, M.; Sato A. M. 2002. Deformación y metamorfismo neopaleozoico en Yaminué, Macizo Nordpatagónico (40° 50' S, 67° 40' W): su relación con la Fase Orogénica San Rafael y el Arco de los Gondwánides. *In Congreso Geológico Argentino*, No. 15, *Actas*, Vol. 3, p. 123-128. Buenos Aires.
- Melchor, R.N. 1990. Sedimentitas plantíferas eopérmicas de la Formación Carapacha en las cercanías de Puelches, Provincia de La Pampa. Análisis ambiental e importancia. *In Reunión Argentina de Sedimentología*, No. 3, *Actas*, p. 366-371. San Juan.
- Melchor, R.N. 1999. Redefinición estratigráfica de la Formación Carapacha (Pérmico). Provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 54, No. 2, p. 99-106.
- Melchor, R. y Casadio, S. 2000. Hoja Geológica 3766-III La Reforma, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250.000. *Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín*, No. 295., 71 p. Buenos Aires.
- Melchor, R.; Llambías, E.J. 2001. Hoja Geológica 3766-I Santa Isabel, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250.000. *Servicio Geológico Minero Argentino*, 65 p. Buenos Aires.
- Melchor, R.N.; Sato, A.M.; Llambías, E.J.; Tickyj, H. 1999. Documentación de la extensión austral del terreno Cuyania/Precordillera en la provincia de La Pampa. *In Congreso Geológico Argentino*, No. 14, *Actas*, Vol. 1, p. 156-159. Salta.
- Mosquera, A. 2002. Inversión tectónica jurásica inferior en el sector central de la Dorsal de Huinul, área Los Bastos. *In Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos*, No. 5, *Actas*, Artículo No. 99, 11 p. Mar del Plata.
- Narciso, V.; Zanettini, E.; Sepúlveda, H.; Mallimacci, S. 2001. Hoja Geológica 3769-II Agua Escondida, provincias de Mendoza y La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250.000. *Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín*, No. 300, 64 p. Buenos Aires.
- Orchuela, I.A.; Ploszkiewicz, J.V. 1984. La Cuenca Neuquina. Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro. *In Congreso Geológico Argentino*, No. 9, *Relatorio*, p. 163-188. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1984. Patagonia. Un continente a la deriva? *In Congreso Geológico Argentino*, No. 9, *Actas*, Vol. 2, p. 311-325. Bariloche.
- Ramos, V.A. 1988. Tectonics of the Late Proterozoic-early Paleozoic: a collisional history of southern South America. *Episodes*, Vol. 11, No. 3, p. 168-174.
- Ramos, V.A. 1996. Evolución tectónica de la Plataforma Continental. *In Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina* (Ramos, V.A.; Turic, M.A.; editores). *Asociación Geológica Argentina/Instituto Argentino del Petróleo*, p. 385-404. Buenos Aires.
- Ramos, V.A.; Dallmeyer, D.; Vujovich, G.I. 1998. Ar/Ar constraints in the age of deformation of the Pie de Palo basement: Implications for the docking of Precordillera and Chileña. *In The Proto-Andean Margin of Gondwana* (Pankhurst, R.J.; Rapela, C.W.; editors) *Geological Society, Special Publication*, No. 142, p. 143-158.
- Ramos, V.A. 2000. The Southern Central Andes. *In Tectonic Evolution of South America* (Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.A.; editors). *International Geological Congress*, No. 31, p. 561-604. Rio de Janeiro.

- Ramos, V.A.; Vujovich, G. 1993. Alternativas de la evolución del borde occidental de América del Sur durante el Proterozoico. In *Simposio Internacional del Proterozoico-Cámbrico de la Cuenca del Plata, No. 1, Dirección Nacional de Minería y Geología-Facultad de Agronomía*, Vol. 1, 4 p. Uruguay.
- Ramos, V.A.; Vujovich, G. 1999. Mapa Geotectónico de la República Argentina. *Servicio Geológico-Minero Argentino*, escala 1:2.50.000. Buenos Aires.
- Rapela, C.W.; Pankhurst, R.J. 2002. Eventos tectomagmáticos del Paleozoico inferior en el margen protoatlántico del sur de Sudamérica. In *Congreso Geológico Argentino, No. 15, Actas*, Vol.1, p. El Calafate.
- Sato, A.M.; Tickyj, H.; Llambías, E.J. 1996. Geología de los granitoides aflorantes en el sur de la provincia de La Pampa, Argentina. In *Congreso Geológico Argentino, No. 13, y Congreso de Exploración de Hidrocarburos, No. 3, Actas*, Vol.5, p. 429-439. Buenos Aires.
- Sato, A.M.; Tickyj, H.; Llambías, E.J. 1998. Rb-Sr Grenvillian age from the Las Matras Diorite, La Pampa province, Argentina. In *Congreso Latinoamericano de Geología, No. 10, y Congreso Nacional de Geología Económica, No. 6, Actas*, Vol. 2, p. 418. Buenos Aires.
- Sato, A.M.; Tickyj, H.; Llambías, E.J.; Sato, K. 1999. Rb-Sr, Sm-Nd and K-Ar age constraints of the Grenvillian pluton, Central Argentina. In *Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, No. 2, Actas*, p. 122-126. Villa Carlos Paz, Córdoba.
- Sato, A.M.; Tickyj, H.; Llambías, E. J.; Sato, K. 2000. The Las Matras Tonalitic-Trondhjemitic pluton, central Argentina: Grenvillian age constraints, geochemical characteristics and regional implications. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol.13, No. 7, p. 587-610. Oxford.
- Sims, J. P.; Stuart-Smith, P.; Lyons, P. 1997. Geology and Metallogeny of the Sierras de San Luis and Comechingones, Provincias de San Luis y Córdoba. *Servicio Geológico-Minero Argentino, Anales*, No. 28, p. 1-57. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R. 1913. Investigaciones hidrogeológicas de los valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores (Gobernación de La Pampa). *Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, Boletín*, No. 4, Serie B Geología, 55 p.
- Stappenbeck, R., 1926. Geologie und Grundwasser Kunde der Pampa. E. Schweizerbart'sche, 409 p. 1 mapa., Stuttgart.
- Tankard, A.J.; Uliana, M.A.; Welsink, H.J.; Ramos, V.A. Turic, M.; Franca, A.B., Milani, E.J.; de Brito Neves, B.B.; Skármeta, J.; Santa Ana, H.; Wiens, F.; Cirbián, M.; López-Paulsen, O.; Germs, G.J.B.; De Wit, M.J.; Machacha, T.; McG. Miller, R. 1995. Structural and tectonic controls of basin evolution in southwestern Gondwana during the Phanerozoic. In *Petroleum basins of South America (Tankard, A.J.; Suárez, S.; Welsink, H.J.; editors)*. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, No. 62 p. 5-52.
- Tapia, A. 1939. Chacharramendi y alrededores. *Physis* Vol. 1 p. 221-224. Buenos Aires.
- Tickyj, H.; Dimieri, L.V.; Llambías, E. J.; Sato, A.M. 1997. Cerro Los Viejos (38° 28' S- 64° 26' O): cizallamiento dúctil en el sudeste de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 52, No. 3. p. 311-321.
- Tickyj, H.; Llambías, E.J.; Sato, A.M. 1999. El basamento cristalino de la región sur-oriental de la provincia de La Pampa: extensión austral del Orógeno Famatiniano de Sierras Pampeanas. In *Congreso Geológico Argentino, No. 14, Actas*, Vol. 1, p. 160-163. Salta.
- Turner, J.C.M.; Baldis, B.A. 1978. La estructura transcontinental del límite septentrional de la Patagonia. In *Congreso Geológico Argentino, No. 7, Actas*, Vol. 2, p. 225-238. Neuquén.
- Vergani, G.D.; Tankard, A.J.; Belotti, H.J.; Welsink, H.J. 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén basin, Argentina. In *Petroleum basins of South America (Tankard, A.J.; Suárez, S.; Welsink, H.J.; editors)*. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, No. 62, p. 383-402.
- Vilela, C.R.; Riggi, J.C. 1956. Rasgos geológicos y petrográficos de la Sierra de Lihuel Calel y área circundante, provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 11, No. 4, p. 217-272.
- Wichmann, R. 1928. Contribución a la geología de los departamentos Chical-Có y Puelén, de la parte occidental de la Pampa Central. *Dirección General de Minas, Geología e Hidrología*, Publicación 40, p. 1-33. Buenos Aires.