



**UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE**

Departamento de Ciencias Geológicas  
VIII Congreso Geológico Chileno  
1997



**ACTAS VOL III**  
Simposio Final Proyecto G.C.P. 2/5  
Evolución Tectónica de los Andes  
Páginas 1671-1675

## INTERPRETACION GEODINAMICA DEL EVENTO COMPRESIVO QUECHUA A 7 Ma EN LOS ANDES CENTRALES DE BOLIVIA

Alain LAVENU \*, Nicole VATIN-PERIGNON \*\*1

El margen activo de los Andes Centrales se caracteriza por una subducción de la placa Nazca por debajo de la placa Sudamericana desde por lo menos el Jurásico superior o el Cretácico inferior. A partir de la anomalía 7 hasta la anomalía 3, entre Chile y Ecuador, existe un aumento de la tasa de convergencia que corresponde al período tectónico compresivo Quechua (1) con el cambio de la placa Farallon en placa Nazca y la abertura del Océano Pacífico Este.

Desde 10 Ma hasta el Presente, la dirección de convergencia quedó N78°E y actualmente la tasa de convergencia es 7.8 cm/a (2). A partir de 10 Ma hubo una aceleración de la convergencia sin cambio de dirección significativo. El buzamiento de la placa subductada al nivel de los Andes Centrales (15°-18°S) es de 30°. El evento tectónico a 7 Ma corresponde al inicio de una disminución de velocidad que aparentemente no se traduce por una variación significativa de la tasa de convergencia a lo largo de los Andes Centrales.

En lo que concierne las anomalías magnéticas, la corteza oceánica tiene una edad entre 36 y 44 Ma y no varía hasta el Presente; por lo tanto no es un criterio de cambio a 7 Ma.

La tectónica Quechua afecta la Cadena Andina desde el Oligoceno terminal hasta el Presente. Este período se caracteriza por una intensa actividad magmática efusiva y intrusiva. Tectónicamente, este período corresponde a la estructuración de los Andes tal como se presentan hoy en día, debido a un largo período de deformación en compresión que afecta los Andes centrales en su totalidad.

Trabajos recientes concluyen a una sedimentación oligo-miocena en régimen tectónico en compresión entre 27 y 19 Ma (3, 4) y entre 16 y 13 Ma (5). Sin embargo, la gran acumulación de sedimentos oligo-miocenos en el Altiplano boliviano, estimada entre 6 y 15 km de espesor (6) necesita una subsidencia importante y un régimen tectónico en extensión durante este período (6, 7, 8).

Entre 10 y 5 Ma, se nota una aceleración del levantamiento de la Cordillera Oriental en relación al Altiplano (5). Este período de deformaciones importantes corresponde al emplazamiento de un magmatismo voluminoso y al aumento de la deformación en la zona subandina con grandes estructuras de acortamiento. La dirección principal de acortamiento es E-W. En el norte de Bolivia y sur del Perú esta dirección cambia a NE-SW. Este cambio se debe a un acomodamiento de la trayectoria de  $\sigma_1$  cerca de grandes estructuras tal como las deflexiones de Sta Cruz o Abancay (9, 7) y/o por rotaciones de bloques posteriormente a la tectónica Quechua a 7 Ma (10).

A los 7 Ma se nota en toda la Cordillera una discordancia angular (11, 7) que corresponde a un evento tectónico breve, resultado de un aumento de la intensidad de la deformación. Este período, entre 8 y 6 Ma, corresponde también a un período esencial en la estructuración de la cadena, de la zona subandina y del frente amazónico de la Cordillera. En el mismo tiempo, un importante magmatismo per-aluminoso, que corresponde a una fusión de corteza, se desarrolla en el

<sup>1</sup> \* ORSTOM, casilla 53390 correo central, Santiago 1 Chile. e-mail : alavenu@dgf.uchile.cl

\*\* UFR de Géologie & Laboratoire de Géodynamique des Chaînes alpines (UPRES 5025, CNRS) 15 r. M. Gignoux 38031 Grenoble France.



borde NE del Altiplano y en la Cordillera Oriental (Mesetas de Morococala y de Los Frailes). Este evento tectónico corresponde al paroxismo de un período tectónico compresivo cuyos efectos abarcan toda la cadena: en Colombia, en Ecuador, en Perú, en Bolivia, en Argentina y en Chile.

El período tectónico Quechua corresponde a una aceleración de la convergencia entre la placa Nazca y la placa sudamericana, después del cambio de dirección de convergencia a los 26 Ma (anomalía 7). La convergencia se caracteriza por una tasa importante, superior a 8 cm/a hasta 11 cm/a a los 10°S y una dirección casi perpendicular a la fosa Perú-Chile o sea N80°E hasta la anomalía 5 a 10.5 Ma y N78°E hasta el Presente (2). Para Sébrier y Soler (13), durante este paroxismo tectónico (período Quechua) el desplazamiento de la placa sudamericana hacia el oeste (tasa de abertura rápida del Océano Atlántico ecuatorial) está compensado por el acortamiento de los Andes. Para estos autores, "the retreat of the Nazca slab is weak or even blocked (i.e. the westward migration of the trench) and the slab is broken". Durante el mismo tiempo, la llegada de la Dorsal de Nazca en la fosa peruana no parece desarrollar deformaciones particulares en la cordillera.

A partir de 7 Ma, en los Andes Centrales de Bolivia, las tobas presentan anomalías magmáticas: las variaciones de elementos tales Ta, Th, Hf y Zr muestran una influencia de la cuña mantélica, de la corteza oceánica y de la corteza continental.

Durante el Oligoceno, el buzamiento de la placa subductada es regular y sin ruptura. La sedimentación importante en el Altiplano (esp. 10 km) se hace a lo largo de grandes fallas normales.

Hacia 10-8 Ma se produce una aceleración de la convergencia ligada a una posible ruptura del "slab". Se nota una compresión en toda la cadena andina.

Entre 7 y 3 Ma, las tobas del Altiplano y de la cuenca de La Paz corresponden a un magmatismo diferente, lo que implica fuentes diferentes según la ubicación y el buzamiento de la placa subductada.

Hacia 2.5 Ma, el fin del período compresivo Quechua afecta la cordillera de manera débil.

Las Tobas Los Frailes, de 7 a 4 Ma, corresponden a una fusión de la corteza sin participación de la placa subductada. Esto podría ser la consecuencia de la ruptura de la corteza subductada. La "subducción continental" del Escudo brasilero por debajo de los Andes centrales y un recalentamiento de la corteza superior favorecería el comienzo del volcanismo ácido de Los Frailes.

## REFERENCIAS

- 1 - Noblet C., Lavenu A., Marocco R. 1995. Concept of continuum as opposed to periodic tectonism in the Andes. *Tectonophysics*, 255, 65-78.
- 2 - DeMets C., Gordon R.G., Argus D.F., Stein S. 1990 Current plate motions: *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- 3 - Sempéré T., Hérail G., Oller J., Bonhomme M.G. 1990. Late Oligocene-early Miocene major tectonic crisis and related basins in Bolivia. *Geology*, 18, 946-949.
- 4 - Baby P., Sempéré T., Oller J., Barrios L., Hérail G., Marocco R. 1990. Un bassin en compression d'âge oligo-miocène dans le sud de l'Altiplano bolivien. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 311, 341-347.
- 5 - Hérail G., Soler P., Bonhomme M.G., Lizca J. 1993. Evolution géodynamique de la transition entre l'Altiplano et la Cordillère orientale au nord d'Oruro (Bolivie). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 317, 515-522.
- 6 - Lavenu A., Marocco R. 1984. Sédimentation continentale et tectonique d'une chaîne liée à une zone de subduction: l'exemple des Andes centrales (Pérou-Bolivie) pendant le Tertiaire. *Bull. Centre Rech. Expl.-Produc. Elf-Aquitaine*, 8, 57-70.

- 7 - Lavenu A., Mercier J. 1991. Evolution du régime tectonique de l'Altiplano et de la Cordillère orientale des Andes de Bolivie du Miocène supérieur à l'Actuel. Un effet des forces de gravité et des forces aux limites. *Géodynamique*, 6, 1, 21-55.
- 8 - Rochat P., Baby P., Héral G., Mascle G., Aranibar O., Colletta B. 1996. Genesis and kinematic of the northern bolivian Altiplano. *Third ISAG*, St Malo, Fr., 473-476
- 9 - Lavenu A. 1988. Etude tectonique et néotectonique de l'Altiplano et de la Cordillère Orientale des Andes boliviennes. *Trav. Doc. Microfichés ORSTOM*, 28, 420 p.
- 10 - Roperch P., Carlier G. 1992. Paleomagnetism of Mesozoic rocks from the central Andes of Southern Perú: importance of rotations in the development of the Bolivian orocline. *J. Geophys. Res.* 97, 17233-17249.
- 11 - Ramos V. 1989. Andean foothills structures in Northern Magallanes Basin. Argentina: AAPG. *Bull.* 73, 7, 887-903.
- 12 - Pardo-Casas F., Molnar P. 1987. Relative motion of the Nazca (Farallon) and south American plates since late Cretaceous time. *Tectonics*, 6, 3, 233-248.
- 13 - Sébrier M., Soler P. 1991. Tectonics and magmatism in the Peruvian Andes from Late Oligocene time to the Present. *G. S. A., Sp. Paper*, 265, 259-278.