PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE LAVAS ALMOHADILLADAS DE POSIBLE EDAD SILURO-DEVONIANA EN LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES DEL NORTE DEL PERÚ: REGIÓN DE PATAZ-BALSAS

Segundo Carrasco, Agapito Sánchez & Jorge Galdos.

INGEMMET, Av. Canadá 1470 San Borja – Lima, scarrasco@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

La estratigrafía de la Cordillera Oriental del Norte del Perú entre los paralelos 6º30' y 8º30'S, (departamentos de La Libertad y Amazonas) es aún imprecisa para la reconstrucción de los eventos geológicos que caracterizaron el Neoproterozoico y Paleozoico. Wilson y Reyes (1964) describieron, para el Complejo Marañón, mica-esquistos, meta-andesitas y filitas de edad Precambriana y unidades sedimentarias Paleozoicas como las formaciones Contaya y Lavasen, grupos Ambo y Copacabana. Posteriormente, Schreiber (1989) estudió las meta-andesitas como rocas metavolcánicas también asignadas al Complejo Marañón. Sin embargo, Haeberlin (2002), para la Formación Vijus, describen basaltos, lutitas, conglomerados e ignimbritas asignadas al Cambriano, que corresponden a las meta-andesitas de Wilson y Reyes (1964) y metavolcánicos de Schreiber (1989).

Mediante el cartografiado geológico realizado en esta parte se ha determinado la existencia de coladas lávicas afaníticas con estructura almohadillada intercaladas con pelitas y areniscas a las que se les describe como Formación Tres Lagunas (Galdos et al.; 2005). Se ha efectuado estudios petrográficos y análisis geoquímicos de las coladas lávicas a fin de aportar nuevos datos para la caracterización composicional y ambiental de este volcanismo.

FORMACIÓN TRES LAGUNAS

Aflora de manera discontinua desde el noreste de Huaylillas (La Libertad) hasta el sector oeste de Leimebamba (Amazonas), a lo largo de 180 km y en una franja de 10 km de ancho promedio (Fig. 1). Sobreyace en discordancia angular a filitas-esquistos del Complejo Marañón y Formación Contaya, e infrayace en discordancia erosional a conglomerados del Grupo Ambo y a rocas piroclásticas de la Formación Lavasén. Estas relaciones estratigráficas se observan a lo largo de la Quebrada Ventanas y en el corte Río Huascacocha. Tiene en promedio unos 400 m de espesor y se presentan en afloramientos estratificados a masivos con intercalaciones de niveles pelíticos delgados. Macroscópicamente, se trata de lavas afaníticas de color gris verdoso con estructura almohadillada.

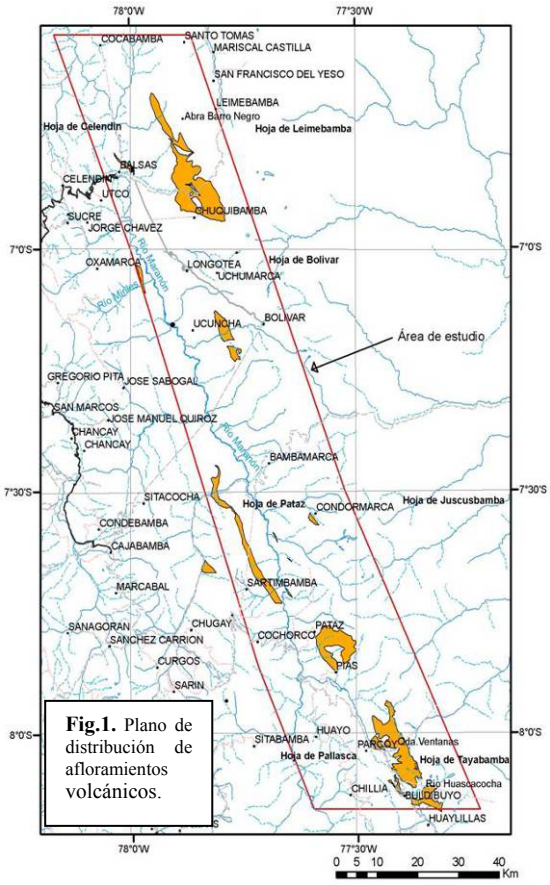

Fig.1. Plano de distribución de afloramientos volcánicos.

Cortando a la Formación Tres Lagunas se encuentran diques microdioríticos de dirección N45O, con textura hipidiomórfica equigranular, constituidos por plagioclasa alterada a arcilla-sericita y piroxenos alterados a cloritas. Además, se observan diques dacíticos y riolíticos de dirección N70E con textura porfirítica con fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. Los diques de composición basáltico-

andesítico posiblemente corresponden a la Formación Tres Lagunas, mientras que los diques de naturaleza dacítico-riolítico se les relaciona con el magmatismo acontecido en el Missisipiano que dio lugar al Batolito de Pataz Buldibuyo y la Formación Lavasen.

PETROGRAFÍA

La petrografía y la geoquímica (Fig. 2A) han permitido determinar que se trata de rocas basálticas cuyas texturas varían entre diabásica, ofítica y subofítica. Los basaltos están constituidos principalmente por piroxenos tipo augita, diópsida e hiperstena, y en menor cantidad plagioclasas. Los piroxenos se presentan parcialmente alterados a clorita. Las plagioclasas están alteradas a epidota, clorita y carbonato. Como minerales accesorios y secundarios presenta clorita, epidota, carbonato, minerales opacos, cuarzo y arcillas. Existen también venillas rellenas por limonita y clorita, y otras por epidota (zoisita). Los carbonatos son mayormente calcita y siderita.

Dentro de esta unidad también existen rocas basálticas constituidas principalmente por tremolita-actinolita y algunos relictos de piroxenos, que se consideran como el resultado de procesos de reemplazamiento asociados a metamorfismo regional de bajo grado. La paragénesis mineral consiste de plagioclasas + clinopiroxeno (augita-diópsido) y minerales de alteración como epídotas, tremolita , actinolita, cloritas y carbonatos.

GEOQUÍMICA

Los análisis químicos de los basaltos de la Formación Tres Lagunas indican que corresponde a la serie toleítica (Fig. 2B). La geoquímica de tierras raras representada en la Fig. 3A (Diagrama REE) muestra un empobrecimiento en tierras raras ligeras, lo cual nos sugiere una fuente de manto ya empobrecido. Las tierras raras pesadas, aproximadamente 10 a 20 veces la contrita, indican que la fuente se encontraba desprovista de granates. No se presenta anomalía en Eu, probablemente porque no hubo fraccionamiento de la plagioclasa o porque el magma haya estado en equilibrio con una fuente mantélica en la que existía plagioclasa.

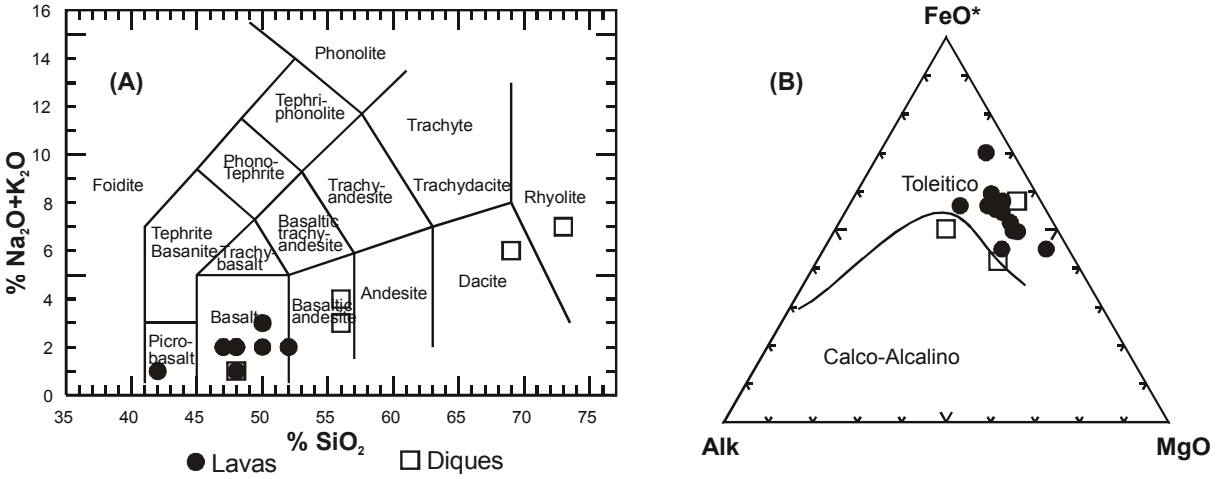

Fig. 2. (A) Diagrama TAS (Le Bas et al. 1986) para clasificación de rocas volcánicas, (B) diagrama AFM (Rickwood, 1989) donde se muestra que las rocas volcánicas son de la serie toleítica.

El diagrama multielemental de la Fig. 3B muestra anomalías positivas en Pb, K, Ba, Rb y Cs. El Pb probablemente se encuentra enriquecido por contaminación cortical al momento de su ascenso ya que la Formación Tres Lagunas se encuentra sobre rocas del Complejo Marañón, mientras que las anomalías de K, Ba, Rb y Cs corresponderían a procesos de alteración hidrotermal y metamorfismo ya que se trata de elementos móviles.

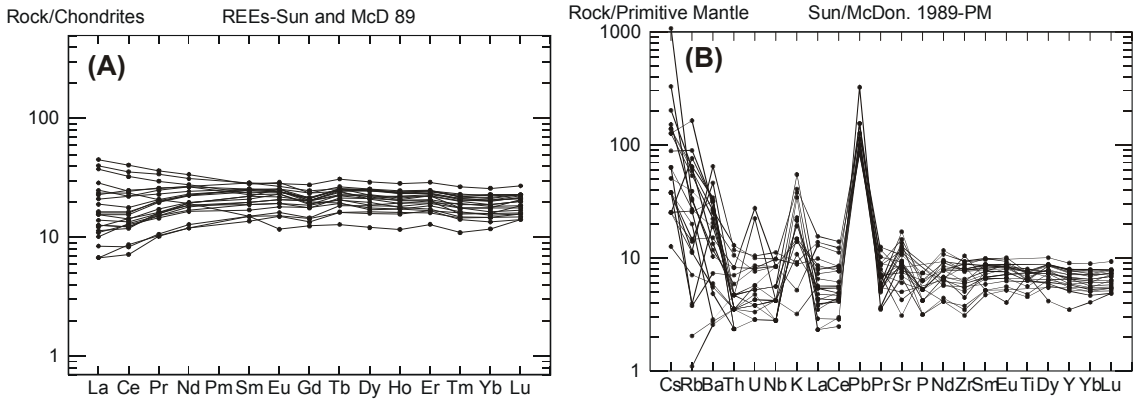

Fig. 3. (A) Diagrama Tierras Raras normalizado a la condrita de Sun & McDonough (1989); (B) Diagrama multielemental normalizado al manto primitivo de Sun & McDonough (1989).

DISCUSIÓN

Haeberlin (2002) asumen que la Formación Vijus infrayace a la Formación Contaya del Ordoviciano inferior a medio. Sin embargo, se ha puesto en evidencia que las secuencias pelíticas que se consideraban como Formación Contaya junto a los flujos piroclastos incluidos en la Formación Vijus corresponden a la Formación Lavasén del Misisipiano, ya que se han encontrado restos fósiles de plantas en afloramientos ubicados 2 km al este del pueblo de Vijus. Los basaltos de la Formación Vijus son correspondientes a la Formación Tres Lagunas. En la tabla 1 se presenta la comparación estratigráfica propuesta por Haeberlin (2002) en el área de Vijus-Paraíso comparada con la que proponemos en este artículo según indicios paleontológicos y estratigráficos a nivel regional.

Tabla 1. Comparación de la estratigrafía propuesta por Haeberlin (2002) con la estratigrafía propuesta en el presente trabajo.

Haeberlin Y. et al. (2002)	Este Trabajo
Lutitas negras y areniscas (**Formación Contaya).**	**Grupo Ambo Carbonífero Inferior**: Lutitas negras y areniscas (con restos de plantas)
Formación Vijus (Cambrico Tardio-Ordovicico Temprano): Lavas andesíticas basálticas con menor cantidad de lutitas negras	**Formación Lavasén**. Flujos piroclásticos riolíticos y dacíticos
Flujos piroclásticos riolíticos y dacíticos	Areniscas y Conglomerados
Areniscas y Conglomerados	**Formación Tres Lagunas,** Siluro - Devoniano. Basaltos
Complejo Marañón	**Complejo Marañón**

Los análisis de difracción de rayos X revelan una relativa abundancia de plagioclasas (albita?) y piroxenos (augita). Estos últimos se presentan como constituyentes principales en sección delgada. Como minerales accesorios hay clorita, cuarzo y moscovita, y los minerales opacos corresponden a magnetita. En cuanto a la albita reportada en éstos análisis, probablemente se trate de un proceso de reemplazamiento de Ca por Na (espilitización). Por otro lado, la muscovita reportada en rayos X no se observa en sección delgada y debe tratarse de sericita. Las rocas descritas en sección delgada como basaltos de tremolita–actinolita, en los análisis de difracción de rayos X muestran anfíboles como hastingsita, magnesioantofilita, magnesiohorblenda y magnesioriebeckita, los cuales se presentan en rocas metamórficas y también de temperatura alta a media, pero también ocurren a temperaturas bajas en rocas de naturaleza básica.

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a las relaciones de estratigráficas de la Formación Tres Lagunas en el área de estudio, su edad sería post-Formación Contaya (Ordovícico) y anterior al Grupo Ambo (Misisipiano), por lo que se le asigna una edad tentativa Siluro-Devoniana. Las lavas basálticas en almohadilla se interpretan como un rift intracontinental en vías de oceanización con tendencias geoquímicas de dorsal medio oceánica normal y transicional (N-MORB, T-MORB) producto de adelgazamiento cortical, este rift habría sido incipiente ya que los volcánicos en mención se encuentran sobre rocas metamórficas del Complejo Marañón. No se observa olivino o es muy escaso, lo cual es una característica propia de basaltos toleíticos. La intercalación con niveles pelíticos delgados nos indica una interdigitación entre lavas y sedimentos. Por otro lado, la transición entre lavas masivas y almohadilladas sugiere variación en la intensidad de las erupciones volcánicas y sus cambios laterales de litofacies en cuanto se alejan de la fuente (Dimroth et al., 1978). Los componentes máficos que más destacan son los piroxenos, que en algunos sectores de ésta unidad han sufrido un proceso de reemplazamiento a tremolita-actinolita como consecuencia del metamorfismo regional de bajo grado. El agente principal de metamorfismo ha sido la temperatura, que ha originado una trasformación mineralógica. Subordinadamente, hay evidencias de un metamorfismo dinámico relacionado con estructuras de cizalla y que produjo segregaciones de cuarzo con extinción ondulante. De acuerdo a la mineralogía existente, el metamorfismo habría alcanzado temperaturas desde 290ºC, que es cuando recristaliza el cuarzo, hasta 350-400ºC en que coexiste la actinolita-zoisita, por lo cual se considera como un metamorfismo de grado muy bajo.

REFERENCIAS

Dimroth E., Cousineau P., Leduc M. & Sanschagrin Y., (1978). Structure and organisation of Archean subaqueous basalt flows, Rouyn-Noranda area, Quebec, Canada. Can. J. Earth Sci. 15, 902-18.

Galdos J, Carrasco S. & Valdivia W. (2005). Mapa geológico del cuadrante IV de la hoja de Tayabamba. INGEMMET, En prensa.

Haeberlin Y., (2002). Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposit at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Peru. Genève Université. Départament de Minéralogie, 182 p.

Le Bas M. J., Le Maitre R. W., Streckeisen A. & Zanettin B., (1986) A chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. J. Petrol., 27, 745-750.

Rickwood P.C., (1989). Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. Lithos, 22, 247-263.

Sun S.S. & McDonough W. F., (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle compositionand processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds.), Magmatism in ocean basins. Geol. Soc. London. Spec. Pub. 42, pp. 313-345.

Schreiber D.W., (1989) Zur genese von goldquarzgängen der Pataz-Region im Rahmen der geologischen enttwicklung der ostkordillere nordperus. Ruprecht-Karls-UniversitÄt Heidelberg. 235p.

Vidal C., Tosdal, R. M., Macfarlane A. W., Paredes J. & Skinner B.J. (1995). Geología y metalogenia del distrito minero Parcoy, provincia aurífera de Pataz, La Libertad. Soc. Geol. Perú. Volumen jubilar Alberto Benavides, p. 351-377.

Wilson J. & Reyes L., (1964). Geología del cuadrángulo de Pataz. Perú. Bol. N° 9 Serie A.