

# EDADES K-AR DE ROCAS INTRUSIVAS DE LA REGION DE COMAS-SATIPO (CORDILLERA ORIENTAL DEL PERU CENTRAL) IMPLICACIONES TECTONICAS

Pierre SOLER<sup>1</sup>, Michel G. BONHOMME<sup>2</sup> y Gérard LAUBACHER<sup>1</sup>

1. ORSTOM, UR 1H, 213 rue, Lafayette, 75010 Paris, Francia

2. Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux, 38000 Grenoble, Francia

En la parte oriental de la Cordillera Oriental del Perú central, en el área de Comas-Satipo, los terrenos sedimentarios del Permo-Carbonífero (grupo Ambo, formación Tarma y Grupo Copacabana) están afectados por una tectónica plicativa con esquistosidad y epimetamorfismo asociados. Los pliegues están recortados por intrusiones post-tectónicas que van desde gabros hasta granitos y luego cubiertos en discordancia por Capas Rojas cuya base está fechada en el Cretácico terminal.

Hasta ahora, según Mégard (1978), este plegamiento era atribuido a la fase tectónica "Peruana" del Cretáceo superior ( $\pm 80$  Ma).

Tres de estos macizos han sido fechados por el método K-Ar sobre minerales separados: el macizo cuarzo-diorítico a granodiorítico de Talhuis, el stock granítico de Equiscocha y el macizo tonalítico de Carrizal, dando edades de  $245 \pm 11$  Ma sobre biotita,  $253 \pm 11$  Ma sobre muscovita y  $233 \pm 10$  Ma sobre biotita respectivamente.

Como consecuencia, queda establecido que la deformación principal de esta parte de la Cordillera Oriental debe ser considerada como asociada al plegamiento tardi-hercínico y que los macizos fechados son intrusiones post-tectónicas del Pérmico superior - base del Triásico.

Estos nuevos datos modifican sensiblemente nuestro conocimiento del plegamiento tardi-hercínico y del magmatismo asociado, implican una reevaluación de la importancia de la "fase Peruana" y permiten replantear el problema de su cronología y de su unicidad.

## INTRODUCCION

En la parte oeste de la Cordillera Oriental del Perú central, el Paleozoico superior fue afectado, durante el Pérmico medio, por una tectónica de falla, esencialmente con movimientos verticales, a lo largo de accidentes NNO-SSE y por un levantamiento marcado por la transición entre una sedimentación marino detrítica (formación Tarma del Pensilvaniano) luego carbonatada de plataforma (formación Copacabana del Pérmico medio) y una sedimentación continental detrítica gruesa (grupo Mitu del Pérmico superior) sin discordancia generalizada (Mégard, 1978). En esta zona, los sedimentos mesozóicos yacen en concordancia sobre el Mitu. Este tipo de deformación tardi-hercínica ha sido también descrita más al sur en la zona de Cusco (Marocco, 1978) pero difiere totalmente de aquella observada en la Cordillera Oriental del Sur del Perú (Laubacher, 1978) y de Bolivia (Martinez, 1980) donde la tectónica tardi-hercínica es plicativa con desarrollo de esquistosidad y metamorfismo.

En la parte este de la Cordillera Oriental del Perú Central, al este del macizo Precámbrico del Huaytapallana, las formaciones Tarma y Copacabana han sido afectadas por una importante fase de deformación plicativa con una esquistosidad de fractura, localmente de flujo, y un metamorfismo de bajo grado (Mégard, op. cit.); luego han sido cortadas por macizos de granitoides post-tectónicos y finalmente cubiertas directamente en discordancia angular por sedimentos continentales finos rojos, las "Capas Rojas", cuya base está fechada en el Cretácico Superior gracias a carofitas (Mégard, op. cit.). Esta tectónica era hasta ahora considerada de edad Cretácico superior (Mégard, op.cit.).

Esta interpretación estaba basada en varias observaciones:

- Los estilos de la deformación que afecta al Paleozoico en los dos lados del macizo precámbrico son extremadamente diferentes, lo que inducía a atribuirles a dos episodios diferentes.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 43430 ex 1

Cote : B

19 FEB. 1996

- En la Cordillera Occidental y las Altas Mesetas de los Andes del Perú Central, se nota la transición, localmente con discordancia, entre una sedimentación de plataforma carbonatada de edad Turoniano - Santoniano y una sedimentación continental representada por las Capas Rojas cuya base está datada en el Cretácico superior en varios lugares.

- Se observa, en la zona costera y la vertiente Pacífica de los Andes, deformaciones que, desde hacía tiempo, habían sido atribuidas al "plegamiento Peruano" (Steinmann, 1929) pero cuya edad no estaba precisamente determinada.

Era así tentador considerar el conjunto de estos eventos como uno solo; el "plegamiento Peruano" de Steinmann (op. cit.), localizado en la zona costera y mal calzado en el tiempo se convirtió en la "fase Peruana" de Mégard (op. cit.), bien calzada en el tiempo ( $\pm 80$  Ma) y activa sobre el conjunto de la cadena.

Esta interpretación, generalmente aceptada, convertiría sin embargo la Cordillera Oriental del Perú Central en una zona muy peculiar que era difícil de integrar en un esquema general de la evolución de los Andes: en ningún otro sector de la Cordillera Oriental de los Andes Centrales, esta "fase peruana" ha sido observada y, desde el punto de vista de la tectónica de conjunto de la cadena, su presencia en la Cordillera Oriental del Perú Central era un enigma. Además, la edad tardi-cretácica de la deformación implicaba una edad fini-cretácica para los macizos de granitoides post-tectónicos que cortan el Paleozoico superior plegado y son anteriores a las Capas Rojas. En consecuencia, estos macizos debían de ser contemporáneos de aquellos del Batolito de la Costa (Cobbing et al., 1981; Pitcher et al., 1985), lo que desde el punto de vista de la génesis de los magmas a lo largo de la margen andina, planteaba serios problemas. Una manera simple de probar esta interpretación era datar estas intrusiones, lo que, paradójicamente, hasta ahora no se había hecho.

#### **DATOS RADIOCRONOLÓGICOS - EDAD DEL PLEGAMIENTO EN LA PARTE ESTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DEL PERU CENTRAL.**

Entre Comas y Satipo (figura), dos tipos de macizos cortan los terrenos paleozoicos superiores

plegados: por un lado grandes macizos con carácter batolítico, que presentan facies diferenciadas desde diorita hasta granodiorita, tales como los de Talhuis y Carrizal, por otro lado cuerpos de dimensiones más reducidas de granitos con muscovita, tales como el de Equiscocha. Las dataciones de tres de estas intrusiones han sido realizadas por el método K-Ar sobre fases separadas y purificadas. Los resultados aparecen en la tabla. Petrográficamente, nada permite suponer que fenómenos de "reset" (reequilibrado tardío) puedan haber ocurrido. Consecuentemente, las edades obtenidas deben ser consideradas, en primera aproximación, como las edades de emplazamiento de estas intrusiones, que son entonces de edad Pérmico superior-Triásico basal y contemporáneas con parte del grupo Mitu. Estas dataciones permiten un encaje muy preciso de la tectónica plicativa observada en la parte este de la Cordillera Oriental del Perú Central, sin equívoco posible y de edad Pérmico superior-Triásico inferior, la que, consecuentemente, participa del plegamiento tardi-hercínico.

#### **CONSECUENCIAS PARA LA TECTONICA Y EL MAGMATISMO TARDI-HERCINICOS.**

Este encaje cronológico demuestra que el plegamiento reconocido inicialmente en el Sur del Perú (Laubacher, 1978) y en el Norte de Bolivia (Martinez, 1980) y luego en el área de Lircay, al Sur-Oeste de la región estudiada (Mégard et al., 1983), tiene una extensión septentrional hasta alrededor de 11S. Sugiere que las partes este y oeste de la Cordillera Oriental del Perú Central han sido deformadas simultáneamente durante la fase tardi-hercínica; la parte oeste correspondería a una zona más externa de la orogénesis, la parte este a una zona más interna. Es lógico pensar que el ramal plegado tardi-hercínico se extiende desde el Sur del Perú hasta alrededor de 11S, y verosímilmente más al Norte, de manera oblicua con respecto a la cadena andina, aunque está en gran parte cubierto por los terrenos meso-cenozoicos.

Por otro lado, los conceptos actuales con respecto al magmatismo permo-triásico de la Cordillera Oriental del Perú (Carlier et al., 1982) deben ser en parte modificados. En efecto, a nivel del Perú Central, las únicas intrusiones que hasta ahora eran atribuidas al Permo-Triásico, eran macizos de granito porfiroide rosado con biotita, a menudo con carácter batolítico, tales como los de San Ramón, fechado en 246 Ma (método Rb-Sr; Capdevila et al., 1977), de

Llaupi y de Hualluniyoc (Mégard, op. cit.), reconocidos al Oeste y al Norte del sector estudiado. Al Norte de Comas (figura), el macizo de Talhuis aparece como intrusivo en la terminación sur del macizo de San Ramón. Los macizos de Talhuis y Carrizal serían entonces posteriores a los granitos de tipo San Ramón; por añadidura aparecen como menos evolucionados y nítidamente más alcalino que estos últimos, (Solér,

en preparación). Estos podrían constituir un tipo intermedio entre los granitos calco-alcalinos ricos en potasio tipo San Ramón (Capdevila et al., op. cit.) y los macizos francamente alcalinos (sienita nefelínica de Macusani) conocidos en el Sur del Perú (Laubacher, 1978; Kontak et al., 1984) pero no descritos a nivel del Perú Central. La cronología relativa del emplazamiento del pequeño macizo de granito con mus-

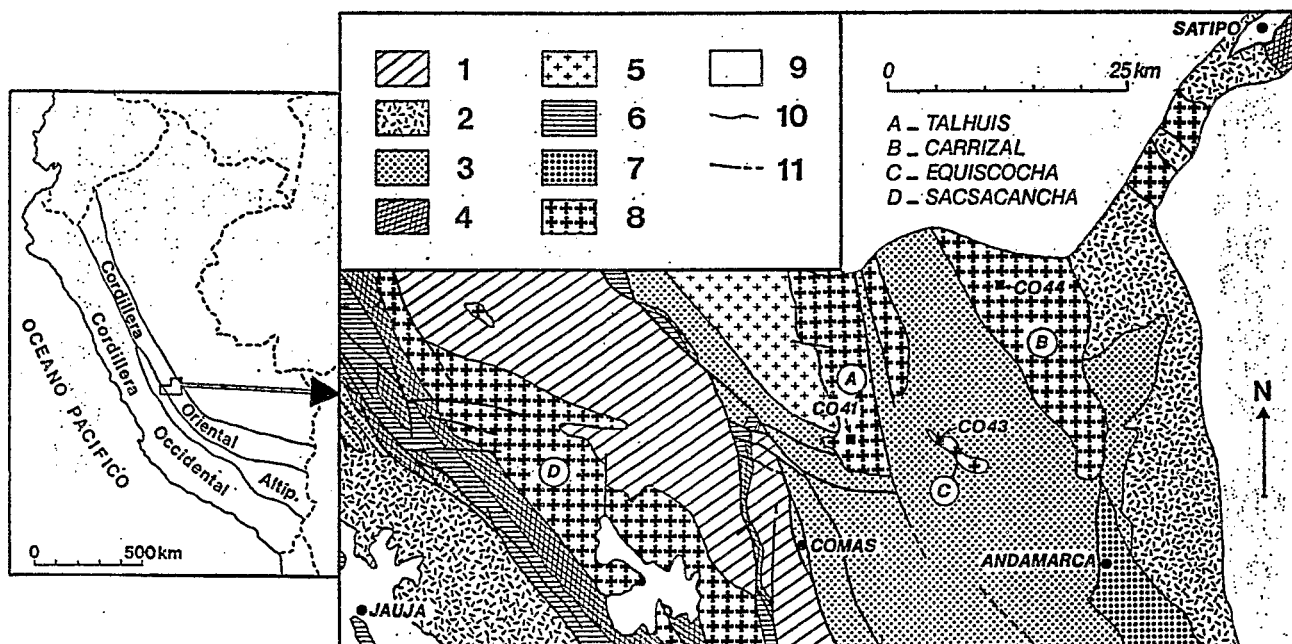


Figura 1. ESBOZO GEOLOGICO SEGUN MEGARD (1978). 1.- Precámbrico. 2.- Paleozóico inferior. 3.- Paleozóico superior. 4.- Grupo Mitu. 5.- Granito porfiróide con biotita del Pérmico. 6.- Mesozóico. 7.- Capas Rojas del Cretácico terminal. 8.- Granitoides hasta ahora considerados del Cretácico terminal. 9.- Cuaternario. 10.- Contacto normal. 11.- Contacto anormal.

TABLA: RESULTADOS ANALITICOS (EIDADES K-Ar)					
Muestra	Mineral analizado	K <sub>2</sub> O <sup>a</sup> (%)	<sup>40</sup> Ar(rad.) <sub>%</sub> <sup>b</sup> <sup>40</sup> Ar(tot)	<sup>40</sup> Ar(rad.) (μl/g)	Edad <sup>c</sup> (Ma±1a)
CO41	Biotita	8,50	97,5	72,1	245 ± 11
CO43	Muscovita	10,05	97,9	88,1	253 ± 11
CO44	Biotita	7,97	97,7	64,0	233 ± 10

Análisis realizados en el Institut Dolomieu (Grenoble - Francia)  
a- espectrometría de fluorescencia-X  
b- dilución isotópica  
c- las constantes utilizadas son las de Steiger y Jäger (1977)

covita de Equiscocha, con respecto a los dos conjuntos anteriores, no puede ser establecido en el campo, la edad K-Ar obtenida sugiere que este granito podría ser el término más antiguo del conjunto de los granitoides de esta región.

### CONSECUENCIAS PARA LA TECTONICA DEL CRETACICO SUPERIOR.

Los resultados aquí presentados permiten reevaluar la importancia de la fase peruana y replantear el problema de su edad y de su unicidad. En primer lugar parece que en el Perú Central la tectónica del Cretácico superior está casi exclusivamente limitada a la zona costera. Desde este punto de vista, este sector de los Andes pierde la originalidad que le confería la interpretación anteriormente admitida. Además, la deformación que afecta los terrenos del Cretácico inferior de la costa y de la vertiente Pacífica de los Andes, y la emersión del conjunto andino, eran atribuidas a esta fase peruana "fechada" en la Cordillera Oriental sólo por extrapolación. Al no haber este encaje cronológico, hay que buscar en la zona costera misma los elementos para una cronología. De hecho, la tectónica del Cretácico superior en esta región es compleja y todavía mal conocida; ésta se expresa por:

1. Pliegues derechos, abiertos, isópacos, ubicados generalmente por encima del frente superior de la esquistosidad, que afectan los terrenos volcánicos y volcano-sedimentarios del Cretáceo. Dentro del grupo Casma, cuya base está fechada en el Albiano medio (Pitcher et al., 1985), dos discordancias internas mayores así como dos discordancias de erosión han sido descritas (Webb, 1976). Los pliegues asociados al primer evento compresivo se encuentran cortados por los términos más antiguos del Batolito de la Costa y son atribuidos a la "fase Mochica" del Albiano superior (entre 105 y 102 Ma). El segundo episodio compresivo queda mal ubicado en el tiempo, aparece simplemente como anterior al emplazamiento de la unidad San Jerónimo del Batolito de la Costa, fechado en 69 Ma (Cobbing et al., 1981; Pitcher et al., 1985).

2. Una tectónica de falla que afecta los terrenos volcánicos y volcano-sedimentarios así como el Batolito de la costa, donde sus relaciones con las unidades magmáticas sucesivas permiten demostrar la existencia de por lo menos dos períodos de fallas transcurrentes dextrales importantes con una compo-

nente vertical despreciable (Bussel, 1983), el primero entre 100 y 85 Ma, el segundo entre 69 y 65 Ma. La existencia de un régimen compresivo se manifiesta también por deformaciones planares en caliente, particularmente desarrolladas en la unidad Pampahuasi ( $\pm 94$  Ma) y en menor medida en las unidades Linga ( $\pm 100$  Ma) y Tiabaya-Incahuasi ( $\pm 80$  Ma) del Batolito de la Costa.

3. Una tectónica distensiva, materializada por la presencia de un enjambre de diques de edad 72-73 Ma (Pitcher et al., 1985) que cortan el batolito costero.

En lo que concierne a la emersión, es preciso distinguir la zona costera en donde la transición definitiva entre volcanismo sub-marino y volcanismo aéreo aparece como ligada a la "fase Mochica" (Pitcher et al., 1985; Webb, 1976), y la cordillera en donde la base de las Capas Rojas parece situarse generalmente en el Santoniano. En la Cordillera Occidental, en la parte oeste del Altiplano y en la zona sub-andina la transición entre la sedimentación de plataforma y las Capas Rojas se hace de manera concordante y progresiva. En la parte central del Altiplano, una ligera discordancia cartográfica aparece, pero se trata aparentemente solo de un "overlap" de las Capas Rojas sobre el Santoniano y el Turoniano. Más al Este, al límite entre el Altiplano y la Cordillera Oriental, región marcada por movimientos verticales durante toda la historia mesozoica de los Andes, las Capas Rojas empiezan localmente por brechas de pie de barrancos o por conglomerados torrenciales, indicando la creación de relieves. En tal caso, pueden yacer directamente sobre el Triásico o el Jurásico. En esta zona, la base de las Capas Rojas está fechada, en base a carofitas, entre el Paleoceno terminal y la base del Eoceno (Jenks, 1951). En la Cordillera Oriental, las Capas Rojas yacen directamente sobre el Paleozoico superior. La alimentación de la cuenca continental de las Capas Rojas se da principalmente a partir de la zona costera y, muy parcialmente, a partir de los relieves que ocupan el límite entre el Altiplano y la Cordillera Oriental (Mégard, op. cit.). Los niveles conglomeráticos que se intercalan en las lutitas rojas finas nunca constituyen conglomerados basales; a menudo son ligeramente discordantes sobre su substrato e indican pulsos en el levantamiento, sin duda ligados a los climas de deformación compresiva, cuya importancia y cronología quedan por precisarse. Este dispositivo correspondería a un levanta-

miento general, progresivo y diferencial, con creación de relieves esencialmente hacia la Costa y en mucho menor medida al límite entre el Altiplano y la Cordillera Oriental. Dicho levantamiento puede ser interpretado como un reajuste consecutivo al engrosamiento cortical producido a la vez por las deformaciones ("Mochica" y "Peruana") y por el emplazamiento del Batolito de la Costa. La emersión misma constituye solamente un momento de esta evolución, situada en el Santoniano, pero no parece corresponder a un evento tectónico puntual.

En conclusión, la "fase Peruana" ya no aparece como un evento tectónico único y bien encuadrado en el tiempo. Bajo esta apelación, están agrupados una serie de eventos compresivos, discretos o formando un continuum - los datos actualmente disponibles no permiten zanjar - que se reparten en un período que va del Cenomaniano al Santoniano, quizás incluso hasta el Campano-Maestrichtiano.

#### REFERENCIAS

- BUSSEL, M.A. (1983): Timing of tectonic and magmatic events in the Central Andes of Peru - *Earth and Planet. Sci. Let.*, 140, p. 279-286.
- CAPDEVILA, R.; MEGARD, F.; PAREDES, J. y VIDAL, PH. (1977): Le batholite de San Ramon (Cordillère Orientale du Pérou central). Un granite hercynien mis en place à la limite Permien - Trias. Données géologiques et radiométriques. *Geol. Rdschau*, 67, p. 434-446.
- CARLIER, G.; GRANDIN, G.; LAUBACHER, G.; MAROCCO, R. y MEGARD, F. (1982): Present knowledge of the magmatic evolution of the Oriental Cordillera of Peru. *Earth - Science Rev.*, 18, p. 253-283.
- COBBING, E.J.; PITCHER, W.S.; WILSON, J.; BALDOCK, J.W.; TAYLOR, W.; Mc COURT, W. y SNELLING, N.J. (1981): *The geology of the Western Cordillera of Northern Peru* - Overseas Memoir, 5, London, 143 p.
- JENKS, W.F. (1951): Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro de Pasco, Peru. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 62 (2), p. 202-220.
- KONTAK, D.J.; CLARK, A.H. y FARRAR, E. (1984): Magmatic evolution of the Cordillera Oriental of S.E. Peru: crustal versus mantle components. In: Andean magmatism: chemical and isotope constraints (R.S. Harmon et B.A. Barreiro, éditeurs), Shiva Geology series, p. 204-220.
- LAUBACHER, G. (1978): *Géologie de la Cordillère Orientale et de l'Altiplano au Nord et au Nord-Ouest du lac Titicaca (Pérou)*. - Travaux et Documents ORSTOM n 95, 217 p.
- MAROCCO, R. (1978): *Un segment Est-Ouest de la chaîne des Andes Péruviennes: la déflexion d'Abancay* - Travaux et Documents ORSTOM, 94, 195 p.
- MARTINEZ, C. (1980): *Structure et évolution de la chaîne hercynienne et de la chaîne andine dans le Nord de la Cordillère des Andes de Bolivie* - Travaux et Documents ORSTOM, 119, 352 p.
- MEGARD, F. (1978): *Etude géologique des Andes du Pérou Central*. Mémoire ORSTOM n 86, 310 p.
- MEGARD, F.; MAROCCO, R.; VICENTE, J.C y MEGARD-GALLI, J. (1983): Découverte d'une discordance angulaire tardi-hercynienne (Permien moyen) dans les Andes du Pérou central. - *C.R. Acad. Sci.*, 296, série II, p. 1267-1270.
- PITCHER, W.S.; ATHERTON, M.P.; COBBING, E.J. y BECKINSALE, R.D. eds. (1985): *Magmatism at a plate edge; the Peruvian Andes* - Blackie, Glasgow, 323 p.
- SOLER P.: Tesis de Estado en preparación, Univ. Paris VI.
- STEIGER, R.H. y JAGER, E. (1977): Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth and Planet. Sci. Let.*, 36, p. 359-362.
- STEINMAN, G. (1929): *Geologie von Peru* - Carl Winters Universitäts buchhandlung, Heidelberg, 448 p.
- WEBB, S. (1976): *The volcanic envelope of the Coastal Batholith in Lima and Ancash, Peru*. - Thesis Ph.D., Univ. Liverpool, 220 p.