



XVIII Congreso Peruano de Geología

OLISTOSTROMA CALIZAS AYABACAS EN LA REGIÓN DEL ALTIPLANO, PUNO: CONTEXTO GEOLÓGICO PARA EL PROYECTO GLOBAL GEOSITES

Bilberto Zavala Carrión ¹, Orlando De La Cruz Matos ²

¹ Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, bzavala@ingemmet.gob.pe

² Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, odelacruzmatos40@gmail.com

1. Introducción

El presente trabajo forma parte del estudio realizado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), titulado "Inventario de Patrimonio Geológico en la región Puno". La Formación Ayabacas o Calizas Ayabacas, cuya localidad tipo se encuentra cerca y muy accesible desde la ciudad de Juliaca, forma parte de este inventario. Su singularidad y representatividad en el contexto geológico regional en Puno, por su exposición y extensión más allá de los límites regionales, correlacionable por sus aspectos estratigráficos, tectónicos y geomorfológicos con unidades litoestratigráficas cretácicas similares encontradas en Arequipa y Cusco, al oeste y norte respectivamente, la hacen considerar un rasgo geológico de significado mundial, como "contexto geológico" a ser incluido en el proyecto Global Geosites (Wimbledon, 1996). La interpretación geológica del origen de la Formación Ayabacas ha valido del interés de muchos investigadores, desde de su definición como formación en 1936, hasta diferentes estudios que la asocian a una "megabrecha" u olistostroma de varios cientos de metros de espesor (500 m) y distribuidos en un área entre 50,000 y 80,000 km², características que la calificarían como una de las megabrechas más voluminosas y extensas del mundo (Sempere *et al.*, 2004; Callot, 2008). Sus afloramientos están distribuidos ampliamente al nor-noroeste y suroeste del lago Titicaca.

Con respecto a los Olistolitos, los diferentes elementos o valores intrínsecos de interés geológico para considerarlo un bien patrimonial geológico de relevancia internacional

son aquellos que están relacionados a la geomorfología (exposición), Tectónica (diversas fases asociadas a las deformaciones), paleontología (diversidad de fauna fósil), paleogeografía (cuenca sedimentaria del Cretáceo superior), estratigrafía (correlación estratigráfica, con unidades crono-estratigráficas similares), entre otros como accesibilidad y extensión geográfica (tabla 1).

Olistolitos de la Formación Ayabacas				
	Valoración	Medio	Alto	Muy Alto
Interés científico	Geomorfológico		x	
	Hidrogeológico		x	
	Téctonico/Estructural			x
	Estratigráfico			x
	Sedimentología	x		
	Paleontológico		x	
	Petrológico	x		
	Yacimientos Minerales		x	
	Geotecnia	x		
	Otros			

Tabla 1. Valores geológico -patrimoniales del Olistostroma Ayabacas (Elaboración propia).

Pretendemos con este trabajo poner a disposición de la comunidad científica, tomando como base las diversas investigaciones e interpretaciones realizadas del origen del Olistostroma Calizas Ayabacas, para ser considerado un registro geológico de valor internacional. La gestión adecuada de los principales afloramientos que lo describan, permitirá su conservación y el interés de la comunidad científica en la generación de futuras investigaciones por especialistas y estudiantes en un patrimonio geológico de relevancia mundial

2. CALIZAS AYABACAS: DEFINICIÓN, LOCALIDAD TIPO, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

El nombre “Calizas Ayabacas” fue dado inicialmente por Cabrera La Rosa & Petersen (1936) para denominar unas secuencias calcáreas ubicadas al NE de Juliaca. Posteriormente, Newell (1949), la incluye como unidad del Grupo Moho; Klinck *et al.* (1993), la elevan a la categoría de formación. Asimismo diversos autores han desarrollado estudios sobre estas secuencias como Kalafatovich (1957), Audebaud (1971), De Jong (1974), Jaillard (1995), Spence & Tucker (1997), Sempere *et al.* (2000, 2002, 2004), Sanchez *et al.* (2004), Callot P. (2008), Odonne *et al.* (2010), entre otros.

Muchos de estos trabajos basan sus investigaciones en definir la deformación ocurrida durante el Cretáceo, la cual dió origen al olistostroma de la Formación Ayabacas (Sempere *et al.*, 2002). Es bueno resaltar lo que establecen (Laubacher, 1989; Laubacher & Marocco, 1990) sobre la existencia de una cuenca (cuenca Yura) distensiva, limitada hacia el Este por superficies emergidas ubicadas en áreas del actual lago Titicaca, que actuaron como plataforma epicontinental desde el Jurásico Inferior y gran parte del Cretáceo; así como la cuenca Putina con un mayor desarrollo como depocentro durante el Cretáceo. Estas dos cuencas estuvieron separadas por una zona débil de subsidencia, denominada “Eje Santa Lucía” (Audebaud *et al.*, 1976), conformando una “zona de plataforma” limitada en sus extremos por fallas regionales de crecimiento, denominadas fallas Laraqueri y Chupa (Palacios *et al.*, 1983), que fueron reactivadas durante un periodo de tectónica distensiva. Este sector de plataforma epicontinental fue el área de deposición de los sedimentos, mayormente carbonatados, del Ayabacas pre-deformación.

Sanchez *et al.* (2004) hacen una compilación de muchos de estos trabajos en el estudio que realizan sobre las Calizas Ayabacas, puntualizando su distribución SE-NO, su litología (calizas grises micríticas, de textura fina y uniforme con intercalaciones de limoarcillitas con abundante yeso), su textura y/o estructura (a veces en forma maciza, con brechas intraformacionales, estratos delgados intensamente replegados-melange). Entre las explicaciones sobre el mecanismo de formación de olistostromos en las calizas, Sanchez *et al.* (2004) y Jong (1974), mencionan un estilo tectónico de distensión. La presencia de brechas intraformacionales, bloques de calizas y limolitas englobadas dentro de las mismas calizas, son explicadas bajo la ocurrencia de una re-sedimentación violenta y/o en función al proceso químico reversible yeso-anhidrita (reacción química que ocasiona un desequilibrio entre la presión litostática e hidrostática). Cuando las calizas estuvieron cubiertas, el sulfato de calcio hidratado primitivo (muy abundante en las limoarcillitas) sufrió una expulsión de agua (deshidratación) convirtiéndose en anhidrita, lo que ocasionó una disminución considerable en los volúmenes de las limoarcillitas y consiguientemente, se produjo la destrucción de sus estructuras primarias. Esfuerzos

compresivos posteriores incrementaron el desequilibrio originando una inyección forzada del agua hacia las paredes adyacentes (zonas más débiles), causando fracturamiento en las calizas, rompimientos, arranque de bloques, seguida por relleno de estos espacios creados, por material removido en una dinámica de esta inyección, a manera de una re-sedimentación catastrófica (Sanchez *et al.*, 2004). Callot *et al.* (2006) diferencian cuatro zonas de facies diferentes en la Formación Ayabacas a escala regional, mostrando un aumento de la fragmentación al OSO de la plataforma carbonatada albiano-cenomanaiana, en concordancia con la geometría de la cuenca sedimentaria.

El evento deformacional que originó el olistostromo en las calizas Ayabacas es correlacionable en extensión con regiones vecinas. En Cusco con las calizas de la Formación Yuncaypata (Carlotto *et al.*, 1992); Torres (2011) reporta en afloramientos de calizas de la Formación Arcurquina (Condorama, Arequipa, cerro Condorsayana) la presencia de estructuras tipo “slump” de forma similar a las encontradas en la región Puno. Las capas del Arcurquina presentan conglomerados intraformacionales, así como brechas con clastos de hasta 4 cm, en una matriz de grano fino, nódulos de chert y agregados de calcedonia-calcita.

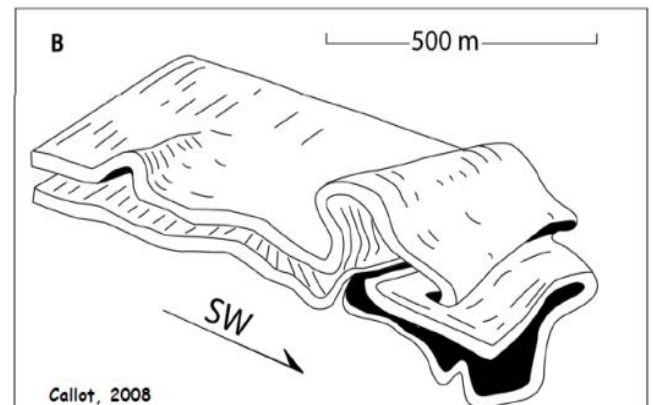


Figura 1. A. Pliegues en la Formación Arcurquina mostrando estructuras tipo “Slump” que evidencia los mega-deslizamientos submarinos en el sur de Perú. B: Gráfico modificado de Audebaud (1967), por Callot (2008), donde se representa la dirección del deslizamiento (Tomado de Torres, 2011).

La distribución geográfica en el Altiplano, de las secuencias calcáreas está supeditada a los dominios geológicos del Altiplano occidental y oriental, teniendo una disposición a manera de franjas replegadas con tendencia NO-SE. Sempere *et al.* (2004) señala para la Formación Ayabacas (Turoniano) olistoslitos localmente

muy espesos que retrabajan depósitos anteriores y señalan un contexto marcadamente extensional.

Jaillard et al. (1993), las describen como masas re-sedimentadas mayormente calcáreas y otros olistolitos, que se presentan en forma caótica. El Grupo Vilquechico de edad Cretácico terminal-Paleoceno Inferior, sella a los olistolitos caóticos de la Formación Ayabacas. En el marco de los estudios de patrimonio geológico en la región Puno, la distribución espacial de las Calizas Ayabacas se resume en la figura 2.

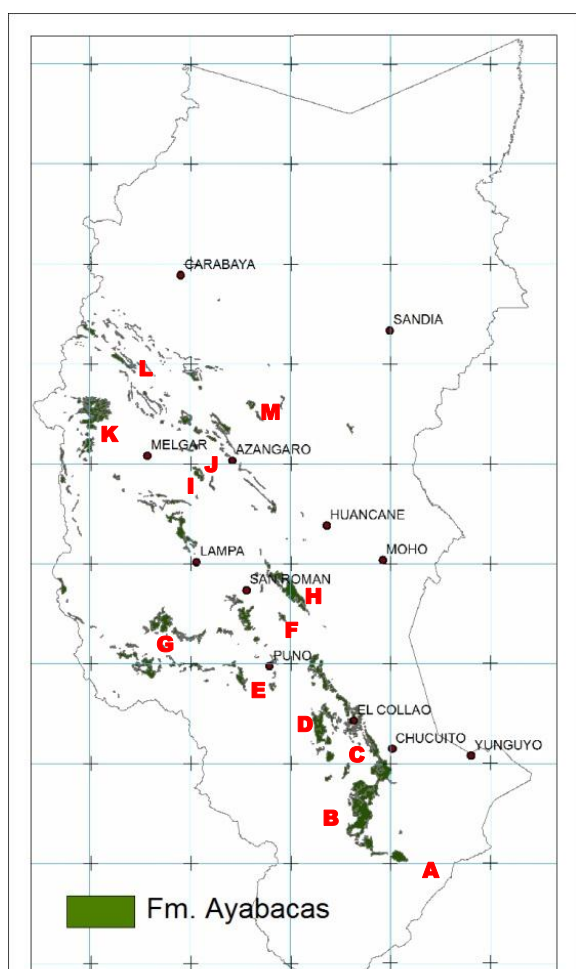


Figura 2. Distribución de afloramientos de olistolitos en la Fm. Ayabacas en Puno.

La morfología (colinas y lomadas bajas estructuralmente replegadas), las características sedimentarias y estratigráficas que le confieren la categoría de olistolitos se han reconocido en:

- A. 13 km al SO de Huacullani, sector Humacata-Salviani (Hoja Pizacoma/Juli; foto 3).
- B. Franja alargada en la Margen derecha del río Huenque (Hojas Mazocruz-Ilave) que se prolonga hasta el oeste de Pilcuyo-Juli.
- C. Alrededores de Ilave; colinas bajas o lomadas con calizas replegadas (Hoja Ilave).
- D. Sector Cachincollo-Tarucamarca-Sutuallani (al oeste de Huaychane, Ilave). Hoja Ilave

- E. Cerro Micarape al oeste de la ciudad de Puno (Hoja Puno).
- F. Sector Caracoto, entre Puno y Juliaca (Hoja Puno).
- G. Margen izquierda del río Cabanillas, sector Santa Lucía-Maravillas (Hoja Lagunillas).
- H. Franja adyacente al lago Titicaca entre Chupa-Pusi-Samán-Ayabacas (península de Pusi, Hojas Acora-Huancané).
- I. Margen izquierda del río Pucará entre Tirapata y Santiago de Pupuja (cuadrángulo Azángaro-Juliaca).
- J. Franja discontinua entre Azángaro y Balsapata, Hoja Azángaro.
- K. Sector Macarí -Santa Rosa, al noroeste de Ayaviri, Hoja Ayaviri.
- L. Franja alargada NO-SE adyacente al poblado de Nuñoa, Hoja Nuñoa (foto1).
- M. Valle del río San Juan, sector NO de San Antón, Hoja Azángaro.
- N. Franja Este-Oeste al sur de Tinajani, Ayaviri (Hoja Ocuvi). Foto 2.



Foto 1. Vista hacia el SE. Olistolitos observados al sur de Nuñoa (foto e imagen satelital) tomada desde la carretera Nuñoa-Santa Rosa. Colinas redondeadas con bloques de calizas plegadas y fragmentados.



Foto 2. Olistolitos en el sector Pucarayllu Alto, al sur del cañón de Tinajani. Vista al ONO. Bloques alineados y fragmentados de calizas y replegamientos.



Foto 3. Morfología característica observada en las imágenes satelitales en las Calizas Ayabacas; sector A: Huacullani, zona sur de Puno. Bloques fragmentados y replegados con dimensiones entre 100-150 m.

3. EL OLISTOSTROMA CALIZAS AYABACAS UN CONTEXTO GEOLÓGICO PERUANO PARA EL PROYECTO GLOBAL GEOSITES

En las dos últimas décadas del siglo pasado se dieron varias iniciativas internacionales sobre geo-conservación siendo la principal La Convención del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, adoptada en la Conferencia General de la UNESCO (1972) con el fin de promover la identificación, protección y preservación de este patrimonio, así como la necesidad de inventariar el PG.

Estos lugares deben contener ejemplos sobresalientes de estadios de evolución del planeta. La no consistencia en los primeros años, en los criterios empleados por los diferentes países para la atribución de valor geológico mundial, generó que La IUGS con patrocinio de UNESCO, promueve la elaboración de un inventario global del patrimonio geológico de la Tierra a través de EL PROYECTO GLOBAL GEOSITES - PGG (Wimbledon, 1996). Nace el concepto de "contexto geológico" (geological framework), definido como aquel rasgo geológico regional, evento tectónico, metalogenético o de cualquier otra naturaleza, serie estratigráfica, asociación paleobiológica, etc. de especial significado en el registro geológico mundial. Los "geosites" no se identifican de manera aislada sino a través de una figura intermedia, el "framework", al que representan e ilustran. Cada país debe seleccionar sus contextos geológicos de trascendencia internacional poniéndolos a la discusión de la comunidad científica nacional.

CONCLUSIÓN

La síntesis de la historia geológica en Perú, es una aproximación a la definición de los contextos geológicos peruanos que promueve el Programa Global Geosites y representa además el punto de partida para iniciar un inventario sistemático del Patrimonio Geológico en nuestro país. En particular, el Olistostroma Calizas Ayabacas, que aflora en el Altiplano del sur de Perú, éste reúne las características de un evento tectónico similar al de las unidades estratigráficas Ayabacas, Arcuquina y formaciones similares del Cretáceo (que se extenderían hacia Cusco, Arequipa y Apurímac), constituyéndose como uno de los más grandes ocurridos en el planeta. En una reciente publicación, Odonne *et al.* (2010) publica "Soft-sediment deformation from submarine sliding: Favourable conditions and triggering mechanisms in examples from the Eocene Sobrarbe delta (Ainsa, Spanish Pyrenees) and the mid-Cretaceous Ayabacas Formation (Andes of Peru)". Esto evidencia el interés científico de este contexto geológico mundial; contextos similares en España y Perú en épocas geológicas diferentes.

Referencias

- Audebaud E. (1971). Mise au point sur la stratigraphie et la tectonique des calcaires sénomaniens du Sud-est péruvien (Formation Ayabacas). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de PARIS, Serie D, v. 272, P. 1059-1072.
- Cabrera La Rosa, A. & Petersen G. (1936). Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del departamento de Puno. Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas y Petróleo del Perú, 115, 100 p.
- Callot, P., Carlotto, V., Odonne, F. & Sempere, T. (2006). Progresos en el estudio de la Formación Ayabacas. XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes extendidos, p. 517-520.
- Callot P. (2008). La Formation Ayabacas (limite Turonien-Coniacien, Sud-Pérou): collapse sous-marin en réponse à l'amorce de l'orogénèse andine. Tesis Doctoral, Universidad de Toulouse, 252 p.
- Carlotto, V., Jaillard, E. & Mascke, G. (1992). Relación entre Sedimentación, Paleogeografía y Tectónica en la Región de Cusco (Sur del Perú) entre el Jurásico Superior-Paleoceno. Bol. Soc. Geol. Peru, v. 83 p: 1-20.
- Klinck, B., Allison, R., Hawkins, M., Palacios, O., De La Cruz, J. & De La Cruz, N. (1993). Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano, Sur de Perú. Boletín INGEMMET, Serie A, 42, 257 p.
- Newell, N. (1949). Geology of the Lake Titicaca región, Perú and Bolivia. Geological Society of America Memoir, v. 36, 111 p.
- Kalafatovich, C. (1957). Edad de las calizas de la Formación Yuncaypata, Cusco. Bol. SGP, v. 32, p. 125-139.
- De Jong, K. (1974). Mélange (Olistostrome) Near Lago Titicaca, Peru. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, v. 58, p. 729-741.
- Jaillard E. (1995). La sedimentación albiana-turoniana en el sur del Perú (Arequipa - Puno - Putina). Sociedad Geológica del Perú, Volumen Jubilar Alberto Benavides, p. 135-157.
- Laubacher, G. & Marocco, R. (1990). La cuenca cretácica del Altiplano Peruano: Litoestratigrafía e Interpretación Secuencial. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 81, p: 33-46.
- Spence G. & Tucker M. (1997). Genesis of limestone megabreccias and their significance in carbonate sequence stratigraphic models: a review. Sedimentary Geology, v. 112, p. 163-193.
- Sempere, T. Acosta, H. & Carlotto, V. (2004). Estratigrafía del Mesozoico y Paleógeno al norte del Lago Titicaca. Publicación Especial SGP, 5 (2004), p. 81-103.
- Sanchez J., Lagos, M., Jacay, H., & Chacaltana, C. (2004). Régimen de sedimentación en cuencas distensivas. Las calizas Ayabacas durante el Cretáceo superior (zonas Ilave, Acora, Ayabacas, Mazo Cruz), sur del Perú. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG, Vol. 7, N° 14, 48-53 (2004) UNMSM.
- Torres, D. (2011). Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la cuenca Condoroma (Mioceno), Arequipa, Sur del Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de grado. 179 p.
- Wimbledon, W.A.P. (1996). Geological World Heritage: Geosites a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. Proceedings 30th International Geological Congress, Beijing. Abstract V. 1, 74 p.