

# **SEDIMENTOLOGÍA DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS Y VOLCÁNICO-CLÁSTICAS DE UNA CUENCA INTRAMONTAÑOSA, CASO DE ESTUDIO: LA CUENCA PUQUIO (MIOCENO), AYACUCHO, SUR DE PERÚ**

Luis Ayala, Luis Cerpa, Luis Muñoz, Antonio Chacón, Diego Siesquén, Juan Martínez

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET). Av. Canadá 1470, San Borja. Lima.  
layala@ingemmet.gob.pe

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de los Andes Centrales, la zona volcánica cenozoica del sur del Perú representa un sitio de interés para el estudio del volcanismo generado durante dicha era. Así como brinda nociones importantes para el estudio de la sedimentología y la tectónica en zonas intramontañosas. A nivel regional, la importancia de la geodinámica ocurrida la Cordillera Occidental y el Altiplano del Perú ha sido explicada por diversos autores (Marocco & Noblet, 1990; Jaimes & Romero, 1996; Carlotto, 1998; Flores & Rodríguez, 1999; Cerpa & Meza, 2001; Sempere et al., 2004; Torres, 2011 y Horton, 2012) los cuales resaltan el funcionamiento simultáneo entre sedimentación, tectonismo y volcanismo ligado al desarrollo de una serie de cuencas sedimentarias cuyas geometrías alargadas son principalmente NO-SE. Para el caso de estudio expuesto a continuación, la “Cuenca Puquio” se ha definido en base a las observaciones regionales, relaciones estratigráficas, geocronología, análisis sedimentológico-paleogeográfico y a su posición estructural relacionada a un orógeno no colisional.

## **ÁREA DE TRABAJO Y MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

El área de trabajo donde se han llevado a cabo las observaciones de campo, se encuentra ubicada en la zona sur del Perú dentro de la provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho (Fig. 1A), en los alrededores de los poblados de Ajtapa, Lucanas y Puquio. Morfoestructuralmente, el área de trabajo se localiza a lo largo de la Cordillera Occidental y se encuentra limitada por estructuras regionales NO-SE (Castillo et al., 1993; Montoya et al., 1994; Caldas et al., 1981; Sánchez et al., 2003), centros volcánicos miocénicos (Chinchecca) y mio-pliocénicos (Jellojasa, Tres Cruces, Antaorjo, Concayllo e Incapacha). La Formación Puquio (Caldas et al., 1981) corresponde a una sucesión sedimentaria y volcánico-clástica que abarca la mayor parte del área de influencia descrita (cuadrángulo de Puquio) la cual sobreyace en discordancia angular al basamento plegado del Grupo Yura (Jenks, 1948; Benavides, 1962) así como al del Paleógeno medio-superior (Fig. 1B). Este último está representado por unidades compuestas por conglomerados y areniscas rojizas volcanoclásticas del Eoceno denominados como Formación San Pedro (Montoya et al., 1994); del mismo modo que por las areniscas volcanoclásticas y flujos piroclásticos del Oligoceno superior-Mioceno inferior denominados como Formación Castrovirreyna (Salazar & Landa, 1993). A la Formación Puquio le sobreyacen, en ligera concordancia, los flujos piroclásticos de los centros volcánicos mio-pliocénicos adyacentes.

Otros afloramientos similares a la Formación Puquio han sido reportados al norte (cuadrángulo de Santa Ana), este (Cuadrángulo de Chaviña y Querobamba) y sur (cuadrángulo de Coracora) del área de trabajo (Fig. 1C). Siendo estas las localidades aledañas al Río Iruro, Andamarca y Coracora las que presentan afloramientos de conglomerados imbricados y niveles arenosos a los que se les ha asignado una edad miocénica (Sánchez et al., 2003; Muñoz et al., 2012; este trabajo). Por otra parte, en la localidad de Colccapampa (Fig. 1C), Noble et al. (1979) reporta que los niveles más antiguos del Grupo Nazca están datados por K-Ar en ~23-22 Ma, los cuales son sobreyacidos por la Secuencia Volcánica Jollapata (este trabajo) datada por Ar-Ar entre los 20 y 18 Ma (Roperch et al., 2011). La parte inferior de esta secuencia volcánica posee niveles sedimentarios compuestos por arcillas y capas delgadas de areniscas (similares a los de la Formación Puquio) que a su vez sobreyacen a la Formación Castrovirreyna. Mientras que hacia el este de la Represa de Pachaya, Roperch et al. (2011) reporta que los flujos piroclásticos del centro volcánico Incapacha, que sobreyacen a la Formación Puquio, presentan edades Ar-Ar de ~6 Ma. A partir de estos argumentos, se asume que la edad de la Formación Puquio abarca la mayor parte de la época miocénica.

## SEDIMENTOLOGÍA DE LA FORMACIÓN PUQUIO

Cartográficamente, es posible dividir a la Formación Puquio en tres subunidades desde la base hacia el tope (Fig. 2: miembros A, B y C), esto apoyado con el levantamiento e interpretación de 6 columnas estratigráficas mediante la descripción de las litofacies, identificación de las asociaciones de facies sedimentarias y la determinación de elementos arquitecturales (adaptado de Miall, 2006 y Miall, 2013):

EL MIEMBRO A (0-800m); sobreyace en discordancia angular a la Formación San Pedro en los alrededores de Cerro Barranca, corresponde a una sucesión fluvial de alta energía-lagunar compuesta por 5 secuencias granodecrecientes y 7 asociaciones de facies representadas por barras de conglomerados imbricados (GB) con dirección de paleocorrientes hacia el SO, barras arenosas (SB), llanuras de inundación y lagos (FF) que se encuentran intercalados con flujos piroclásticos ricos en cristales de biotita y cuarzo (V). Hacia el tope de este miembro se observan sedimentos laminares con una marcada gradación normal que son afectados por deformación sinsedimentaria los cuales han sido interpretados como turbiditas de baja densidad. **El miembro B (800-1050m)** aflora en la Represa de Pachaya y en los alrededores del poblado de Ajtapa. Corresponde a una sucesión netamente fluvial de alta energía compuesta por 5 secuencias granodecrecientes y 10 asociaciones de facies representadas por barras de conglomerados imbricados (GB), flujos gravitacionales (SG), barras arenosas (SB) y llanuras de inundación (FF). El diámetro máximo de clastos alcanza varía entre los 50-100 centímetros y las barras arenosas muestran abundantes estratificaciones cruzadas en artesa que indican direccionalidad hacia el NO gradando hacia el tope de la sucesión a niveles de arcillas laminadas. **El miembro C (1050-1200m)** aflora en el corte de la Quebrada Cachimachay, corresponde a una sucesión fluvial de baja energía-lagunar compuesta por 5 asociaciones de facies y 3 secuencias granodecrecientes representadas por barras arenosas (SB), flujos gravitacionales (SG), llanuras de inundación y lagos (FF). Hacia la base de este miembro, los niveles arenosos y ocasionales niveles de conglomerados muestran una dirección de paleocorrientes hacia el SO, mientras que la parte intermedia y superior se caracteriza por la presencia de flujos piroclásticos los cuales aumentan en ocurrencia y espesor. Los conglomerados presentes en cada uno de los miembros descritos están compuestos por lavas andesíticas oscuras, flujos piroclásticos soldados y brechas volcánicas silicificadas pertenecientes a las formaciones San Pedro y Castrovirreyna.

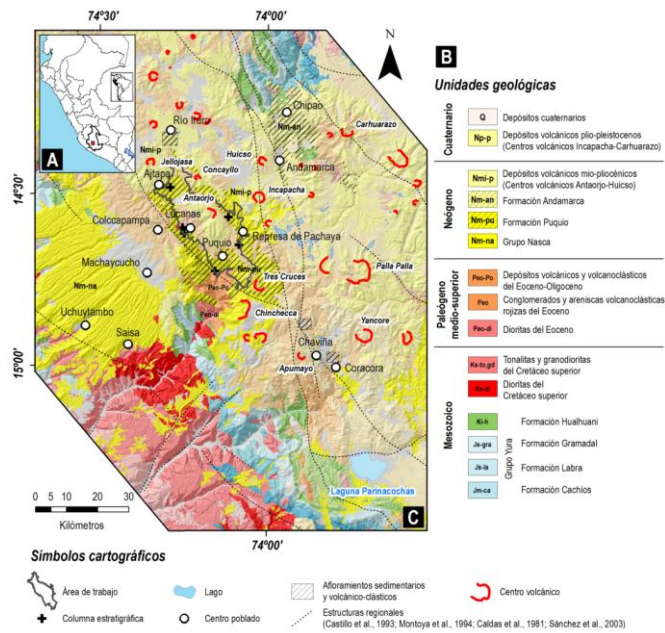
## CONCLUSIONES: EVIDENCIAS DE UNA CUENCA SEDIMENTARIA

El análisis sedimentológico de la Formación Puquio revela que sus miembros comparten un origen geodinámico en común, cuya naturaleza está dada por sistemas fluviales de alta, baja energía y lagunares que progradan hacia el O debido al levantamiento del basamento plegado del Paleógeno medio-superior. Su espesor registrado (1200m), su amplitud y la presencia de niveles importantes de llanuras de inundación-lagos junto a flujos piroclásticos intercalados sugieren una rápida subsidencia tectónica acompañada por procesos volcánicos. Adicionalmente, los miembros A, B y C se encuentran afectados localmente por microestructuras tectónicas de rumbo. De acuerdo a estas evidencias, se interpreta que la sedimentación y el volcanismo explosivo estuvieron controlados por el tectonismo a lo largo de un depocentro de dirección NO-SE. Cuyos límites paleogeográficos y estructurales fueron definidos por fallas regionales de rumbo andino que funcionaron durante la tectónica activa dada para el Mioceno dentro de una cuenca intramontañosa (Einsele, 1992; Allen & Allen, 2005; Horton, 2012) de probable régimen transcurrente.

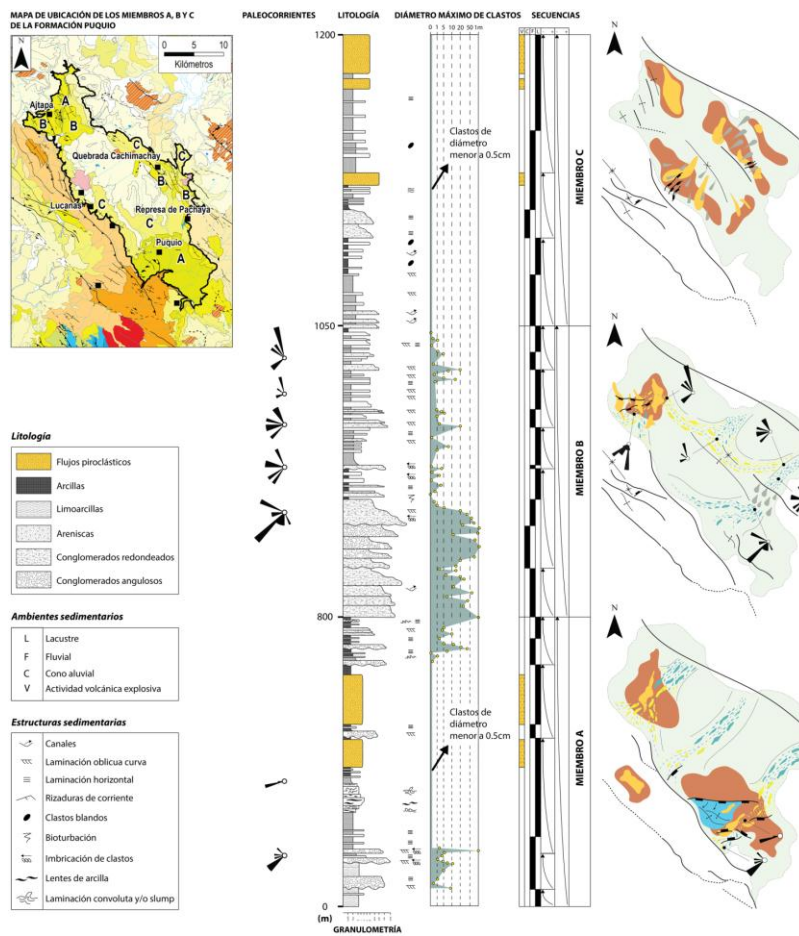
## REFERENCIAS

1. Allen, P. & Allen, J. (2005). Basin Analysis: Principles and Applications. Second Edition. Blackwell Publishing: 549p.
2. Benavides, V. (1962). Estratigrafía pre-Terciaria de la región de Arequipa: Soc. Geol. Peru. Bol., V. 38 p. 5-45.
3. Caldas, J., Montoya, M., García, W. (1981). Mapa geológico del cuadrángulo de Puquio, escala 1/100,000. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Carta Geológica del Perú. Hoja 30ñ.
4. Carlotto, V. (1998). Évolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13-16°S) Pérou: enregistrement sédimentaire, chronologie, contrôles paléogéographiques, évolution cinématique. These doct., Univ. Grenoble, 203p.

5. Castillo, J., Barreda, J., Vela, Ch. (1993). Geología de los cuadrángulos de Laramate y Santa Ana. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Perú. Bol. N°45, 1-66.
6. Cerpa, L. & Meza, P. (2001). Las Cuencas Neógenas del Sur del Perú: La Cuenca Descanso-Yauri (Mioceno). Tesis profesional, Universidad Nacional San Antonio de Abad, Cusco, 130p.
7. Einsele, G. (1992). *Sedimentary Basins: Evolution, Facies and Sediment Budget*. Springer-Verlag: 628p.
8. Flores, T., Rodríguez, R. (1999). Las cuencas neógenas del sur del Perú. La Cuenca Tinajani. Evolución Sedimentológica, Estratigrafía, Paleogeografía y Tectónica (Ayaviri, Puno). Tesis profesional. Universidad Nacional San Antonio de Abad, Cusco.
9. Horton, B.K. (2012). Cenozoic evolution of hinterland basins in the Andes and Tibet. In: Busby, C.J., Azor, A. (Eds.). *Recent advances in Tectonics of Sedimentary Basins*. Blackwell Science: 427-444p.
10. Jaimes, F. & Romero, D. (1996). Las cuencas sinorogénicas de la región del Cusco. La cuenca Paruro (Mioceno superior). Tesis profesional. Universidad Nacional San Antonio de Abad, Cusco.
11. Jenks, W.F. (1948). Geología de la Hoja Arequipa al 1/200,000. Boletín del Instituto Geológico del Perú 9, 204 p., Lima.
12. Marocco, R., Noblet, C. (1990). Sedimentation, tectonism and volcanism relationships in two Andean basins of southern Peru. *Geologische Rundschau* 79 (1), 111-120.
13. Miall, A. (2000). *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. Third edition. Springer: 616p.
14. Miall, A. (2006). *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer (4<sup>th</sup> corrected printing): 582p.
15. Miall, A. (2013). *Fluvial depositional systems*. Springer International Publishing Switzerland: 316p.
16. Montoya, M., García, W., Caldas, J. (1994). Geología de los cuadrángulos de Lomitas, Palta, Nazca y Puquio. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Perú. Boletín N°53, Serie A: Carta Geológica Nacional, 100p.
17. Muñoz, L., Siesquén, D., Navarro, J., Aguilar, R., Cerpa, L., Martínez, J. (2012). Sedimentología de la Formación Caudalosa (Mioceno) Sector Chirihuasi, Ayacucho. Primeros resultados. XVI Congreso Peruano de Geología & SEG Conference. Resúmenes extendidos de la Sociedad Geológica del Perú.
18. Noble, D., Farrar, E., Cobbing, E. (1979). The Nazca Group of South-Central Peru-Age, Source, and Regional Volcanic and Tectonic Significance. *Earth and Planetary Science Letters*, 45, 80-86.
19. Roperch, P., Carlotto, V., Ruffet, G., Fornari, M. (2011). Tectonic rotations and transcurrent deformation south of the Abancay deflection in the Andes of southern Peru. *Tectonics* 30 (2): 23p.
20. Salazar, H. & Landa, C. (1993). Geología de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chincha, Tantaray y Castrovirreyna. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Perú. Boletín N°44, Serie A: Carta Geológica Nacional, 96p.
21. Sánchez, J., Lagos, A., Surco, C. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Puquio (30-ñ), San Ana (29-ñ), Chaviña (30-o) y Querobamba (29-o), escala 1/100,000. Convenio INGEMMET UNMSM. Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional, 63p.
22. Sempere, T., Jacay, J., Carlotto, V., Martínez, W., Bedoya, C., Fornari, M., Roperch, P., Acosta, H., Acosta, J., Cerpa, L., Flores, A., Ibarra, I., LaTorre, O., Mamani, M., Meza, P., Odonne, F., Orós, Y., Pino, A., Rodríguez, R. (2004). Sistemas transcurrentes de escala litosférica en el sur del Perú. *Publicación Especial SGP N°5*: 105-110p.
23. Torres, D. (2011). *Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la Cuenca Condorama (Mioceno), Arequipa, Sur del Perú*. Tesis profesional, Universidad Nacional de Ingeniería, 176p., Lima.



**Figura 1.** Ubicación del área de trabajo, cuyos límites conforman la extensión geográfica actual de la Cuenca Puquio.



**Figura 2.** Columna estratigráfica y paleogeografía de la Formación Puquio. Los miembros A, B y C se han definido en base al cartografiado geológico (este trabajo) y a la interpretación sedimentológica de secuencias. La escala vertical de los miembros B y C se ha exagerado para el detalle de las facies sedimentarias incluidas en estos.