

## XVIII Congreso Peruano de Geología

# CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS DEL VOLCÁNICO QUENAMARI ASOCIADAS CON LA OCURRENCIA DE MINERALES DE URANIO

### Ana L. Condorhuaman S.<sup>1</sup>, Mariela I. Rondon C.<sup>2</sup>, Miguel V. Chumbe S.<sup>3</sup>, Yimner E. Mamani M.<sup>1</sup> y Freddy Jaimes S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 – San Borja, Lima, Perú (acondorhuaman@ingemmet.gob.pe)
<sup>2</sup> INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 – San Borja, Lima, Perú (mrondon@ingemmet.gob.pe)
<sup>3</sup> INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 – San Borja, Lima, Perú (mchumbe@ingemmet.gob.pe)

#### 1. Introducción

El volcánico Quenamari fue estudiado por primera vez por Audebaud, Etienne (1973) al este de la laguna Sibinicocha, al NO de Macusani-Puno, y posteriormente Valencia, J y Arroyo, G (1985) le dan la categoría de formación, siendo dividida en tres miembros en el estudio geológico del cuadrángulo de Nuñoa (Lopez, J. C.; 1996). Se emplazan en una extensa meseta conocida como meseta de Quenamari, la cual está constituida por tobas riolíticas a dacíticas del Neógeno. Se caracteriza por tener naturaleza félsica, lo cual es evidenciado en la composición modal de las 08 muestras descritas en el presente trabajo.

Asimismo, el volcánico Quenamari es considerado como un metalotecto importante para el emplazamiento de Uranio (Rivera A., 2010), porque se encuentra relacionado con los campos uraníferos de la cuenca de Macusani, enriquecidos en elementos radiactivos tales como el uranio, el cual se encuentra en los minerales diseminados en rocas piroclásticas (Rivera R., 2010).

El presente trabajo busca realizar una caracterización petrográfica de las muestras de los volcánicos Quenamari para identificar las ocurrencias mineralógicas de uranio, en tal sentido se seleccionaron aquellas muestras que presentaron anomalías de uranio y torio con el equipo de Fluorescencia de Rayos X portátil (FRX), para luego ser estudiadas mediante el microscopio petrográfico.

La caracterización petrográfica de las muestras diferenciaron dos tipos de rocas, tobas de cristales y cuerpos subvolcánicos, ambas de composición riolítica.

Cabe resaltar que dentro de los cuerpos subvolcánicos una de las muestras analizadas de composición dacítica presenta cristales de biotita con halos metamícticos, lo que indica la presencia de desintegración por elementos radiactivos. Asimismo, en las tobas se observó sectores con presencia de micas radiactivas con posible contenido de uranio.

#### 2. Contexto Geológico

El área de estudio se ubica en la región de Puno en la Cordillera de Carabaya. La formación Quenamari, encontrada al Oeste de Macusani, se encuentra formada sobre la depresión de Crucero-Ananea-Cojata (Laubacher G., 1978), donde se emplazan flujos de cenizas, que dan lugar a extensas y potentes acumulaciones tobáceas.

Los volcánicos Quenamari descansan sobre sedimentos Paleozoicos y mesozoicos, los mismos que están emplazados en un paleorelieve que forman un anticlinal muy amplio de rumbo NW, paralelo al rumbo andino y buzamientos suaves de 05 a 10° al NE y SW respectivamente.

Presenta dos etapas de fallamientos y fracturamientos, el primero pre-volcánicos, de rumbo NW que dió origen a un graben donde se emplazó los volcánicos Quenamari, y el segundo por fuerzas compresionales y tensionales de dirección SW-NE, que originan el emplazamiento de los cuerpos subvolcánicos riolíticos. El fracturamiento y fallamiento han actuado como conductos para la circulación de vapores y fluidos hidrotermales. Asimismo, cabe mencionar que las calderas que han alimentado las rocas volcánicas de la meseta Quenamari, aparentemente ya han sido erosionados, y posteriormente aprovechando esta debilidad se emplazaron los intrusivos subvolcánicos de composición riolítica que presentan mayormente valores anómalos de uranio.



**Figura N° 1.-** Mapa geológico de ubicación de muestras analizadas correspondientes a los volcánicos Quenamari.

#### 3. Metodología

Se escogieron muestras con posible presencia de minerales radioactivos y se analizaron a través de un equipo de Fluorescencia de Rayos X portable (FRX), debido a que brinda información rápida, con límites de detección de 2-4 ppm para el Uranio y Thorio. Luego, se realizaron estudios petrográficos a las muestras de roca que presentaron anomalías de U y Th, estos estudios se llevaron a cabo a través de un microscopio petrográfico, los cuales fueron realizados en el Laboratorio de Petromineralogía del INGEMMET.





**Figura N° 2.-** Izquierda: Cristal de biotita con inclusiones de zircón, los cuales presentan halos metamícticos. Arriba: Equipo de fluorescencia de rayos X portátil de marca OLYMPUS Modelo DELTA PREMIUM.

#### 4. Petrografía

Se realizó el análisis petrográfico de las muestras más representativas con el objeto de estimar las características texturales y mineralogía de las rocas, diferenciando dos grupos: tobas y rocas subvolcánicas, ambas de composición riolítica.

#### 4.1. Toba de cristales - Composición Riolitíca

Presenta textura fragmental, constituida principalmente por fragmentos de cristales y cristales de cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas de formas subangulosas y subredondeadas. También biotita de forma subhedral, ligeramente deformada y alterada por óxidos de hierro: moldes de ferromagnesianos reemplazados por óxidos de hierro y cloritas; fragmentos líticos subredondeados y subangulosos, de naturaleza metamórfica (constituida por cuarzo y micas) y volcánica piroclástica. Además minerales accesorios como apatito a modo de inclusiones en cuarzo y feldespatos potásicos. La matriz se encuentra alterada por arcillas, cloritas y sílice. Se observaron escasas micas uranio asociadas a biotita. Se encontraron micas de uranio diseminadas en la muestra.

#### 4.2. Unidades subvolcánicas:

#### 4.2.1. Riolita

Presenta textura porfirítica, constituida por fenocristales de **feldespatos potásicos** de forma subhedral a anhedral, con tamaños hasta de 4 mm; **cuarzo** de forma anhedral algunos con bordes de reabsorción; **plagioclasas** de forma subhedral, algunos con bordes subredondeados, maclados y zonados. Asimismo, cristales de **biotita** subhedrales alterados por óxidos y moldes de ferromagnesianos reemplazados por agregados de cloritas, óxidos de hierro y calcedonia. Los minerales accesorios que se encuentran son **zircón y apatito**, los cuales ocurren como inclusiones en biotita, feldespatos potásicos, plagioclasas y cuarzo. También escasos cristales de magnetita diseminada, cristales de goethita y hematita pseudomórficos, en algunos casos como inclusiones en biotita y plagioclasas. La matriz microcristalina se encuentra constituida por feldespatos potásicos intercrecidos con cuarzo. La roca esta alterada por cuarzo, arcillas óxidos, cloritas, micas y sericita.

#### 4.2.2. Dacita

Presenta textura porfirítica, se encuentra constituida por fenocristales de **cuarzo** con bordes de reabsorción, **plagioclasas** de hábito prismático, zonadas y macladas, **feldespatos potásicos** maclados; asimismo la **biotita** se encuentra de forma subhedral, hábito tabular débilmente deformada y alterada a óxidos; una característica especial de algunos cristales de **biotita** es la presencia de halos metamícticos alrededor de las inclusiones de **zircón**. También se presenta apatito como inclusiones en cuarzo, biotita y feldespatos potásicos, además escasos cristales de magnetita diseminada en la matriz. Se encontraron moldes de cristales reemplazados por micas. La matriz está constituida por microcristales de feldespatos, biotita y cuarzo.



03.

04.



**Figura N° 3.- 01.** Muestra GR24A-14-03 con coloraciones amarillentas de micas de uranio. **02, 03 y 04.** Muestra GR24A-14-03, GR24A-14-23 y GR24A-14-25, donde se aprecian fragmentos de cristales de feldespatos potásicos, cuarzo y plagioclasas en una matriz vítrea alterada por arcillas y micas. Presencia de líticos de naturaleza sedimentaria y volcánica. **05.** Muestra GR24A-14-15, donde se observa cristales de cuarzo y plagioclasas en una matriz de feldespatos y cuarzo alterados por arcillas, cloritas y óxidos. **06.** Muestra GR24A-14-39, la cual presenta micas de uranio asociadas con biotita.

#### 5. Discusión de Resultados

Se analizaron las muestras con el FRX y a través de la petrografía cuyos resultados se muestran en la Tabla N° 1. Como se puede observar los valores del elemento Uranio (U) y Torio (Th) presentan concentraciones hasta de 54 ppm (±2.8) para el torio y 22 ppm (±2) para el uranio. La petrografía diferencia dos grupos: toba de cristales de composición riolítica y cuerpos subvolcánicos de riolita y dacita, en los cuales se encuentran micas de uranio y zircón con halos metamícticos en cristales de biotita.

**Tabla N°1:** Clasificación modal de las muestras analizadas. (cz: cuarzo, FPsK: feldespatos potásicos, PGLs: plagioclasas, bt: biotita, otros: muscovita, magnetita y piroxenos, Acc: accesorios, volc: volcánico, met: metamórfica, sed: sedimentaria, Tz: traza). Asimismo, los resultados por FRX para los elementos de torio (Th) y uranio (U).

Clasificación		Toba de cristales Composición: <u>Riolítica</u>					Clasificación			Riolita	Dacita	
Muestra		3	21	23	25		Muestra		15	20	48	39
CRISTALES	cz	24	28	20	20		CRISTALES	cz	13	7	15	18
	FPsK	12	15	25	25			FPsK	15	18	17	8
	PGLs	10	12	17	18			PGLs	10	12	10	16
	Bt	4	3	2	3			Bt	5	1	3	7
	Otros	1	4	Tz	Tz			Otros	1	Tz	Tz	Tz
	Acc.	Tz	Tz	Tz	Tz			Acc.	Tz	Tz	Tz	Tz
LÍTICOS	Vole	9	10	6	3				No presenta.			
	Met.	-	3	-	4		LÍ	TICOS				
	Sed	4	-	-	-							
MATRIZ Vítrea alterada por arcillas		25	20	22	19		MATRIZ	FPs	22	35	12	22
								vd	5	-	-	-
								cz	-	10	10	3
								bt	-	-	-	12
SECUNDARIOS		11	5	8	8		SECU	NDARIOS	29	15	33	14
TEXTURA		Fragmental					TE	XTURA	Porfirítica			
ANÁLISIS FRX (ppm)	Th	12.1	12				NÁLISIS RX (ppm)	Th	54	-	11	-
	Th +/-	1.68	1.64		-			Th +/-	2.8	-	1.38	-
	U	7.15	5					U	12	-	22	-
	U +/-	2.20	2.4		-		A FI	U +/-	3	-	2	-

#### 6. Conclusiones y Recomendaciones

Se encontraron muestras que presentan anomalías de uranio y torio de los volcánicos Quenamari, lo cual se debe a la presencia de micas de uranio identificadas a través de la petrografía.

La presencia de halos metamícticos que exhiben las biotitas alrededor del zircón altera sus propiedades y estructura, como consecuencia de la desintegración radioactiva. Asimismo, los cristales de biotita que están asociados a micas de uranio presentan deformación en las propiedades ópticas, dichas ocurrencias se encuentran en la dacita.

Las tobas de cristales presentan escasas micas de uranio libres diseminadas en la muestra.

Los resultados por FRX son puntuales, por lo que las concentraciones de U y Th presentadas en el presente trabajo son referenciales para los análisis químicos posteriores.

Para determinar los tipos de micas de uranio se recomienda analizar las muestras a través de microscopía electrónica de barrido y/o difracción de rayos X, dada la limitancia que se tiene al determinar el tipo de mica al microscopio de polarización.

#### Referencias

- Belluco A., Arroyo G., Kihien C. 1979. Principios Sobre la Metodología en la Preselección de Áreas para Prospección Uranífera. Boletín de la sociedad Geológica del Perú, Boletín N° 63, p. 81-97.
- Cheilletz A., Clark, A.H., Farrar, E., Arroyo, G., Pichavant, M., and Sandeman, H.A. 1992. Volcano-Stratigraphy and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology of the Macusani ignimbrite field: Monitor of the Miocene geodynamic evolution of the Andes of southeast. Tectonophysics-Elsevier, v. 205, p. 307-327.
- De la Cruz J., López J. C., León W. Lara M. 1996. Geología del cuadrángulo de Macusani. Boletín, Serie A, Carta Geológica Nacional. p. 72-75.
- Lopez, J. 1996. Geología del Cuadrángulo de Nuñoa. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional-INGEMMET, p. 87-88.
- Rivera, A. 2010. Progresos en el conocimiento de la geología y mineralización de Uranio en los volcánicos Quenamari, Macusani- Perú. XV Congreso Peruano de Geología, Pub. Esp. N° 9, p. 404-407.
- Rivera, R. 2010. Nuevos alcances metalogenéticos sobre el origen de los depósitos de uranio en el sureste del Perú (Región Puno – Cusco). XV Congreso Peruano de Geología, Pub. Esp. N° 9, p. 408-411.