

## PROGRESOS EN EL ESTUDIO DE LA FORMACIÓN AYABACAS

Pierre Callot<sup>1</sup>, Víctor Carlotto<sup>2</sup>, Francis Odonne<sup>3</sup> & Thierry Sempere<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Convenio IRD-INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Perú / LMTG, UMR 5563 CNRS - Université Paul Sabatier - IRD, 31400 Toulouse, Francia (callot@lmtg.obs-mip.fr)

<sup>2</sup>INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Perú (vcarlotto@ingemmet.gob.pe)

<sup>3</sup>LMTG, UMR 5563 CNRS - Université Paul Sabatier - IRD, 31400 Toulouse, Francia (sempere@lmtg.obs-mip.fr)

### INTRODUCCIÓN

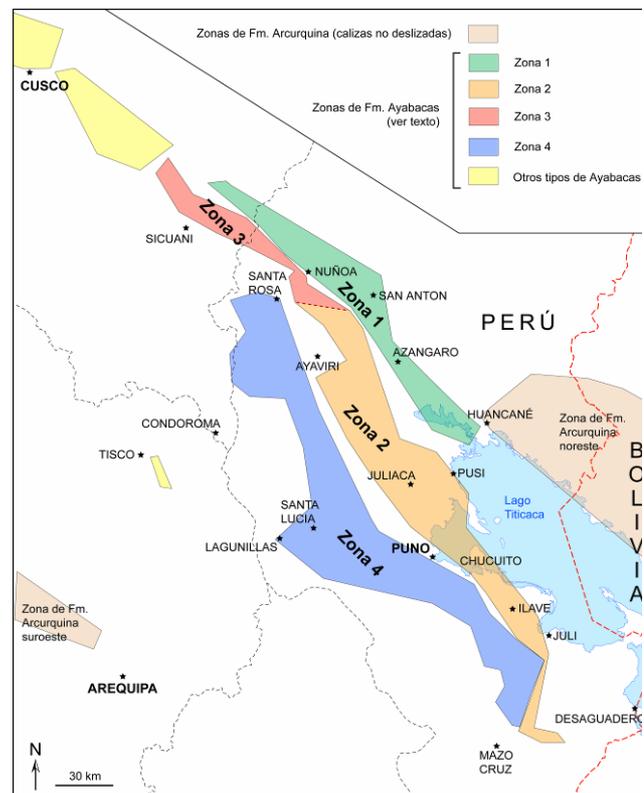
La Formación Ayabacas (~Turoniano) es una unidad resedimentada que se observa sobre un área superior a 50000 km<sup>2</sup> en el Altiplano y la Cordillera Oriental del sur del Perú (Sempere *et al.*, 2000). Su génesis fue explicada de maneras muy diferentes: fallamiento de bloques y erosión intensa (Heim, 1947), tectónica con pliegues y cabalgamientos (Newell, 1949; Chanove *et al.*, 1969), deformación disarmónica y/o polifásica, fracturación causada por karstificación y/o diapirismo de yesos, intrusiones hipovolcánicas (Audebaud, 1971), caos producido por deslizamientos subaéreos (De Jong, 1974) o submarinos (Audebaud, 1967; Sempere *et al.*, 2000). El estudio en curso soporta esta última interpretación, describiendo la Fm Ayabacas como una megabrecha (u olistostromo), es decir el resultado de deslizamientos submarinos de gran amplitud (Spence and Tucker, 1997).

Aunque las interpretaciones son diferentes, la mayoría de los autores hacen descripciones similares, al menos en las zonas estudiadas por ellos: un caos de bloques grandes (50-500 m) que aparentemente “flotan” dentro de una matriz más blanda. Estos bloques, a menudo plegados y en cada posición imaginable, son principalmente de calizas cretáceas (Fm Arcurquina), pero también de otras formaciones anteriores (Fm Huancané, Fm Muni, Fm Sipin, Grupo Mitu, Paleozoico). La matriz es una brecha con clastos grandes y pequeños de calizas y areniscas fracturadas dentro de pelitas multicolores (generalmente rojas) y areniscas. Sin embargo un estudio más exhaustivo muestra que la Fm Ayabacas no es uniforme en cuanto a facies de deslizamiento.

### DIFERENTES FACIES EN LA FORMACIÓN AYABACAS

Se puede distinguir cuatro zonas faciales en el área de distribución de la Fm Ayabacas, tomando en cuenta que ésta resulta principalmente del deslizamiento de la Fm Arcurquina (**Fig. 1**).

- En los afloramientos del NE, zona 1 (oeste de Huancané, San Antón, Nuñoa, **fig. 1**), la Fm Ayabacas tiene generalmente poco espesor. Consiste de trozos tabulares que se cabalgan (**Fig. 2**), y localmente se puede observar una Fm Ayabacas más desestructurada y de gran espesor, con bloques de calizas fragmentados y plegados, y de vez en cuando con bloques de la Fm Huancané que pueden alcanzar unos centenares de metros. Los cortes estratigráficos de los bloques de calizas de esta zona son similares: su espesor es pequeño, de 10 a 20 metros, y se puede distinguir 5 niveles característicos cuando el

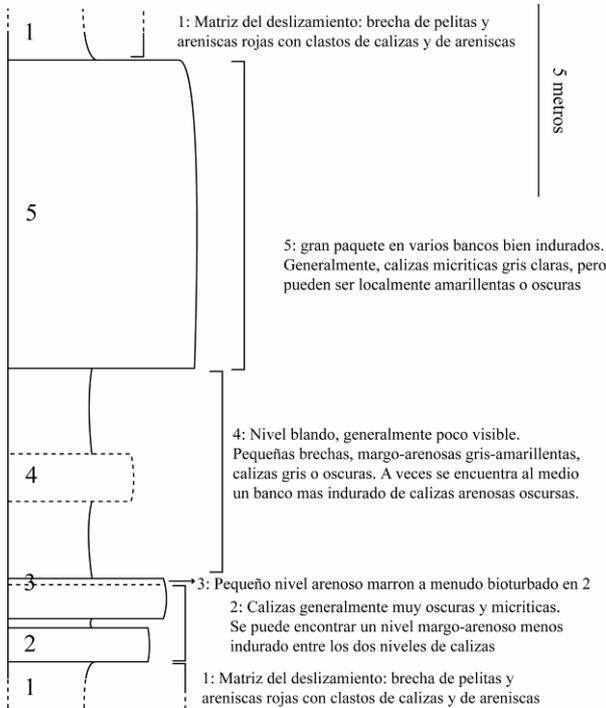


**Fig. 1.** Ubicación de las cuatro zonas faciales de la F Ayabacas.

bloque es completo (**Fig. 3**). Durante la sedimentación de las calizas, fallas normales habrían basculado bloques del substrato (Fm Huancané y unidades anteriores) y producido el deslizamiento de las calizas (**Fig. 4**); algunas de estas fallas normales fueron reactivadas en compresión durante la deformación andina, como por ejemplo en la región de San Antón.



↑ **Fig. 2.** Larimayo (0354876 – 8396892 – 4081 m), cerca de San Antón. La Fm Ayabacas consiste de trozos tabulares ligeramente plegados que se cabalgan, mientras que las unidades anteriores y posteriores son regulares. Los trozos tabulares de calizas muestran secciones iguales.



← **Fig. 3.** Corte estratigráfico típico en los bloques de calizas de la Fm Ayabacas, en la zona 1. Los bloques no son siempre completos, ya que puede faltar una parte de la base o del tope.

↓ **Fig. 4.** Antacalla (0317153 – 8412459 – 4288 m), al NO de Nuñoa. La Fm Huancané (abajo) está cortada por una falla a la derecha y basculada hacia el NE. La Fm Ayabacas desliza en la misma dirección y asoma a la izquierda. Arriba el Grupo Vilquechico no está cortado por la falla y sella el conjunto.



- Más al S, zona 2, en una franja que pasa al E de Mazo Cruz y por Juli, Ilave, la Península de Chucuito, Pusi, Juliaca y al E de Santa Rosa (**Fig. 1**), la Fm Ayabacas tiene un gran espesor, y generalmente sus bloques de calizas son muy plegados (**Fig. 5**); en la región de Pusi se pueden

encontrar bloques de la Fm Huancané. Los “bloques plegados” de calizas que constituyen la Fm Ayabacas poseen tamaños entre decenas y centenares de metros, pero a veces se pueden seguir en fotos aéreas sobre varios kilómetros (**Fig. 6A**) en estructuras generalmente NW-SE. Las secciones de bloques son más espesas que en la zona 1, pero igualmente más heterogéneas.

- En la zona 3, al norte de la carretera entre Santa Rosa y Cusco (**Fig. 1**), la Fm Ayabacas tiene un gran espesor y es muy caótica, con una mezcla de bloques cretáceos (pelitas rojas y calizas) así como grandes bloques de estratos litificados de las Fms Huancané, Muni, Sipín, Grupo Mitu, y Paleozoico.

- La siguiente zona (4) es otra franja ubicada más al S de las tres anteriores, que pasa por la carretera Mazo Cruz-Ilave, al E de Ilave, en Lagunillas y Santa Lucía, y finalmente al S de Santa Rosa (**Fig. 1**). La Fm Ayabacas se presenta a menudo, en el campo y en fotos aéreas, con un aspecto ondulado. Consiste de bloques de calizas más espesos pero más pequeños que en la zona 2 y que flotan en una “matriz” de brechas rojizas. Los bloques pueden presentar una orientación (en particular en el gran afloramiento de Ayabacas al S de Santa Rosa), pero generalmente esta zona es más desestructurada que las anteriores. En particular nunca se observan pliegues alargados en fotos aéreas. En algunos sitios grandes cantidades de brechas hidroplásticas se ubican debajo de una barra grande de calizas.



**Fig. 5.**

La Fm Ayabacas con bloques de calizas muy plegados al ENE de Mazo Cruz, (0437657 – 8158811 – 4155 m).

A : foto aérea. Se nota una cierta continuidad entre algunos bloques formando repliegues.

B : foto de campo en la misma región, con los bloques de calizas plegados y fragmentados.



#### UN ORIGEN MARINO BIEN ESTABLECIDO

El aspecto replegado a caótico de la Fm Ayabacas contrasta fuertemente con la regularidad de las unidades subyacente y sobreyacente (**Fig. 2**). Este hecho, constante cuando se observan las relaciones de base y tope, demuestra que la deformación aparente ocurrió durante o poco después de la sedimentación.

En un mismo afloramiento de la Fm Ayabacas, se puede tener bloques vecinos no deformados y plegados con ejes de pliegue totalmente diferentes. Por otra parte las brechas hidroplásticas (**Fig. 6**) que a veces se encuentran separando bloques o trozos tabulares de calizas se formaron en sedimentos saturados de agua (Cosgrove, 1995); estas brechas se inyectaron en los estratos de calizas, que además son atravesados por filones clásticos. En el momento de la deformación los depósitos no estaban totalmente litificados, lo que implica que el deslizamiento ocurrió bajo agua.

## CONCLUSIÓN

La Formación Ayabacas es el resultado de deslizamientos submarinos de gran amplitud (megabrecha). La zonación de las facies a escala de la región de estudio muestra un aumento de la fragmentación hacia el OSO de la plataforma carbonatada alborcenomaniana, en concordancia con la geometría de la cuenca sedimentaria.



**Fig. 6.**

A. Entre Juliaca y Santa Lucía (0354166 – 8264089 – 4037 m). Sucesión de estratos de calizas y de brechas hidroplásticas.  
B. Detalle. Se nota clastos más litificados de calizas y calizas arenosas flotando en una matriz margo-arenosa fluidificada.

## REFERENCIAS

- Audebaud, E. (1967) Etude géologique de la région de Sicuani et Ocongate (Cordillère Orientale du Sud Péruvien). Thèse de géologie structurale, Grenoble, 60 pp.
- Audebaud, E. (1971) Mise au point sur la stratigraphie et la tectonique des calcaires cénomaniens du Sud-Est péruvien (formation Ayavacas). C. R. Acad. Sc. Paris, 272: 1059-1062.
- Chanove, G., Mattauer, M. & Mégard, F. (1969) Précisions sur la tectonique tangentielle des terrains secondaires du massif de Pirin (Nord-Ouest du lac Titicaca, Pérou). Comptes Rendus Acad. Sci., ser. D, 268: 1698-1701.
- Cosgrove, J.W. (1995) The expression of hydraulic fracturing in rocks and sediments. In: Fractography: fracture topography as a tool in fracture mechanics and stress analysis (Ed M.S. Ameen), Geol. Soc. London Spec. Publ., 92, 187-196.
- De Jong, K.A. (1974) Melange (Olistostrome) near Lago Titicaca, Peru. Am. As. Petrol. Geol. Bull., 58: 729-741.
- Heim, A. (1947) Estudios tectónicos en la región del campo petrolífero de Pirin, lado NW del Lago Titicaca. Dirección Minas y Petróleo Bol., Perú, año 26, no. 79, 45 pp.
- Newell, N.D. (1949) Geology of the Lake Titicaca region, Peru and Bolivia. Geol. Soc. America Mem., 36, 111 pp.
- Sempere, T., Jacay, J., Carrillo, M.-A., Gómez, P., Odonne, F. & Biraben, V. (2000) Características y génesis de la Formación Ayabacas (Departamentos de Puno y Cusco). Bol. Soc. Geol. Perú, 90: 69-76.
- Spence, G.H. & Tucker, M.E. (1997) Genesis of limestone megabreccias and their significance in carbonate sequence stratigraphic models: a review. Sed. Geol., 112: 163-193.