



Resumen Mensual- Actividad del Volcán Tungurahua, Octubre del 2008

Instituto Geofísico- Quito y OVT- Guadalupe



Imagen de la cumbre del volcán, 03 de Octubre, 2008, desde el OVT (Foto: J. Bustillos).

1. Síntesis general de la actividad

2. Sismicidad

2.1 Localizaciones

2.2 Índice sísmico

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 eruptiva durante el mes de Octubre, 2008 fue baja y tenía una tendencia aún a la baja en comparación con meses anteriores. En total se registro 197 eventos sísmicos, de los cuales, la mayoría fueron eventos de largo periodo. Este valor es -310% menor de lo que fue registrado el mes anterior. El número de sismos de fractura (VT's) fue poco—solo 4 eventos. No Hubo registro de explosiones ni emisiones.

El registro de niveles de energía sísmica generado del Tungurahua continuaba bajando desde nivel 3 a 3 bajo en el IAS. Los gases magmáticos registraron valores promedios de 84 t/día. En respecto a la deformación registrada en dos estaciones inclinométricas, se registraba una continua deflación, con pocos picos. La presencia de ceniza fue nula.

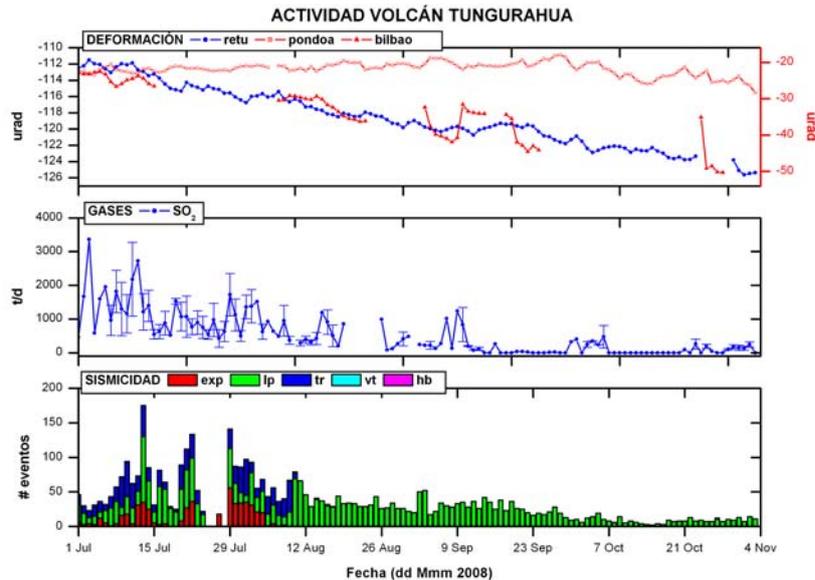


Figura 1. Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Enero al principios de Noviembre, 2008, empleando datos de sismicidad, gas-SO₂ y deformación. En general durante este mes se nota un incremento paulatino en los valores de sismicidad, la aparición de importantes explosiones y gases.

2. Sismicidad

El monitoreo sísmico del volcán Tungurahua se realizó utilizando la red de estaciones telemétricas de periodo corto, la red de estaciones de banda-ancha de la Cooperación JICA-Instituto Geofísico y la estación de periodo medio de la cooperación Alemana.

En general el volcán presentó en este mes señales sísmicas propias de volcanes activos, tales como sismos de largo periodo (LP), sismos volcano-tectónicos (VT), sismos con componente de fractura y de resonancia conocidos como híbridos (HB), señales de emisiones y de explosiones volcánicas.

En Octubre se registró un número total de 197 eventos sísmicos, la mayoría LP's. El número total semanal varían entre 33 y 78 eventos— valor que es solo la tercera parte que fue registrado en el mes anterior. El promedio de eventos/día fue 6.4 – un nivel sumamente bajo. Tampoco fue importante el número de sismos VT's—de fracturamiento.—solo 4 eventos ocurrieron durante el mes.

La incidencia de tremores de emisión y de explosiones fueron nulas durante todo el mes.

En general la actividad sísmica del volcán Tungurahua mostró una clara tendencia al descenso.

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
1-7 Oct.	52	51	1	0	0	0
8-15 Oct.	34	33	1	0	0	0
16-23 Oct.	33	33	0	0	0	0
24-30 Oct.	78	76	2	0	0	0
Total Octubre 2008	197	193	4	0	0	0
Total Sept/2008	611	598	13	0	0	0
Total Agosto/2008	873	856	17	0	269	64
Total Julio /2008	841	838	3	0	803	295



Total Junio/2008	1032	1024	8	0	386	9
Total May/2008	1640	1633	7	0	2930	800
Total Abr/2008	2680	2672	8	0	950	51
Total Mar/2008	958	947	11	0	499	22
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
Promedio Diario Oct/2008	6.4	6.2	0.12	0	0	0
Promedio Diario Sept/2008	20.3	20	0.43	0	0	0
Promedio Diario Agosto/2008	28.16	27.61	0.54	0	8.67	2.06
Promedio diario Julio/2008	27	27	.09	0	26	9.5
Promedio diario Junio/2008	34.4	34.1	0.27	0	12.9	0.39
Promedio diario May/2008	52.9	52.7	0.22	0	97.7	25.80
Promedio diario Abr/2008	89.33	89.06	0.27	0	31.7	1.7
Promedio diario Mar/2008	31	31	0.35	0	16	0.70
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

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

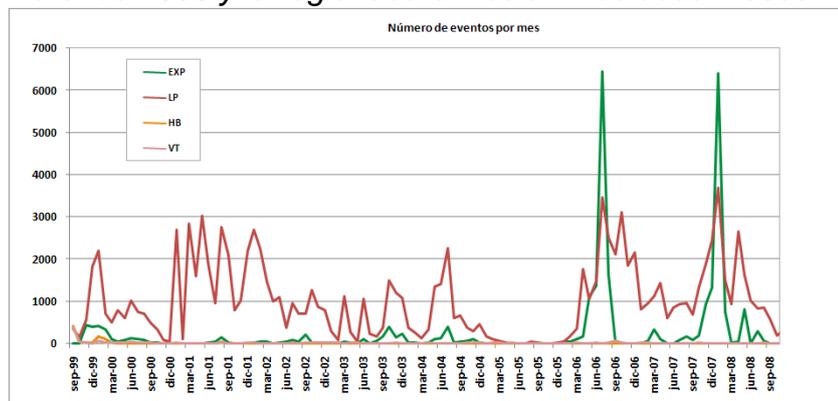


Figura 2. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Octubre de 2008.

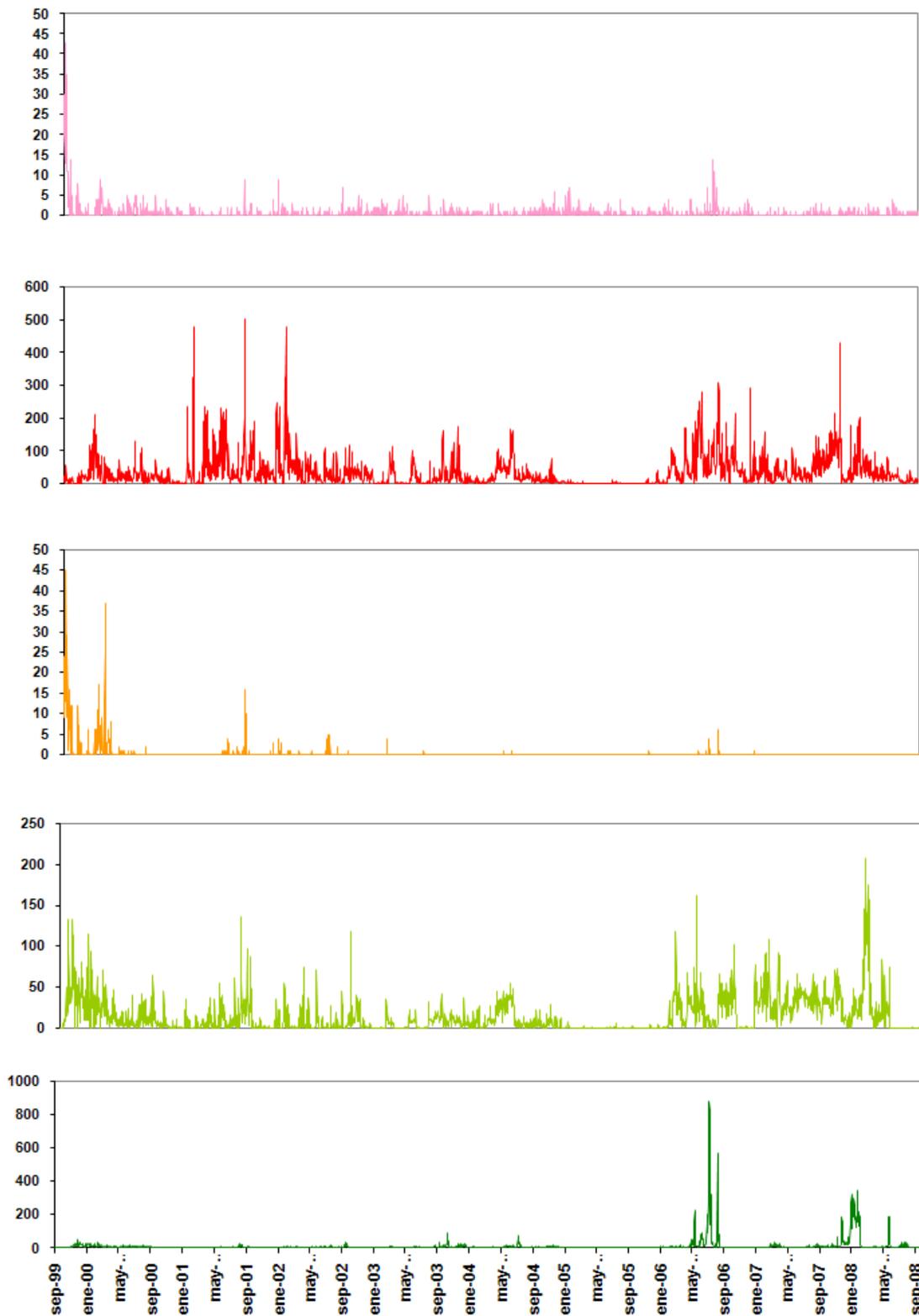


Figura 3. Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Octubre de 2008 (en el orden indicado).

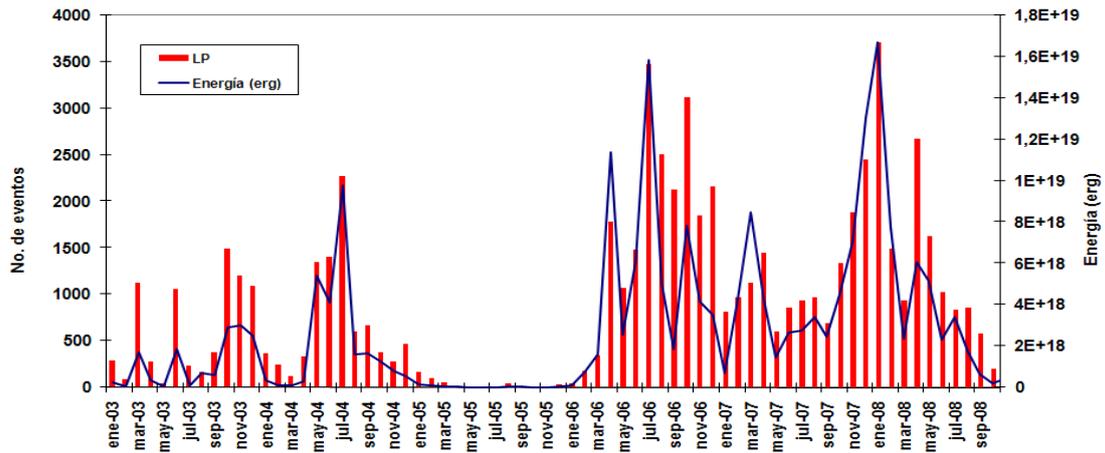


Figura 4. Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Octubre, 2008.

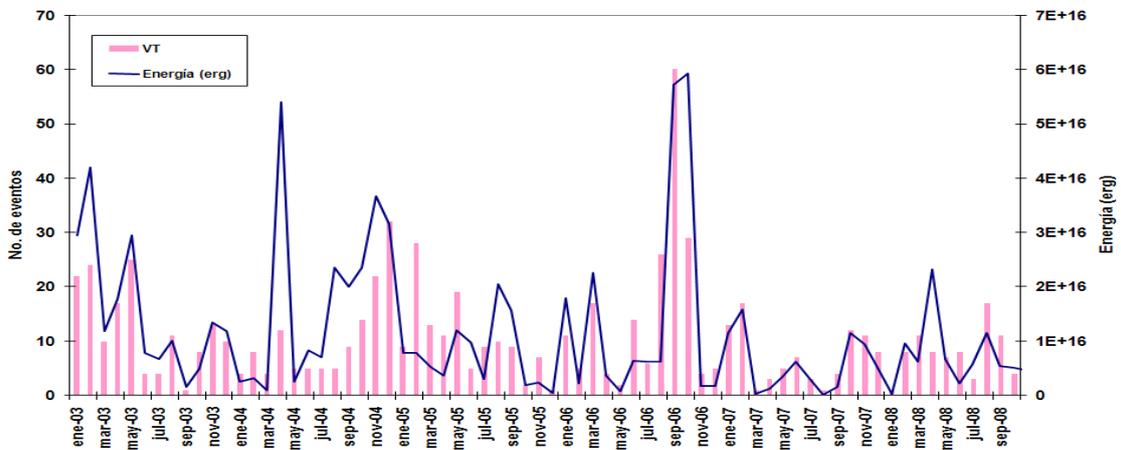


Figura 5. Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Octubre, 2008.

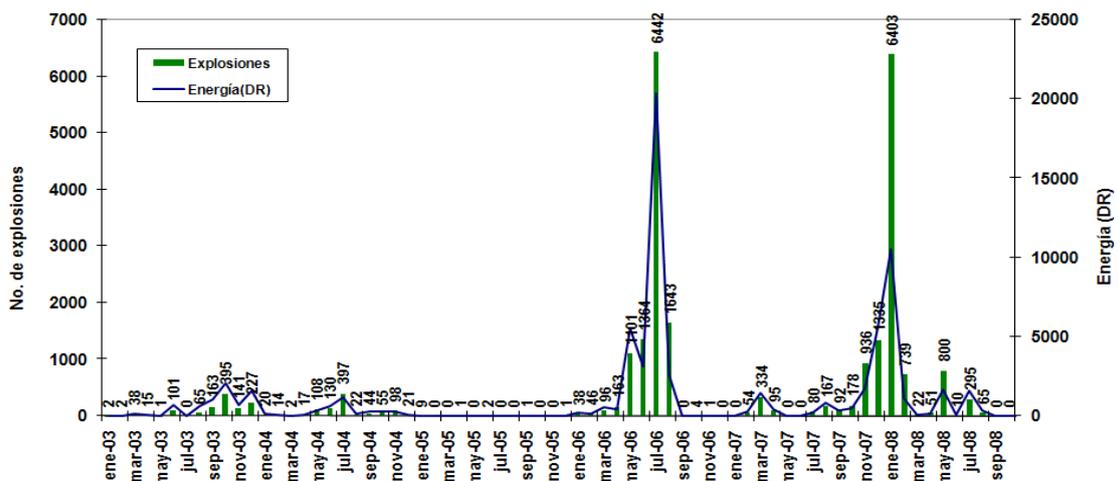


Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR—desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Octubre, 2008.

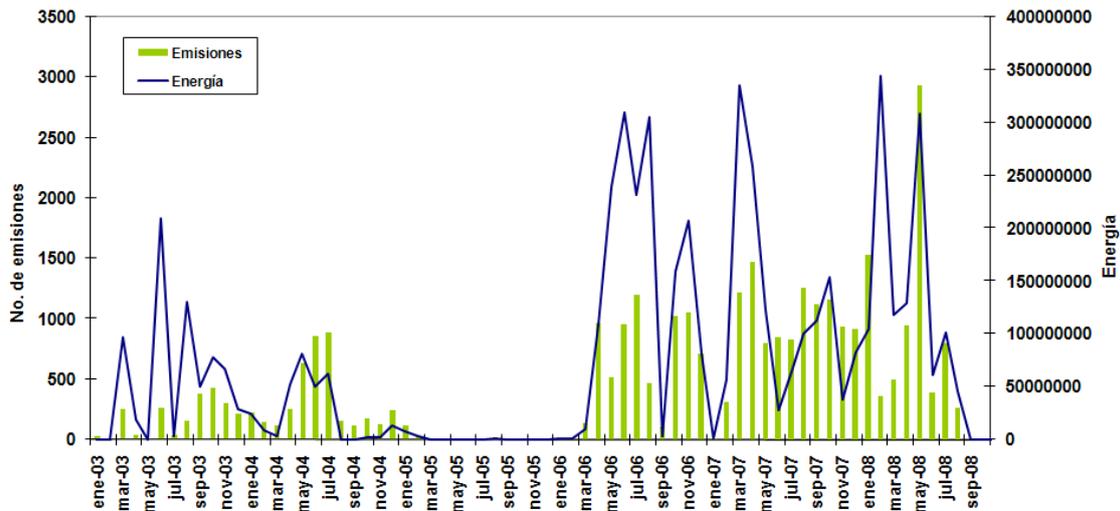


Figura 7. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Octubre, 2008.

2.1 Localizaciones

Durante el mes de Octubre, se localizaron dos eventos VT's de las señales registradas. Estos eventos de fractura se presentaron profundidades entre 5 km y 7 km bajo la cumbre.

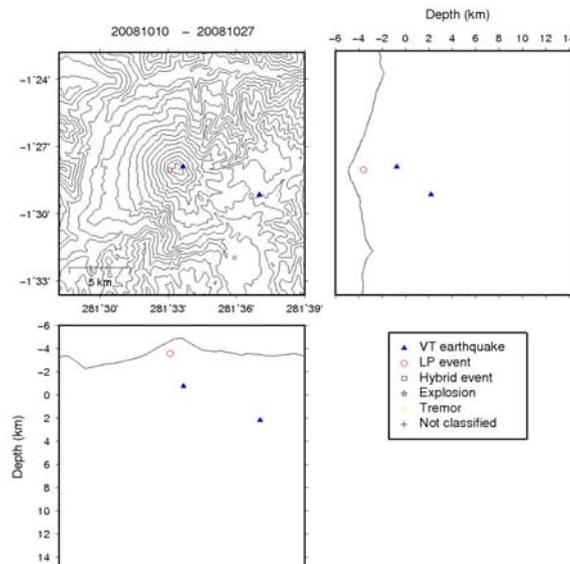


Figura 8. Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Octubre, 2008.

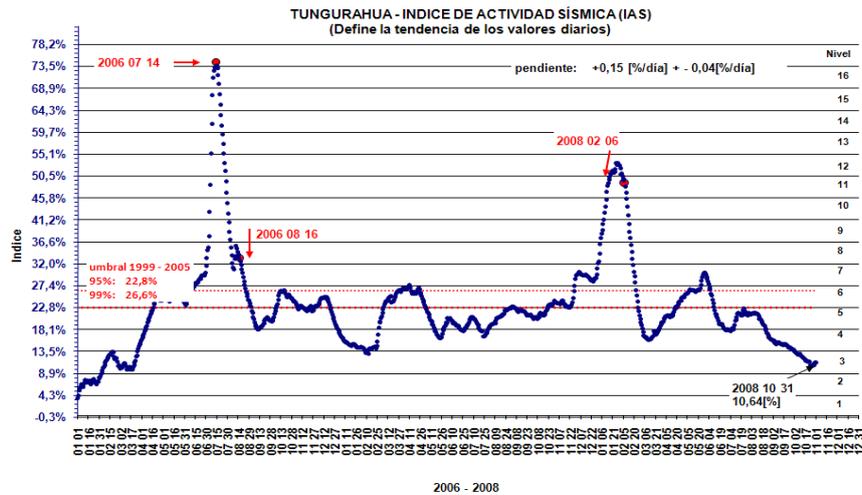
a. Índice sísmico

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 volcánico-tectónicos presentó valores moderados y ascendentes en el IAS. Durante el presente mes de Octubre, 2008 quedo en nivel 3 (Figura 9-a). El patrón de descenso ha sido gradual y

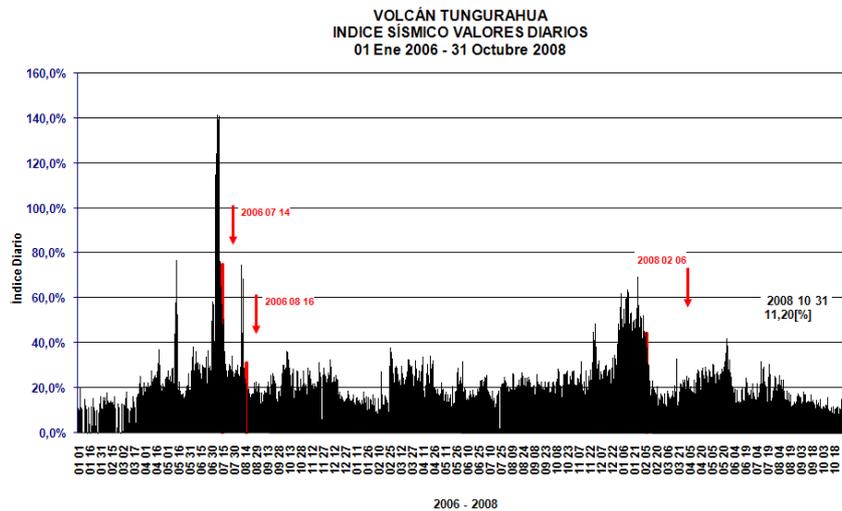


continuo. En el Índice Sísmico Diario (ISD) (Figura 9-b) puede apreciar que los niveles siguen bajando en comparación con meses anteriores.

Las velocidades del ISD no tuvieron una evolución importante en este periodo ni fueron tan importantes las aceleraciones que experimentó, comparados con los niveles registrados en otras ocasiones (Figuras 9-c y 9-d). En la Figura 9-e se observa las tendencias de las tres componentes del índice mostrando que el descenso del índice se debe no solo al menor número de eventos, sino a que también estos fueron más pequeños cada vez. En la Figura 9-f se observa como durante las primeras 3.5 semanas del mes el IAS fue en nivel 3 con una tendencia a bajar. En los últimos días sostuvo una ligera alza.



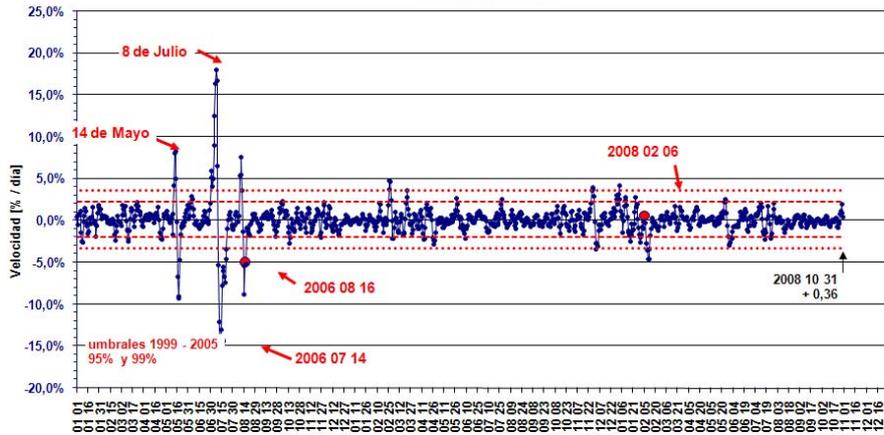
(a)



(b)



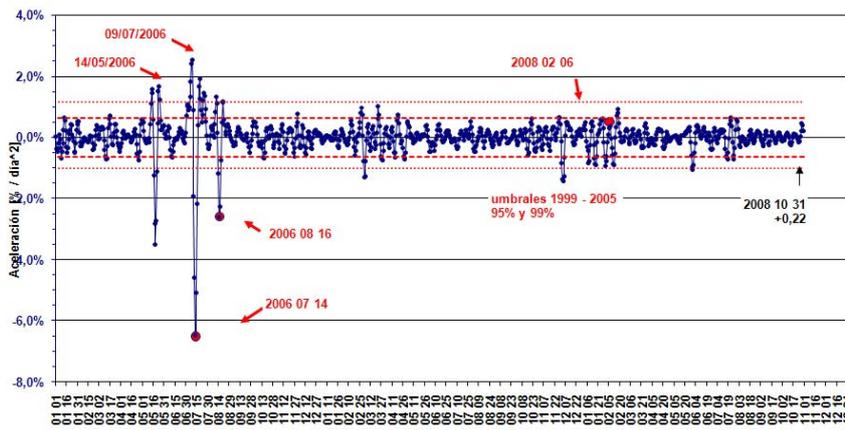
TUNGURAHUA
VELOCIDAD DEL INDICE DIARIO
01 Ene 2006 - 31 Octubre 2008
- Pendiente 7 días -



2006 - 2008

(c)

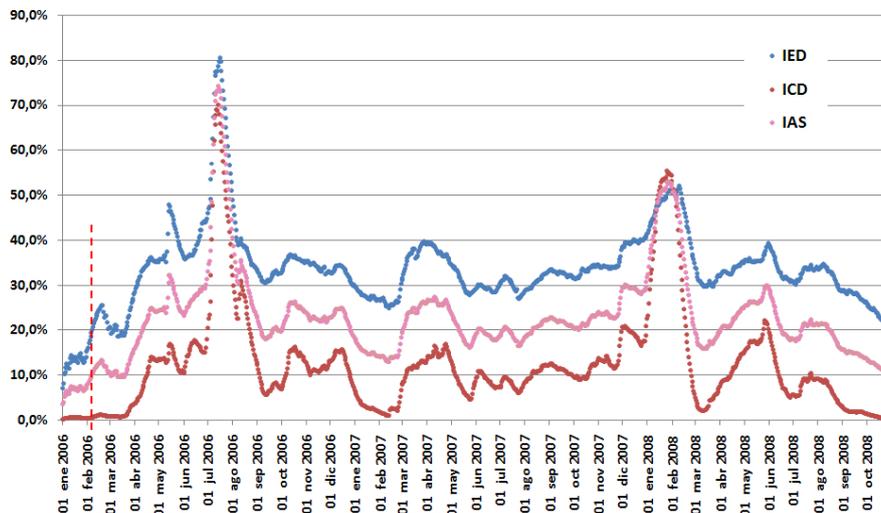
TUNGURAHUA
ACELERACIÓN DEL INDICE DIARIO
01 Ene 2006 - 31 Octubre 2008
(Pendiente 7 días)



2006 - 2008

(d)

Comparación de Índices Promedio



(e)



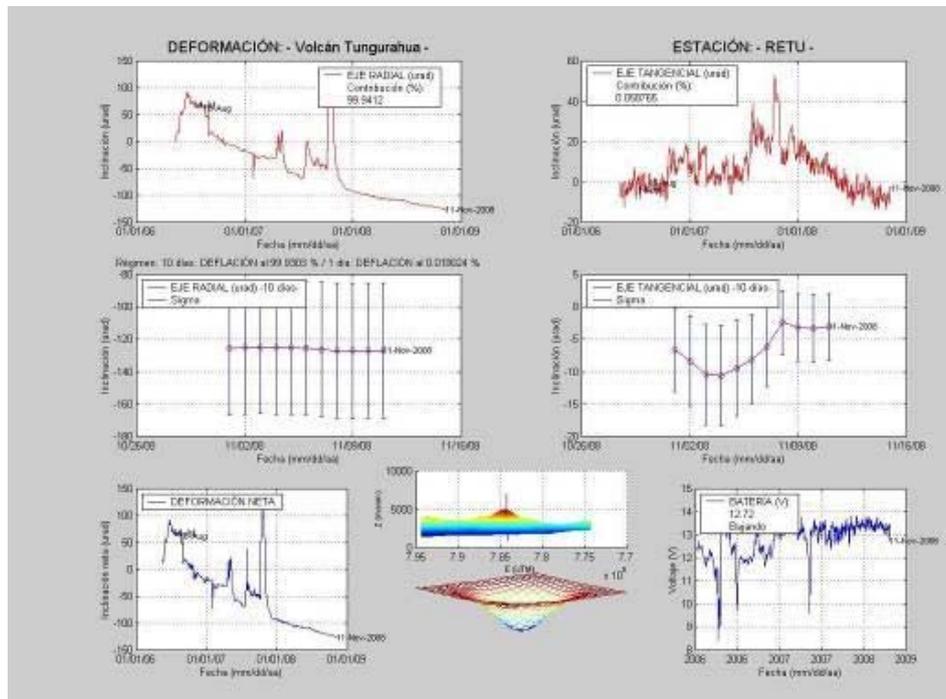
01/10/2008	02/10/2008	03/10/2008	04/10/2008	05/10/2008	06/10/2008	07/10/2008	08/10/2008	09/10/2008	10/10/2008	11/10/2008	12/10/2008	13/10/2008	14/10/2008	15/10/2008	16/10/2008	17/10/2008	18/10/2008	19/10/2008	20/10/2008	21/10/2008	22/10/2008	23/10/2008	24/10/2008	25/10/2008	26/10/2008	27/10/2008	28/10/2008	29/10/2008	30/10/2008	31/10/2008
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	

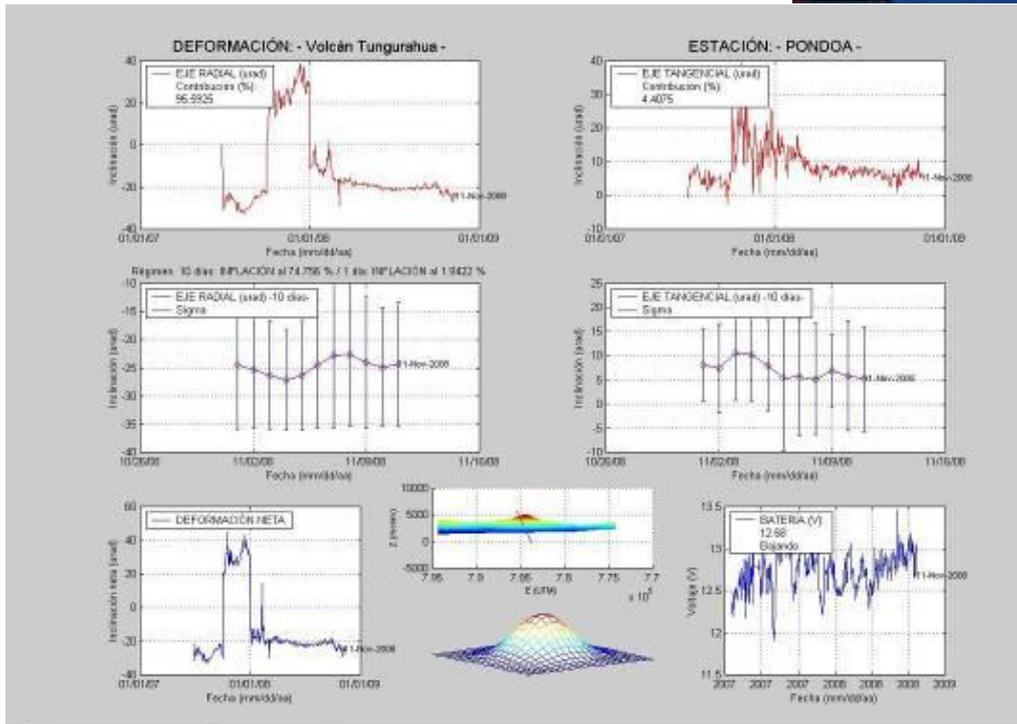
(f)

Figuras 9-a, 9-b, 9-c, 9-d, 9-e y 9-f: Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico durante Septiembre, 2008. 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. Luego hubo los periodos entre Marzo a Mayo, 2007 y fines de Noviembre 2007 hasta principios de Febrero de 2008, cuando la actividad fue muy destacable. En el mes de Octubre, 2008, el nivel de actividad fue mayormente bajando continuamente, a un nivel de 3 bajo.

3. Deformación

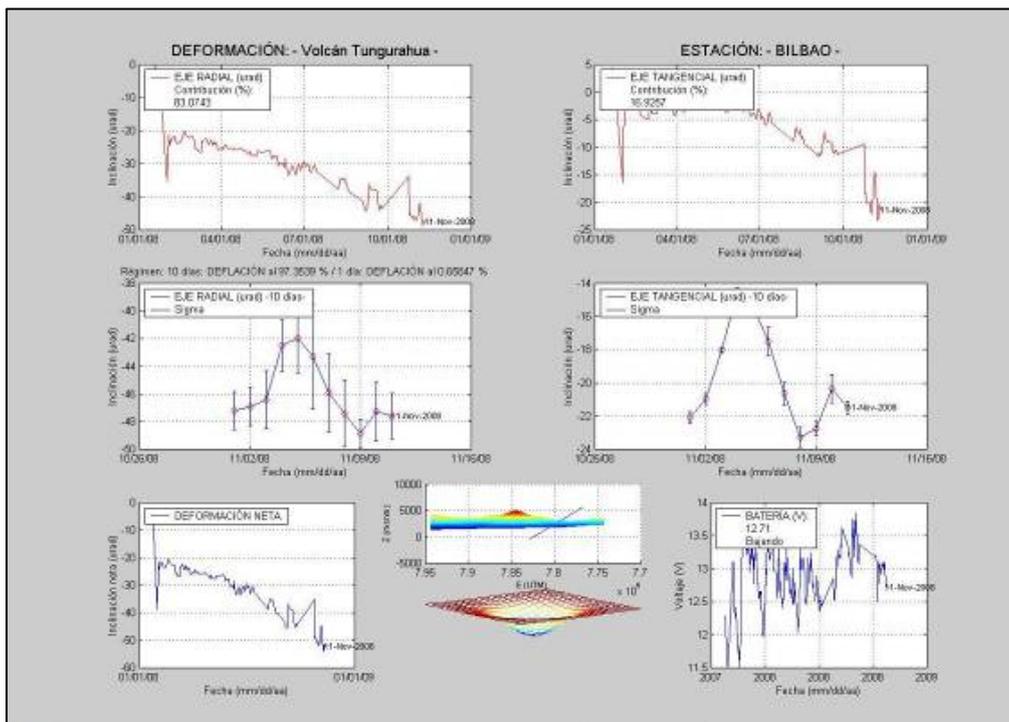
Durante el mes de Octubre, la tendencia registrada en tres estaciones de inclinometría fue mayormente deflación (RETU y Pondoa). En Pondoa se nota un estancamiento de los valores, mientras Bilbao tenía variaciones mas notables, pero aún deflacionaria. Estos patrones indiquen que no hay importantes procesos de compresión interna en el volcán.





10-b

10-
c
Fig
ur
as
10-
a,
10-
b y
10-
c
Re
pre
nta
ció
n
de
los
val



ores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas Retu, Ponda y Bilba hasta principios de Noviembre de 2008.

4. Geoquímica



Emisiones

La medición del flujo de SO_2 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 SO_2 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 SO_2 , 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 octubre de 2008 la emisión de gas SO_2 del volcán Tungurahua mantuvo la tendencia iniciada el mes de agosto de 2008, caracterizada por un marcado descenso. Esto coincide con la disminución de energía liberada por el volcán que es evidente con los otros parámetros monitoreados como la sismicidad y la deformación.

El flujo diario de SO_2 tuvo un promedio de 84 t/d con una desviación estándar de 139 t/d. Este valor es el menor del año y uno de los más bajos desde que se inició el actual periodo eruptivo en 1999. El valor máximo medido fue de 475 t/d el 6 de octubre y el valor estimado de emisión de SO_2 en la atmósfera para este mes alcanza el valor de 2604 t.

Las condiciones climáticas fueron en general adversas para la medición de la pluma, habiendo sido la nubosidad y la lluvia muy frecuentes. Por otro lado, la emisión en sí misma fue débil, generalmente advertida como una simple emanación de vapor confinada al cráter, sin generar columnas de emisión importantes.

La actividad observada sugiere que no ha existido una recarga de material magmático en el reservorio más superficial del volcán. El patrón de disminución es típico de un magma empobrecido en gas que no tiene nuevos aportes profundos de nuevo material. Este comportamiento se observa desde el mes de agosto de este año y no se han presentado evidencias geofísicas de que cambie en el corto plazo. El monitoreo permanente permitirá detectar cualquier anomalía que de indicios de nuevas recargas de magma o de una eventual culminación del periodo eruptivo vigente.

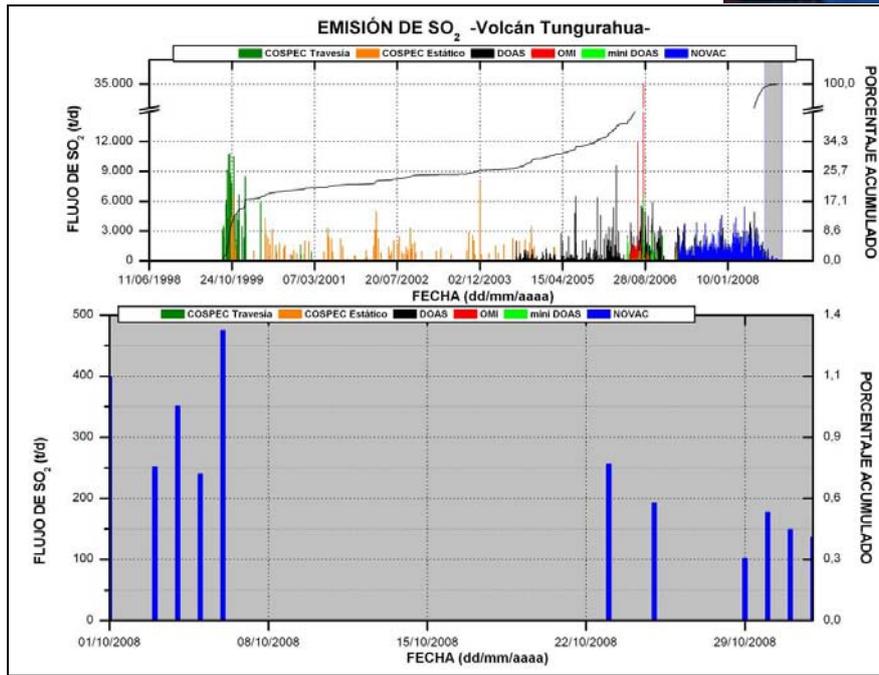


Figura 11-a. (Arriba) Flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO₂ durante el mes de octubre de 2008. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA

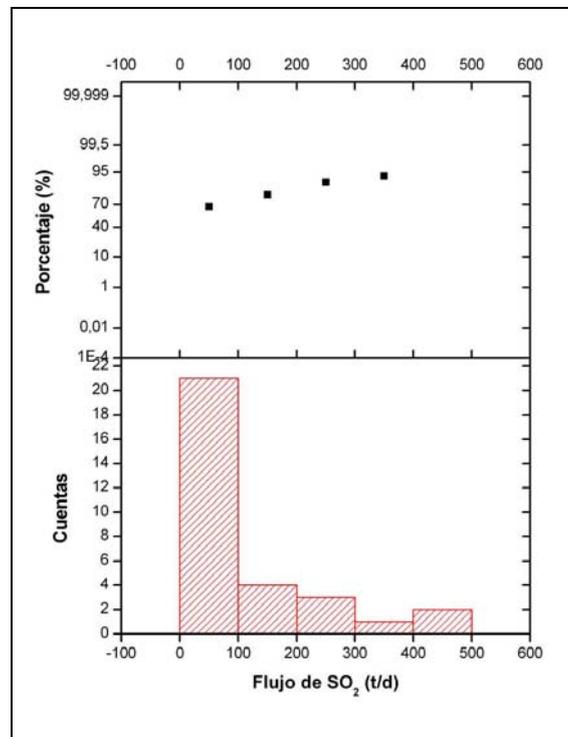


Figura 11-b. (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO₂ medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO₂ medidos con el método DOAS



Estadísticas mensuales:

Valor medio: 84 t/d
 Variabilidad (1σ): 139 t/d
 Valor máximo: 475 t/d (6 de octubre)
 Emisión estimada: 2604 t de SO_2

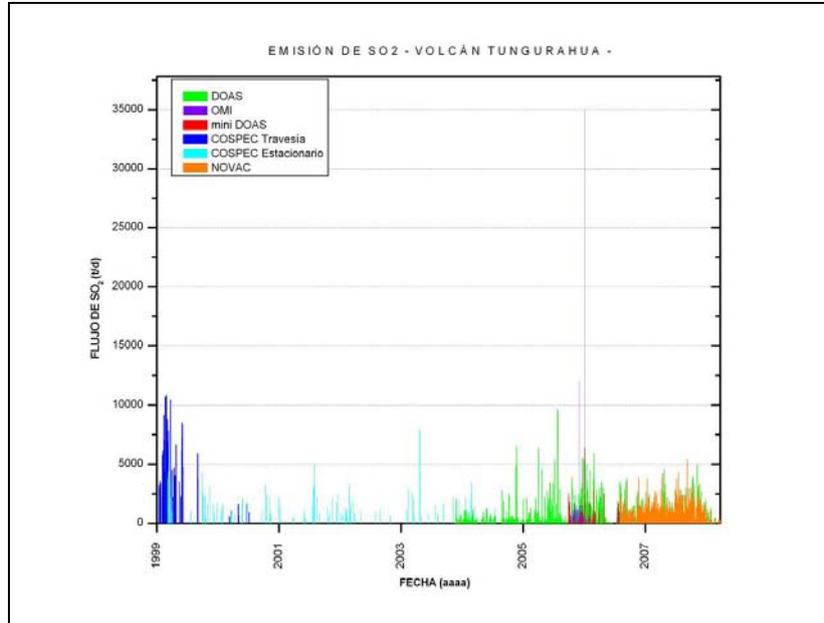
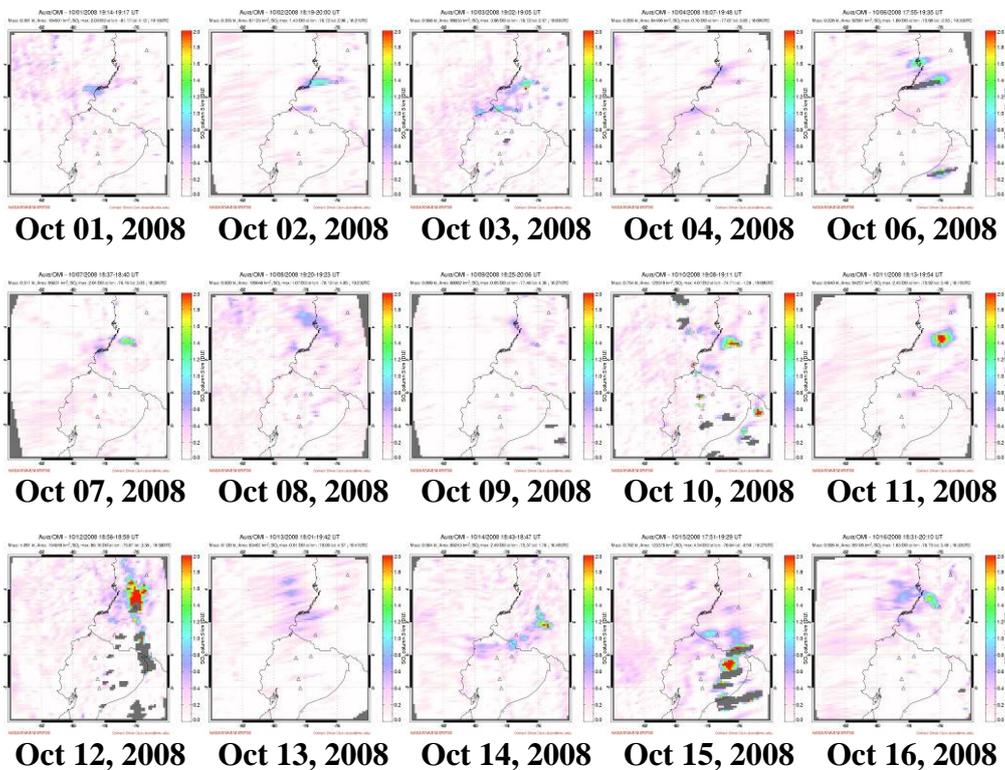


Figura 11-c. Flujo diario de SO_2 emitido por el volcán Tungurahua desde agosto de 1999 hasta fines de octubre de 2008



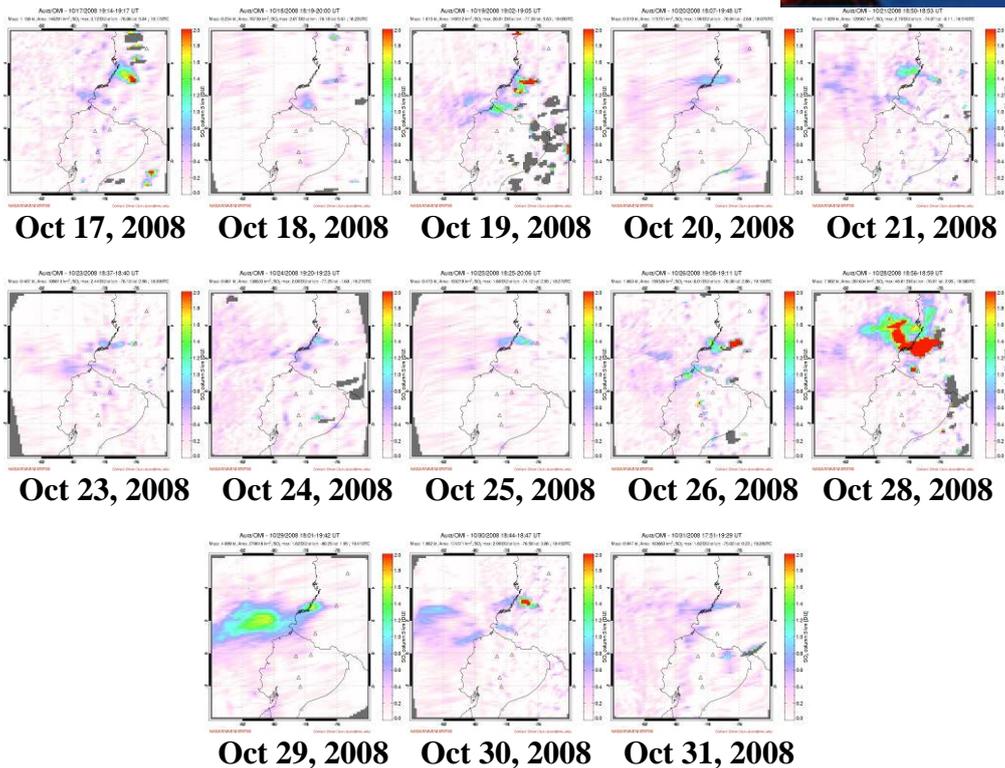


Figura 11-d. Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de octubre de 2008. Las emisiones importantes durante este mes corresponden a los volcanes de Colombia, particularmente al Nevado del Huila (Fuente: http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1008/ecuador_1008.html)

5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

Observaciones visuales

El clima durante este mes ha sido poco estable, caracterizado por días soleados y por días con presencia de lluvia de moderada intensidad (hasta 9 mm/día, domingo 12 de octubre). La lluvia se hizo presente en forma general en la parte alta del cono, y cuando el volcán se despejó se pudo observar el cono terminal cubierto de nieve (4000 msnm) (Foto 1)



Foto 1: Cumbre despejada, se observa precipitación de nieve alrededor de la parte alta el cono hasta una cota de 4000 msnm (01-Octubre-2008, Foto: J. Bustillos-IG)



La actividad volcánica se mantiene en un nivel bien bajo, caracterizada principalmente por una pasiva emisión de gases y vapor de agua al nivel del cráter, provenientes de las fumarolas del interior y de los borde NE y NW del mismo (Foto 2). No se recibieron reportes de explosiones o algún ruido de origen volcánico; en general no se aprecia ningún indicador que muestre un potencial cambio en este patrón de actividad.



Foto 2: Cumbre despejada, se observa una muy ligera actividad fumarólica en los bordes NE y NW del cráter. (03-October-2008, Foto: J. Bustillos-IG)

Lahares

Tras la ocurrencia de lluvias de moderada intensidad (hasta 9mm/día), se produjeron importantes flujos de lodo, que descendieron por las quebradas de los flancos Norte y Nor-occidental del volcán principalmente. La tabla 2 muestra un resumen de las principales características de estos lahares.



FECHA	HORA (TL)	QUEBRADA	TAMAÑO CUALITATIVO	OBSERVACIONES
Lunes 06	Noche	Mapayacu	Moderado?	No hubo reportes de novedades.
Sábado 11	12h30	Juive-La Pampa	Pequeño	El flujo acarreó bloques de hasta 20 cm de diámetro y su caudal fue similar al caudal del río Vazcún.
	15h52	Chaupi (Naguazo)	El caudal se triplicó	Se registra 5 mm de lluvia en el pluviómetro de Pondoá.
Martes 14	18h12	Juive Grande	Moderado	El flujo acarreó bloques de hasta 60 cm de diámetro.
	18h12	La Pampa	Moderado	El flujo fue principalmente de matriz y con un pequeño porcentaje de bloques de 40 cm de diámetro. Un segundo flujo ocurrió arrastrando bloques de hasta 80 cm de diámetro, el mismo no llena el ancho del cause en el puente del sector.
	18h29	La Hacienda	Pequeño	No hubo reportes de novedades.
Miércoles 15	19h00	La Pampa	Moderado	Principalmente agua lodosa que incorporó bloques de 50 cm de diámetro y su caudal fue de 5 veces el caudal del río Vazcún. Dejó un depósito de 50 cm de espesor.
Lunes 20	22h33	La Pampa	Pequeño	Únicamente agua lodosa
	00h04	Bilbao		No hubo reportes de novedades.

Tabla 2: Resumen de los principales flujos de lodo que descendieron por la quebradas del volcán Tungurahua.

El hecho más importante durante el mes con respecto a la generación de lahares se produjo durante la noche del martes 14 y madrugada del miércoles 15 de octubre. Los lahares ocurridos, fueron disparados por una lluvia regional proveniente del NE, donde la mayor intensidad de las lluvias se produjo en la parte alta del volcán, esto se confirmó por la presencia de señales sísmicas de alta frecuencia que aparecieron inicialmente en la estación de RETU y posteriormente en las demás estaciones de periodo corto, también porque en el pluviómetro de Pondoá se registró únicamente 1 mm de lluvia durante todo el proceso.

Durante la inspección efectuada en el Sector de La Pampa, se pudo observar que si bien el lahar produjo deposición en la zona de los puentes, el agua remanente que se dirigió hacia donde existe el cambio de pendiente al Río Pastaza, produjo erosión en esta zona, tal como se observa en la Foto 3 (izquierda). Para efectos comparativos se muestra una foto del mismo sector tomada luego del pequeño lahar ocurrido el 22 de septiembre del 2008 (Foto 3-derecha), donde se constata que igualmente se produjo erosión en este sector y que esta es de carácter regresivo. Esta situación habrá que tomar en cuenta en lo que se refiere a la integridad futura de los estribos de los puentes ya que la erosión regresiva es evidente desde hace varios meses cuando concluyeron los trabajos en los puentes.



Foto 3: Fotografías del sector de cambio de pendiente hacia el Río Pastaza, aguas abajo de los puentes de La Pampa, donde se muestra el efecto de la erosión regresiva. La foto de la izquierda es del 15 de octubre de 2008, la de la derecha es tomada luego del pequeño lahar que descendió por este sector el 22 de septiembre de 2008 (Fotos: P Ramón-IG)

6. Nubes de Ceniza

Durante el mes de Octubre se no reportaron la presencia de ceniza proveniente del volcán Tungurahua.

7. Conclusiones

En el principio del mes de Octubre, el IAS estuvo en nivel 3 y seguía descendió ligeramente, para quedar en 3 a los fines del mes. Este valor se ubique el nivel de actividad del volcán como bajo. Hubo menor actividad sísmica durante este mes en comparación con los meses anteriores y actualmente desde 2005 ha registrado tan poca sismicidad. Tampoco, no se presentaron emisiones ni explosiones. El registro de sismos de fractura fue baja (4 eventos). El promedio de la emisión de gases- SO₂—fue 84 T/día, nivel considerado bajo. No se registró cambios importantes en la deformación para sugerir que el magma está mayormente reposando sin experimentar presiones importantes, observación coherente con la casi nula actividad superficial.

Grupo de sismología

Guillermo Viracucha gviracucha@igeqn.edu.ec
Pablo Palacios ppalacios@igeqn.edu.ec
Liliana Troncoso ltroncoso@igeqn.edu.ec
Mónica Segovia msegovia@igeqn.edu.ec

Grupo de vulcanología

Patricia Mothes pmothes@igeqn.edu.ec
Patricio Ramón pramon@igeqn.edu.ec
Santiago Arellano sarellano@igeqn.edu.ec
Jorge Bustillos jbustillos@igeqn.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 Penipe. En especial se da agradecimientos a la Familia Chávez por estar el OVT en su Hacienda Guadalupe.

18 Diciembre, 2008 – Quito/pm/gv