

CARACTERIZACIÓN DEL VULCANISMO CENOZOICO EN EL NORTE DEL PERÚ (7° 45' - 9° 00' S; 78° 00' - 78° 45' O)

Marco Rivera

email: mrivera@ingemmet.gob.pe

Robert Monge

email: rmonge@ingemmet.gob.pe

Pedro Navarro

email: pnavarro@ingemmet.gob.pe

Dirección de Geología Regional - INGEMMET, Av. Canada 1470, Lima 41 - Perú

INTRODUCCIÓN

En el norte del Perú, a lo largo de la Cordillera Occidental de los Andes afloran depósitos volcánicos y volcanoclásticos de ~3000 m de espesor, emplazados durante un vulcanismo subaéreo ocurrido entre 14.6 - 53 Ma. (Wilson, 1975; Farrar y Noble, 1976), es decir durante el Eoceno-Mioceno. Este vulcanismo fue denominado Fm. Calipuy por Cossio (1964), en base a correlaciones estratigráficas, posteriormente en vista de su gran extensión fue elevado al rango de Grupo Calipuy (Cobbing, 1973).

Estudios vulcanológicos recientes efectuados en el Norte del Perú, departamentos de Ancash y La Libertad (7° 45'-9° 00' S; 78° 00'-78° 45' O), Figura 1, muestran la existencia de ocho volcanes (estratovolcanes y complejos volcánicos), tres calderas de colapso, domos erosionados, así como secuencias piroclásticas, flujos de lavas y lahares, emplazados durante el intenso vulcanismo ocurrido en el Cenozoico. La mayoría de los centros volcánicos tuvieron una fase evolutiva, caracterizadas inicialmente por erupciones efusivas, que emplazaron flujos de lavas intercalados con niveles depósitos de flujos piroclásticos y lahares, y una fase final generalmente explosiva caracterizada por las emisiones de importantes volúmenes de flujos piroclásticos, y lahares.

En general los centros volcánicos fueron edificados a lo largo de fracturas y fallas regionales cuya dirección predominante fue NW-SE, durante un periodo de tectónica extensional.

Asociados a la actividad volcánica se emplazaron importantes depósitos de minerales auríferos y polimetálicos, como Quiruvilca, Salpo, Alto Dorado, Machicala, etc. La mayoría de estos yacimientos parecen haberse formado en los estadios finales del emplazamiento de los centros volcánicos.

ESTRATIGRAFÍA

Basado en el estudio estratigráfico, cartografiado geológico, el análisis de imágenes de satélite e interpretación de fotografías aéreas se estableció la siguiente correlación estratigráfica:

SECUENCIAS PRE-VULCANISMO CENOZOICO

Corresponden a aquellas secuencias de rocas sedimentarias, volcano-sedimentarias y rocas intrusivas que forman el basamento sobre el cual se emplazaron discordantemente las secuencias volcánicas y volcanes pertenecientes al vulcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy).

Las secuencias sedimentarias pertenecen al Mesozoico (Jurásico-Cretáceo Sup.). Estas están localizadas principalmente al Este y Noreste de la zona de estudio. Corresponden a la Fm. Chicama, Grupo Goyllarisquizga y Fm. Huaylas. Litológicamente consisten de lutitas, pizarras, areniscas cuarzosas, areniscas, calizas y conglomerados (Cossio, 1964; Gauthier *et al.*, 1999).

Las secuencias volcano-sedimentarias lo conforman el Grupo Casma, que consisten de lavas almohadilladas, hialoclastitas y tufos cortados por diques y sills de composición andesita basáltica y

basáltica (Petford y Atherton, 1995). Estas rocas se emplazaron en un medio marino durante el Titoniano y Albiano.

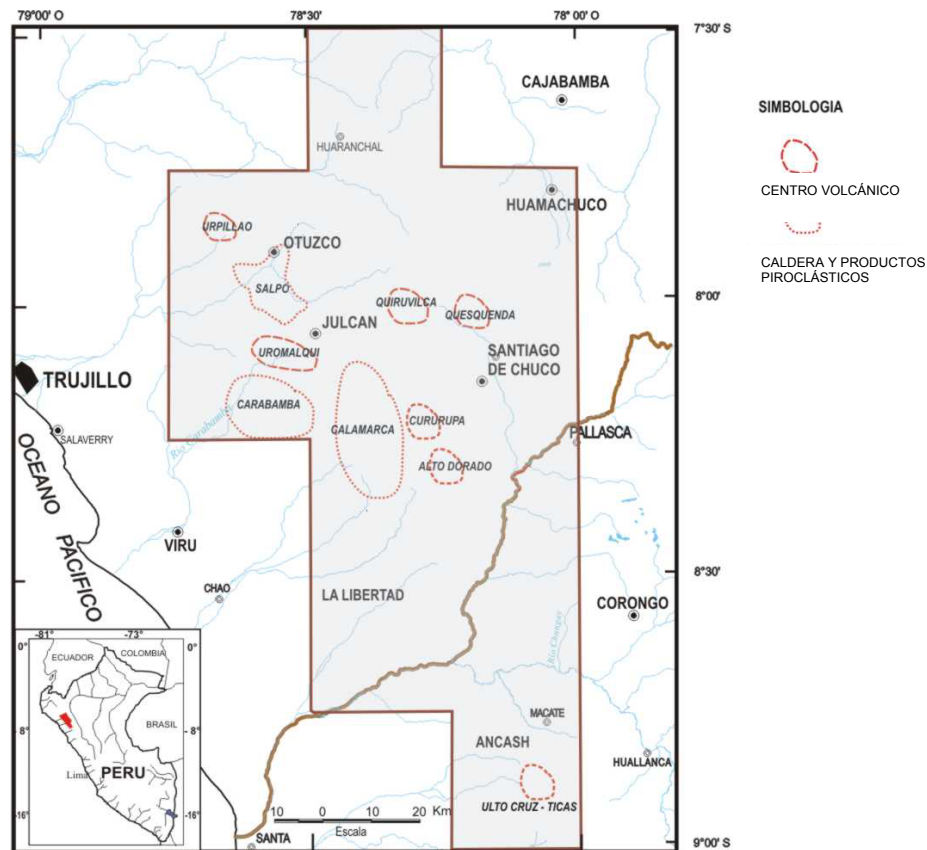


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Las rocas intrusivas pertenecen al Batolito de la Costa (Cretáceo Sup.- Paleógeno) y afloran al Oeste del área de estudio. Litológicamente varían desde gabros hasta granitos emplazados durante el Cretáceo Sup.- Paleógeno (Pitcher, 1985). Los magmas del Batolito de la Costa provinieron probablemente del manto (Atherton y Sanderson, 1985).

En el área se determinó una fase inicial del vulcanismo Cenozoico denominada como Fm. Tablachaca (Paleoceno?, datación en proceso), constituido de una secuencia de flujos piroclásticos, lavas y depósitos volcanoclásticos, intercalados en la parte inferior y superior con niveles sedimentarios (limolitas, areniscas). El espesor total de la secuencia es de ~1200 m de espesor. Esta secuencia se encuentra plegada e intruida por rocas intrusivas del Batolito de la Costa.

VULCANISMO CENOZOICO (GRUPO CALIPUY)

El estudio estratigráfico y cartografiado geológico efectuado muestra que durante el Eoceno-Mioceno ocurrieron numerosas erupciones efusivas y explosivas que ocasionaron el emplazamiento de flujos de lava y piroclásticos con características litológicas y petrológicas variadas. Desde el más antiguo al más reciente, en el área de estudio se distinguen los siguientes estratovolcanes:

Volcán San Pedro (78° 30'W, 8° 20'S). Es uno de los volcanes más antiguos del área. Se Localiza en el sector Este de la hoja de Salaverry. Su base está constituida por flujos de lavas andesíticas que contienen fenocristales de plagioclasa, anfíbol, óxidos y ocasionalmente piroxenos. En la parte media se distinguen secuencias piroclásticas entre ellas: flujos de cenizas, y de bloques y cenizas. Los flujos de bloques y cenizas poseen clastos juveniles angulosos de hasta 8 cm. de diámetro. La parte superior del centro volcánico está constituida de flujos de lavas andesíticas.

Volcán Quiruvilca (78° 18'W, 8° 00'S). Centro volcánico localizado en inmediaciones del poblado de Quiruvilca. Es un volcán poligenético erosionado constituido por lavas alteradas e hidrotermalizadas de composición andesitas y andesitas basálticas. El centro de la estructura presenta lavas con alteración argílica y propilítica, que son cortados por vetas y diques andesíticos.

Complejo volcánico Urpillao – Rusos (78° 39'W, 7° 50'S). Localizado al Norte de la localidad de Otuzco. Este volcán en su primera etapa de formación generó una gruesa secuencia de flujos de lavas de aproximadamente 450 m de espesor, sobre el cual yacen depósitos de flujos de bloques y cenizas, flujos de cenizas y pómez, y lahares. En su extremo SO las secuencias de lavas están cortados por cuerpos subvolcánicos andesíticos (stocks).

Centro volcánico Ultucruz – Ticas (78° 07'W, 8° 51'S). Localizado en la hoja de Santa Rosa, a 14 km al Noreste de la localidad de Santa Ana. Corresponde a un centro volcánico bastante erosionado, emplazado sobre rocas del Batolito de la Costa. Hacia el sector Este, sus depósitos cubren secuencias sedimentarias del Mesozoico (Fms. Santa y Carhuaz). El centro volcánico está conformado por lavas andesíticas en la base y flujos piroclásticos al tope.

Volcán Cururupa (78° 16'W, 8° 13'S). Esta localizado a 13 km al Suroeste de la localidad de Santiago de Chuco. En la base consta de flujos de lavas, y hacia el tope yacen depósitos de flujos bloques y cenizas, oleadas piroclásticas, brechas, y lahares.

Volcán Alto Dorado (78° 15'W, 8° 17'S). Estratovolcán localizado al Suroeste de Santiago de Chuco. A la base está constituido por una secuencia de flujos de bloques y cenizas. La parte media está constituida de flujos de lavas andesíticas, mientras que al tope presenta depósitos de flujos de bloques y cenizas, y volcanoclásticos. Hacia el sector Oeste son intruidos por un cuerpo subvolcánico andesítico. Su actividad más reciente la representa el emplazamiento de flujos de bloques y cenizas que yacen al Sur, ligadas al crecimiento y destrucción de domos.

Complejo volcánico Paccha - Uromalqui – Quinga (78° 32'W, 8° 04'S). Corresponde a un complejo volcánico parcialmente erosionado, localizado al oeste del poblado de Julcán. Esta constituido por tres estrato-conos alineados de Sureste a Noroeste, intruido en su fase final por un cuerpo subvolcánico andesítico en el extremo Noroeste (Cerro Quinga). Los conos volcánicos están constituidos por flujos de lavas andesíticas y andesitas basálticas, que alcanzaron distancias de 10 km con respecto a sus centros de emisión.

Volcán Quesquenda (78° 12'W, 7° 59'S). Estratovolcán parcialmente erosionado, localizado al Este del poblado de Quiruvilca. En la parte central de la estructura se distinguen domos de lavas andesíticas y dacíticas que muestran estructuras tipo *flow banding*. Hacia el N, NE, S y SE del centro volcánico afloran depósitos de flujos de bloques y cenizas, flujos de cenizas, oleadas piroclásticas y lahares, ligadas al crecimiento y destrucción de los domos.

Caldera Carabamba. Corresponde a una de las calderas más antiguas distinguidas en el área de estudio. Esta localizada al SO del poblado de Carabamba. En este sector se distinguen flujos de cristales riolíticos soldados que engloban megabloques de rocas sedimentarias (basamento), lavas andesíticas, y rocas subvolcánicas. Estos depósitos corresponderían a la facie proximal de la caldera. Mientras que sus productos distales se reconocen al Sur y SE, corresponden a flujos de cristales soldados de composición riolítica. Estos flujos contienen gruesos fenocristales de cuarzo (50 - 60%), plagioclasa, biotita, anfíbol y óxidos. Se distingue poco contenido de fragmentos líticos (<5%).

Caldera Salpo. Localizada al Sur de la localidad de Salpo. Sus depósitos consisten de ignimbritas riolíticas soldadas que contienen pómez y fragmentos líticos lávicos centimétricos. La matriz está constituido de cuarzo hialino (~20%), plagioclasa y óxidos. Infrayacen a los depósitos de bloques y cenizas del volcán Urpillao y sobreyacen a los flujos piroclásticos de la caldera Carabamba. Sus depósitos pertenecientes a las facies mediales y distales afloran en ambas márgenes del río Moche

Caldera Calamarca. Ubicada al NE del pueblo de Calamarca. Sus depósitos consisten de flujos piroclásticos que poseen un espesor promedio de 300 m, y que recorrieron más 8 km al SO de su fuente. El emplazamiento de estos flujos estaría ligado a la formación de una caldera de colapso que terminó por destruir al volcán Totora. Los bordes de la caldera lo constituyen secuencias de flujos de lavas andesíticas y andesíticas basálticas. En la parte central de la caldera afloran sedimentos volcanoclásticos y niveles de chert. En la parte media y superior de la secuencia se distinguen niveles de flujos piroclásticos dacíticos con cuarzo (20-40%), biotita, plagioclasa.

STOCKS Y DOMOS

En diversos sectores del área de estudio afloran cuerpos subvolcánicos y domos andesíticos y dacíticos de dimensiones variables, que miden entre 100 m y 5 km de diámetro. Son correlacionados con intrusivos datados en Algamarca y Quiruvilca (15 M.a.), Pasto Bueno (9-13 M.a.) y se les asigna como pertenecientes al mismo episodio magmático Miocénico. Son de textura porfirítica con fenocristales de plagioclasa, anfíbol, a veces biotita y cuarzo. Los fenocristales, principalmente la biotita y anfíbol miden hasta 1 cm de diámetro.

PETROLOGIA

En general los productos lávicos y piroclásticos emitidos por los centros volcánicos varían desde andesitas basálticas a riolitas, predominando las andesitas (Figura 2). La mineralogía de las andesitas consta de fenocristales de feldespato plagioclasa, \pm clinopiroxeno \pm ortopiroxeno, anfíbol, óxidos de Fe-Ti, \pm biotita, mientras que en las riolitas aparecen el cuarzo y \pm feldespato alcalino, y se distingue la ausencia del clinopiroxeno, ortopiroxeno y anfíbol.

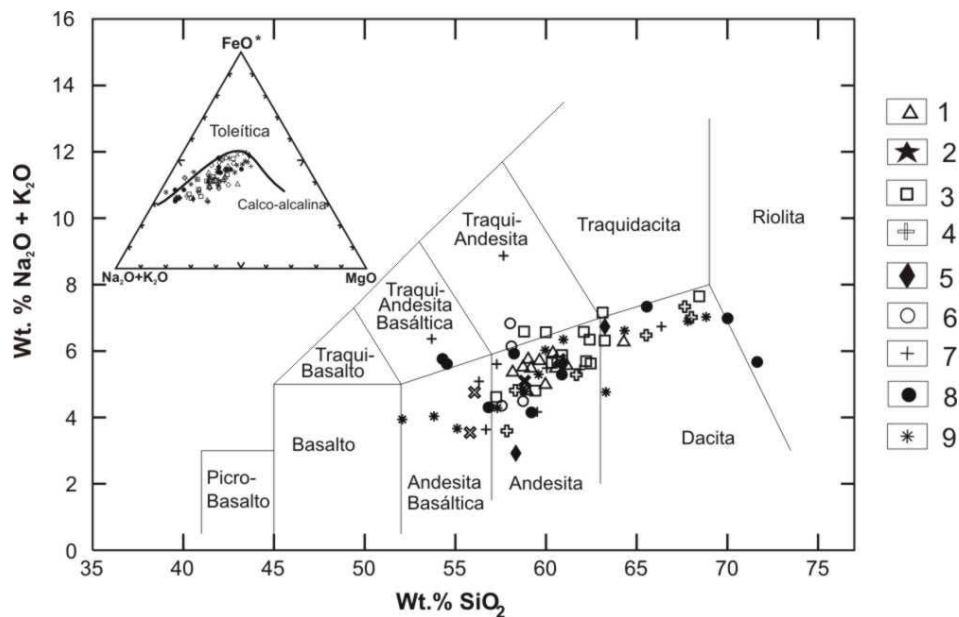


Figura 2. Clasificación de rocas del Grupo Calipuy en el diagrama TAS (Irvine & Baragar, 1971) y definición de la serie calco-alcalina en el Diagrama AFM. Volcanes del Cenozoico: 1 Totora, 2 Cururupa, 3 Stocks, 4 San Pedro, 5 Quesquenda, 6 Quiruvilca, 7 Alto Dorado 8 Caldera Calamarca, 9 Paccha-Oromalqui.

El estudio petrológico preliminar muestra que la evolución de los magmas emitidos por los volcanes del Cenozoico no pueden explicarse por simples procesos de cristalización fraccionada en sistemas cerrados a partir de líquidos basálticos. Otros procesos tales como mezcla magmática son igualmente posibles. El rol de la cristalización fraccionada es sin embargo fundamental que explicaría una evolución progresiva de las composiciones de los minerales desde las andesitas basálticas hasta riolitas, a partir de magmas derivados de una misma fuente. Los procesos de mezclas de magma son sugeridos por la existencia de fases mineralógicas en desequilibrio: presencia de zonaciones en las

plagioclasas, presencia de xenocristales, y desestabilización de ciertos minerales (anfíbol), ligados probablemente a realimentaciones sucesivas de magmas básicos y calientes en cámaras magmáticas superficiales.

El estudio geoquímico de los elementos mayores muestra el carácter calco-alkalino medianamente potásica de la serie (Figura 2). Por su parte el estudio de los elementos trazas muestra que los magmas emitidos provienen del manto, ligados a procesos dinámicos de subducción. Los productos presentan similares características geoquímicas con las rocas del Batolito de la Costa y con rocas volcánicas plio-Cuaternarias de la Zona Volcánica Central de los Andes (ZVC) provenientes de la fusión parcial del manto (Figura 3). Estas últimas rocas muestran espectros casi similares con las rocas del vulcanismo Calipuy, con anomalías negativas en Nd y Ti. Sin embargo las rocas de la ZVC muestran un empobrecimiento en Tierras Raras Pesadas (HREE), mientras que las rocas del Grupo Calipuy están enriquecidas, sugiriendo que hay poco granate o anfíbol en la fuente que retienen las HREE.

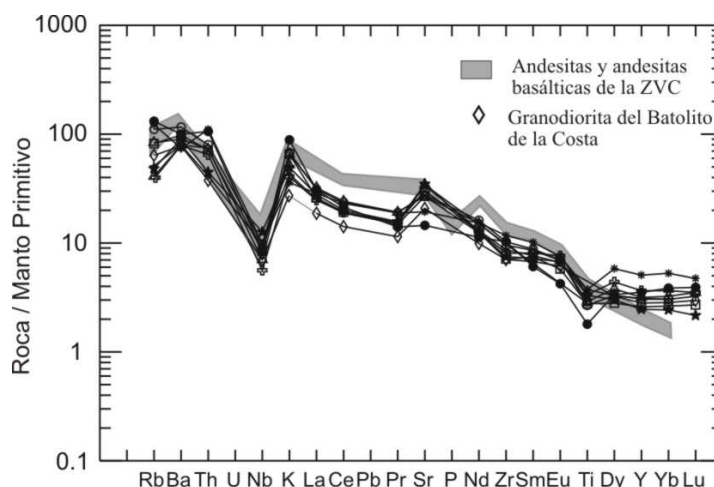


Figura 3 Diagrama multielementos del Grupo Calipuy, normalizado al manto primitivo (constante de normalización de Sun & McDonough, 1989). La zona sombreada corresponde a los volcanes Paychata, Tata Sabaya, Ollague, Ubinas (ZVC). La simbología es similar a Figura 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atherton, M. and Sanderson, L. (1985). The chemical variation and evolution of the superunits of the segmented Coastal Batholith. In: Pitcher, W.S., Atherton, M.P., Cobbing, E.J. & Beckinsale, R.D. (eds). *Magmatism at a plate edge. The Peruvian Andes*, Glasgow, 208-227.
- Cossio, A. (1964). Geología de los Cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. *INGEMMET*, Boletín N° 8, serie A, 69 p.
- Cobbing E., Pitcher W., Wilson J., Baldock J., Taylor W., McCourt W. and Snelling N. (1981). The Geology of the Western cordillera of Northern Peru. *Over seas Memoir of the Inst. of Geol. Sc.*, N° 5, 143 p.
- Farrar, E. and Noble, D. (1976). Timing of late Tertiary deformation in the Andes of Peru. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 87, 1247-1250.
- Gauthier, A., Díaz, N. y Quirita, V. (1999). Yacimiento La Arena - Virgen, Huamachuco, La Libertad - Perú. *Pro Explo, Conferences*, 73-92
- Irvine TN, Baragar WRA (1971) A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth. Sci.* 8:523-548.
- Petford, N. and Atherton, M. (1995). Cretaceous-Tertiary volcanism and syn-subducción crustal extensión in Northern Central Peru. *Volcanism Associated with Extension at Consuming Plate Margins, Geological Society Special Publication*, No. 81, 233 - 248
- Pitcher, W. (1985). A múltiple and composite batholith. In: Pitcher, W.S., Atherton, M.P., Cobbing, E.J. & Beckinsale, R.D. (eds). *Magmatism at a plate edge. The Peruvian Andes*, Glasgow, 93-101
- Sun S., McDonough W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanics basalts: Implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the Ocean Basin, Geol. Soc. Sp. Publ.*, 42, 313-345.
- Wilson, P. (1975). Potassium-argon age studies in Peru with special reference to the emplacement of the Coastal Batholith. *Ph.D. Thesis. University of Liverpool*. 299 p.