



**PALEOMAGNETISMO Y ROTACIONES TECTONICAS EN LA CORDILLERA DE DOMEYKO,
ENTRE LOS 26° Y 27° S, REGION DE ATACAMA, CHILE**

Fernández, R.¹, Roperch P.², Mpodozis, C.³, Tomlinson, A.³

INTRODUCCION

En años recientes, estudios paleomagnéticos realizados en el norte de Chile (22°- 27° 30'S) han reportado la existencia de una persistente rotación tectónica de bloques en sentido horario. En la Cordillera de la Costa los datos provienen de sitios caracterizados por afloramientos de rocas intrusivas y volcánicas del Jurásico-Cretácico (1, 2, 3), mientras que estudios llevados a cabo más al este (Depresión Intermedia y Cordillera de Domeyko), han muestreado rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias del Triásico al Cenozoico superior (Neógeno) (4, 5, 6, 7). Datos publicados por Randall y otros (1) para la Cordillera de la Costa entre los 26° y 27°S han permitido documentar rotaciones tectónicas de bloques, en sentido horario, variables entre 34° y 50°. Para explicar este patrón los autores citados elaboraron un modelo donde la rotación se explicaría según un sistema de "bloques en dominó" separados por fallas de orientación NW y limitados al W y E por fallas de rumbo sinistral, paralelas a la fosa, que habría acomodado la deformación del margen en el Cretácico medio a tardío. Una de las fallas maestras del sistema sería una falla o zona de fallas que se ubicaría en el borde este de la Cordillera de La Costa (Central Valley Shear Zone, CVSZ).

Sin embargo aunque, efectivamente, los trabajos de mapeo efectuados en la zona han permitido poner en evidencia algunas fallas NW, estos no han encontrado evidencias que soporten la existencia de la CVSZ, factor de importancia para el modelo de rotaciones en dominó. Trabajos efectuados por los autores de esta contribución, al este de la Cordillera de la Costa, en la Depresión intermedia (zona de Inca de Oro), Cordillera de Domeyko (Sierra de Agua Amarga, Potrerillos, La Coipa) y las cuencas cerradas de Maricunga y Pedernales en la zona occidental del Altiplano (7, 8, 9) han permitido comprobar la existencia de un sistemático, pero heterogéneo, patrón de rotaciones horarias al este de la supuesta CVSZ. En esta contribución se dan a conocer los resultados preliminares de esos estudios y se discute su significado tectónico.

MUESTREO PALEOMAGNETICO

En la Figura 1 se presenta un mapa geológico simplificado de la zona comprendida entre Inca de Oro, por el oeste, y la región de los salares Maricunga y Pedernales, por el este, indicando la ubicación de los sitios donde se recolectaron muestras orientadas para análisis paleomagnético. En cada uno de estos, con un total de 81, se tomó un promedio de 9 muestras orientadas. El muestreo abarcó una gran variedad de tipos litológicos incluyendo ignimbritas, lavas, tobas, areniscas, calizas e intrusivos, con edades comprendidas entre el Jurásico medio y el Mioceno. Las muestras fueron, posteriormente, estudiadas en el Laboratorio de Paleomagnetismo del IRD-Departamento de Geología (Universidad de Chile, Santiago) donde se analizó el magnetismo remanente natural y la susceptibilidad magnética, y se efectuó la demagnetización paso a paso de las muestras utilizando, tanto el método de aplicación de campo alternante (17 sitios), como el método térmico (64 sitios). De este modo se logró estimar la dirección característica en el 70% de los sitios muestreados, el restante 30% fue desestimado por presentar un comportamiento magnético demasiado inestable, alta dispersión de los valores o estar remagnetizado por rayos.

RESULTADOS

A partir del cálculo de promedios entre sitios compatibles, se lograron establecer 19 localidades paleomagnéticas (Figura 2). Las declinaciones obtenidas en cada localidad, fueron corregidas según la curva

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

² IRD/ Departamento de Geología. Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803. Santiago.

³ Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Providencia, Santiago.

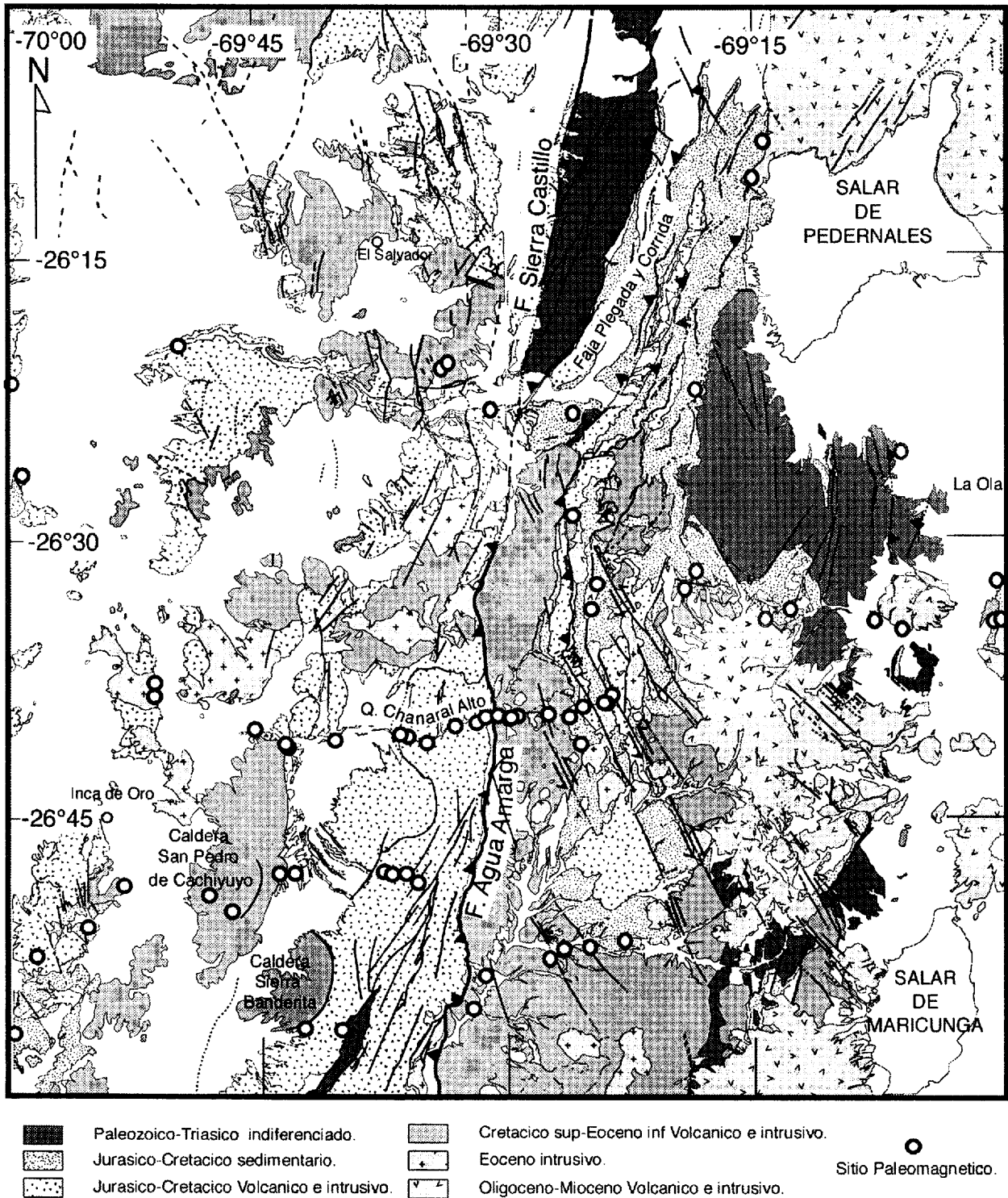


Figura 1: Mapa geológico simplificado y muestreo paleomagnético.

de deriva aparente del polo geomagnético, publicada por Roperch *et al.*, (10). Cabe destacar que los polos de referencia empleados para el Paleoceno y Eoceno son significativamente distintos del polo propuesto recientemente por Randall (11) para el Paleógeno. El uso de dicho polo disminuiría la rotación horaria en aproximadamente 12°, aunque ese polo pareciera ser poco preciso y confiable.

Los resultados obtenidos muestran la ocurrencia de una persistente rotación horaria de bloques, de magnitud variable entre 10° y 55° a la escala de la zona estudiada (Figura.2). Sólo 2 localidades (5 y 6), ubicadas en las cercanías de La Ola, en la parte oriental de la zona estudiada, se caracterizan por una débil rotación antihoraria (-5° , -7° , Figura 2). Fenómenos de remagnetización, de común ocurrencia, son la consecuencia tanto a efectos térmicos localizados inducidos por el emplazamiento de intrusivos eocenos como por procesos de alteración hidrotermal. Los vectores magnéticos, en las localidades afectadas por remagnetización (A, B, C, D, Figura 2) no muestran evidencias de rotación, indicando que dicho proceso es posterior a la deformación transpresiva sinistral que afectó a la zona durante el Eoceno, produjo desplazamientos a lo largo de las fallas Sierra del Castillo y Agua Amarga y originó la Faja Plegada y Corrida de Potrerillos (8, 9, Figura 2)

DISCUSION

El sector norte de la zona, que coincide con la Faja Plegada y Corrida de Potrerillos (FPCP; Figuras 1 y 2), presenta vectores magnéticos (28° , 24°) orientados paralelamente al rumbo NNE de las fallas inversas y ejes de pliegues de la FPCP (Localidades 1 y 2; Figura 2). En cambio, al sur de Quebrada Asientos, donde el estilo estructural está dominado por una familia de fallas subverticales de rumbo NW y fallas E-W, de segundo orden, dextrales (7, 8, 9), el patrón de rotaciones es más heterogéneo (Localidades 3, 4, A y C; Figura 2). Este patrón también es complejo en la región comprendida entre la Falla Agua Amarga e Inca de Oro (Figura 2), donde, los valores similares de las rotaciones presentes en las localidades 8 (21°) y 12 (22°) sugiere la presencia de un mecanismo de rotación regional. Sin embargo, la rotación de 55° detectada, en esa zona, en el panel de lavas e ignimbritas paleocenas inclinadas al oeste, que afloran en el borde oriental de la caldera San Pedro de Cachiyuyo (localidad 7, Figura 2), representaría el efecto de la compleja tectónica local. La variabilidad local de las rotaciones está indicada, además, por el hecho de que muestras recolectadas en otra de las calderas paleocenas (Caldera Banderita, Localidad 10, Figura 2) presentan, una rotación horaria de sólo 10° (Figura 2)

La zona al sur de Inca de Oro, en el extremo SW de la zona estudiada presenta nuevamente, como en la FPCP, un patrón de rotaciones homogéneas pero, de magnitud hasta casi 15° mayor que en la FPCP (37° , 36° , 34° , Localidades 11, 13, 14, Figura 2). En promedio, las rotaciones obtenidas en esa zona (36°) son mayores a cualquier promedio que pueda calcularse más al este. En efecto, al este de Inca De Oro, dicho promedio disminuye a 22° , aumenta a 34° cerca de la falla Agua Amarga, disminuye a 25° en la zona de Potrerillos, y termina en -6° en la zona comprendida entre los salares Maricunga y Pedernales (Figura 2).

A escala aún mayor y considerando los resultados de la totalidad de los estudios paleomagnéticos disponibles entre los 25° y 27° S (este trabajo, 1, 3), se observa que dicha tendencia regional es consistente con el hecho de que las rotaciones documentadas por (1) en la Cordillera de la Costa alcanzan un promedio de 41° (Figura 1). Esta tendencia regional, sin embargo, no es necesariamente aplicable a escala local, debido a la participación de mecanismos de menor alcance en la génesis de las rotaciones.

Las leves rotaciones antihorarias (del orden de -7°) obtenidas en el sector más oriental del área estudiada (Figura 2) sugieren que las rotaciones horarias en esta región no habrían afectado la zona altiplánica, aunque se requieran mayores estudios para confirmarlo. De igual modo, y considerando los resultado obtenido en las localidades A, B, C y D, en las que se aisló un vector característico producto de un evento de remagnetización eoceno, se deduce que, en la zona, no habría ocurrido rotación tectónica de bloques con posterioridad al Eoceno superior.

Esta interpretación es consistente con los resultados paleomagnéticos obtenidos en 10 sitios muestreados en ignimbritas del Mioceno inferior expuestas tanto en la zona altiplánica como en la Cordillera de Domeyko (Figuras 1, 2). Las ignimbritas se enfrían rápidamente de tal modo que guardan un registro instantáneo de la dirección y polaridad del campo magnético terrestre existente al momento de su emplazamiento. Los estudios paleomagnéticos de ignimbritas constituyen, por lo tanto, una útil herramienta para su correlación regional y también para la detección de eventos de deformación posteriores a su emplazamiento. Las concordancia de las direcciones paleomagnéticas obtenidas en muestras de ignimbritas miocenas proveniente de lugares tan distantes como Río Frío y La Ola (Figura 1) confirman la falta de deformación y la ausencia de rotaciones diferenciales en esta zona de los Andes, al menos desde el Mioceno inferior.

CONCLUSIONES

El estudio paleomagnético de la Precordillera, Cordillera de Domeyko y borde occidental del Altiplano en la zona norte de la Región de Atacama (26° - 27° S) permite documentar la existencia de un campo regional de

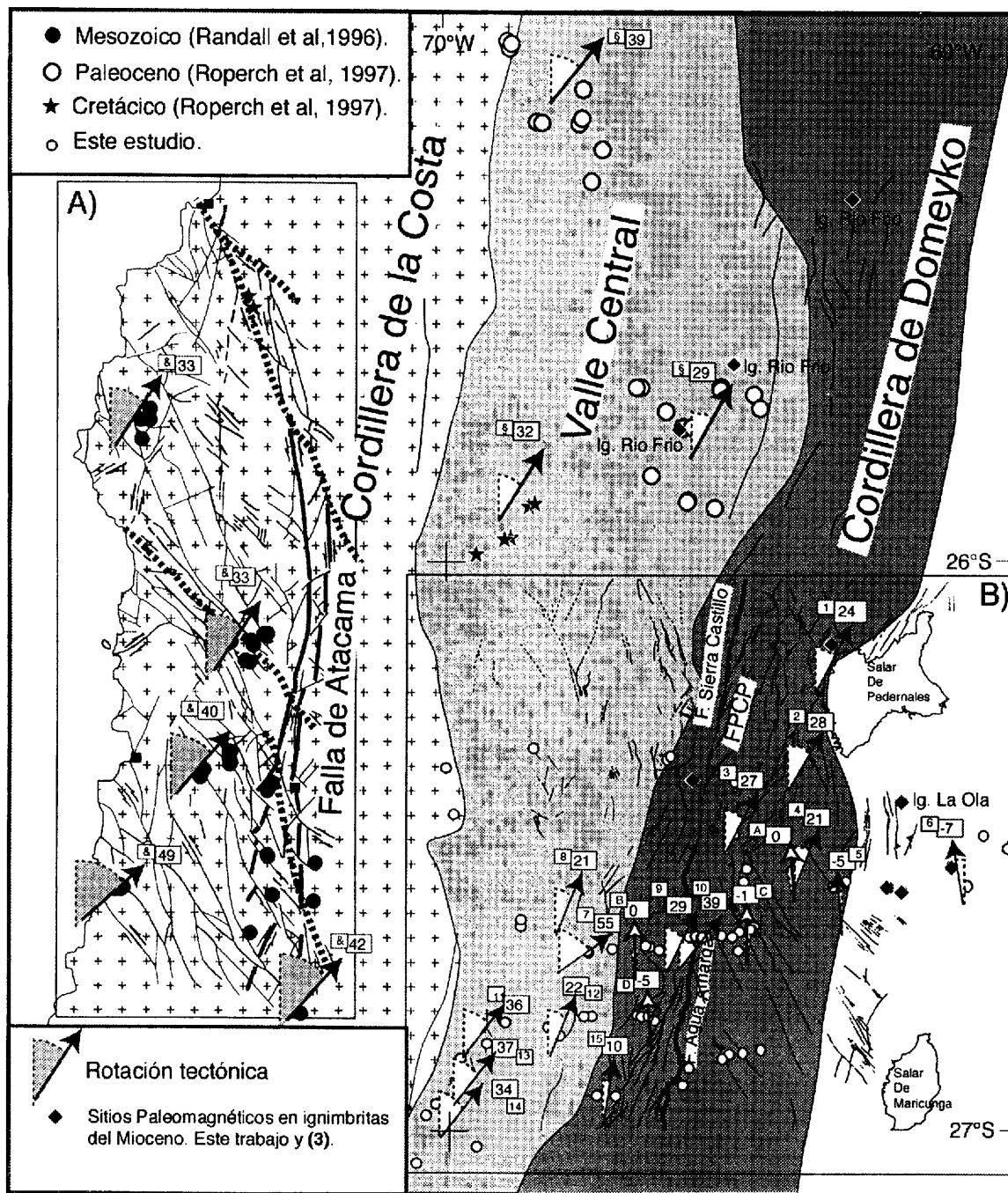


Figura 2: Rotaciones tectónicas en el Antearco del Norte de Chile entre 25° y 27°S. El recuadro (A) corresponde al estudio de Randall et al, 1996. El recuadro (B), este trabajo; las localidades A, B, C, y D (flechas abiertas), están remagnetizadas, y no presentan evidencias de rotación. Las localidades §, fueron muestreadas por Roperch et al, 1997. FPCP: Faja Plegada y Corrida de Potrerillos. Los datos paleomagnéticos de las ignimbritas no son presentados en esta figura.

rotaciones tectónicas de bloques en sentido horario, ocurridas, a lo menos, entre el Cretácico tardío, y el Eoceno, sin que existan evidencias de rotaciones tectónicas posteriores al Eoceno superior. La variabilidad en la magnitud de la rotación entre sitios aledaños señala la presencia de una importante componente de deformación local sobrepuesta a mecanismos tectónicos de alcance regional.

La magnitud de las rotaciones disminuye, progresivamente, de oeste a este, desde 41° en la Cordillera de la Costa y 28° en la Cordillera de Domeyko, hasta ser prácticamente nula en la zona altiplánica. El significado de este gradiente regional en la magnitud de las rotaciones no puede ser explicado, simplemente, con los modelos de deformación en estilo dominó propuestos en trabajos previos efectuados en la Cordillera de la Costa, al oeste de la región estudiada.

Investigación financiada por Fondecyt (Proyecto 1970002) IRD y Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin).

REFERENCIAS

1. Randall, D. E.; Taylor G. K. 1996. Major crustal rotations in the Andean margin: Paleomagnetic results from the Coastal Cordillera of northern Chile: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 101(B7), p. 15783 – 15798.
2. Roperch, P.; Dupont – Nivet, G.; Pinto, L. 1997. Rotaciones Tectónicas en el norte de Chile: VIII Congreso Geológico Chileno, Actas, Vol. 1, p. 241 – 245, Antofagasta.
3. Turner, P.; Clemmey, H.; Flint, S. 1984. Paleomagnetic studies of a Cretaceous molasse sequence in the Central Andes (Coloso formation, northern Chile): *Journal of the Geological Society of London*, Vol. 141, p. 869 – 876.
4. Arriagada, C.; Roperch, P.; Mpodozis, C. 1999. Clockwise block rotations along the eastern border of the Cordillera de Domeyko, between 22° 45' and 23° 30' (Chile): *Proceedings, Fourth International Symposium of Andean Geodynamics (ISAG)*, p. 56 – 59. Gottingen.
5. Hartley, A. J.; Jolley, E. J.; Turner, P. 1992. Paleomagnetic evidence for rotation in the Precordillera of northern Chile: Structural constraints and implications for the evolution of the Andean forearc: *Tectonophysics*, Vol. 205, p. 49 – 64.
6. Riley, P.D.; Beck, M.E. Jr.; Burmester R. F. 1993. Paleomagnetic evidence of vertical axis block rotations from the Mesozoic of northern Chile: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 98(B5) p. 8321 – 8333.
7. Cornejo, P.; Mpodozis C.; Ramirez C. F.; Tomlinson A. J. 1993. Estudio geológico de la región de El Salvador–Potrerillos: Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR93-1, 258 p., Santiago.
8. Mpodozis, C.; Tomlinson, A. J.; Cornejo, P. C. 1994. Acerca del control estructural de intrusivos eocenos y porfidos cupríferos en la región de Potrerillos-El Salvador: VII Congreso Geológico Chileno, Actas, Vol II, p. 1596 – 1600, Concepción.
9. Tomlinson, A.; Mpodozis, C.; Cornejo, P.; Ramirez, C.; Dumitru, T. 1994. El sistema de fallas Sierra Castillo – Agua Amarga: Transpresión sinistral eocena en la precordillera de Potrerillos – El Salvador: VII Congreso Geológico Chileno, Actas, Vol II, p. 1459 – 1463, Concepción.
10. Roperch, P.; Carlier, G. 1992. Paleomagnetism of Mesozoic Rocks From the Central Andes of Southern Peru: Importance of Rotations in the Development of the Bolivian Orocline: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 97(B12) p. 17233 – 17249.
11. Randall, D. E. A new Jurassic-Recent apparent polar wander path for South America and a review of central Andean tectonic models. *Tectonophysics*, Vol. 299, p. 49 – 74.