

Depósitos de caída de ceniza producidos durante las erupciones del volcán Tungurahua, 14 de julio y 16 de agosto de 2006

Troncoso, Liliana(1); Jean-Luc Le Pennec(2); Jaya, Diego(3); Vallee, Arnaud(2), Mothes, Patricia(1) y Arrais, Santiago(1)

1. Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional
2. Institut de Recherche pour le Développement, IRD
3. Caminos y Canales Cía. Ltda.

Introducción

El volcán Tungurahua inició su proceso eruptivo en 1999 y hasta el 2005, se caracterizó por la generación de columnas de emisión de vapor y gases con variables contenidos de ceniza, explosiones breves ‘vulcanianas’ y fases estromboleanas esporádicas (Le Pennec, et al. 2004). En el año 2006 la actividad sísmica y manifestaciones superficiales cambia drásticamente con respecto a lo registrado en los 6 años anteriores. Durante este año la actividad se caracteriza por la generación de un elevado número de explosiones que aportaron una importante liberación de energía, pero sobretodo la generación de dos fases eruptivas caracterizadas por la generación de flujos piroclásticos (14 de julio y 16 de agosto) y flujos de lava (posterior al 16 de agosto). Asociada con estas fases eruptivas se generó además depósitos de caída de ceniza que afectaron principalmente la zona ubicada al lado occidental del volcán. El área de influencia de la ceniza fue mayor durante la erupción registrada el 16 de agosto, teniéndose incluso reportes de caída de ceniza en la zona costera occidental y sur-occidental del Ecuador (Manabí y Guayas), en tanto el área de influencia de la caída de ceniza del 14 de julio se restringió algunos cantones de las provincias del Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.

Metodología y breves características de los depósitos

Tanto para las erupciones del 14 de julio como 16 de agosto el muestreo del depósito de ceniza comenzó inmediatamente luego de que la ceniza dejó de depositarse, es decir, menos de 24 horas después de la erupción, ya que para tener espesores reales es necesario que los procesos erosivos (lluvia, viento y procesos antrópicos, como tráfico vehicular) no intervengan.

Para el muestreo de los depósitos se consideró tomar varias medidas de espesor en un mismo punto, especialmente localizados en superficies planas o aproximadamente planas (patios, canchas, lozas, tapas de alcantarilla, lápidas, entre otros). Además los puntos debían estar alejados de caminos y carreteras, para no tener la influencia de removilización y re-depositación.

Luego de la erupción del 14 de julio se realizó un barrido del área ubicada al oeste, noroeste, sur-oeste y sur del cráter del volcán, es decir, entre los sectores ubicados entre las poblaciones de Quero, Penipe, Riobamba y Guaranda, recolectándose un total de 65 puntos (Figura No. 1a). Este depósito se caracterizó por una coloración gris sin la presencia de líticos (visto con lupa) y en los flancos del volcán el material balístico era de la misma coloración, a veces con tonos verdosos, y en fuentes de agua (cisternas) no se encontró material flotando.

Para la erupción del 16 de agosto se hizo un barrido a través de las vías Panaméica desde Quito – Ambato, por la vía Ambato – Guaranda – Chimbo, Ambato – Riobamba – Colta, a través de la vía principal y caminos secundarios que se desprenden de éstas.

Además se cubrió la zona comprendida entre Pelileo – Cerro Igualata – Penipe – Pachanillay. Y se realizó varios transeptos en los flancos norte, nor-oeste, oeste, suroeste y sur, recolectándose un total de 93 puntos (Figura No. 1b). Este depósito se caracterizó por una coloración ‘castaña’ y además porque entre sus componentes se observó líticos de color rojizo (visto con lupa). En las zonas cercanas al volcán se notó la

presencia de lapilli y balísticos escoriaceos y pumíticos, siendo una de las características sobresalientes de los componentes pumíticos coloración blanca y flotar en el agua. Otro aspecto importante que se encontró en este depósito fue que debido a la presencia de lluvias (durante y/o después de la caída de ceniza) se hallaron compactos o parcialmente compactos.

Obtención del volumen de los depósitos

Para obtener el volumen de cada depósito primero se realizó el mapa de isópacas, para determinar el área de influencia de cada espesor (Figuras No. 1a y 1b). De acuerdo a estos gráficos se pudo ver claramente que el eje de dispersión para la erupción del 14 de julio estuvo hacia el occidente, mientras que para el 16 de agosto estuvo hacia el ONO.

La determinación del volumen de un depósito de caída es importante ya que es uno de los parámetros que permite estimar la magnitud de la erupción (Jaya, 2004). Según Walker (1981) la mejor vía para caracterizar la dispersión se logra al plotear el área encerrada por cada isópaca versus el espesor (Figuras No. 2a y 2b). Al realizar la gráfica del espesor versus la raíz cuadrada del área, se observa que el depósito del 14 de julio se ajusta a una sola curva con decaimiento exponencial, mientras que la del 16 de agosto se ajusta a dos curvas con tendencia exponencial y con un punto de corte. Según Le Pennec et al. (2004) el cambio brutal de pendiente con la distancia ha sido observado en muchas otras caídas de tetras y corresponde a lo que se califica como la segmentación de los depósitos, y añade además que el origen de este fenómeno es complejo ya que depende de las condiciones atmosféricas, del comportamiento de sedimentación dependiendo del tamaño de grano, agregación de los granos, etc.

Para el cálculo del volumen de los dos depósitos se utilizan varios métodos, como son: de los trapezoides (Fierstein y Nathenson, 1992), de Pyle (1989), de Fierstein y Nathenson (1982) y del volumen mínimo (Legros, 2000). Además se utilizan los siguientes parámetros: T_0 , que es el espesor del depósito de ceniza teórico al nivel del viento; bt , que es la distancia a la cual el espesor ha disminuido a la mitad de T_0 ; k , que es una constante; T_{last} , espesor de la última isópaca mapeada; y , $A_{pi}^{1/2}$, T_1 y k_1 , parámetros obtenidos cuando la curva de T vs. $A^{1/2}$ muestra un punto de inflexión.

Método de los trapezoides (Fierstein y Nathenson, 1992)

14 DE JULIO			16 DE AGOS TO		
No. de isópacas	No. de segmentos	Volumen	No. de isópacas	No. de segmentos	Volumen
9	8	1,31E +06 m ³	7	6	1,93E +07 m ³
7	5	1,33E +06 m ³	6	5	2,03E +07 m ³
5	4	1,32E +06 m ³	4	3	2,31E +07 m ³

Método de Pyle (1989) – Interpolación por un solo segmento

14 DE JULIO	
k=	0, 22 Km ⁻¹
bt=	1, 79 Km
T_0 =	3,76E-05 Km
R ² =	0, 96
Volumen = 1,58E +06 m ³	

C
D
I.
el
m
ap
Si
de
se
de
co
gr:
Bil
- F
V
- J
d
- L
d
C
- L
V
- Py

Método de Pyle (1989) – Interpolación por dos segmentos

16 DE AGOS TO	
$A_{pi}^{1/2} =$	15 ,61 Km
$T_o =$	2, 28E-04 Km
$k =$	0, 2024 Km ⁻¹
$T_j =$	1, 75E-05 Km
$k_i =$	0, 038 Km ⁻¹
Vol umen = 3,06E +07 m ³	

Método de Legros (2000) – Determinación de volumen mínimo

14 DE JULIO		
Isópaca (cm)	Area (Km ²)	V(m ³)
0,2	201,9	1,5E +06
0,3	140,4	1,6E +06
0,4	101,2	1,5E +06
0,5	75,8	1,4E +06
0,6	56,9	1,3E +06
0,8	39,1	1,2E +06
1	31,6	1,2E +06
1,8	19,9	1,3E +06
2,4	8,2	7,2E +05

16 DE AGOS TO		
Isópaca (cm)	Area (Km ²)	V (m ³)
0,3	2256,5	2,5E +07
0,5	944	1,7E +07
1	255,3	9,4E +06
2	155,4	1,1E +07
3	93,1	1,0E +07
5	44,9	8,3E +06
10	23,3	8,6E +06

Volumen determinado tomando en cuenta los depósitos distales (Le Pennec et al., 2004)

14 DE JULIO			16 DE AGOSTO		
$T_{last} =$	0,2	cm	$T_{last} =$	0,3	cm
$T_o =$	3,8	cm	$T_o =$	22,8	cm
$V =$	1,58E+06	m ³	$V =$	3,06 E+07	m ³
$V_{total} =$	2,0E +06	m ³	$V_{total} =$	3,29E +07	m ³

Conclusiones

De acuerdo a los valores obtenidos se puede determinar que el volumen del depósito de ceniza generado el 14 de julio tuvo un valor que varió en el rango entre 1,3E+06 a 2,0E+06 m³, en tanto el depósito generado el 16 de agosto tuvo un volumen que varió entre 1,9E+07 a 3,3E+07 m³. Al comparar los volúmenes máximos encontrados para cada depósito se puede observar que el generado el 16 de agosto es aproximadamente 17 veces mayor al volumen producido el 14 de julio (Figura No. 1c).

Sin tomar en cuenta el volumen de material generado por los flujos piroclásticos en las dos erupciones, debido a la falta de estos datos, y solo trabajando con el volumen del material de caída de ceniza producido se puede determinar que la erupción del 14 de julio tiene un VEI (índice de explosividad volcánica) de 2, es decir, fue una erupción explosiva de tamaño pequeña a moderado. En tanto, la erupción del 16 de agosto correspondería a un VEI de 3, que se podría calificar como una erupción explosiva de tamaño moderado a grande.

Bibliografía

- Fierstein, J. y Nathenson, M. (1992). Another look at the calculation of fallout tephra volumes. Bull Volcanol 54: 156-167
- Jaya, D. (2004). El colapso del volcán Tungurahua en el Holoceno Superior: Análisis de estabilidad y dinamismo explosivos asociados. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito: 119p
- Le Pennec, J-L., Ruiz, G., Mothes, P., Hall, M. y Ramón, P. (2004). Estimaciones del volumen global del depósito de ceniza de la erupción de agosto del 2001 del volcán Tungurahua. Investigaciones en Geociencias. Volumen 1: 13 – 18.
- Legros, F. (2000). Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from single isopach. Journal of Volcanology and Geotherma Research 96: 25-32
- Pyle, D. (1989). The thickness, volume and grainsize of tephra fall deposits. Bull Volcanol 51: 1-15

Troncoso L., Le Pennec Jean-Luc, Jaya D., Vallée Arnaud,
Mothes P., Arrais S. (2006)

Depósitos de caída de ceniza producidos durante las
erupciones del volcán Tungurahua, 14 de julio y 16 de agosto
de 2006

In : Memorias : sextas jornadas en ciencias de la tierra

Quito : EPN, 181-184

Jornadas en Ciencias de la Tierra, 6., Quito (ECU),
2006/11/22-24