



GEOMORFOLOGÍA DE LA DEPRESIÓN DE LA LAGUNA COLORADA GRANDE (LA PAMPA, ARGENTINA) Y SU POSIBLE VINCULACIÓN CON ESTRUCTURAS DEL BASAMENTO

Geomorphology of depression Laguna Colorada Grande (La Pampa, Argentina) and their possible association with structures of crystalline basement.

José A. Sbrocco y Elena E. de Elorriaga

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Av. Uruguay 151,
(6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina.*

jsbrocco@exactas.unlpam.edu.ar ; elorriaga@exactas.unlpam.edu.ar

Abstract: *The depression of Laguna Colorada Grande is located in the northwestern portion of Colorado basin, in the southeast of the La Pampa province, Argentina. In this contribution is evaluated the relation between this landform and the subsoil structure; for it there are considered the surface and subsoil information and the morphometry and structural characteristics of the area. The integration of the information analyzed they allow to consider the relation of the topography with the faulting related to the Colorado basin and its reactivation, of low magnitude, due to the Andean tectonics. The different gradients, lengths and levels that exhibit both slopes of the depression, the similar gradation that show the depression and the relictic hills, its elongation ONO-ESE and parallelism with other lagoons of the area, are elements that sustain the hypothesis.*

Key-words: *Depressions; Laguna Colorada Grande; Colorado basin; tectonic.*

Resumen: *La depresión que alberga la laguna Colorada Grande está incluida en el sector noroccidental de la Cuenca del Colorado, en el sudeste de la provincia de La Pampa, Argentina. En esta contribución se evalúa la relación entre esta geoforma y la estructura del subsuelo; para ello se consideran la información de superficie y del subsuelo y las características morfométricas y estructurales de la zona. La integración de los datos analizados permite considerar la relación de la topografía con el fallamiento relacionado con la Cuenca del Colorado y su reactivación, de baja magnitud, debida a la tectónica andina. Los diferentes gradientes, longitudes y cotas que exhiben ambos taludes de la depresión, el similar escalonamiento que muestran la depresión y los cerros relictos, su elongación ONO-ESE y paralelismo con otras lagunas de la zona, son elementos que refuerzan la hipótesis que se plantea.*

Palabras clave: *Depresiones; laguna Colorada Grande; Cuenca del Colorado; tectónica.*

Sbrocco, J.A. y de Elorriaga, E. (2012): Geomorfología de la depresión de la Laguna Colorada Grande (La Pampa, Argentina) y su posible vinculación con estructuras del basamento. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 25 (1-2): 17-28.

La Laguna Colorada Grande se localiza en el sudeste de la provincia de La Pampa; la depresión que la alberga se extiende en dirección ONO-ESE a lo largo de unos 64 km, con una anchura promedio de 20 km, siendo limitada por los paralelos de 38°06' y 38°20' S y los meridianos de 63°39' y 64°18' O. Este cuerpo de agua ocupa unos 56 km², se sitúa a nivel del mar, es de escasa profundidad, su ca-

rácter es permanente y posee una alta salinidad, constituyendo un importante depósito salino.

Se ubica en la porción noroeste de la Cuenca del Colorado (Casadío *et al.*, 1999; Parras *et al.*, 2000; de Elorriaga y Visconti, 2005), al sur de las cuencas de Quehué (Kostadinoff *et al.*, 2001) y Macachín (Salso, 1966b). Estas últimas se incluyen en el sistema de rifts cretácicos de Argentina

(Ramos, 1999) cuyo desarrollo fue controlado por anisotropías del basamento.

El área estudiada limita hacia el norte con el sistema de las Depresiones Transversales (Calmels y Casadio, 2004), conocidas como “valles”, cuya génesis ha sido relacionada por autores como Tapia (1939), Malagnino (1988) y Lorenz (2002) entre otros, con factores netamente exógenos (fluvial y eólico) y por otros con tectónica de basamento (Stappenbeck, 1943; Linares *et al.*, 1980; de Elorriaga *et al.*, 2006) acompañada con modelado fluvial efímero y eólico, que las ha ampliado y profundizado (Fig. 1).

En la zona se describe la subregión fisiográfica de las Mesas, Depresiones y Bajos sin salida (Cano, 1980), donde se encuentran las menores altitudes del territorio pampeano; incluye las lagunas Colorada Grande, Larga o Colorada Chica, Blanca Grande, Salitral Negro, entre las más importantes, varias de ellas situadas por debajo del nivel del mar. Muestra continuidad en la provincia de Buenos Aires donde se ubican importantes depresiones como la que alberga la laguna Chasicó.

En general, el control estructural en las depresiones que se encuentran en el este de la provincia es un tema discutible debido, principalmente, a la falta de evidencias en superficie relacionadas directamente con las fallas pero, la relación de estas depresiones con estructuras del basamento, ha sido señalada incuestionablemente en varios de los antecedentes.

El objetivo de este trabajo es analizar las características geomorfológicas del entorno inmediato a la depresión ocupada

por la laguna Colorada Grande y, teniendo en cuenta los antecedentes y la estratigrafía reconocida, ponderar su relación con las estructuras de basamento consideradas para el área.

Metodología

Para llevar a cabo este trabajo, se analizaron los datos aportados por los antecedentes, tanto geológicos como geofísicos. Estos últimos fueron de utilidad para investigar la estructuración del basamento (Font y Mateo, 1990; Rapacini y Calvetty Amboni, 1990; de Elorriaga, 2010).

Los reconocimientos superficiales que se realizaron corroboraron la ubicación de los afloramientos de las distintas formaciones, indicados en Visconti *et al.* (2003), confirmando los cambios en las cotas.

Las perforaciones se utilizaron para reconocer en el subsuelo las distintas formaciones mencionadas para el área, mediante el análisis de las descripciones litológicas de las columnas atravesadas y, cuando fue posible, confirmar la profundidad del basamento.

Mediante el análisis visual de imágenes satelitales se observaron y analizaron la geomorfología, la geología y el patrón estructural de la región.

A partir de las hojas topográficas en escala 1:50000 y con la finalidad de observar variaciones en las cotas y en las pendientes y relacionarlas con posibles estructuras del subsuelo, se realizaron cortes transversales y longitudinales respecto de la depresión, en sitios que se consideraron convenientes para esos objetivos.

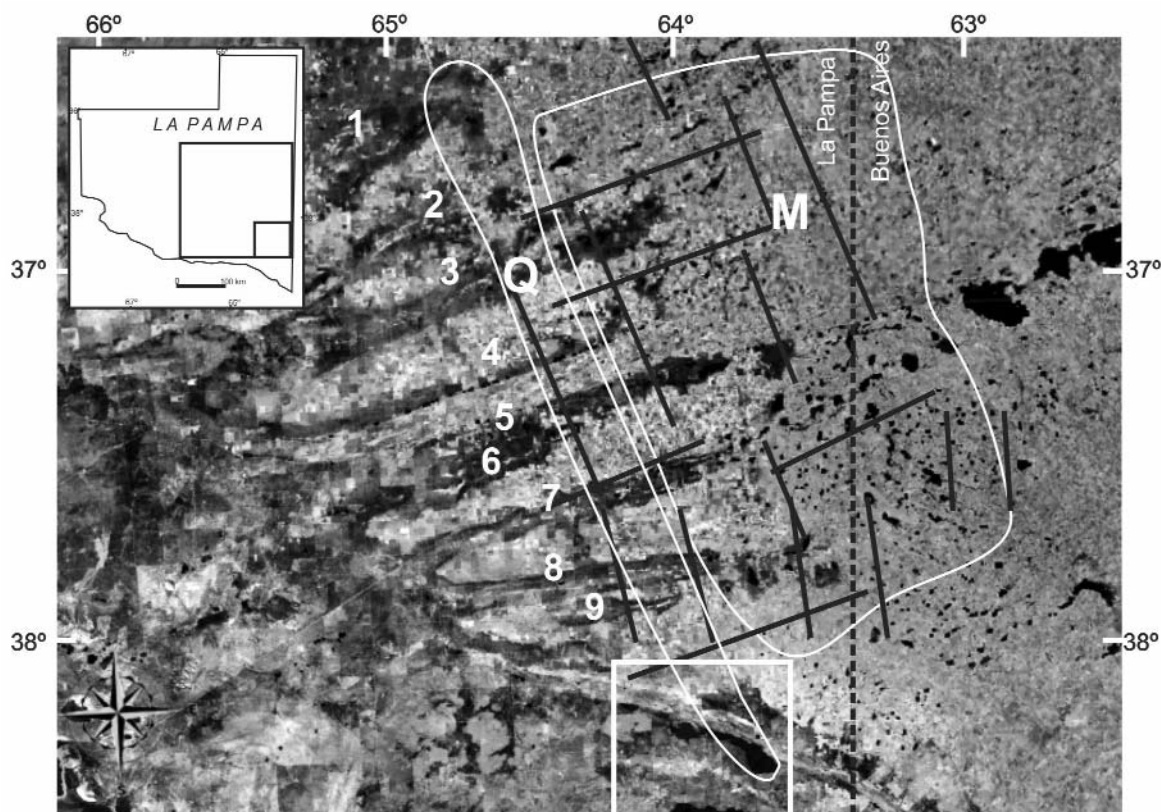


Fig. 1.- Ubicación de las cuencas de Quehué (Q) y Macachín (M), las fallas reconocidas, las depresiones transversales (1: El Tigre; 2: Chapalcó; 3: Quehué; 4: Utracán; 5: Gral. Acha-Argentino; 6: Maracó Chico; 7: Maracó Grande; 8: Hucal; 9: Hucal Chico), (modificado de de Elorriaga 2009a, 2010). El área de estudio se indica con un recuadro blanco.

Marco geológico

Estratigrafía

La estratigrafía descrita para la zona, incluye datos de afloramientos y perforaciones (Fig. 2) que indican la presencia de basamento, depósitos sedimentarios mesozoicos y cenozoicos y una cubierta de sedimentos eólicos de escaso espesor. Un perfil esquemático y un cuadro estratigráfico se puede observar en la Figura 3.

Las manifestaciones superficiales de basamento se ubican en el oeste del área estudiada; está constituido por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias prejurásicas, continuación sur de Sierras pampeanas, (Linares *et al.*, 1980; Tickyj *et al.*, 1999). En las perforaciones Abramo N°1, por debajo de depósitos terciarios solamente y en Abramo N°2 subyaciendo a sedimentitas cenozoicas y mesozoicas, se encontró basamento cristalino a 266 y 963 metros de profundidad respectivamente; en la San Martín N°1, Font y Mateo (1990) describen la presencia de areniscas cuarcíticas precámbricas a unos 125 m de profundidad, sobre los que se encuentran depósitos continentales terciarios.

Los afloramientos reconocidos por Casadío *et al.* (1999,

2002) como Fm. Colorado (Kaaschieter, 1965), por su contenido fosilífero del Cretácico superior, se ubican a unos 15 km al sur del extremo noroeste de la depresión (Fig. 2). En el subsuelo, los depósitos cretácicos son descritos por Salso (1966a; 1966b) en la perforación Abramo N°2 como Fm. Abramo y señala, además, que en una perforación realizada en la Colorada Grande, que alcanzó 510 metros de profundidad, se atravesaron, por debajo de depósitos marinos, más de 100 metros de sedimentitas del Cretácico Superior, sin llegar al basamento.

Las sedimentitas atribuidas al Mioceno se describen en afloramientos y en la mayoría de las perforaciones situadas en el área estudiada, corresponden a la Fm. Barranca Final (Kaaschieter, 1965), de origen marino, Fm. Río Negro (Andreis, 1965), relacionada con depósitos fluviales, y la Fm. Cerro Azul (Linares *et al.*, 1980), eólica continental.

Salso (1966b) denominó Fm. Macachín a los depósitos de origen marino encontrados en la perforación Abramo N°2, ubicada en el extremo sur de la cuenca de Quehué (Kostadinoff y Llambías, 2002).

Los afloramientos ubicados en puesto Iriarte (Fig. 2) descritos por Parras *et al.* (2000) fueron asignados, debido a la presencia de *Prothelphidium tuberculatum* d'Orbigny

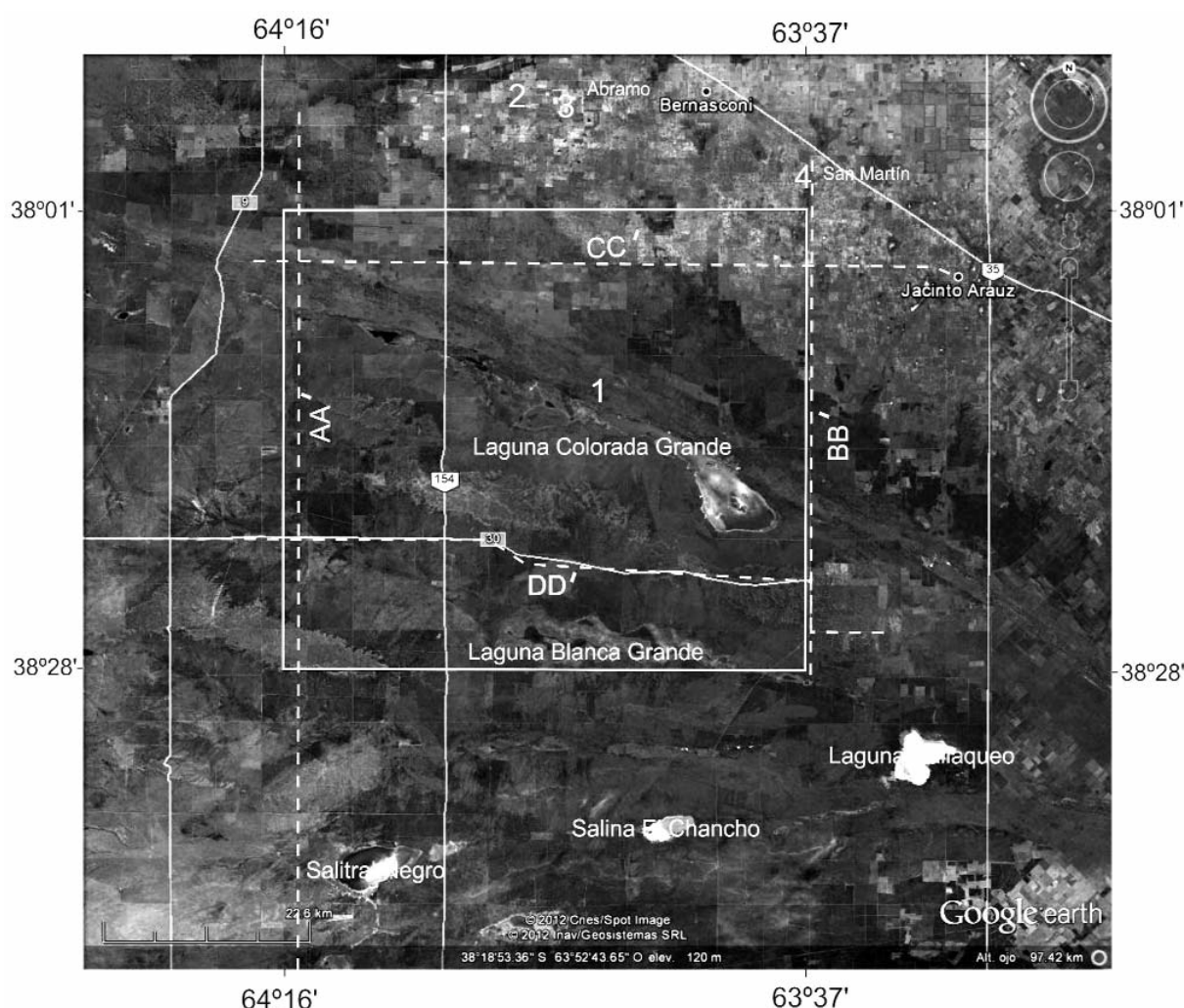


Fig. 2.- Ubicación del área de estudio, perforaciones (1: La Colorada Grande N° 3; 2: Abramo N° 1; 3: Abramo N° 2; 4: San Martín N° 1) y cortes geoelectrónicos (AA', BB', CC', DD').

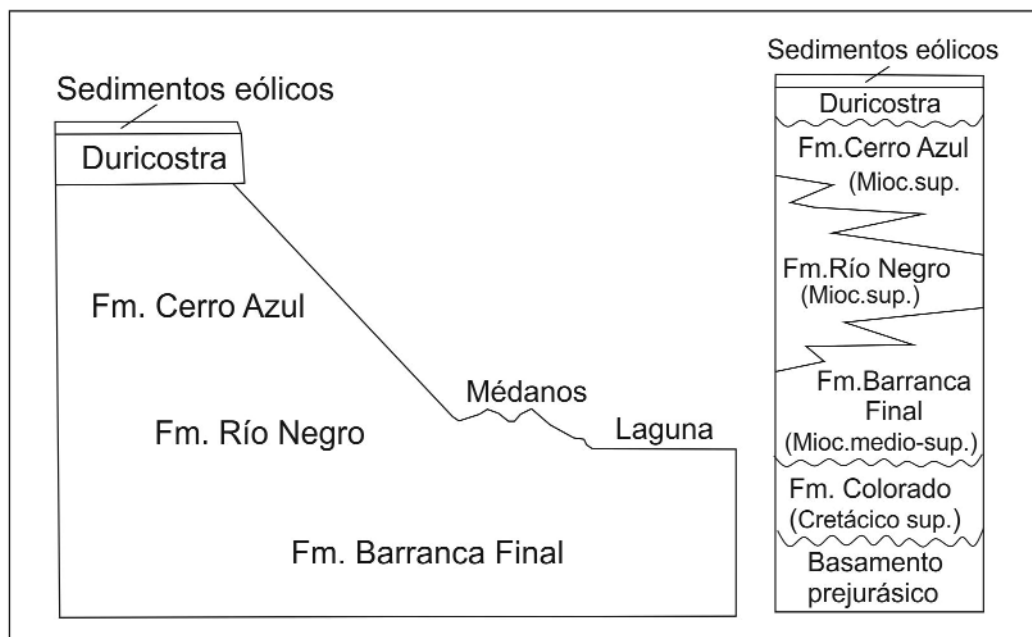


Fig. 3.- Perfil esquemático (fuera de escala) del talud septentrional de la depresión de la Colorada Grande y cuadro estratigráfico con las formaciones expuestas y del subsuelo.

(Malumián, 1970), a la Fm. Barranca Final del Mioceno medio-superior correspondiente a la ingresión Entrerriense. Los depósitos atribuidos a esa formación fueron reconocidos por Visconti *et al.* (2003) en las banquinas de las rutas Nacional N° 154 y Provincial N° 1 y en las adyacencias de las lagunas Colorada Grande, Blanca Grande, Callaqueo y Salitral Negro, entre otras (Fig. 2).

En la perforación Laguna Colorada Grande N° 3 (Fig. 2) Cordini (1950) describió sedimentitas marinas fosilíferas interdigitadas con los depósitos de la Fm. Río Negro (Mioceno) a partir de los 17 metros de profundidad. En Abramo N° 2 (Salso, 1966a) especificó que a los 355 m de profundidad, por debajo de la Fm. Cerro Azul, se ubican sedimentos de transición asignables a la Fm. Macachín y que entre los 415,5 y 955 m se encuentran depósitos cretácicos que nombró como Fm. Abramo apoyados sobre basamento cristalino.

Los afloramientos de la Fm. Río Negro, constituida por depósitos arenosos principalmente fluviales, se observan en el trazado de la ruta Nacional N° 154 y provincial N° 1 al sur de la Blanca Grande (Fig. 2). Esta unidad es sincrónica con las formaciones Barranca Final y Cerro Azul (Visconti, 2007; Folguera y Zarate, 2009)

Las sedimentitas limoarenosas continentales correspondientes a la Fm. Cerro Azul (Linares *et al.*, 1980), afloran en las cárcavas excavadas en las pendientes de las depresiones y en las rutas mencionadas; estos depósitos incluyen paleosuelos y niveles fosilíferos del Mioceno tardío (Montalvo y Casadío, 1988).

Una costra, predominantemente calcárea (“tosca”), se presenta en la zona como un depósito fuertemente consolidado que controla el relieve. Las hipótesis sobre su génesis son variadas, pero en cuanto a su ubicación estratigráfica está indicada como:

- Niveles compuestos de facies sedimentarias variables

pero con una serie de factores comunes entre ellos (Vogt *et al.*, 1999), depositados escalonadamente y en discordancia erosiva, sobre depósitos, que cambian de O a E, en la provincia de La Pampa (Vogt *et al.*, 2010),

- Restos de una planicie mesetiforme (Calcreta Principal o tipo I), desarrollada en condiciones áridas o semiáridas en la superficie de un terreno más o menos plano, formada durante el Pleistoceno tardío, cuya erosión aumenta de noroeste a sureste donde se presenta como mesetas individuales (Lorenz y Sotorres 2001; Lorenz, 2002). Según este último autor, “puede ser considerada un horizonte estratigráfico marcador”.
- Depósito desarrollado en distintos lapsos de estabilización, parcialmente sincrónicos, de las superficies de acumulación sedimentaria que, considerando las posiciones estratigráficas que se observan, se desarrolló desde el Mioceno tardío hasta Pleistoceno (Folguera y Zárate, 2009).

La estructura de la “tosca”, de naturaleza conglomerática, concrecional y hasta finamente estratificada, estaría revelando diferentes condiciones de movilización y deposición del carbonato de calcio (Carballo y Sbrocco, 1996). Su presencia no se ha señalado en las perforaciones que se ubican dentro de las depresiones; sólo se ha registrado en algunas laderas la presencia de capas de “tosca” que se presentan con menor desarrollo y dureza (calcreta tipo II de Lorenz, 2002).

Depósitos arenosos eólicos modernos tapizan con poco espesor el relieve actual conformando el material parental de los suelos actuales (Sbrocco y Carballo, 1995). Sus acumulaciones, ocurridas durante el Pleistoceno tardío-Holoceno (Folguera y Zárate, 2009) constituyen cordones medanosos en el interior de la mayoría de las depresiones de la región situándose, en este caso, en el borde norte de la laguna.

Estructuras

Marco regional. Durante el Ciclo extensional jurásico-cretácico (Ramos, 1999) estrechamente ligado a la apertura del Atlántico Sur, se desarrollaron las cuencas aulacogénicas del Colorado y el Salado y los sistemas de hemigrábenes, de rumbo NNO, conocidos como rift pampeano central y occidental, aprovechando anisotropías mecánicas relacionadas con suturas. Los sistemas de rift, limitados por fallas de alto ángulo, se unifican en el norte de la provincia de La Pampa, donde se encuentran importantes depocentros incluidos en las cuencas de Quehué y Macachín, alcanzando en su límite sur a la cuenca del Colorado. Los efectos de la tectónica andina, que provoca la segmentación de Los Andes (Ramos, 1999), produce en la zona intermedia (donde se ubica el área de estudio) un levantamiento a partir de la activación inversa del fallamiento preexistente, cuyo ejemplo más cercano se observa en la región de las Sierras Pampeanas.

Según Chebli *et al.* (1999) los esfuerzos compresivos del Cenozoico, han influenciado a todo el continente incluyendo la costa atlántica. Folguera *et al.* (2005) describen dos pulsos de deformación durante el Mioceno tardío, a los que se le superpone un evento compresivo ocurrido en el Plio-Cuaternario, que influyen la depositación de las formaciones reconocidas para el área. Los efectos de la compresión andina han sido reconocidos en la provincia de Buenos Aires por Quattrocchio *et al.* (1994).

Marco local. En la parte central del este de la provincia de La Pampa, donde se ubica el sistema de las Depresiones Transversales (Calmels y Casadío, 2004), se reconocen dos sistemas principales de fallas, los cuales son observables en las imágenes satelitales como sobrepuestas a los “valles” (Linares *et al.*, 1980; de Elorriaga *et al.*, 2006). El sistema NNO-SSE corresponde a fallas relacionadas con la extensión que originó las cuencas, tipo rift intracratónico, de Macachín y Quehué, de alto ángulo y con desplazamientos variables pero relativamente importantes; el otro sistema, de orientación ENE-OSO, se corresponde con el trazado de las depresiones transversales y muestra desplazamientos menores (de Elorriaga, 2009a). Ambos sistemas fueron reactivados, con poca magnitud, en el terciario en forma compresiva con transcurrencia dextral que posibilitó el desarrollo de suaves plegamientos contra las fallas del primero (de Elorriaga y Camilletti, 1999) y, el movimiento lateral en las del segundo, observable por ejemplo en los leves cambios de orientación de los “valles” de Gral. Acha-Argentino y Utracán (de Elorriaga *et al.*, 2006).

Hacia el sur, en el área donde se desarrolla el “valle” de Hucal cambian las condiciones topográficas, invirtiéndose la pendiente regional hacia el oeste, debido a la presencia de las Sierras Australes (de Elorriaga, 2009b).

En la zona estudiada, los sistemas de fallas descriptos son ONO-ESE y SSO-NNE (Fig. 4); su comportamiento, se relaciona con el margen noroeste de la Cuenca del Colorado cuya columna sedimentaria se profundiza hacia el este y sur, acompañando una estructura de bloques limitados por

fallas en gradería (PASMA II, 2001; de Elorriaga y Visconti, 2005, de Elorriaga, 2004; 2009b).

Varios autores indican los efectos de la tectónica en la zona. Algunos de ellos son:

- Cordini (1950) asume que la depresión de la Laguna Colorada Grande se debe a la presencia de fallas directas, buzantes hacia el norte y coincidentes con el rumbo de la misma. También considera que la depresión ocupada por la Laguna Larga, situada a 18 kilómetros al oriente, está enmarcada lateralmente por dos largas fallas y que fue invadida por el mar a comienzos del Cuaternario a consecuencia de una falla directa originada durante los últimos movimientos del Terciario (Cordini, 1950; 1967).
 - Salso (1966b) menciona que entre las perforaciones Abramo N°1 y 2, debido al cambio en la profundidad del basamento, se ubica una falla con un rechazo de unos 700 m; Kostadinoff *et al.* (2001) y Kostadinoff y Llambías (2002) consideran que esta estructura constituye el margen oeste de la cuenca de Quehué en el área. La prolongación de esta cuenca alcanza a la laguna Colorada Grande en su porción este, produciendo un cambio en su orientación y forma (de Elorriaga, 2010).
 - García y García (1964) indican la presencia de una falla entre Jacinto Arauz y la Laguna Colorada Grande.
 - Rapaccini y Calvetty Amboni (1990) informan la existencia de fallas NNE-SSO con el bloque hundido hacia el este en proximidades del Salitral Negro y entre la Colorada Grande y La Blanca Grande indicando rechazos de 250 m.
 - Casadío *et al.* (1999) incluyen los afloramientos del cretácico en un graben NO-SE y señalan la presencia de un alto estructural, tipo horst, que representa una divisoria de aguas entre las lagunas Colorada Grande y La Blanca Grande ubicada a unos 14 kilómetros al sur de la primera.
 - de Elorriaga y Visconti (2005) indican que en el área se habría producido una suave reactivación de las estructuras profundas, que afecta el relieve actual, provocando la alineación de los cuerpos de agua y la variación en altura topográfica de las distintas formaciones aflorantes. Los cortes geoelectrónicos realizados por Rapaccini y Calvetty Amboni (1990) en la porción SE de La Pampa, mediante la interpretación de sondeos eléctricos verticales (SEV), muestran variaciones en la profundidad del basamento (sustrato resistivo). En la zona estudiada se encuentran cuatro de ellos (Fig. 2), los que se esquematizaron en la Figura 5; los dos transversales a la depresión estudiada con dirección N-S, se ubican en los extremos oeste (AA') y este (BB') de la misma y los dos O-E, al norte (CC') y entre esta depresión y la de la laguna Blanca Grande (DD').
- En los perfiles mencionados, se pueden observar las variaciones en la profundidad del basamento relacionadas con fallas propias de la cuenca del Colorado que se profundiza hacia el este y sur. La correspondencia de las mismas con las variaciones en la topografía indica la viabilidad de reactivaciones.

Geomorfología

El área estudiada se enmarca en un ambiente de planicie estructural denudada (Calmels, 1996) cuyas formas erosivas más significativas son las mesetas, cerros relictos, depresiones y bajos endorreicos. Los relieves positivos se

encuentran protegidos de la erosión por la presencia, en su parte cuspidal, de una costra calcárea que puede alcanzar los tres metros de potencia.

Los procesos exógenos más significativos que sentaron las bases del relieve en la zona, son los vinculados con la acción hídrica, mediante escurrimientos concentrados en

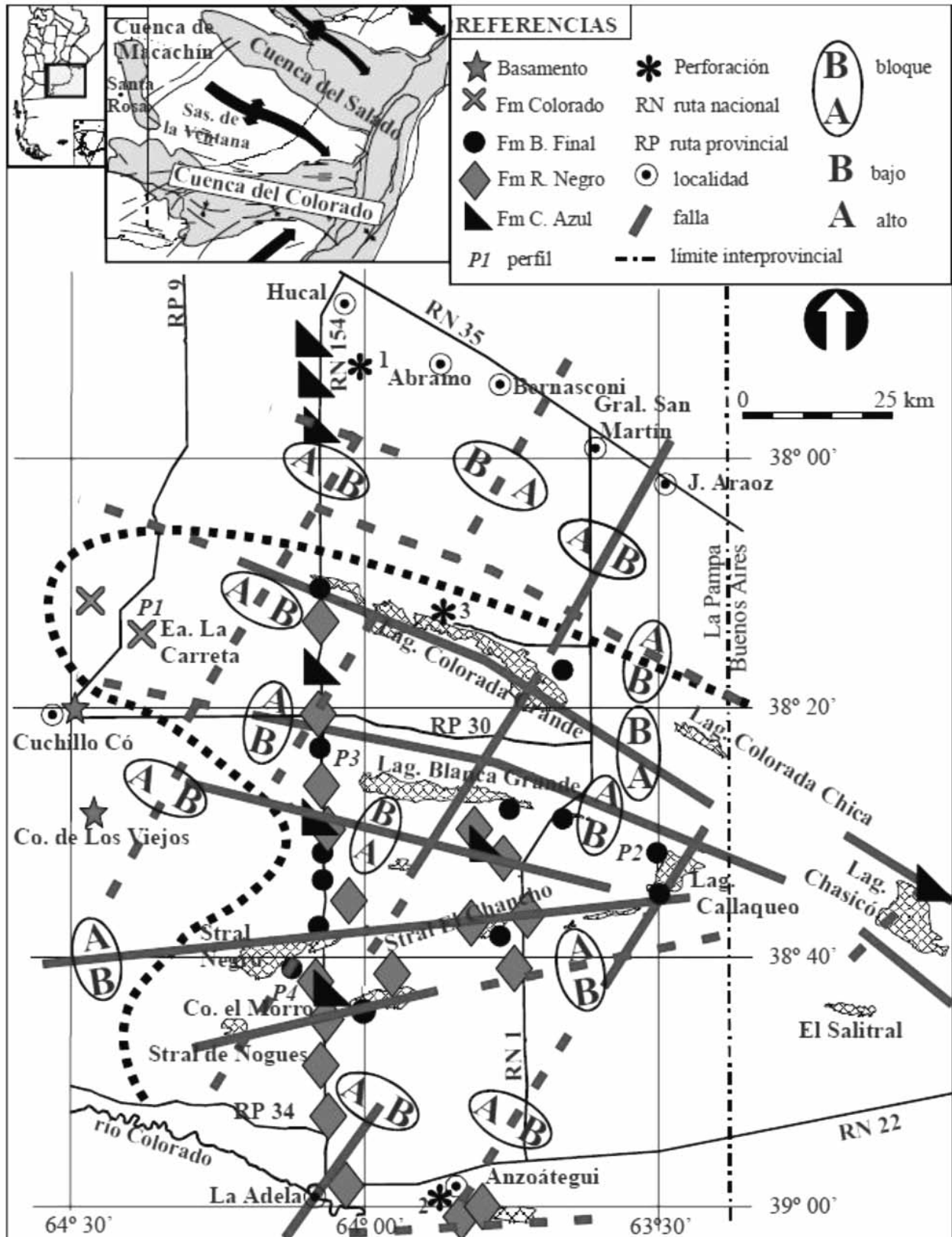


Fig. 4.- Ubicación de los afloramientos reconocidos y de las fallas descritas para el área, según de Elorriaga y Visconti (2005).

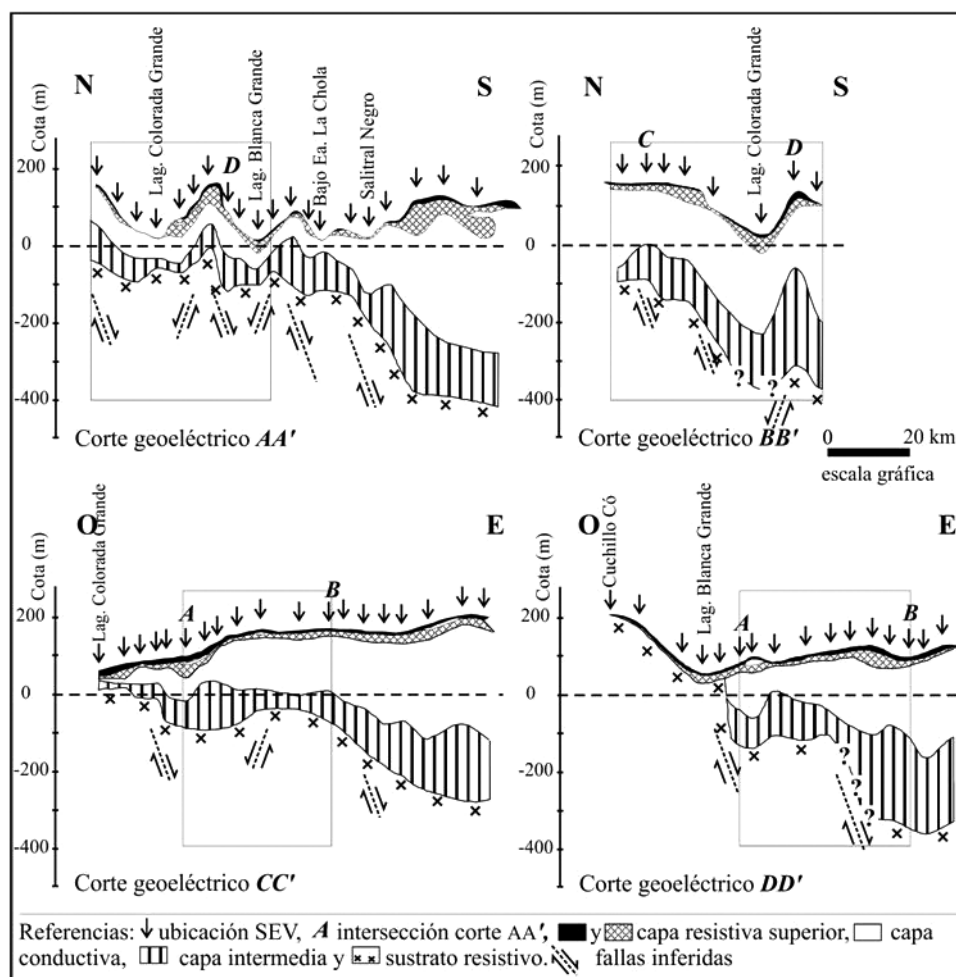


Fig. 5.- Cortes geoelectrónicos de Rapaccini y Calvetty Amboni (1990) con la ubicación de las fallas indicadas en de Elorriaga y Visconti (2005). Con un recuadro se señala el sector considerado en este estudio.

surcos y cárcavas y con la eólica, que ha depositado importantes volúmenes de arena en el fondo de la depresión (Carballo y Sbrocco, 1995), en conjunto con meteorización física, remoción en masa y lavado de las pendientes.

Las depresiones y bajos poseen drenaje superficial -efímero y de diseño dendrítico- e hipodérmico; albergan a menudo salitrales e importantes salinas como la Colorada Grande, hallándose perimetrados por barrancas prominentes (escarpas) que dan lugar a abruptos de erosión con cornisa por la presencia del encostramiento calcáreo. Los procesos de erosión retrocedente son evidenciados por la fuerte disección de las barrancas, lo que pone de manifiesto su elevado potencial morfogenético.

Mediante la imagen satelital y las cartas topográficas se construyó un esquema geomorfológico (Fig. 6) del área estudiada donde se han identificado las siguientes geformas:

- Meseta: ubicada en el sector septentrional, representa la porción oriental de una planicie estructural denudada, con tosca en superficie o muy próxima a ella, que controla el relieve retardando los procesos erosivos. Una delgada capa de sedimentos eólicos la tapiza constituyendo los suelos actuales.
- Depresión: con orientación ONO-ESE aloja la laguna Colorada Grande, la más dilatada del SE de La Pampa,

siendo su cota mínima de cero metros, mientras que la laguna Blanca Grande, inmediatamente al sur, se halla en cota -18 metros.

- Cerros mesas o relictos: se observan en el sector meridional de la depresión estudiada; son elongados en dirección ONO-ESE y representan la divisoria de aguas entre las lagunas arriba mencionadas, resultando testigos de una antigua planicie; los corona una duricostra de hasta tres metros de potencia que ha permitido su preservación. Presentan un notable paralelismo con los cuerpos de agua.
- Pendientes: ambas laderas están tapizadas por depósitos coluviales derivados de la meteorización de las formaciones presentes y de la costra calcárea, cubiertos por un monte bajo abierto que los fija de manera parcial. Las situadas al sur de la depresión están surcadas por profundos cañadones que permiten el afloramiento de la "tosca" y la Fm. Cerro Azul en las partes altas mientras que, en niveles inferiores, lo hacen las formaciones Río Negro y Barranca Final (Fig. 3). Cuando las cárcavas alcanzan la playa de la laguna, se observan pequeños conos aluviales constituidos por materiales finos. Las pendientes septentrionales muestran, en el sector superior y medio los depósitos coluviales con surcos y cárcavas de escaso desarrollo debido a su menor gradiente,

mientras que en la parte baja se observa el cordón de médanos.

- Médanos: integrantes de un extenso cordón en el sector septentrional de la depresión, bordean la laguna y alcanzan el pie de la meseta; su extensión excede la longitud de la laguna, a oriente y occidente, rondando los cien kilómetros, siendo su anchura cercana a los cuatro kilómetros. Prevalcen los médanos con formas longitudinales y parabólicas y se encuentran fijados por vegetación nativa.
- Laguna y playa: el cuerpo de agua permanente ocupa el sector medio y oriental de la depresión. Las aguas hipersalinas de la laguna y su extensión convierten a la Colorada Grande en el depósito de cloruro de sodio más importante de la provincia. Sus amplias playas, de hasta 400 metros de ancho, están constituidas por

fangos oscuros con cristales de halita y yeso en rose-tas.

- Una terraza de unos 12 metros de altura fue descrita por Cordini (1950) en la costa sudoccidental de la laguna, estando conformada por loess cementado por carbonato de calcio que yace sobre arenas y limos con abundantes cristales de yeso. La misma se observa en la imagen de satélite como un límite abrupto entre el monte y la playa.

Cortes topográficos

Con el fin de mostrar las diferencias que presentan las diversas porciones de la depresión estudiada, se esquematizaron cortes topográficos transversales y longitudinales (Fig. 7), cuya ubicación se muestra en la Figura 6.

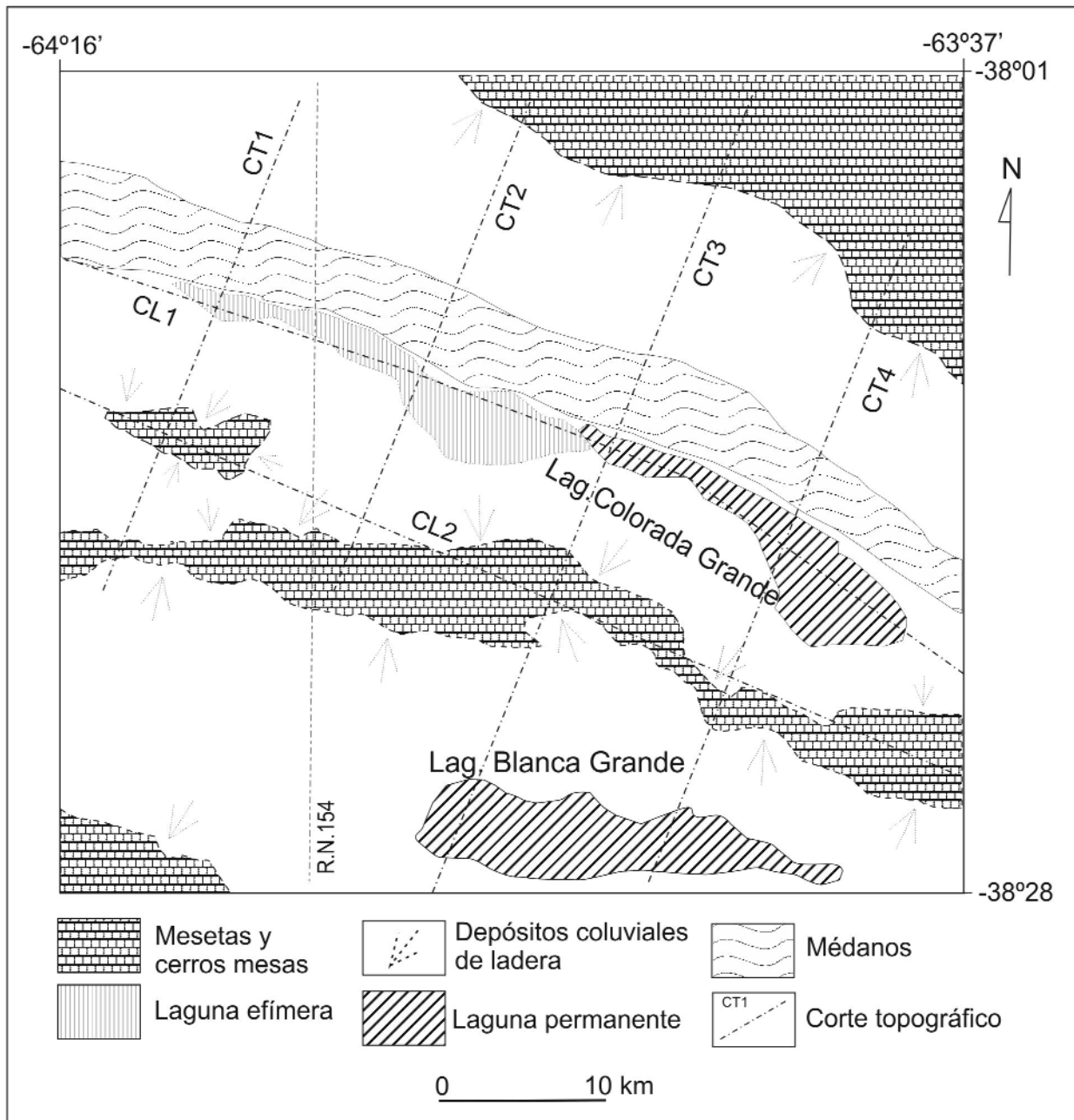


Fig. 6.- Esquema geomorfológico de la depresión Laguna Colorada Grande y ubicación de los cortes topográficos transversales (CT) y longitudinales (CL); R.N.154: Ruta Nacional 154.

En general, los cuatro cortes transversales (CT) muestran que los taludes meridionales de la depresión detentan mayores gradientes que los de la vertiente opuesta, mientras que las cotas del tope, donde aflora la duricostra, son me-

nores, con diferencias altitudinales comprendidas entre 5 y 60 metros. Si se incluyen los médanos disminuyen las inclinaciones de las laderas ubicadas al norte. Los datos que reflejan lo descrito se volcaron en la Tabla I.

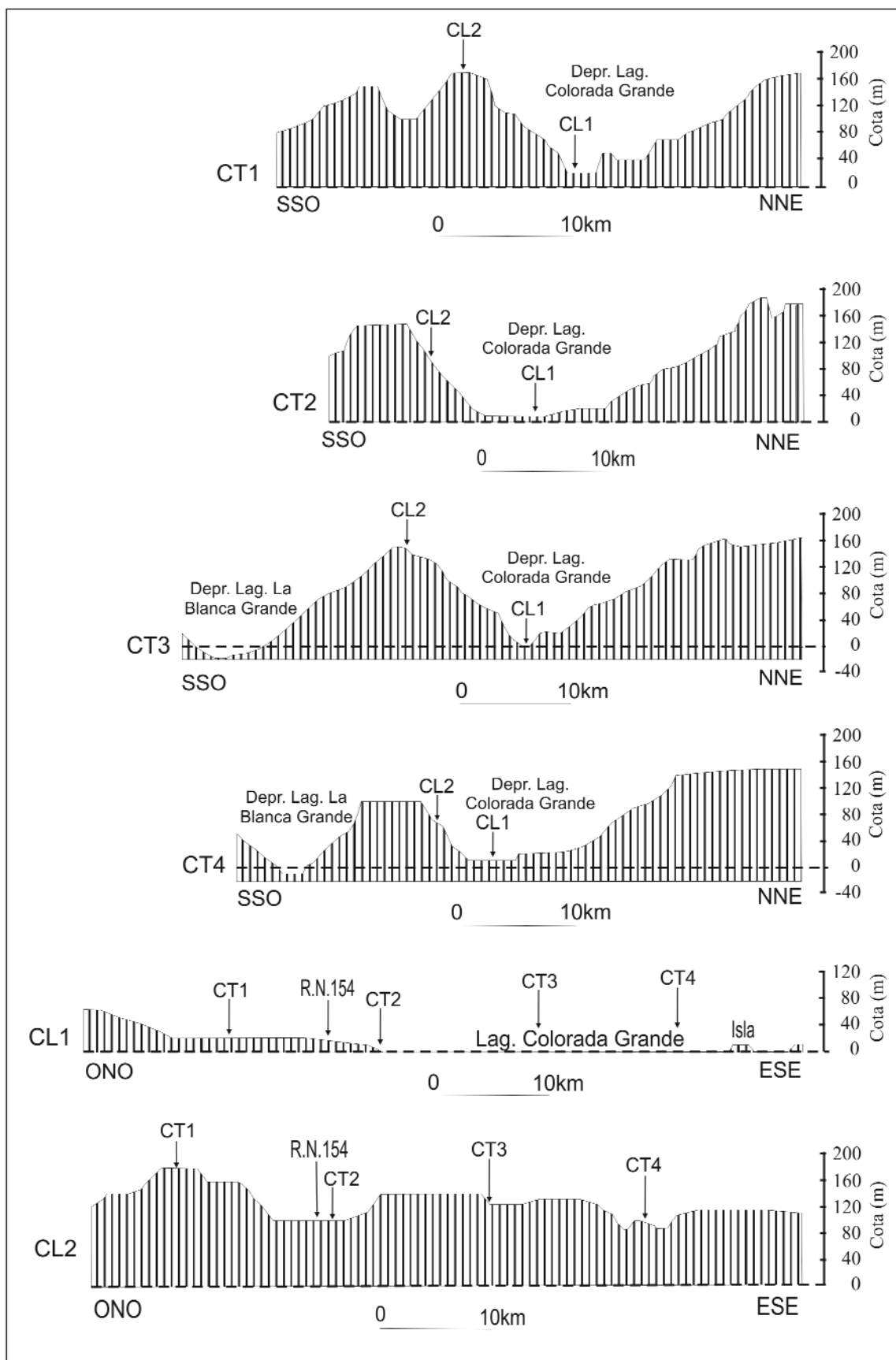


Fig. 7.- Cortes topográficos transversales (CT) y longitudinales (CL) a la depresión R.N.154: Ruta Nacional 154.

Pendiente septentrional					Pendiente meridional		
Cortes	Gradiente (%)		Cota (m)		Gradiente (%)	Cota (m)	
	s/m	c/m	máx.	mín.		máx.	mín.
CT1	1	0,9	170	20	2	165	20
CT2	1,35	0,9	170	20	2	165	20
CT3	1,1	1,04	160	0	1,31	150	0
CT4	1,37	1	160	0	2,5	100	0

Tabla I.- Gradientes y cotas de los cortes transversales (s/m: sin médano; c/m: con médano).

Se puede observar en todos los cortes transversales que las pendientes meridionales tienen menor longitud que las del flanco opuesto (Fig. 7), lo que hace que aunque las cotas de los cerros mesas sean menores, los gradientes aumenten.

La secuencia de los CT muestra el angostamiento hacia el ESE de la depresión, notable en la imagen satelital y que se corresponde con las fallas indicadas en la zona (Fig. 4).

Para considerar las variaciones O-E, se elaboraron dos cortes longitudinales (Fig. 7), cuyos valores fueron incluidos en la Tabla II. El CL1, realizado sobre el talweg de la depresión, muestra un escalonamiento en tres niveles con cotas 60, 20 y 0 metros, totalizando una diferencia de altura de 60 metros. Sobre la divisoria de aguas, representada por los cerros mesas -o relictos- situados entre las lagunas Colorada Grande y La Blanca Grande, se dibujó CL2. De manera análoga a CL1, se observan escalones en las partes cuspidales que destacan una disminución en altura en sentido ESE desde los 180 hasta los 120 msnm.

Cortes	Gradiente (%)		Cota máx. (m)	Cota mín. (m)
CL1	0,24 (O/I)	0,1 (i/l)	60	0
CL2	0,3 (s/t)		180	120

Tabla II.- Gradientes y cotas de los cortes longitudinales. (O/I: Oeste de la laguna; i/l: incluye laguna; s/t: sobre el tope).

Fuera del ámbito de la depresión, la meseta que la limita por el norte y la separa del "valle" de Hucal, promedia una altitud de 160 metros e inclina levemente hacia el ESE con un gradiente de 0,06%; este valor contrasta con los registrados sobre el tope de los cerros relictos (0,3%) y en el talweg de la depresión estudiada (0,24-0,1%). Más al norte, la pendiente regional se invierte (ver corte CC' en la Fig. 5).

Discusión y conclusiones

Considerando los antecedentes se tiene en cuenta que:

- Se observan variaciones de cota en los afloramientos de los depósitos de la transgresión marina (Fm. Barranca Final) ubicados en las rutas Nacional N°154 y Provincial N°1.
- Los sistemas de fallas principales son ONO-ESE y SSO-NNE y su comportamiento se relaciona con el margen noroeste de la Cuenca del Colorado.

En base al análisis geomorfológico surgieron las siguientes observaciones:

- Las depresiones que incluyen a las lagunas Colorada Grande y La Blanca Grande, son aproximadamente paralelas, mostrando un rumbo general ONO-ESE.
- Existe una diferencia relativa de altura de 18 metros entre las lagunas Colorada Grande y Blanca Grande en las partes con agua permanente.
- La planicie que limita por el norte a la depresión estudiada, muestra una inclinación mucho menor que las mesas relictos del sur.
- Se observa una diferencia altimétrica entre los cerros mesas que separan ambas lagunas y la meseta septentrional de la Colorada Grande.
- Existe una diferencia en los valores del gradiente de las pendientes norte y sur de la Colorada Grande.
- Es evidente un escalonamiento O-E en el talweg y en las mesas relictos.
- La laguna Colorada Grande modifica su rumbo ONO-ESE en la mitad oriental, haciéndose NO-SE.

Relacionando el aspecto geomorfológico con el estructural del área, se puede inferir que:

- El tramo este de la laguna Colorada Grande cambia su orientación en coincidencia con la traza de la cuenca de Quehué de rumbo NNO-SSE.
- La diferencia de gradientes de las vertientes opuestas sugiere la presencia de fallamiento.
- La mayor inclinación hacia el ESE de las mesas relictos meridionales respecto de la planicie septentrional, se infiere como un comportamiento diferencial entre ellas.
- El escalonamiento O-E que se observa se corresponde con fallas indicadas para la cuenca del Colorado en el área.

Integrando las observaciones, se propone que los rasgos geomorfológicos se corresponden con la expresión topográfica atenuada del fallamiento que afecta al basamento relacionado con la cuenca del Colorado. Los efectos de la compresión andina habrían producido una suave reactivación de las estructuras profundas, afectando el relieve actual, controlado principalmente por la costra calcárea, provocando la fragmentación y escalonamiento de las mesetas y la alineación de los cuerpos de agua. Este hecho también se observa en el cambio de orientación en el sector oriental de la laguna Colorada Grande, denotando que su traza fue afectada por la presencia de la cuenca de Quehué.

La reducida importancia de actividad neotectónica actual, se ve reflejada en la escasa diferencia altimétrica que se observa entre las mesetas norte y relictos de la misma al sur, que separa las lagunas, y entre los depósitos de la transgresión marina (Fm. Barranca Final) presentes en ambos cuerpos de agua.

Debido a que la duricostra no se ha encontrado en las perforaciones realizadas en las depresiones, se infiere que no se formó en ellas.

Las observaciones realizadas sugieren que los movimientos de reactivación de las fallas fueron posteriores a la presencia de las lagunas en el área.

La meseta norte de la depresión que alberga la laguna Colorada Grande indicaría el límite noroeste de la Cuenca del Colorado en el área.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto de Investigación N° 215 de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa y fue financiado por la misma. Los autores desean agradecer a los revisores las valiosas sugerencias efectuadas.

Referencias

- Andreis, R. (1965): Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro. *Revista Museo La Plata (Geología)* 5 (36): 245-310.
- Calmels, A.P. (1996): Bosquejo geomorfológico de la provincia de La Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. 110 p. Santa Rosa.
- Calmels, A.P. y Casadio, S.A. (2004): *Compilación Geológica de la provincia de La Pampa*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. 324 p. Santa Rosa.
- Cano, E., Coord. (1980): *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa, 493 p., 5 mapas. Buenos Aires.
- Carballo, O. y Sbrocco, J. (1995): Aspectos geomorfológicos y ambientales del valle de Hucal, provincia de La Pampa. En: 4° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, 1: 215-222. Junín.
- Carballo, O. y Sbrocco, J. (1996): Caracterización litoestratigráfica del área comprendida en la hoja IGM 3763-31 "Hucal", provincia de La Pampa. En: 6° Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas: 49-55. Santa Rosa.
- Casadio, S., Manera, T., Parras, A., Montalvo, C. y Cornachione, G. (1999): 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 (1-2): 128-133.
- Casadio, S., Manera, T., Parras, A. y Montalvo, C.I. (2002): Huevos de dinosaurios (Faveoolithidae) del Cretácico Superior de la cuenca del Colorado, provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 39: 285-293.
- Chebli, G., Mozetic, M., Rossello, E. y Bühler, M. (1999): Cuenas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. En: Caminos, R. (Ed.) *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Anales 29 (20): 627-644. Buenos Aires.
- Cordini, I.R. (1950): Contribución al conocimiento de los cuerpos salinos de la Argentina: Colorada Grande, Choiqué, cuerpos salinos de Utracán-Acha, salitral y salinas de Pocitos, salinas Chicas y Chasicó. Dirección Nacional de Minería y Geología, Anales 3, 321 p. Buenos Aires.
- Cordini, I.R. (1967): Reservas salinas de Argentina. Características generales de las salinas de La Pampa. Instituto Nacional de Geología y Minería, Anales 13:13-68. Buenos Aires.
- de Elorriaga, E. (2004): Aspectos estructurales de la cuenca del Colorado en el SE de la provincia de La Pampa. En: 12° Reunión sobre Microtectónica y Geología Estructural, Resúmenes. Cafayate, Salta.
- de Elorriaga, E. (2009a): Relación entre lineamientos reconocidos en imágenes satelitales con fallas en la provincia de La Pampa, Argentina. En: 14° Reunión de Tectónica. Libro de resúmenes: 88-92. Río Cuarto.
- de Elorriaga, E.E. (2009b): Influencia de las Sierras Australes en la topografía del este de la provincia de La Pampa. En: 5° Encuentro del "International Center for Earth Sciences" (E-ICES 5). Malargüe.
- de Elorriaga, E.E. (2010): Evaluación de los depocentros de la cuenca de Macachín, provincias de La Pampa y Buenos Aires, Argentina. Tesis doctoral, biblioteca UNS.
- de Elorriaga, E. y Camilletti, C. (1999): La cuenca de Macachín entre Anguil y Catrillo, La Pampa, Argentina. En: 14° Congreso Geológico Argentino, I: 227-230. Salta.
- de Elorriaga, E. y Visconti, G. (2005): Estratigrafía de la Cuenca del Colorado en la provincia de La Pampa. En: 16° Congreso Geológico Argentino. Actas: 351-358. La Plata. En Cabaleri, N., Cingolani, C.A., Linares, E., López de Luchi, M.G., Oster, H.A. y Panarello, H.O. (eds.). Actas CD-ROM: Artículo N° 305.
- de Elorriaga, E., Malán, J. y Castro, M. (2006): Características morfoestructurales del sistema de los valles de Utracán y Gral. Acha-Argentino, provincia de La Pampa. En: 13° Reunión de Tectónica. San Luis.
- Folguera, A., Folguera, A., Zárate, M. y Ramos, V.A. (2005): La cuenca de antepaís neógena del río Negro asociada con el levantamiento de los andes de Neuquén. En: 16° Congreso Geológico Argentino, Tomo 2: 29-36. La Plata.
- Folguera, A. y Zárate, M. (2009): La sedimentación neógena continental en el sector extrandino de Argentina central. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64 (4): 692-712.
- Font, G. y Mateo, A.J., (1990): Capítulo II: Prospección gravimétrica en la zona del plan EASSE, provincia de La Pampa. En: *Prospección geofísica en la zona del plan EASSE*, provincia de La Pampa. Convenio de Cooperación Horizontal Consejo Federal de Inversiones - Provincia de La Pampa - Universidad Nacional de La Plata. Anexo I, 28 p. La Plata
- Kaaschieter, J.P.H. (1965): Geología de la Cuenca del Colorado. En: 2° Jornadas Geológicas Argentinas, Actas III: 251-269. Buenos Aires.
- Kostadinoff, J., Llambías, E., Raniolo, A. y Álvarez, G. (2001). Interpretación geológica de los datos geofísicos del sector oriental de la provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56 (4): 481-493.
- Kostadinoff, J. y Llambías, E. (2002): Cuenas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de La Pampa. En: 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. IAPG, Actas CD, Artículo 49, 9 p. Mar del Plata.
- Linares, E., Llambías, E. y Latorre, C. (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.
- Lorenz, W. y Sotorres, E. (2001): Sobre la distribución de las calcretas mesetiformes en el sureste de la provincia de La Pampa, Argentina. Contribución técnica, Recursos Minerales SEGEMAR 14, 8p. 1 Fig., 1 Tabla. Buenos Aires.
- Lorenz, W. (2002): The "Calcreta principal" ("tosca") at the border of the provinces of La Pampa and Buenos Aires. *Zeitschrift Angewandte Geologie*, 4: 44-51.

- Malagnino, E. (1988): Evolución del sistema fluvial de la provincia de Buenos Aires desde el Pleistoceno hasta la actualidad. En: 2° Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 201-211. Bahía Blanca.
- Malumián, N. (1970): Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Ameghiniana*, 7 (2): 173-204.
- 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 (2):111-114.
- Parras, A., Malumián, N., Camilletti, C., de Elorriaga, E., Visconti, G. y Fernández, M. (2000): Invertebrados marinos del Neógeno en el sureste de la provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 37 (4), Suplemento, p. 77.
- PASMA II (2001): Estudios ambientales de base - zona centro – prov. de La Pampa. Proyecto de asistencia a la Minería Argentina, Subsecretaría de Minería de la Nación. Unidad ejecutora UNLPam. www.mineria.gov.ar/estudios/irn/lapampa/p-la-pampa.asp
- Quattrocchio, M., Kostadinoff, J., Martínez, G. y Prieto, A. (1994): Evidencias de neotectónica en el río Sauce Chico, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49 (3-4): 297-305.
- Ramos, V.A. (1999): Evolución tectónica de la Argentina. En: Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (24): 715-784. Buenos Aires.
- Rapaccini, A. y Calvety Amboni, B. (1990): Capítulo I: Prospección geoelectrica en la zona del plan EASSE, provincia de La Pampa. En *Prospección geofísica en la zona del Plan EASSE*, provincia de La Pampa. Convenio de Cooperación Horizontal Consejo Federal de Inversiones - Provincia de La Pampa - Universidad Nacional de La Plata. Anexo I, 58 p, 5 cortes y 1 mapa. La Plata.
- Salso, J. (1966a): 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.
- Salso, J. (1966b): La Cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 21 (4): 107-117.
- Sbrocco, J. y Carballo, O. (1995): Susceptibilidad a la erosión en el área de la Hoja Quehué (Provincia de La Pampa). En Cantú, M. (Ed.) *Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Actas I: 101-110. Río Cuarto.
- Stappenbeck, R. (1943): Geología y aguas subterráneas de La Pampa. Traducción de *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa* (1926), efectuada por la Dirección de Minas, Geología e Hidrología. Buenos Aires.
- Tapia, A. (1939): Chacharramendi y alrededores. *Physis*, Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Sección Geología y Paleontología 14: 221-224.
- 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 Orogénico Famatiniano de Sierras Pampeanas. En: 14° Congreso Geológico Argentino, Actas I: 160-163. Salta.
- Visconti, G. (2007). Sedimentología de la Formación Cerro Azul (Mioceno superior) de la provincia de La Pampa, Argentina. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Biblioteca Luis F. Leloir, 203 p.
- Visconti, G., de Elorriaga, E. y Parras, A. (2003): Sedimentitas marinas de la Formación Barranca Final (Mioceno medio – superior de la cuenca del Colorado), aflorantes en el sureste de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista Asociación de la Asociación Geológica Argentina* 8 (2):187-193.
- Vogt, T., Carballo, O. y Calmels, A. (1999): Un esbozo de explicación de la génesis de las toscas de la Meseta de La Pampa. En: 1° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Actas: 195-205. Santa Rosa.
- Vogt, H., Vogt, T. y Calmels, A. (2010): Influence of the post-Miocene tectonic activity on the geomorphology between Andes and Pampa Deprimida in the area of Provincia de La Pampa, Argentina. *Geomorphology* 121: 152-166.

MANUSCRITO RECIBIDO EL 14 DE OCTUBRE DE 2011.

ACEPTADO EL MANUSCRITO REVISADO EL 10 DE FEBRERO DE 2012.