



## Facies sedimentarias y volcánicas de la formación Pichu en la parte alta de la cuenca del río Tambo, sur del Perú

Arnold García<sup>1,2</sup> & Cristina Cereceda<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Dirección de Geología Regional; Lima, Perú ([arnoldgarciazg@gmail.com](mailto:arnoldgarciazg@gmail.com))

<sup>(2)</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

### INTRODUCCIÓN

La zona de estudio está ubicada políticamente entre los departamentos de Moquegua y Puno, en la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Tambo. En la zona de trabajo aflora una gran variedad de unidades sedimentarias, volcánicas y volcánicas-sedimentarias, las cuales abarcan un rango de edad que varían desde el Jurásico Medio hasta el Plioceno (Figura 1). Sin embargo, este trabajo solo comprende el estudio de la Formación Pichu, la cual es motivo de numerosas discrepancias en cuanto a sus relaciones estratigráficas, edad y las secuencias que componen a la unidad.

El objetivo de este trabajo es caracterizar al detalle los miembros de la Formación Pichu, así como también presentar nuevos alcances sobre su posición estratigráfica y su rango de edad estimada, con la finalidad de presentar a esta unidad y sus caracteres sedimentológicos como una herramienta útil para entender la paleogeografía y para que sirva como un elemento clave en la estratigrafía cenozoica del sur del Perú. Este trabajo se encuentra enmarcado dentro de las actividades del Proyecto ACT01: Línea de Base Geoambiental de la cuenca del Río Tambo, de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET (POI 2016-DGR).

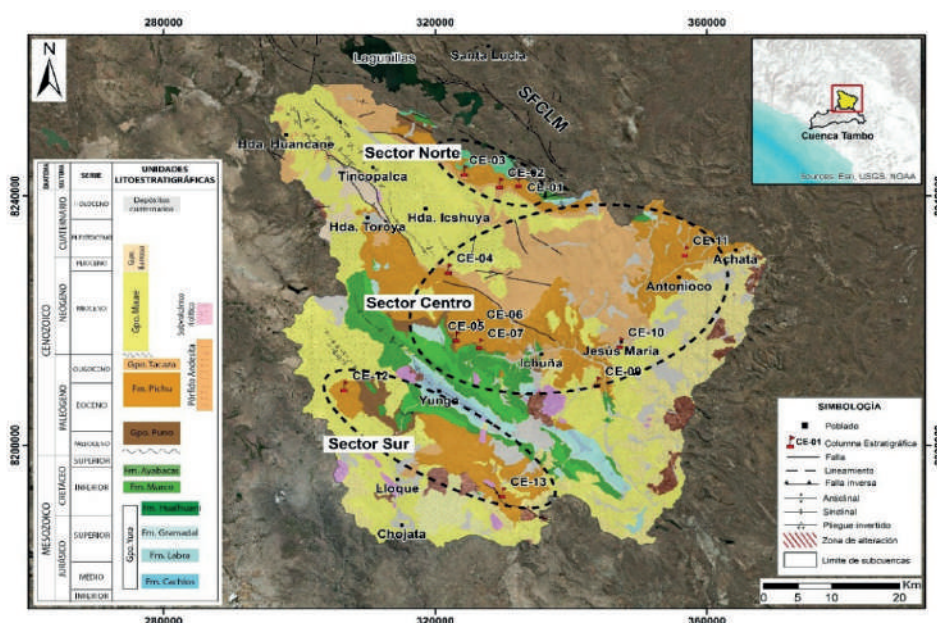


Figura 1: Mapa Geológico de la zona de trabajo. En el mapa se muestra los sectores Norte, Centro y Sur.

## PROBLEMÁTICA EN LA FORMACIÓN PICHU

Se considera como “Fm. Pichu” a una serie volcánica-sedimentaria continental de ~1500 m de espesor, de un color verde muy distinguible y constituida por una alternancia de rocas volcánicas efusivas, explosivas y rocas sedimentarias. Las rocas volcánicas explosivas constan de tobas o ignimbritas y brechas, mientras que las rocas volcánicas efusivas constan de andesitas y basaltos de textura porfirítica. Los sedimentos consisten de conglomerados con clastos de rocas volcánicas, areniscas volcanoclásticas de color verdosas y calizas microcristalinas, las cuales constituyen una transición de facies continentales aéreas hacia lacustres (Marocco & Del Pino, 1966). La posición estratigráfica inicialmente propuesta por Marocco & Del Pino (1966) para la Fm. Pichu, la ubica dentro del Gpo. Puno y dispuesta de manera casi concordante sobre los “Conglomerados Ciguaya”, hoy también considerado como Gpo. Puno (Lipa, Valdivia, & Carrasco, 2001), a la vez, también se muestra en discordancia angular sobre las rocas del Gpo. Yura, y en discordancia erosional por debajo de las rocas volcánicas del Gpo. Tacaza. En base a estas observaciones, Marocco & Del Pino (1966) consideraron a la unidad como parte del Terciario Inferior sin más detalle. Posteriormente, otros estudios regionales (e.g. Carlotto, 2013; Carlotto et al., 2005; Cuéllar, 2001; Klinck et al., 1986; Lipa et al., 2001; Quispesivana & Zapata, 2000; Rodríguez et al., 2002; Rodríguez et al., 2014; Sánchez & Zapata, 2003; Valdivia & Rodríguez, 2003) muestran una fuerte discrepancia estratigráfica en relación a esta unidad, producto de confusiones con unidades oligocénicas y miocénicas con similar litología, ocasionando que la Fm. Pichu sea incluida dentro de unidades como la del Gpo. Tacaza y el Gpo. Puno. Considerando lo anteriormente mencionado se hace necesario distinguir 4 unidades de la Formación Pichu.

## NUEVOS DATOS DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN PICHU

La Formación Pichu del sur del Perú es considerada como el relleno sedimentario de las cuencas de intra-arco denominadas como Tincopalca y Huacochullo (Rodríguez et al., 2002). Esta unidad presenta diversas facies volcánicas y sedimentarias; es así, que mediante observaciones de campo y el estudio de las facies, tomando en cuenta la metodología de Miall (1977), Branney & Koke-

laar (2002) y (D’Elía, 2010), se definieron cuatro miembros, i.e. A, B, C y D, los cuales responden a una marcada variedad de ambientes de depósito, tales como volcánicos efusivos y explosivos (A y D), aluviales y fluviales (B) y lacustres (C).

Las unidades o miembros de la Fm. Pichu toman como base las litofacies de los 13 registros estratigráficos realizados en la parte alta de la cuenca del Río Tambo (Figura 1), las cuales fueron agrupadas en tres sectores (Norte, Centro y Sur) para un mejor entendimiento (Figuras 1 y 2).

### • Pichu “A”

De manera general, el Miembro Pichu “A” (~200 - 1200 m) consiste principalmente de una secuencia volcánica con facies derivadas de eventos explosivos (tobas y aglomerados) y efusivos (andesitas y basaltos) y con ocasionales niveles conglomerádicos; en el sector centro se dispone en discordancia angular directamente sobre el Gpo. Puno.

Las litofacies que han sido identificadas son *mIBr*, *Lac*, *LBC*, *LBves*, *vIT*, *mIT*, *mT*, *mcrT*, *sIT* y *Gmg*.

### • Pichu “B”

La litología del Miembro Pichu “B” (~200 - 500 m) consiste principalmente de una secuencia clástica compuesta por areniscas volcanoclásticas y conglomerados compuestos predominantemente por clastos de rocas volcánicas, redondeados, seguidos de clastos de areniscas cuarzosas y calizas. De lejos, estas secuencias muestran una coloración gris verdosa muy típica. En el sector Centro (alrededores de Ichuña) las secuencias cambian a facies aluvio-fluviales con interdigitaciones de facies volcánicas explosivas (tobas y aglomerados), mientras que en el sector Norte (alrededores de Lagunillas), este miembro muestra un amplio desarrollo de las facies aluviales y se ubican por debajo del Gpo. Tacaza datado allí en 26.5 Ma (Fornari et al., 2002; Rousse et al., 2005).

Las litofacies que han sido identificadas son *Gmg*, *Gcm*, *Gmm*, *Gh*, *Fsc*, *mIBr* y *mcrT*.

### • Pichu “C”

Este miembro (~200 - 300 m) corresponde a una sucesión lacustre constituida por facies finas de areniscas volcanoclásticas, limoarcil-

litas, calizas e interdigitaciones de facies volcánicas explosivas. Estas secuencias muestran el típico color gris verdoso de la unidad. En los alrededores de Ciguaya se encuentra sobreyaciendo a los depósitos continentales del Gpo. Puno e infrayaciendo en discordancia a una ignimbrita de 16.1 Ma (Bellon & Lefèvre, 1976); mientras que en el sector Sur (cerca de Lloque) se encuentra infrayaciendo de manera discordante a las rocas volcánicas del Gpo. Tacaza.

Las litofacies que han sido identificadas son *Sh*, *Ll*, *Fl*, *Lm* y *mIBr*.

• **Pichu “D”**

La litología de este miembro consiste de una secuencia clástica (~250 m) compuesta por areniscas volcano-clásticas, típicamente verdosas, con presencia de interdigitaciones de facies volcánicas explosivas. Estas facies representan un ambiente aluvio-fluvial con influencia volcánica. En los alrededores del poblado Chacoyec (Sector Centro), el miembro Pichu “D” se encuentra sobreyaciendo a las secuencias del miembro Pichu “C” e infrayaciendo a las rocas volcánicas del Gpo. Tacaza.

Las litofacies que han sido identificadas son *Gmm*, *Gmg*, *Sh*, *St*, *Fsc*, *mIBr* y *mcrT*.

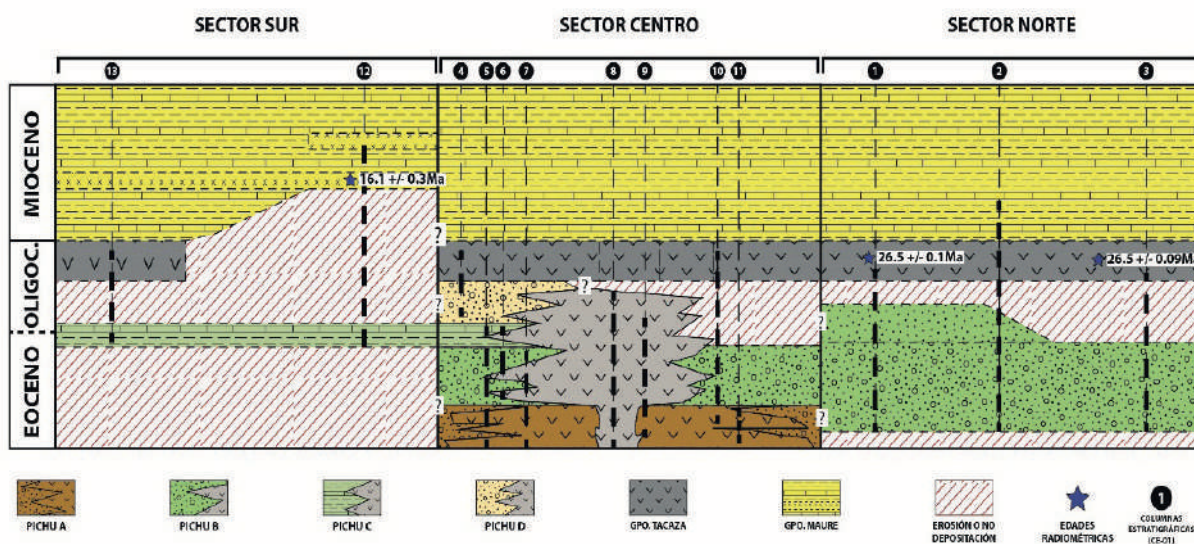


Figura 2: Cuadro crono-estratigráfico de los depósitos del intervalo Eoceno-Mioceno (modificado de García, 2018).

autores que hacen referencia al intervalo de tiempo de la Fm. Pichu, y a la vez estos datos permiten reafirmar lo propuesto por Carlotto (2013), quien le asigna un rango de edad del Eoceno medio – Oligoceno inferior; por otro lado, la heterogeneidad de las facies de las Formación Pichu en la zona de estudio permite corroborar la existencia de dos cuencas distintas pero coetáneas separadas por un alto topográfico ubicado en los alrededores de Ichuña, las cuales fueron descritas por Rodríguez et al. (2002).

**CONCLUSIONES**

Las facies de los miembros de la Formación Pichu (A, B, C y D) muestran condiciones y ambientes de depósito variados; además, tanto la alternancia de las facies volcánicas y de las facies sedimentarias compuestas por material volcánico, sugieren una importante actividad volcánica durante el Eo-

ceno medio y Oligoceno superior.

Finalmente, las relaciones de contacto de la Fm. Pichu con unidades del Paleoceno (Gpo. Puno) y unidades del Oligoceno (Gpo. Tacaza), así como las facies que componen a la unidad permiten establecer una diferencia entre estas unidades litostratigráficas, lo que sugiere que estas mismas no deben ser asociadas o incluidas una con otra, como proponían los autores anteriormente mencionados.

**REFERENCIAS**

Bellon, H., & Lefèvre, C. (1976). Données géochronométriques sur le volcanisme andin dans le sud du Pérou: implications volcanotectoniques. *Comptes Rendus de l'Académie Des Sciences, Série D*, 283, 1–4.

Branney, M., & Kokelaar, P. (2002). Pyroclastic



density currents and the sedimentation of ignimbrites. Geological Society of London.

- Carlotto, V. (2013). Paleogeographic and tectonic controls on the evolution of Cenozoic basins in the Altiplano and Western Cordillera of southern Peru. *Tectonophysics*, 589, 195–219 p.
- Carlotto, V., Carlier, G., Jaillard, E., Cardenas, J., Cerpa, L., Flores, T., & Latorre, O. (2005). Las cuencas terciarias sinorogénicas en el Altiplano y en la Cordillera Occidental. *Boletín de La Sociedad Geologica Del Perú*, 6(Especial), 103–126 p.
- Cuéllar, F. E. (2001). *Estratigrafía, sedimentología y tectónica de las series Meso-Cenozoicas del cuadrángulo de Pichacani (Hoja 33-v) Cuadrante II (SE), Sur del Perú*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 92 p.
- D'Elía, L. (2010). Caracterización estratigráfica y estructural de la evolución temprana (sin-rift y post-rift inicial) del margen sur de la Cuenca Neuquina entre Sañicó (Neuquén) y el río Limay (Río Negro). Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Fornari, M., Baldellon, E., Espinoza, F., Ibarra, I., Jimenez, N., & Mamani, M. (2002). Ar-Ar dating of late Oligocene-early Miocene volcanism in the Altiplano. *Geodinámica Andina: Résumés Étendus*, 223–226.
- Klinck, B., Ellison, R., & Hawkins, M. (1986). The geology of the Cordillera Occidental and Altiplano west of Lake Titicaca, southern Peru. *British Geological Survey, Ingemmet*, 337, 353 p.
- Lipa, V., Valdivia, W., & Carrasco, S. (2001). *Memoria explicativa de la revisión geológica del cuadrángulo de Ichuña*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Marocco, R., & Del Pino, L. (1966). Geología del Cuadrángulo de Ichuña 33-u-[Boletín A 14], 71 p.
- Miall, A. D. (1977). A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Science Reviews*, 13(1), 1–62.
- Quispesivana, L., & Zapata, A. (2000). *Memoria descriptiva de la geología del cuadrángulo de Omate (34-u)*. Lima: Ingemmet.
- Rodríguez, R., Cuéllar, F., Loza, M., Palomino, F., & Valdivia, E. (2002). Descripciones del relleno oligoceno-mioceno entre las cuencas Tincopalca y Huacochullo, borde oriental de la Cordillera Occidental entre los departamentos de Puno y Arequipa. *Congreso Peruano de Geología*, 11, 265–272 p.
- Rodríguez, R., Sánchez, E., Choquehuanca, S., Fabián, C., & Del Castillo, B. (2014). Revisión estratigráfica del Grupo Puno (Eoceno) en el límite del Altiplano y la Cordillera Occidental (Acora-Puno-Mañazo). División de cuencas sedimentarias. In *Resúmenes. Congreso Peruano de Geología* (Vol. 17, p. 4 p). Lima: Sociedad Geológica del Perú.
- Rousse, S., Gilder, S., Fornari, M., & Sempere, T. (2005). Spatial and temporal constraints on Neogene tectonics of the Peruvian Altiplano from new paleomagnetic and geochronologic data. *International Symposium on Andean Geodynamics, Universitat de Barcelona: Extend Abstracts*, (6), 627–629.
- Sánchez, A., & Zapata, A. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Macusani (29-v), Limbani (29-x), Sandia (29-y), San Ignacio (29-z), Yauri (30-t), Azángaro (30-v), Putina (30-x), La Rinconada (30-y), Condoroma (31-t)*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Valdivia, E., & Rodríguez, R. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Lagunillas (32-u), escala 1:100 000*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.