

XVIII Congreso Peruano de Geología

Geometría y cinemática de la deformación subandina durante el Cenozoico en el sistema de ante-pais Ucayali-Acre (Perú-Brasil): Nuevos datos de termocronología y restauración secuencial

Christian Hurtado ¹, Patrice Baby ², Ysabel Calderón ³, Esteban Gobbo ⁴, Rolando Bolaños ⁵, Javier Jacay ⁶ y Carlos Monges ⁷

- ¹ Instituto de Geociências, Universidade de Brasilia, Campus Universitário Darcy Ribeiro CEP 70.910-900 Brasília DF-Brasil (christian.hurtdo.enriquez@gmail.com)
- ² Institute de Recherche pour le Développement (IRD) Calle 17 N° 455, Urbanización Corpac, San Isidro, Lima-Perú (patrice.baby@ird.fr) ³ PERUPETRO S.A., Calle Luis Aldana 380 San Borja, Lima-Perú (ycalderon@perupetro.com.pe)
- ⁴ Gran Tierra Energy Perú, Calle Andrés Reyes 437 San Isidro, Lima-Perú (estebangobbo@grantierra.com)
- ⁵ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela Cda. 34 s/n Lima Cercado, Lima-Perú (j_jacay@yahoo.com)
- ⁶ Geólogo Consultor, Calle Guillermo Faure 102 San Borja, Lima-Perú (rbolanoszapana@gmail.com)
- ⁷ Zorritos Peru Holdings Inc, Lima-Perú (carlosmonges56@gmail.com)

1. Introducción

El extremo oriental de los Andes Centrales se caracteriza por un sistema de retro-cuenca de ante-país representado por un fuerte acortamiento y constituido por la zona Subandina (wedge-top) y la cuenca de foredeep amazónica. El área de estudio se ubica en la Cordillera Oriental y la cuenca amazónica, entre los paralelos 08° y 10° de latitud sur y los 72° y 76° de longitud oeste. Este segmento de la cuenca amazónica está conformado por la cuenca Ucayali (Perú) y la cuenca Acre (Brasil) que se encuentran separadas por las montañas del Moa-Divisor. La cuenca Ucavali se subdivide en dos sub-cuencas: al Oeste la subcuenca Pachitea y al Este la sub-cuenca Ucavali sur, divididas por la montaña del Sira. Como resultado de los estudios de estas cuencas se ha obtenido un análisis geométrico y cinemático de la zona actual de wedge-top del sistema de ante-país andino-amazónico. En este contexto, el sistema Ucavali-Acre está limitado al Oeste por el "backstop" de la Cordillera Oriental, hacia el Este por la cuenca Solimoes, al Norte limita con la cuenca Marañón y hacia el Sur, el Arco de Fitzcarrald (Espurt et al., 2007) la separa de la Cuenca Madre de Dios.

2. Datos Adquiridos

Los datos usados corresponden tanto a información de la geología de superficie y del subsuelo. La información de superficie se ha obtenido de las campañas de campo realizadas en la carretera Tingo María - Aguaytia por el grupo de IRD-PETROLIFERA-PERUPETRO entre los años 2013-2014, donde se realizó un reconocimiento de la estratigrafía junto con la adquisición de datos estructurales y toma de muestras para realizar los análisis de trazas de fisión en apatitos (AFTA). La información de subsuelo ha sido interpretada en el marco del convenio IRD-PETROLIFERA- PERUPETRO para el estudio de la cuenca Ucavali, empleando además las publicaciones de la Agencia Nacional de Petróleo de Brasil para la cuenca Acre (12° Proceso de Licitaciones de la ANP). La información está compuesta por 7 secciones sísmicas que han sido calibradas con 8 pozos (Chio1-X, San Alejandro 1-X, Los Angeles 1-X, Agua Caliente 1-X, Agua Caliente 31-D, Tamaya 1-X, Yahuish 1-X y Rio do Moura) que se distribuyen a lo largo de la sección estructural que atraviesa las cuencas Ucayali y Acre. Se colectaron 8 muestras de rocas para los análisis de trazas de fisión sobre apatitas (AFTA) de los afloramientos entre el borde de la Cordillera Oriental hasta el corrimiento frontal de la zona Subandina. Las muestras fueron adquiridas de las rocas detríticas pre-cretácicas asignadas al Grupo Mitu – Nia Inferior y Formación Sarayaquillo, con el objetivo de determinar las edades de la exhumación de los corrimientos en la zona Subandina.

3. Metodología de Trabajo

Empleando el software Midland Valley "2D Move" se ha elaborado una sección estructural regional de 500 km de longitud y con orientación SW-NE (Figura 1), habiendo integrado datos de geología de superficie y subsuelo. Se debe considerar que la técnica de secciones balanceadas permite "modelar estructuras a partir de una sección estructural deformada (deformación finita), la cual permite restaurar la sección a un estado inicial no deformado y simular su deformación" (Gil Rodríguez, 2002). Para la reconstitución de la cinemática de la deformación, se utilizó el análisis de los estratos de crecimiento identificados en algunas secciones sísmicas y los resultados de los análisis de trazas de fisión sobre apatitas (AFTA) realizadas en las muestras tomadas de las diferentes escamas que afloran en la zona Subandina. El entendimiento de la geometría de los estratos de crecimiento brinda una información muy valiosa sobre la historia de levantamiento en un sistema de Faja Plegada y Corrida. Los datos de termocronología obtenidos a partir de Trazas de Fisión sobre Apatitas (TFA) son usadas para conocer el "timing" de los movimientos verticales de la parte superior de la corteza (Fitzgerald et al., 1995; Tippett et Kamp, 1995). Las edades de TFA corresponden a edades mínimas de exhumación para el último paso encima del isotermo 120°C (Green et al., 1986). En cambio, para temperaturas comprendidas entre 120°C y 60°C, la edad de TFA esta rejuvenecida con poco significado geológico y es necesario realizar una modelización de la evolución tiempo-temperatura (t-T). Un enfriamiento rápido es generalmente interpretado como el resultado de un levantamiento y de una erosión de rocas en respuesta a la tectónica local o regional (Burtner et al., 1994; Brandon, 2002; O ' Sullivan et al., 2000; Ehlers et al., 2005; Spotila, 2005).

4. Resultados

La sección transversal balanceada se caracteriza por presentar un dispositivo de inversión de rift Permo-Triásico hacia la zona occidental (Cordillera Oriental), que forma el "backstop" que transmite el acortamiento hacia la zona Subandina, el cual está conformada por un sistema de imbricaciones (thin-skinned tectonics) que se conectan sobre un nivel de despegue de evaporitas del Pérmico terminal (Hurtado et al. 2014) y constituye el techo de un dúplex profundo (Figura 1). Este dúplex ha sido erosionado y preservado bajo la superficie de erosión de la base del Cretácico (basal foreland breakup unconformity). Hacia la parte oriental, la sección muestra un sistema de corrimientos profundos que generan estructuras de basamento (thick-skinned tectonics). La sección estructural presenta actualmente un acortamiento horizontal total de 59 kilómetros. Esta cantidad de acortamiento fue repartido de tal manera que 45 Km de este acortamiento está transferido a las imbricaciones de la zona Subandina (upper thrust wedge) y 14 Km en el sistema de corrimientos profundos (lower thrust wedge) que generan las estructuras de San Alejandro, Agua Caliente, Tamaya y Moa-Divisor (límite entre las cuencas Ucayali y Acre). Los resultados muestran edades de exhumación de 14 Ma para la Cordillera Oriental. Las imbricaciones de la zona Subandina presentan edades de exhumación que varían entre 8 a 3 Ma (Figura 1). La Montaña del Shira presenta una última exhumación a los 10 Ma según Gautheron et al. (2013). Las interpretaciones realizadas en los estratos de crecimiento de la estructura Tamaya muestran una deformación inicial en el Mioceno-Plioceno reactivada recientemente. Para la restauración secuencial (Figura 1), la fase inicial de la sección transversal balanceada corresponde a la configuración del Eoceno Medio durante la depositación de la Formación Pozo que sello una discordancia regional (Christophoul et al. 2002). La segunda etapa corresponde al Mioceno Medio - Superior, donde los eventos de exhumación fueron registrados en el borde de la Cordillera Oriental (14 Ma) y las estructuras de basamento de San Alejandro y Agua Caliente (10 Ma). La tercera etapa corresponde al Plioceno con la exhumación de los corrimientos que conforman la zona Subandina junto con el levantamiento del Moa Divisor que divide a las cuencas Ucayali y Acre. Se ha reconocido también el desarrollo de estratos de crecimiento para la estructura de Tamaya. La cuarta etapa está representada por la sección actual o presente.

5. Conclusiones

La arquitectura estructural está caracterizada por un sistema de imbricaciones localizadas en la zona Subandina junto con estructuras de basamento que se desarrollan en el ante-pais. El acortamiento horizontal total es de 59 km (11%). Los resultados de TFA muestran un desarrollo del prisma orogénico a partir de los 14 Ma (Mioceno) muy similar a lo acontecido en la cuenca Ucayali Sur. La sección corresponde a una Propagación "out of sequence" de la deformación que inició con el levantamiento de la Cordillera Oriental hasta el corrimiento frontal del Subandino. La tasa de acortamiento registrada desde el Mioceno hasta la actualidad es de 4.2 mm/yr. La subida rápida de nivel de base que produce la incursión marina (Formación Pozo) está controlada directamente por el reinicio y la aceleración de la deformación del prisma orogénico con el incremento generalizado de la tasa de sedimentación conformada por los depósitos continentales agradantes (formaciones Chambira e Ipururo).

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Dr. Patrice Baby por la confianza brindada en este proyecto, también a las compañías Perupetro S.A. y GranTierra Energy Perú por las facilidades para el desarrollo de este estudio.

Referencias

- Brandon, M.T. (1994). Decomposition of mixed grain-age distribution using Binomfit, On Track, 24, 13–18, 2002.
- Burtner, R.L., Nigrini, A., & Donelick, R.A. Thermochronology of lower Cretaceous source rocks in the Idaho-Wyoming thrust belt. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 78, p. 1613–1636.
- Christophoul F., Baby, P., & Davila, C. (2002). Stratigraphic responses to a major tectonic event in a foreland basin: the Ecuadorian Oriente Basin from Eocene to Oligocene times. Tectonophysics, Vol. 345 (1-4), 281-298.
- Ehlers T.A. (2005). Crustal thermal processes and the interpretation of thermochronometer data, in: Reiners P.W., and Ehlers T.A., eds., Low-temperature thermochronology: techniques, interpretations, and applications. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 58, 315–350.
- Espurt, N., Baby, P., Brusset, S., Roddaz, M., Hermoza, W., Regard, V., Antoine, P. O., Salas-Gismondi, R., & Bolaños, R., (2007). - How does the Nazca Ridge subduction influence the modern Amazonian foreland basin, Geology, 35, 515–518.
- Fitzgerald, P.G., Sorkhabi, R.B., Redfield, T.F., & Stump, E., (1995). Uplift and denudation of the central Alaska Range: A case study in the use of apatite fissiontrack thermochronology to determine absolute uplift parameters. Journal of Geophysical Research, v. 100, p. 20,175–20,191, doi: 10.1029/95JB02150.
- Gautheron, C; Espurt, N.; Barbarand, J.; Roddaz, M.; Baby, P., & Brusset, S. (2013).- Direct dating of thick-and thin-skin thrusts in the Peruvian Subandean zone through apatite (U-Th)/He and fission track thermochronometry. 39p.
- Gil R. W. (2002). Evolución lateral de la deformación de un frente orogénico: ejemplo de las cuencas subandinas entre 0° y 16° S. Sociedad Geológica del Perú, Publicación especial, 4, 146 p.
- Green, P.F., Duddy, I.R., Laslett, G.M., Hegarty, K.A., Gleadow, A.J.W., & Lovering, J.F., (1989). Thermal annealing of fission tracks in apatite: Part 4. Quantitative modelling techniques and extension to geological timescales: Chemical Geology, v. 79, p. 155–182.
- Hurtado, C., Baby, P., Calderon, Y., Bolaños, R., Pelliza, H., & Monges, C., (2014). - Arquitectura estratigráfica y estructural con un nuevo sistema petrolero en la zona noroccidental de la cuenca Ucayali. VIII INGEPET (GEO-EX-CH-04-N).
- Hurtado, C., Baby, P., Calderon, Y., Bolaños, R., Pelliza, H., & Monges, C., (2014). - The role of evaporite levels and precretaceous tructures in thrusts propagation of northerm Ucayali subandean basin, Perú. 24e Réunion des Sciences de la Terre-Pau-Francia.
- O'Sullivan, P.B., Gibson D.L., Kohn B.P., Pillans B., & Pain C.F., (2000). - Long-Term Landscape Evolution of the Northparkes Region of the Lachlan Fold Belt, Australia: Constraints from Fission Tra+ck and Paleomagnetic Data, the Journal of Geology, 108, 1–16
- Spotila, J.A., (2005). Applications of low-temperature thermochronology to quantification of recent exhumation in mountain belts, in: Reiners P.W., and Ehlers T.A., eds., Low-temperature thermochronology:

techniques, interpretations, and applications, reviews in Mineralogy.

Tippett, J.M., & Kamp, P.J.J., (1995). - Geomorphic evolution of the Southern Alps, New Zealand. Earth Surface Processes and Landforms, 20, 177–19

Ilustraciones

Figura 1: Restauración Secuencial de la sección balanceada Cordillera Oriental – cuenca Ucayali – cuenca Acre

