

DISCRIMINACIÓN DE EVENTOS VOLCÁNICOS MEDIANTE ANÁLISIS GEOQUÍMICO: EJEMPLO DE LOS CENTROS VOLCÁNICOS COTA-COTA Y SIBAYO (CUADRÁNGULO DE CONDOROMA)

Luis CERPA^{1,2} y Cristina CERECEDA¹

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. INGEMMET. Dirección de Geología Regional.
Email: lcerpa@ingemmet.gob.pe, ccereceda@ingemmet.gob.pe

² Universidad Católica del Norte. Programa Doctorado en Ciencias Mención Geología. Antofagasta. Chile.

INTRODUCCIÓN

El cartografiado de unidades volcánicas cenozoicas en el Sur del Perú implica la dificultad de establecer una correcta correlación estratigráfica. La carencia de dataciones radiométricas y las relaciones estratigráficas poco claras de algunas unidades, acentúan la problemática. Sin embargo, tratándose de rocas volcánicas, numerosos estudios demuestran que la distribución de elementos mayores y elementos traza presentan rasgos característicos para cada erupción (Hora et al., 2007; Lowe et al., 2007, Cacya & Mamani, 2009), evento volcánico o la determinación de centros volcánicos y arcos magmáticos (e.g. Mamani et al. 2010). Por esta razón, se optó por utilizar la geoquímica de elementos mayores y elementos traza para establecer un patrón y/o impronta geoquímica para cada período de actividad volcánica con el fin de establecer valores de correlación local entre distintos centros volcánicos. En el presente trabajo se describe la metodología de trabajo y como fue aplicado para el caso de dos centros volcánicos: Cota-Cota y Sibayo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Esta metodología se basó primeramente en el cartografiado litológico-estructural a escala detallada (1:25000), haciendo compilaciones a escala 1:50000. Donde en base al cartografiado y algunas dataciones radiométricas presentes en el área se establecieron 4 eventos volcánicos principales: Tacaza (28-24 Ma), Palca (22-18 Ma), Sillapaca (14-10 Ma) y Barroso-Cailloma (10-3 Ma). Simultáneamente se realizó un muestreo selectivo de cada centro volcánico, donde se reunió un total de 41 muestras; que han sido analizadas en los laboratorios de Inspectorate por los métodos de ICP-AES/ICP-MS (con fusión de peróxido de sodio) y P-AES (con fusión de metaborato de litio), para más detalles sobre el método analítico revisar Cereceda et al. (2010). A estas muestras se añadieron 22 muestras adquiridos de una base de datos bibliográfica.

De los valores obtenidos se recalcularon los óxidos de elementos mayores al 100%, libre de bases volátiles y con todo el Fe como FeO total. Asimismo, los elementos traza fueron normalizados al manto primitivo (McDonough and Sun, 1995). Para conocer la composición y grado de diferenciación de los eventos volcánicos se usó el diagrama de álcalis vs. sílice, y el óxido de K vs. sílice.

Además se realizaron diagramas de Harker de los elementos traza (U, Sr, Th, Rb y Ni), y de las razones de elementos incompatibles (Sr/Y, La/Sm, Dy/Yb, La/Yb, Sm/Yb y Ce/Y) vs. la sílice, para conocer su comportamiento con la diferenciación de los magmas. También se realizaron diagramas de Sr/Y vs. Sm/Yb y La/Sm vs. Sm/Yb, con el fin de conocer el lugar de asimilación y nivel de emplazamiento de las cámaras magmáticas de los centros volcánicos. Se utilizaron estas razones puesto que tienen la capacidad de reflejar la presencia o ausencia de minerales residuales, como por ejemplo de granate, anfíbol, clinopiroxeno y plagioclasa y gracias a ellos cada material volcánico emitido por un volcán tendrá una impronta geoquímica.

Mediante el análisis y comparación de estos diagramas se obtuvo valores patrón para cada evento, en este caso incidimos en los eventos Tacaza y Palca, los cuales son resumidos en la cuadro 1.

Cuadro 1. Patrón de valores geoquímicas para los eventos volcánicos Tacaza y Palca en los cuadrángulos de Condoroma y Ocuvi.

Eventos Volcánicos		TACAZA	PALCA
Elementos Mayores	Na ₂ O+K ₂ O vs SiO ₂	Traquibasalto, Traquiandesita	Basalto, Andesita basáltica, Traquibasalto, Andesita, Riolita
	K ₂ O vs SiO ₂	Shoshonítica	Shoshonítica Calco-alcalina rica en K
Elementos Traza	U (ppm)	1-2.5	0-3
	Sr (ppm)	500-800	500-1300
	Th (ppm)	3-8	0-15
Razones de Elementos Incompatibles	La/Sm	3-5	4-10
	Ce/Y	1-3	2-8.5
	Dy/Yb	1-2	1.5-4

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

En el cuadrángulo de Condoroma, se reconocieron los centros volcánicos Sibayo y Cotacota, ambos centros no cuentan con dataciones y presentan contactos fallados con rocas del Cretácico y/o están cubiertas por rocas volcánicas más jóvenes. Ambos centros fueron asignados a los eventos volcánicos Tacaza y Sillapaca respectivamente.

Centro volcánico de Cota-Cota

Las rocas del centro volcánico Cotacota son de composición traquibasáltica y traquiandesita, asimismo pertenecen a la serie de las shoshonitas. El U abarca entre 1.2-1.6, el Sr oscila entre 590 y 690 ppm y el Th entre 5-6 ppm. La razón Dy/Yb oscila entre 1.3-1.5, el Ce/Y entre 1.3-1.8 y La/Sm abarca de 3.5-3.9. Por ejemplo si comparamos los valores de Ce/Y obtenidos para este centro con el resto de valores de los obtenidos para el Evento Sillapaca (Fig. 1A) y para el Evento Tacaza (Fig. 1B) vemos que sus valores presentan mayor afinidad a los valores del Evento Tacaza.

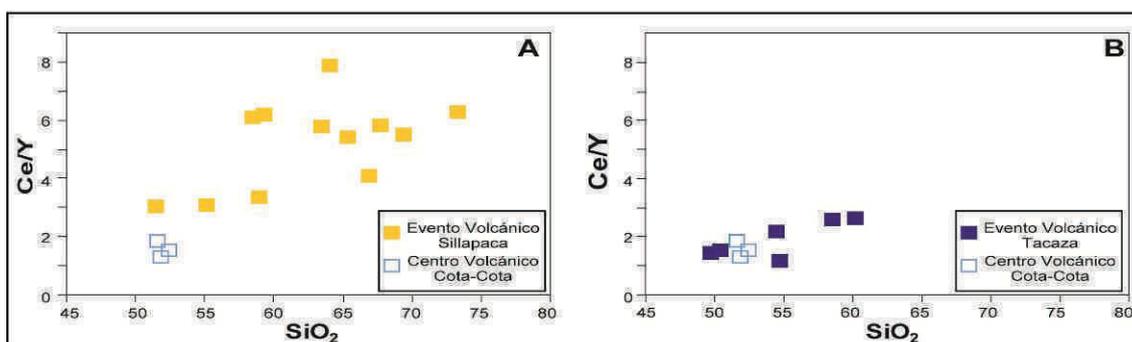


Figura 1: Rango de valores del Ce/Y del Centro Volcánico Cota-Cota comparado con los valores obtenidos para los eventos volcánicos Sillapaca (A) y Tacaza (B).

Centro volcánico de Sibayo

Las rocas del centro volcánico Sibayo son de composición traquiandesita y pertenecen a la serie Calcoalcalina rica en K. El U tiene 2.6 ppm, el Sr 1200 ppm y el Th entre 9 ppm. La razón Dy/Yb es de 2.4, el Ce/Y tiene 6.5 y La/Sm es de 7.4. Igualmente en una comparación de valores de Ce/Y de este centro con el resto de valores de los obtenidos para el Evento Tacaza (Fig. 2A) y para el Evento Palca (Fig. 2B) vemos que sus valores presentan mayor afinidad a los valores del Evento Palca, por lo tanto este centro podría pertenecer al Evento Volcánico Palca.

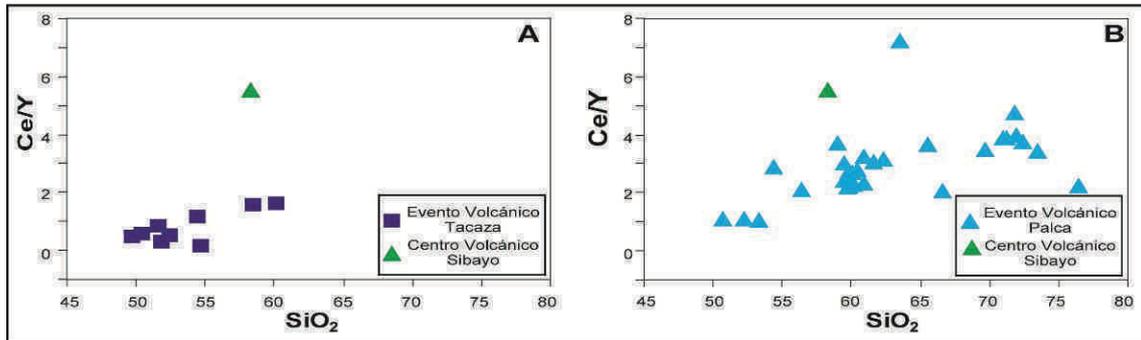


Figura 1. Rango de valores del Ce/Y del Centro Volcánico Sibayo comparado con los valores obtenidos para los eventos volcánicos Tacaza (A) y Palca (B).

CONCLUSIÓN

Cada evento de actividad volcánica presentan rangos propios de elementos traza y razones de elementos incompatibles, pero existen valores inciertos que pueden ser atribuidos a cualquier evento. Por consiguiente planteamos que el análisis conjugado de elementos traza (U, Sr y Th) y razones de elementos incompatibles (La/Sm, Ce/Y y Dy/Yb), puede ser utilizado como una herramienta que nos permite reconocer geoquímicamente un centro volcánico y asociarlo a un evento volcánico reconocido en el Sur del Perú; con lo cual podemos mejorar las relaciones estratigráficas y por ende lograr un mejor reconocimiento de unidades asignadas como metalotectos.

REFERENCIAS

- Cacya, L. and Mamani, M. (2009). Variaciones geoquímicas de los depósitos del volcán Misti: control de la asimilación somera y profunda. Sociedad Geológica del Perú. Boletín, n. 103, 91-107 p.
- Cereceda, C., Cerpa, L., Mamani, M., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R. (2010). Características Geoquímicas del Volcanismo Cenozoico del Sur del Perú en el Sector Condoroma-Ocuviri: Implicancias en la Estratigrafía Volcánica y Mineralización. Presente volumen.
- Hora, J., Singer, B. and Wörner, G. (2010). Volcano evolution and eruptive flux on the thick crust of the Andean Central Volcanic Zone: 40Ar/39Ar constraints from Volcán Parinacota, Chile. Geological Society of America Bulletin, 119, 343-362 p.
- Lowe, D.J., Shane, P.A.R., Alloway, B.V., Newhham, R.M. (2007). Fingerprints and age models for widespread New Zealand tephra marker beds erupted since 30,000 years ago: a framework for NZ-INTIMATE. Quaternary Science Reviews. 27 (1-2), 95-126p.
- Mamani, M., Wörner, G., and 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 122; 162-182 p.