

## LOS ANDES NEUQUINOS

Andrés Folguera<sup>1</sup>, Emilio Rojas Vera<sup>1</sup>, Mauro Spagnuolo<sup>1</sup>, Darío Orts<sup>1</sup>, Lucía Sagripanti<sup>1</sup>,  
Mario Mariot<sup>1</sup>, Miguel Ramos<sup>1</sup>, Germán Bottesi<sup>2</sup> y Víctor A. Ramos<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Tectónica Andina del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber, Universidad de Buenos Aires  
CONICET 2. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires

### RESUMEN

Los Andes de Neuquén son el producto de la inversión tectónica de fallas normales triásicas y oligocenas superiores sumado a la generación de nuevas estructuras que involucran al basamento sin controles previos. El sector más occidental está caracterizado por la exposición de secuencias terciarias plegadas y falladas en las Fajas Plegadas y Corridas de Guañacos y Collón Cura formadas en tres fases contraccionales acaecidas en el Eoceno superior, el Mioceno superior y el Cuaternario. Hacia el este la cuenca Neuquina es expuesta en las Fajas Plegadas y Corridas del Agrio y Chos Malal. La última es considerada parte de los Andes Neuquinos debido a su importante relieve relativo respecto de la primera. Este sector se ha construido durante las fases contraccionales del Cretácico superior, Eoceno superior y Mioceno superior.

**Palabras clave:** Andes de Neuquén; faja plegada y corrida; levantamiento andino; contracción

### ABSTRACT

*The neuquénian Andes.* - The Andes of Neuquén are the product of tectonic inversion of Late Triassic and Late Oligocene normal faults, plus new basement contractional structures without previous controls. The westernmost sector is characterized by folded and thrust Tertiary sequences in the Guañacos and Collón Cura fold and thrust belts that have formed in at least three contractional episodes, one achieved in Late Eocene times, a second during the Late Miocene and a last in the Quaternary. To the east the Neuquén basin is exhumed in the Agrio and Chos Malal fold and thrust belt. The late is considered as part of the Main Andes based on its contrasting higher relief. Late Cretaceous, Late Eocene and Late Miocene contractional stages have constructed these eastern mountains.

**Key words:** Neuquén Andes; fold and thrust belt; Andean uplift; contraction

### INTRODUCCIÓN

Los Andes de Neuquén han sido tradicionalmente divididos mediante criterios geológicos, estructurales y morfológicos en dos provincias geológicas distintas, la Cordillera Principal y la Cordillera Patagónica septentrional. Se las ha identificado tradicionalmente en función de dos características bien distintas y contrastantes. Al norte de los 39°S los Andes se caracterizan por una continua serie de afloramientos sedimentarios de edad jurásica, cretácica y terciaria que fueran así llamados por Keidel (1925) e Yrigoyen (1972, 1979). Desde lago Aluminé hacia el sur la Cordillera Patagónica (véase Fig. 1) se caracteriza por los afloramientos casi continuos del batolito patagónico, de edad paleozoica en el sector norte y mesozoica hacia el sur (Turner 1965; Ramos 2000). Las rocas mesozoicas en este sector, en especial de edad jurásica, se hallan metamorfizadas, lo que indica una mayor exhumación de la Cordillera Patagónica en comparación con la Cordillera Principal (véase Ramos *et al.* 2011, este volumen para mayores detalles).

Así definidas, estas dos unidades comprenden el sector cordillerano a ambos lados de la divisoria de agua entre Argentina y Chile, y los sistemas montañosos precordilleranos desarrollados más al este al norte del río Neuquén, por desarrollarse allí las alturas más importantes del sector descripto, tales como la cordillera del Viento y el cerro Domuyo (Fig. 1). Estos sectores correspondientes a las máximas alturas de la provincia están caracterizados por una modalidad de estructuración y geología

aflorante que poco distan de aquellas presentes al sur del río Neuquén (Fig. 2). Sin embargo la no inclusión del sector mencionado hacia el sur, correspondiente a la Faja del Agrio, dentro de la Cordillera Principal se basa en su diferente expresión topográfica.

De esta manera la Cordillera Patagónica resulta más estrecha, mientras que la Cordillera Principal, como ya lo destacara Yrigoyen (1979) se ensancha hacia el norte, continuando en la provincia de Mendoza.

La Cordillera Principal así definida puede ser dividida en dos sectores correspondientes a la faja plegada y corrida de Guañacos al norte y al oeste (36°-38° 30' S), la faja plegada y corrida de Chos Malal en el bloque Barrancas al norte y al este (70°-70° 30' O) (Figs. 2 y 3). La Cordillera Patagónica se asocia hacia el sur, con la faja plegada y corrida de Aluminé (García Morabito 2010) (38° 30' - 41° S) (Fig. 1).

La primera se ha formado a través de una compleja sucesión de etapas deformacionales que comienzan con un estadio contraccional hacia 40 Ma, uno extensional entre 27 y 23 Ma (Jordan *et al.* 2001; Radic 2010), un estadio contraccional hacia 19-17 Ma, seguido de otra etapa compresiva hacia 12-10 Ma, una segunda etapa extensional hacia 5-2 Ma (Rojas Vera *et al.* 2010) y finalmente una etapa compresiva entre 1,7 y 1,4 Ma (Folguera *et al.* 2004, 2006a; Folguera & Ramos 2009).

La Faja de Chos Malal desarrollada en el bloque Barrancas muestra una faja de exhumación en tiempos cretácicos superiores en su sector occidental, hasta eocenos superiores en su sector oriental, fuertemente reactivada

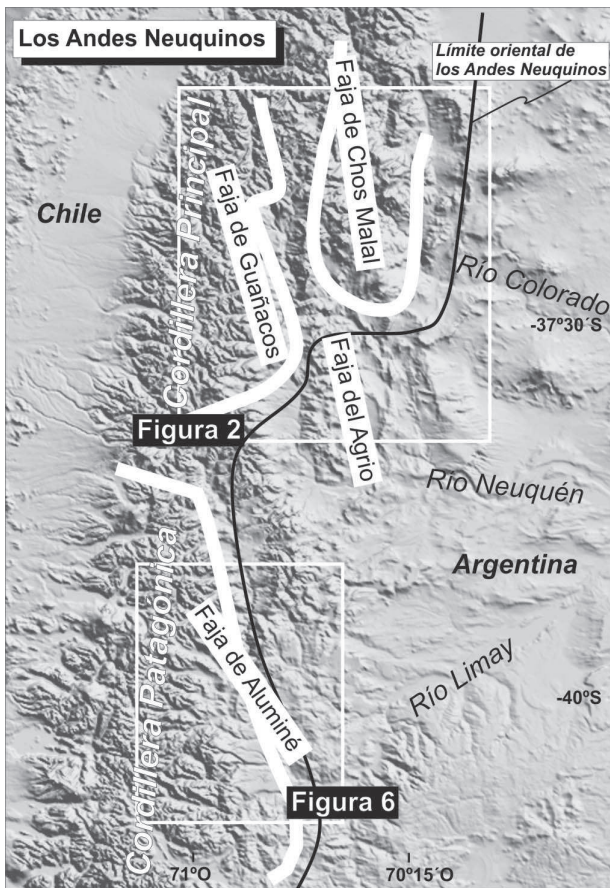


Figura 1: Los Andes Neuquinos y su división en la Cordillera Principal y sectores precordilleranos, la Cordillera Patagónica y las diferentes fajas plegadas y corridas del Neuquén.

en el Mioceno superior y posteriormente afectada por tectónica extensional entre 1,8 y 0,8 Ma (Groeber 1929; Folguera *et al.* 2006b; Orts *et al.* 2010; Sagripanti *et al.* 2010).

El segmento correspondiente a la faja de Aluminé muestra una etapa contraccional previa a los tiempos miocenos, probablemente relativa al Eoceno superior, una segunda fase de contracción en el Mioceno Superior (Turner 1965, 1973) y una fase de relajamiento extensional de 5-2 Ma asociada a la efusión de basaltos en la región. Las fases eocena y miocena superiores de levantamiento y contracción se correlacionan con episodios de expansión del magmatismo de arco hacia el este. Las fases extensionales coinciden con episodios de retracción del frente volcánico luego de los episodios de expansión oriental del mismo. La última fase contraccional cuaternaria puede ser asociada a la colisión de la fractura de Mocha hacia el interior continental (Folguera & Ramos 2009) y más hipotéticamente a la colisión de la fractura de Valdivia.

### La faja plegada y corrida de Guañaacos

Este sector comprendido entre la longitud del río Neuquén y la línea de divisora de aguas está formado por un sistema imbricado con vergencia al este en el sector más occidental que se enfrenta a un sistema de retrocorrimientos en el sector frontal, que define una zona triangular (Fig. 2). Este sistema exhuma depósitos del Oligoceno superior al Mioceno superior en la parte occidental depositados en la cuenca de Cura Mallín (Radic 2010) y de Cajón Negro-Charilehue (Pesce 1981), hasta rocas paleocenas y eocenas

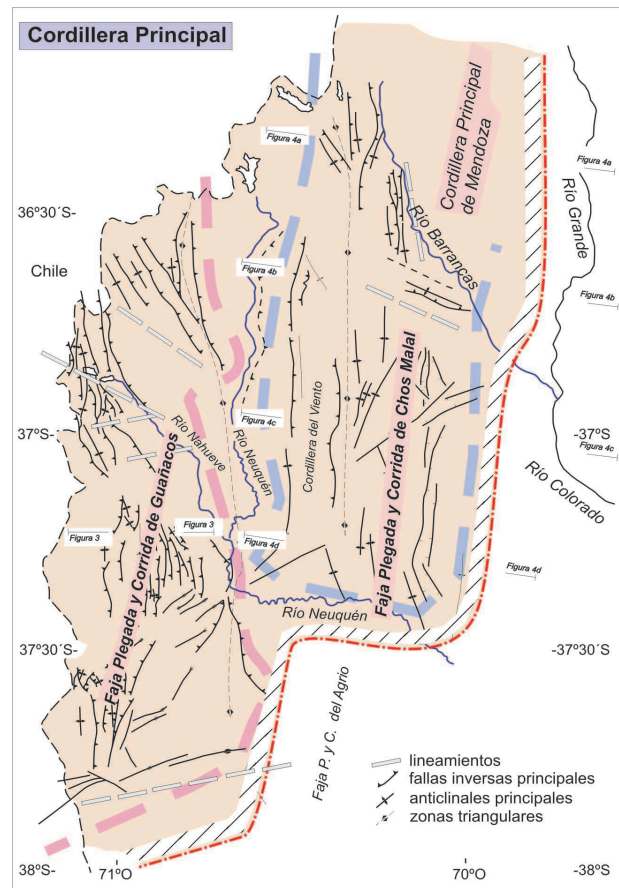


Figura 2: La Cordillera Principal de Neuquén y sus fajas plegadas y corridas.

en el sector frontal oriental. Su diseño en planta es simétrico con una zona de máximo desarrollo en amplitud alrededor de los 37° 30' S, angostándose al norte y sur de dicha latitud (Fig. 2). La estructura está conformada por estructuras de basamento en la parte oriental producto de la inversión tectónica de fallas normales oligocenas que definen relaciones normales y por estructuras epidérmicas despegadas en la sección superior de naturaleza sedimentaria de la cuenca de Cura Mallín a partir de la inserción de las primeras (Fig. 3).

La edad de la deformación contraccional es miocena superior hecho evidenciado por la fuerte discordancia que existe entre secuencias miocenas inferiores y pliocenas, sin embargo el sector frontal/oriental está caracterizado por una importante neotectónica contraccional-transpresional que deforma materiales del Cuaternario inferior y localmente se asocia a rasgos neotectónicos en perfiles de suelos (Folguera *et al.* 2004; 2006).

Una fase extensional/transensional convive con la fase de construcción orogénica en el sector sur de la Faja de Guañaacos extendiéndose fuera del ámbito de la Cordillera Principal en la fosa de Loncopué (Rojas Vera *et al.* 2010).

### La faja plegada y corrida de Chos Malal en el bloque Barrancas

Este sector es la continuación hacia el norte del río Neuquén de la faja plegada y corrida del Agrío. Se diferencia del sector austral por sus secuencias volcánicas miocenas involucradas en la deformación y una topografía más

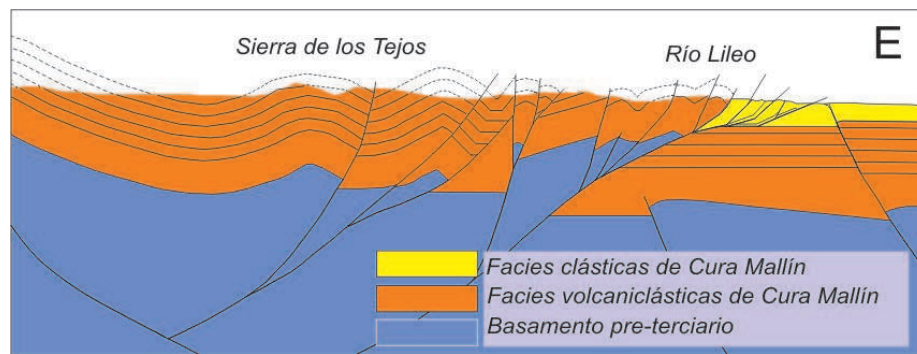


Figura 3: Sección estructural de la Cordillera Principal en la faja plegada y corrida de Guañacos a la latitud del río Lileo (véase Fig. 1 para su localización). Nótese que la estructura resulta de la inversión tectónica de fallas normales asociadas a la sedimentación de la cuenca de Cura Mallín en el sector interno, insertadas en la cuenca sedimentaria formando estructuras epidérmicas (modificado de Rojas Vera *et al.* 2010).

prominente (Fig. 2). La estructura corresponde a corrimientos de basamento con dirección de transporte hacia el este, que transfieren rechazo a las secuencias sedimentarias mesozoicas o como cuñas asociadas a retrocorrimientos. Parte de estas estructuras de basamento han sido interpretadas como fallas normales invertidas que controlan la sedimentación de los espesos depósitos de sinrift del Triásico superior (Mariot 2008). Despegues desarrollados por encima de las secuencias jurásicas superiores generan abanicos imbricados entre las estructuras de basamento (Fig. 4).

La edad de la estructuración corresponde a una primera fase cretácica superior en el sector occidental en adyacencias a la línea divisoria de agua continental (Pose 2007; Orts *et al.* 2010), desarrollada antes de los 97 Ma, edad de las secuencias basales del Grupo Neuquén en la región en donde se registran discordancias progresivas (Tunik *et al.* 2010). Una segunda fase antes de los 65 Ma, edad de las sedimentitas del Grupo Malargüe que traslapan contra un relieve previamente exhumado en la sierra de Trovunco y son exhumadas por la sierra de

Hastetes (Fig. 5) (Pose 2007; Folguera *et al.* 2007). Hacia el sector occidental la edad de exhumación es principalmente terciaria ya que el Grupo Malargüe cubre el sector frontal de la faja plegada y corrida indicando la ausencia de una barrera orográfica para esos tiempos. Más precisamente el frente orogénico se ha estructurado inicialmente a la altura del río Grande en el Eoceno superior, hecho evidenciado por la discordancia angular que separa las sedimentitas del Grupo Malargüe de las secuencias oligocenas altas (Cobbold & Rossello 2003). Finalmente una fase de contracción miocena superior es evidenciada por el desarrollo de secuencias más jóvenes de 18 Ma asociadas a sedimentación en la cuenca de antepaís de río Grande (Silvestro & Atencio 2009) cuya composición describe una perfecta secuencia de destechado respecto a los sistemas montañosos que se levantan al este (Sagripanti *et al.* 2009). Esta fase reactiva los sectores occidentales deformados en el Cretácico superior, como lo evidencian las secuencias miocenas en discordancia sobre las estructuras cretácicas (Fig. 5).

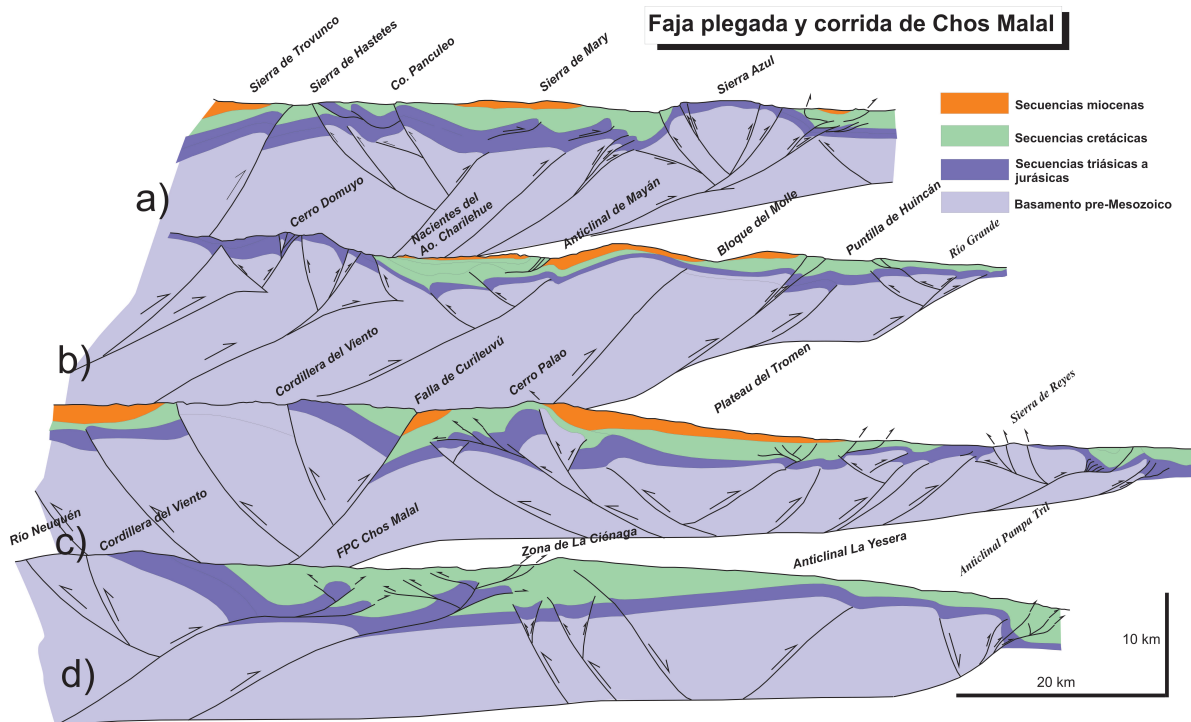


Figura 4: Secciones estructurales realizadas de la faja plegada y corrida de Chos Malal (véase Fig. 2 para su ubicación) (basado en Lisjak 2007; Pose 2007; Folguera *et al.* 2007; Mariot 2008; Galarza *et al.* 2009; Orts 2009; Sagripanti 2009; Sagripanti *et al.* 2009).



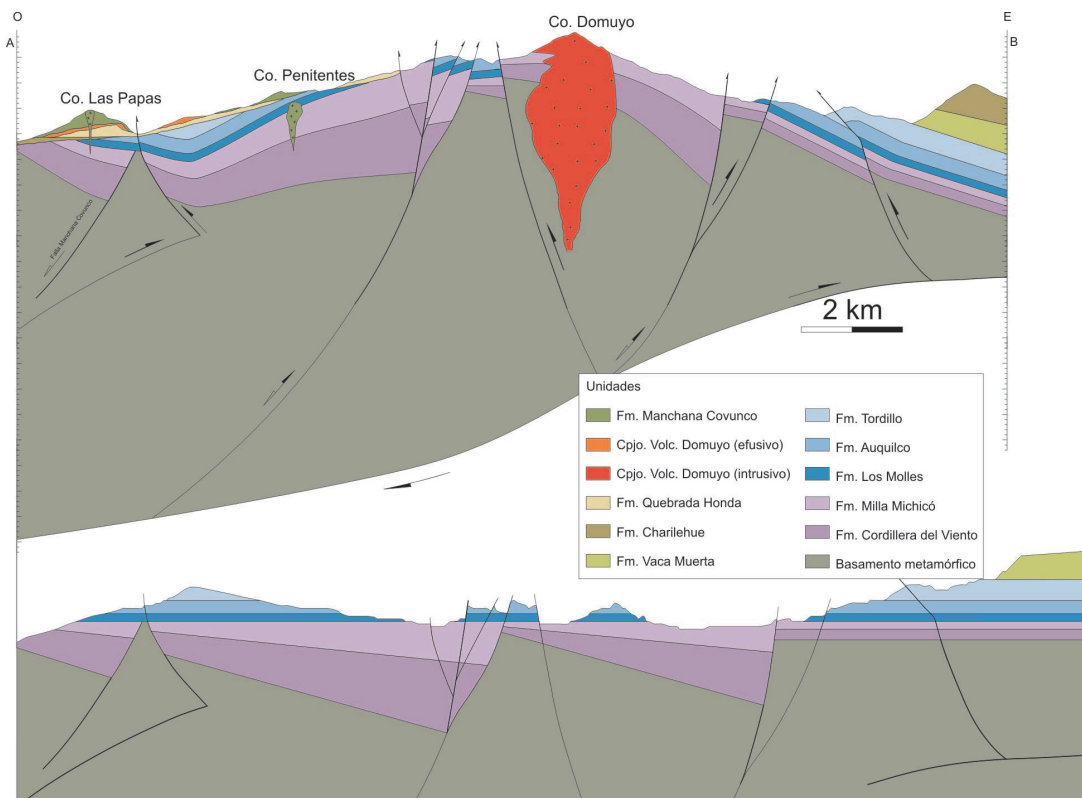


Figura 5: Estructura de la Cordillera Principal a la latitud del cerro Domuyo (Mariot 2008). Nótese la combinación de estructuras de basamento que acomodan acortamiento por inversión tectónica de fallas normales triásicas y la deformación epidérmica con niveles de despegue del Jurásico superior.

### La Cordillera Patagónica

Desde el lago Aluminé hacia el sur se desarrolla la Cordillera Patagónica que tiene en Neuquén, como características principales, los afloramientos del batolito patagónico en la región más oriental, tanto del Paleozoico como del Mesozoico. A su vez está expuesto en varios sectores su basamento metamórfico de mediano a alto grado correspondiente a la Formación Colohuincul de edad devónica a carbonífera (Pankhurst *et al.* 2006). Esto indica una mayor exhumación de este segmento en comparación con la Cordillera Principal, donde todas sus rocas se preservan sin metamorfismo.

### La Faja Plegada y Corrida de Aluminé

Existe un conocimiento más fragmentario de las estructuras y las fases de construcción orogénica que caracterizan a la faja plegada y corrida de Aluminé (Fig. 6). Sin embargo a las latitudes del volcán Lanín puede identificarse un patrón relativamente simple de estructuras que imbrican el basamento en la parte occidental sobre secuencias terciarias hacia el sector oriental, que terminan en un sistema de retrocorrimientos asociados a amplios anticlinales que nuevamente exhuman al basamento en sus núcleos (Fig. 7).

Hacia el sur, a las latitudes del lago Traful existen variaciones menores en la geometría de la estructura, extendiéndose este patrón de bloques bivergentes que en superficie pliegan a las secuencias terciarias, con un claro transporte del material hacia el este (Fig. 8).

Se reconocen dos fases de construcción de estas estructuras. Una previa al Mioceno, probablemente de edad

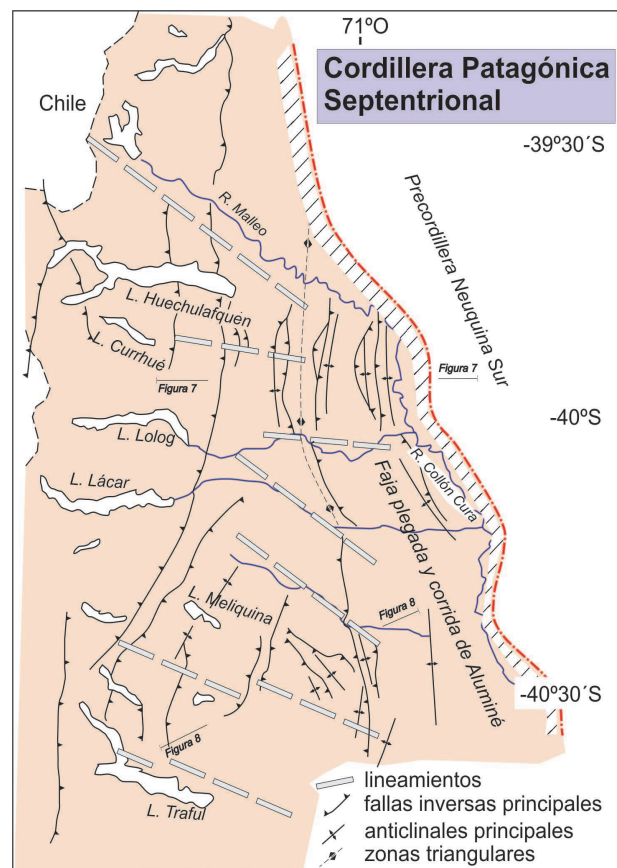


Figura 6: Cordillera Patagónica septentrional (basado en Turner 1965, 1973; Celentano *et al.* 2008; Jait 2010; Palotti 2010).

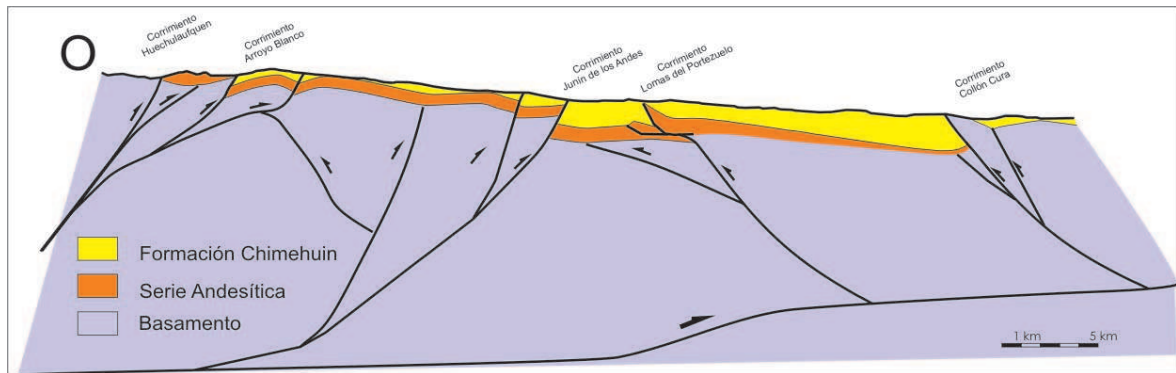


Figura 7: Sección estructural de la Cordillera Patagónica a las latitudes del volcán Lanín y Junín de los Andes. Nótese que la estructura está generada por una serie de estructuras de basamento con vergencia este y una cuña de basamento insertada en el frente orogénico emergente que levanta dos grandes retrocorrimientos hacia la cuenca fluvial del río Collón Curá (modificado de Celentano *et al.* 2008) (véase Fig. 6 para su ubicación).

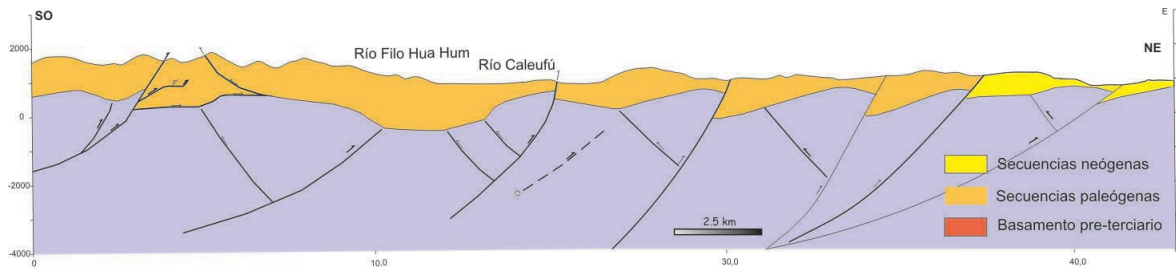


Figura 8: Sección estructural de la Cordillera Patagónica a las latitudes de los lagos Traful, Filo Huahúm y Meliquina (modificado de Jait 2010 y Palotti 2010).

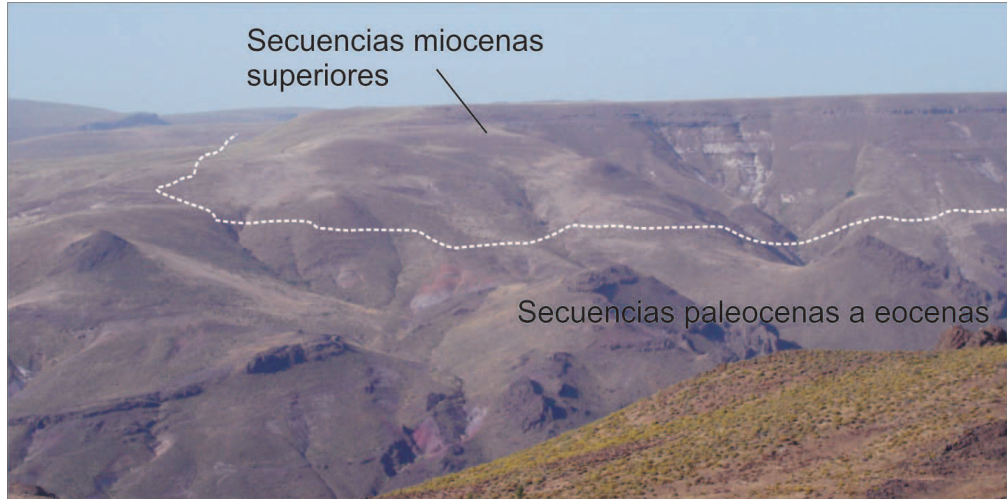


Figura 9: Discordancia angular en la faja plegada y corrida de Aluminé (Río Malleo) entre secuencias volcánicas paleocenas a eocenas que inclinan unos 15 grados al este y secuencias miocenas superiores de la Formación Collón Cura subhorizontales, que muestra una fase compresiva en la región previa al Neógeno.

eocena superior que ya había sido identificada en la región por Turner (1965, 1973) y García Morabito (2010) (Fig. 9) y otra del Mioceno superior, evidenciada por la discordancia angular que separa secuencias de dicha edad del Plioceno.

**CONCLUSIONES**

Los Andes Neuquinos están definidos en base a criterios geológicos en dos provincias distintas, la Cordillera Principal y la Cordillera Patagónica. La deformación contraccional del Mioceno superior ha afectado diferencialmente

el retroarco neuquino y fruto de esa acción dispar ciertos segmentos han adquirido una mayor topografía que otros. El área de las divisorias de agua es uno de estos sectores, donde se exhumaron secuencias terciarias a través de sistemas de corrimientos con vergencia oriental y retrocorrimientos desarrollados entre el Eoceno superior y el Mioceno superior y definiendo las fajas plegadas y corridas de Guañacos al norte y Aluminé al sur. Hacia el este la faja de Chos Malal corresponde a un sector en donde las estructuras contraccionales cretácicas superiores a eocenas han sido reactivadas fuertemente en el Mioceno superior, a diferencia del sector ubicado al sur correspondiente a la faja

plegada y corrida del Agrio deformada en el Cretácico superior y sólo levemente reactivada en el Terciario, relegada por este hecho de la Cordillera Principal.

### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Celentano, A., Scasso, J., Folguera, A. & Ramos, V.A. 2008. La faja plegada y corrida de Collón Cura: controles y edad de la deformación, provincia del Neuquén (39° 30' -40° S). 17º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 79-80. Jujuy.
- Cobbold, P. & Rossello, E. 2003. Aptian to Recent compressional deformation in the foothills of the Neuquén basin Argentina. *Marine and Petroleum Geology* 20: 429-443.
- Folguera, A. & Ramos, V.A. 2009. Collision of the Mocha fracture zone and a less than 4 Ma old wave of orogenic uplift in the Andes (36°-38° S). *Lithosphere, Geological Society of America* 1(6).
- Folguera, A., Ramos, V.A., Hermanns, R. & Naranjo, J. 2004. Neotectonics in the foothills of the Southernmost Central Andes (37°-38° S). Evidence of the strike-slip displacement along the Antifñir-Copahue fault zone. *Tectonics*, 23 (TC 5008). 23 pp.
- Folguera, A., Ramos, V.A., González Díaz, E. & Hermanns, R. 2006a. Miocene to Quaternary deformation of the Guañacos fold and thrust belt in the Neuquén Andes between 37° and 37° 30' 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* (35-39° S). Geological Society of America, Special Paper 407: 247-266.
- Folguera, A., Zapata, T. & Ramos V.A. 2006b. Late Cenozoic Extension and the evolution of the Neuquén Andes. 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). Geological Society of America, Special Paper 407: 267-285.
- Folguera, A., Ramos, V.A., Zapata, T. & Spagnuolo, M. 2007. Andean evolution and deformational mechanisms at the Guañacos and Chos Malal fold and thrust belts (36°30' -37°S). *Journal of Geodynamics*. GEOD 2006-02. doi: 10.1016/j.jog.2007.02.003, 44: 129-148.
- Galarza, B.J., Zamora Valcarce, G., Folguera, A. & Bottesi, G. 2009. Geología y evolución tectónica del frente cordillerano a los 36° 30' S: Bloques de Yihúin Huacay Puntilla de Huincán. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65 (1): 170-191.
- 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 200 pp.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología de Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección de Geología y Minería. Publicación 58: 110 pp.
- Jait, D. 2010. Geología de la Serie Andesítica en los alrededores del lago Filo Hua Hum, Neuquén. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires. Inédita 102 pp.
- Jordan, L., Burns, M., Veiga, R., Pángaro, F., Copeland, P., Kelley, S., Mpodozis, C. 2001. Extension and basin formation in the southern Andes caused by increased convergence rate: A mid-Cenozoic trigger for the Andes. *Tectonics* 20 (3): 308-324.
- 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.
- Lisjak, M. 2007. Geología, estratigrafía y estructura de las nacientes del arroyo Manchana Covunco. Área del cerro Domuyo, Neuquén. Universidad de Buenos Aires. Inédita 99 pp.
- Mariot, M. 2008. Geología y estructura del cerro Domuyo, provincia del Neuquén. Universidad de Buenos Aires. Tesina inédita 154 pp.
- Orts, D. 2009. Geología de la región comprendida entre el arroyo Potimalal y el cerro Rucamileo. Universidad de Buenos Aires. Inédita 92 pp.
- Orts, D., Folguera A., Giménez M. & Ramos, V.A. 2010. Tectonic evolution from Late Cretaceous to Miocene times and structural controls at the easternmost southern Central Andes (Sierra Azul; 36°S). Submitted to *Andean Geology*.
- Pankhurst, R., Rapela, C., Fanning, C. & Márquez, M. 2006. Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth Science Reviews* 76: 235-257.
- Palotti, P. 2010. Geología de la Serie Andesítica en las cercanías del río Calefú, provincia de Neuquén. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires. Inédito 117 pp.
- Pose, F. 2007. Geología de la región de las nacientes del río Barrancas, provincia de Neuquén. Universidad de Buenos Aires. Tesina inédita 135 pp.
- Pesce, A. 1981. Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahueve, provincia del Neuquén. 8º Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas (3): 439-455.
- Radic, J. 2010. Las cuencas cenozoicas y su control en el volcanismo de los complejos Nevados de Chillán y Copahue-Callaqui (36°-39° S). *Andean Geology* 37 (1): 220-246.
- 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*. Doi: 10.1016/j.tecto.2010.06.019.
- 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., Folguera, A. & García Morabito, E. 2011. Provincias Geológicas del Neuquén. En: Leanza, H.A *et al.* (Eds.): *Relatorio Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén*. Este volumen.
- Sagripanti, L. 2009. Geología del faldeo oriental de la sierra de Reyes Pcia de Mendoza. Universidad de Buenos Aires. Inédita 115 p.
- Sagripanti, L., Bottesi, G. & Folguera, A. 2009. Expansión oriental del frente orogénico andino en el Mioceno superior entre los 36° 30' - 37° S. 12º Congreso Geológico Chileno, Actas electrónicas: 4 p. Santiago de Chile.
- Silvestro, J. & Atencio, M. 2009. La cuenca Cenozoica del Río Grande y Palauco: edad, evolución y control estructural. Faja plegada de Malargüe (36° S). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65 (1), 154-16
- Tunik, M., Folguera, A., Naipauer, M., Pimentel, M. & Ramos, V.A. 2010. Early uplift and orogenic deformation in the Neuquén basin: Constraints on the Andean uplift from U/Pb and Hf analyses of detrital zircons. *Tectonophysics*, 489: 258-273.
- Turner, J.C.M. 1965. Estratigrafía de la Comarca de Junín de los Andes (Provincia del Neuquén). *Academia Nacional de Ciencias, Boletín* 34: 5-51.
- Turner, J.C.M. 1973. Descripción geológica de la Hoja 37a-b, Junín de los Andes, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, *Boletín* 138: 1-86. Buenos Aires.
- Yrigoyen, M.R. 1972. Cordillera Principal. En: A.F. Leanza (Ed.): *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional Ciencias, 345-364. Córdoba.
- Yrigoyen, M.R., 1979. Cordillera Principal. En: J.C.M. Turner (Ed.): *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 1: 651-694. Córdoba.