



## LAS PROVINCIAS GEOLÓGICAS DEL NEUQUÉN

Víctor A. Ramos<sup>1</sup>, Andrés Folguera<sup>1</sup> y Ezequiel García Morabito<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Tectónica Andina del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber, Universidad de Buenos Aires - CONICET

### RESUMEN

Tres provincias geológicas han sido tradicionalmente distinguidas en la provincia del Neuquén, las Cordilleras Principal y Patagónica y el Engolfamiento Neuquino. La combinación de los mapas geológicos existentes y la topografía digital, además del estilo estructural propio de las diferentes regiones, incrementó la comprensión y significado de estas provincias, tanto como la resolución de sus contactos. La Cordillera Principal tiene una serie de cuencas longitudinales que parten los Andes principales en las Precordilleras neuquinas norte y sur. Estas cuencas, la de Loncopué y la de Bio Bio - Aluminé, son grábenes extensionales parcialmente invertidos en ciertos sectores durante la compresión andina. El Engolfamiento Neuquino está dividido por la Dorsal de Huincol, un rasgo heredado desde la colisión paleozoica de la Patagonia, en dos depocentros. La subcuenca norte, la más importante, está caracterizada por el Alto de Los Chihuidos, el Flanco Oriental y el Bajo de Añelo. Todas estas unidades estructurales tienen una estratigrafía y una estructura distintiva.

**Palabras clave:** Cordillera, Precordillera, Dorsal de Huincol ridge, Alto de Los Chihuidos, engolfamiento

### ABSTRACT

*The geological provinces of Neuquén.* - Three geological provinces have been traditionally identified in the province of Neuquén, the Principal and Patagonian Cordilleras and the Neuquén Embayment. The combination of the existing geological maps and digital topography, plus the structural style of the different regions, increased the comprehension and meaning of these provinces, as well as the resolution of their contacts. The Principal Cordillera has a series of longitudinal troughs that split the main Andes from the northern and southern Precordilleras of Neuquén. These troughs, the Loncopué and the Bio Bio – Aluminé depressions, are extensional grabens partially inverted in some sectors during Andean compression. The Neuquén Embayment is divided by the Huincol ridge, a feature inherited from the Paleozoic collision of Patagonia, in two depocenters. The northern and more important sub-basin is characterized by the Los Chihuidos High, the Eastern Flank, and the Añelo Low. All these structural units have a distinctive stratigraphy and structure.

**Key words:** Cordillera, Precordillera, Huincol ridge, Los Chihuidos High, embayment.

### INTRODUCCIÓN

La división de la pródiga geología del Neuquén en una serie de unidades discretas, que tengan por finalidad una mejor comprensión de su evolución geológica y a la vez permitan transferir ese conocimiento a los interesados en el tema, se la intentará hacer siguiendo la definición clásica de provincias geológicas. Esta reconoce a «una provincia geológica como una región caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos peculiares, siendo el conjunto expresión de una particular historia geológica» (Rolleri 1976). Las provincias así definidas pueden tener límites transicionales con las unidades vecinas. Definir precisamente estos ámbitos engendra el tipo de problemas que se presentan cuando se le quiere colocar límites a la Naturaleza, como lo destaca Yrigoyen (1972) para esta región. Sin embargo, utilizando las nuevas herramientas de observación se tratará de combinar los datos modernos con el uso histórico que a través de los años se ha empleado para la división de la geología neuquina.

Entre los primeros intentos están los de Groeber (1929, 1938), quien separa la Cordillera del Geosinclinal, de las estructuras cretácicas del sur del Neuquén y los de Windhausen (1931) quien diferencia las unidades andinas de las más antiguas. Sin embargo, el primer intento sistemático de reconocer las diferentes unidades de Mendoza y

Neuquén, sobre la base de un extenso reconocimiento mediante fotografías aéreas de la región cordillerana se debe a Bracaccini (1964, 1970). Este trabajo fue complementado con el levantamiento sistemático del Engolfamiento Neuquino cuyos resultados fueron presentados por Ramos (1978). Los simposios de Geología Regional Argentina aportaron nuevas ideas y divisiones que se vieron plasmadas por los trabajos de Yrigoyen (1972, 1979) y los de Digregorio (1972) y Digregorio & Uliana (1980).

La Fig. 1 presenta la fisiografía regional de la provincia de Neuquén y región aledaña chilena, la que permite observar la Cordillera de Los Andes a estas latitudes y destacar una serie de rasgos peculiares. Los Andes correspondientes a la provincia del Neuquén tienen características distintivas que muestran una importante variación longitudinal, tanto a lo largo de la cadena montañosa como en las estribaciones orientales de la región andina.

Sobre la base de las propuestas previas se han reconocido tres grandes provincias geológicas en la provincia del Neuquén: la Cordillera Principal, la Cordillera Patagónica y el Engolfamiento Neuquino, las que se describirán a continuación.

### Cordillera Principal

La denominación de Cordillera Principal de Los Andes fue acuñada por Keidel (1925), quien se refería así al

ámbito cordillerano caracterizado por terrenos jurásicos y cretácicos, enfatizando la confusión que existía entre la cuenca geosinclinal mesozoica y el sector montañoso andino, en el sector occidental del Neuquén. El sector norte de la Cordillera Principal, especialmente aquel correspondiente a las provincias de Mendoza y San Juan, en donde se desarrolla la Cordillera Frontal no presentaba problemas en su delimitación según lo establece Yrigoyen (1972). Hacia el sur resultaba sin embargo difícil establecer el límite entre la Cordillera Principal y la región extrandina de plegamiento. El límite de la Cordillera Principal en Neuquén fue propuesto rodeando al Pum Mahuida, nombre mapuche del volcán Tromen, hasta la sierra de la Vaca Muerta, terminando en la región de Copahue (Yrigoyen 1979).

Así definida la Cordillera Principal se extiende desde el Valle Central de Chile (Fig. 1) en el oeste, hasta las estribaciones montañosas en contacto con las lomadas del Engolfamiento Neuquino. Hacia el sur engrana con la Cordillera Patagónica, la que se caracteriza por afloramientos prácticamente continuos del batolito patagónico.

En la provincia del Neuquén se han caracterizado una serie de unidades estructurales con expresión morfológica, como subdivisiones o subprovincias de la Cordillera Principal, que se describen a continuación.

### Cordillera Principal (*sensu stricto*)

El eje de la cordillera se ubica principalmente en Chile, destacándose a lo largo del mismo una serie de volcanes cuaternarios con sus máximas alturas tales como los Nevados de Chillán (3.175 m), Antuco (2.950 m), Sierra Velluda (3.500 m), Copahue (2.975 m), Callaqui (3.100 m), Tolhuaca (2.750 m), Lonquimay (2.825 m), entre otros. El sector argentino comprende las estribaciones orientales de la *Chaîne de Pino Hachado* de Burckhardt (1900), también conocido como alto de Copahue-Pino Hachado (Ramos 1978; Pesce 1989; García Morabito & Folguera 2005).

Está constituida principalmente por depósitos marinos de edad jurásica y cretácica, asociados a rocas volcánicas del arco magmático, también representado por granitoides calcoalcalinos. Las secuencias cenozoicas están constituidas por depósitos continentales oligoceno-miocenos, con abundantes rocas volcánicas de arco y balsaltos intercalados.

La vertiente argentina en su parte norte está caracterizada por la faja plegada y corrida de Guañacos (Fig. 2), una faja de deformación miocena-cuaternaria, con importantes evidencias de neotectónica (Folguera *et al.* 2004). Hacia el sur el alto de Copahue-Pino Hachado que está compuesto por remanentes del arco volcánico plioceno, actualmente exhumado en forma parcial, se interpone entre la fosa de Loncopué y la depresión del Bio-Bio en territorio chileno (García Morabito & Folguera 2005).

### Fosa de Loncopué

Esta unidad comprende al llamado *Plateau de Las Lajas* por Burckhardt (1900), a quien le había llamado la atención esta planicie sobre-elevada ubicada entre la *Chaîne de Pino Hachado* y los contrafuertes precordilleranos, a los que denominó *Chaîne Orientale*. Sobre la base de sus características estructurales fue definida como fosa de Loncopué por Ramos (1978). Conformar una depresión plio-cuaternaria

que marca el límite de la vertiente oriental de la Cordillera Principal a lo largo de buena parte del territorio neuquino (Fig. 1). Está rellena por depósitos cuaternarios cubiertos por importantes coladas basálticas y conos volcánicos de igual composición de naturaleza monogénica, descritos por Muñoz & Stern (1988), Ramos & Folguera (2005) y Folguera *et al.* (2010). Los estudios recientes han mostrado que coincide con una serie de depocentros más profundos que alcanzan varios miles de metros de espesor (Rojas Vera *et al.* 2010).

Su sector norte ha sido incorporado a la faja plegada y corrida de Guañacos que evidencia actividad neotectónica (Folguera *et al.* 2004), mientras que su porción austral está caracterizada aún por un fallamiento de tipo extensional (Rojas Vera *et al.* 2010). La división entre ambos segmentos coincide con la cordillera de Mandolehue (Folguera & Ramos 2000), alto volcánico oblicuo al valle ubicado a la latitud de El Huecú (Fig. 2).

### Precordillera neuquina norte

Esta unidad comprende a la *Chaîne Orientale* de Burckhardt (1900) y abarca parte de la dorsal de la Cordillera del Viento considerada por Braccini (1970), como un alto estructural del sector norte del Neuquén. Así definida, comprende a la cordillera del Viento con alturas entre 2.800 y 2.950 m s.n.m., superiores a las de la Cordillera Principal del sector argentino, y que hacia el norte abarca el cerro Domuyo (4.707 m), que es el más alto del Neuquén y de la Patagonia.

Está compuesta por rocas neopaleozoicas tanto graníticas como leptometamórficas, que son el substrato en la Cordillera del Viento de las rocas volcánicas del Choiyoi de edad permotriásica (Zollner & Amos 1955, 1973). Más hacia el norte está compuesto por rocas volcánicas cenozoicas y domos subvolcánicos (Llambías *et al.* 1982; Miranada *et al.* 2006).

En su mitad sur la Precordillera neuquina norte abarca el sector interno de la faja plegada y corrida del Agrio, estando constituida por depósitos jurásicos y cretácicos intruidos principalmente por cuerpos volcánicos y subvolcánicos de edad cretácica superior a eoceno (Llambías & Rapela 1989; Zamora Valcarce *et al.* 2006a).

La estructura está caracterizada por la inversión tectónica de una serie de hemigrábenes triásico-jurásicos correspondientes al sistema de Tres Chorros definido por Vergani *et al.* (1995) en el sector interno de la faja plegada y corrida del Agrio.

### Macizo del Tromen

Este bloque de basamento fue definido originalmente por Braccini (1970), para destacar el control estructural que tiene este sector de la Cordillera Principal. Los depósitos jurásico-cretácicos presentan facies profundas y muy posiblemente correspondan a depocentros extensionales previos.

El volcán Tromen, rasgo topográfico principal de la región, tiene 4.114 m de altura y corresponde a un estratovolcán cuaternario desarrollado sobre un substrato plioceno (Kay *et al.* 2006).

La estructura de la región está controlada por la faja plegada y corrida de Chos Malal (Ramos 1978), la cual afecta depocentros extensionales mesozoicos invertidos durante el Mioceno y colapsados durante el Cenozoico supe-



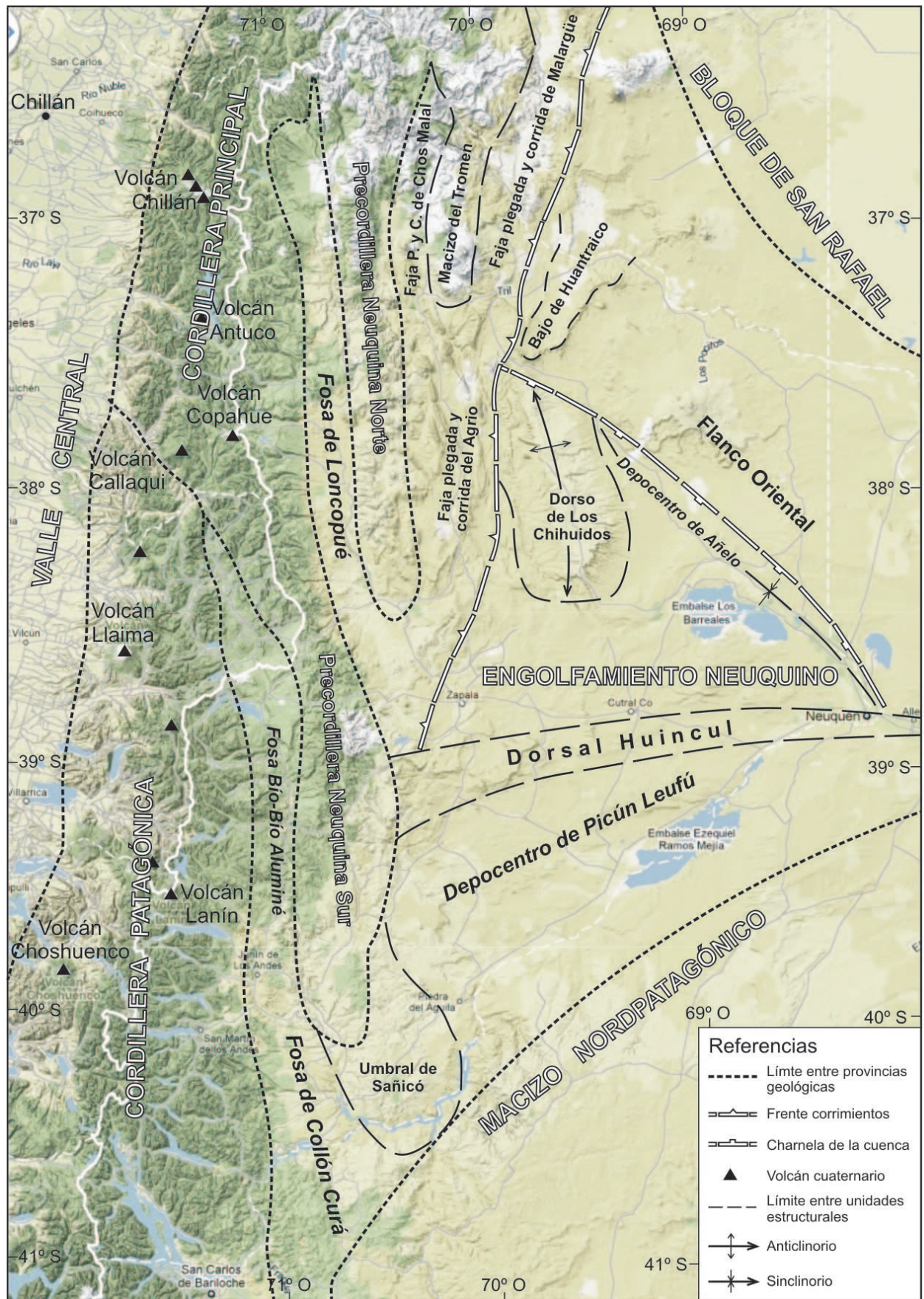


Figura 1: Topografía de la provincia del Neuquén y regiones aledañas donde se puede observar que el macizo andino tiene dos segmentos cordilleranos bien definidos, la Cordillera Principal y la Cordillera Patagónica, cuyos límites se observan entre los 38° y 39° de latitud sur. Las estribaciones extrandinas se han agrupado tradicionalmente en el Engolfamiento Neuquino.





rior para desarrollar el plateau del Tromen (Folguera *et al.* 2008). Este volcanismo de naturaleza basáltica forma parte de la provincia volcánica de Payenia desarrollada ampliamente en el sur de Mendoza (Bermúdez *et al.* 1993; Ramos & Folguera 2010).

### *Precordillera neuquina sur*

Esta unidad estructural denominada previamente como macizo de Chacaico por Braccacini (1970) y Ramos (1978), agrupa a las cordilleras de Catan Lil y Chachil, la sierra de Chacaico, y a una serie de estribaciones aledañas que varían entre 2.600 y 2.825 m sobre el nivel del mar, presentando mayores alturas respecto de los cerros que integran la Cordillera Patagónica a estas latitudes.

Está compuesta por rocas de un basamento neopaleozoico y las volcanitas del Gupo Choiyoi, y espesores variables de secuencias mayormente volcánicas correspondientes al ciclo precuyoano con edades triásicas a infrajurásicas (Rapela *et al.* 1983; Leanza *et al.* 2005; Schiuma & Llambías 2008). Una serie de sucesiones volcanosedimentarias de edad cenozoica completan el registro estratigráfico del sector.

La estructura está caracterizada por la inversión tectónica de las estructuras extensionales previas (García Morabito 2010), acaecida en diferentes episodios durante el Cretácico-Terciario. Estas presentan una vergencia dominante hacia el oeste controlando el ascenso de los principales elementos topográficos de la zona, los cuales marcan el límite oriental de la depresión de Bio Bio - Aluminé.

### **Cordillera Patagónica**

La Cordillera Patagónica se desarrolla hacia el sur de la Cordillera Principal. El criterio por el cual se divide ambas unidades está relacionado a las exposiciones del batolito patagónico, acompañado de una fuerte exhumación del basamento metamórfico paleozoico. La presencia de granitoides calcoalcalinos en el eje de la Cordillera de Los Andes, junto con la no preservación de las secuencias sedimentarias jurásico-cretácicas que caracterizan a la Cordillera Principal, han sido utilizados para discernir entre ambas unidades por Ramos *et al.* (1982). El límite norte ha sido propuesto a los 37° 30' S por Frenguelli (1946), al sur del lago Lacar a los 40° S por Dessanti (1972), y al sur de lago Aluminé a los 39° S (Turner 1965; Ramos 2000).

El conocimiento actual de la geología de este sector combinado con la topografía digital que se aprecia en la Fig. 1, permiten destacar una importante interrupción en la continuidad del macizo montañoso que coincide con el *Plateau de Alumine* de Burckhardt (1900) y que marca una fuerte desviación hacia el este de la divisoria de agua internacional. Esta interrupción coincide con el lineamiento Bio-Bio Aluminé propuesto por García Morabito *et al.* (2003) y descrito por Rosenau *et al.* (2006).

Este rasgo topográfico coincide a su vez con una fuerte exhumación del batolito patagónico hacia el sur. En su segmento norte éste tiene edades neopaleozoicas, mientras que en el sector sur es predominantemente Jurásico a Cretácico, con algunos cuerpos menores de edad miocena (Hervé *et al.* 2000). La roca de caja de estos batolitos es paleozoica en el norte y jurásica en los sectores más al

sur, ambas preservadas en facies metamórficas de bajo a mediano grado.

En territorio argentino los Andes patagónicos se han dividido en dos grandes segmentos, la Cordillera Patagónica Septentrional, que abarca la parte sur del Neuquén y las Cordillera Patagónica Austral, al sur de los 45°S de latitud. La Cordillera Patagónica Septentrional se caracteriza por preservar las rocas sedimentarias mesozoicas como relictos o remanentes metamorfizados, que contrasta con la Cordillera Principal del Neuquén. Esto indicaría una fuerte exhumación de niveles más profundos en la Cordillera Patagónica.

En su región central se emplazan volcanes cuaternarios como los de Lonquimay (2.865 m), Llaima (3.215 m), Lanín (3.776 m), Choshuenco (2.430 m), entre otros, que constituyen las máximas elevaciones de la cordillera.

La estructura de la Cordillera Patagónica está caracterizada por una faja de corrimientos que involucran al basamento y pliegan la escasa cobertura en el sector extrandino (Ramos & Cortés 1984; Giacosa & Heredia 2004). Su sector occidental está atravesado por una importante zona de falla conocida como la Falla de Liquiñe-Ofqui, que ingresa en territorio argentino a la latitud del Copahue (Folguera *et al.* 2004).

El límite entre la Cordillera Patagónica y la fosa de Bio Bio Aluminé está definido en su mayor parte por un quiebre topográfico que coincide a lo largo de segmentos discretos con fallas de vergencia oriental que incorporan al basamento y propagan la deformación dentro de la cubierta neógena acumulada al pie de la cordillera.

### **El Engolfamiento Neuquino**

Esta provincia geológica así denominada por Braccacini (1970) comprende la región extrandina del Neuquén. Está caracterizada por un plegamiento de las secuencias mesozoicas y terciarias descripto magistralmente por Herrero Ducloux (1946). Su límite occidental está dado por la Cordillera Principal, siguiendo la propuesta de Yrigoyen (1979) quien incluye en esta unidad las estribaciones montañosas asociadas al volcán Tromen y su proyección hacia el sur hasta la sierra de la Vaca Muerta. El límite nordoriental está dado por el borde de la cuenca neuquina en su contacto con el basamento del Bloque de San Rafael y su proyección hacia el sur. El límite sudoriental coincide nuevamente con el de la cuenca neuquina y su basamento constituido por las estribaciones del Macizo Nordpatagónico o de Somuncurá.

En este engolfamiento existe un rasgo de primer orden que segmenta la cuenca en dos subcuencas, producto de la reactivación de un lineamiento transversal que corta a todo el continente (Turner & Baldi 1978), conocido como dorsal de Huincul, y que correspondería al antiguo límite del continente paleozoico de Patagonia (Bettini 1984; Ramos *et al.* 2004). Además se pueden distinguir una serie de elementos estructurales que controlan las características tectónicas de su desarrollo y que serán descriptos a continuación.

### **Dorsal de Huincul**

Esta dorsal fue definida como tal por De Ferrarías (1947), la que divide la cuenca neuquina en dos subcuencas, la principal hacia el norte y la subcuenca de Picún Leufú ha-

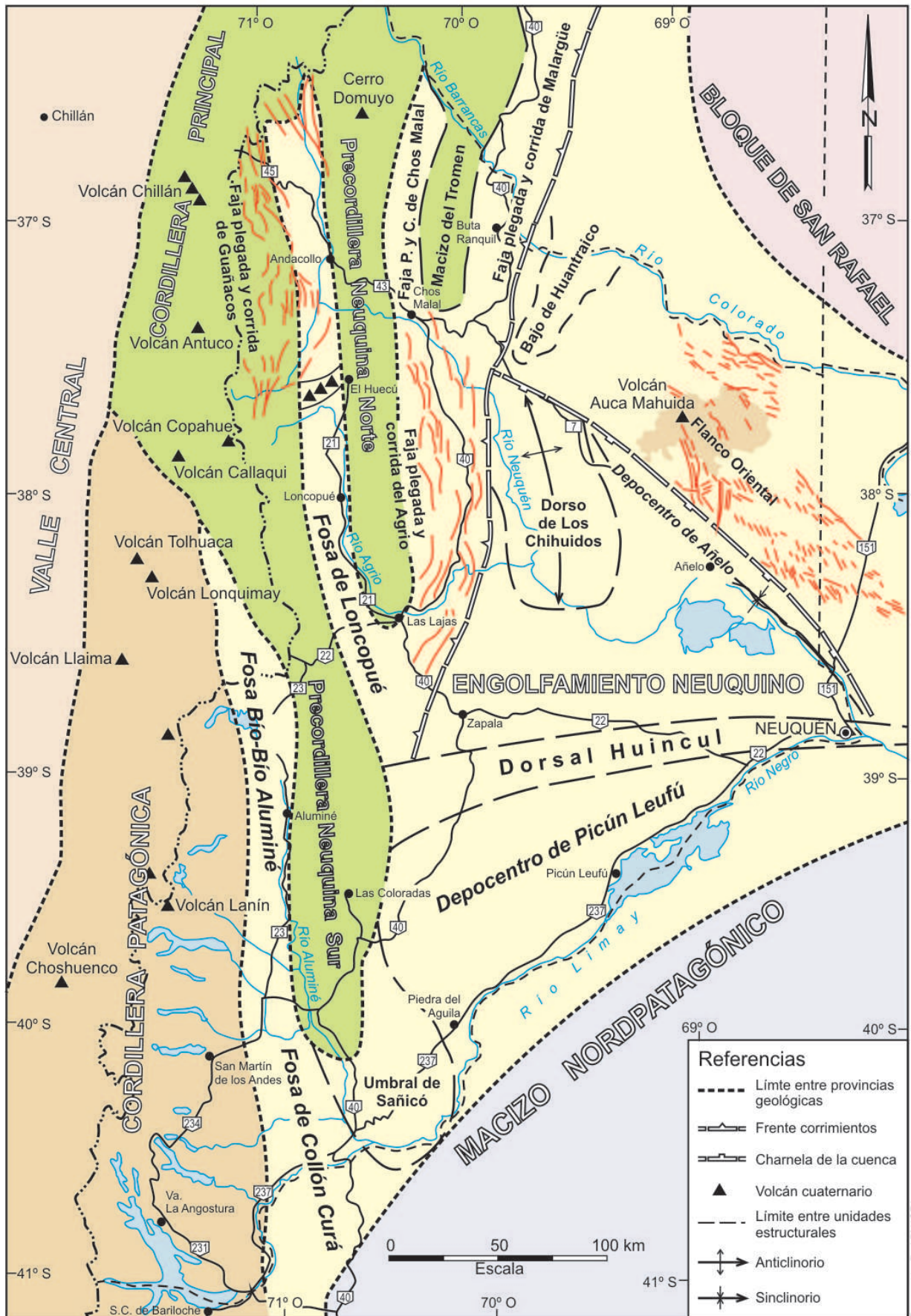


Figura 2: Características principales de las distintas unidades reconocidas en las provincias geológicas de Cordillera Principal, Cordillera Patagónica y Engolfamiento Neuquino.

cia el sur. Este rasgo estructural fue interpretado primariamente como un alto estructural formado por fallamiento extensional que se hundía tanto al norte como hacia el sur. Esta definición perduró hasta las propuestas de Orchuela *et al.* (1981), Orchuela & Ploszkiewicz (1984) y Ploszkiewicz *et al.* (1984), quienes interpretaron esta estructura como producida por una zona de transcurrencia denominada falla de Huincul. Los pliegues pequeños y oblicuos al rumbo de la dorsal fueron considerados como pliegues de arrastre de un sistema dextrógiro, que en conjunto constituirían una estructura en flor positiva en territorio neuquino, que hacia el este pasaría a una flor negativa dominada por estructuras extensionales, al cambiar el rumbo de la dorsal de noreste a este-oeste.

Las estructuras de la dorsal fueron interpretadas posteriormente como resultado de la inversión tectónica de fallas extensionales previas por Eisner (1991) y Vergani *et al.* (1995). Estudios detallados llevados a cabo tanto en subsuelo como en superficie llevaron a interpretar la estructura de la dorsal como una sumatoria de eventos de deformación con esfuerzos cambiantes a lo largo del tiempo (Vergani *et al.* 1995), siendo primero extensionales, luego compresivos con una orientación que rotaba desde noroeste a este oeste y sudoeste de acuerdo al vector de convergencia entre la placa de Farallón y Nazca y la placa sudamericana (Mosquera & Ramos 2005). Esta rotación hacia alternar la generación de estructuras en la dorsal de Huincul de horsts y grábenes en el Triásico superior a Jurásico inferior; a estructuras de inversión tectónica positiva en el Jurásico superior; a estructuras transpresivas a transtensivas en el Cretácico y el Cenozoico (Mosquera & Ramos 2006).

Estas hipótesis fueron actualizadas parcialmente por Silvestro & Zubiri (2008) quienes plantean un esquema alternativo caracterizado por el desarrollo de corredores transcurrentes, estructuras relacionadas a inversión oblicua de hemigrábenes previos y la generación de estructuras compresivas sin influencia de los rasgos extensionales anteriores. Pángaro *et al.* (2006, 2009), plantean por su parte un modelo compresivo puro sin inversión tectónica.

### *Faja plegada y corrida del Agrio*

Esta faja plegada del Agrio fue identificada por Braccacini (1970) y posteriormente interpretada por Ramos (1978) como una deformación compresiva de retroarco al este del arco volcánico activo, y asociada a pliegues y fallas inversas despegados en los niveles evaporíticos de las estructuras profundas. Su estilo estructural ha tenido diversas interpretaciones, desde estructuras dominadas por basamento (Baldi *et al.* 1984; Kozlowski *et al.* 1996), a faja de deformación epidérmica (Vásquez & Gorroño 1980; Allen *et al.* 1984, Ploszkiewicz 1987, Ploszkiewicz & Viñes 1987, Ramos & Barbieri 1989) o de inversión tectónica (Chauveau *et al.* 1996; Booth & Coward 1996; Zamora Valcarce 2007; Zapata *et al.* 1999, 2003).

Esta faja plegada y corrida tiene dos sectores diferentes, uno interno y más montañoso que corresponde a la Precordillera neuquina norte, con fallas que involucran al basamento (Vergani *et al.* 1995, Ramos 1998) y uno externo de naturaleza epidérmica que se desarrolla en el pie de monte del Engolfamiento Neuquino. Sus estilos estructurales han sido descriptos y caracterizados por Zapata & Folguera (2005) y Zamora Valcarce *et al.* (2006a, 2006b).

### *Faja plegada y corrida de Malargüe*

Esta faja tiene su desarrollo en la parte sur de la provincia de Mendoza donde se caracteriza por grandes estructuras de plegamiento asociada a fallamiento compresivo (Kozlowski *et al.* 1993). Estas estructuras de basamento se han producido mediante una combinación de inversión tectónica y desarrollo de transiciones frágil-dúctiles asociadas a la expansión del magmatismo de arco hacia el antepaís (Ramos & Kay 2006).

A la latitud del territorio neuquino se observan dos trenes estructurales, uno oriental el del anticlinal de la sierra de Reyes y su continuación hacia el sur en territorio neuquino en el anticlinal de Pampa Tril y La Yesera de Auquillo, y otro más occidental correspondiente al anticlinal de la Yesera del Tromen. Estas estructuras corresponden a grandes anticlinales controlados por fallas inversas que levantan el basamento en el sector externo del engolfamiento y han sido modeladas mediante diferentes geometrías (Ploszkiewicz 2002; Allmendinger *et al.* 2004; Zamora Valcarce *et al.* 2006b).

### *Dorso de Los Chihuidos*

Este elemento positivo había llamado la atención de Herrero Ducloux (1946), quien en forma similar a Braccacini (1970), lo describió como un conjunto de anticlinales desarrollados al este de la dislocación de Curacó (Ramos 1981), hoy interpretada como frente de deformación neocretácica de la cuenca neuquina, en la margen oriental del río Neuquén.

La estructura de Los Chihuidos está caracterizada por una serie de anticlinales con vergencia hacia el oeste (Mosquera & Ramos 2006), inferida por la asimetría de sus flancos que inclinan unos 20° al oeste y sólo 4 a 5° hacia el este. Ha sido interpretado como una estructura de basamento que ha tenido diversos pulsos de levantamiento, establecidos por las relaciones estratigráficas y las dataciones de trazas de fisión en diferentes unidades del dorso de Los Chihuidos. El primer pulso de levantamiento se observa por la discordancia que existe todo a lo largo del flanco oriental del anticlinal Cerro Rayoso, entre la Formación Rayoso y la Formación Candeleros, base del Grupo Neuquén en la comarca (Ramos 1981). Esta se correlaciona con los movimientos principales de deformación de la faja plegada y corrida del Agrio, que genera la depositación de más de 1.600 metros del Grupo Neuquén. El segundo levantamiento datado por trazas de fisión en apatita corresponde al intervalo 70 a 50 Ma (Zamora Valcarce *et al.* 2009), y se asocia a la discordancia entre los Grupos Neuquén y Malargüe y las unidades sobreyacentes, ya reconocida por Cobbold & Rossello (2003). Es responsable de la erosión de unos 1.000 metros de espesor sedimentario. El tercer pulso de levantamiento es Mioceno y está indicado por trazas de fisión en la base y parte media del Mioceno, con una erosión de unos 700 y 750 m de la cobertura (Zamora Valcarce *et al.* 2009). El último pulso compresivo datado corresponde a los 6 Ma y su relajamiento se asocia a los Basaltos Parva Negra de edad pliocena en la región axial de Los Chihuidos (Ramos & Barbieri 1989). Recientemente el estudio geomorfológico de las terrazas muestra un levantamiento y basculamiento posiblemente cuaternario (Messenger *et al.* 2010), quizás asociado a estas latitudes a los esfuerzos





compresivos de la colisión de la zona de fractura Mocha en el margen continental (Folguera & Ramos 2000).

### Flanco Oriental

La existencia de una plataforma estable en el extremo oriental del Engolfamiento Neuquino separada mediante el sinclinal del Bajo de Añelo del dorso de Los Chihuidos era conocida desde los trabajos de Braccacini (1970) y Ramos (1978). Esta plataforma segmentada por una serie de fracturas de basamento de rumbo noroeste es tradicionalmente reconocida como Flanco Oriental de la cuenca neuquina. Está formada por una serie de suaves plegamientos asociados a fracturas de rumbo noroeste, conocido como sistema de Entre Lomas (Mosquera & Ramos 2006), y cuyo borde occidental marcaría una charnela que marginaría el talud hacia el Bajo de Añelo. Una descripción más detallada se presenta en Pángaro et al. (este volumen).

### Umbral de Sañicó

El umbral de Sañicó representa un pequeño escalón de basamento (Ramos 1978) que constituye el límite occidental de las secuencias marinas neocomianas, en parte como una continuación de la Precordillera neuquina sur. Limita por el este a la fosa del Collón Cura y está constituido por una serie de hemigrábenes de orientación nornoroeste a norte descritos por Franzese *et al.* (2007) y D'Elía (2010). Concentra un importante volcanismo calcoalcalino de edad jurásica datado por Spalletti *et al.* (2010) en  $191,7 \pm 2,8$  Ma de edad sinemuriana, que marcaría el inicio de la subducción en el margen pacífico.

### Fosa de Collón Cura

Esta es una cuenca que se desarrolla al este de la Cordillera Patagónica, entre ésta y la Precordillera neuquina sur y su prolongación austral en el umbral de Sañicó. Hacia el sur está limitada por las primeras estribaciones del macizo Nordpatagónico o de Somuncurá. Está alineada con la fosa que se desarrolla más hacia el norte, controlada por el lineamiento de Bio Bio-Aluminé. Actualmente sus límites tectónicos están dados por fallas inversas con las unidades aledañas. Su historia tectónica es compleja dado que comparte una génesis común con el resto de las cuencas extensionales terciarias desarrolladas a lo largo de los Andes Centrales Australes a estas latitudes, y posteriormente es incorporada como cuenca de antepaís durante la evolución neógena (García Morabito 2010).

## CONSIDERACIONES FINALES

Así definidas las provincias geológicas de la provincia de Neuquén se pueden reunir en tres grandes unidades morfoestructurales con una historia geológica común específica y compleja. Una Cordillera Principal donde se preservan las secuencias sedimentarias marinas del Jurásico y el Cretácico; una Cordillera Patagónica, donde se han exhumado su basamento metamórfico y el batolito patagónico, y un antepaís formado por el Engolfamiento Neuquino, de características especiales. Este tiene una morfología que se destaca de otros sectores subandinos, en parte controlada por una anisotropía de primer orden,

heredada de la acreción y posterior deformación neopaleozoica asociada a la Patagonia.

En los capítulos concernientes a la estructura diversos autores analizarán más en detalle las características de estas provincias geológicas y su evolución tectónica.

## Agradecimientos

Esta es la contribución C-22 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber de la Universidad de Buenos Aires.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allen, R., García, E. & Feehan, J. 1984. Low angle thrusting in the Neuquén basin, south of Chos Malal, northwest Neuquén province, Argentina. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 137-146. Buenos Aires.
- Allmendinger, R.W., Zapata, T., Manceda, R. & Dzalalija, F. 2004. Trishear kinematic modelling of structures, with examples from the Neuquén basin, Argentina. En: McClay, K. (Ed.): Thrust Tectonics and Hydrocarbon Systems, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 82 (3): 372-399.
- Baldi, J.E., Ferrante, R.M., Ferrante, V.D. & Martínez, R.H. 1984. Estructuras de bloques y su importancia petrolera en el ámbito mendocino de la Cuenca Neuquina. 9º Congreso Geológico Argentino (Bariloche), Actas 4: 153-161, Buenos Aires.
- Bermúdez, A., Delpino, D., Frey, F. & Saal, A. 1993. Los basaltos de retroarco extraandinos. En: Ramos, V.A. (Ed.): Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio 1(13): 161-172. Buenos Aires.
- Bettini, F.H. 1984. Pautas sobre cronología estructural en el área del cerro Lotena, cerro Granito y su implicancia en el significado de la dorsal del Neuquén, provincia del Neuquén. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 163-169.
- Booth, J.L.M. & Coward, M.P. 1996. Basement faulting and inversion of the NW Neuquén basin, Argentina. 3º International Symposium on Andean Geodynamics, Abstracts: 295-298. Saint Maló.
- Braccacini, O. 1964. Geología estructural de la zona cordillerana de Mendoza y Neuquén, República Argentina. Informe 14, Contrato 1103, Dirección General de Fabricaciones Militares, 220 p. Buenos Aires.
- Braccacini, O. 1970. Rasgos tectónicos de las acumulaciones mesozoicas en las provincias de Mendoza y Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 25(2): 275-284. Buenos Aires.
- Burkhardt, C. 1900. Coupé Geologique de la Cordillère entre las Lajas et Caracautin. Museo de La Plata, Anales, Sección Geológica y Mineralógica 3: 1-102. La Plata.
- Cobbold, P.R. & Rossello, E.A. 2003. Aptian to recent compressional deformation of the Neuquén Basin, Argentina. Marine and Petroleum Geology 20(5): 429-443.
- Chaveau, V., Nivière, B., Cobbold, P.R., Rossello, E.A., Ballard, J-F. & Eichenseer, H.T. 1996. Structure of the Andean foothills, Chos Malal region, Neuquén basin, Argentina. 3º International Symposium on Andean Geodynamics, Abstracts: 315-318, Saint Maló.
- D'Elía, L. 2010. Caracterización estratigráfica y estructural de la evolución temprana (sin-rift y post-rift inicial) del margen sur de

- la Cuenca Neuquina entre Sañicó (Neuquén) y el sur del Río Limay (Río Negro). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, inédita, 295 p. La Plata.
- De Ferrariís, C. 1947. Edad del Arco o Dorsal Antigua del Neuquén Oriental de acuerdo con la estratigrafía de la zona inmediata. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 2(3): 256-283.
- Dessanti, R.N. 1972. Andes Patagónicos Septentrionales. En: Leanza, A.F. (Ed.): *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias: 655-687. Córdoba.
- Digregorio, J. 1972. Neuquén. En: Leanza, A.F. (Ed.): *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 439-505. Córdoba.
- Digregorio, J.H. & Uliana, M.A. 1980. Cuenca Neuquina. En: Turner, J.C.M. (Ed.): 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 2: 985-1032. Córdoba.
- Eisner, P. 1991. Tectonostratigraphic evolution of Neuquén Basin, Argentina. Master Thesis, Rice University, 56 p. Houston.
- Folguera, A. & Ramos, V.A. 2000. Control estructural del Volcán Copahue: implicancias tectónicas para el arco volcánico cuaternario (36°-39°S). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55(3): 229-244, Buenos Aires.
- Folguera, A., Ramos, V.A., Hermanns, R.L. & Naranjo, J. 2004. Neotectonics in the foothills of the southernmost central Andes (37°–38°S): Evidence of strike-slip displacement along the Antifiir-Copahue fault zone. *Tectonics*, 23, TC5008, doi: 10.1029/2003TC001533.
- Folguera, A., Ramos, V.A., Zapata, T. & Spagnuolo, M.G. 2007. Andean evolution at the Guañacos and Chos Malal fold and thrust belts (36° 30' -37° S). *Journal of Geodynamics* 44: 129-148.
- Folguera, A., Bottesi, G., Zapata, T. & Ramos, V.A. 2008. Crustal collapse in the Andean back-arc since 2 Ma: Tromen volcanic plateau, Southern Central Andes (36° 40' -37° 30' S). *Tectonophysics* 459(1-4): 140-160.
- Folguera, A., Rojas Vera, E., Bottesi, G., Zamora Valcarce, G. & Ramos, V.A. 2010. The Loncopué Trough: A Cenozoic basin produced by extension in the southern Central Andes. *Journal of Geodynamics* 49: 287-295.
- Franzese, J.R., Veiga, G.D., Muravchik, M., Ancheta, D. & D'Elia, L. 2007. Estratigrafía de sin-rift de la Cuenca Neuquina en la Sierra de Chacaico, Neuquén; República Argentina. *Revista Geológica de Chile* 34(1): 49-62.
- Frenguelli, J. 1946. Las grandes unidades físicas del territorio argentino. *Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA 3: 1-114. Buenos Aires.
- García Morabito, E. 2010. Tectónica y estructura del retroarco andino, entre los 38°15' y los 40° S. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 283 p. Buenos Aires.
- García Morabito, E. & Folguera, A. 2005. El alto de Copahue - Pino Hachado y la fosa de Loncopué: un comportamiento tectónico episódico, Andes Neuquinos (37° - 39° S). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(4): 742-761.
- García Morabito, E., Folguera, A., Melnick, D. & Ramos, V.A. 2003. Variabilidad en la actividad del retroarco andino entre 37 y 39°. 10º Congreso Geológico Chileno, Actas electrónicas, 11 p. Concepción.
- Giacosa, R. & Heredia, N. 2004. Structure of the North Patagonian thick-skinned fold-and-thrust belt, southern central Andes, Argentina (41°- 42°S). *Journal of South American Earth Sciences* 18(1): 61-72.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Publicación 58: 1-109. Buenos Aires.
- Groeber, P. 1938. *Mineralogía y Geología*. Espasa-Calpe Argentina, 492 p. Buenos Aires.
- Herrero Ducloux, A. 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. *Boletín Informaciones Petroleras* 23(226): 245-281, Buenos Aires.
- Hervé, F., Demant, A., Ramos, V.A., Pankhurst R.J., & Suárez, M. 2000. The Southern Andes. En: Cordani, U.J., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. & Campos, D.A. (Eds.): *Tectonic evolution of South America*, 31º International Geological Congress, 605-634. Río de Janeiro.
- Kay, S.M., Burns, M. & Copeland, P. 2006. Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the Andean subduction zone under the northern Neuquén Basin. En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): *Evolution of an Andean Margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35 - 39º S)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 19-60.
- Keidel, J. 1925. Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades geológicas de la Argentina. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA*, Anales 4: 251-312, Buenos Aires.
- Kozlowski, E., Manceda, R. & Ramos, V.A. 1993. Estructura. En: Ramos, V.A. (Ed.): *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Relatorio 1(18): 235-256. Buenos Aires.
- Kozlowski, E.E., Cruz, C.E. & Sylwan, C.A. 1996. Geología estructural de la zona de Chos Malal, cuenca Neuquina, Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 15-26. Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Llambías, E.J. & Carbone, O. 2005. Unidades estratigráficas limitadas por discordancias en los depocentros de la cordillera del Viento y la sierra de Chacaicó durante los inicios de la Cuenca Neuquina. 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Trabajos Técnicos, Versión CD ROM. Mar del Plata.
- Llambías, E.J. & Rapela, C.W. 1989. Las volcanitas de Collipilli, Neuquén (37°S) y su relación con otras unidades paleógenas de la cordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44(1-4): 224-236. Buenos Aires.
- Llambías, E., Palacios, M. & Danderfer, J.C. 1982. Las erupciones holocenas del volcán Tromen (Provincia de Neuquén) y su significado en un perfil transversal E-O a la altitud de 37°S. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 537-545. Buenos Aires.
- Messenger G., Nivière, B., Martinod, J., Lacan P. & Xavier, J.P. 2010. Geomorphic evidence for Plio-Quaternary compression in the Andean foothills of the southern Neuquén Basin, Argentina. *Tectonics* 29, TC4003, doi:10.1029/2009TC002609.
- Miranda F., Folguera A., Leal, P.R., Naranjo, J.A. & Pesce, A. 2006. Quaternary back-arc volcanism from southern Andes of Argentina (37-39°S). En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): *Evolution of an Andean Margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35 - 39º S)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 287-298.
- Mosquera, A. & Ramos, V.A. 2005. Intraplate foreland deformation in the Neuquén embayment. 6º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas electrónicas, 28 p. Mar del Plata.
- Mosquera, A. & Ramos, V.A. 2006. Intraplate deformation in the Neuquén Basin. En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): *Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the An-*





- des to the Neuquén Basin (35°-39°S latitude). Geological Society of America, Special Paper 407: 97-124.
- Muñoz, J. & Stern, C. 1988. The Quaternary volcanic belt of the Southern continental margin of South America: transverse structural and petrochemical variations across the segment between 38° S and 39° S. *Journal of South American Earth Sciences* 1(2): 147-162.
- Orchuela, I.A., & Ploszkiewicz, J.V. 1984. La cuenca Neuquina. 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 163-188, Buenos Aires.
- Orchuela, I.A., Ploszkiewicz, J.V. & Viñes, 1981, Reinterpretación estructural de la denominada dorsal neuquina. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 281-293.
- Pángaro F., Pereira, M., Silvestro, J.L., Raggio, F., Pioli, O., Zubiri M. & Gozávez, G. 2006. Tectonic Inversion of the Huincol High, Neuquen Basin, Argentina: An Endangered Species. Stratigraphic Evidences of It's Disappearance. 9º Simposio Bolivariano Petroleum Exploration in the Subandean Basins, Actas digitales, Cartagena.
- Pángaro, F., Pereira, D.M. & Micucci, E. 2009. El sinrift del ámbito de la dorsal de Huincol, Cuenca Neuquina: su evolución y control sobre el registro estratigráfico del Jurásico y la evolución estructural del área. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65(2): 265-277.
- Pesce, A. 1989. Evolución volcánico-tectónica del complejo efusivo Copahue - Cavihue y su modelo geotérmico preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44(1-4): 307-327.
- Ploszkiewicz, J.V. 1987. Las zonas triangulares de la faja fallada y plegada de la Cuenca Neuquina. Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 177-180. Tucumán.
- Ploszkiewicz, J.V. 2002. Nuevos viejos conceptos estructurales. Evolución histórica de un modelo de exploración en Filo Morado, Neuquén Argentina. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 222-223.
- Ploszkiewicz, J.V. & Viñes, R. 1987. Filo Morado: un descubrimiento exploratorio en cinturón plegado. *Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Época* 4(10): 97-102. Buenos Aires.
- Ploszkiewicz, J.V., Orchard, I.A., Vaillard, J.C. & Viñes, R.F. 1984. Compresión y desplazamiento lateral en la zona de Falla Huincol: estructuras asociadas, provincia del Neuquén. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 163-169. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1978. Estructura. En: Roller, E.O. (Ed.): *Geología y recursos naturales de la Provincia del Neuquén*, 7º Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio 9-24. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción geológica de la Hoja 47ab, Lago Fontana, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, *Boletín* 183: 1-130. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1998. Estructura del sector occidental de la faja plegada y corrida del Agrio, cuenca Neuquina, Argentina. 10º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 2: 105-110. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 2000. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.): *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29(3): 41-96. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. & Barbieri, M. 1989. El volcanismo Cenozoico de Huantraico: edad y relaciones isotópicas iniciales, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43(2): 210-223. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. & Cortés, J.M. 1984. Estructura e interpretación tectónica. En: Ramos, V.A. (Ed.): *Geología y recursos naturales de la Provincia de Río Negro*, 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 317-346. Buenos Aires.
- Ramos V.A. & Folguera, A. 2005. Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: Constraints derived from the magmatic arc and foreland deformation En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwaerz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*. The Geological Society, Special Publication 252: 15-35. London.
- Ramos, V.A. & Folguera, A. 2010. Payenia volcanic province in Southern Andes: An appraisal of an exceptional Quaternary tectonic setting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (en prensa).
- Ramos, V.A. & Kay, S.M. 2006. Overview of the Tectonic Evolution of the Southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35°-39°S Latitude). En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): *Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S latitude)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 1-18.
- Ramos, V.A., Niemeyer, H., Skarmeta, J. & Muñoz, J. 1982. Magmatic evolution of the Austral Patagonian Andes. En: Cordani, U. & Linares, E. (Eds.): *Symposium on Magmatic Evolution of the Andes*, *Earth Science Review* 18: 411-443.
- Ramos, V.A., Zapata T., Cristallini, E. & Introcaso, A. 2004. The Andean thrust system: latitudinal variations in structural styles and orogenic shortening. En: McClay, K. (Ed.): *Thrust Tectonics and Hydrocarbon Systems*, *American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 82(3): 30-50.
- Rapela, C.W., Spalletti, L. & Merodio, J. 1983. Evolución magmática y geotectónica de la Serie Andesítica andina (Paleoceno-Eoceno) en la Cordillera Norpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38: 469-484.
- Rojas Vera, E., Folguera, A., Zamora Valcarce, G., Giménez, M., Ruiz, F., Martínez, P., Bottesi, G. & Ramos, V.A. 2010. Neogene to Quaternary extensional reactivation of a fold and thrust belt: the Agrio belt in the southern Central Andes and its relation to the Loncopué Trough (38°-39°S). *Tectonophysics* (en prensa).
- Roller, E.O. 1976. Sistema de San Bárbara. 6º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 240-255. Buenos Aires.
- Rosenau, M., Melnick, D. & Echlter, H. 2006. Kinematic constraints on intra-arc shear and strain partitioning in the southern Andes between 38°S and 42°S latitude. *Tectonics* 25, TC4013, doi:10.1029/2005TC001943.
- Schioma, M. & Llambías, E.J. 2008. New ages and chemical analysis on Lower Jurassic volcanism close to the dorsal de Huincol, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(4): 644-652.
- Silvestro, J. & Zubiri, M. 2008. Convergencia oblicua: modelo estructural alternativo para la dorsal Neuquina (39° S), Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(1): 49-64.
- Spalletti, L., Franzese, J., Morel, E., D'Elia, L., Zúñiga, A. & Fanning, C.M. 2010. Consideraciones acerca de la sedimentología, paleobotánica y geocronología de la Formación Piedra del Águila (Jurásico Inferior, Neuquén). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 66(2): 305-313.
- Turner, J.C.M. 1965. Estratigrafía de Aluminé y adyacencias (provincia del Neuquén). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(2): 153-184.
- Turner, J.C.M. & Baldis, B.A.J. 1978. La estructura transcontinental del límite septentrional de la Patagonia. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 225-238. Buenos Aires.
- Vásquez, J. & Gorroño, R.A. 1980. Límite de la Faja Plegada de la República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35(4): 582-585.

- Vergani, G., Tankard, A.J., Belotti, H.J., & Welsnik, H.J. 1995. Tectonic Evolution and Paleogeography of the Neuquén basin. En: Tankard, A.J., Suárez Sorucco, R. & Welsnik, H.J. (Eds.): Petroleum Basins of South America. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 383-402.
- Windhausen, A. 1931. Geología Argentina. Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino. J. Peuser, 2: 1-645. Buenos Aires.
- Yrigoyen, M.R. 1972. Cordillera Principal. En: Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina, Academia Nacional Ciencias, 345-364. Córdoba.
- Yrigoyen, M.R., 1979. Cordillera Principal. En: Turner, J.C.M. (Ed.): 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1: 651-694. Córdoba.
- Zamora Valcarce, G. 2007. Estructura y cinemática de la faja plegada del Agrio. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires (inédito), 304 p. Buenos Aires.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T., Del Pino, D. & Ansa, A. 2006a. Structural evolution and magmatic characteristics of the Agrio fold-and-thrust belt. En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°–39°S latitude), Geological Society of America, Special Paper 407: 125-145.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T., Ansa, A., & Selva, G., 2006b. Three-dimensional structural modeling and its application for development of the El Portón field, Argentina. Bulletin of the Association of Petroleum Geologists 90(3): 307–319.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T., Ramos, V.A., Rodríguez F. & Bernardo, L.M. 2009. Evolución tectónica del frente andino en Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 65(1): 192-203.
- Zapata, T. & Folguera, A. 2005. Tectonic evolution of the Andean Fold and Thrust Belt of the southern Neuquén Basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwaerz, E. (Eds.): The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics. The Geological Society, Special Publication 252: 37-56.
- Zapata, T., Brissón, I. & Dzelalija, F. 1999. The role of basement in the Andean fold and thrust belt of the Neuquén Basin. En: McClay, K. (Ed.): Thrust Tectonics. University of London, Abstracts, 122-124. London.
- Zapata, T.R., Zamora, G. & Ansa, A. 2003. The Agrio fold and thrust belt: structural analysis and its relationship with the petroleum system Vaca Muerta-Agrio-Troncoso inferior, Argentina. 8º Simposio Bolivariano - Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas (Cartagena), Memorias 1: 168-176.
- Zollner, W. & Amos, A.J. 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del Cerro La Premia (Andacollo) Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 10(2): 127-135.
- Zollner, W. & Amos, A.J. 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Mineo Geológico, Boletín 143: 1-91, Buenos Aires.