

Resumen Mensual Actividad del Volcán Tungurahua, Febrero del 2008 Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Emisión de vapor y ceniza durante la tarde del 08 de Febrero de 2008, vista desde OVT Foto: Ing. Hugo Yepes A.

- 1. Síntesis general de la actividad
- 2. Sismicidad
 - 2.1 Índice sísmico
 - 2.2 Explosiones
- 3. Deformación
- 4. Geoquímica
- 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares
- 6. Nubes de Ceniza
- 7. Conclusiones

1. Síntesis General de la Actividad

La actividad explosiva del volcán Tungurahua estuvo marcada por la ocurrencia de la erupción del 6 y 7 de Febrero, la cual estuvo precedida por un alto número de explosiones, seguidos por muy altos números de señales de emisiones y sismos de largo periodo. Posteriormente, el número de explosiones disminuvó considerablemente aunque se continuó registrando un número considerable de sismos LPs y de señales de emisión, lo cual sugería que el conducto volcánico permaneció abierto por algunas semanas después de la erupción de febrero. Los altos niveles de sismicidad y de señales de explosiones fue reflejado por los altos valores alcanzados por el Indice de Actividad Sísmica (IAS) que alcanzó el valor de 12 los pocos días antes de la fase eruptiva principal.

En términos generales, el número de sismos/día fue 52, mayormente LP's. Este valor es alto. VT's fueron pocos y pequeños (8 eventos). Mientras las emisiones -- 50/día y



las explosiones con un promedio de 25.5/día fueron menores a los registrados en enero del 2008. Sin embargo, los niveles de energía fueron parecidos a los niveles registrados en Julio, 2006 (Figs. 1-6). En cambio, los LP's tuvieron un número similar con los de Julio, 2006, con igual alto nivel de energía liberada (Fig. 3). Gran parte de la actividad sísmica y explosiva ocurrió en los primeros siete días de febrero donde se tuvo un promedio de 104 explosiones por día, así mismo se tuvo un promedio de 176 LP y 25 emisiones por día, valores muy superiores a los encontrados desde el 8 al 29 de febrero.

Durante la primera semana del Febrero, 2008 la actividad se caracterizó por la emanación frecuente de gases, bloques y ceniza, cuya fuente parece ser bastante somera, según lo denotan: la fácil dispersión de material por todos los flancos acompañando a las emisiones, la presencia de incandescencia por varios minutos en el interior del cráter y la recurrencia y facilidad con la que se producen las emisiones.

Las columnas de emisión en su mayoría estuvieron dentro de los dos primeros kilómetros de altura sobre la cumbre y se caracterizaron además por presentar variadas velocidades de ascenso, contenido de ceniza y posterior dispersión en la atmósfera. Esto último, propició que se presentaran caídas de ceniza en sitios diversos como Baños, Manzano, Choglontus, Pillate, Ulba, Cotaló, Bilbao, San Juan, Juive, Cahuají, y Puntzán. La columna correspondiente al cañonazo más fuerte suscitado el día 04 de febrero llegó a los 4 km de altura sobre el cráter.

Las señales sísmicas registradas corresponden a los eventos de emisión y se mantuvo en una tasa media-alta, siempre superior a los 100 eventos por día. La deformación no muestró cambios importantes y la emisión de gas ha sido más bien media, en comparación con periodos eruptivos anteriores (flujo de SO₂ generalmente menor a 1000 t/d).

Durante la segunda semana del mes se presentó un evento eruptivo mayor, que tuvo un nivel de explosividad de VEI =2, que ocurrió cuando el nivel de la actividad se encontraba en valores altos desde hace varias semanas. El evento se inicia a las 4h20 del día 06 de febrero, cuando súbitamente se inicia un tremor registrado en todas las estaciones sísmicas de 1 Hz y de la BB, el que poco a poco se va incrementándose y alcanza un máximo en los instrumentos del monitoreo sísmico a las 6h11UTC, posteriormente disminuye y nuevamente se inicia un período de tremor a las 9h43 y continúa hasta las 14h36, cuando termina muy rápidamente. Durante estos episodios de tremor se producen grandes explosiones, bramidos muy intensos, movimientos del terreno, sentidos inclusive en el OVT, flujos piroclásticos descienden por las cabeceras altas de las quebradas de Juive, Mandur y Cusúa, siendo el mas extenso este último, el que llega hasta la parte alta de Cusúa, las columnas de emisión fueron continuas, con una importante carga de ceniza y llegando a los 10 km de altura según datos de VAAC. Luego de esta actividad se registró emisiones continuas con contenidos de ceniza de moderados a altos y con algunas explosiones, varias de las cuales fueron de gran intensidad.

Se repitió la secuencia a las 16h42 el día 07 de febrero cuando se inicia un nuevo episodio de tremor y se vuelven a repetir los fenómenos anteriores. Esta vez se puede constatar que se producen flujos piroclásticos en las quebradas de Chontapamba, el más extenso, y en la cabecera alta de Bilbao, este de corto recorrido. El tremor disminuye paulatinamente y termina alrededor de las 14h00 del día 08 de febrero. En los días subsiguientes se tiene nuevos episodios de tremor, pero en todos los casos estos son de menor intensidad que los descritos anteriormente, la presencia de columnas de ceniza de varios km de altura se produce de manera casi continua.



En días posteriores, particularmente el domingo 10 de febrero, durante un episodio de tremor se observó que las emisiones continuas presentan un alto contenido de ceniza y se dirigen hacia el W, alcanzando alturas de hasta 5 km snc, en este caso ya no se presentan las explosiones y los bramidos anteriores. Esta actividad produjó importantes caídas de ceniza en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, siendo las más importantes reportadas en la ciudad de Guano. Los días 11 y 12 de febrero se observaron las emisiones de columnas constantes de vapor de aqua con un contenido de ceniza muy bajo, tampoco se detecta la presencia de explosiones o bramidos.

Luego de la importante actividad descrita arriba, la actividad eruptiva del volcán Tungurahua se disminuyó notablemente, mostrando un claro patrón de estabilización.

Durante la tercera semana del mes, la actividad se caracterizó por la ocurrencia permanente de emisiones de vapor y gases, con contenidos variables de ceniza. Sin embargo con el transcurso del tiempo el contenido de material volcánico aumento considerablemente, reportándose importantes caída de ceniza gruesa de color negro y luego se reportó una caída de ceniza fina de color blanco. A partir de este día, el contenido de ceniza nuevamente aumentó. Las columnas de emisión tuvieron una dirección mayoritariamente al W y SW, reportándose caídas de ceniza en Cotaló, Pillate, Bilbao, Cahuají, Choglontus y El Manzano. Al parecer la variabilidad en el contenido (nulo, bajo, medio) y en el tipo de ceniza (blanca, gris, negra) podría indicar la ocurrencia de ciclos de emisión asociados a la llegada a la parte más superior de la columna magmática de "paquetes" de magma, que son evacuados durante cada miniciclo de actividad. La actividad sísmica fue caracterizada por la ocurrencia de tremor de emisión, cuya amplitud fue claramente correlacionada con el tamaño de las emisiones. La deformación no se mostró cambios, mientras que las emisiones de SO2 registrados dieron valores por sobre las 1000-200 ton/d, alcanzando un máximo de 3000-4000 ton/d en día sábado 16.

Hacia los finales del mes la actividad del volcán se disminuyo paulatinamente: la actividad superficial se caracterizó por el descenso del contenido de ceniza y una menor altura de las columnas de emisión. La presencia de lluvias generadoras de lahares fue un aspecto que marcó este periodo. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 200 y 2000 m snc, mientras que la pluma se dirigió hacia el E, SE, S, SW, W y NW, lo que provocó la caída de ceniza en poblados ubicados en los alrededores del volcán como: Capil, Palictagua, Pungal de Puela, El Manzano, Choglontus, Cahuají, Bilbao y Cusúa.

La actividad sísmica se caracterizó por la ocurrencia de tremor de emisión, cuya amplitud ha estado claramente correlacionada con el tamaño y el contenido de ceniza de las emisiones. La deformación no mostró cambios importantes, mientras que las emisiones de SO₂ han mostrado valores entre 300 y 2400 t/d.

En los días finales del mes la actividad del volcán siguió disminuyéndose paulatinamente desde las semanas anteriores. A nivel superficial la actividad se caracterizó por la presencia de continuas emisiones de vapor de agua y gases, alcanzando hasta los 3 km de altura, con un contenido de ceniza de bajo a moderado, lo cual provocó caídas de ceniza en Manzano, Choglontús y Palíctahua.

Igualmente la actividad sísmica se redujo y se caracterizó por la ocurrencia de unos pocos LP's y la presencia de tremor de emisión que acompañaba especialmente a las emisiones más importantes que presentaban una mayor carga de ceniza. La deformación no se mostró cambios de importancia, mientras que las emisiones de SO₂ han mostrado valores entre 174 y 4351 t/d.



Esta actividad registrada durante la última semana parecería indicar un proceso de degasificación constante, la cual al mismo tiempo, produce fragmentación asociada así dando lugar a emisiones con una diversa concentración de ceniza.

2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
1-3 Feb	400	392	2	0	48	518
4-10 Feb	863	860	3	0	159	218
11-17 Feb	135	134	1	0	67	2
18-24 Feb	67	67	0	0	56	0
25-29 Feb	44	42	2	0	33	0
Total Feb/2008	1503	1495	8	0	363	738
Total Ene/2008	3707	3706	1	0	1534	6403
Total Dic/2007	2463	2455	8	0	916	1335
Total Nov/2007	1899	1888	11	0	934	936
Total Oct/2007	1349	1337	12	0	1160	178
Total Sep/2007	702	698	4	0	1123	92
Total Ago/2007	967	966	1	0	1260	167
Total Jul/2007	942	939	3	0	826	80
Total Jun/2007	859	856	3	0	845	3
Total May/2007	608	603	5	0	733	0
Total Abr/2007	1450	1448	3	0	1473	95
Total Mar/2007	1126	1125	1	0	1215	334
Total Feb/2007	983	966	15	2	312	54
Promedio diario Feb/2008	51.82	51.6	0.27	0	12.48	25.48
Promedio diario Ene/2008	119.57	119.54	0.032	0.0	49.48	206.54
Promedio diario Dic/2007	79.45	79.19	0.25	0	29.54	43.06
Promedio diario Nov/2007	63.3	62.93	0.36	0	31.1	31.2
Promedio diario Oct/2007	43.51	43.21	0.38	0.0	37.41	5.74
Promedio diario Sep/2007	23.4	23.27	0.13	0.0	37.43	3.07
Promedio diario Ago/2007	31.19	31.16	0.03	0	40.6	5.38
Promedio diario Jul/2007	30.38	30.29	0.09	0.0	26.64	2.58
Promedio diario Jun/2007	28.63	28.53	0.1	00	28.16	0.1
Promedio diario May/2007	19.61	19.45	0.16	0.0	25.58	0.0
Promedio diario Abr/2007	48.33	48.26	0.1	0.0	49.1	3.16
Promedio diario Mar/2007	36.32	36.29	0.03	0.0	39.19	10.77
Promedio diario Feb/2007	35.11	34.5	0.53	0.07	11.14	1.92

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Enero de 2008 y la registrada en los últimos doce meses.



Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Febrero de 2008.



Figura 2. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Febrero de 2008 (en el orden indicado).



Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero 2008.



Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero 2008.



Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR– desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero 2008.

IG Wer



Figura 6. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Febrero 2008.

2.1 Localizaciones

Debido a problemas fundamentales con el programa de localizaciones, no se presentan el grafico hasta los arreglos están realizados. Posteriormente, se presentan el gráfico

Figura 7. Localizaciones de eventos durante el mes de Febrero, 2008.

2.2 Índice sísmico

Este parámetro es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, tremor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcano-tectónicos presentó valores altos y ascendentes en el IAS. Durante el presente mes descendió desde nivel 12 hasta 5 (Figura 8-a). El patrón de rápida descenso es similar a lo que fue registrado posterior a la erupción en Julio, 2006. En el Indice Sísmica Diario (ISD) (Figura 8-b) puede apreciar que los niveles alcanzados no sobrepasan los valores registrados en Julio o Agosto, 2006.

Las velocidades del ISD no frenó tanto en este episodio ni fueron tan importantes las aceleraciones del ISD comparados con los niveles registrados en Julio a Agosto, 2007 (Fig. 8-c y 8-d). En Fig. 8-e se observan una comparación entre tres valores del Indice. Finalmente, en Fig. 8-f se observan que el IAS alcanzó un valor máximo de 12 los primeros días de febrero, poco tiempo antes de la fase eruptiva principal presentada el 6 y 7 de Febrero del 2008. Posteriormente se observó una disminución importante del IAS lo cual reflejó una disminución de la actividad eruptiva del volcán observada en la segunda quincena de febrero.



TUNGURAHUA - INDICE DE ACTIVIDAD SÍSMICA (IAS) (Define la tendencia de los valores diarios)



(a)

VOLCÁN TUNGURAHUA INDICE SÍSMICO VALORES DIARIOS 01 Ene 2006 - 02 Mar 2008





TUNGURAHUA VELOCIDAD DEL INDICE DIARIO 01 Ene 2006 - 02 Mar 2008 - Pendiente 7 días -25,0% 20.0% 8 de J 15,0% 14 de Mayo 10,0% 2008 02 06 Velocidad [% / día] 5.09 t 0,0% -5.0% 4 2006 08 16 2008 03 02 +0,04 -10,0% umbrales 1999 - 2005 95% y 99% -15.0% 2006 07 14 -20,0% 2006 - 2008



(C)





(e)

01/02/2008	02/02/2008	03/02/2008	04/02/2008	05/02/2008	06/02/2008	07/02/2008	08/02/2008	09/02/2008	10/02/2008	11/02/2008	12/02/2008	13/02/2008	14/02/2008	15/02/2008	16/02/2008	17/02/2008	18/02/2008	19/02/2008	20/02/2008	21/02/2008	22/02/2008	23/02/2008	24/02/2008	25/02/2008	26/02/2008	27/02/2008	28/02/2008	29/02/2008
12	2 12	11	11	11	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5
Ŷ	M	۶	M	M	M	\mathbf{M}	M	M	Ž	\searrow	Ž	\mathbf{M}	Ž	M	\mathbb{M}	$\mathbf{\lambda}$	\mathbf{M}	\mathbf{M}	\mathbf{M}	\mathbb{M}	Ž	Ž	Ņ	M	M	\mathbf{M}	\mathbb{M}	Ž

(f)

8-a, 8-b, 8-c, 8-d, 8-e y 8-f: Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto y los valores mayormente estables durante los meses de Septiembre- Diciembre, 2006 y Enero, 2007. Para destacar la actividad mas reciente se observa un incremento de la actividad a partir de fines de Noviembre 2007 y ascendiendo hasta los principios de Febrero, 2008.

10



2.3 Explosiones

Del 1 al 6 de Febrero del 2008, el volcán presentó un alto número de explosiones, manteniendo la tendencia observada en los últimos meses del 2007 y en Enero del 2008. En el mes de febrero se analizaron 65 explosiones. 27 de estas explosiones tienen un DR > 10 cm2 en la estación MAS. La explosión con mayor amplitud sísmica ocurrió el 7 de febrero a las 11h52 con 29.9 cm2. La mayor amplitud de la señal de infrasonido generada por las explosiones se registró el 4 de febrero a las 10h52 donde se alcanzaron 485 Pa en la estación MAS (Figura 9). Otras explosiones importantes ocurrieron el 7 de febrero a las 02h16 con 27.3 cm2 de desplazamiento reducido y 481 Pa de presión causada por el infrasonido (figura 10) y la explosión ocurrida a las 20h53 del 7 de febrero con 17.8 cm2 de desplazamiento reducido y 450 Pa de variación de presión. El 6 y 7 de febrero se presentó una actividad tremórica continua que acompañó a la actividad eruptiva de dichos días. Posteriormente, a partir del 10 de febrero, no se registraron eventos explosivos.



Figura 9. Señal sísmica (arriba) y acústica (infrasonido) de la explosión de las 10h52 del 4 de febrero del 2008 en la estación MAS.





Figura 10. Señales sísmicas de la explosión de las 02h16 del 7 de febrero. Se puede observar una señal sísmica que antecede a la explosión.

En la figura 11 muestra la distribución de los desplazamientos reducidos de las explosiones desde octubre del 2007 en las tres estaciones de banda ancha del proyecto JICA. Se observa un período con muy altos valores de desplazamiento reducido de las explosiones ocurrido entre el 20 de noviembre del 2007 y el 18 de enero del 2008. En las últimas semanas de enero y la primera semana de febrero se presentaron valores menores de desplazamiento reducido aunque la actividad continuó siendo importante. En cambio en la última semana de enero y la primera semana de febrero se observaron valores muy altos de las presiones generadas por las señales de infrasonido (figura 12).



Figura11 Desplazamientos reducidos (cm²) de las explosiones medidas en los sensores sísmicos de banda ancha de la red de JICA (Cooperación Japonesa). En la figure 9-b se observan los valores de presión medidos en pascales (N/m²) causados por las ondas de infrasonido de las explosiones volcánicas.

En la figura 12 se observa la relación (proporción) entre los valores de presión registradas por los sensores de infrasonido y los valores de desplazamiento reducido. Aquí se notan periodos en los cuales hay una mayor proporción de energía que se disipa en la atmósfera (es decir un mayor componente de infrasonido) desde el 21 de enero hasta el 6 de febrero del 2008. Esto sugiere que en estos momentos las explosiones eran generadas por fuentes superficiales de gases. Estos valores altos de la relación de presión atmosférica con relación a la amplitud sísmica de las explosiones precede la actividad eruptiva importante del 6 y 7 de febrero del 2008.

IG When



Figura 12. Valores promedios calculados con los valores en las tres estaciones del proyecto JICA-IG de los desplazamientos reducidos (línea roja) y de los presiones de infrasonido, una vez que se ha corregido el decaimiento por la dispersión geométrica del frente de onda (línea cortada en negro). En la parte inferior se observa la razón de la amplitud de la señal de infrasonido con respecto a la señal sísmica (ASVR). Este parámetro proporciona una idea de la profundidad de la explosión: a mayor valor: más superficial y a menor valor, más profunda.

3. Deformación

En Febrero, 2008 las tendencias observadas en los datos provenientes de las tres estaciones fueron: deflación continúa en RETU y patrones variables en PONDOA: en el principio del mes se registro inflación, a partir de la erupción del 6-7 de Febrero, se registro deflación, la misma que siguió hasta el fin del mes. Se considere que la estación de Bilbao todavía está estableciéndose, pero que los cambios son muy leves y se considera que la estación está desarrollándose bien.

IG Min











10-с

Figuras 13-a, b y c Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas de Retu, Pondoa y Bilbao hasta principios de Marzo de 2008.



4. Geoquímica

Emisiones

La medición del flujo de SO₂ es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de SO₂ volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de SO₂, basadas en la técnica Espectroscopia Óptica de Absorción Diferencial (DOAS) y un instrumento portátil (mini-DOAS) para el mismo fin. Las medidas se realizan en las horas de iluminación solar y su calidad está sujeta a las condiciones meteorológicas. En el mismo sentido, desde marzo de 2007 se cuenta con una red de estaciones del proyecto NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change), financiado por la Unión Europea, que utiliza instrumentos DOAS de última generación.

Durante el mes de Febrero de 2008 el flujo de gas SO_2 del volcán Tungurahua mostró una tendencia variable con valores que fluctuaron entre las 500 y 4000 t/d. El valor medio medido fue de 1737 t/d con una variabilidad (desviación estándar) de 886 t/d. Es remarcable el hecho que la emisión de gas continuó alta luego de los eventos explosivos de la primera semana del mes (particularmente del 5-6 de febrero), denotando la presencia de magma rico en gases a niveles superficiales que pudo ser liberado de manera muy eficiente debido a una alta permeabilidad del sistema, probablemente promovida por la alta explosividad alcanzada las semanas anteriores. El flujo de gas registrado corresponde a una emisión estimada de 50373 t de SO_2 durante este mes, es decir, cerca al doble de lo emitido durante el mes de enero de 2008. La mayor emisión registrada durante este mes fue de 4351 t/d el 28 de febrero, uno de los valores más altos medidos en el volcán luego de Agosto de 2006.

Las condiciones de observación fueron, en general, favorables, aunque la recurrente presencia de ceniza en la pluma añade una incertidumbre en las medidas difícil de cuantificar. Como se indicó, la primera semana del mes la actividad fue muy explosiva, cambiando de manera drástica a partir del 7 de febrero, cuando empezó a evidenciarse una actividad de desgasificación pasiva caracterizada por plumas débiles, normalmente dispersas por los vientos a nivel del cráter.

Las observaciones realizadas son compatibles con la presencia de material magmático suficiente para sostener una actividad similar por varias semanas. El dinamismo puede tornarse explosivo si la permeabilidad del sistema se reduce, como ha sido evidenciado en varias ocasiones a lo largo del presente periodo eruptivo del volcán Tungurahua.







Figura 14-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO₂ medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO₂ medidos con el método DOAS

Estadísticas mensuales:

Valor medio:	1737 t/d
Variabilidad (1σ):	886 t/d
Valor máximo:	4351 t/d (28 de Febrero)
Emisión estimada:	50373 t de SO ₂



Figura 14-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Febrero de 2008





Figura 14-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Febrero de 2008 (Cf. http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/0208/ecuador_0208.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

El clima durante este mes fue variable, prevaleciendo los días nublados y lluviosos.

A lo largo de todo el mes, el material emitido generó columnas de vapor, gases y variada carga de ceniza. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 0.2 a 3 km snc, con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 4 a 6 km snc, durante la crisis del 6 al 8 de febrero la columna alcanzo una altura de 10 km. La dirección de la pluma fue bastante variable, prevaleciendo la dirección W, SW y S.

Durante el mes se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en los flancos N, W y S del volcán (TABLA XX). Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y Cahuají, en menor grado fueron afectados Palitahua, y Pillate. Los días de mayor emisión de ceniza fueron el 6, 7, 8 y 10 de febrero, lo que produjo importantes caídas de ceniza en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, siendo las más importantes reportadas en el cantón Guano el domingo 10. Cuando la pluma se dirigió hacia el E, no se tuvo reportes de caída de ceniza debido a la ausencia de asentamientos humanos en la parte oriental del volcán.

Ubicación	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SW	Palictagua						m	g								
SW	Riobamba															
SW	El Manzano				g, N		E									
WSW	Choglontus						E	g			g, N				f, N	
WSW	La															
	Palestina															

									1000
wsw	Cahuají			Eyg, N					f, N
WSW	Sta Fe Galán								
WSW	Guaranda								
W	Pillate			g, N	g				
WNW	Bilbao								
WNW	Cotaló								
NW	Cusúa								
NW	Quero								
NW	Cevallos								
NW	Tisaleo								
NNW	Juive								
NNW	Pelileo								
NNW	Totoras								
N	Pondoa								
N	Baños								
NNE	Runtún								

Ubicación	Población	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
SW	Palictagua														
SW	El Altar														
SW	El Manzano														
WSW	Choglontus														
WSW	Cahuají														
w	Pillate														
WNW	Bilbao														
WNW	Chacauco														
WNW	Cotaló														
NW	Cusúa														
NW	Juive														
NNW	Totoras														

Tabla XX. Reportes recibidos de caída de ceniza. Fuente informes semanales OVT. R = ceniza rojiza; N = ceniza negra; C = Ceniza café; E = escoria; g = ceniza gruesa; m = ceniza media; f = ceniza fina.

Durante los primeros días del mes, se pudo medir la temperatura del cráter, obteniéndose un valor de aprox. 700° C. Asimismo, se realizaron observaciones del interior del cráter, mostrando que este se encontraba parcialmente lleno de material nuevo.

El nivel de actividad volcánica alcanzó su punto más alto entre los días 6 y 8 de febrero, cuando un evento eruptivo mayor produjo una fuente de lava de 1000 m de altura, una columna eruptiva de 10 000 m snm, caída de escoria en los poblados asentados al pie SW del edificio, caída de ceniza al W del volcán y el descenso de varios flujos piroclásticos, toda esta actividad estuvo siempre acompañada por fuertes bramidos, cañonazos y vibración del suelo. La erupción se inició el martes 5 a las 11h20 y finalizó el viernes 8 a las 9h00, los primeros flujos piroclásticos se produjeron el miércoles 6 a la 01h00. Se registraron dos picos de mayor actividad, uno el miércoles 6 y otro el jueves 7. Los flujos piroclásticos descendieron por las quebradas de Cusúa, Mandur, Juive y Chontapamba, los flujos más extensos se detuvieron a una cota de 3200 m. Un repunte en el nivel de actividad se registró el domingo 10, aunque en esta ocasión no se produjeron flujos piroclásticos.

Las alertas tempranas fueron emitidas a las autoridades durante los dos eventos eruptivos, lo que permitió que se efectúe la evacuación de las poblaciones de las zonas de alto riesgo de forma rápida y sin tener que lamentar víctimas.

Con la ocurrencia de explosiones se escucharon cañonazos de variada intensidad, los más fuertes antecedieron a la erupción del 6 al 8 de febrero. Los vigías escucharon ruidos de bloques rodando por los flancos asociados con emisiones y

IG-Witer



explosiones, aunque en algunas ocasiones el rodar de rocas se produjo sin previo aviso. Acompañando a la salida del material fue posible escuchar bramidos de diversa intensidad, tipo y duración. Los ruido mas fuertes fueron percibidos en Ambato, Pelileo, Salcedo y Latacunga. En la tabla XY se presentan los reportes de vibración de ventanales reportados por los vigías ubicados en los alrededores del volcán. Adicionalmente, se tuvo reportes de ruidos subterráneos percibidos durante la crisis eruptiva del 6 al 8 de febrero en Quevedo, Ventanas, Machala, Buerán (Paute), Guayaquil, Quito e Ibarra.

Ubicación	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SW	Palictagua															
SW	El Manzano															
WSW	Choglontus															
WSW	Cahuají															
w	Pillate															
NW	Cusúa															
NNW	Juive															
NNW	Οντ															
N	Pondoa															
N	Baños															
NNE	Runtún															
NNE	Ulba															

Tabla XY. Reportes recibidos de vibración de ventanales y/o de la estructura de las casas. Fuente informes semanales OVT.

Por las noches y cuando el volcán estuvo nublado se observó brillo intenso permanente con o sin ayuda del visor nocturno. Cuando el volcán estuvo despejado fue común observar fuentes de lava, las que no superaron los 300 m snc. Con la ocurrencia de explosiones y/o emisiones se observaron bloques incandescentes a simple vista, los que rodaron hasta unos 1000 m bnc.

Las fumarolas del flanco NE se presentaron activas. Hay que mencionar que el día sábado 9 se percibió un olor a azufre en la población de Baños.

Lahares

Tras la ocurrencia de continuas lluvias se llegaron a disparar varios lahares que descendieron por diversas quebradas, la siguiente tabla presenta un resumen de las principales características de estos flujos:

Fecha	Hora TL	Quebrada	Tamaño cualitativo	Observaciones
Lunes 4	12h50	La Pampa	Pequeño	
Martos 12	Madrugada	Bilba		
IVIAILES 12	wauuuyaua	Pingullo		
Domingo 17		Mapayacu		
		La Pampa		Se cierra la vía
		Mandur		
Lunes to	13h51	Achupashal	Grande	
	19h27	Bilbao	Pequeño	
Marton 10	11610	Confesionario		
Martes 19	141110	Mapayacu		
Miércoles 20	Madrugada	La Pampa	Pequeño	Se cierra la vía, un furgón queda atrapado.
Lunes 25	Madrugada	La Pampa	Grande	Se cierra la vía,

				and a second of the
				un auto es enterrado parcialmente.
		Cusúa nueva		Se destruye la tubería de conducción del agua potable.
		Choglontus		
		Rea		
		Bilbao	Agua lodosa	
		Pingullo	Agua lodosa	
		Mapayacu		
		Choglontus		
Miércoles 27	Madrugada	Mandur		
		La Hacienda		
		Bilbao		
	Madrugada	La Pampa		
Jueves 20	iviauluyaua	Rea		

6. Nubes de Ceniza

Las nubes de ceniza generadas por las explosiones y emisiones alcanzaron alturas máximas entre 20.000 pies y 32.000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el W, E, NW y SW, generando caídas de ceniza con mayor frecuencia al W y SW del volcán.. Las nubes de ceniza mas energéticas y por lo tanto con mayor área de influencia ocurrieron del 05 al 11 de Febrero (**FIG. 12**).

Cabe mencionar que desde el 30 de enero al 10 de febrero del 2008, las nubes de emisión se dirigieron principalmente hacia el W-NW y hacia el W-SW. Sin embargo en el período eruptivo del 05 al 10 de febrero del 2008 la nube de emisión tuvo un rumbo hacia el S-SW, afectando con una abundante caída de ceniza en los sectores de Choglontus, El Manzano, Palitahua, Cahuají, Sabañag, Sante Fe de Galán, Penipe, Bayushig, Guanando, como las más importantes. Ligeras caidas de ceniza pero constante en las ciudades de Riobamba y Guano con un espesor mucho menor a 1 mm.

Realizando el cálculo de volumen mínimo para la isópaca de 3mm, corresponde a 8 $_{3}$

millones de m[°]. **(FIG 13)** Luego de los eventos eruptivos ocurridos en la primera semana de febrero, el volcán se caracterizó por la generación de una emisión continua de vapor y gas con contenido alto de ceniza, generando columnas de emisión de hasta 5 kmsnc (10 de febrero), variando en su dirección entre E-.NE, WNW a W-SW y S-SW.

24



FIG.12: Dispersión de las nubes de ceniza en Febrero del 2008. Modificado de: www.ssd.noaa.gov.



FIG.13: Isópacas de ceniza acumulada desde el 30 de enero al 10 de febrero del 2008, incluido los eventos eruptivos del 05 y 07 de febrero del 2008.

Fuertes caídas de ceniza en poblaciones como Bilbao, Pillate, Cotaló, Cahuají, Palitahua, Pulea, El Manzano, Choglontus y en ciudades como Ambato, Riobamba y Guaranda con espesores menores a 1 mm (ceniza bien fina). Cabe mencionar que el espesor acumulado en 24 horas medido en el cenizómetro de Choglontus mostró 3 mm de ceniza y realizando el cálculo del volumen mínimo corresponde a 7 millones de m³ (FIG 13).



FIG. 14: Isópacas del evento del 10 al 11 de febrero (cenizaso)

7. Conclusiones

Después de más de dos meses de actividad eruptiva en niveles altos, se produjo una erupción de nivel VEI 2, en los principios de Febrero. Las señales de tremor amplio, su duración y los altos niveles de liberación sísmica, permitieron un aviso adecuado a las autoridades para que la población pudiera ser evacuada y no hubo desgracias de lamentar. Posteriormente a unos 4 días de variable actividad, se tranquilizó el volcán y las explosiones fueron de poca ocurrencia. La caída de ceniza se presentó en una manera importante durante las últimas tres semanas del mes, llegando caer hasta más



de 1 mm por día en sitios como Chogluntús, pero llegando hasta Chambo y Colta, donde generalmente no cae. Con la finalización de las fases más energéticas se registro una constante disminución en los parámetros monitoreados.

Grupo de sismología

Guillermo Viracucha	gviracucha@igepn.edu.ec
Pablo Palacios	ppalacios@igepn.edu.ec
Mario Ruiz	mruiz@igepn.edu.ec
Mónica Segovia	msegovia@igepn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Patricia Mothes	pmothes@igepn.edu.ec
Patricio Ramón	pramon@igepn.edu.ec
Diego Barba	dbarba@igepn.edu.ec
Santiago Arellano	sarellano@igepn.edu.ec
Jorge Bustillos	jbustillos@igepn.edu.ec

Estos informes son realizados utilizando datos y observaciones de la Base-Quito y la Base-Guadalupe-OVT. La vigilancia tanto en Quito como Guadalupe se realiza en turnos y está a cargo de científicos del Instituto Geofísico además de científicos colaboradores del IRD (Cooperación Francesa), como parte del convenio IG/EPN-IRD. El presente informe ha sido mejorado gracias a las nuevas técnicas aportadas por la Cooperación entre IG/EPN, JICA y NIED (Cooperación Japonesa), el USGS, FUNDACYT, la Embajada Británica y el BGR (Alemania). Además se reconoce la labor de los vigías y voluntarios de Defensa Civil del Cantón Baños, Patate, Pelileo y Peñipe. En especial se da agradecimientos a la Familia Chávez por estar el OVT en su Hacienda Guadalupe.

17 Abril, 2008 - Quito