

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec



*Vista del V. Tungurahua desde el OVT, Sábado, 21 Nov., 2009 ~18H00TL. Foto: P. Mothes*

## *Resumen Mensual*

### *Actividad del Volcán Tungurahua, Noviembre de 2009*

#### 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

#### 8.

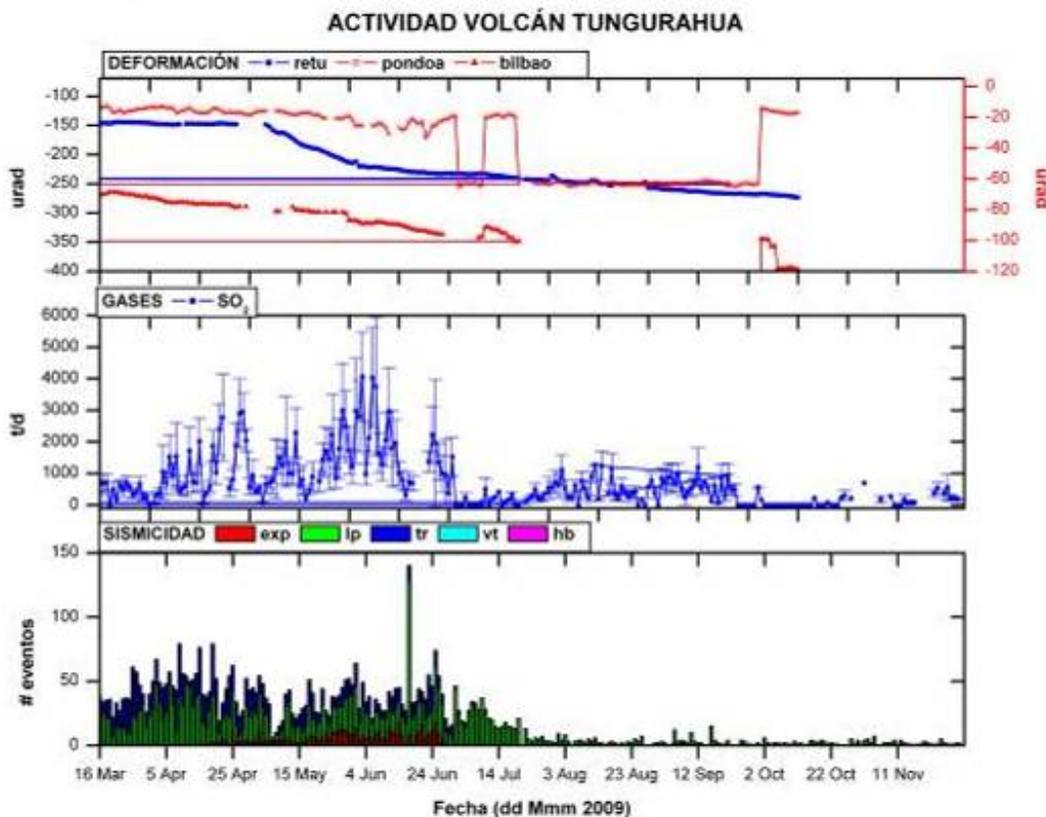
#### 1. Síntesis General de la Actividad

La actividad eruptiva durante el mes de Noviembre, 2009, al igual que el mes anterior, continuó experimentando un bajo nivel de la actividad volcánica, que fue registrado por todos los instrumentos de vigilancia. La sismicidad se caracterizó por la ocurrencia de pocos sismos -69 eventos, principalmente eventos de tipo LP. El número total semanal varió entre 12 y 20 eventos y el promedio de eventos/día fue 2.3, de manera similar a lo registrado en el mes de Octubre y que corresponde a un valor bajo en los últimos 12 meses. De igual manera, el número de sismos VT's -8 registrados, se mantuvieron en el mismo número que el mes anterior, sugiriendo una pequeñísima presurización y reacomodamiento del sistema, hacia un equilibrio entre la presión de la cámara y la presión litostática. Dado los bajos niveles de actividad sísmica, se observó que el Índice de Actividad Sísmica cambió al nivel 2 y con tendencia a la baja. El descenso de la actividad se correlaciona claramente con la baja

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec

actividad superficial, como la baja actividad fumarólica y ocasionales débiles emisiones de gases volcánicos y vapor de agua. Las condiciones climáticas fueron favorables para tener avistamientos completos del volcán en la mayor parte del mes y tener buenas medidas del flujo diario de  $\text{SO}_2$  que resultó en un promedio de 107 t/d con una desviación estándar de 165 t/d. Este valor es más alto que lo registrado en Octubre, en que hubo un solo valor para todo el mes. El valor máximo medido fue de 562 t/d el 26 de Noviembre y el valor estimado de emisión de  $\text{SO}_2$  en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 3214 t. Sin embargo, a inicios del mes las lluvias de la zona generaron pequeños flujos de agua por las quebradas occidentales y un flujo de lodo por el río Ulba sin causar daños.

Por otra parte, como se indicó en los informes semanales el sistema de adquisición y procesamiento de los inclinómetros y GPS respectivamente dejaron de funcionar durante Noviembre, sin embargo hacia finales del mes se restableció el inclinómetro de RETU, el que indica un cambio en la velocidad de deflación desde  $-0.4$  micro radianes/día a  $-0.3$  micro radianes/día, sugiriendo una disminución de la tasa de deflación. Este cambio indicaría que el volcán entra en un proceso lento de deflación posiblemente hacia un equilibrio entre la presión de la cámara con la presión litostática. Finalmente, dada la baja actividad volcánica es necesario esperar unas semanas a meses y confirmar que el volcán entra en un proceso de calma prolongado.



**Figura 1.** Resumen de la actividad del Volcán Tungurahua desde Marzo, 2009 a Noviembre, 2009, empleando datos de sismicidad, gas- $\text{SO}_2$  y deformación. En general durante este mes se nota un incremento importante en los valores de sismicidad, ninguna alza neta en los valores de inclinómetro y un descenso en los valores del gas  $\text{SO}_2$  comparado con el mes anterior.

## 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.

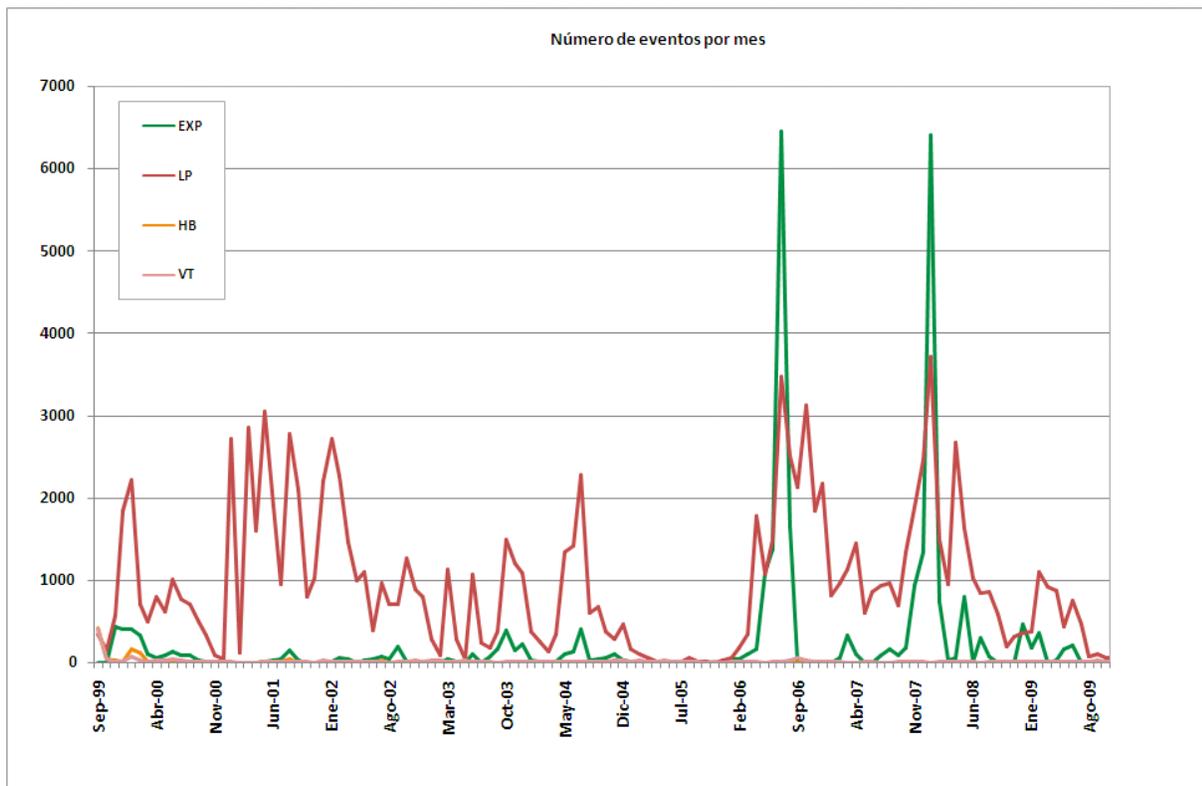
En general, durante este mes el volcán presentó señales sísmicas propias de volcanes activos, tales como sismos de largo periodo (LP) y sismos volcano-tectónicos (VT), con componente de fractura. En Noviembre se registró un número total de 69 eventos sísmicos, principalmente eventos de tipo LP. El número total semanal varió entre 12 y 20 eventos y el promedio de eventos/día fue 2.3, de manera similar a lo registrado el mes anterior. Del mismo modo, el número de sismos VT's, 8 registrados, es igual al número de VT's registrados el mes anterior. Se destaca la ocurrencia de una señal de emisión a inicios del mes, así como la baja actividad superficial indicando que la actividad volcánica se encuentra en el nivel más bajo de los últimos 12 meses (Tabla 1).

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
01 - 07 Nov.	19	19	0	0	1	0
08 - 14 Nov.	20	18	2	0	0	0
15 - 22 Nov.	12	10	2	0	0	0
23 - 30 Nov.	18	14	4	0	0	0
<b>Total Nov./2009</b>	<b>69</b>	<b>61</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Total Oct./2009	68	60	8	0	0	2
Total Sept./2009	124	97	26	1	2	0
Total Ago./2009	79	68	11	0	0	0
Total Julio /2009	482	466	16	0	18	0
Total Junio /2009	760	756	4	0	335	208
Total May/2009	437	431	6	0	345	161
Total Abr/2009	867	852	15	0	631	29
Total Mar/2009	929	922	7	0	403	3
Total Feb/2009	1104	1097	7	0	799	358
Total Ene/2009	380	374	6	0	632	181
Total Dic/2008	361	350	11	0	456	462
Total Nov/2008	322	316	6	0	4	0
<b>Promedio Diario Nov. /2009</b>	<b>2.3</b>	<b>2.03</b>	<b>0.27</b>	<b>0</b>	<b>0.03</b>	<b>0</b>
Promedio Diario Oct. /2009	2.19	1.94	0.26	0	0	0.065
Promedio Diario Sept. /2009	4.13	3.23	0.87	0.03	0.07	0
Promedio Diario Ago. /2009	2.55	2.19	0.35	0	0	0.06
Promedio Diario Julio /2009	15.55	15	0.52	0	0.58	0

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec

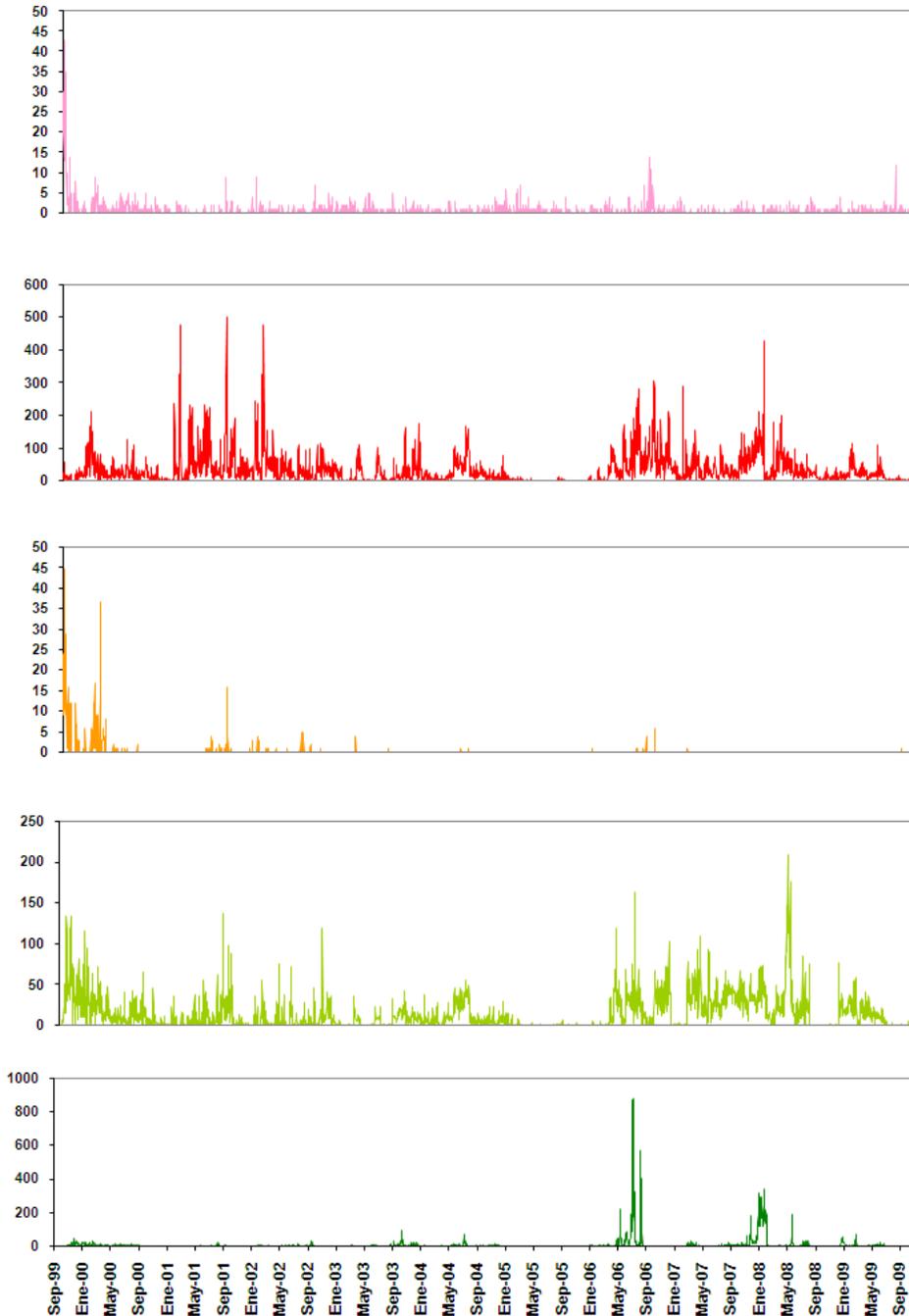
Promedio Diario Junio /2009	25.33	25.2	0.13	0	11.17	6.93
Promedio Diario Mayo/2009	14.1	13.9	0.19	0	11.13	5.19
Promedio Diario Abril/2009	28,9	28,4	0,5	0	21,03	0,97
Promedio Diario Mar/2009	29.97	29.74	0.23	0	13	3
Promedio Diario Feb/2009	39.43	39.17	0.25	0	28.54	12.79
Promedio Diario Ene/2009	12.26	12.06	0.19	0	20.39	5.84
Promedio Diario Dic/2008	11.6	11.3	0.35	0	14.7	14.9
Promedio Diario Nov/2008	10.7	10.53	0.20	0	0.13	0

**Tabla 1.** Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Noviembre de 2009 y la registrada en los últimos doce meses.



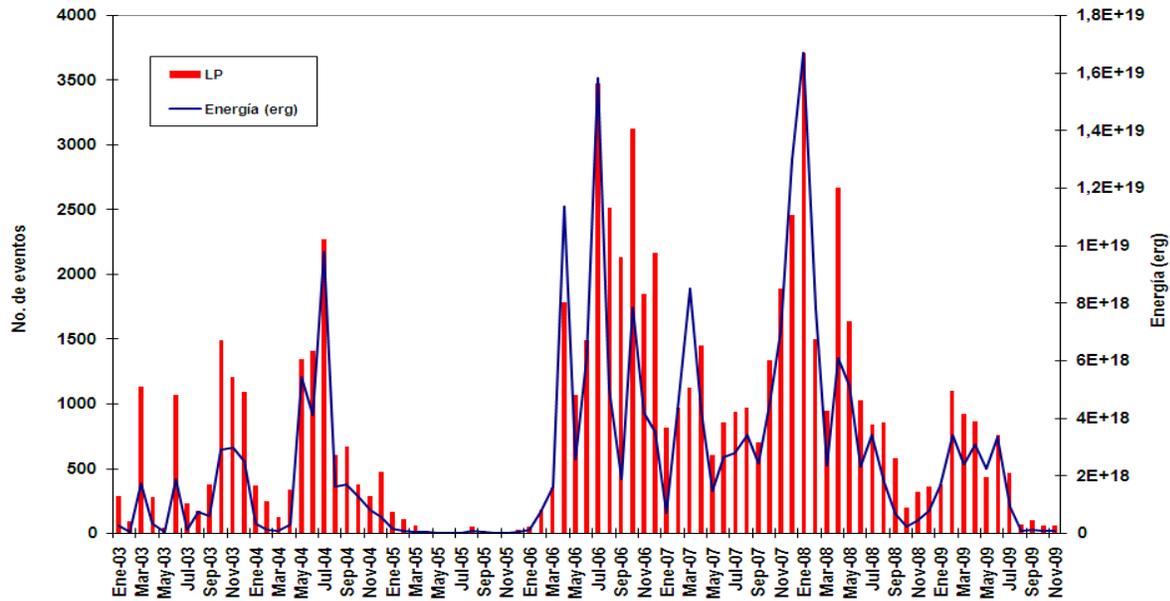
**Figura 2.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Noviembre de 2009.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

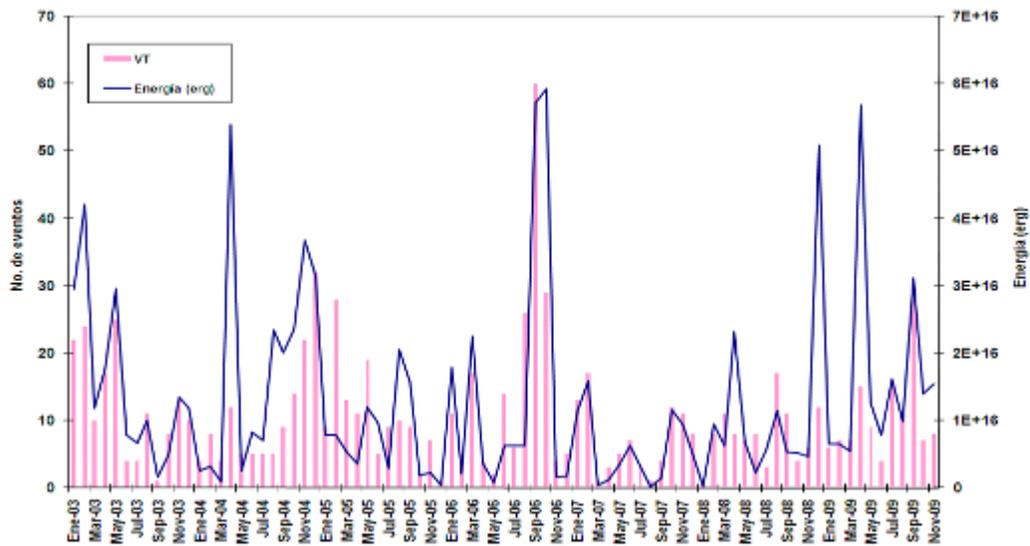


**Figura 3.** Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta Noviembre de 2009 (en el orden indicado).

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepn.edu.ec



**Figura 4.** Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Noviembre de 2009.



**Figura 5.** Número mensual de eventos volcano-tectónicos y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Noviembre de 2009.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec

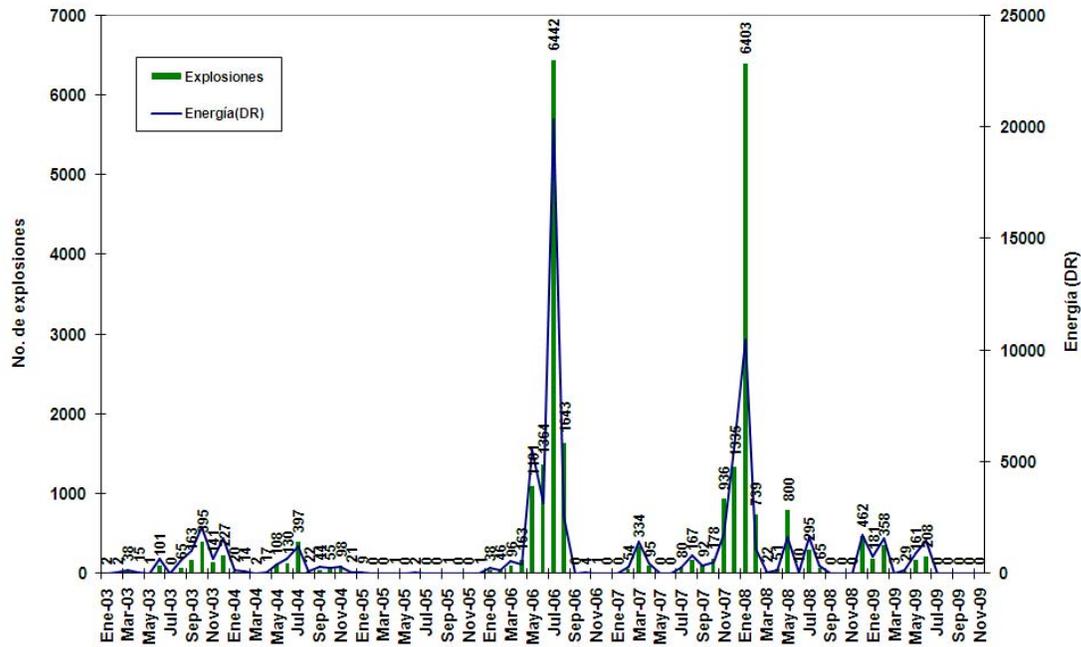


Figura 6. Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR=desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Noviembre de 2009.

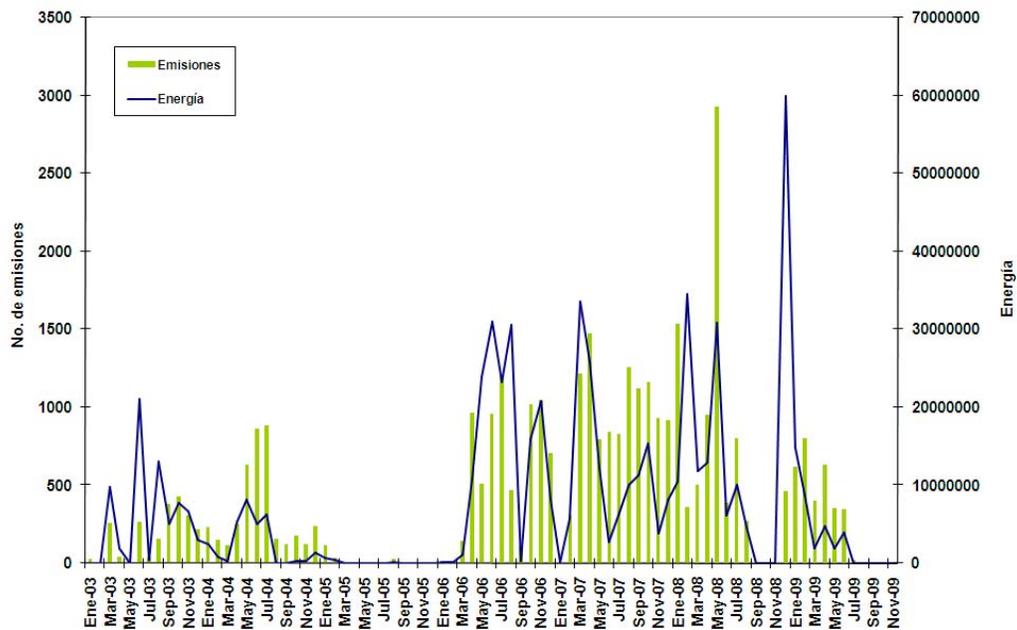
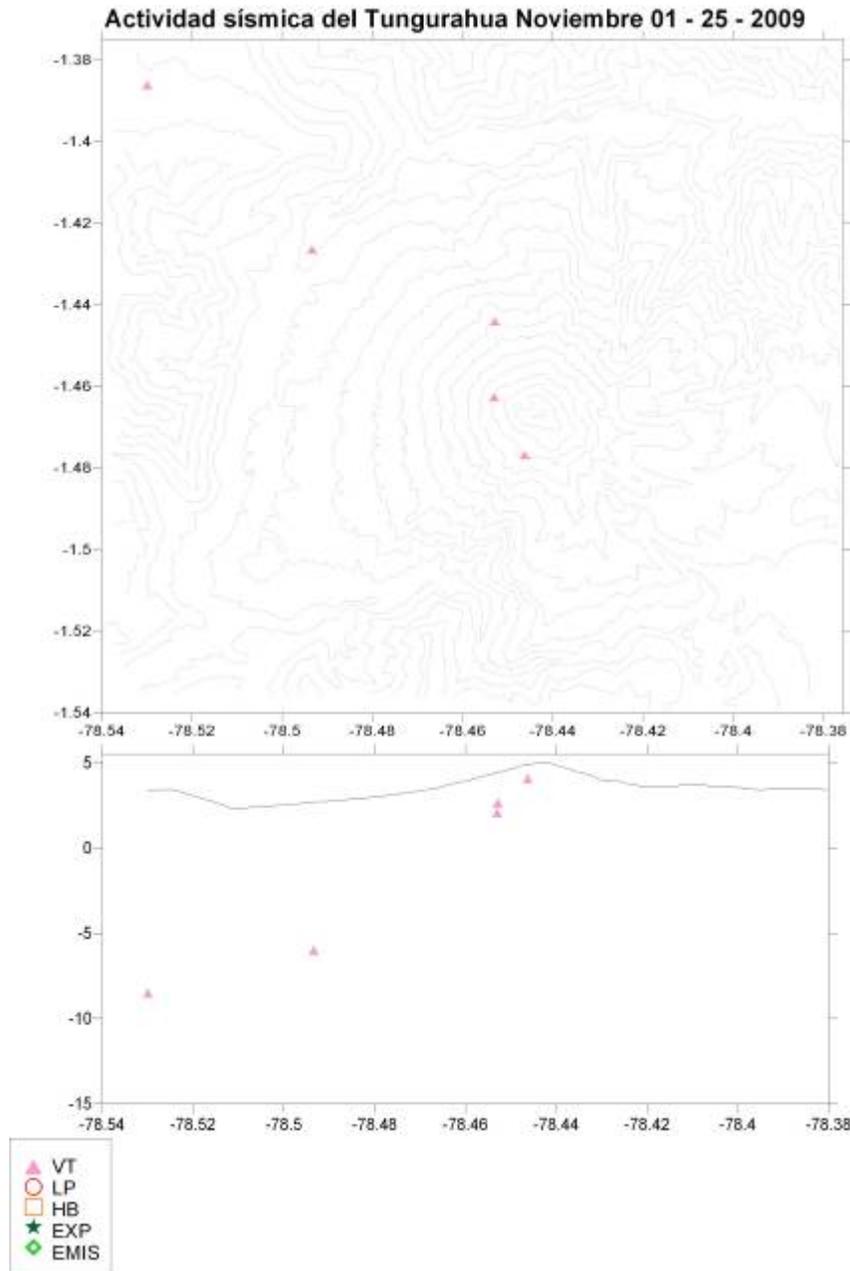


Figura 7. Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta Noviembre de 2009.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec

### 2.1 Localizaciones

Durante el mes de Noviembre, se localizaron cinco VT's de las ocho señales registradas. En la figura, el triángulo señalado por el círculo, corresponde a un VT sentido en los alrededores del volcán - Vazcún y Puntzán; estos eventos de fractura presentaron profundidades entre 1 km y 14 km bajo la cumbre. Adicionalmente se registró una señal de emisión y 61 eventos del tipo LP (Fig. 8).



**Figura 8.** Localizaciones de eventos sísmicos durante el mes de Noviembre, 2009.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepn.edu.ec

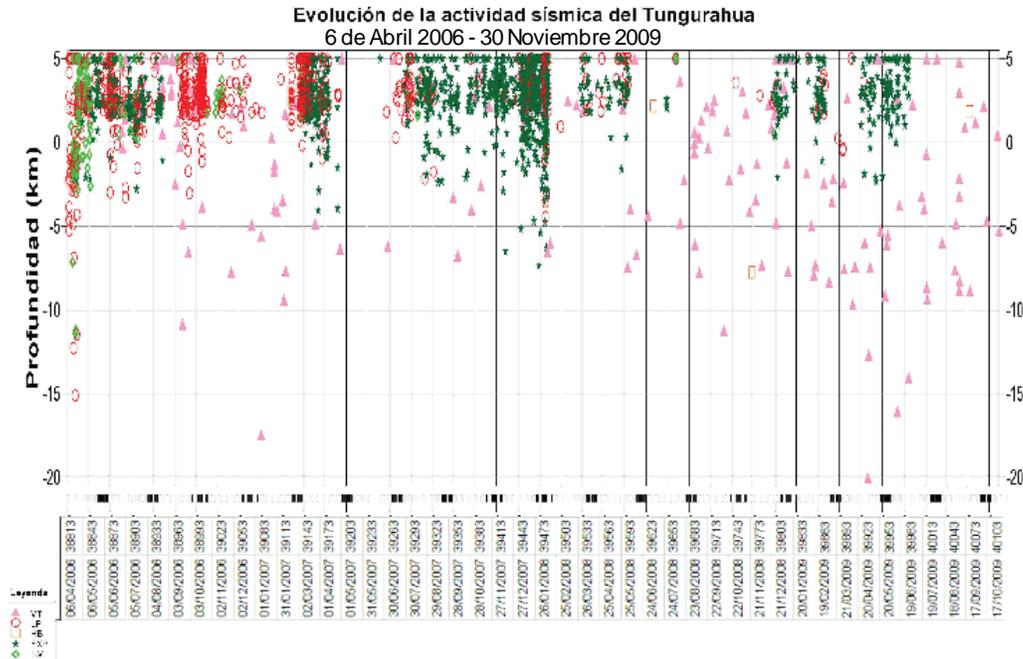


Figura 9. Evolución espacio-temporal de los eventos sísmicos del V. Tungurahua.

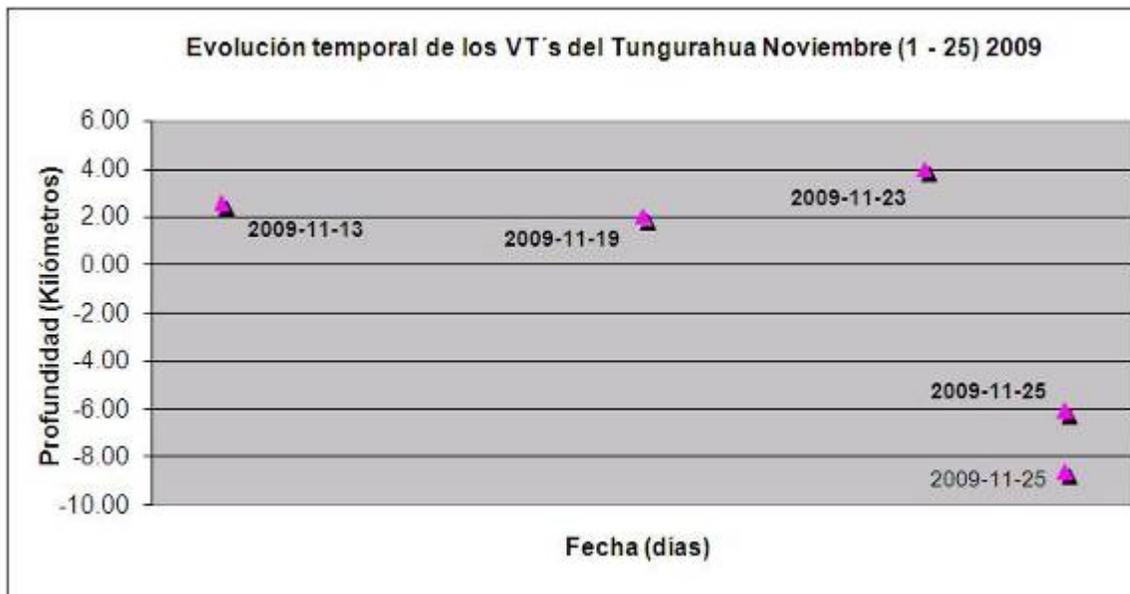


Figura 10. Evolución temporal de los VT's del Tungurahua en Noviembre de 2009.

### Índice de Actividad Sísmica (IAS)

El Índice de Actividad Sísmica (IAS) es un parámetro de medida a dimensional 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. Los diferentes niveles de IAS reflejan un cambio significativo en el estado físico del volcán y a ellos se relaciona una descripción cualitativa de la actividad sísmica que va desde Muy Baja a Muy Alta como se muestra en la Figura 11a.

Dado los bajos niveles de actividad volcánica en el mes de Noviembre, que viene registrándose desde finales de Junio, se observa valores bajos en el IAS. En hecho, el IAS bajo al nivel 2 (Figura 11b), y no se notó cambios en la actividad superficial, caracterizada por una baja actividad fumarólica y ocasionales emisiones de gases volcánicos y vapor de agua. De esta manera, es necesario esperar algunas semanas a meses y confirmar que el volcán ha entrado en un periodo de calma prolongado.

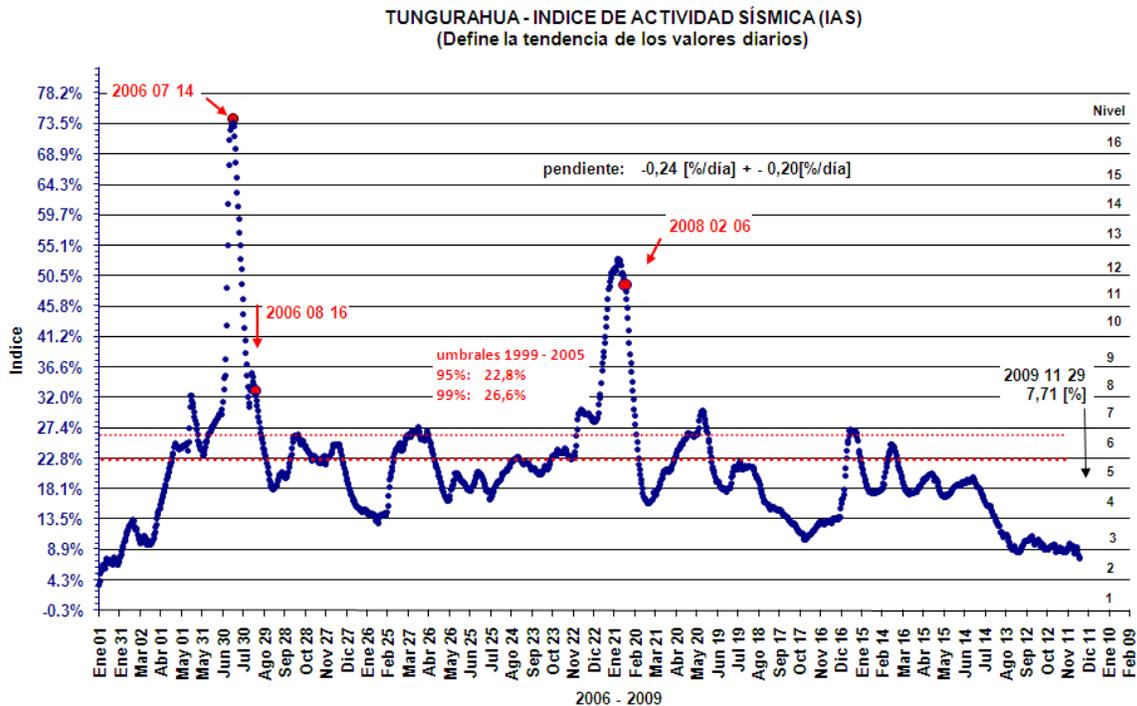
IAS - Nivel de Actividad Sísmica

>= 8	Muy Alta	
7	Alta	
6	Moderada - Alta	
5	Moderada	
4	Moderada Baja	
3	Baja	
2	Muy Baja	
1	Muy Baja	



**Figura 11a.** Niveles del IAS y descriptores cualitativos del nivel de actividad. La línea y flecha roja indica el nivel (2) y tendencia (estable) en Noviembre, 2009.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeqn.edu.ec

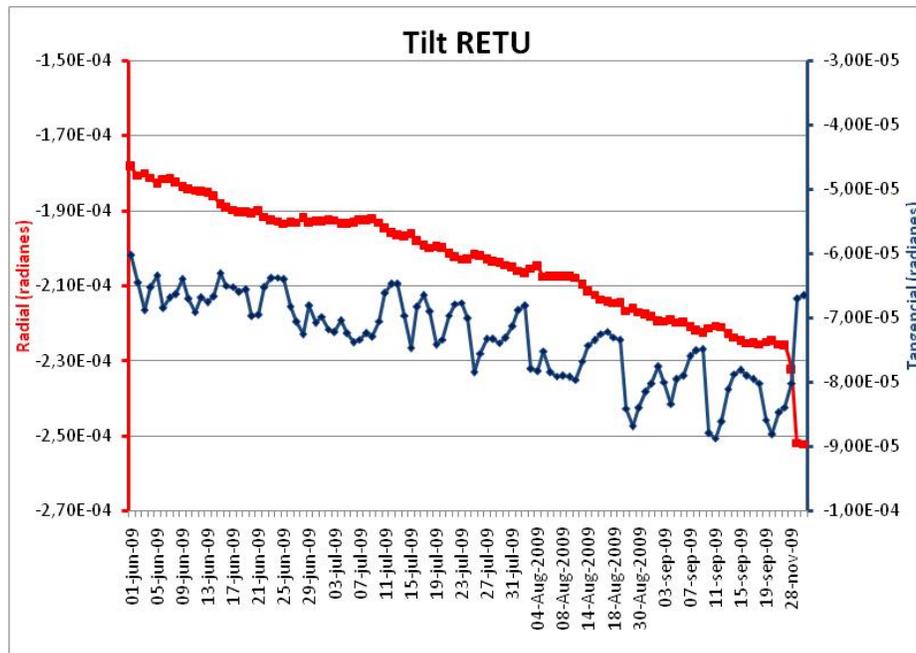


**Figura 11b.** IAS desde enero 2006 hasta fines de Noviembre, 2009.

### 3. Deformación

Como se mencionó en informes anteriores, el sistema de adquisición de datos de los inclinómetros y computador de registro sufrieron desperfectos técnicos por lo que no se tiene datos de las estaciones de inclinómetros en el mes de Noviembre; al mismo tiempo se detectó fallas técnicas en el sistema de procesamiento de las estaciones GPS –software GAMIT, por lo que tampoco se tiene valores confiables. Sin embargo, hacia finales de noviembre se restableció la adquisición y procesamiento de los inclinómetros, donde se observa un cambio en la pendiente desde -0.4 micro radianes/día a -0.3 micro radianes/día, sugiriendo una disminución en la tasa de deflación. Este cambio indicaría que el volcán entra en un proceso lento de deflación posiblemente hacia un equilibrio entre la presión de la cámara con la presión litostática (Fig. 12).

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec



**Figura 12.** Resultados del inclinómetro RETU hasta principios de Diciembre de 2009. Note el cambio brusco en fines de noviembre, justamente cuando se restablece el sistema de adquisición.

#### 4. Geoquímica

##### Emisiones

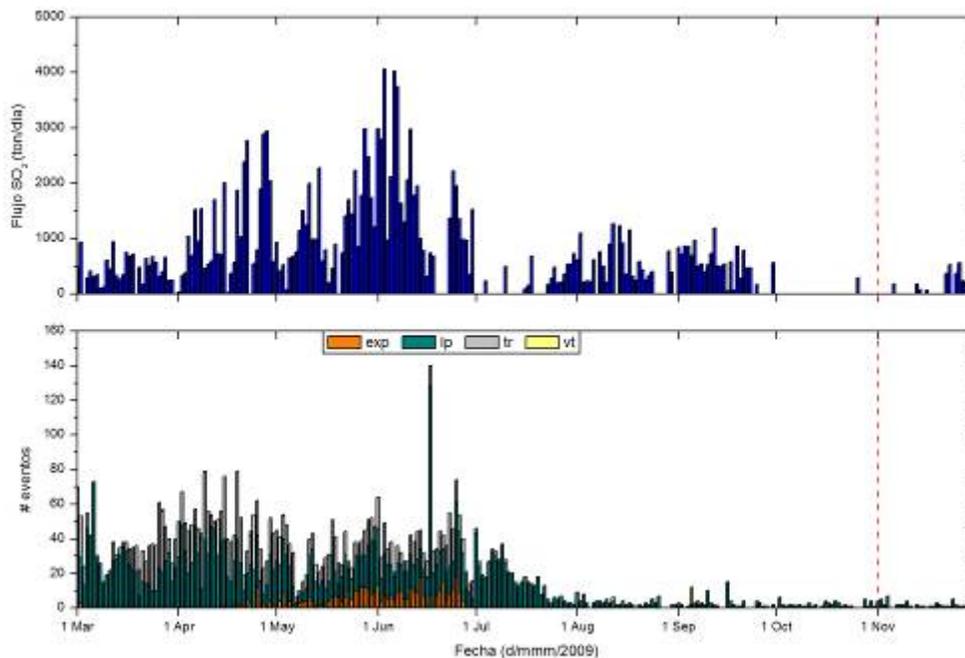
La medición del flujo de  $\text{SO}_2$  es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  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  $\text{SO}_2$ , 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.

La tendencia de la actividad del mes anterior se mantuvo durante Noviembre, ubicándose en niveles bajos. Sin embargo las emisiones de gas  $\text{SO}_2$  del volcán Tungurahua muestran un incremento notable con respecto al mes anterior, más que todo en la segunda parte del mes de Noviembre, cuando los valores fueron más continuos. Cabe destacar que la estación

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec

ubicada en la parte occidental del volcán fue reparada el día 18 de Noviembre, que registra la mayoría de los valores de  $\text{SO}_2$ . El clima durante este mes fue generalmente favorable, con una mayoría de días despejados, especialmente en las horas de la tarde. La actividad sísmica no muestra mayor cambio durante el mes de Noviembre, siguiendo la misma tendencia que los meses anteriores, es decir un predominio de eventos tipo LP (entre 0 y 7 eventos al día), y un evento tipo VT el día 19 (figura 13-a).



**Figura 13-a.** (Arriba) Flujo diario de  $\text{SO}_2$  desde marzo hasta el final de Noviembre de 2009. (Abajo) Número de eventos sísmicos desde marzo del año 2009. Este grafico permite ver la evolución de estos dos parámetros, y establecer posibles correlaciones entre ellos.

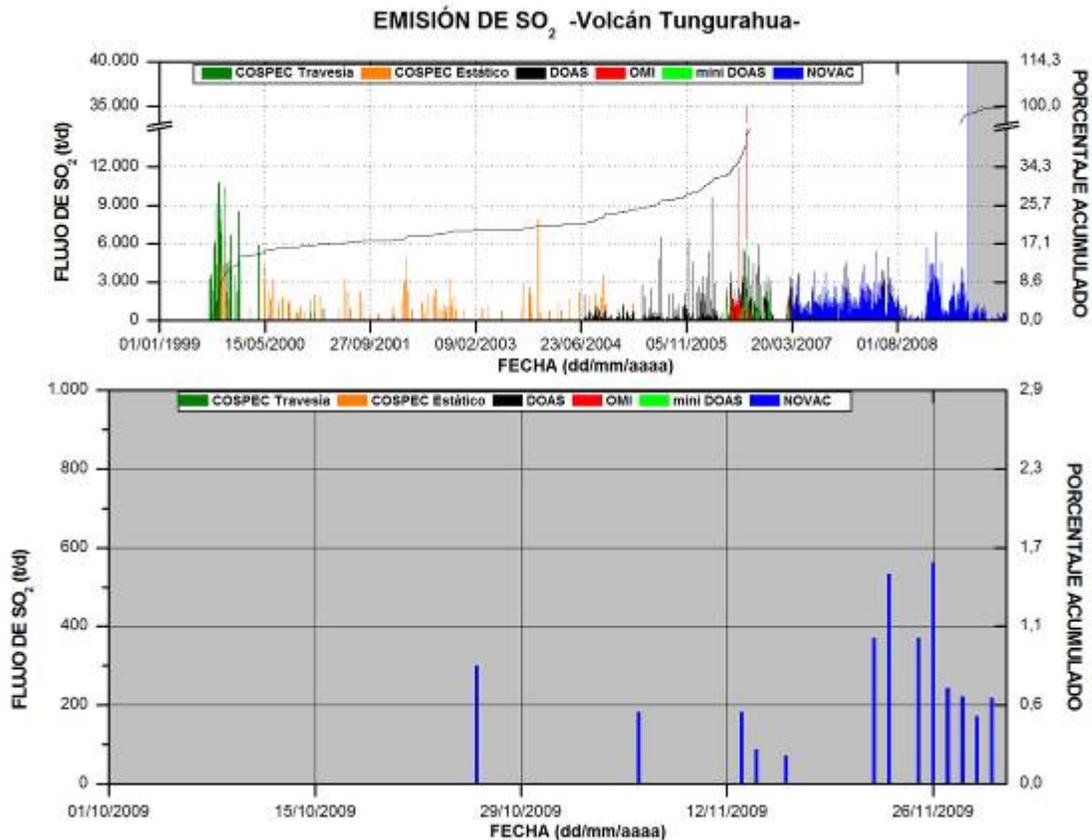
El flujo diario de  $\text{SO}_2$  tuvo un promedio de 107 t/d con una desviación estándar de 165 t/d. Este valor es más alto que lo registrado en Octubre, en que hubo un solo valor para todo el mes. El valor máximo medido fue de 562 t/d el 26 de Noviembre y el valor estimado de emisión de  $\text{SO}_2$  en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 3214 t.

Las imágenes satelitales OMI para el mes de Noviembre confirman que no hubo mayor desgasificación durante este mes, casi no se registraron emisiones de  $\text{SO}_2$  en el satélite. El día 19 hay presencia de  $\text{SO}_2$ , pero claramente parece venir de Colombia, y el día 21 también se nota presencia de  $\text{SO}_2$  alrededor del volcán Tungurahua pero no está claro si viene del mismo o del volcán Sangay, al sur; que confirma un proceso de desgasificación débil. Cabe notar que sigue la desgasificación importante del volcán Huila en Colombia desde el mes de Octubre.

El incremento de las emisiones de gas en la segunda parte de este mes parecen indicar que existe nuevamente una ligera desgasificación, aunque en proporción muy débil todavía, sin

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec

real correlación con la actividad sísmica aún. También hay que tener en cuenta que este incremento de valores de gas en las medidas podría deberse a la reparación de la estación del flanco occidental del volcán, así que el registro estos dos últimos meses no está completo. Sin embargo, la actividad superficial durante el mes no enseñó cambios mayores, y la mayor parte de las emisiones observadas parecen venir del sistema de fumarolas dentro del cráter. Dado que no hay datos disponibles de la estación Pillate en los últimos dos meses, es necesario coleccionar más datos para realmente poder ver si la tendencia es estable.

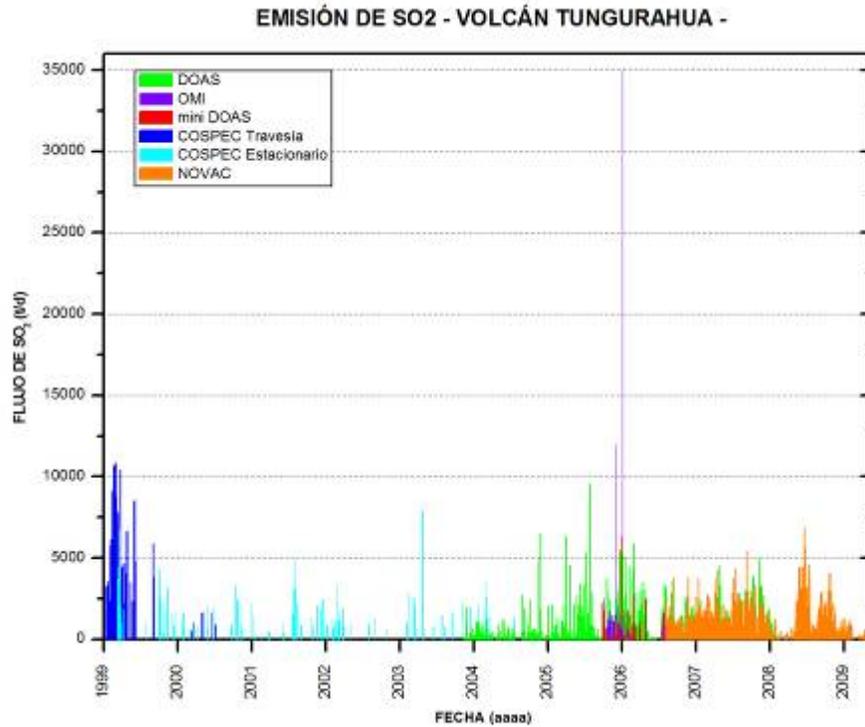


**Figura 13-b.** (Arriba) Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO<sub>2</sub> durante el mes de Octubre y Noviembre de 2009. Las técnicas DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA.

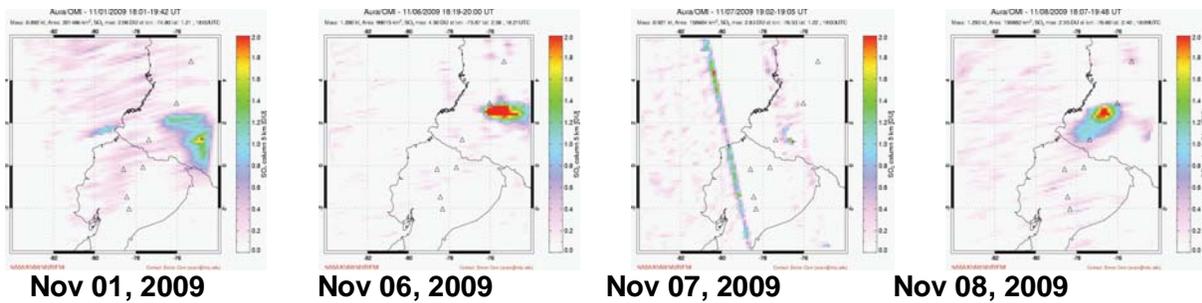
**Estadísticas mensuales:**

Valor medio: 107 t/d  
 Variabilidad (1σ): 165 t/d  
 Valor máximo: 562 t/d  
 Emisión estimada: 3214 t de SO<sub>2</sub>

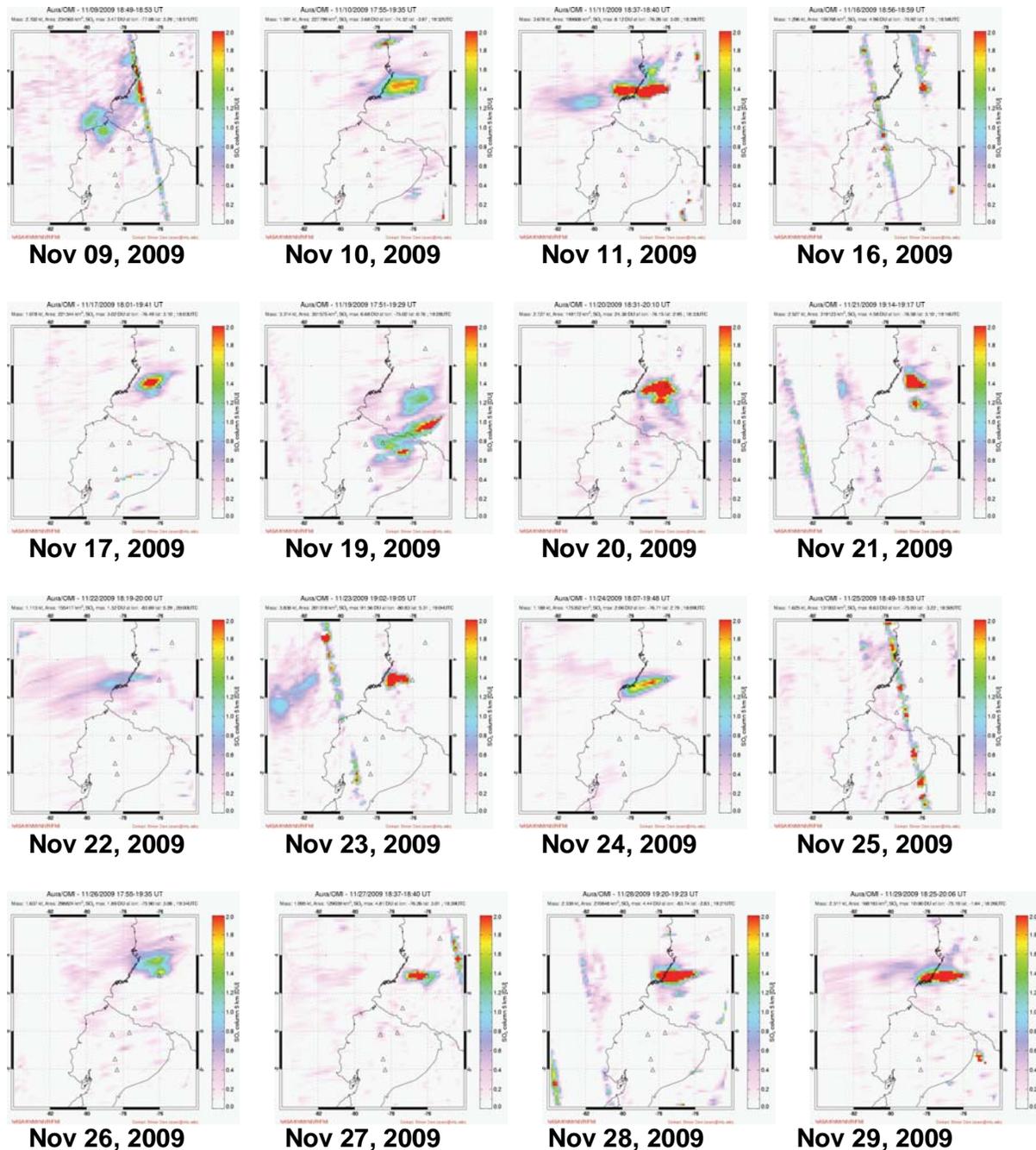
Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec



**Figura 13-c.** Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Noviembre de 2009



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec



**Figura 13-d.** Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Noviembre de 2009. (Fuente: [http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1208/ecuador\\_1208.html](http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1208/ecuador_1208.html))

## 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

El clima durante este mes se presentó generalmente favorable, los días han sido despejados, en especial en las horas de la tarde y en las primeras horas de la noche, permitieron observar la actividad superficial característica en los últimos meses (**Foto 1**). Debido a las bajas temperaturas registradas en la parte alta del volcán, se observó una capa de nieve que alcanzó hasta los 600 mbnc. (**Foto 2**). En ocasiones la lluvia se hizo presente en forma moderada, algunas de las cuales generaron flujos de lodo que descendieron por la quebrada de Ulba y descenso de agua lodosa por las quebradas del flanco occidental. Dado el buen clima predominante en Noviembre un grupo del IG realizó un ascenso al cráter del volcán para realizar varias medidas de interés (más detalles en el informe correspondiente).

La actividad superficial del volcán se ha mostrado bastante baja y con una tendencia a estabilizarse. Esta actividad se ha caracterizado por la emisión de vapor de agua principalmente como producto de la actividad fumarólica en el borde NE del cráter como de su interior (**Foto 3**). De la misma manera ocurrieron emisiones esporádicas de un gas de coloración azulada. En general, las emisiones han generado columnas de hasta 1000 msc. Debido a la acción de los vientos, en la parte del tercio superior del cono, se ha producido una removilización de la ceniza depositada, poniéndola en suspensión y creando plumas con dirección al W (**Foto 4**).



**Foto 1:** 24 Nov. El volcán casi completamente despejado al final de la tarde (22:22 UT), se observan emisiones muy débiles que salen por pulsos (Foto: J. Bourquin, IG-EPN)



**Foto 2:** Volcán despejado, se observa depósito de nieve hasta los 4500 msnm; ninguna actividad superficial (Foto: J. Ordoñez, IG-EPN)

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igepon.edu.ec



**Foto 3:** 25 Nov. 23h10 Emisión un poco más energética, que alcanza unos 1000m snc (Foto: J.Bourquin, IG-EPN)



**Foto 4:** 15 Nov. Removilización de la ceniza debido al viento y a la sequedad en el flanco occidental del volcán. : WSW (Foto: P. Ramón-IG)

### Lahares del volcán Tungurahua durante Noviembre de 2009.

Dado que la actividad volcánica se mantiene en niveles bajos y no hay aporte de material piroclástico en la zona alta del edificio volcánico, es poco probable que ocurran flujos de lodo importantes. Sin embargo, grandes bloques balísticos y piroclastos sueltos que fueron depositados en anteriores períodos de actividad alta continúa siendo una fuente potencial para generar flujos de escombros.

Las condiciones climáticas en este mes fueron muy favorables para tener avistamientos completos del volcán, en donde predominaron los días soleados. La presencia de lluvias fue esporádica, sin embargo lluvias moderadas que precipitaron ocasionalmente y causaron un flujo de escombros de tamaño moderado en la quebrada del río Ulba, que no ocasionó daños materiales ni muertes.

A continuación se describe este evento, en base al informe semanal del OVT.

#### **Informe 506.**

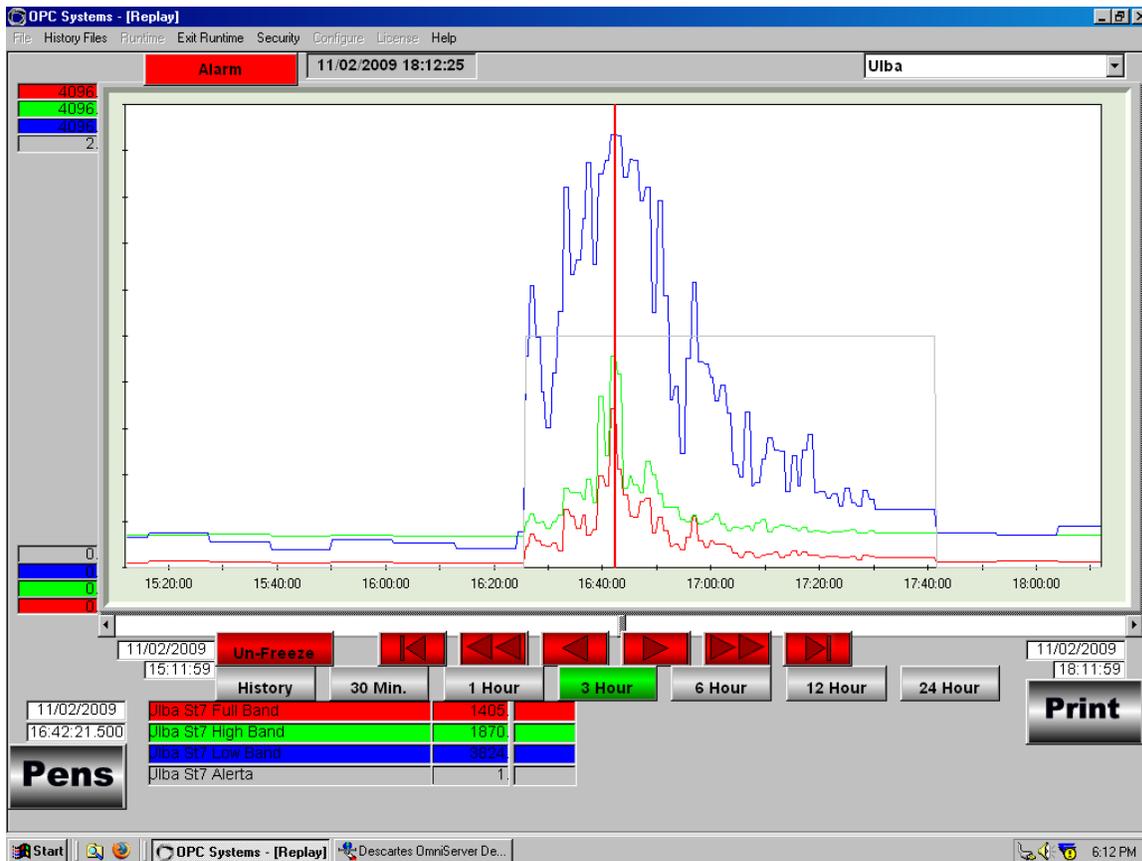
Aproximadamente desde las 20h00 (TU) del lunes 02 se observó lluvias intensas en la parte media-alta del volcán. Desde las 21h25 (TU) se registró incrementos en los valores AFM-Ulba alcanzando valores pico LB = 3819 y HB = 1714.

A las 22h00 (TU) el vigía de la zona de Ulba informa que el nivel del río Ulba ha incrementado, indica que desciende agua lodosa y emana malos olores. Al mismo tiempo se registra señales sísmicas de alta frecuencia en la estación BB Ulba. Se intentó comunicar esta novedad al Alcalde y al personal de la Defensa Civil de Baños vía radio, pero nadie contestó. El vigía de Ulba comenta que bajan bloques de hasta 2 m de diámetro.

Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
 Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec

Después de varios intentos fallidos de comunicación con Defensa Civil (vía radio) se llamó al Alcalde (Sr. Hugo Pineda) a su teléfono celular y se le comunicó acerca del lahar. El Sr. Pineda llamó al Cuerpo de Bomberos de Baños y se dirigieron al sector de Ulba. Ellos comentan que el nivel del río Ulba ha subido 2 m, pero que no hay riesgo para las viviendas aledañas.

Aproximadamente a las 23h00 (TU) termina la alerta.



*Figura 14. Valores de AFM Ulba del 02 de Noviembre de 2009.*

En general se observa que el volcán muestra un claro periodo de relajación, en donde las manifestaciones superficiales no han variado desde el mes de Agosto, y más bien se ha mantenido cada vez en niveles inferiores. Observando el IAS, el nivel de actividad del volcán se ha mantenido entre 2 y 3; en donde no hubo aporte de nuevo material piroclástico en zonas altas del cono debido al bajo nivel de actividad del volcán. Las lluvias de moderada intensidad ocurridas en semanas anteriores saturaron el suelo lentamente sin generar flujos de lodo o escombros. Sin embargo, las lluvias intensas que ocurrieron ocasionalmente en este mes ocasionaron un flujo de escombros en el río Ulba debido a que el suelo ya estaba saturado. Este tipo de eventos todavía es un peligro presente en el volcán, al momento quizá se trata del mayor peligro en contraste con el bajo/nulo nivel de actividad volcánica.



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - www.igeppn.edu.ec

Los fuertes vientos que ocurren en la parte alta del volcán remobilizan la ceniza depositada en esa zona y erosionan las pendientes, arrancando detritos de hasta 5 cm. Este fenómeno favorece la generación de flujos de escombros en caso de producirse lluvias de intensidad moderada a fuerte.

## 6. Conclusiones

En general, se observa que la actividad volcánica permanece en un nivel bajo desde finales de Junio y que continúa hasta el mes de Noviembre. Particularmente se observa la misma tendencia registrada en el mes de Octubre, así como la ocurrencia de una señal de emisión en la primera semana del mes y la ausencia de explosiones. Adicionalmente se nota que la sismicidad del mes de Noviembre, al igual que Octubre, es la más baja en lo que va del año (69 eventos), provocando que el IAS cambie del nivel 3 al nivel 2 con tendencia descendente. La actividad superficial se caracterizó por la emisión de vapor de agua principalmente como producto de la actividad fumarólica en el borde NE del cráter como de su interior así como la ocurrencia de emisiones esporádicas de un gas de coloración azulada. En general, las emisiones han generado columnas de hasta 1000 msnc. Por otra parte, debido a la acción de los vientos, en la parte del tercio superior del cono se ha producido una remobilización de la ceniza depositada, poniéndola en suspensión y creando plumas con dirección al W. El flujo diario de SO<sub>2</sub> tuvo un promedio de 107 t/d, siendo más alto que lo registrado en Octubre, donde hubo un solo valor para todo el mes. El valor máximo medido fue de 562 t/d el 26 de Noviembre y el valor estimado de emisión de SO<sub>2</sub> en la atmósfera para este mes alcanza un valor de 3214 t.

La baja actividad volcánica está relacionada con la falta de aportación de magma en profundidad así como una efectiva desgasificación del cuerpo intruido dado la ausencia de explosiones y emisiones. Adicionalmente, los VTs registrados indicarían un proceso de presurización del sistema, sin que provoque manifestaciones superficiales importantes. La red de deformación muestra un patrón de deflación, concordante con el bajo nivel de actividad. Por otra parte, las condiciones climáticas-lluvias en la zona y el material depositado en episodios de mayor actividad, dispararon flujos de agua lodosa principalmente en las quebradas occidentales y suroccidentales del volcán y un flujo de lodo en el río Ulba, sugiriendo que aunque no ha habido un aporte nuevo de material suelto en la parte alta del volcán, todavía hay la potencialidad de flujos de lodo, dependiendo de las lluvias de la zona.

Dada la relativa calma, se esperaría que el volcán regrese a niveles de absoluta calma en los próximos meses, ó caso contrario todos los sistemas de vigilancia indicarían un incremento en la actividad volcánica como lo registrado en 1999, 2001, 2006 y 2008.

### Grupo de sismología

Guillermo Viracucha [gviracucha@igeppn.edu.ec](mailto:gviracucha@igeppn.edu.ec)  
Pablo Palacios [ppalacios@igeppn.edu.ec](mailto:ppalacios@igeppn.edu.ec)  
Liliana Troncoso [ltroncoso@igeppn.edu.ec](mailto:ltroncoso@igeppn.edu.ec)  
Mónica Segovia [msegovia@igeppn.edu.ec](mailto:msegovia@igeppn.edu.ec)  
Daniel Pacheco [dpacheco@igeppn.edu.ec](mailto:dpacheco@igeppn.edu.ec)



Apartado 2759 Telex: 22650 ESPONA Telf: 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631  
Quito - Ecuador Fax: (593)-2-2567847 - [www.igeqn.edu.ec](http://www.igeqn.edu.ec)

### Grupo de vulcanología

Patricia Mothes	<a href="mailto:pmothes@igeqn.edu.ec">pmothes@igeqn.edu.ec</a>
Gorki Ruiz	<a href="mailto:gruiz@igeqn.edu.ec">gruiz@igeqn.edu.ec</a>
Patricio Ramón	<a href="mailto:pramon@igeqn.edu.ec">pramon@igeqn.edu.ec</a>
Julie Bourquein	<a href="mailto:jbouquien@igeqn.edu.ec">jbouquien@igeqn.edu.ec</a>
Jorge Bustillos	<a href="mailto:jbustillos@igeqn.edu.ec">jbustillos@igeqn.edu.ec</a>

-----

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.

14 de Diciembre, 2009 – Quito/gr