



Estratigrafía, magmatismo y geoquímica del vulcanismo del Jurásico superior–Cretácico inferior entre Huancavelica, Huancayo y Oxapampa (Perú central)

Eber Cueva, Rildo Rodríguez, Mirian Mamani, y Edwin Giraldo

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

1. Introducción

En el trasarco del Perú Central, al borde este de la Cordillera Oriental y oeste de la Zona Subandina se han observado sills de lavas basálticas (43-55 % SiO₂) dentro de las areniscas de la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior). Por otro lado, al borde este de la Cordillera Occidental y en las Altiplanicies Interandinas también se han observado secuencias de flujos de lavas basálticas al tope, a la base, e intercaladas dentro de las secuencias del Cretácico inferior conformadas por el Grupo Goyllarisquiza y las formaciones Chayllacatana (Cretácico inferior) y Chaucha (Jurásico superior). Las comparaciones regionales hechas por Romero (2004) hacen suponer que los sills de lavas del Jurásico superior estarían representados por la Formación Sarayaquillo, y los flujos de lavas del Cretácico inferior pertenecerían al Grupo Goyllarisquiza y a la Formación Chayllacatana. El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto GR6 y pretende realizar la correlación estratigráfica, magmática y geoquímica del trasarco Jurásico-Cretácico entre las regiones de Huancavelica, Huancayo y Oxapampa en base al cartografiado regional, columnas estratigráficas, y nuevos análisis geoquímicos de las lavas intercaladas con los sedimentos.

2. Relaciones estratigráficas

Las relaciones estratigráficas de las lavas del Jurásico-Cretácico se han determinado en seis columnas estratigráficas. Las columnas S1, S2, S3, S4 y S5 se levantaron en borde este de la Cordillera Occidental y la Columna S6 en el borde este de la Cordillera Oriental (Fig.

1). En la columna S1 (240 m), las lavas se encuentran sobre una intercalación de areniscas, lutitas rojas y conglomerados que corresponden a la Formación Chayllacatana. En la columna S2 (140 m), las lavas se encuentran sobre intercalaciones de conglomerados, areniscas y lutitas rojas de la Formación Chayllacatana. En la columna S3 (310 m), se tienen dos niveles de lavas: el primero se encuentra sobre las areniscas fluvio-eólicas y lutitas negras del Grupo Goyllarisquiza; el segundo se encuentra sobre una intercalación de secuencias rojas pertenecientes a la Formación Chayllacatana. La columna S4 (190 m), presenta también dos niveles de lavas: el primero se encuentra en la parte superior de la Formación Chaucha y el segundo se encuentra sobre una intercalación de areniscas y lutitas rojas pertenecientes a la Formación Chayllacatana. La columna S5 (180 m), presenta dos niveles de lavas: el primero se encuentra sobre las calizas de la Formación Chaucha y el segundo se encuentra al techo de la Formación Chayllacatana, la cual está compuesta de areniscas y lutitas rojas. Esta última lava fue datada en 109.2 ± 1.6 Ma por el método Ar⁴⁰/Ar³⁹ (Noble et al., 2001). Finalmente, en la columna S6 ubicado en la Zona Subandina tiene dos niveles de lava intercaladas con areniscas rojas, lutitas y conglomerados pertenecientes a la Formación Sarayaquillo.

En síntesis, las lavas del Jurásico superior-Cretácico inferior se agrupan en tres grupos: el primer grupo corresponde a las lavas que se encuentran intercaladas dentro de la Formación Sarayaquillo; el segundo grupo de lavas se encuentra al techo de la Formación Chaucha e intercaladas dentro del Grupo Goyllarisquiza; y el tercer grupo de lavas se encuentra en la parte superior de la Formación Chayllacatana (Fig. 2).

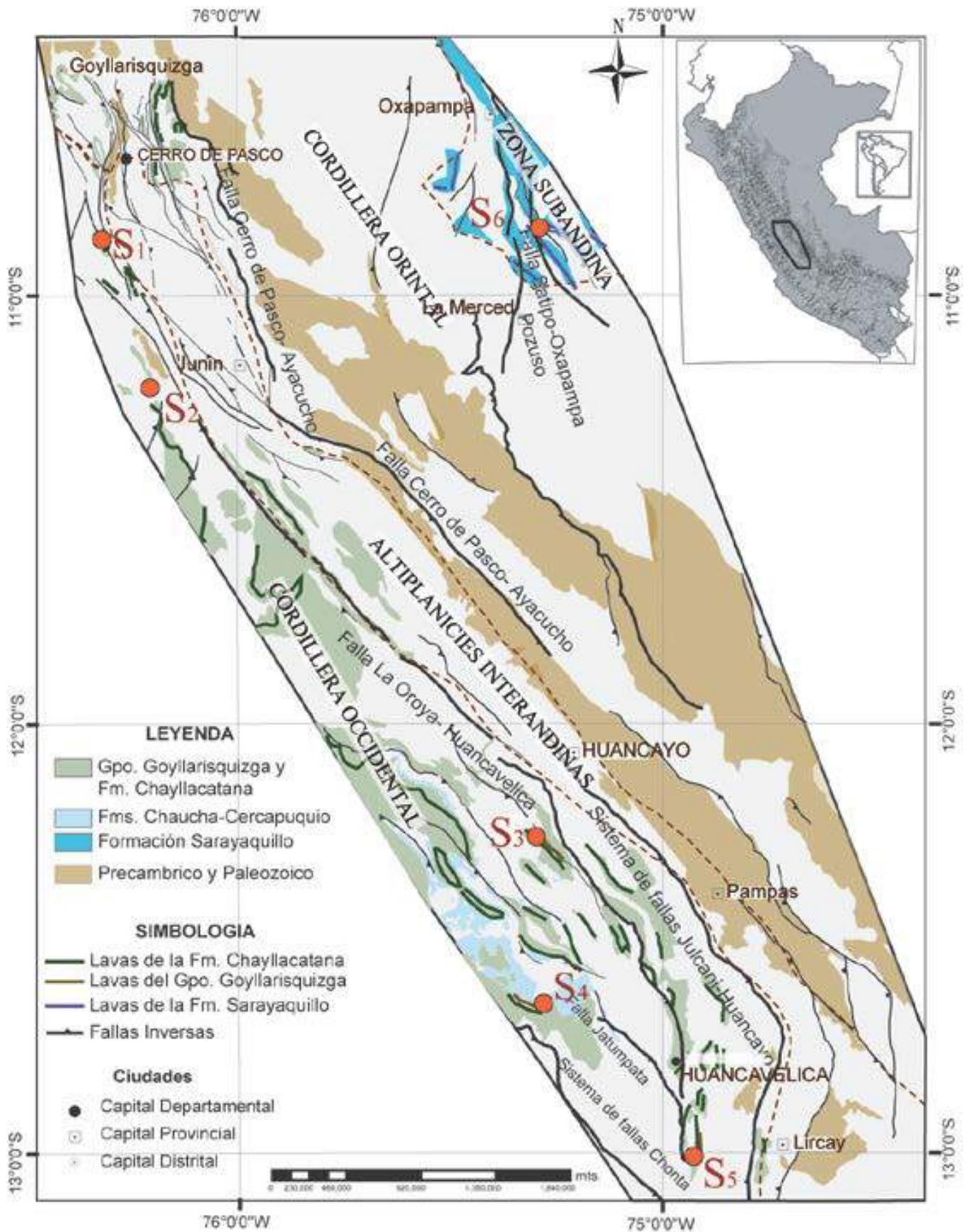


Figura 1. Mapa estructural esquemático y morfológico del centro del Perú entre Huancavelica, Huancayo y Oxapampa.

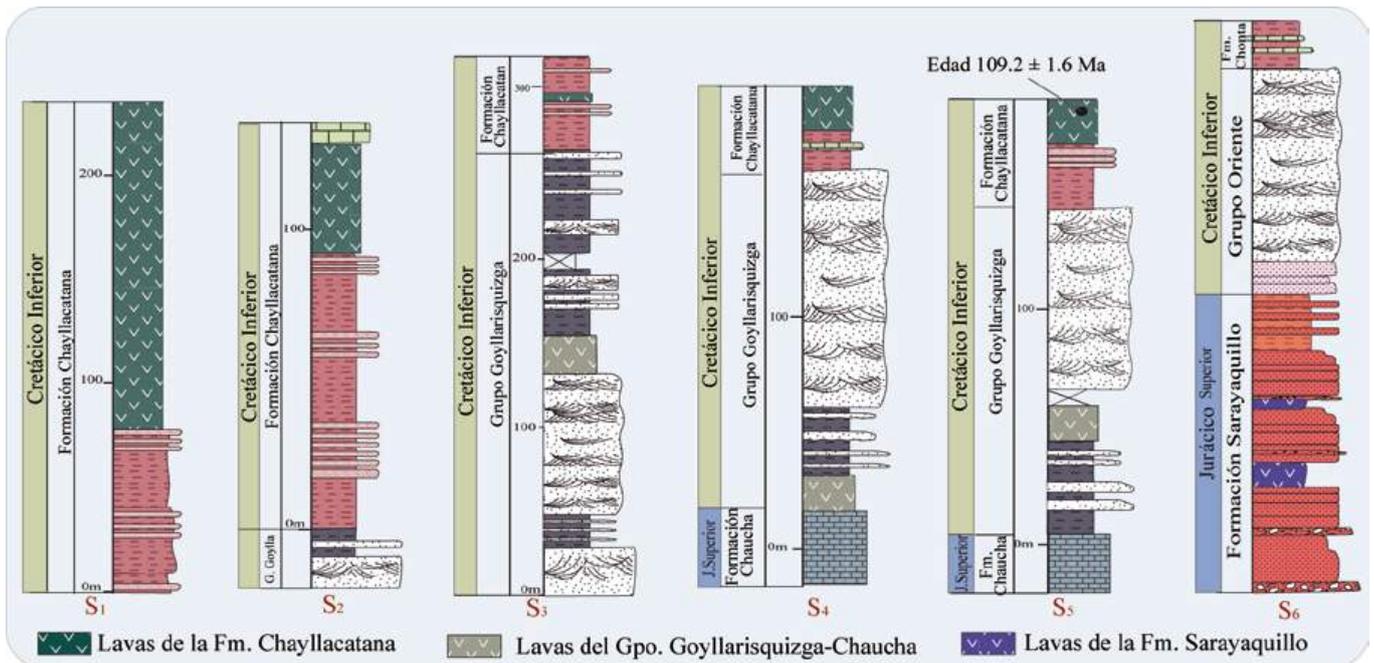


Figura 2. Ubicación de los diferentes niveles de las lavas basálticas en las columnas estratigráficas.

3. Marco estructural

Las lavas ubicadas dentro de las secuencias del Grupo Goyllarisquizza y las formaciones Chaucha y Chayllacatana afloran al borde este de la Cordillera Occidental y en la zona de Altiplanicies interandinas, destacando las lavas de la Formación Chayllacatana por su abundancia. Estas lavas se encuentran próximas a los sistemas de fallas regionales de La Oroya-Huancavelica, la falla Jatumpata y la falla Cerro de Pasco-Ayacucho (Romero et al, 2004), y se van restringiendo hacia el sureste. Finalmente, las lavas de la Formación Sarayaquillo, se encuentran restringidas en la región de Oxapampa, al borde este de la Cordillera Oriental y la zona Subandina, la cual está controlada por el sistema de fallas Satipo-Oxapampa-Pozuzo (Rodríguez et al., 2010).

4. Magmatismo y geoquímica

Las lavas del Jurásico superior-Cretácico inferior generalmente son lavas gris-verdoso con textura porfírica, cristales de plagioclasa y vesículas rellenas con calcita, epidota, cuarzo, clorita y limonita. Las rocas expuestas presentan alteraciones por intemperismo y diagénesis: en algunos casos el olivino es remplazado por serpentina, calcita y epidota. En las secciones delgadas realizadas, se pueden observar que las lavas de la Formación Chayllacatana están compuestas

principalmente de olivino, plagioclasa y piroxenos mientras que las lavas del Grupo Goyllarisquizza y Formación Chaucha están compuestas por plagioclasas, piroxenos, olivinos. Las lavas de Formación Sarayaquillo están compuestas principalmente por cristales de plagioclasa y olivino.

La relación de SiO_2 (wt%) versus la sumatoria de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Fig. 3) muestra que las lavas de la Formación Sarayaquillo pertenecen a la serie alcalina y caen en los campos de los basaltos y traquiandesitas, mientras que las lavas de la Formación Chayllacatana pertenecen también a la serie alcalina y caen dentro del campo de los basaltos. Sin embargo, las lavas del Grupo Goyllarisquizza y la Formación Chaucha pertenecen a la serie calcoalcalina y caen dentro de los campos de los basaltos, andesitas y traquiandesitas.

En el diagrama normalizado a los valores del manto primitivo (Fig. 4), se observan las siguientes anomalías: las lavas de la Formación Chayllacatana muestran enriquecimiento en Nb y Ta, las que son parecidas a las firmas de basaltos de islas (OIB); por otro lado, las lavas intercaladas en el Grupo Goyllarisquizza y las formaciones Chaucha y Sarayaquillo muestran un empobrecimiento en Nb y Ta similar a los magmas ligados a subducción. La ausencia de anomalías de Eu en las lavas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana puede resultar del alto estado de oxidación magmática.

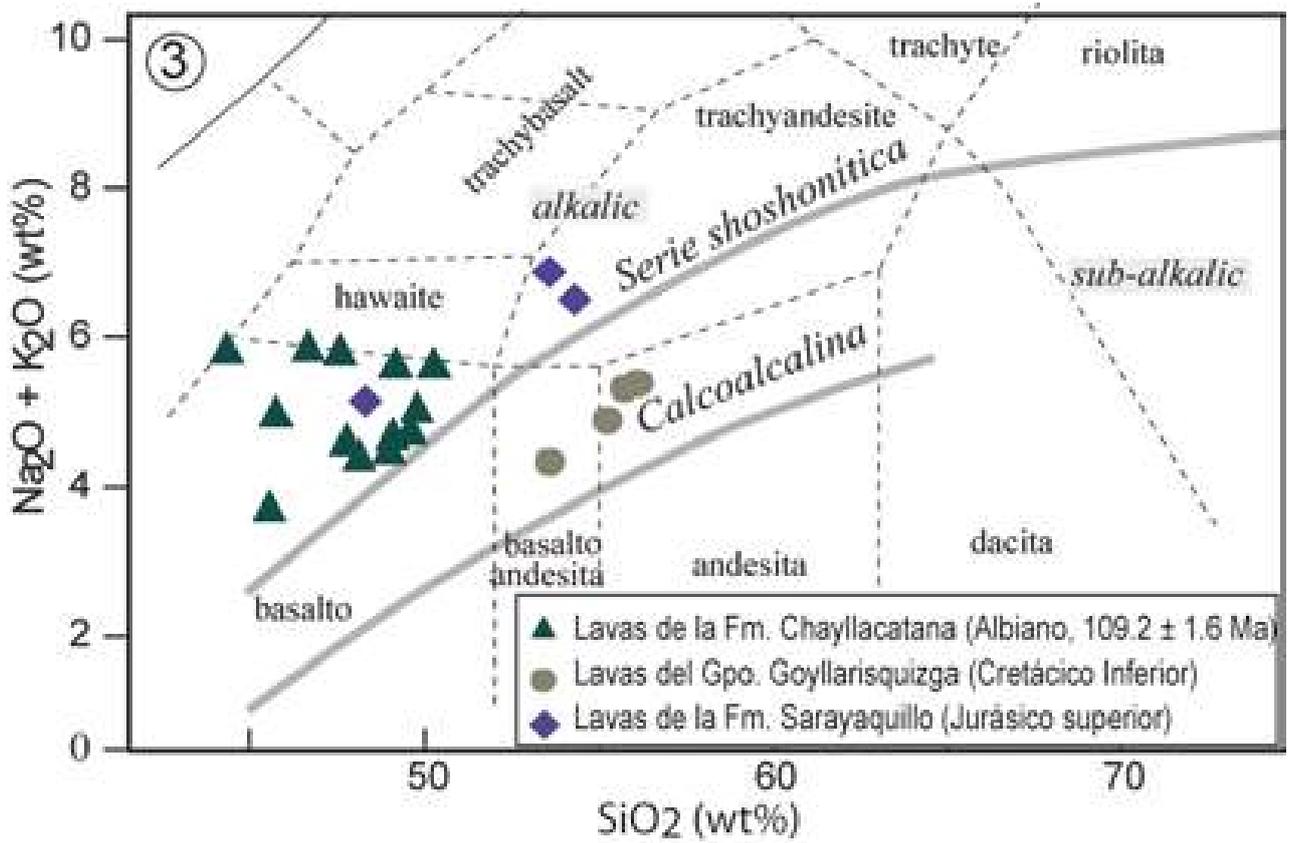


Figura 3. Diagrama del contenido de SiO_2 (wt%) versus $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$. La línea de clasificación de las series alcalinas y calcoalcalino según Kuno (1986). Los contenidos de óxidos están recalculados al 100% y libres de bases volátiles y con todo el Fe como FeO total.

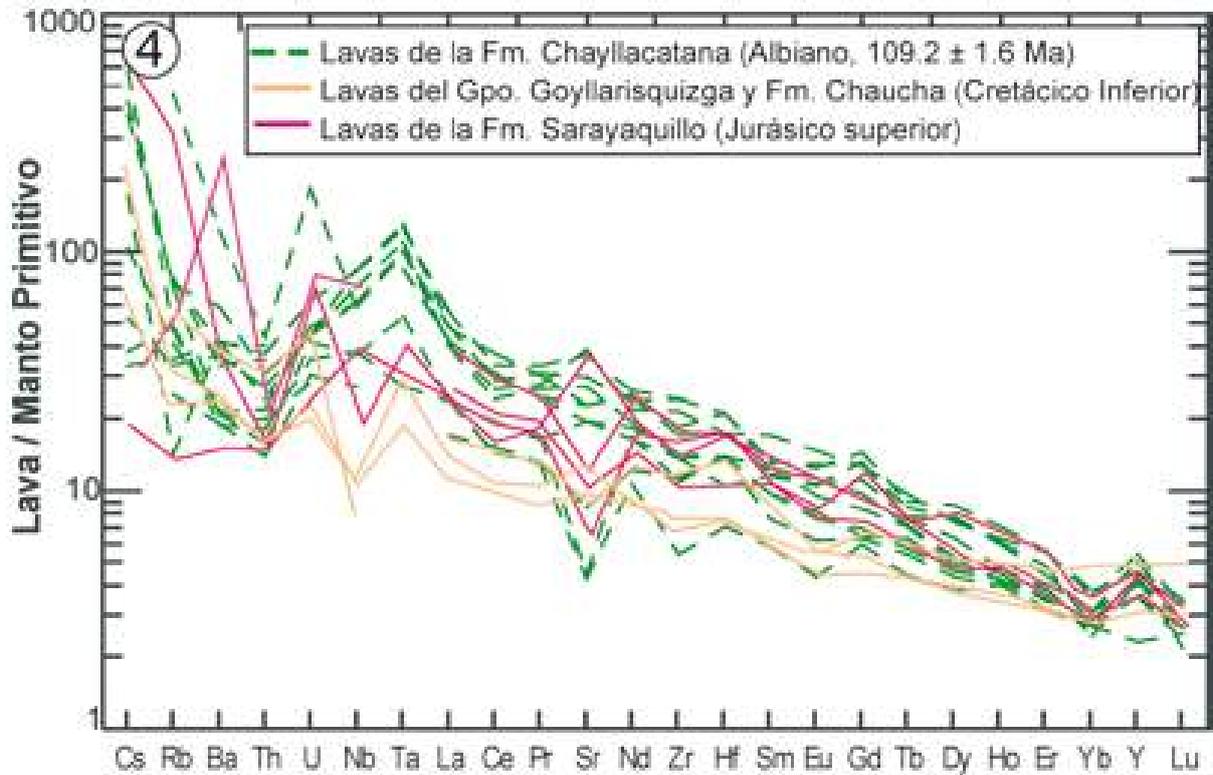


Figura 4. Diagrama multielemental normalizado al manto primitivo con los valores de McDonough & Sun (1995).

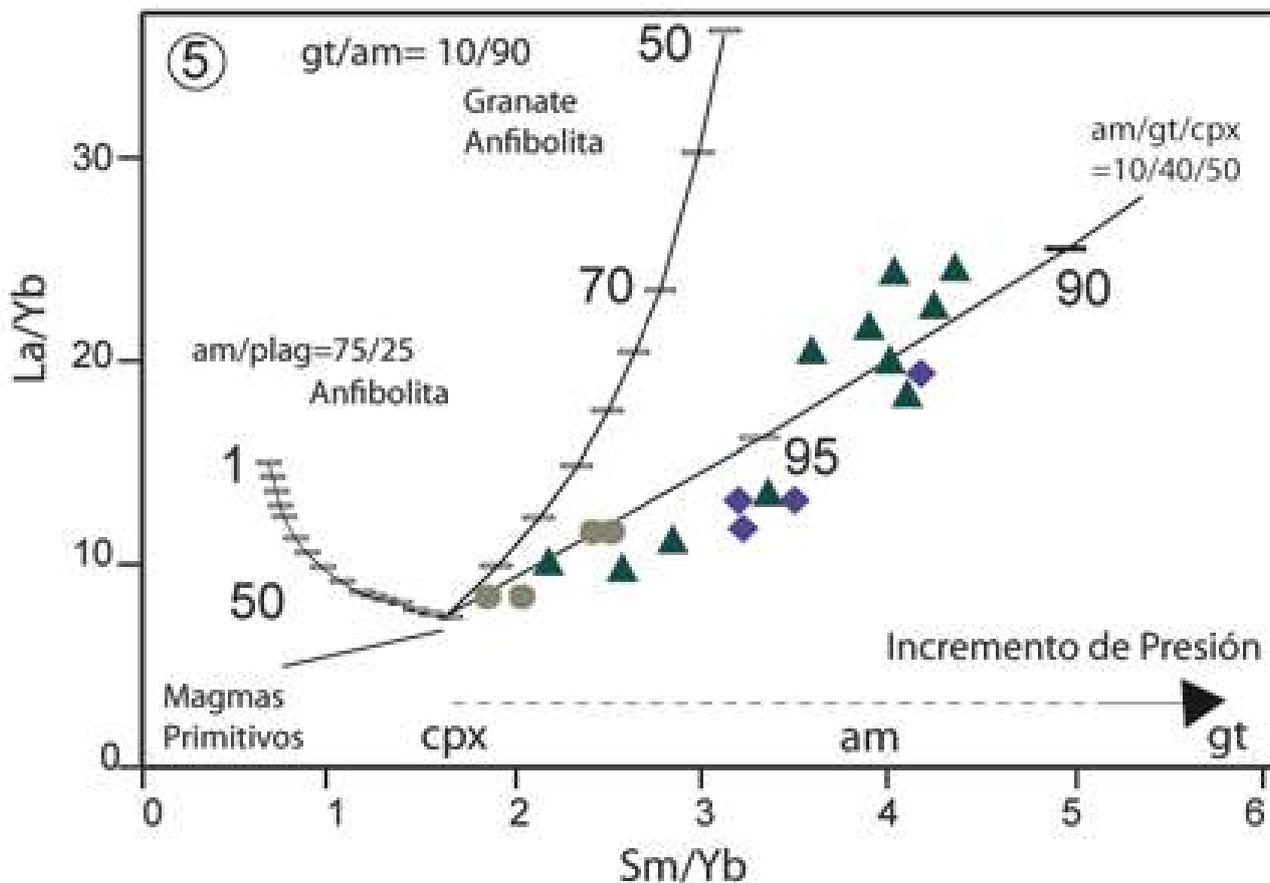


Figura 5. Relación de Sm/Yb versus La/Yb, donde los números en las curvas representan el grado de fusión de los magmas; am: anfibolita, gt: granate, cpx: clinopiroxeno; símbolos como en la Figura 3.

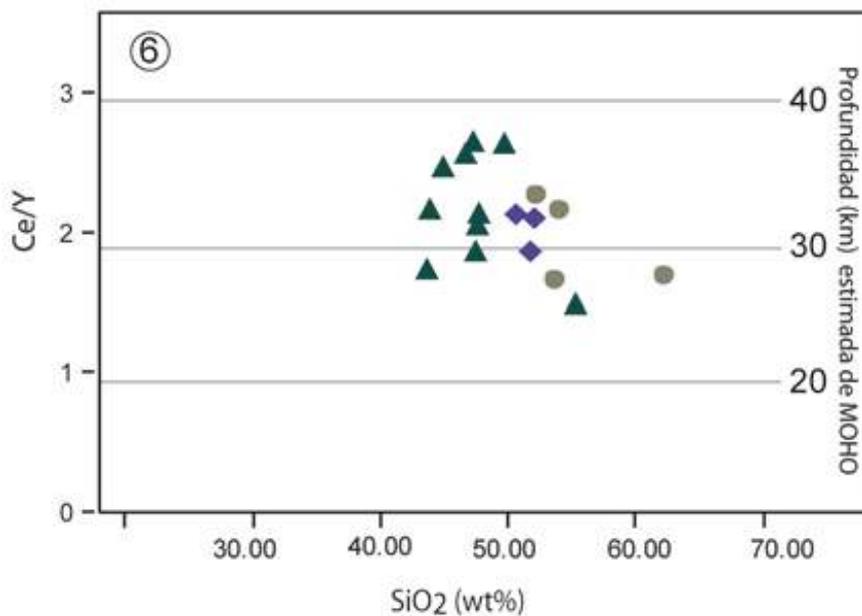


Figura 6. Diagrama de la estimación de profundidad del Moho según la relación de Ce/Y versus SiO₂ (wt%), siguiendo a Mantle & Collins (2008).

5. Discusión

Las lavas basálticas y traquiandesitas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana se formaron a partir de magmas alcalinos (Figs. 3 y 4). La edad de emplazamiento de estos magmas máficos de trasarco corresponde a la actividad del arco magmático de Casma (145-105 Ma). Durante la actividad de este arco magmático el sistema tectónico fue distensivo (Polliand et al., 2005), y esta tectónica distensiva se refleja en el trasarco. Las unidades estratigráficas muestran evidencias de fallas normales, slumps, y cambios bruscos de espesores, indicando ambientes distensivos. Probablemente los magmas ascendieron a través de los sistemas de fallas regionales como el sistema la Oroya-Huancavelica, Jatumpata, Satipo-Oxapampa-Pozuzo, y el sistema de fallas de Cerro de Pasco-Ayacucho.

Usando valores de La/Yb versus Sm/Yb (Fig. 5), modelamos una fusión parcial con valores de magma mantélico y basamento sugeridos por Mamani et al. (2010) para estas lavas. El balance de masas muestra claramente que estos magmas fusionaron de una corteza inferior de composición anfibolita-eclogita (anfibol=10, granate=40, clinopiroxeno=50). En este gráfico se observa que las lavas del Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chaucha son las menos contaminadas (3%) mientras que las lavas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana varían entre 3% y 5% de contaminación cortical.

Para las lavas de la Formación Chayllacatana, la relación Ce/Y (Fig. 6) sugiere, según Mantle & Collins (2008), que se formaron en una corteza con un espesor comprendida entre ~25 y 38 km. Las lavas de la Formación Sarayaquillo se han formado a ~30 km, y las lavas del Grupo Goyllarisquizga y Formación Chaucha entre ~28 y 37 km.

El contenido de Fe determina el carácter oxidado o reducido (estado redox) de los fluidos magmáticos, y a su vez el tipo de ensamble mineralógico al que se asocian (Lang & Baker, 2001). Es así que el estado de oxidación se basa principalmente en la abundancia de magnetita o ilmenita, clasificándolos de esta forma como magmas subalcalinos relativamente oxidados con asociación principal a elementos calcófilos que tienen afinidad a líquidos sulfurosos. Dentro de los ensambles se tiene Cu-Au que se asocian a las formaciones Chayllacatana y Sarayaquillo, y Cu-Mo asociados al Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chaucha.

6. Conclusiones

Los flujos de lavas intercalados con sedimentos del Jurásico superior y Cretácico inferior son de trasarco y se formaron durante la actividad del arco magmático de Casma (145-105 Ma) en un contexto de tectónica distensiva. Geoquímicamente tienen composición alcalina

y calcoalcalina, se tratan de basaltos, basalto-andesitas y traquiandesitas poco o casi nada contaminadas, y posiblemente estén relacionados a ocurrencias de Fe-Cu-Au.

El emplazamiento de estas lavas fue mediante fallas profundas, en la parte más distal de una zona de subducción y en un contexto extensional de trasarco. Es decir que las zonas de falla Huancavelica-Huancayo, Cerro de Pasco-Ayacucho y Satipo-Oxapampa-Pozuzo son profundas y que en el Jurásico superior-Cretácico inferior tuvieron movimientos normales que permitieron el ascenso de los magmas.

Referencias

- Giraldo, E., Rodríguez, R., Cueva, E. 2010. El Jurásico medio a superior en el centro del Perú: Formaciones Chunumayo, Cercapuquio y Chaucha.
- Lang, J.R., Baker, T. 2001. Intrusion-related gold systems: The present level of understanding. *Mineral Deposita*, v. 36, p. 477-489
- Mamani, M., Woerner, G., Sempere, T. 2010. Geochemical variations in igneous rocks of the Central Andean orocline (13°S to 18°S): Tracing crustal thickening and magma generation through time and space. *Geological Society of America Bulletin*.
- Noble, D.C., Spell, T., Wise, J.M., Vidal, C.E. 2001. Early Albian isotopic age on a basalt flow of the Goyllarisquizga Formation, Central Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú*, v. 92, p. 23-27.
- Polliand, M., Schaltegger, U., Frank, M., Fontboté, L. 2005. Formation of intra-arc volcanosedimentary basins in the western flank of the central Peruvian Andes during Late Cretaceous oblique subduction: Field evidence and constraints from U-Pb ages and Hf isotopes. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau)*, v. 94, p. 231-242.
- Rodríguez, R., Chacaltana, C., Acosta, H., Cueva, E., Jaimes, F., Alván, A. 2010. El Triásico medio-superior al Jurásico entre el sector meridional de la cuenca Ene y el borde este de la Cordillera Oriental, Perú Central.
- Romero, D., Sánchez, A., Martínez, W., Torres, V., Cruz, M., Ramos, B., Navarro, P. 2004. Interpretaciones preliminares de la paleogeografía y geodinámica durante el Albiano Inferior en el centro del Perú: La Formación Chayllacatana. *Sociedad Geológica del Perú, Resúmenes extendidos del XII Congreso Peruano de Geología* p. 517-520
- Soler, P., Sempere, T. 1993. Stratigraphie, géochimie et signification paléotectonique des roches volcaniques basiques mésozoïques des Andes boliviennes. *C.R. Acad. Sci. Paris*, v. 316, p. 777-784.