



Hallazgo de estratos de edad Cretácico Tardío en el curso alto del río Tinguiririca (~34°55'S). Parte II: Implicancias Tectónicas

Felipe Tapia^{1*}, Marcia Muñoz², Marcelo Farías¹, Paulina Arellano^{1,2} y Mario Persico^{1,2}

¹Departamento de Geología, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile

²Advanced Mining and Technology Center (AMTC), Universidad de Chile, Av. Tupper 2007, Edificio AMTC, Santiago, Chile

* email: ftapiasilva@gmail.com

Resumen. Se integran y discuten las características de la Unidad Guanaco, sus correlaciones a escala regional, y las implicancias tectónicas para la configuración geodinámica y paleogeográfica del margen Andino durante el Cretácico Tardío. Esta unidad aflora en la Cordillera Principal de Chile central (~34°55'S) y corresponde a una serie predominantemente volcánica para la que se ha inferido un ambiente asociado a una cuenca de intra-arco extensional. Presenta edades entre 75 y 63,4 Ma y se correlaciona con unidades similares que afloran en la Depresión Central al norte y sur de Santiago (Fm Lo Valle, Estratos del Cordón de los Ratones). Todas estas series representan el desarrollo del arco Campaniano - Maastrichtiano del borde sudoccidental de Sudamérica. La Unidad Guanaco se correlaciona cronológicamente con otras series de carácter sedimentario predominante presentes en la Cordillera Principal de Chile y en Argentina. Los afloramientos de todas estas unidades en conjunto configuran un par arco-antepaís en una distribución oblicua al margen actual. La Unidad Guanaco registra en el intervalo entre 70-75 Ma un episodio extensional que podría corresponder a un fenómeno de carácter regional, aunque se necesita más información para descartar un fenómeno de escala sólo local.

Palabras Claves: Unidad Guanaco, Cretácico Tardío, Arco, Cuenca, Extensión

1 Introducción

El hallazgo de estratos de edad Cretácico Tardío en el curso alto del río Tinguiririca (~34°55'S; Mosolf, 2013; Tapia, 2015) aporta nuevos antecedentes sobre la evolución del margen Andino. Dichos estratos han sido agrupados en la denominada Unidad Guanaco (Tapia, 2015) y sus principales características se han descrito en otra contribución de este volumen (Persico et al., este volumen). En la presente contribución se integran y discuten las características de esta unidad, sus correlaciones a escala regional, y las implicancias tectónicas para la configuración geodinámica y paleogeográfica del margen Andino durante este periodo.

2 La Unidad Guanaco

2.1 Principales Características

La Unidad Guanaco aflora a lo largo de ~13 km en el curso alto del río Tinguiririca (~34°55'S; Fig. 1) y fue inicialmente incluida en las porciones inferiores de la Formación Abanico (e.g., Charrier et al., 1996). Los estudios recientes han reportado dataciones radiométricas que permiten asignar sus estratos al Cretácico Superior, con edades entre 75 y 63,4 Ma (Mosolf, 2013; Tapia, 2015). En términos de litología, esta unidad corresponde a una serie de carácter eminentemente volcánico, efusivo y explosivo, de al menos 2.200 m de espesor (Persico et al., este volumen). Se ha inferido en base a sus características un ambiente de cuenca activo, con cercanía a centros de emisión, de actividad abundante y recurrente, durante un período prolongado de al menos 12 m.a. Adicionalmente, la presencia de fallas normales sindeposicionales en esta unidad registrara un régimen extensional al menos en el intervalo entre ~70-75 Ma. En la Unidad Guanaco se desarrollan una serie de pliegues anticlinales-sinclinales los cuales han sido asociados a un periodo de deformación compresiva intensa que, según dataciones radiométricas, está relacionada a un evento anterior a la extensión del Eoceno-Oligoceno de la cuenca de Abanico (Mosolf, 2013; Tapia, 2015).

2.2 Correlaciones

En base al rango de edades indicado y su naturaleza, la Unidad Guanaco puede correlacionarse a priori con unidades similares que afloran en la Depresión Central de Chile Central (~32°-36°S; Fig. 1). Éste es el caso particular de la Formación Lo Valle, de edad Cretácico Tardío, que aflora en el límite norte de la Depresión Central, al norte de Santiago. Dicha formación muestra edades entre 72-65 Ma y corresponde a una serie piroclástica de composición andesítica a riolítica, con intercalaciones de lavas y rocas sedimentarias continentales de hasta 1.800 m de espesor (Gana y Wall, 1997). A su vez, la Formación Lo Valle ha sido correlacionada con los Estratos del Cordón de Los Ratones, los que afloran en el sector de Angostura de Paine al sur de Santiago (Sellés y Gana, 2001). Dicha correlación se ha hecho en base a la similitud que muestran ambas series en términos de litología, distribución, y signatura

geoquímica, ya que no se cuenta con dataciones radiométricas para esta última unidad.

Otras series estratificadas de edad similar a la Unidad Guanaco afloran en la región Andina de Argentina. Tanto litológica como cronológicamente, la Unidad Guanaco puede correlacionarse con los estratos del Grupo Naunauco ($37^{\circ}30'S$; Zamora Valcarce, 2007) así como también con la serie andesítica distribuida en el flanco occidental de la Cordillera del Viento ($37^{\circ}S$; Franchini and Schalamuk, 1999; Franchini et al., 2003). Por otro lado, de acuerdo a su edad, la Unidad Guanaco también se correlaciona con la Formación Colimapu que afloran en el valle del río Volcán en Chile ($\sim 33^{\circ}50'S$) depositada durante el Campaniano-Maastrichtiano (Tapia, 2015). También puede correlacionarse cronológicamente la porción superior de la Unidad Guanaco con la base del Grupo Malargue (Aguirre-Urreta et al., 2011) y la Fm. Saldeño, ambas en Argentina (Tunik, 2003). No obstante, se debe notar que en estos dos últimos casos las unidades indicadas tienen una naturaleza marcadamente sedimentaria, con intercalaciones volcánicas menores marginales o ausentes.

2.3 Implicancias Tectónicas

En este trabajo se ha propuesto una correlación de la Unidad Guanaco con la Formación Lo Valle y los Estratos del Cordón de los Ratones, unidades que afloran en la Depresión Central, al norte y sur de Santiago, entre ~ 100 - 200 km hacia en NW (Fig. 1). Dichas unidades representan la actividad del frente del arco volcánico del Cretácico Tardío (e.g., Charrier et al., 2007), y se infiere para la Unidad Guanaco una posición similar o bien de trasarco proximal. La correlación propuesta implica una distribución oblicua al margen actual y/o eje del orógeno de los afloramientos representativos de este episodio (Fig. 1). A esta observación se suman la ausencia de unidades de esta edad en la Depresión Central y el frente cordillerano al sur de la ciudad de Santiago (Charrier et al., 2007 y referencias ahí citadas) y su reporte sólo en la Cordillera Principal al sur de los $38^{\circ}S$ (e.g., Charrier et al., 2007; Parada et al., 2007). Por otro lado, las unidades de esta edad que afloran directamente hacia el norte de la Unidad Guanaco, siguiendo el eje de la Cordillera Principal (Formación Colimapu en el valle del río Volcán en Chile a los $\sim 33^{\circ}50'S$; Fig. 1), muestran un carácter marcadamente sedimentario. Ellas se corresponden mejor con las series del Grupo Malargue cuyos afloramientos se distribuyen también de manera oblicua al rumbo del orógeno hacia el SE (Fig. 1).

El registro en la Unidad Guanaco de un ambiente extensional, al menos en el intervalo entre ~ 70 - 75 Ma, supone una problemática considerando que para el período Cretácico Tardío se ha reportado que el borde occidental de Sudamérica habría estado dominado por una tectónica compresiva (Fennell et al., 2015 y referencias ahí citadas). En Argentina dicho período se registra en las series que conforman el Grupo Neuquén y el Grupo Malargue. El

inicio de la deformación contraccional se ha acotado a partir de los ~ 100 Ma en base a dataciones en estratos de crecimiento en niveles basales y medios del Grupo Neuquén (Fennell et al., 2015 y referencias ahí citadas). Sobre éste se apoya en discordancia el Grupo Malargue, compuesto por una serie de depósitos continentales de antepaís de edad Paleoceno (Aguirre-Urreta et al., 2011). No obstante que ambos grupos pueden considerarse como representativos de una tectónica compresiva, existe un hiato en el registro estratigráfico entre la edad más joven Campaniano medio del Grupo Neuquén (Fennell et al., 2015) y la base del Grupo Malargue que ha sido datada en 64 Ma (Aguirre-Urreta et al., 2011). Dicho período se corresponde bien con el intervalo entre ~ 70 - 75 Ma en el que la Unidad Guanaco presenta estructuras representativas de un régimen extensional, el que podría además inferirse a una escala mayor que local según sugieren las características de otras series de esta edad en la región. Franchini et al. (2003) ha indicado que los depósitos volcánicos del Cretácico Superior-Paleoceno, a la latitud de $37^{\circ}S$, se habrían emplazado en una corteza continental adelgazada que bien podría a su vez estar relacionada a una tectónica extensional. Así también, para la región inmediatamente al norte del área de estudio ($34^{\circ}S$), Nasi y Thiele (1982) propusieron la existencia de una cuenca extensional donde se habrían acumulado los depósitos de la Fm Lo Valle.

Si la hipótesis expuesta anteriormente es correcta, implicaría la existencia de una cuenca de intra-arco de orientación N-S a NNW-SSE durante el Campaniano-Daniano en el margen Sudamericano (Fig. 1). Esta cuenca habría estado dominada por fallas normales y se habría desarrollado a lo largo del orógeno formado durante el período contraccional previo (Cenomaniano-Santoniano; Fennell et al., 2015 y referencias ahí citadas). Es notable que dichas características concuerdan con otras cuencas de intra-arco desarrolladas a lo largo de este sector de los Andes (Cuenca de Abanico-Cura Mallín y Cuenca de Loncopué), lo que sugiere que su formación es un proceso recurrente en la evolución del orógeno andino, aunque su origen aún es materia de discusión.

Una hipótesis alternativa a la anterior es que el registro de un régimen extensional en la Unidad Guanaco represente un fenómeno local dentro de un marco regional contraccional. Así por ejemplo, las fallas normales observadas podrían corresponder a estructuras extensionales rotacionales, originadas como respuesta a la flexura de la corteza debido a la carga ejercida por el orógeno construido (Tapia, 2015). Otra alternativa es que correspondan a estructuras de extrados, es decir extensión axial producida en un anticlinal en compresión.

3 Resumen y Conclusiones

La Unidad Guanaco corresponde al primer hallazgo de

estratos de edad Cretácico Superior en Chile entre los $\sim 34^{\circ}$ - 38° S y aporta nuevos antecedentes sobre la evolución del margen Andino durante este período. En base a sus características y la correlación con otras series similares se ha inferido un ambiente asociado a una cuenca de intra-arco extensional. Ésta corresponde al desarrollo del arco Campaniano - Maastrichtiano del borde sudoccidental de Sudamérica, representado en Chile por la Formación Lo Valle, los Estratos del Cordón de los Ratones y la Unidad Guanaco. La distribución actual de estos depósitos representativos del frente volcánico es oblicua al margen, en dirección NNW-SSE, al igual que la distribución de los depósitos de antepaís representados por el Grupo Malargüe.

La Unidad Guanaco registra un episodio extensional al menos en el intervalo entre 70-75 Ma. Según las características de ésta y otras unidades de edad Cretácico Superior en la región, dicho episodio podría corresponder a un fenómeno regional. Alternativamente, podría representar un fenómeno local dentro de un marco regional contraccional. Es necesario más información para poder resolver entre estas dos hipótesis.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno de Chile mediante CONICYT con el Proyecto Fondecyt 11140012 y 1120272.

Referencias

- Aguirre-Urreta, B.; Tunik, M.; Naipauer, M.; Pazos, P.; Ottone, E.; Fanning, M.; Ramos, V. 2011. Malargüe Group (Maastrichtian-Danian) deposits in the Neuquén Andes, Argentina: Implications for the onset of the first Atlantic transgression related to western Gondwana break-up. *Gondwana Research* 19: 482-494.
- Charrier, R.; Wyss, A.; Flynn, J.; Swisher III, C.; Norell, M.; Zapatta, F.; McKenna, M.; Novacek, M. 1996. New evidence for Late Mesozoic-Early Cenozoic evolution of the Chilean Andes in the Upper Tinguiririca Valley (35° S), Central Chile. *Journal of South American Earth Science* 9 (5): 393-422.
- Charrier, R.; Pinto, L.; Rodríguez, M.P. 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean orogen in Chile. en: *The Geology of Chile* (Moreno, T.; Gibbons, W., editores). The Geological Society: 21-114, London.
- Fennell, L.; Folguera, A.; Naipauer, M.; Gianni, G.; Rojas Vera, E.; Botesi, G.; Ramos, V. A. 2015. Cretaceous deformation of the southern Central Andes: Synorogenic growth strata in the Neuquén Group (35° 30'- 37° S). *Basin Research*, doi: 10.1111/bre.12135.
- Franchini, M.; Schalamuk, A. 1999. Cuerpos ígneos asociados a skarns en el cinturón plegado de Chos Malal, NO Neuquén: Geoquímica y Metalogénesis. In *Congreso Geológico Argentino*, No. 14, Actas II: 218-221. Salta.
- Franchini, M.; López-Escobar, L.; Schalamuk, I.; Meinert, L. 2003. Magmatic characteristics of the Paleocene Cerro Nevazón region and other Cretaceous to Early Tertiary calc-alkaline subvolcanic to plutonic units in the Neuquén Andes, Argentina. *Journal of South America Earth Sciences* 16: 399-421.
- Gana, P.; Wall, R. 1997. Evidencias geocronológicas $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K-Ar de un hiatus Cretácico Superior-Eoceno en Chile Central (33° 30'S). *Andean Geology* 24 (2): 145-163.
- Mosolf, J.G. 2013. Stratigraphy, structure and geochronology of the Abanico Formation in the Principal Cordillera, central Chile: Evidence of protracted volcanism and implications for Andean tectonics. Ph. D. Thesis (Unpublished), University of California.
- Nasi, C.; Thiele, R. 1982. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de aculeo (Chile Central). *Andean Geology* 16: 81-99.
- Parada, M. A.; López-Escobar, L.; Oliveros, V.; Fuentes, F.; Calderón, M.; Aguirre, L.; Figueroa, O.; Muñoz, J.; Troncoso, R.; Stern, C.R. 2007. Andean Magmatism. In: *The Geology of Chile* (Moreno, T.; Gibbons, W., editores). The Geological Society: 115-146, London.
- Persico, M. este volumen. Hallazgo de estratos de edad Cretácico Tardío en el curso alto del río Tinguiririca ($\sim 34^{\circ}$ 55'S). Parte I: Principales Características. In: *Congreso Geológico Chileno*, No. 14, Actas (este volumen). La Serena.
- Sellés, D.; Gana, P. 2001. Geología del área Talagante-San Francisco de Mostazal, regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geológica Básica, No. 74, 30 p. 1 mapa escala 1:100.000. 1 anexo, Santiago.
- Tapia, F. 2015. Evolución tectónica de los Andes Centrales del Sur durante el Cenozoico Superior. Ph. D. Thesis (Unpublished), Universidad de Chile, Departamento de Geología: 340 p.
- Tunik, M. 2003. Interpretación paleoambiental de los depósitos de la Formación Saldeño (Cretácico Superior), en la alta Cordillera de Mendoza, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58 (3): 417-433.
- Wall, R.; Sellés, D.; Gana, P. 1999. Área Tiltill-Santiago. Área Tiltill-Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile). Mapas Geológicos, No. 11, 1 mapa escala 1:100.000, 1 anexo, Santiago.
- Zamora Valcarce, G.; Zapata, T.; Del Pino, D.; Ansa, A. 2006. Structural evolution and magmatic characteristics of the Agrio Fold-and-thrust belt. en: *Evolution of an Andean Margin: A Tectonic and Magmatic View From the Andes to the Neuquén Basin* (35° - 39° Lat. S) (Kay, S. M., Ramos, V. A., editores). Geological Society of America, Special Paper 407: 125-145.
- Zamora Valcarce, 2007. Estructura y cinemática de la faja plegada del Agrio. Ph. D. Thesis (Unpublished), Universidad de Buenos Aires. 304 p.

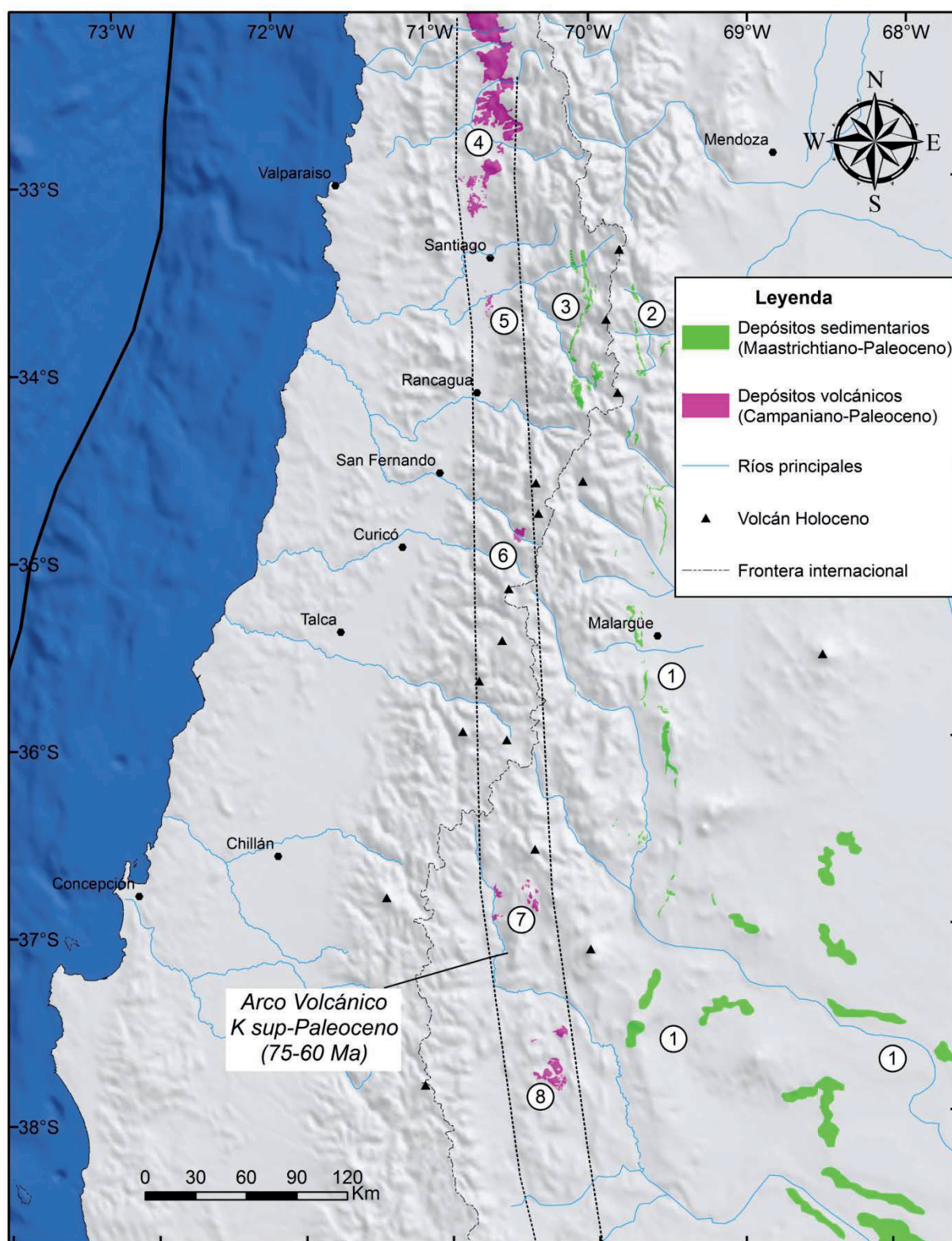


Figura 1. Distribución de los afloramientos del Cretácico Superior-Paleoceno en el margen occidental de Sudamérica, entre 32° y 38°S. Basado en: Aguirre-Urreta et al. (2011), Charrier et al. (2007), Wall et al. (1999), Sellés & Gana (2001), Tapia (2015), Tunik (2003), Zamora Valcarce et al. (2006). Referencias mapa: 1. Gr. Malargüe, 2. Fm. Saldeño, 3. Fm. Colimapu, 4. Fms. Salamanca y Lo Valle. 5. Estratos del Cordón de los Ratones, 6. Unidad Guanaco, 7. Serie Andesítica, 8. Gr. Naunauco.