

# Geología y estructuras del límite Mesozoico-Cenozoico de la cordillera principal entre 35°30' y 36° S, región del Maule, Chile

Daniela Astaburuaga<sup>\*1</sup>, Marcelo Farias<sup>1</sup>, Reynaldo Charrier<sup>1,2,3</sup> y Felipe Tapia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Advanced Mining Technology Center (AMTC), F.C.F.M., Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\* E-mail: [danilu3@gmail.com](mailto:danilu3@gmail.com)

**Resumen.** La Zona Volcánica Sur presenta una clara disminución de la elevación y del espesor cortical hacia el sur, atribuido a la gradual disminución del acortamiento tectónico medido. La Cordillera Principal de Chile Central está compuesta principalmente por rocas Cenozoicas volcánicas y volcanosedimentarias fuertemente plegadas de la Formación Abanico. Su cartografía preliminar permite concluir un acortamiento neógeno en esta parte de la cordillera del orden de un 20-30%. El contacto discordante entre la Fm. Abanico y las formaciones mesozoicas se asigna a una deformación Cretácica asociada a la fase Peruana.

**Palabras Claves:** Andes, Chile central, acortamiento, alzamiento.

## 1 Introducción

Los Andes Centrales abarcan el margen sudamericano desde la falla de Amotape (3°S) hasta la zona de subducción de la dorsal activa de Chile (47°S), comprendiendo la Zona Volcánica Central y la Zona Volcánica Sur (ZVC y ZVS, respectivamente) ambas separadas por un gap con ausencia de volcanismo (Figura 2.A.). A los 33°20'S, comienza la Zona Volcánica Sur con la reaparición del volcanismo, asociado posiblemente al mayor ángulo de subducción de ~30°. Junto con esto, se destaca también en esta zona una clara disminución hacia el sur de la elevación y del espesor cortical, asociado también a un menor acortamiento tectónico. En efecto, el acortamiento tectónico medido disminuye gradualmente de norte a sur desde 25% (~25 km) a 35°30'S hasta 12% (~10 km) a 36°17'S (Farias et al., 2010; Giambiagi et al., 2009; Mescua, 2010; Tapia, 2010).

La historia tectónica de los Andes Centrales iniciada en el Jurásico ha estado marcada por una serie de fases extensionales y compresivas, en la cual el último evento extensional habría ocurrido en el Paleógeno al formarse una extensa cuenca subsidente de orientación aproximada norte-sur, que posteriormente, en el Mioceno inferior, fue invertida parcialmente (e.g. Charrier et al., 2002, 2005; Godoy et al., 1999; Jordan et al., 2001; Giambiagi et al., 2003). Esta cuenca se ha denominado Abanico, por estar compuesta por estratos volcánicos y volcanosedimentarios pertenecientes a la Fm. Abanico (Eoceno superior-

Mioceno inferior) expuesta en la parte occidental y central de la Cordillera Principal y en parte de la Depresión Central.

Esta formación presenta pliegues irregulares con fuertes variaciones de amplitud, longitud y estilo, y con vergencias al este y oeste, lo que sugiere una deformación causada por la inversión de las fallas normales que dieron origen a la cuenca extensional.

En el borde oriental de la cuenca se observa una fuerte deformación del Mioceno inferior, con fallas inversas de alto ángulo, asociadas a la inversión de fallas normales cenozoicas, asociadas con la formación de la cuenca, y mesozoicas (Charrier et al., 2002; Farias et al., 2010). Durante la inversión, algunas de estas fallas se prolongaron hacia el este por el *Yeso Principal* generando las fajas plegadas y corridas de Aconcagua, La Ramada y Malargüe en las que se acumuló la mayor cantidad de acortamiento tectónico hasta aproximadamente el Mioceno superior-Plioceno inferior (Giambiagi et al., 2003).

El presente trabajo se enmarca en una Tesis de Magíster con la cual se intentará evaluar la importancia relativa de la tectónica y el clima en el desarrollo de la Cordillera Principal de la Región del Maule (35°30'S- 36°S), (Figura 2.B). Este estudio incluye el mapeo de la región, la estratigrafía y pondrá énfasis en los aspectos estructurales con el fin de entender la evolución de los procesos tectónicos en la formación del orógeno. A continuación se presentan los resultados preliminares del estudio regional.

La zona de estudio se encuentra entre el borde oriental de la cuenca extensional de Abanico y el extremo occidental de la Faja Plegada y Corrida de Malargüe del Mioceno medio (Giambiagi et al., 2008; Mescua 2010).

## 2 Metodología, muestreo, resultados

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, la metodología de trabajo consistió en una recopilación bibliográfica, fotointerpretación, trabajo de terreno, de laboratorio y de gabinete.

El trabajo de terreno consistió en un levantamiento geológico, toma de datos y muestras, junto con un reconocimiento de los principales rasgos geomorfológicos y estructurales de la zona. Para esto se realizó una campaña de reconocimiento y 4 campañas de terreno en las que se trató de abarcar la totalidad de la zona de estudio.

Durante el trabajo de gabinete se confeccionó un mapa geológico a escala 1:50.000 y perfiles estructurales balanceados.

## 2.1 Resultados

Entre los 35°30'S y 36°S, las unidades geológicas que conforman la Cordillera Principal son, de oeste a este, rocas cenozoicas pertenecientes a las formaciones Abanico, Cola de Zorro, Campanario, Loma Seca y rocas pertenecientes al complejo volcánico Descabezado Grande-Quizapu-Cerro Azul y Complejo volcánico Tatará-San Pedro y rocas Mesozoicas correlacionadas con la Fm. Colimapu y rocas calcáreas de la Fm. Baños del Flaco, principalmente (Figura 2.B). En esta región la Formación Abanico se dispone discordantemente sobre las formaciones mesozoicas y bajo la Fm. Cola de Zorro, las formaciones mesozoicas se encuentran en contacto concordante entre sí (Figura 1.).

En la zona, se encontraron dos dominios estructurales principales, uno occidental y otro oriental. El Dominio Occidental presenta estructuras de segundo y tercer orden que afectan rocas de la Fm. Abanico, con una serie de sinclinales y anticlinales asimétricos y un rumbo aproximado N-S, N-NE y N-NW, apretados y volcados, y fallas inversas con vergencia tanto al oeste como al este. (Figura 2.B).

El dominio estructural oriental presenta estructuras de primer y segundo orden, anticlinales de amplia longitud de onda y fallas inversas que afectan rocas cenozoicas y mesozoicas, de orientación aproximada N-S vergentes al este.

## 3 Discusión y conclusiones

De acuerdo a lo observado en terreno y a la información expuesta anteriormente, se puede destacar que existen tres eventos principales de deformación en la zona de estudio: 1. El primero habría ocurrido con anterioridad a la depositación de Abanico y afectaría a las secuencias mesozoicas, detectable por el contacto discordante de estas con la suprayacente Formación Abanico (Figura 1). Esto implicaría que este evento de deformación sería post-Formación Colimapu (Hauteriviana-Albiana) y previo o sintectónico con la intrusión del plutón El Indio de edad +/- 79.8 Ma (Muñoz y Niemeyer, 1984) interpretado en este trabajo como perteneciente al núcleo de un anticlinal formado por rocas mesozoicas. 2. El segundo evento de

deformación estaría asociado con la tectónica extensiva que generó la formación de la cuenca de Abanico durante Paleógeno medio-superior. Sin embargo, en la zona de estudio no se han logrado identificar estructuras de carácter extensional, numerosas evidencias han sido obtenidas más al norte (Charrier et al., 2002). 3. Finalmente, un tercer evento importante de deformación en la zona estaría asociado con la inversión de la cuenca de Abanico (Mioceno Inferior) y el desarrollo de la Faja Plegada y Corrida de Malargüe (Mioceno Medio).

Los estudios realizados en la zona permiten concluir la existencia de un evento de deformación asociado al periodo de deformación compresivo Peruano. Otros autores al norte de la zona de estudio reconocen una fase de deformación compresiva cretácica (Mescua, 2010) y por el lado Argentino estudios con circones detríticos confirman el inicio del alzamiento andino a los 98.6-88 Ma a estas latitudes (Tunik et al., 2010; Sagripanti et al., 2011), por otro lado se estima que el acortamiento neógeno en esta parte de la cordillera es del orden de un 20-30% explicado por tectonismo compresivo neógeno en base a secciones balanceadas preliminares.



**Figura 1.** Discordancia entre Formaciones Mesozoicas y Cenozoicas.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado por los FONDECYT n° 11085022 y 1120272.

## Referencias

- Charrier, R.; Baeza, O.; Elgueta, S.; Flynn, J.J.; Gans, P.; Kay, S.M.; Muñoz, N.; Wyss, A.R.; Zurita, E. 2002. Evidence for Cenozoic extensional basin development and tectonic inversion south of the flat-slab segment, southern Central Andes, Chile (33° 36° S.L.). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 15, p. 117-139
- Charrier, R.; Bustamante, M.; Comte, D.; Elgueta, E.; Flynn, J.; Iturra, I.; Muñoz, N.; Pardo, M.; Thiele, R.; Wyss, A. 2005. The Abanico extensional basin: Regional extension, chronology of tectonic inversion and relation to shallow seismic activity and Andean uplift. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie-Abhandlungen* 236(1-2): 43-77.

Fariás, M.; Comte, D.; Charrier, R.; Martinod, J.; David, C.; Tassara, A.; Tapia, F.; Fock, A. 2010. Crustal-scale structural architecture in central Chile based on seismicity and surface geology: Implications for Andean mountain building. *Tectonics*, Vol. 29, TC3006.

Giambiagi, L.; Ramos, V.; Godoy, E.; Álvarez, P.P.; Orts, S. 2003. Cenozoic deformation and tectonic style of the Andes, between 33° and 34° south latitude. *Tectonics* 22(4): 1041.

Giambiagi, L.; Bechis, F.; García, V.; Clark, H. 2008. Temporal and spatial relationship of thick-andthin-skinned deformation: A case of study from Malargüe fold-and-thrust belt, southern central Andes, *Tectonophysics*, 459(1-4), 123-139.

Giambiagi, L.; Ghiglione, N.; Cristallini, E.; Bottesi, G. 2009. Kinematic models of basement/cover interaction: Insights from the Malargüe fold and thrust belt, Mendoza, Argentina. *Journal of Structural Geology* 31(12): 1443-1457.

Godoy, E.; Yáñez, G.; Vera, E. 1999. Inversion of an Oligocene volcano-tectonic basin and uplifting of its superimposed Miocene magmatic arc in the Central Chilean Andes: first seismic and gravity evidences. *Tectonophysics*, Vol. 306, Nº 2, p. 217-236.

Jordan, T.E.; Burns, W.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*, Vol. 20, p. 308-324.

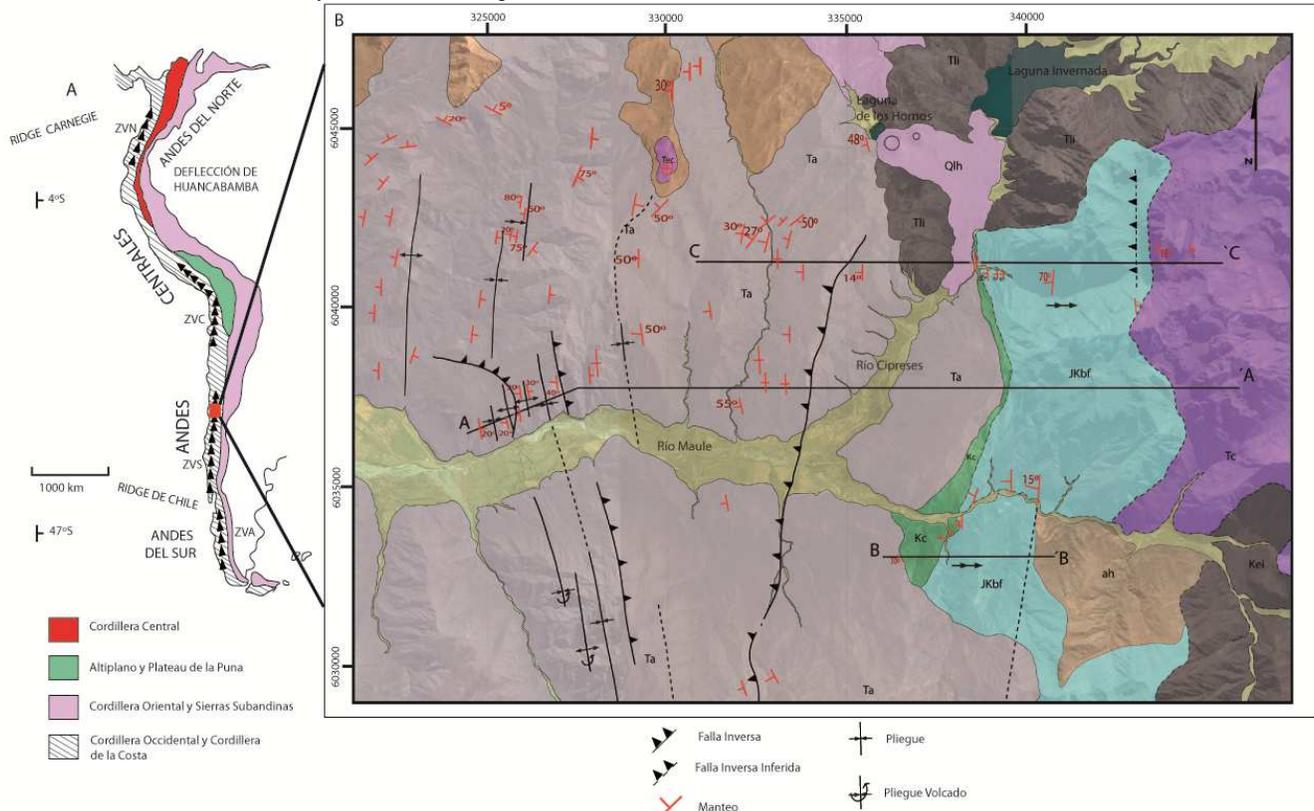
Mescuas, J.F. 2010. Evolución estructural de la cordillera principal entre Las Choicas y Santa Elena (35°S), provincia de Mendoza, Argentina. Tesis de doctorado (Unpublished), Universidad de Buenos Aires, Departamento de geología: 207, 214p.

Muñoz, J.; Niemeyer, R. 1984. Hoja Laguna del Maule, Regiones del Maule y del Bio-Bío. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile*, No. 64, escala 1:250.000.

Sagripanti, L.; Bottesi, G.; Naipauer, M.; Folguera, A.; Ramos, V. 2011. U/Pb ages on detrital zircons in the southern central Andes Neogene foreland (36°-37°S): Constraints on Andean exhumation. *Journal of South American Earth Sciences* (2011).

Tapia, F. 2010. Análisis estructural del sector occidental de la Faja Plegada y Corrida de Malargüe en el curso superior del río Colorado de Lontúe (35°18' y 35°23' S), Región del Maule, Chile. Memoria de Título (Unpublished), Universidad de Chile, Departamento de Geología: 86-87p (inédita)

Tunik, M.; Folguera, A.; Naipauer, M.; Pimente, M.; Ramos, V.A. 2010. Early uplift and orogenic deformation in the neuquén basin: constraints on the Andean uplift from UePb and Hf isotopic data of detrital zircons. *Tectonophysics* 489, 258e273.



**Figura 2.** A. Segmentación de los Andes a lo largo de Sudamérica, y zonas volcánicas: ZVN, Zona Volcánica Norte; ZVC, Zona Volcánica Central; ZVS, Zona volcánica Sur; ZVA, Zona Volcánica Austral. B. Mapa geológico estructural preliminar de la zona de estudio. Ta, Fm. Abanico; Kc, Fm. Colimapu; Jkbf, Fm Baños del Flaco; Qlh, Volcanismo cuaternario Los Hornos; Tli, Intrusivo La Invernada; Tc, Fm. Campanario; Kei, Plutón El Indio; ah, Alteración Hidrotermal. (Los perfiles estructurales y el mapa geológico están actualmente en confección.)