

ERUPCIONES VOLCÁNICAS DEL PLEISTOCENO TARDÍO ALREDEDOR DE AMBATO: CARACTERIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SUS DEPÓSITOS

Jorge Ordóñez O.; *Instituto Geofísico - EPN, Quito, Ecuador*

Minard L. Hall; *Instituto Geofísico - EPN, Quito, Ecuador*

Pablo Samaniego; *Institute de Recherche pour le Développement, Francia*

Introducción

El arco volcánico ecuatoriano alberga numerosos estratovolcanes que se han formado desde el Plio-Cuaternario, donde varios de ellos continúan activos hasta la fecha (p. ej. Pichincha, Cotopaxi, Reventador, Tungurahua, Sangay) y otros han sido identificados como potencialmente activos (Hall et al., 2008).

Actualmente, muchas poblaciones de la sierra ecuatoriana están asentadas dentro del Valle Interandino y en regiones cercanas a volcanes. Por tal motivo es muy importante que se desarrolle una adecuada gestión del riesgo natural, donde las investigaciones geológicas y volcanológicas ayudan a este propósito.

El presente informe resume una investigación cuyo objetivo es determinar la estratigrafía volcánica post-Chalupas en las cercanías de Ambato (Valle Interandino Central), cuyos depósitos representan a los productos de grandes erupciones volcánicas que ocurrieron en el pasado (Fig. 1). Para alcanzar tal objetivo se elaboró la cartografía geológica y el levantamiento estratigráfico de la zona de interés y también se caracterizó la petrografía y la geoquímica de cada depósito con el propósito de definir el centro eruptivo de origen más probable para cada uno de ellos.

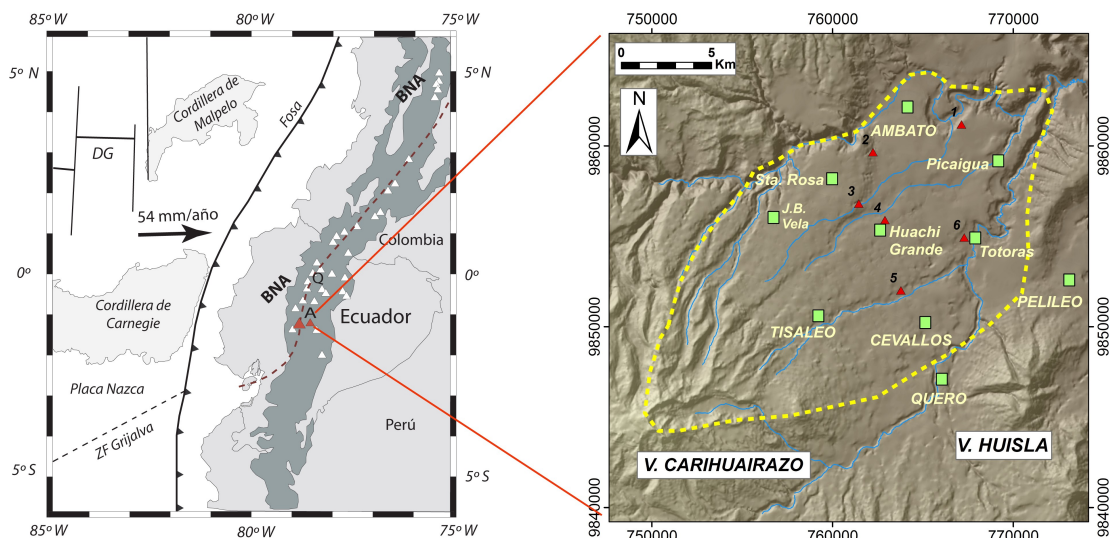


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio. En la izquierda se muestra el contexto geodinámico de Ecuador (DG: Dorsal Galápagos, ZFG: Zona de Fractura Grijalva, BNA: Bloque Nor-Andino, Q: Quito, A: Ambato) Vector de movimiento de la placa Nazca tomado de Collot et al., (2004). En la derecha se exhibe un modelo digital del terreno de la zona de interés que comprende la región sur de Ambato (líneas punteadas). Los triángulos rojos son los afloramientos más representativos. Proyección y Datum: UTM-WGS84-Zona 17S

Principales eventos volcánicos y sus depósitos en el Sur de Ambato

El sustrato de los productos volcánicos estudiados

El sustrato de estos depósitos está compuesto por la Formación Latacunga, del Pleistoceno Temprano (Lavenu et al., 1992) y por el depósito ignimbrítico Chalupas cuya edad fue constreñida en 211 Ka (Hammersley en Beate, 2006). Además, debido a que se conoce el alcance regional que tuvo este flujo piroclástico (Beate, 1985, 2006), su presencia en la región es fundamental para estimar la edad máxima de la secuencia volcánica de interés.

Deslizamientos volcánicos y avalanchas de escombros

Cuatro depósitos de avalanchas de escombros (DAE) fueron reconocidos en el sur y suroccidente de Ambato y corresponden a los productos de grandes deslizamientos volcánicos. Los cuatro depósitos fueron nombrados de la siguiente manera: DAE1, DAE2, DAE3 y DAE4, donde el primero es el más antiguo y el último el más joven (Fig. 2). La morfología de *hummocks* no es muy evidente en los depósitos DAE1 y DAE2 debido a la cobertura volcánica superior. Sin embargo fue posible reconocer diferentes facies texturales y litológicas en cada DAE (facies de bloques, de mezcla y lahárica), según la terminología de Siebert (1984), Glicken (1991) y Palmer (1991). Bloques rocosos masivos y bloques que sufrieron intensos procesos de cataclasis y deformación son comunes en los depósitos. El DAE4 presenta características texturales semejante a un lahar cohesivo, sugiriendo que el deslizamiento inicial incorporó agua y la avalancha se transformó en lahar. De manera general, la petrografía dominante consiste de andesitas de dos piroxenos, andesitas de piroxeno-anfíbol, andesitas anfibólicas y pocas dacitas anfibólicas. Geoquímicamente las rocas son andesitas y dacitas calco-alcalinas de medio potasio con carácter adakítico (Fig. 3). Estimaciones de áreas y espesores permitieron determinar sus volúmenes, aunque presentan incertidumbres: DAE1 ~4 km³, DAE2 ~0.6 km³, DAE3 ~1km³ y DAE4 ~0.1km³. Semejanzas petrográficas, el carácter geoquímico, la cartografía de estos depósitos y la morfología del volcán sugieren que el Carihuairazo es la fuente de los DAEs.

Erupciones explosivas plinianas

Al menos cuatro capas de caídas piroclásticas pumíticas (tefras) están intercaladas entre los depósitos de avalanchas de escombros y de flujos piroclásticos de “bloques y ceniza” que afloran al sur y suroccidente de Ambato. A cada tefra pumítica (TP) se la denominó, en orden cronológico ascendente, de la siguiente manera: TP1, TP2, TP3 y TP4 (Fig. 2). Cada una de estas tefras tiene características litológicas y petrográficas únicas que las diferencian entre sí, y dado que su distribución es regional, se convierten en buenas capas guías que sirven como referentes de ayuda para discriminar los DAE y los flujos de “bloques y ceniza” que serán descritos más adelante. La composición química de la pómez varía entre dacitas a riolitas y se correlacionan con rocas de flujos de lava y DAE del volcán Huisla que fueron caracterizadas por Bustillos (2008) (Fig. 3). Los mapas de isópacas elaborados para cada depósito apoyan esta hipótesis y permitieron calcular los volúmenes aproximados de cada tefra, excepto para la TP2 debido a los pocos afloramientos encontrados en la región; TP1 ~1.5 km³, TP3 ~0.3 km³ y TP4 ~0.4 km³.

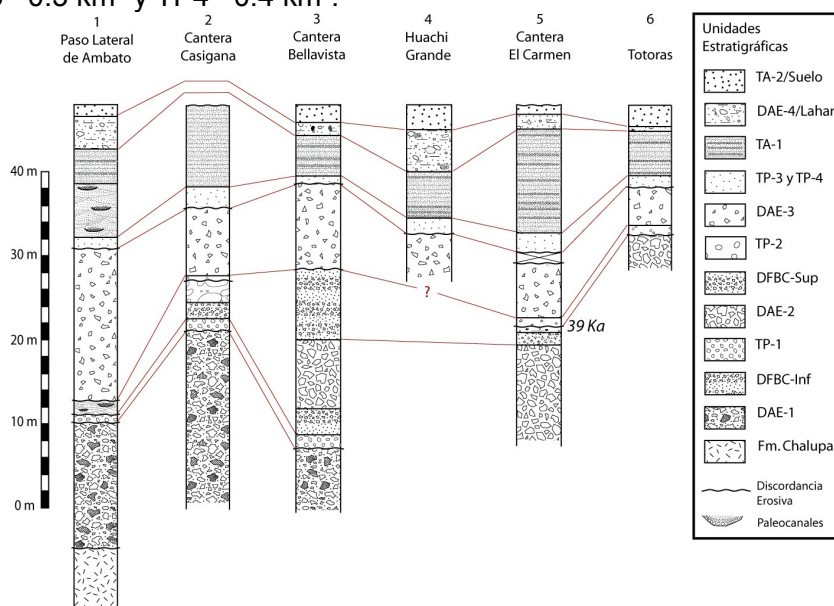


Figura 2. Secciones estratigráficas representativas de los depósitos volcánicos del Pleistoceno Tardío que afloran en el sur y suroccidente de Ambato. Ver las ubicaciones en la Figura 1. DAE: Depósito de Avalancha de Escombros, DFBC: Depósito de Flujo de Bloques y Ceniza, TP: Tefra Pumítica, TA: Tefra Andesítica.

Estos volúmenes implican que las erupciones fueron muy explosivas, del tipo pliniana a subpliniana, con valores de VEI (*Volcanic Explosivity Index*) entre 4 y 5, lo que sin duda representó una devastación del ecosistema en la región. Una edad de 39 ± 0.41 Ka AP fue obtenida en esta investigación de un paleosuelo bajo la capa TP2, a partir de materia vegetal carbonizada.

Colapsos de domos volcánicos “calientes”

Al suroccidente de Ambato, en el cerro Casigana, se pudo reconocer dos secuencias de flujos piroclásticos de tipo bloques y ceniza (DFBC) entre los niveles DAE1 y DAE3 (Fig. 2). Estos depósitos constituyen los productos de colapsos gravitacionales de domos volcánicos que probablemente estaban siendo extruidos dentro del anfiteatro del Carihuairazo posterior a su primer colapso. La secuencia inferior (DFBC-Inf) está formada por al menos dos niveles de flujos piroclásticos con un espesor entre 2 y 6 m, mientras que la secuencia superior (DFBC-Sup) aparentemente contiene un mayor número de estratos y su espesor varía entre 4 y 8 m. Los estratos son masivos y corresponden a brechas volcánicas monolitológicas no consolidadas. Ninguna gradación fue observada en los depósitos, pero presentan un sorteo pobre y una coloración variable entre gris a rojizo. Algunos niveles tienen un mayor contenido de bloques, mientras que en otros predomina la matriz. El tamaño de los bloques no es regular pero caen en un rango decimétrico, aunque bloques > 1m son ocasionales. Los fragmentos de magma juvenil presentan el típico diaclasamiento prismático radial debido a su enfriamiento por contacto brusco con el aire. De manera general, la petrografía de los DFBC consiste de andesitas piroxénicas y dacitas anfibólicas que presentan texturas porfíricas y una vesicularidad variable. Geoquímicamente muestran afinidades con las rocas del volcán Carihuairazo y de los DAE descritos anteriormente (Fig. 3). En su flanco NNE existen rasgos morfológicos que pueden ser interpretados como domos volcánicos que se sospechaba eran las probables fuentes de estas brechas, sin embargo al realizar las comparaciones petrográficas con las rocas de los DFBC se notaron diferencias bien marcadas. Es probable que estos domos sean más jóvenes y con una petrografía diferente que aquellos que generaron los DFBC, los mismos que pudieron ser erosionados durante las glaciaciones del Cuaternario Tardío.

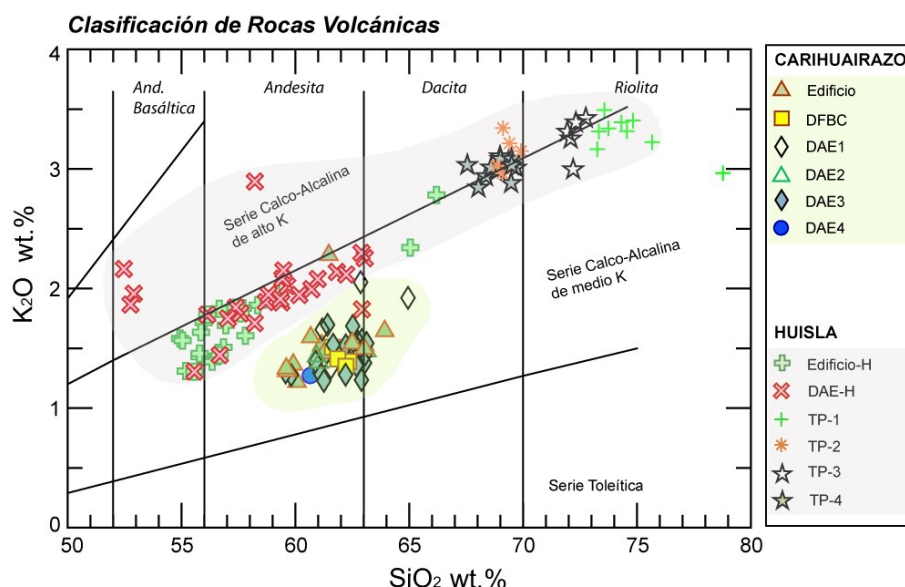


Figura 3. Clasificación geoquímica de rocas volcánicas, modificado de Peccerillo & Taylor (1976). Notar dos series diferentes para las rocas afines al Carihuairazo y al Huisla. Los análisis químicos para las muestras del Huisla (Edificio y DAE) fueron tomados de Bustillos (2008).

Grandes flujos de lodo disparados por un sismo

El 20 de Junio de 1698 ocurrió un sismo de intensidad X en la escala de Mercalli cuyo epicentro fue localizado en el flanco nororiental del volcán Carihuairazo (Egred J. en

Vásconez, 2006). Según Vásconez et al. (2011), el sismo provocó numerosos deslizamientos de la capa de suelo de páramo, especialmente en las cabeceras de las quebradas del volcán y en los cerros vecinos, que rápidamente se transformaron en potentes flujos de lodo que alcanzaron los drenajes de los ríos Ambato y Pachanlica, terminando de destruir lo que quedaba del primer asentamiento de Ambato, después del gran terremoto que ocurrió minutos antes. Los estudios de Vásconez (2006) revelaron que los flujos consistían de 60% de material sólido, 37% de agua y 3% de restos de plantas. El depósito que dejaron estos flujos está formado casi en su totalidad por sedimentos finos (arena, limo y arcilla), aunque bloques de 1 a 2 m de tamaño que están contenidos al tope del depósito, sugieren cierto grado de viscosidad del flujo.

Conclusiones

Depósitos de avalanchas de escombros, flujos piroclásticos por colapsos de domos y capas de tefras pumíticas conforman el sustrato donde actualmente están asentadas importantes y numerosas poblaciones de la provincia de Tungurahua (p.ej. Ambato, Tisaleo, Cevallos y otros). Esta investigación pone en evidencia que eventos eruptivos de grandes magnitudes ocurrieron en las cercanías de Ambato durante el Pleistoceno Tardío. Información petrográfica, geoquímica y la cartografía de los depósitos son herramientas que permitieron identificar a los volcanes Carihuairazo y Huisla como sus fuentes de origen. Según una datación obtenida en este trabajo (39 ± 0.41 Ka AP), se propone que la actividad de ambos centros eruptivos se remonta, por lo menos, hasta el final del Pleistoceno Tardío y probablemente incluye también el Holoceno Temprano.

Referencias

- Beate B. (1985). El flujo piroclástico de Chalupas como causante de un desastre natural en el Cuaternario de los Andes Septentrionales del Ecuador. Memorias 1er Simposio Desastres Naturales, Quito, 21-27.
- Beate B., Hammersley L., DePaolo D., Deino A. (2006). La edad de la ignimbrita de Chalupas, Prov. De Cotopaxi, Ecuador, y su importancia como marcador estratigráfico. Memorias de las 6tas Jornadas en Ciencias de la Tierra. 68-71.
- Bustillos J. (2008). Las avalanchas de escombros en el sector del volcán Tungurahua. Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, 151 p.
- Collot J.Y., Marcaillou B., Sage F., Michaud F., Agudelo W., Charvis P., Graindorge D., Gustcher M., Spence G. (2004). Are rupture zone limits of great subduction earthquakes controlled by upper plate structures? Evidence from multichannel seismic reflection data acquired across the northern Ecuador–southwest Colombia margin. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, 14 p.
- Glicken H. (1991). Sedimentary architecture of large volcanic-debris avalanches. *Sedimentation in Volcanic Settings*. SEPM, Special Publication N° 45. 99-106.
- Hall M., Samaniego P., Le Pennec J.L., Johnson J.B. (2008). Ecuadorian Andes volcanism: A review of Late Pliocene to present activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 1-6.
- Lavenu A., Noblet C., Bonhomme M., Egúez A., Dugas F., Vivier G. (1992). New K-Ar ages of Neogene and Quaternary volcanic rocks of the Ecuadorian Andes: Implications for the relationships between sedimentation, volcanism and tectonics. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. 5. 309-320.
- Palmer B., Alloway B., Neall V. (1991). Volcanic debris avalanche deposits in New Zealand – Lithofacies organization in unconfined, wet avalanche flows. *Sedimentation in Volcanic Settings*. SEPM, Special Publication N° 45. 89-98.
- Peccerillo A. & Taylor T. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58. 63-81.
- Siebert L. (1984). Large volcanic debris avalanches: Characteristics of source areas, deposits, and associated eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 22. 163-197.
- Vásconez R. (2006). Estudio geológico de los flujos de lodo asociados al terremoto del 20 de Junio de 1698 que destruyeron la primera ciudad de Ambato. Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, 309 p.
- Vásconez R., Hall M. y Mothes P. (2011). Devastadores flujos de lodo disparados en el volcán Carihuairazo por el terremoto del 20 de Junio de 1698. *Revista Politécnica*. Vol. 30. Monografía de Geología 7, 86-105.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA
INSTITUTO GEOFÍSICO



7 mas **Jornadas**
en **Ciencias**
de la Tierra
y I **Encuentro**
sobre Riesgos y
Desastres

23 - 25 de Noviembre de 2011, Quito



PETROAMAZONAS EP



INIGEMM

Instituto Nacional de Investigación
Geológica Minero Metalúrgica
República del Ecuador



OCP ECUADOR S.A.



EP PETROECUADOR

Memorias de las 7 mas Jornadas en Ciencias de la Tierra
Editado por: Dr. Daniel Andrade Varela
Publicado por: Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador
Diagramación: Equator Meetings S.A., www.equatormeetings.com
Año: 2011
ISBN: 978- 9978-383-17-9