XVIII Congreso Peruano de Geología

CARACTERIZACIÓN LITOGEOQUÍMICA DE LAS ROCAS MESOZOICAS DEL GRUPO YURA – CUENCA DEL RIO TAMBO – MOQUEGUA

Paola Chapilliquén Neira[1], Vilma Maqquera Carlos[2] y Cristina Cereceda Quintanilla[1]

[1] Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja Lima, Perú (jchapilliquen@ingemmet.gob.pe), (ccereceda@ingemmet.gob.pe)
[2] Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC, Av. La Cultura 733, Cusco, Perú (vmaqquera@gmail.com)

1. Introducción

El área de estudio se ubica en el departamento de Moquegua, en el sur del Perú, el cual pertenece a la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Tambo, drenada por las subcuencas de Ichuña y Yarihualla, (Fig. 1). En esta locación, afloran secuencias de rocas sedimentarias y volcánicas que representan el intervalo cronoestratigráfico Jurásico inferior - Plioceno. En el presente trabajo se muestra los resultados del levantamiento en detalle y muestreo de una sección estratigráfica expuesta. Los estudios se han realizado empleando criterios litoestratigráficos, sedimentológicos y litogeoquímicos. El objetivo principal se centra en la aplicación de la geoquímica para caracterizar las unidades sedimentarias del Grupo Yura utilizando la relación SiO2/Al2O3 como un índice químico de madurez mineralógica, que permite discriminar las rocas que tienen composición silícea, intermedia y aluminosa (Pettijohn et al., 1972). Además, se determina la procedencia de los sedimentos a través de su contenido de tierras raras (REE) (Rollinson, 1993) y se ha interpretado el ambiente de depositación a través del estudio de análisis de facies. Los estudios realizados han contribuido ampliar el conocimiento de las rocas del mesozoico que afloran en la parte alta de la cuenca del Río Tambo, y los resultados de estas investigaciones permitirán un mejor entendimiento en la correlación estratigráfica con otras secuencias del Grupo Yura expuestas en diversas zonas del Perú.

2. MARCO GEOLÓGICO

En la zona de estudio afloran rocas volcánicas y sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico respectivamente, y que han sido descritas por Lipa et. al. (2001) en la actualización de la Carta Geológica Nacional. Las rocas más antiguas que se exponen en el área pertenecen al Grupo Yura asignado al Jurásico-Cretáceo, formando franjas con rumbos NO-SE, y que están cubiertas en discordancia angular por los conglomerados del Grupo Puno, los cuales se encuentra debajo de las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Pichu, ambos de edad Paleógena. Por encima en discordancia erosional se encuentran las lavas andesíticas, tobas de grano fino y brechas de la Formación Llallahui, asignados al Grupo Tacaza de edad Oligocena, (Marocco y Del Pino, 1966). Continúa la columna estratigráfica con las rocas volcano-sedimentarias del Grupo Maure de edad Mio-pliocena (Lipa et al, 2001), que están cubiertas por las lavas y tobas del Grupo Sillapaca del Mioceno medio. Rodriguez et. al. (2000) describe una toba brecha riolítica que la atribuye a la Formación Vizcachas del Mioceno superior. Por encima y en discordancia erosional se encuentran las rocas volcánicas del Grupo Barroso de edad Pleistocena (Marocco y Del Pino, 1966).

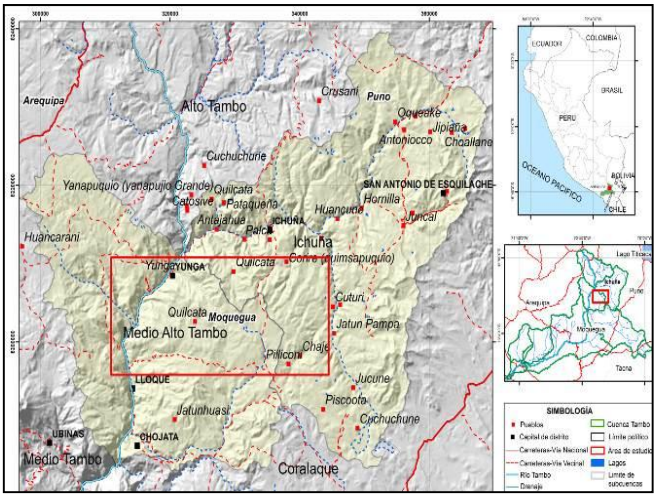

Fig. 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3. ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

En base a la medición de cuatro secciones estratigráficas a escala 1:500, donde se han descrito sus litologías, tamaños de grano, estructuras sedimentarias, contenido fosilífero, etc., se elaboró una columna estratigráfica compuesta describiendo las litofacies de las formaciones Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani, habiendo interpretando 10 secuencia sedimentológicas en base a la asociación de facies.

La secuencia I está representada por lutitas negras con presencia de nódulos calcáreos de 2 cm. de diámetro intercaladas con niveles de areniscas gris verdosa en estratos granocreciente en la parte inferior y con presencia de estructuras tipo hummockys. La secuencia II está representada por lutitas negras intercaladas con areniscas grises, con presencia contínua de slumps, y con estratificación heterogénea, observando al tope de la secuencia un nivel de oxidación (hardground), ambas secuencias forman parte de la Formación Cachíos. La secuencia III corresponde a una intercalación de areniscas grises con estratos delgados de lutitas y limolitas. La secuencia IV presenta estratos gruesos de areniscas con una ligera intercalación de limos en el tope, ambas secuencias pertenecen a la Formación Labra.

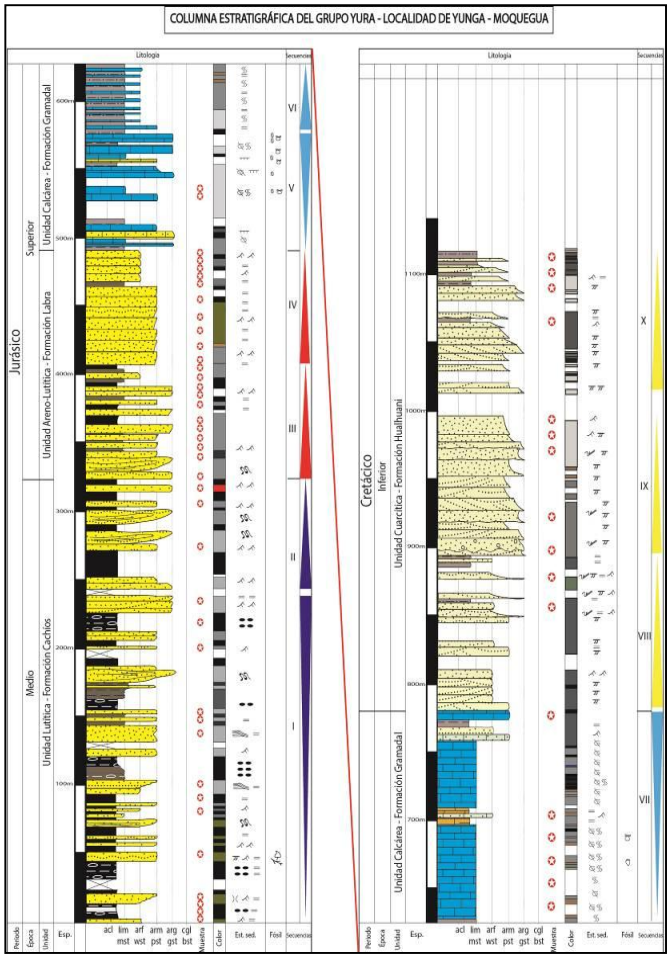

Fig. 2: Columna estratigráfica del Grupo Yura levantada en la margen izquierda del Río Tambo, los círculos rojos indican las muestras con estudio geoquímico.

La secuencia V se caracteriza por la presencia de calizas con restos fósiles fracturados, mientras que en la secuencia VI se observa intercalaciones de calizas de estratos delgados con capas de limolitas.

En la secuencia VII expone estratos gruesos de calizas intercaladas con niveles de areniscas cuarzosas, estas tres secuencias pertenecen a la Formación Gramadal. La secuencia VIII se caracteriza por presentar estratos de areniscas cuarzosas intercaladas al tope con capas delgadas de limolitas. La secuencia IX presenta estratos gruesos de areniscas con esporádicos niveles de paleocanales. Finalmente en la secuencia X se describe intercalaciones de areniscas cuarzosas con niveles delgados de limolitas, estas tres últimas secuencias presentan estratificación cruzada y pertenecen a la Formación Hualhuani.

4. GEOQUÍMICA

Para el estudio litogeoquímico se analizaron un total de 58 muestras, de las cuales 38 corresponden a litologías de areniscas, 13 lodolitas y 7 calizas. Los análisis químicos de elementos mayores y trazas se realizaron en el laboratorio de química analítica del INGEMMET y el laboratorio de SGS respectivamente, empleando los métodos de Fusión de metaborato de litio por ICP-AES y Fusión de peróxido de sodio por ICP-AES/ICP-MS.

Las areniscas y lodolitas han sido caracterizadas en base a la clasificación química para areniscas (Pettijohn et al. 1972). En el diagrama (Fig. 3) se observa que las areniscas de la secuencia I muestran una variación composicional de sub-arcosas a litarenitas, que indica que tienen una madurez mineralógica intermedia. Las areniscas de la secuencia II se clasifican como litarenitas, que indican una madurez mineralógica baja. La secuencia III está constituida por litarenitas y la secuencia IV está conformada por sub-arcosas, indicando una madurez baja a intermedia. Así mismo, la secuencia VII las areniscas son arcósicas, que indican una baja madurez. Las secuencias del VIII al X presentan arenitas cuarzosas que indican una madurez alta debido a su composición silícea. En el diagrama multielemental (Fig. 4) se observa que en las subarcosas y litarenitas de la secuencia I y II, los elementos litófilos (LILE), tierras raras ligeras (LREE) están ligeramente empobrecidas con respecto a las tierras raras pesadas (HREE) y metales pesados (Ni, Cu, Zn), presentando además anomalías negativas en Sr y Hf y anomalías positivas en Li y Cr. En las litarenitas de la secuencia III se incrementa el Ba, Th, Zr, Hf y Eu con respecto a las litarenitas de las secuencias anteriores. Las sub-arcosas y arcosas de las secuencias IV y VII presentan empobrecimiento en LILE y LREE con respecto a los HREE y metales pesados (Cr, Ni, Cu, Zn), además también disminuyen en concentración en relación a las secuencias anteriores. En cambio en las calizas de las secuencias V y VII los LILE, REE y metales pesados presentan similar comportamiento, también se observan anomalías positivas en Ba y Sr. En las cuarzo arenitas de la secuencia VIII se observan anomalías positivas de Zr, Hf y Pb, y anomalías negativas en Sr. Por otro lado, las cuarzo arenitas de la

secuencia IX presentan anomalías positivas en Nb, Ta, Pb, Zr, Hf y Cr y anomalías negativas en Sr y Co. Las areniscas de la secuencia X están enriquecidas en los valores de LILE, REE, en metales pesados respecto a sus similares de las secuencias VIII y IX, y así mismo presentan anomalías negativas en Ta, Sr, Hf y Co y anomalías positivas en Pb, Eu, Li y Cu.

En el diagrama multielemental (Fig. 5) se observa que las lodolitas de la secuencia I y II presentan anomalías negativas en Sr y Co y anomalías positivas en Y, Li y Cr, pero la secuencia I tiene mayor concentración en los elementos LILE, REE, y metales pesados respecto a la secuencia II. En las secuencias III y IV los elementos LILE, REE y metales pesados presentan contenidos similares, y se observan anomalías negativas en Ta, Sr y Co y anomalía positiva en Pb, Li y Cu. En la secuencia X los elementos litófilos tienen baja concentración respecto a la secuencia que las infrayace, presentan anomalías negativas en Sr y Hf y anomalías positivas en Pb, Li, Cr y Cu.

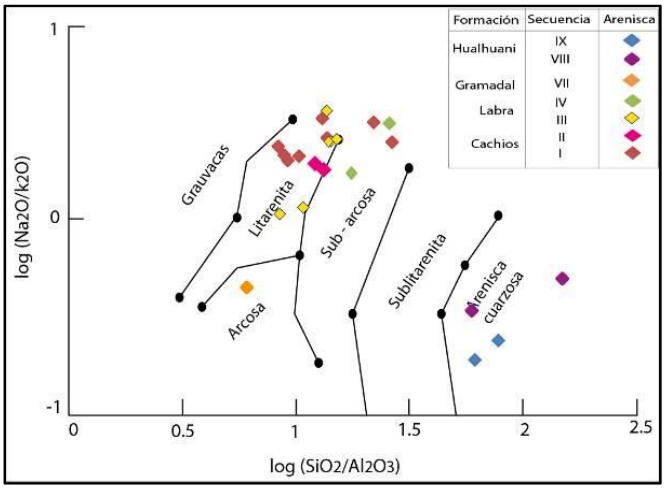

Fig. 3: Clasificación de areniscas según diagrama de Pettijhon et al. (1972, Rollison H. R, 1993).

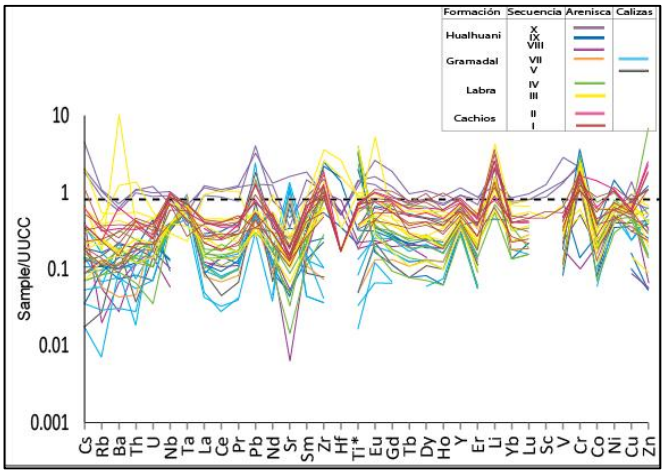

Fig. 4: Patrón para REE de las areniscas y calizas normalizadas a la Corteza Continental Superior por Taylor y McLennan (1985, Rudnick and Fountain, 1995).

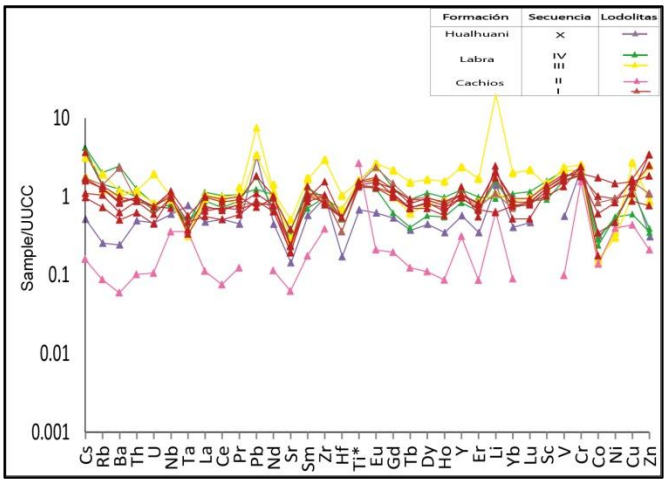

Fig. 5: Patrón para REE de las lodolitas normalizadas a la Corteza Continental Superior por Taylor y McLennan (1985, Rudnick and Fountain, 1995).

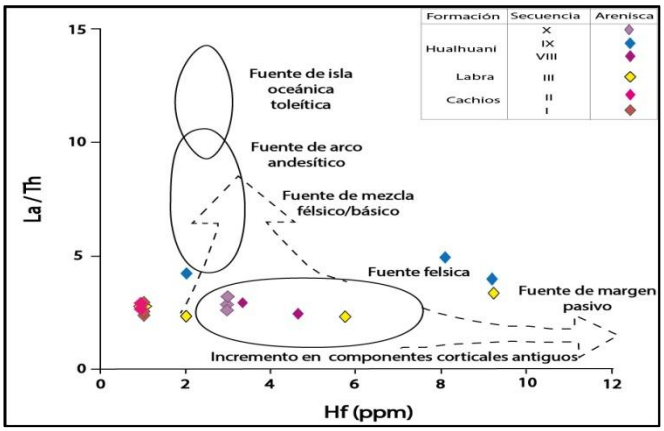

Fig. 6: Diagrama binario La/Th versus Hf (Floyd y Leveridge, 1987), indican la mayor afinidad de las rocas sedimentarias con los valores de rocas andesíticas y félsicas.

En el diagrama binario La/Th versus Hf (Fig. 6) se estiman las fuentes de rocas detríticas de procedencia de arcos volcánicos (Daniel K., et. al. 2000). Las relaciones La/Th son indicadores útiles de componentes de código máficos o félsicos, mientras Hf típicamente revela el grado de reciclaje (Floyd y Leveridge, 1987). Es así que, las areniscas de la secuencia I y II caen en el campo de mezcla de fuentes félsicas a básicos, las areniscas de la secuencia III corresponden con fuentes de tipo continental asociadas a un margen pasivo. Las areniscas de las secuencias VIII y X tienen fuentes félsicas, compatibles con fuentes corticales asociadas a un ambiente geotectónico de arco continental, pero las areniscas de las secuencias IX, indican una posible fuente sedimentaria de edad/reciclado típicas de fuentes de margen pasivo o la disección progresiva de un arco.

5. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de facies se ha determinado que la sedimentación de las formaciones Cachíos, Labra y Gramadal han sido de un ambiente marino, y para la Formación Hualhuani se interpreta propio de ambiente fluvial. La Formación Cachíos evoluciona de un ambiente

de plataforma externa a una interna, mientras que la Formación Labra evoluciona de un ambiente de plataforma interna a un ambiente somero, luego se instala un ambiente de plataforma carbonatada (Formación Gramadal), para posteriormente dar paso a un ambiente fluvial de ríos distales o deltaicos (Formación Hualhuani).

Por otro lado, el diagrama binario de clasificación química de areniscas (Pettijohn et al., 1972), muestra la diversidad composicional de las areniscas que conforman el Grupo Yura, las cuales varían de areniscas líticas a areniscas cuarzosas. En este sentido, determinamos que las areniscas de la Formación Cachíos (secuencias I y II) varían de subarcosas a litarenitas, las de la secuencia III que corresponden a la Formación Labra son litarenitas y las areniscas de la secuencia IV son netamente subarcosas. Ya en la Formación Gramadal, las areniscas son propiamente arcosas, las cuales en comparación con las subarcosas presentan menor cantidad de feldespatos, es decir empobrecimiento en Rb, Ba y Th, también se evidencian carbonatos, a través de las anomalías positivas de Sr.

La Formación Hualhuani se caracteriza por la abundancia de areniscas cuarzosas, de las cuales las secuencias VIII y IX presentan anomalías positivas en Hf, Cr y Zr, este último nos indica la presencia de zircón y espinela, además los valores bajos de REE coinciden con los valores más altos de SiO2 indicando una posible dilución de las REE por parte del cuarzo (McLennan, 1989). En cambio las areniscas de la última secuencia no presenta zircón (anomalías negativas de Hf y Zr) y al parecer contienen menos cuarzo que las anteriores (enriquecimiento en LILE, REE); por lo tanto, podemos asumir que la sedimentación de las primeras secuencias de la Formación Hualhuani estaban controladas por una intensa energía que permitió la selección y concentración de los elementos cuarzosos y la eliminación de las otras fracciones menos resistentes o más finos.

En base al diagrama binario La/Th versus Hf (Floyd y Leveridge, 1987), se concluye que; la Formación Cachíos proviene de fuentes félsicas a básicas, la Formación Labra proviene de fuentes de tipo continental asociadas a un margen pasivo. La base y el tope de la Formación Hualhuani provienen de fuentes félsicas, compatibles con fuentes corticales asociadas a un ambiente geotectónico de arco continental, mientras que la parte intermedia de esta formación, proviene de una posible fuente sedimentaria de edad/reciclado típicas de fuentes de margen pasivo o la disección progresiva de un arco volcánico.

Agradecimientos

Los autores extienden su agradecimiento al Ing. Luis Cerpa Cornejo y al Ing. Briant García por su colaboración y asesoramiento sobre informaciones de sedimentología, así mismo agradecer a la Dr. Miriam Mamani por la revisión, observaciones y sugerencias realizadas para la mejora del presente trabajo.

Referencias

Asiedu, D.K., Suzuki, S., Nogami, K., Shibata, T. (2000). Geochemistry of Lower Cretaceous sediments, Inner Zone of Southwest Japan: Constraints on provenance and tectonic environment, Geochemical Journal, Vol. 34, pp. 155 – 173.

Floyd, P.A., Leveridge (1987). Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall; framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones, Journal of the Geological Society, London, Vol. 144, 1987, pp. 531-542.

Lipa, V., Valdivia, W., Carrasco, S. (2001). Memoria explicativa de la revisión geológica del cuadrángulo de Ichuña (33-u). Lima-Perú, CO: INGEMMET, 11 p.

Marocco, R., Del Pino, M. (1966). Geología del Cuadrángulo de Ichuña (hoja 33-u), INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 14, 57 p.

McLennan S.M. (1989). Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of the provenance and sedimentary process, in: Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements 21, pp. 169-200.

Pettijohn F. J., Potter, P.E and Sevier, R. (1972). Sand and sandstone. Springer-Verlag. New York. 618 p.

Rodriguez, R., Cuellar, E., Palomino, F. (2000). Mapa Geol. Cuadr. Pichacani (33v). INGEMMET. Lima, esc 1:50 000

Rollinson, H.R. (1993). Using Geoquimical Data: evaluation, presentation, interpretation, London. pp. 137-149.

Rudnick, R. L., Fountain, D. M. (1995). Nature and composition of the continental crust: A lower crustal perspective. American Geophysical Union. Washington, D.C., United States, pp. 267-309.

Taylor, S.R., McLennan, S.M. (1985). The Continental Crust: Ist composition and Evolution. Blacwell Scientif. Pub.,Oxford.