

Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua, Julio del 2007 Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Explosión en el Volcán Tungurahua, 23 Julio- 2007, Foto: S. Hidalgo

- <u>1. Síntesis general de la actividad</u> <u>2. Sismicidad</u> <u>2.1 Localizaciones</u> <u>2.2 Índice sísmico</u> <u>3. Deformación</u> <u>4. Osemuímice</u>
- 4. Geoquímica
- 5. Lahares y Observaciones en el Campo
- 6. Nubes de Ceniza
- 7. Conclusiones

1. Síntesis General de la Actividad

Durante el mes de Julio la actividad del volcán se caracterizó por un ligero incremento de sismos en relación a los 2 meses previos. La distribución de los sismos durante el mes fue variable, con 240-330 eventos/semana en la primera y última semanas del mes, mientras las otras dos semanas se registraron entre 50-70 eventos, principalmente de tipo LP y de carácter somero (~ 2 km bajo la cumbre). En comparación con los meses de Marzo a Mayo 2007, cuando el IAS (Índice de



Actividad Sísmica (IAS) pasó a nivel 6, este mes osciló entre 4 y 5 (actividad moderada a moderada-alta).

La tendencia de la deformación fue inflacionaria en los dos instrumentos, llegando tener un aumento de 45 microradianes en el eje radial de la estación de RETU, cifra superior a lo registrado en Abril-Mayo, 2007.

La tasa de emisión del gas SO2 tuvo un promedio de 1071 T/día y el máximo fue de 2050 T/día. Las caídas de cenizas fueron semi-continuas, mayormente llegando a la zona oeste y suroccidental del cono, donde cayeron en comunidades como Bilbao, Chogluntus y El Manzano. En una ocasión, cuando la columna se elevó más allá de 4 km sobre la cumbre, la pluma volcánica tomo rumbo hacia Manta.

En seis ocasiones hubo lahares de tamaños pequeños a moderadas que ocasionaron la cierre temporal de la carretera- Baños- Las Juntas.

nNPeríodo	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
25 Jun – 1 Jul	241	237	4	0	207	2
2 – 8 Jul	338	337	1	0	292	7
9 – 15 Jul	73	73	0	0	147	8
16 – 22 Jul	52	51	1	0	102	11
23 – 29 Jul	253	253	0	0	186	54
30 Jul – 5 Ago	388	388	0	0	267	1
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
Total Ene/2007	829	817	12	0	10	0
Total Dic/2006	2172	2168	5	0	648	0
Total Nov/2006	1849	1846	3	0	1049	1
Total Oct/2006	3159	3131	20	8	1023	4
Total Sep/2006	2189	2149	35	5	111	0
Total Ago/2006	2546	2518	19	9	467	1643
Promedio diario Jul/2007	30.38	30.29	0.09	0.0	26.64	25.8
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
Promedio diario Ene/2007	26.74	26.35	0.38	0.0	0.32	0.0
Promedio diario Dic/2006	70.06	69.9	0.16	0.0	22.84	0.0
Promedio diario Nov/2006	61.6	61.5	0.1	0.0	34.97	0.03

2. Sismicidad

	IC Mar
THE OWNER WATER	I G WAR

					and the second second	
Promedio diario Oct/2006	101.9	101.0	0.64	0.25	33.0	0.12
Promedio diario Sep/2006	72.96	71.63	1.16	0.16	3.7	0.0
Promedio diario Ago/2006	82.12	81.22	0.61	0.29	15.06	53.0

Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Julio,2007 y la registrada en los últimos doce meses.



Figura 1. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Julio del 2007.





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 Julio del 2007 (en el orden indicado).

4





Figura 3. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Julio 2007.



Figura 4. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Julio 2007.

6

IG

Witer



Figura 5. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR – desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Julio 2007.



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 Julio 2007.

2.1 Localizaciones

Escuela Politécnica Nacional 7 Departamento de Geofísica IG -1.4 -1.45 0 0 Leyenda VT ĹΡ Q -1.5 HΒ \star EXP 0 EMI -5 -78.52 -78.5 -78.48 -78.46 -78.44 -78.42 -78.4 -78.38 -78.5 -78.45 -78.4

Figura 7. Localizaciones de eventos durante el mes de Julio 2007.

2.2 <u>Índice sísmico</u>

Este parámetro que 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 más o menos estables durante el mes y solo a fines del mes, los valores empezaron a crecer debido al incremento del número de eventos de movimientos de fluidos (LP) (Figura 8-a)

El Indice de Actividad Sísmica (IAS) que indica la tendencia de la variación del IS (índice sísmico) se presenta en las Figuras 8-b y 8-c. Se aprecia que durante el mes el nivel de actividad osciló entre 4 y 5 (de moderado a moderado-alto); hacia fin de mes, la tendencia se mantiene ascendente debido al incremento del número de eventos LP.

La velocidad y aceleración del índice sísmico, no sobrepasaron los umbrales establecidos anteriormente (Figuras 8-d y 8-e).



(a)



TUNGURAHUA - INDICE DE ACTIVIDAD SÍSMICA (IAS) (Define la tendencia de los valores diarios) 2006 07 14 78,2% 2 73,5% . 68,9% 64,3% 59,7% pendiente: 0,30 %/día] + - 0,03[%/día] 55.1% 006 08 16 50.5% 45,8% • 90 41,2% . 36,6% 2007 08 01 18,72 [%] 5 Nive 32,0% 8 27,4% imbral 1999 - 2005 (95%) 22.8 22,8% 18,1% 13,5% 8,9% 4,3% -0,3% $\begin{array}{c} 0.000 \\$ 2006 - 2007

(b)

Fecha	01/07	02/07	03/07	04/07	05/07	06/07	07/07	08/07	70/60	10/07	11/07	12/07	13/07	14/07	15/07	16/07	17/07	18/07	19/07	20/07	21/07	22/07	23/07	24/07	25/07	26/07	27/07	28/07	29/07	30/07	31/07
Probabilidad Escenario II	5.56%	6.00%	6.65%	7.38%	7.77%	8.77%	8.78%	8.68%	8.39%	8.07%	7.71%	7.17%	7.13%	6.51%	6.01%	5.68%	5.00%	4.54%	4.17%	4.05%	3.98%	3.99%	3.00%	2.98%	3.09%	3.28%	3.50%	3.74%	4.01%	4.49%	4.87%
Nivel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
Tendencia del IS	R	Z	Z	Z	R	R	Z	¥	¥	₽	┢	Ŵ	1	5	M,	Ŕ	M	5	2	1	1	M	M,	1	Ŕ	Ľ^	₽	ų	Z	Z	<u>∖</u>



(c)





Figuras 8-a, 8-b, 8-c, 8-d y 8-e: Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, 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, entre Febrero a Abril de 2007 se observa un incremento debido la reactivación del volcán.

3. Deformación

En general, los datos fueron estables a inicios del mes, y luego se observó un periodo inflacionario que fue evidente desde la segunda semana hasta fin de mes. Hubo un aumento de 45 microradianes en el eje radial de RETU. A fin de mes e inicios de Agosto se nota una deflación notable. Este cambio sugiere una desgasificación importante con el registro de un mayor número de eventos LP, tremor y esporádicas explosiones. El patrón observado en la estación Pondoa refleja lo que se registra en Retu.



Figuras 9-a y 9-b Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciónes inclinométricas de RETU y PONDOA, hasta inicios de Agosto de 2007. Las fechas están en decimales. El gráfico fue generado el 02 de Agosto. 2007.

4. Geoquímica

Emisiones

10



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 de 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, en marzo de 2007 se han instalado las primeras 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 Julio de 2007 la emisión de gases fue permanente y muy estable, manteniendo el patrón de desgasificación que se inició a partir del 23 de junio. Apenas la última semana existió un descenso notable de la tasa de emisión, consecuente con el descenso de la actividad superficial general que se observó en esos días. El flujo promedio de gas SO₂ fue de 1017 t/d, con una variabilidad (desviación estándar) de 494 t/d. Un valor máximo de 2050 t/d se midió el último día del mes, y correspondió a un evento puntual dentro de la evidente baja actividad presenciada por entonces. Por otro lado, las condiciones meteorológicas fueron variables, aunque permitieron obtener medidas confiables la mayor parte del tiempo. La emisión de ceniza continuó durante el mes y la pluma se caracterizó por ser permanente y débilmente desviada al O-SO a la altura del cráter, salvo el caso de varias columnas generadas por explosiones que alcanzaron algunos km sobre el nivel del vento.

El patrón de desgasificación observado corresponde a la emisión permanente de un cuerpo magmático presente en niveles superficiales desde fines de junio de 2007. Variaciones en la tasa de ascenso del magma pueden explicar las variables condiciones bajo las cuales el gas pudo escapar: de manera libre y pasiva, generando plumas débiles la mayor parte del tiempo; o, de forma explosiva (manteniendo un exceso de presión hasta su salida), dando lugar a la formación de altas columnas con ceniza en otras ocasiones. Hacia fines de mes se evidenció una baja notoria en la tasa de emisión de gases que, en correspondencia con un descenso en otras manifestaciones superficiales de la actividad como las explosiones, brillo, entre otras, evidencian que el material magmático ha descendido su nivel en el conducto volcánico sin ser alimentado con nuevas intrusiones.



Figura 10-a. (Arriba) Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua durante el año 2007. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO₂ durante el mes de Julio. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA (cortesía de A. Krueger y S. Carn)



Figura 10-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

12



Estadísticas mensuales:

Valor medio:	1071 t/d
Variabilidad (1o):	494 t/d
Valor máximo:	2050 t/d (31 de julio)
Emisión estimada:	33201 t de SO ₂



Figura 10-c. Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Julio de 2007





Figura 10-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Julio de 2007 (Cf. http://so2.umbc.edu/omi/pix/2007/daily/0707/ecuador_0707.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales

La mayor parte del mes los días estuvieron despejados a parcialmente nublados.

El nivel de actividad volcánica fue de menos a más, hasta alcanzar y estabilizarse en un nivel moderado. A nivel superficial se observaron emisiones poco energéticas de carácter continuo de vapor, gases y poca a moderada carga de ceniza. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 0.1 a 2 km snc, con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 4 km snc. La pluma se dirigió la mayor parte del tiempo hacia el O, SO y NO, en pocas ocasiones la pluma se dirigió hacia el E y N (p.e. primera semana). Se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en el flanco SO y O del volcán (Tabla 2). Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y en menor grado Bilbao y Pillate.

Población	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Puela														
El Manzano														
Choglontus														
Yuibug														
Pillate														
Bilbao														
Juive														
Ambato														

Población	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30
Puela														
El Manzano														
Choglontus											R			
Yuibug														
Pillate														
Bilbao														
Juive														
Ambato														



Tabla 2. Reportes recibidos de caída de ceniza. Fuente informes semanales OVT. R: ceniza color rojiza.

Acompañando a la salida del material fue posible escuchar bramidos tipo turbina de diversa intensidad. Los bramidos fueron de mayor intensidad durante la última semana del mes. Los vigías escucharon ruidos de blogues rodando por los flancos asociados con emisiones y explosiones. La mayoría de las explosiones presentaron cañonazos de moderada a fuerte intensidad, los que fueron percibidos en un radio de 15 km alrededor del volcán i en una sola ocasión en Ambato (jueves 26). Adicionalmente, la onda de choque provocó la vibración de ventanales en: OVT (lunes 9); Pillate, Penipe, Bilbao, Baños, Cusúa y El Manzano (viernes 13); Juive, El Manzano (miércoles 25) y Ambato (jueves 26). Las explosiones mas energéticas ocurrieron durante la segunda y cuarta semana.

Por las noches fue posible observar brillo de leve a moderada intensidad, fuentes de lava de pocos minutos de duración. Los bloques incandescentes rodaron entre 0.5 y 1 km bnc.

Las fumarolas del borde NE del cráter, del flanco NE se presentaron ocasionalmente activas. Durante la segunda semana se observaron nuevas fumarolas en el flanco superior occidental del cono. Asimismo, en la tercera semana se recibió un reporte de la aparición de una nueva fumarola cerca de Cusúa, la fumarola emana principalmente vapor de agua y no presenta olor a azufre.

Lahares

Durante este mes se presentaron lluvias ligeras y de baja intensidad. Las que en algunas ocasiones llegaron dispararon lahares de diverso tamaño, produciendo el cierra temporal de las vía Baños - Pelileo o el cierre total de la vía Baños - Penipe.

Fecha	Quebrada	Tamaño relativo	Observaciones
Domingo 1	Juive	Agua lodosa	
Martes 10	Pingullo	Pequeño	
	Mapayacu	Pequeño	
	La Pampa	Moderado	1 vehículo atrapado
Domingo 15	Bilbao		
Domingo 15	Pingullo	Boquoño	
	Motilones	Pequeno	
	Viejo Minero		6 vehículos atrapados???
Martas 19	La Pampa	Pequeño	
Martes To	Viejo Minero	Moderado	
	Achupashal		
	Bilbao		
Viernee 20	Motilones	Boquoño	
viernes 20	Pingullo	Pequeno	
	Mandur		
	La Hacienda		
Viernes 27	Cusúa	Pequeño	

Tabla 3. Listado de los principales flujos de lodo que han descendido durante el mes
de Julio2007.



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 O, NO y SO, generando ligeras caídas de ceniza con mayor frecuencia al O y SO del volcán. (Fig. 11). Las nubes de ceniza más energéticas y por lo tanto con mayor área de influencia ocurrieron hacia finales de este mes.



Figura 11. Dispersión de las nubes de ceniza en Julio 2007. Modificado de: http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html.

7. Conclusiones

Durante el mes de Julio, 2007, la actividad presentada por el volcán Tungurahua fue moderada a moderada-alta. El alza ligera en la sismicidad y emisión de SO2 observada hacia fin de mes, indica un nuevo cuerpo magmático perturbando ligeramente el sistema. También se registró una tasa de inflación en el flanco NE, que posiblemente precede a una intensificación de las manifestaciones superficiales en las próximas semanas.

Grupo de sismología

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



Grupo de vulcanología

Patricia Mothes Diego Barba Santiago Arellano Andres Ruiz pmothes@igepn.edu.ec dbarba@igepn.edu.ec sarellano@igepn.edu.ec gruiz@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 Patate.

Agosto 17, 2007 - Quito