

Artículo de investigación

Research Article

Los depósitos de ceniza del 04-05 de mayo 2013 en el volcán Tungurahua

The 04-05 May 2013 ash fall deposits at Tungurahua volcano.

J. Bustillos^{1,2}, A. Guevara³

¹Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN)

²Escuela de Geología (FIGEMPA) - Universidad Central del Ecuador

³Departamento de Metalurgia Extractiva - Escuela Politécnica Nacional (DEMEX)

E-mail de contacto/ Contact e-mail: jbustillos@igepn.edu.ec; geobustillos13@gmail.com

Resumen: El volcán Tungurahua, el 27 de abril de 2013 experimentó nuevamente una reactivación. Emisiones de ceniza, explosiones de moderada a fuerte intensidad; bramidos, y descenso de flujos piroclásticos, caracterizó un periodo eruptivo que permaneció en un nivel considerado como moderado. Las emisiones de ceniza generaron columnas eruptivas de 1.5-3.0 km sobre el nivel del cráter, afectado con importantes caídas de ceniza a las poblaciones de los sectores norte (1 mm de acumulación en la ciudad de Baños, 8 km al NE), nor-occidental, occidental y sur-occidental del volcán. Aplicando el Modelo Ash 3D de la USGS (Servicio Geológico de USA), se estimó un volumen depositado entre 1.0-1.5 Mm³ de ceniza. Según las características petrográficas y morfológicas de los componentes de la ceniza del 04 y 05 de mayo de 2013, se pudo generalizar que el estilo eruptivo del volcán Tungurahua en este periodo eruptivo no ha mostrado cambios, con las excepciones del 28 de mayo, 22 de noviembre de 2010; y del 16 de julio de 2013. La fragmentación magmática, fue debido a una rápida aceleración en el sistema, en donde las características de la ceniza implican una actividad stromboliana y tipo fuente de lava, indicando procesos de alta velocidad de un flujo multifásico y heterogéneo.

Palabras clave: *Tungurahua, Depósitos de ceniza, Dinamismo Eruptivo.*

Abstract: In April 27, 2013, the Tungurahua volcano, experienced a new eruptive period. Ash emissions, moderate to strong explosions, and pyroclastic flows, characterized an eruptive period at a moderate level. Ash emissions generated eruptive columns of 1.5-3.0 km above the crater, the ash fall affected to the towns of the northern area (1 mm accumulation in the city of Bath, 8 NE km) north-west, western and south-western areas from the volcano. Applying the Model 3D Ash USGS (U.S. Geological Survey), a deposited volume between 1.0-1.5 million m³ of ash was estimated. According to petrographic and morphological characteristics of the ash components between 04 and 5 May, 2013, it was possible to generalize that the eruptive style of the Tungurahua volcano at this period has shown no changes, except from 28 May, 22 November 2010, and July 16, 2013. The magmatic fragmentation was due to a rapid acceleration in the system, where the ash characteristics imply a Strombolian activity and lava fountain, indicating high speed processes and heterogeneous multiphase flow type.

Keywords: *Tungurahua, Ash deposits, Eruptive Dynamics.*

1. INTRODUCCIÓN

El volcán Tungurahua, desde el 27 de abril de 2013 experimentó un nuevo episodio eruptivo, el cual permaneció en un nivel considerado como moderado. Este nuevo ciclo, se caracterizó por la ocurrencia permanente de emisiones de gases con moderada cantidad de ceniza (Fig. 1), interrumpidas por episodios esporádicos de emisiones de mayor energía y/o explosiones. El viento provocó caídas leves de ceniza en los sectores occidental y sur-occidental (Choglontus, Manzano, Quero, Cevallos, Mocha y Tisaleo) y hacia el norte del volcán entre el sábado 4 y el domingo 5 de mayo (Baños, OVT, Patate, Pelileo, Ambato). Adicional a esta actividad el domingo 05 de mayo, se generó el descenso de flujos piroclásticos por las quebrada de Cusua y Achupashal (flanco occidental del volcán, Fig. 2).

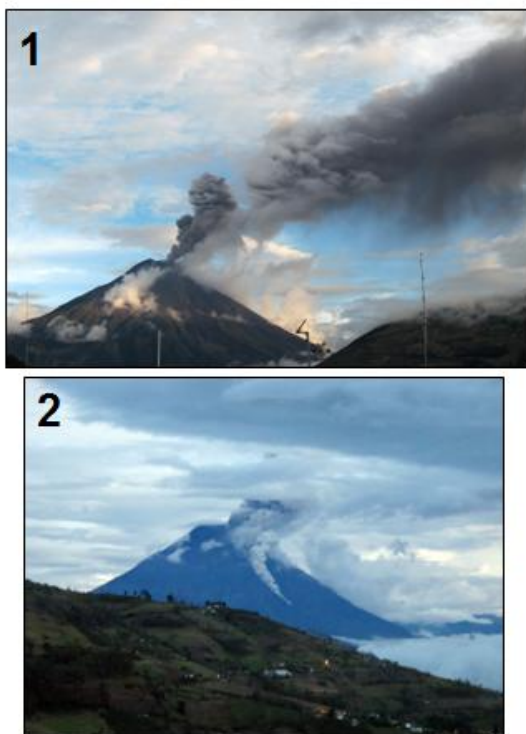


Fig. 1: Columna de emisión que se eleva por 2 km. snc y se dirige al occidente (Foto: J. Ordóñez, IG-EPN).

Fig. 2: Descenso de un flujo piroclástico por la quebrada de Achupashal en el flanco occidental del volcán (Foto: L. Troncoso, IG-EPN)

2. DISPERSIÓN DE NUBES DE CENIZA

La actividad explosiva del Tungurahua durante los días 04-05 de mayo (Fig. 3), generó columnas de emisión entre 1,5 a 3 km de altura sobre el nivel del cráter, que durante los días mencionados se dirigieron principalmente hacia el nor-noroccidente, formando nubes de ceniza de alturas entre 20000 pies (6 km) y 21000 pies (6,5 km) sobre el nivel del mar, dispersándose distancias entre 24 y 116 km desde el cráter (Fig. 4).

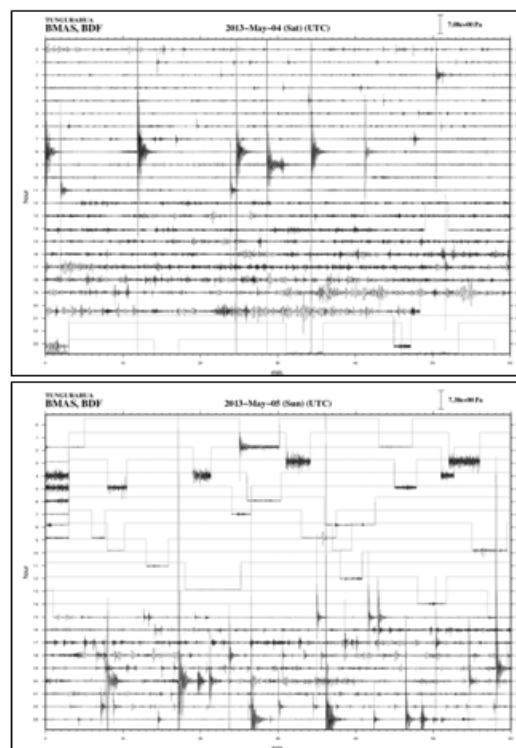


Fig. 3: Señales sísmicas en el canal BDF de la estación de banda ancha del sector del Trigal (BMAS) en el sector sur-occidental del volcán

CAÍDA DE CENIZA

Durante los días 04-05 de mayo, como producto de las explosiones y de las emisiones sub-continuas que fueron acompañadas por sendos cañonazos y bramidos de modera a fuerte intensidad se generaron columnas eruptivas con una carga importante de ceniza. La caída del material particulado afectó principalmente las zonas del nor-noroccidente del volcán en

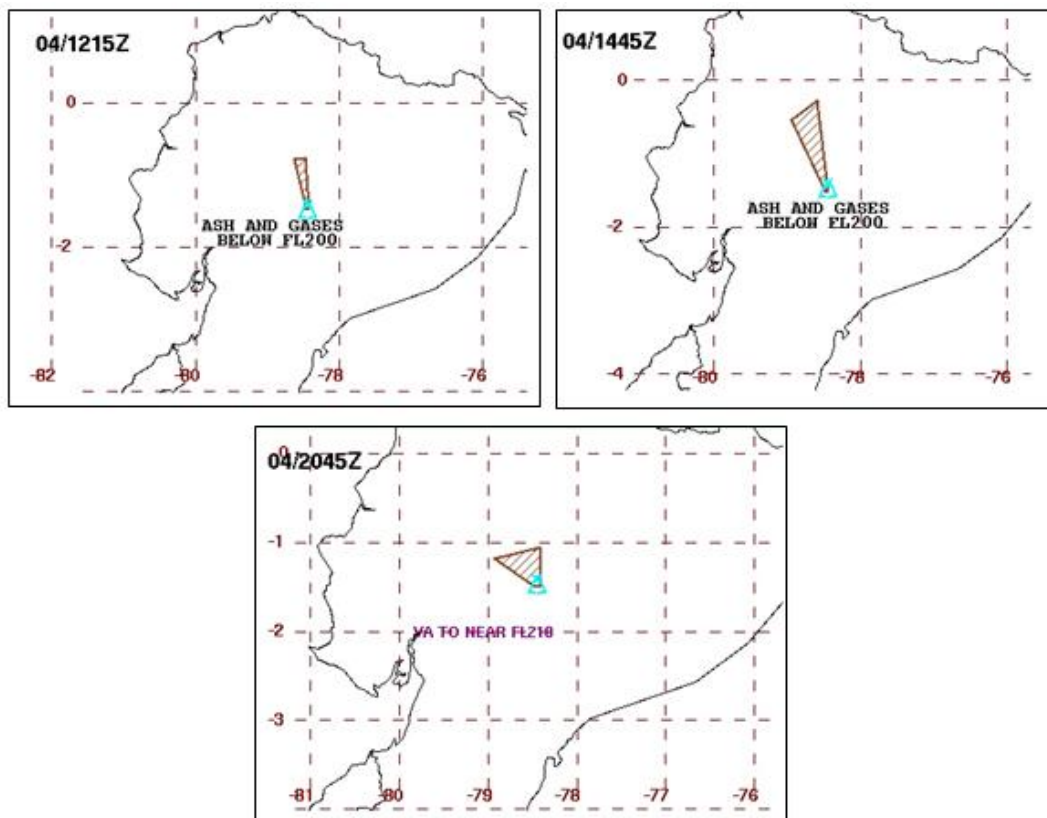


Fig. 4: Reportes de la dispersión de las nubes de ceniza durante el 04 de mayo de 2013, 12h15 (TU); 15h34 (TU); 21h26 (TU) respectivamente(<http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/messages.html>)

poblaciones como Baños (1 mm aproximadamente, Troncoso com.per.), Guadalupe (OVT) Patate, Pelileo, y Ambato (Fig. 4; Fig. 5). Según los reportes recibidos en el Observatorio del Volcán Tungurahua la ceniza se caracterizó por presentar un color negro el 04 de mayo y un color blanco más fina el 05 de mayo.

Por otro lado, considerando los reportes recibidos en el OVT, en el tamaño de grano estimado de la ceniza, la dispersión de las nubes de ceniza, las alturas de la columna de emisión estimadas en el OVT (8km snm), el tiempo de la actividad explosiva de los registros sísmicos de la estación BMAS (12 horas, Fig. 3), y los archivos

de vientos del 04 de mayo, se logró modelar la posible distribución del deposito de tefra. Aplicando el Modelo Ash 3D de la USGS (Servicio Geológico de los EE.UU.) de Mastin et al. (2012) se estimó un volumen depositado entre 1,0-1,5 Mm³ de ceniza (Fig. 6)

LOS DEPÓSITOS DE CAÍDA DE CENIZA

Mediante el uso de un binocular petrográfico y un microscopio electrónico de barrido (MEB), los depósitos de ceniza del 04 y 05 de mayo recolectados en la estación multiparamétrica de RUNTUN (flanco nor-este del volcán) presenta las siguientes características litológicas y morfológicas:

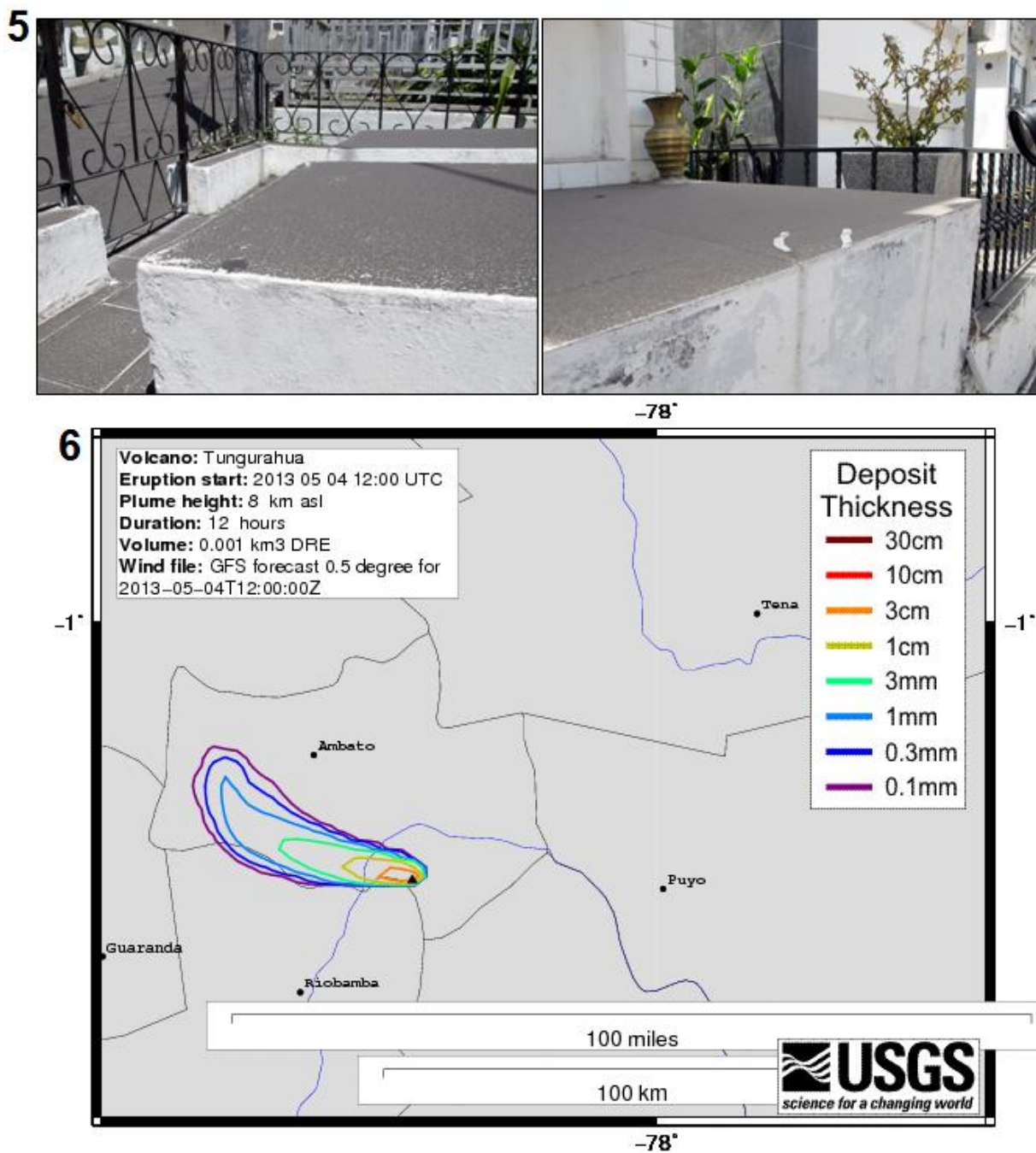


Fig. 5: Izquierda, depósito de ceniza acumulada durante el 04 de mayo de 2013 en el sector de Baños (1 mm de espesor, cementerio). Derecha, depósito de ceniza en el sector de Pelileo, cementerio (Foto: L. Troncoso, IG-EPN)

Fig. 6: Resultado gráfico de la modelización de la caída de ceniza del 04 de mayo de 2013 realizada con el modelo Euleriano Ash 3D de la USGS.

04 de mayo

Fragmentos escoráceos de color negro: Son de geometría isomorfa, y se caracterizan por presentar morfología en tipo “blocky”. En donde las vesículas presentan superficies lisas y curvoplanares que se intersecan muy cercanamente en ángulo recto (Fig. 7a, 7b). Representan el 40% en la muestra total (Fig. 7c)

Fragmentos escoráceos de color rojo: Son sub-redondos a angulares, presentan una moderada vesicularidad. Las superficies son de aspecto rugoso y curvoplanares. En las caras superficiales del grano presentan costra de oxidación (Fig. 7c). En la muestra total representa el 2%.

Fragmentos cristalinos: Se presentan de forma sub-anhedral a anhedral y en ocasiones se presentan fracturados. Los cristales, en orden de abundancia son plagioclasas, clinopiroxeno y ortopiroxeno. En la muestra total representan el 30%. Es muy común tener cristales encajados en las escorias de color negro.

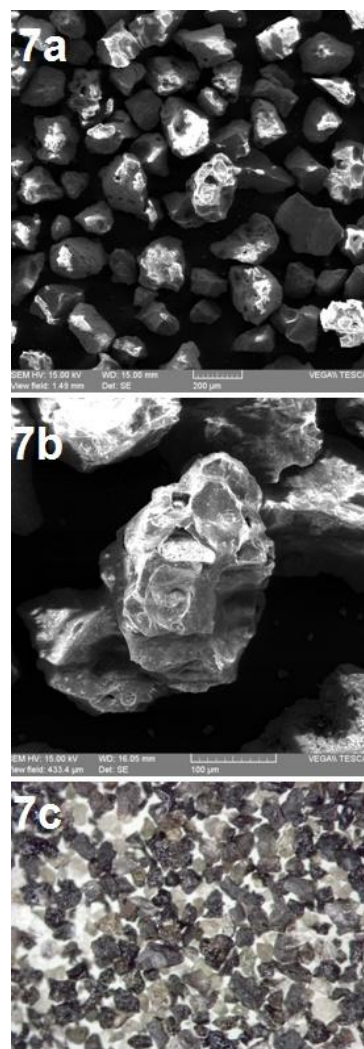
Fragmentos vítreos: Son isométricos de color pardo traslucidos y café claro. Presentan inclusiones de color negro y burbujas esféricas. Muy rara vez presentan vesicularidad moderada y morfología tipo “shard”. Constituyen un 25% de la muestra total.

Oxides de Fe-Ti: Son de forma piramidal y muestran un brillo altamente metálico y rara vez son opacos. Están presentes en un 3%.

Fragmento púmicos: Son muy raros. Las vesículas son fibrosas y tabulares.

Fig. 7: Arriba (7a), imagen MEB de la muestra de ceniza del 04 de mayo (100X). Abajo (7b), imagen MEB del un fragmento de escoria de color negro (300X) en donde se

evidencia claramente su morfología tipo “blocky” (Fotos: J. Bustillos, IG-EPN; A. Guevara, DEMEX-EPN). **7c:** Componentes litológicos de la muestra de ceniza del 04 de mayo de 2013 (Foto: J. Bustillos, IG-EPN).



En la Tabla I se muestra el análisis químico cualitativo mediante fluorescencia de rayos X realizados en el Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional (DEMEX-EPN).

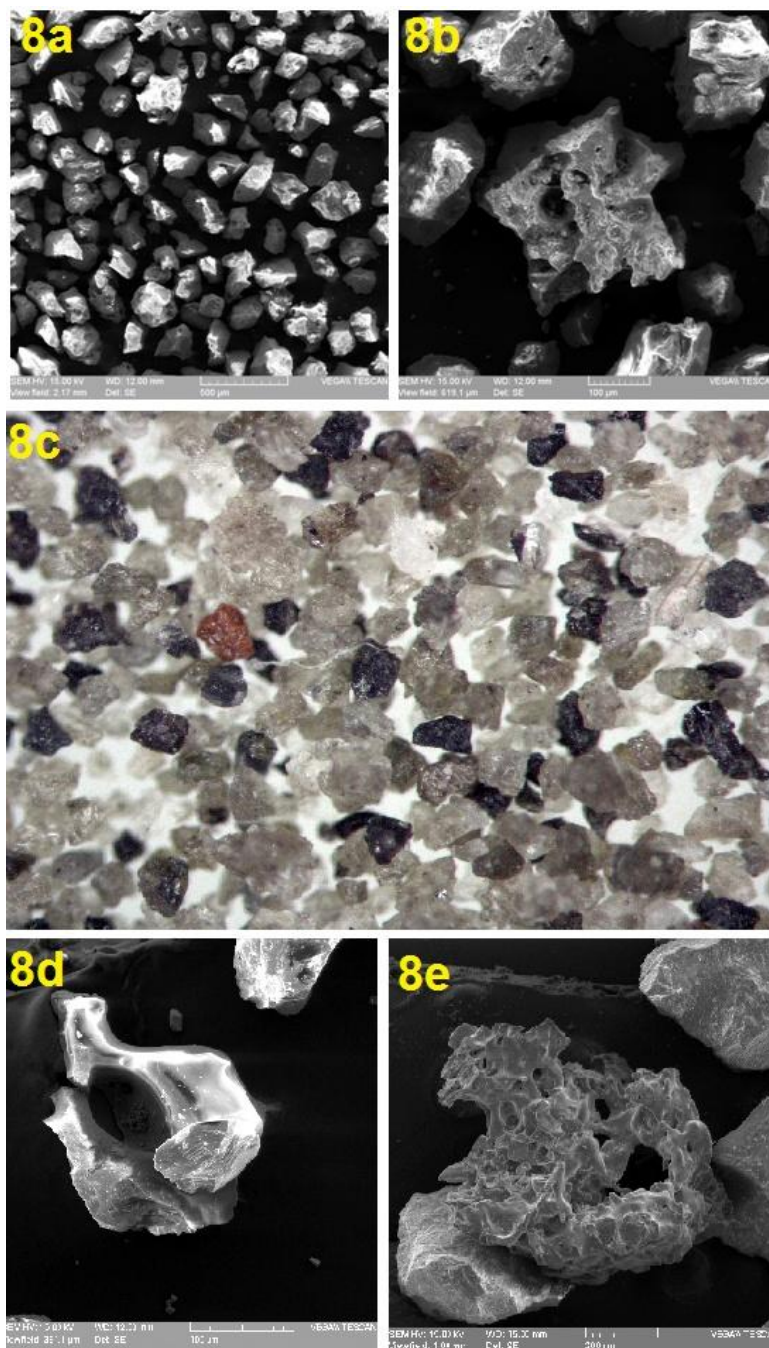


Fig. 8: Izquierda (8a), imagen MEB de la muestra de ceniza del 05 de mayo (100X). Derecha (8b), imagen MEB del un fragmento de escoria de color negro (500X) en donde se evidencia claramente su morfología tipo “blocky” (Fotos: J. Bustillos, IG-EPN; A. Guevara, DEMEX-EPN). **8c:** Componentes litológicos de la muestra de ceniza del 05 de mayo de 2013 (Foto: J. Bustillos, IG-EPN). **8d:** Imagen MEB de un fragmento vítreo (600X) con una morfología típica “shard” y perímetro tipo “bahía” (Fotos: J. Bustillos, IG-EPN; A. Guevara, DEMEX-EPN). **8e:** Imagen MEB de un fragmento vítreo, sideromelano (200X) con una morfología típica “shard” y perímetro tipo “bahía” (Fotos: J. Bustillos, IG-EPN; A. Guevara, DEMEX-EPN).

05 de mayo

Fragmentos escoráceos de color negro: Son de geometría isomorfa, la mayoría presenta fragmentos fracturados de una morfología original tipo “blocky”. Las vesículas son sub-esféricas con superficies lisa y curvoplanares. En ocasiones las vesículas se encuentran rellenas por partículas más finas (Fig. 8a, 8b). En la muestra total representan el 10% (Fig. 8c).

Fragmentos cristalinos: en su mayoría son de geometría sub-redonda a sub-angulosa y en ocasiones los cristales son euhedrales. Presentan en su mayoría inclusiones de color negro. Rara vez se encuentran encajados en las escorias de color negro. En orden de abundancia son plagioclasas, clinopiroxeno y ortopiroxeno. Constituyen el 60% de la muestra total.

Fragmentos vítreos: Son de geometría irregular y presentan inclusiones de color negro. Es típico la morfología tipo “shard” con perímetros definidos tipo “bahía” (Fig. 8d). Además es común, pero en menor porcentaje en presencia los fragmentos altamente vehiculados y con estructuras fluidas muy escasas (Fig. 8e). Representan el 30% de la muestra total.

Accesorios: Son fragmentos escoráceos de color rojo y fragmentos de geometría piramidal de óxidos de Fe-Ti. Constituyen inferior al 1% de la muestra total.

En la Tabla 2 se muestra el análisis químico cualitativo mediante fluorescencia de rayos X realizados en el Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional (DEMEX-EPN).

04-05-2013 Fecha:5/10/2013 10:59:16 AM HV:15.0kV D. imp.:20.13kcps

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Compound	Comp. C [wt.%]	norm. Comp. C [wt.%]	Error [wt.%]
O	8	K-series	23.78	35.49	51.15		0.00	0.00	1.0
Si	14	K-series	20.87	31.15	25.57	SiO2	66.64	44.64	0.9
Al	13	K-series	7.75	11.57	9.89		11.57	7.75	0.4
Fe	26	K-series	4.55	6.79	2.80		6.79	4.55	0.2
Ca	20	K-series	3.38	5.05	2.90		5.05	3.38	0.1
Na	11	K-series	2.75	4.11	4.12		4.11	2.75	0.2
K	19	K-series	1.49	2.23	1.31		2.23	1.49	0.1
Mg	12	K-series	1.09	1.63	1.55		1.63	1.09	0.1
Sr	38	L-series	0.50	0.75	0.20		0.75	0.50	0.1
Ti	22	K-series	0.44	0.66	0.32		0.66	0.44	0.1
Co	27	K-series	0.20	0.29	0.11		0.29	0.20	0.1
Zr	40	L-series	0.18	0.26	0.07		0.26	0.18	0.0
Mn	25	K-series	0.01	0.01	0.00		0.01	0.01	0.0
Ba	56	L-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Cr	24	K-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Ni	28	K-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Total:			66.99	100.00	100.00				

05-05-13 1 Fecha:5/10/2013 11:51:58 AM HV:15.0kV D. imp.:8.90kcps

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Compound	Comp. C [wt.%]	norm. Comp. C [wt.%]	Error [wt.%]
O	8	K-series	25.98	36.12	51.75		0.00	0.00	1.1
Si	14	K-series	22.80	31.70	25.87	SiO2	67.82	48.77	1.0
Al	13	K-series	7.33	10.19	8.66		10.19	7.33	0.4
Fe	26	K-series	4.68	6.51	2.67		6.51	4.68	0.2
Ca	20	K-series	3.51	4.88	2.79		4.88	3.51	0.1
Na	11	K-series	2.97	4.13	4.12		4.13	2.97	0.2
K	19	K-series	1.58	2.19	1.28		2.19	1.58	0.1
Mg	12	K-series	1.46	2.03	1.92		2.03	1.46	0.1
Ti	22	K-series	0.52	0.72	0.35		0.72	0.52	0.1
Sr	38	L-series	0.37	0.51	0.13		0.51	0.37	0.0
Co	27	K-series	0.24	0.33	0.13		0.33	0.24	0.1
Ni	28	K-series	0.16	0.23	0.09		0.23	0.16	0.0
Mn	25	K-series	0.13	0.18	0.08		0.18	0.13	0.0
P	15	K-series	0.10	0.14	0.11		0.14	0.10	0.0
Cr	24	K-series	0.09	0.12	0.05		0.12	0.09	0.0
Y	39	L-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Zr	40	L-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Zn	30	L-series	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.0
Total:			71.92	100.00	100.00				

Tabla 1 y 2: Análisis químico cualitativo realizado mediante fluorescencia de rayos X en el MEB del DEMEX.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las características petrográficas y morfológicas de los depósitos de ceniza del 04 y 05 de mayo, en comparación con otros depósitos de ceniza del Tungurahua no muestran diferencias importantes. Sin embargo; comparando las muestras analizadas, éstas se diferencian por el contenido de material escoriáceo (Fig. 7a, 7b), en donde la mayor presencia en la muestra del 04 de mayo implica la fragmentación del material juvenil poco fluido y ya desgasificado, y el material que constituye el cono de escorias formado en el cráter. El mayor contenido de fragmentos cristalinos (Fig. 8c) y su morfología sub-redonda en la muestra del 05 de mayo, indica una mayor energía en el nivel de fragmentación y una eficiente circulación de las partículas en el sistema convectivo de la columna de emisión, debido a la extrusión en un sistema completamente abierto. La presencia de material vítreo con vesicularidad moderada-alta en los depósitos del 05 de mayo (sideromelano, Fig. 8e) es típica en erupciones strombolianas en actividad tipo fuente de lava (Heiken, Wohletz, 1985). En donde las vesículas de las partículas de forma poligonal (Fig. 8e) es el resultado de una interferencia mutua de las paredes de las vesículas durante su crecimiento, y del colapso de las vesículas mientras la gota de magma aun se encontraba fundida. Los fragmentos púmicos es debido a la reducción de la coalescencia, por una mayor probabilidad de sobresaturación y por lo tanto la nucleación de un gran número de pequeñas burbujas, y la reducción de la capacidad de las moléculas volátiles a difundirse a través de un magma poco viscoso (Parfitt, Wilson, 2008).

En conclusión se puede generalizar, que la actividad del volcán Tungurahua en este periodo explosivo no ha mostrado cambios en su comportamiento comparado desde 1999, con su excepción de los eventos del 28 de mayo y 22 de noviembre de 2010 (Bustillos, 2010). Por otro

lado, la fragmentación de material magmático durante los días 04 y 05 de mayo de 2013 fue debido a una rápida aceleración en el sistema, en donde la presencia de evidencias litológicas y morfológicas de las muestras de ceniza implican una actividad stromboliana y tipo fuente de lava los cuales son indicativos de procesos en una alta velocidad de flujo multifásico y heterogéneo que puede producir simultáneamente pómez y cenizas volcánicas (Cashman et al., 2002).

REFERENCIAS

- Heiken, G., Wohletz, K.,** 1985. Volcanic Ash. University of California Press, ISBN 0520-05241-2, pp 239.
- Mastin, L., G., Randall, M. J., Schwaiger, H.F., Denlinger, R.P,** 2012. User's guide to Ash3d: A 3-D Eulerian Atmospheric Tephra Transport and Dispersión Model, U.S. Geological Survey Open-File Report.
- Parfitt, E., Wilson, L.,** 2008. Fundamentals of Physical Volcanology. Blackwell Publishing, ISBN 978-0-63205443-5, p 73-75.
- Cashman, K.V., Sturtevant, B., Papale, P., Navon, O.,** 2002. Magmatic Fragmentation. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press., p 421-430.
- Bustillos, J.,** 2010. Transición del estilo eruptivo durante las erupciones andesíticas en sistema abierto: Contribución al estudio de los depósitos de ceniza del volcán Tungurahua. Tesis de Master 2, Universidad de Nice Sophia Antipolis, Francia, 48 pp.

Recibido/Submitted: 30/05/2013

Aceptado/ Accepted: 07/07/2013