



Resumen Mensual  
Actividad del Volcán Tungurahua, Diciembre del 2006  
Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



Foto tomada por P. Ramón desde OVT. Fecha: Diciembre 12, 2006

- 1. Síntesis general de la actividad**
- 2. Sismicidad**
  - 2.1 Localizaciones**
  - 2.2 Índice sísmico**
- 3. Deformación**
- 4. Geoquímica**
- 5. Lahares**
- 6. Observaciones visuales y auditivas**
- 7. Conclusiones**

## **1. Síntesis General de la Actividad**

Durante el mes de Diciembre el número de sismos generados por el volcán fue mayor comparado con el mes anterior, pero su energía liberada fue más baja. Vale notar que no hubo tampoco ninguna explosión. La mayoría de los eventos sísmicos localizados fueron someros (< 4 km bnc-bajo el nivel de la cumbre). Con estos bajos niveles de liberación de energía el Índice Sísmico estuvo en descenso.

Adicionalmente, las medidas de deformación mostraron sola leves variaciones y estuvieron mayormente estables. Las medidas de gases magmáticos tuvieron un promedio de 702 toneladas/día, que es un valor bajo.

Con las lluvias frecuentes se produjeron lahares de pequeños a medianos tamaños en cuatro ocasiones; estos bajaron particularmente por el flanco occidental. Las emisiones generalmente no sobrepasaron 500 m de altura snc (sobre el nivel de la cumbre) y además durante este mes, fue muy bajo el contenido de cenizas en las emisiones.



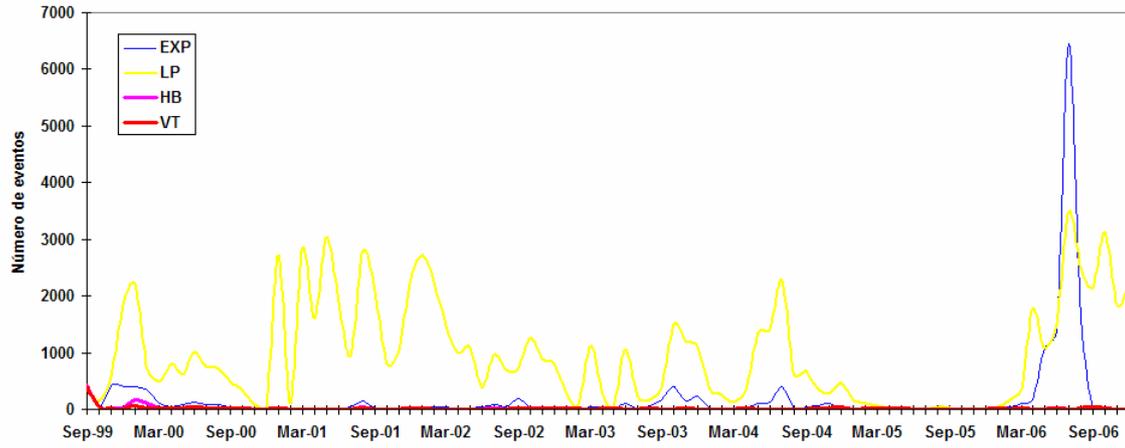
En fin, los parámetros monitoreados indican que el volcán está desgasificándose y tranquilizándose sin mayores variaciones.

## 2. Sismicidad

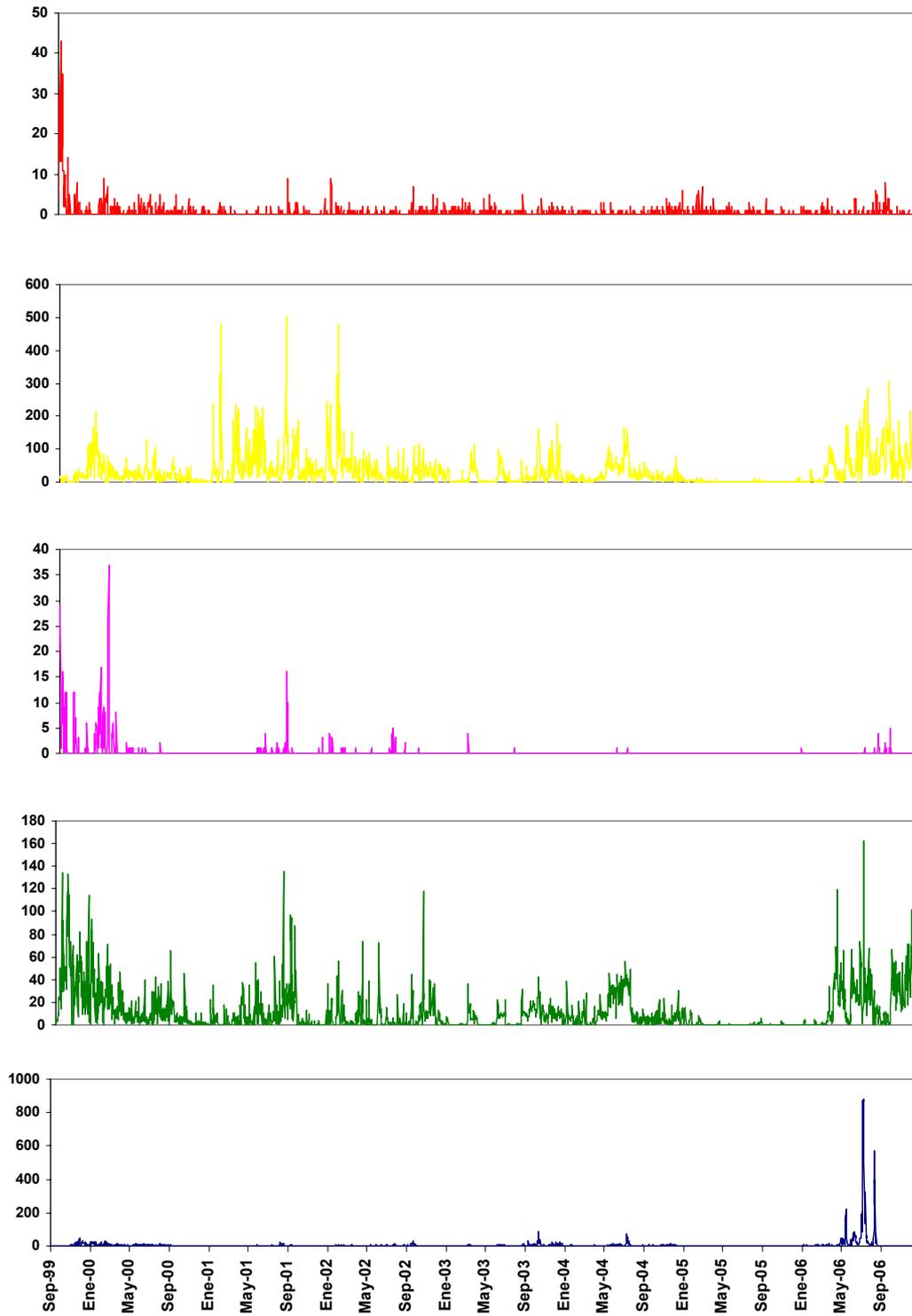
El número de sismos ocurridos (N= 2172) durante el mes de Diciembre 2006 fue ligeramente mayor comparado con lo del mes anterior (n= 1849) (Tabla 1). La mayoría de los sismos fueron LP's (Figuras 1 y 3-a) y fueron pequeños con una tasa de liberación de energía descendente (Figura 3-b). Se registraron 5 VT's, también pequeños (Figuras 4-a y 4-b). El número de emisiones es bastante menor -648- comparado con 1049 emisiones registrado durante el mes anterior (Tabla 1). No se registró ninguna explosión (Tabla 1 y Figura 2). En resumen, hubo un número más alto de eventos sísmicos durante este mes, pero su energía fue baja. Sin embargo, a principios del mes se registró una emisión que ocurrió abruptamente el 6 de Diciembre y cuya columna alcanzó 5 km. Se cree que la causa fue la liberación de una acumulación de gas en la parte superior del cono. No se registró nuevamente un evento parecido. En resumen, la actividad está en pleno descenso y poco a poco se redujo el número de sismos que ocurrieron cada semana, hasta el fin del mes.

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
27 Nov – 3 Dic	614	614	0	0	327	0
4-10 Dic	453	451	3	0	357	0
11-17 Dic	859	859	0	0	178	0
18-24 Dic	381	380	1	0	0	0
25-31 Dic	237	236	1	0	2	0
<b>Total Dic/2006</b>	<b>2172</b>	<b>2168</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>648</b>	<b>0</b>
<b>Total Nov/2006</b>	<b>1849</b>	<b>1846</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1049</b>	<b>1</b>
<b>Total Oct/2006</b>	<b>3159</b>	<b>3131</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>1023</b>	<b>4</b>
<b>Total Sep/2006</b>	<b>2189</b>	<b>2149</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>111</b>	<b>0</b>
<b>Total Ago/2006</b>	<b>2546</b>	<b>2518</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>467</b>	<b>1643</b>
<b>Total Jul/2006</b>	<b>3482</b>	<b>3475</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1185</b>	<b>6442</b>
<b>Promedio diario Dic/2006</b>	<b>70.06</b>	<b>69.9</b>	<b>0.16</b>	<b>0.0</b>	<b>22.84</b>	<b>0.0</b>
<b>Promedio diario Nov/2006</b>	<b>61.6</b>	<b>61.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0</b>	<b>34.97</b>	<b>0.03</b>
<b>Promedio diario Oct/2006</b>	<b>101.9</b>	<b>101.0</b>	<b>0.64</b>	<b>0.25</b>	<b>33.0</b>	<b>0.12</b>
<b>Promedio diario Sep/2006</b>	<b>72.96</b>	<b>71.63</b>	<b>1.16</b>	<b>0.16</b>	<b>3.7</b>	<b>0.0</b>
<b>Promedio diario Ago/2006</b>	<b>82.12</b>	<b>81.22</b>	<b>0.61</b>	<b>0.29</b>	<b>15.06</b>	<b>53.0</b>
<b>Promedio diario Jul/2006</b>	<b>112.32</b>	<b>112.1</b>	<b>0.16</b>	<b>0.06</b>	<b>38.22</b>	<b>207.8</b>

*Tabla 1. Resumen de las estadísticas de actividad sísmica registrada durante los últimos seis meses.*



**Figura 1.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines del 2006.



**Figura 2.** Número diario de eventos volcano-tectónicos, largo período, híbridos, emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines del 2006.

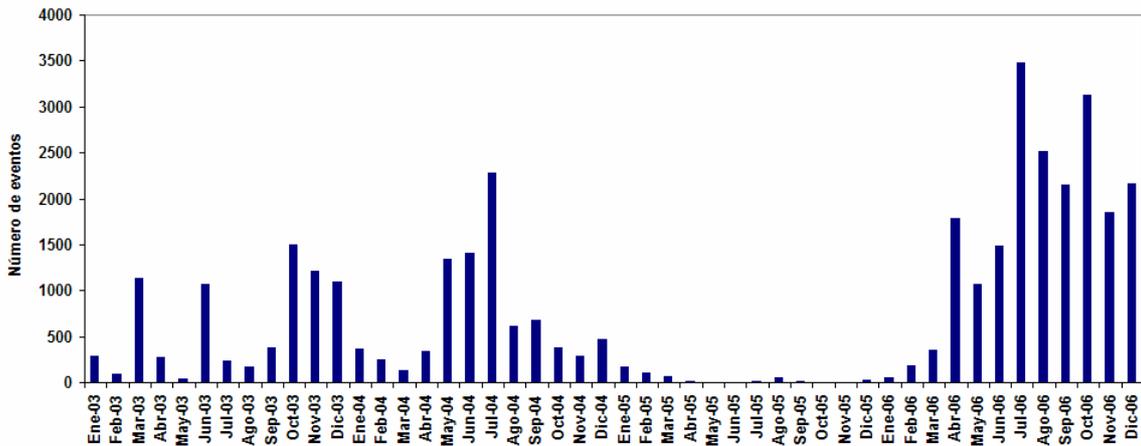


Figura 3-a. Número mensual de eventos de largo período en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines del 2006.

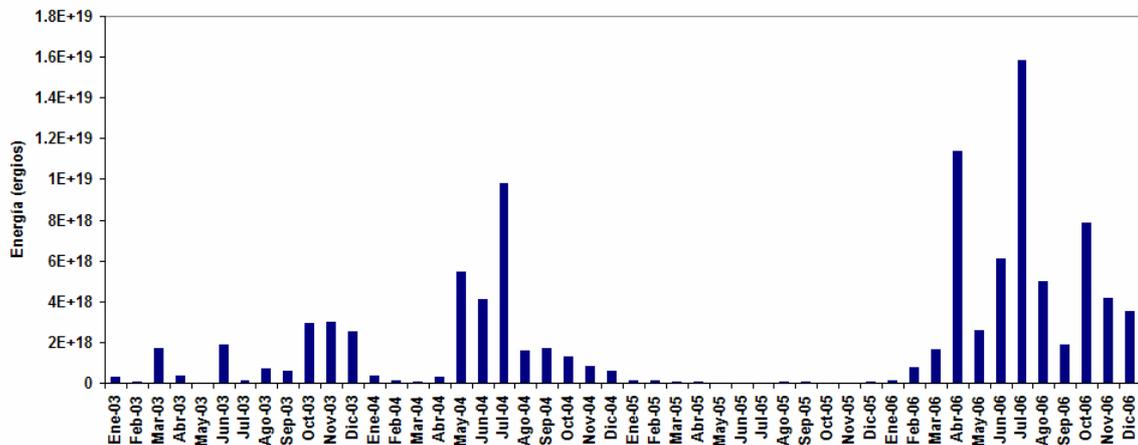


Figura 3-b. Energía sísmica mensual liberada por los eventos de largo período del Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines del 2006.

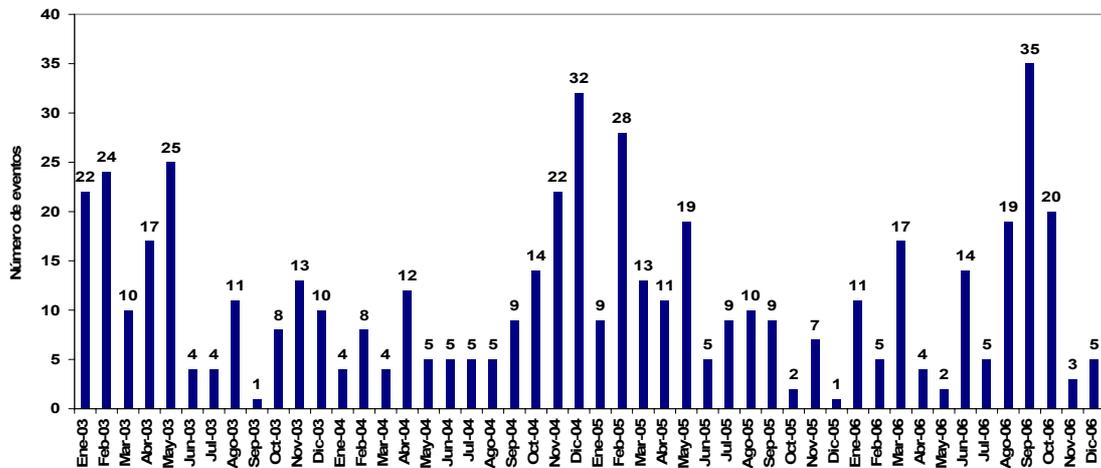


Figura 4-a. Número mensual de eventos volcano-tectónicos en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines del 2006.

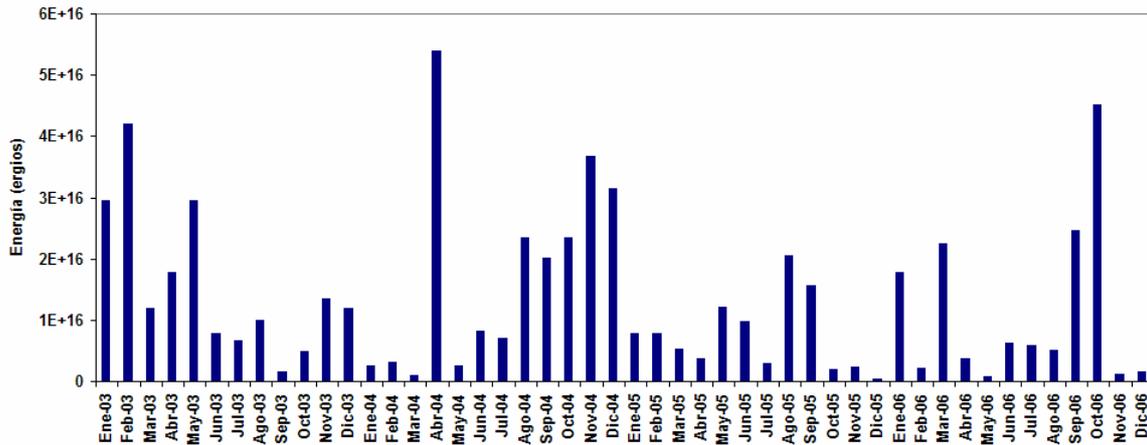


Figura 4-b. Energía sísmica mensual liberada por los eventos volcano-tectónicos en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines del 2006.

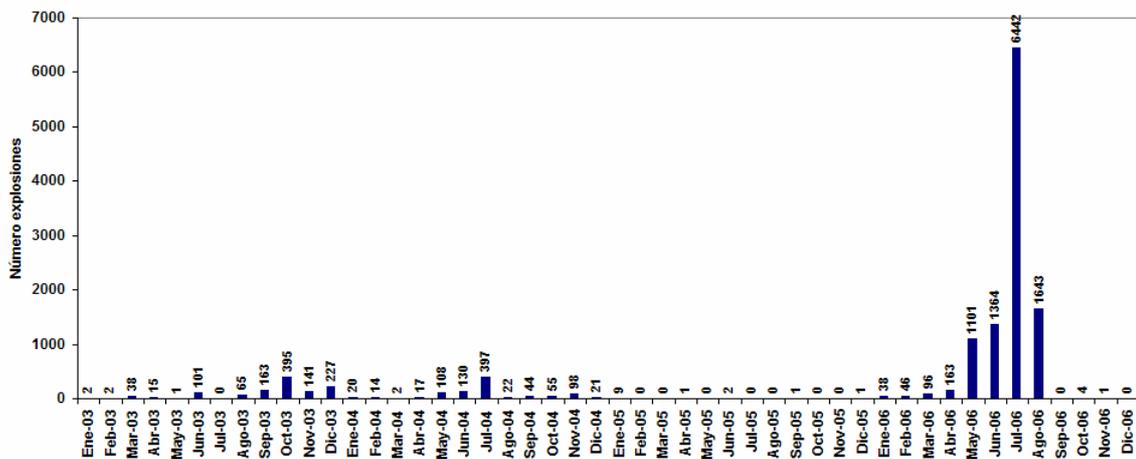
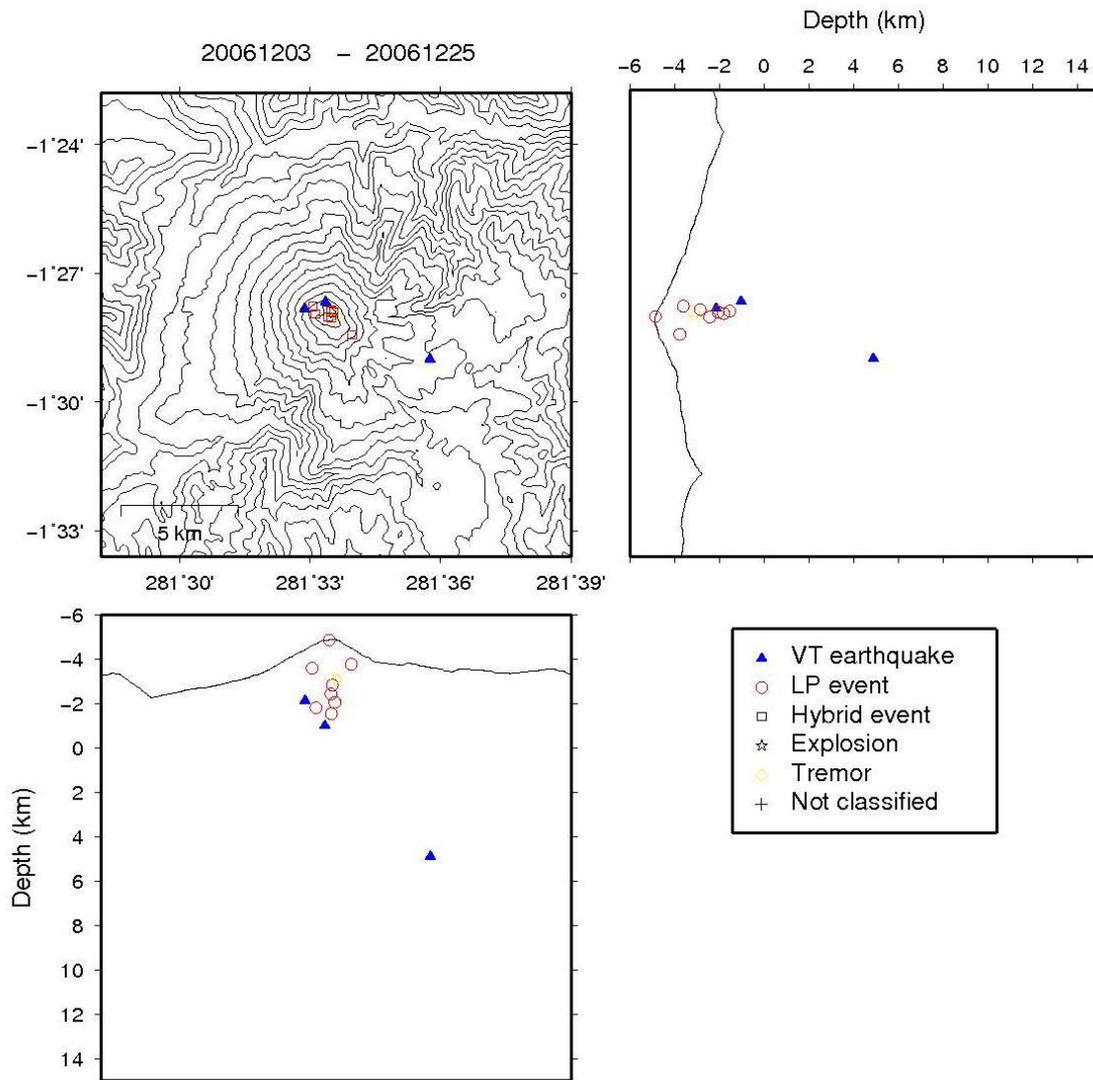


Figura 5. Número mensual de explosiones en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines del 2006.

## 2.1 Localizaciones

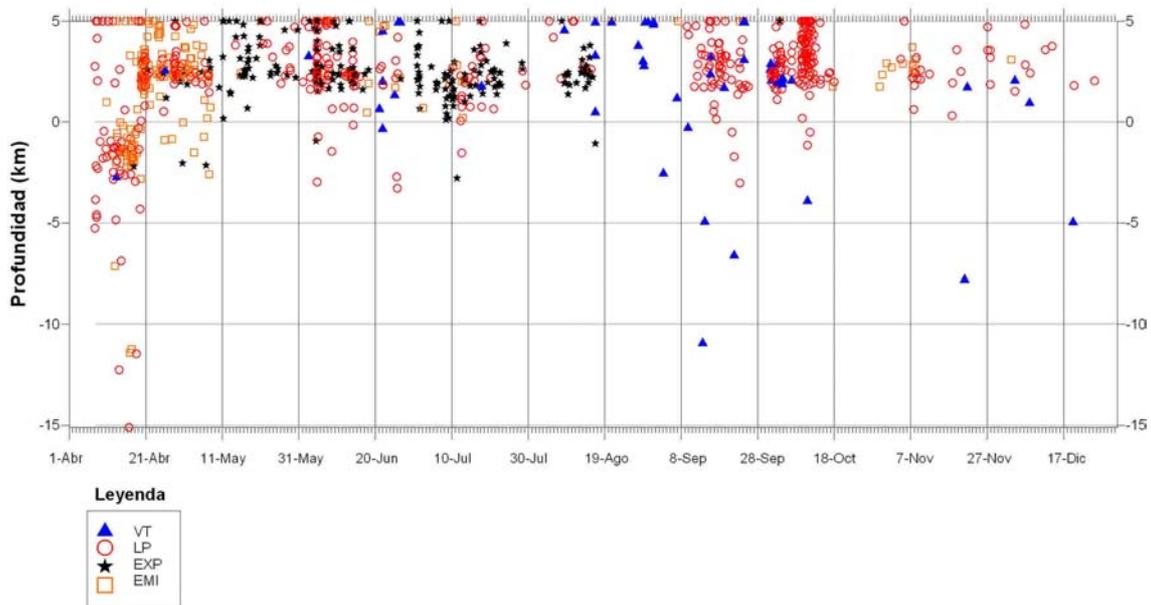
La actividad sísmica durante Diciembre fue totalmente superficial (Figuras 7-a y 7-b). Los eventos LP se localizaron desde el nivel del cráter hasta 4 km bajo el cráter. Dos eventos VT también fueron ubicados cerca al conducto, entre 3 y 4 km bajo la cumbre mientras el otro se ubicó a 10 km bajo el mismo nivel y 6 km al oriente. En resumen no hubo ningún ascenso de magma desde zonas profundas bajo el volcán, dado la característica somera de los eventos LP's.



**Figura 7-a.** Localizaciones de los eventos volcánicos durante el mes de Diciembre de 2006.



Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua  
1 de Abril al 31 de Diciembre de 2006



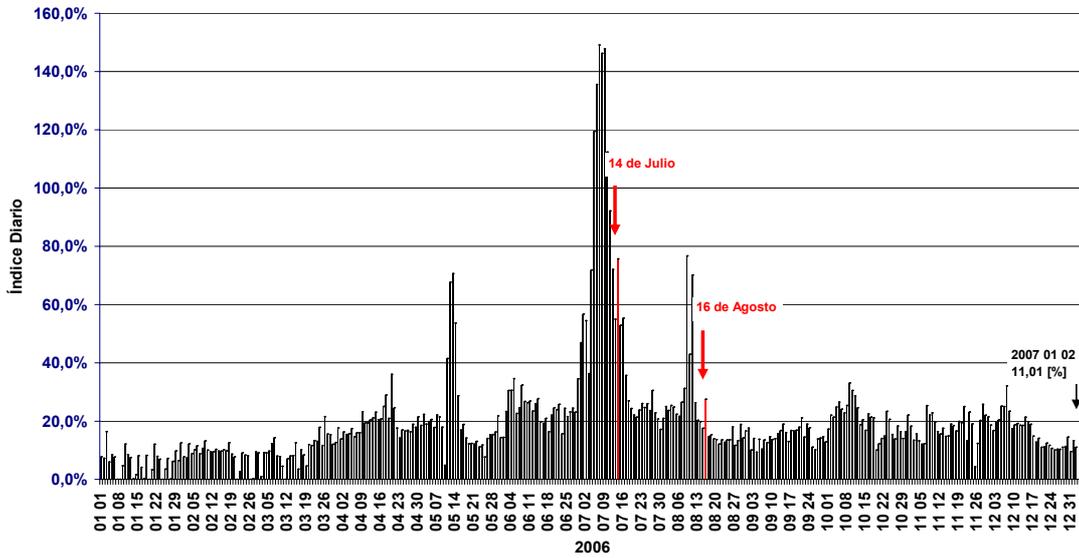
**Figura 7-b.** Evolución temporal de la profundidad de los eventos entre Abril y fines de Diciembre del 2006.

## 2.2 Índice sísmico

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 variaciones pequeñas durante este mes. A fines de noviembre con el incremento de la energía de los eventos de movimiento de fluidos (LP) el índice subió ligeramente y esta tendencia se mantuvo hasta el 18 de Diciembre con la ocurrencia de tremor y eventos LP que entre el 14 y 17 de Diciembre aumentaron en número. A partir del 18, solo se registraron eventos LP y cada vez en menor número lo cual hizo bajar el índice diario (Figura 8-a) y la tendencia del índice promedio, hasta fines de año fue a disminuir (Figura 8-b). Si bien el índice ha variado, estas variaciones ocurrieron dentro del rango de referencia esperado (Figura 8-c).

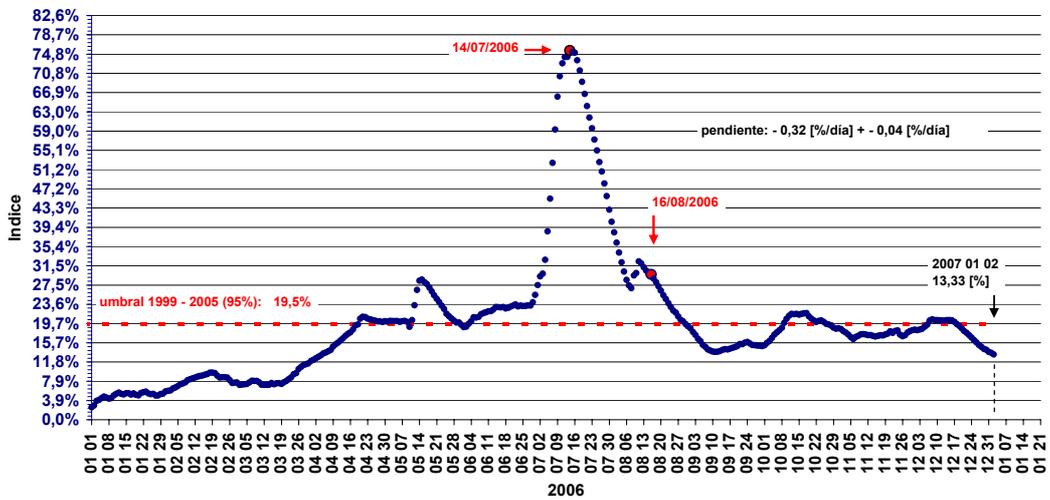


VOLCÁN TUNGURAHUA  
INDICE SÍSMICO VALORES DIARIOS  
01 Ene 2006 - 02 Ene 2007

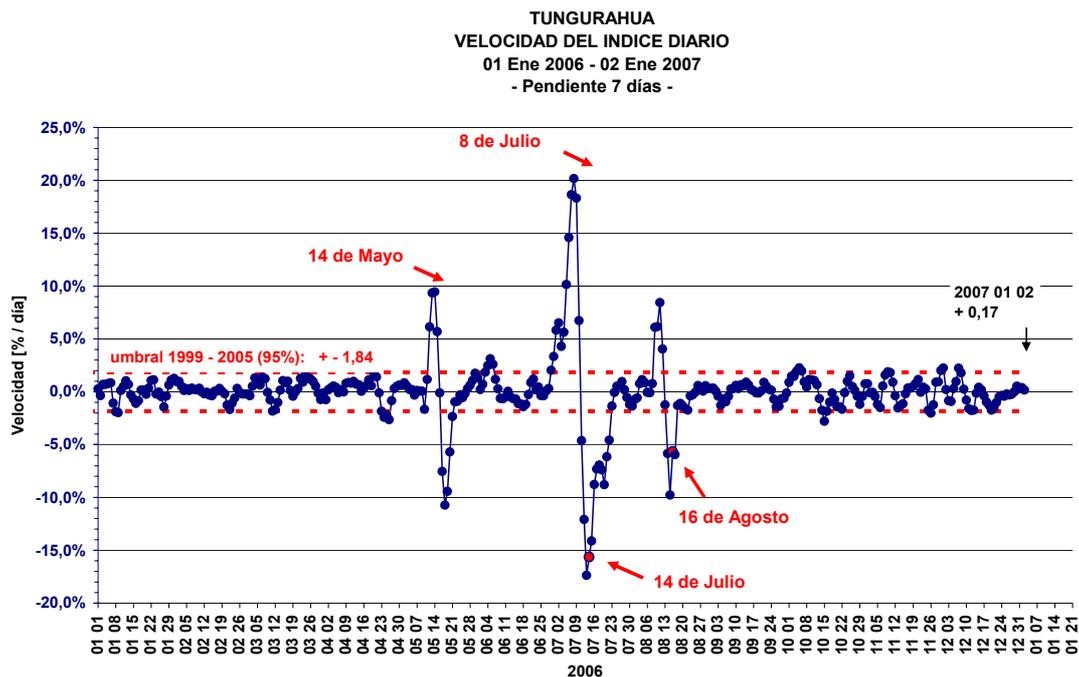


(a)

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



(b)



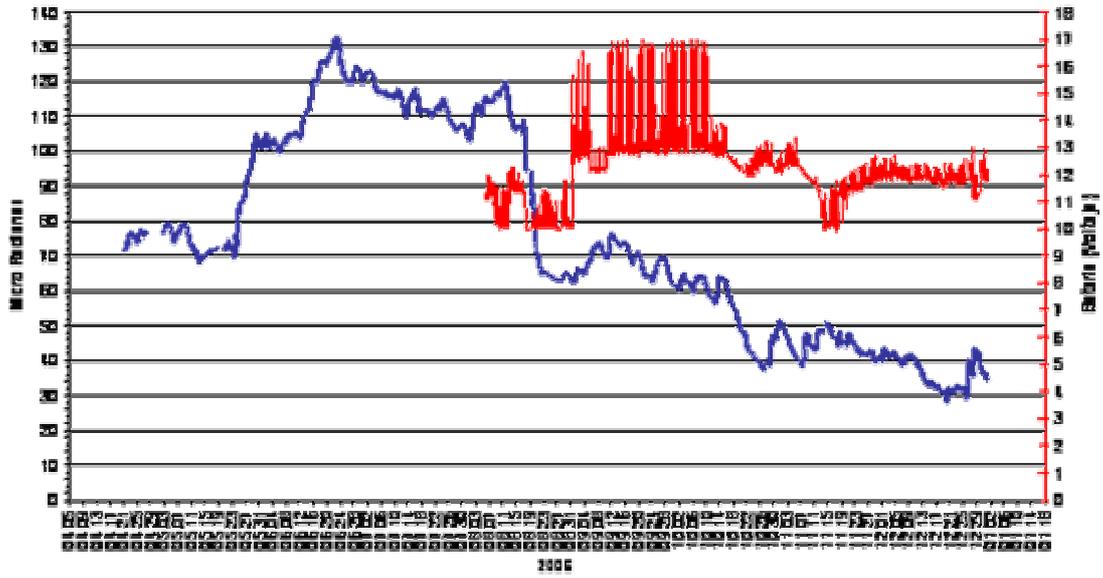
**Figuras 8-a, 8-b y 8-c** Índice sísmico. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto y los valores mayormente estables durante los meses de Septiembre a Diciembre.

### 3. Deformación

Durante la primera parte del mes de Diciembre se observa una cierta estabilidad del eje radial de la estación RETU, la misma que se correlaciona con la tranquilidad del volcán. Posteriormente empieza una señal de ligera deformación quizás relacionada con una concentración de energía en la parte superior del cono que luego se liberó con la emisión que generó una columna de 5 Km de altura en la mañana del 6 de Diciembre. Además se registraron dos VT, el 5 y 6 de Diciembre. Este fase de tendencia ligera de deformación (10 microradianes) estuvo presente hasta el 21 de Diciembre y luego se estabilizó, hecho relacionado con el menor número de sismos que se registraron; luego mostró una ligera deflación que se mantuvo hasta el 1 de Enero (Figuras: 9-a, 9-b, 9-c). Vale notar que durante esta última semana el volcán estuvo sumamente tranquilo y el número de LP's siguió disminuyendo. Las tendencias mostradas en el eje tangencial de Retu y el eje radial de Juive no tienen mayores variaciones y reflejan en menor grado las tendencias registradas en RETU radial.

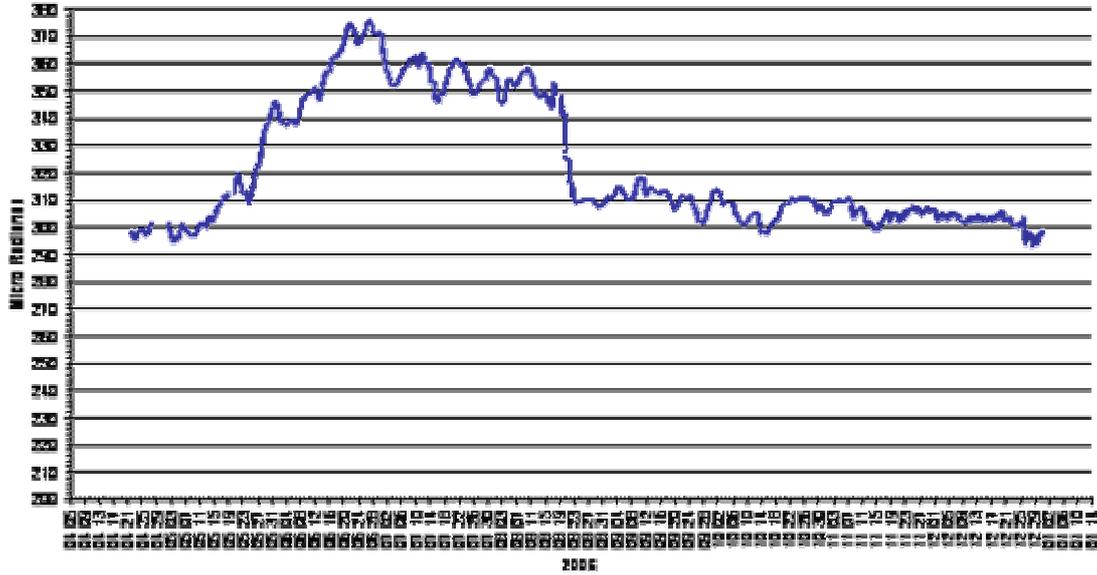


RETU - EJE RADIAL  
(suavizado de 1 día)

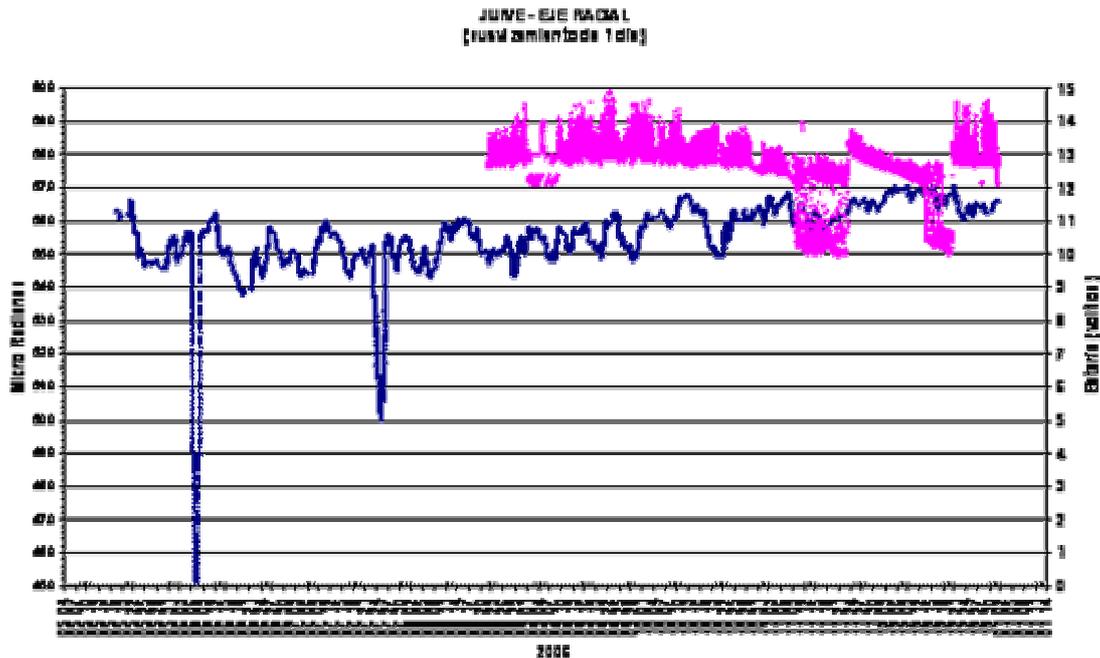


(a)

RETU - EJE TANGENCIAL  
(suavizado de 1 día)



(b)



(c)

*Figuras 9-a, 9-b, 9-c Representación de los valores de los ejes radiales y tangenciales de la estación inclinómetro RETU y JUIV5 hasta fines de diciembre 2006.*

## 4. Geoquímica

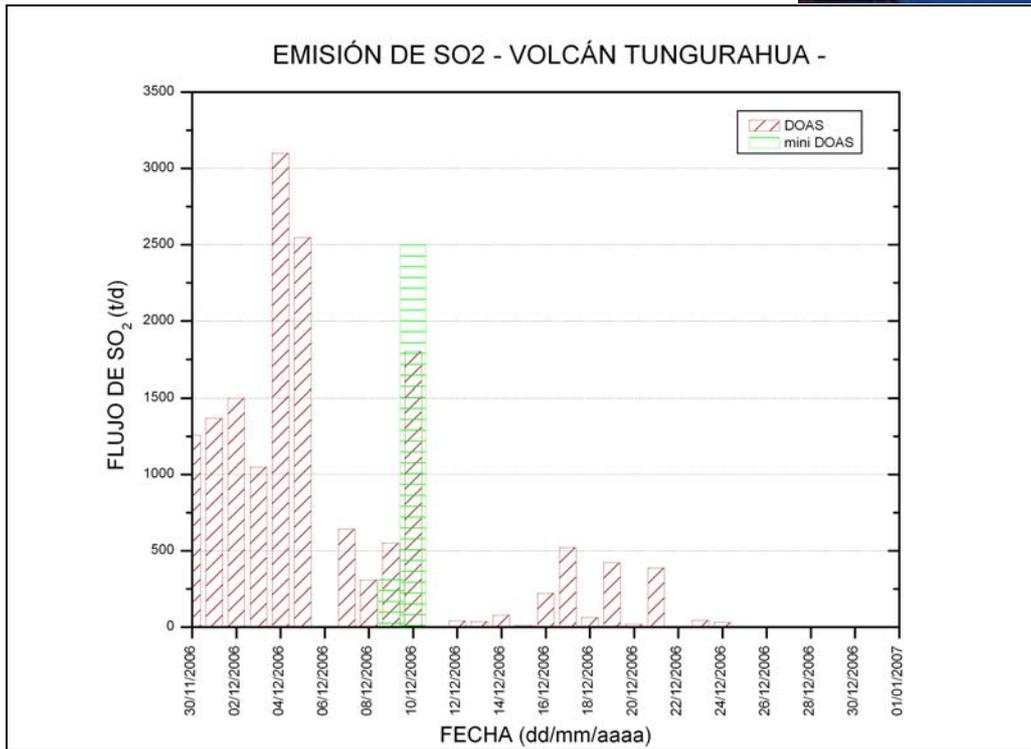
### Emisiones

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.

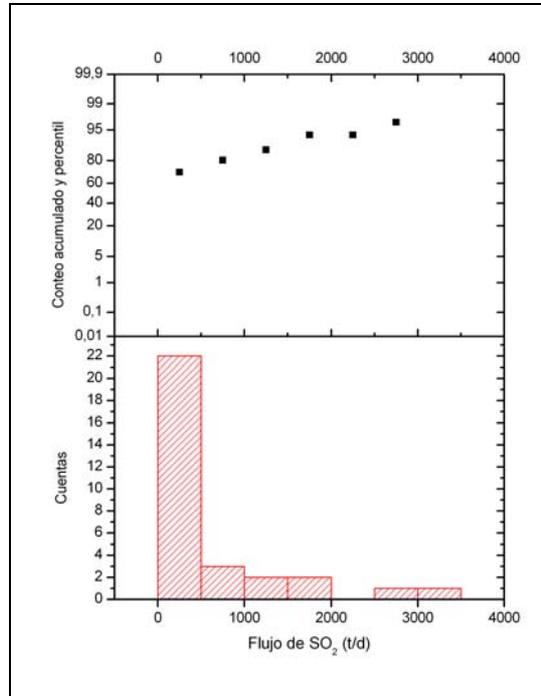
El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de  $\text{SO}_2$ , basadas en la técnica de espectroscopía 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.

Durante el mes de Diciembre de 2006, el flujo de  $\text{SO}_2$  mostró una tendencia descendente respecto a los meses anteriores. El valor medio es de  $702 \pm 885 (\pm 1\sigma)$  t/d. La pluma volcánica pudo ser observada durante 21 días, el resto del tiempo, su inobservancia se debió a la nubosidad en la zona o la propia ausencia de emisiones del volcán.

El patrón de degasificación observado es indicativo de la eliminación de gas de un cuerpo magmático somero sin aporte de nuevo magma desde profundidad. Este comportamiento es coherente con los otros parámetros de actividad registrados y con las observaciones visuales del volcán.



**Figura 10-a.** Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua durante el mes de Diciembre de 2006. Las técnicas DOAS, mini DOAS y COSPEC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN

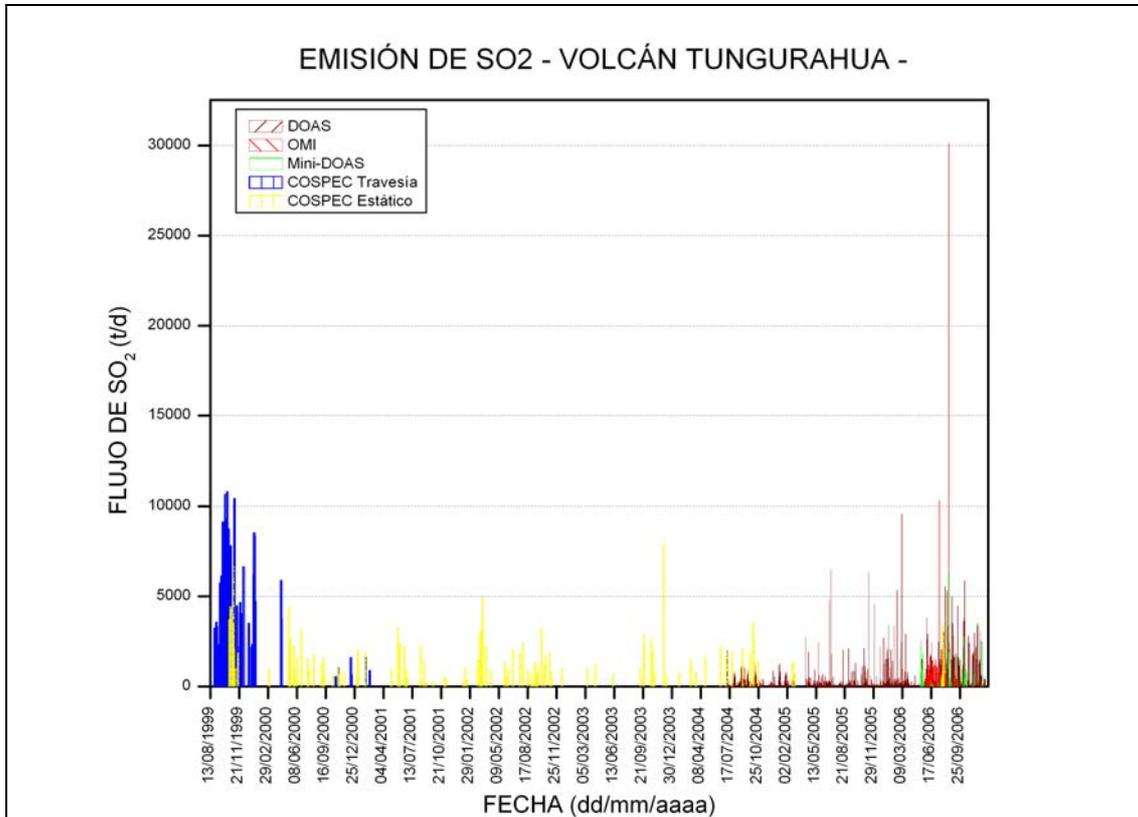


**Figura 10-b.** (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS

Estadísticas mensuales:



Valor medio: 702 t/d  
 Variabilidad ( $1\sigma$ ): 885 t/d  
 Valor máximo: 3100 t/d (4 de diciembre)  
 Emisión estimada: 21762 t de SO<sub>2</sub>



**Figura 10-c.** Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Diciembre de 2006

## 5. Lahares

Durante el mes de Diciembre con la ocurrencia de lluvias prolongadas se dispararon varios lahares de diverso tamaño. Los más importantes ocurrieron los días 3, 14, 20 y 28. El día 28 ocurrieron los lahares más destructivos, la población de Bilbao quedó aislada, ya que varias de las quebradas que lo rodean fueron profundamente erosionadas.

Las quebradas afectadas por los lahares fueron:

Fecha	Drenaje	Tamaño
3	Rea	Pequeño
	Romero	Pequeño
	Mapayacu	Pequeño
14	Mapayacu	Pequeño
20	Bilbao	Mediano
	Mandur	Pequeño
28	La Pampa	Mediano
	Pingullo	Mediano
	La Hacienda	Pequeño



	Mandur	Pequeño
	Achupashal	Mediano
	Motilonos	Mediano

**Tabla 2.** Listado los principales lahares que descendieron por las diferentes quebradas del Tungurahua. Los lahares que descendieron por las quebradas del flanco Occidental destruyeron total o parcialmente la carretera Baños – Penipe.

## 6. Observaciones visuales y auditivas

La zona del volcán se presentó mayormente nublada, por lo que hay escasas observaciones del cráter. Los vientos se han dirigido la mayor parte del tiempo hacia el SW-W-NW y en muy raras ocasiones hacia el N-NE.

La actividad volcánica fue variable, pero en general fue mucho menor que el mes pasado. Se caracterizó por la emisión pulsátil de vapor, gases y poca a moderada carga de ceniza. Se tuvo reportes de leve caída de ceniza en unos pocos poblados asentados en los alrededores del volcán (Tabla 3), marcando los días de mayor actividad. El miércoles 6 se registró una emisión que generó la columna más alta, 5 km; el jueves 7 y martes 12, 2 emisiones ocurrieron acompañadas de bramidos y el rodar de bloques según reportaron los vigías ubicados en los alrededores del volcán (p.e. Juive, Choglontus, Pillate, Runtún y Bilbao).

En general, las emisiones generaron columnas de 500 a 2000 m snc y con un máximo de hasta el 5000 m snc al inicio del mes; durante la segunda quincena las columnas no superaron los 500 m de altura snc. Por otro lado, las fumarolas del flanco NE y del borde NE del cráter se presentaron activas. Por las noches y con ayuda del visor nocturno fue posible observar brillo de leve intensidad en zona del cráter.

Ubicación	Población	6	7	9	12
SW	Bayushig				
SW	Penipe				
WSW	Choglontus				
W	Yuibug				
;WNW	Cotaló				
NNW	Juive				
N	Pondoa				
N	Baños				
NNE	Runtún				

**Tabla 3.** Reportes recibidos de caída de ceniza en los poblados asentados en los alrededores del volcán, se mencionan también algunas ciudades principales que tuvieron leve o moderada caída de ceniza. Una gran parte del tiempo la pluma se dirigió hacia el SE, en dicha dirección no existen poblaciones, por lo tanto la tabla no refleja la importante caída de ceniza que soportó este sector del volcán.

## 7. Nubes de Ceniza

Por la baja actividad interna en el volcán durante el mes de Diciembre 2006, se produjeron menos emisiones de ceniza en comparación con los meses anteriores. Las pocas emisiones que se registraron alcanzaron una altura de 22000 a 23000 pies de altura, con un alcance mayor a 35 km con dirección al Este (Figura 11).



Modificado de : <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>. Realizado por : Ing. David Rivero

**Figura 11.** *Dispersión de las nubes de ceniza en Diciembre 2006.*

## 8. Conclusiones

El comportamiento del volcán lleva a concluir que en su estado post-eruptivo hay pocas variaciones de un día a otro, que los parámetros monitoreados—sísmicos, deformación, gases, observaciones visuales, etc., tienden a mostrar niveles más bajos con el paso del tiempo y que solo con otra inyección de magma nuevo habrá suficiente calor y material para calentar y subsecuentemente perturbar el sistema hidrotermal del volcán.

El presente informe fue compilado por:

### Grupo de sismología

Guillermo Viracucha [gviracucha@igepn.edu.ec](mailto:gviracucha@igepn.edu.ec)  
 Pablo Cobacango [pcobacango@igepn.edu.ec](mailto:pcobacango@igepn.edu.ec)  
 Pablo Palacios [ppalacios@igepn.edu.ec](mailto:ppalacios@igepn.edu.ec)  
 Mónica Segovia [msegovia@igepn.edu.ec](mailto:msegovia@igepn.edu.ec)

### Grupo de vulcanología

Diego Barba [dbarba@igepn.edu.ec](mailto:dbarba@igepn.edu.ec)  
 Patricia Mothes [pmothes@igepn.edu.ec](mailto:pmothes@igepn.edu.ec)  
 Santiago Arellano [sarellano@igepn.edu.ec](mailto:sarellano@igepn.edu.ec)  
 David Rivero [drivero@igepn.edu.ec](mailto:drivero@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.

Quito, 30 de Enero de 2007