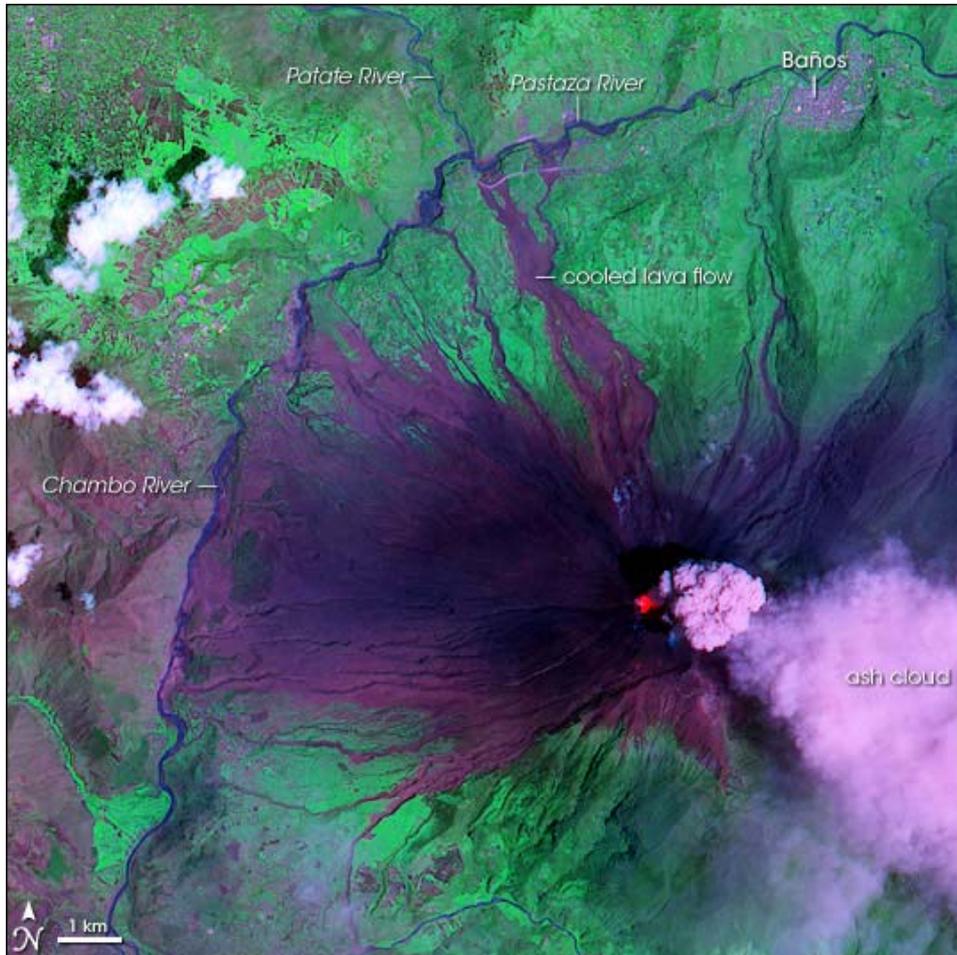




Resumen Mensual  
Actividad del Volcán Tungurahua- Noviembre del 2006  
Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/shownh.php3?imgid=14022>  
Foto (ASTER) Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer on NASA's Terra satellite. V. Tungurahua, Oct. 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**

La actividad volcánica disminuyó respecto al mes anterior, observándose los siguientes cambios: la sismicidad total se redujo drásticamente en ~50%, la pendiente de la deformación inflacionaria registrada en el inclinómetro de RETU fue menor, finalmente se notó una disminución de la tasa de emisión promedio de SO<sub>2</sub> en un 25%. A nivel superficial, las emisiones fueron menos energéticas y con menor cantidad de ceniza. Por otro lado, las propiedades físico-químicas de las fuentes termales no mostraron cambios importantes.

La sismicidad estuvo caracterizado principalmente por la generación de sismos LP, emisiones, ocupando un segundo plano los sismos VT y prácticamente ausencia de explosiones. Los eventos se localizaron casi en su totalidad en las inmediaciones del cráter, salvo un VT que ocurrió el día martes 21 y que se ubicó al norte del cráter a una profundidad de 8 km bnm (bajo el nivel del mar). Respecto al índice sísmico, este mostró valores similares a los observados en los meses de Septiembre y Octubre, ubicándose bajo del umbral 1999-2005.

La actividad superficial estuvo caracterizada por la emisión de vapor, gases y cantidades moderadas a bajas de ceniza. Las columnas alcanzaron los 1000 a 2000 m snc (sobre el nivel de la cumbre) y en algunas ocasiones llegaron a alcanzar los 6000 m snc.

La dirección de los vientos fue bastante variable. La pluma cubrió los 360°, lo que trascendió en caídas de ceniza en varios de los poblados asentados en los alrededores del volcán. De los reportes recibidos se nota que ocurrieron dos épocas de mayor afectación, la primera del 4 al 12 y la segunda del 22 al 30, siendo el primer periodo el de mayor importancia.

Varias observaciones del edificio fueron obtenidas durante la primera quincena del mes debido a las buenas condiciones climáticas presentes en la zona durante esta época del año. Este mes es de baja precipitación, sin embargo se produjeron varias lluvias fuertes que dispararon la generación de lahares de diverso tamaño, los más importantes ocurrieron los días 7, 11, 12, 13, 14 y 16. Entre estos se destaca el que descendió por Juive Grande el día lunes 13 y que llegó a cerrar la carretera nacional Pelileo – Baños a la altura de Los Pájaros.

Las fumarolas del flanco NE y del borde NE del cráter se presentaron activas. Durante las noches fue posible observar brillo a nivel del cráter y pequeñas fuentes de lava.

En resumen, la disminución paulatina de la actividad superficial podría ser interpretado como la finalización del “cenizazo” que inició el mes anterior y que se ha caracterizado por la emanación de cantidades importantes de ceniza y la ausencia de bramidos y explosiones.



## 2. Sismicidad

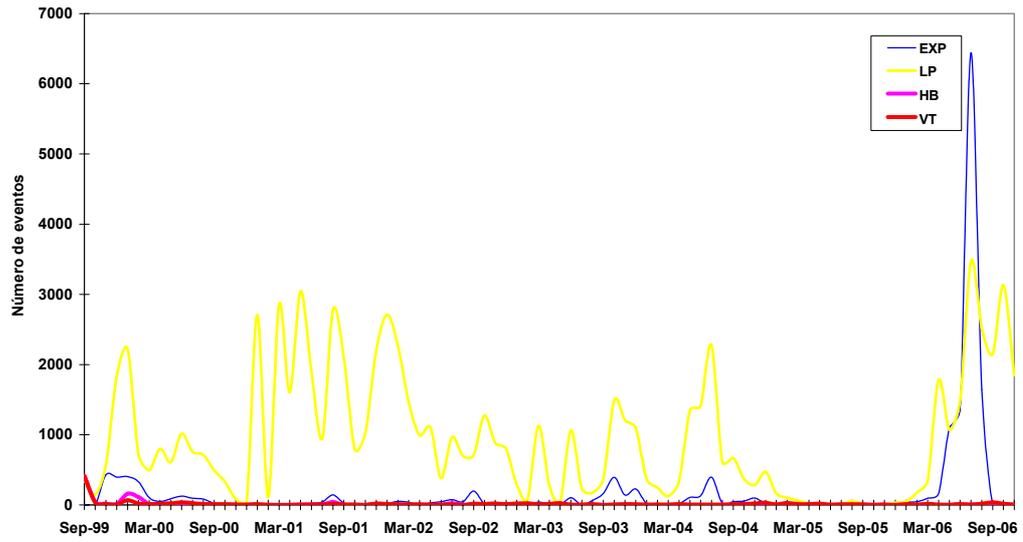
El número total de eventos en Noviembre es menor con respecto al mes anterior. Los eventos de de largo período (LP) continúan siendo los más importantes en número. (Tabla 1 y Figuras 1 y 2). Durante las 4 primeras semanas del período analizado, el promedio es de alrededor de 300 eventos por semana, pero en la última semana, su número se duplica. En cuanto al número de emisiones (tremor de emisiones), el promedio semanal durante las primeras cuatro semanas también es estable y se ubica en 225 eventos y en la última semana se incrementa un poco. Diariamente se observa mayor variación y una estrecha relación entre estos 2 tipos de eventos, así, desde principios de mes y hasta el 16, el número emisiones es menor, mientras que ocurren más LP y luego, hasta fines de mes, con el incremento de las emisiones, se registran menos LP (Figura 3). Mensualmente, como ya se dijo anteriormente, el número de LP es menor con respecto a los últimos 4 meses (Figura 4-a) y su energía es menor al mes de Octubre, pero mayor a Septiembre (Figura 4-b); realizando una comparación en cuanto a la energía de estos eventos, los LP de Octubre y Noviembre son comparables, mientras que los que se registraron en Septiembre son más pequeños.

En cuanto a los eventos de fractura (VT), se registraron tan solo 4 eventos (Figuras 5-a y 5-b).

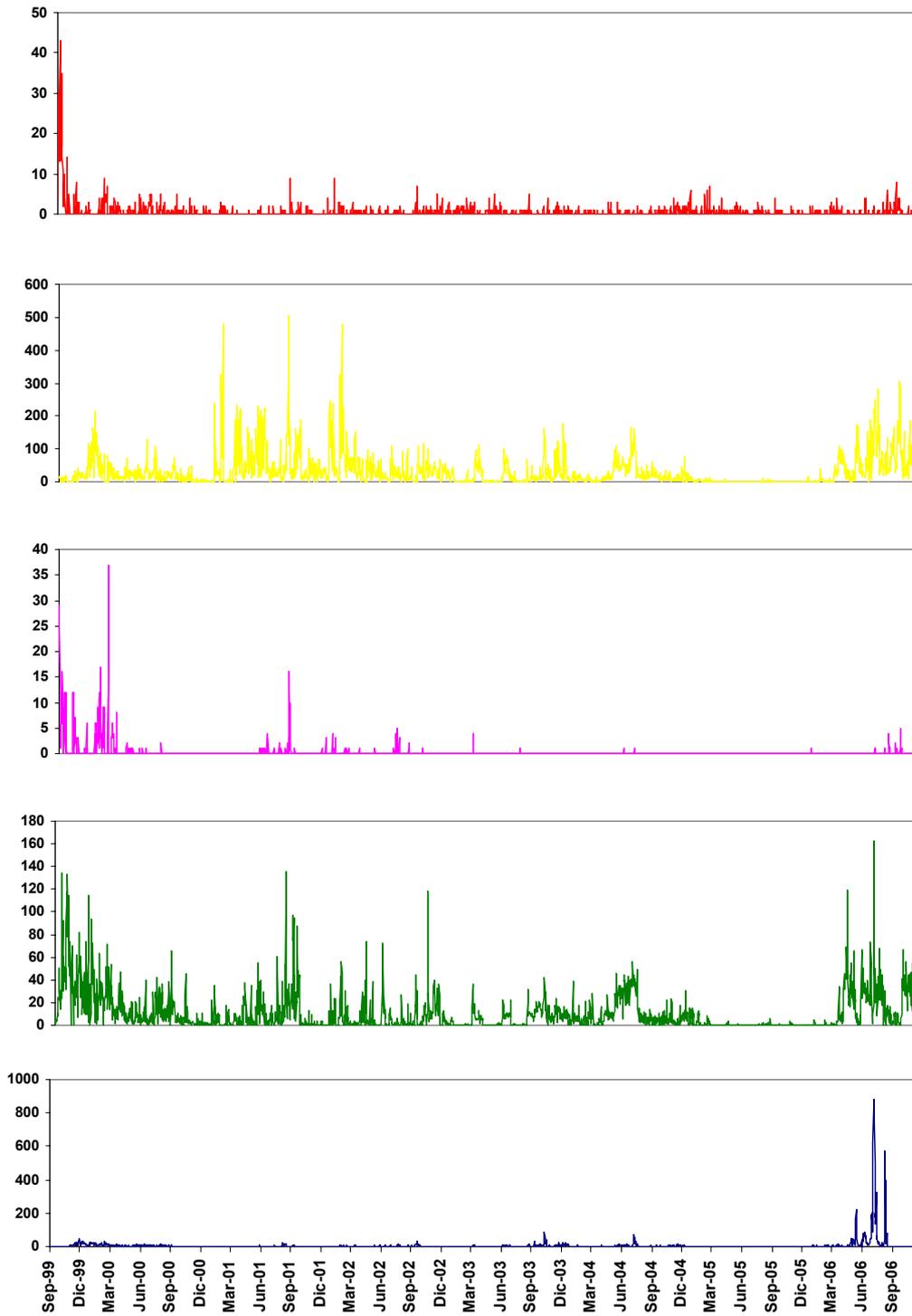
Durante este mes, se registró únicamente 1 explosión (Figura 6).

Fecha/ Semana	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
30 Oct- 5 Nov	251	249	2	0	191	0
6-12 Nov	359	358	1	0	207	1
13-19 Nov	438	437	1	0	209	0
20-26 Nov	237	236	2	0	295	0
27 Nov – 3 Dic	614	614	0	0	326	0
<b>Total Nov/06</b>	<b>1850</b>	<b>1846</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1049</b>	<b>1</b>
<b>Total Oct/06</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 Nov/2006</b>	<b>61.6</b>	<b>61.5</b>	<b>0.13</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>

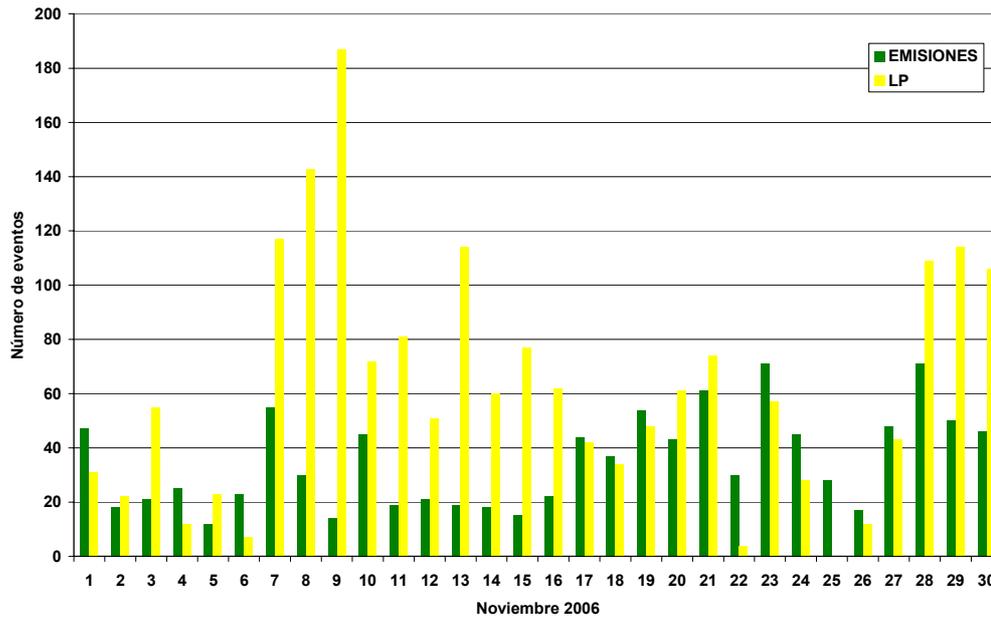
**Tabla 1.** Resumen de las estadísticas de actividad sísmica registrada durante los últimos cinco meses.



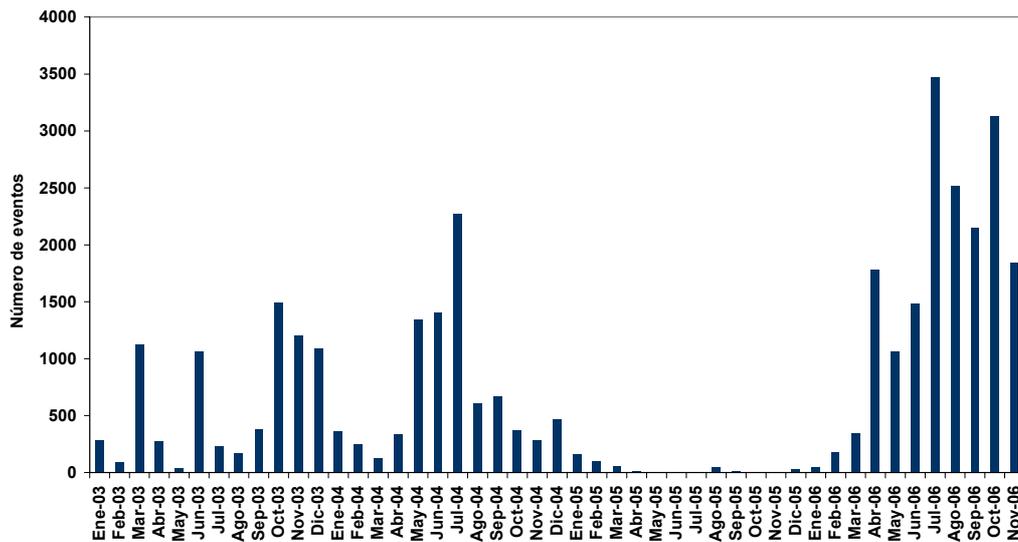
**Figura 1.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Noviembre del 2006.



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



**Figura 3.** Relación entre el número de diario de eventos LP y emisiones (tremor de emisiones) durante el mes de Noviembre del 2006.



**Figura 4-a.** Número mensual de eventos de largo período en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre de 2006.

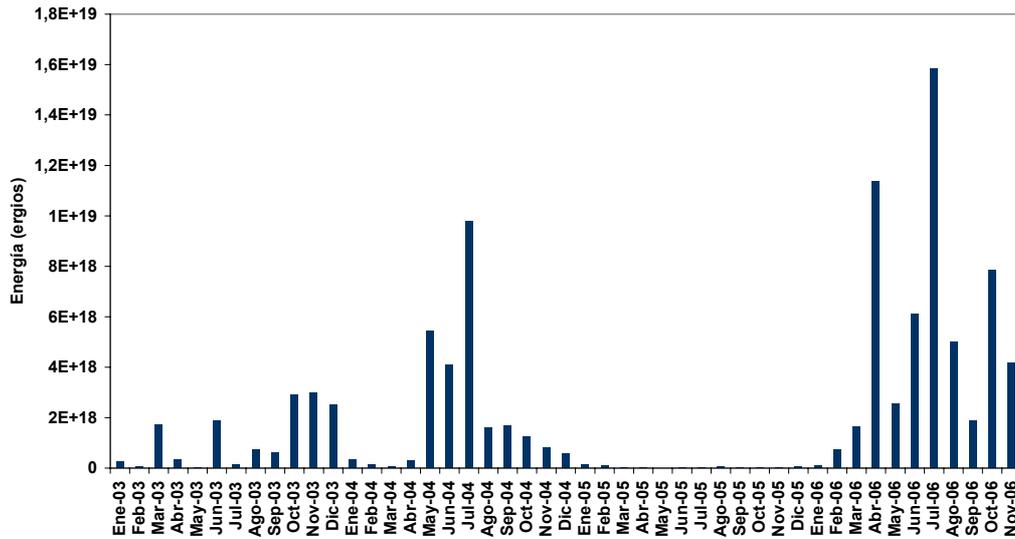


Figura 4-b. Energía sísmica mensual liberada por los eventos de largo período del Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre 2006.

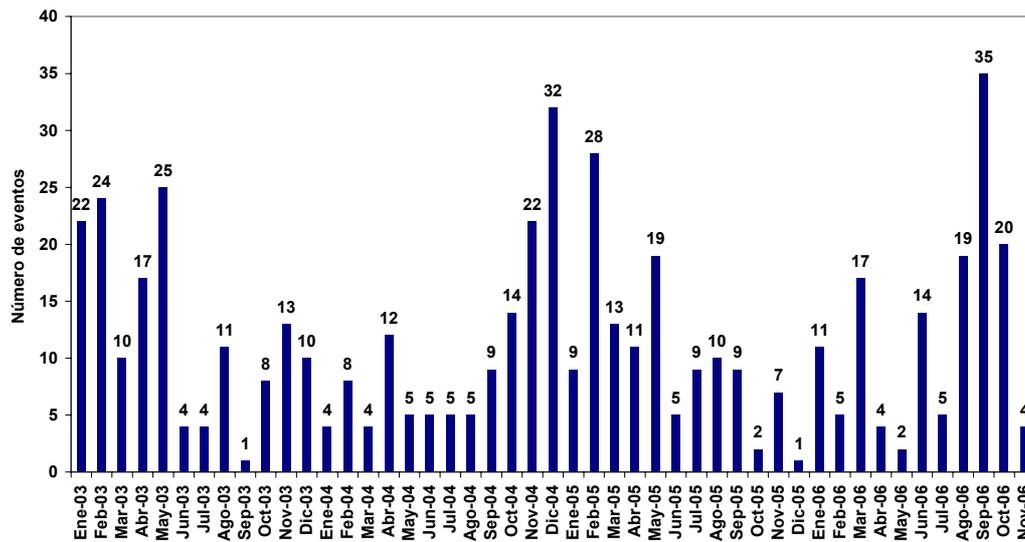


Figura 5-a. Número mensual de eventos volcano-tectónicos en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre de 2006.

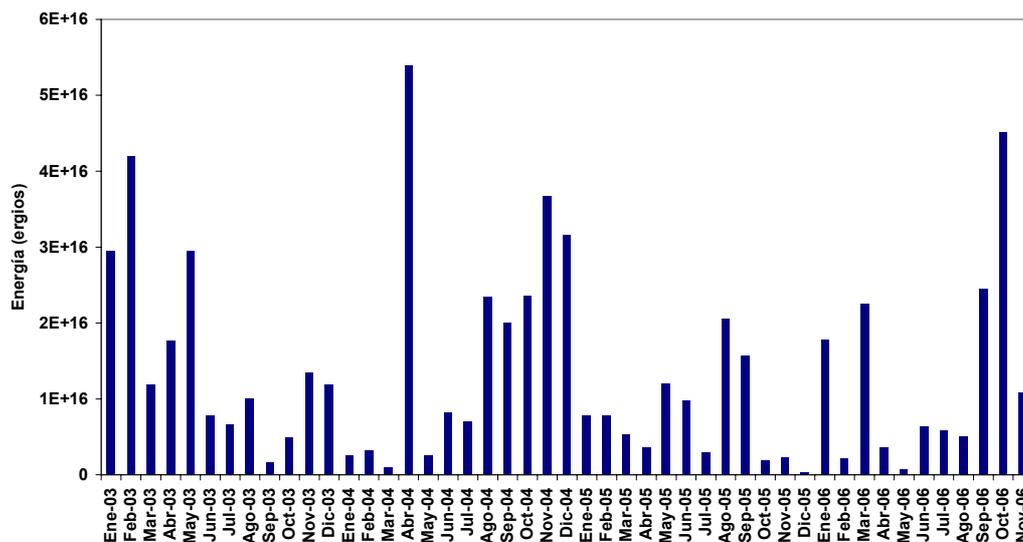


Figura 5-b. Energía sísmica mensual liberada por los eventos volcano-tectónicos en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre de 2006.

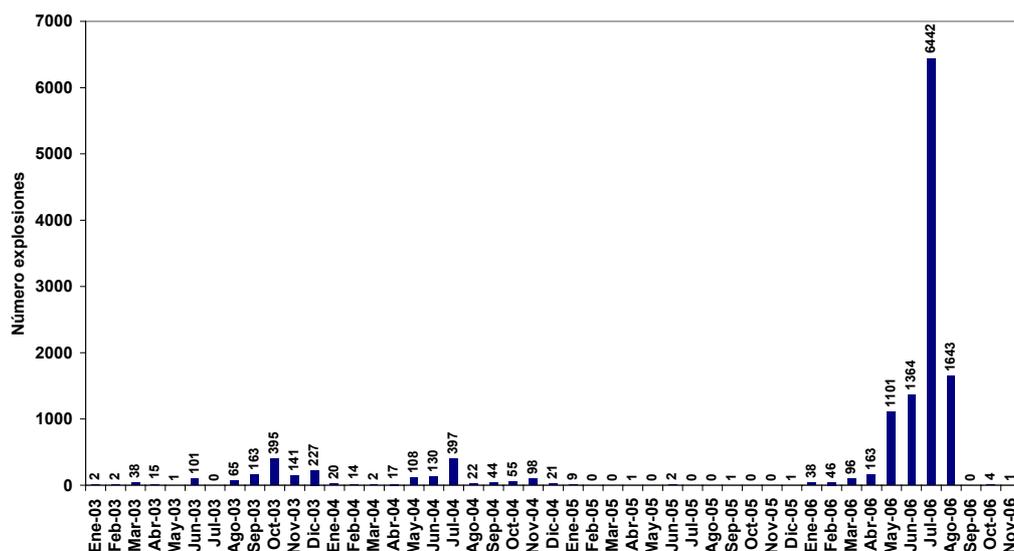
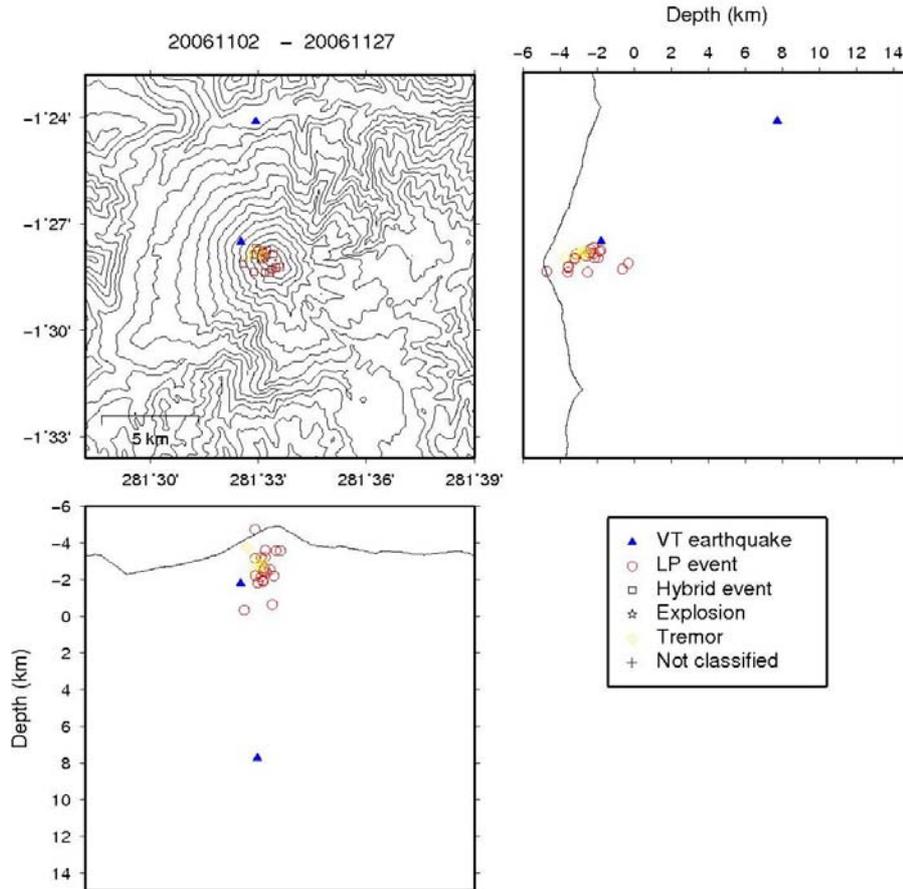


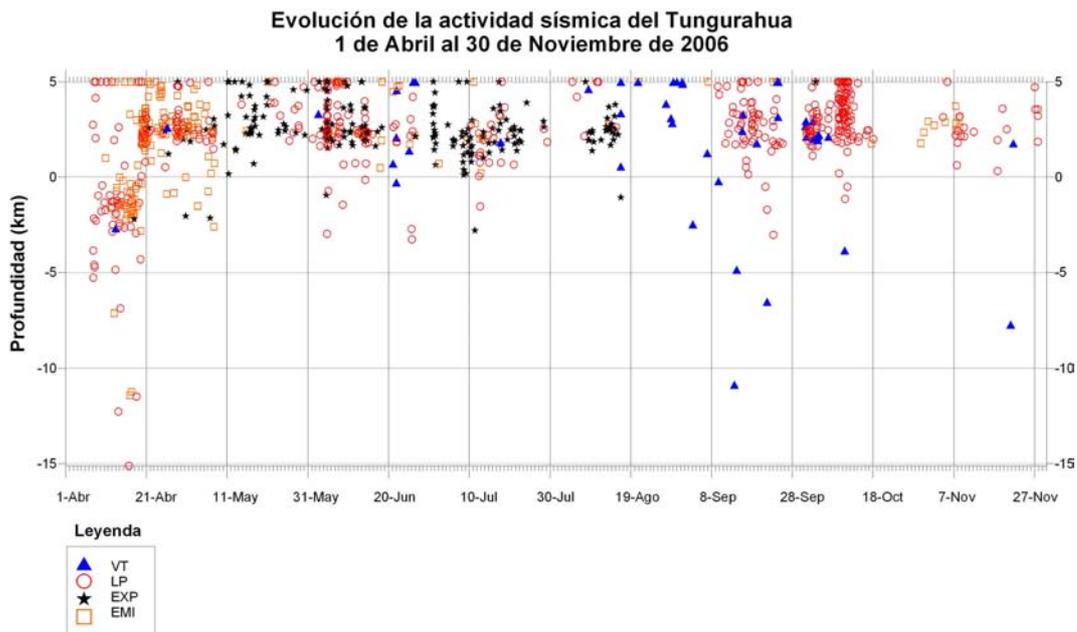
Figura 6. Número mensual de explosiones en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre de 2006.

## 2.1 Localizaciones

La actividad sísmica fue totalmente superficial (Figuras 7-a y 7-b). Los eventos LP se localizaron hasta unos 4 km bajo el cráter. Los eventos VT también fueron de carácter superficial, salvo el registrado el 21 de noviembre que se localizó en el flanco norte, a una distancia de 6 km del cráter, a una profundidad de 8 km bajo el nivel del mar, en la misma zona en donde se registraron 2 eventos en el mes de Septiembre.



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



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

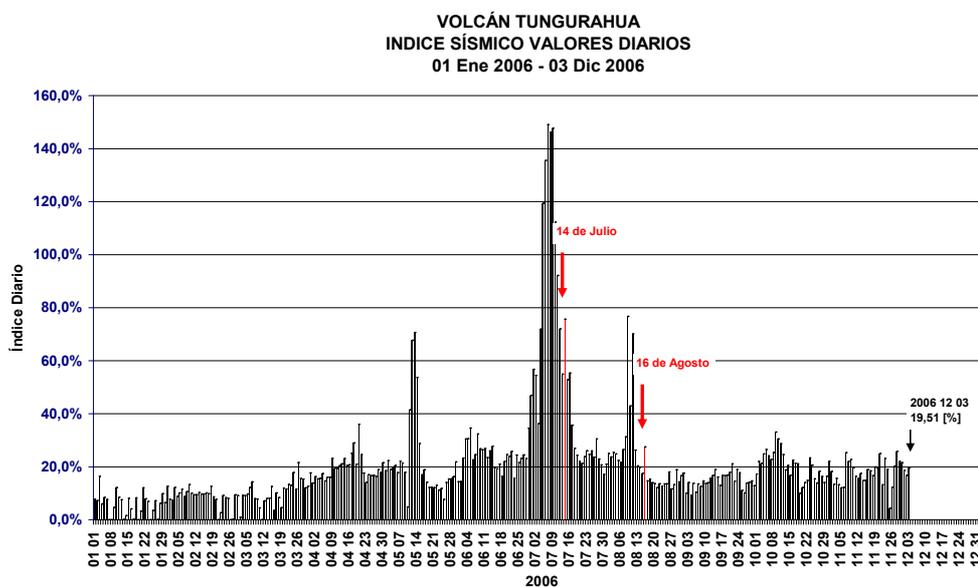


## 2.2 Índice sísmico

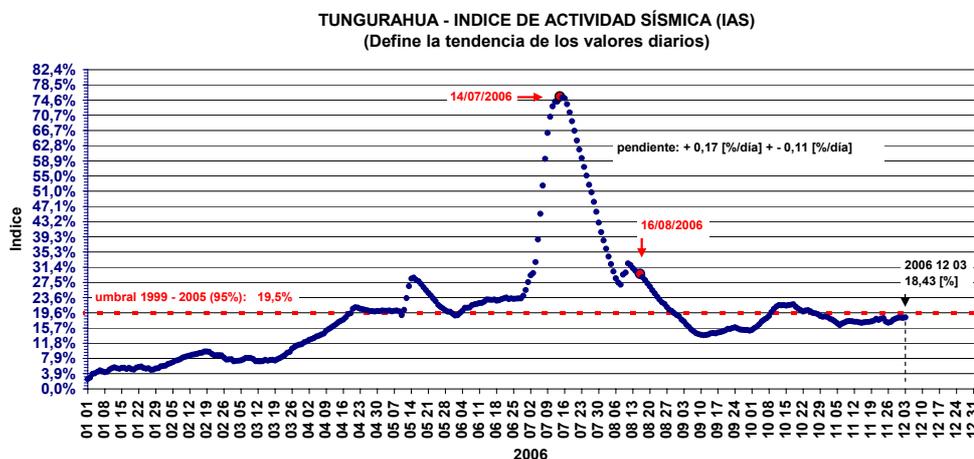
Es una medida adimensional que resume en un solo valor tanto la energía como el número de eventos de todas las señales sísmicas: explosiones, temblor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcano – tectónicos.

En la Figura 8-a se observa los valores diarios del índice, en la Figura 8-b, la tendencia de los valores del índice promediando con ventanas de 7 días y en la Figura 8-c, la velocidad de variación del índice (se resalta las fechas de las erupciones del 14 de Julio y 16 de Agosto y posteriormente el descenso por debajo del umbral establecido entre 1999-2005).

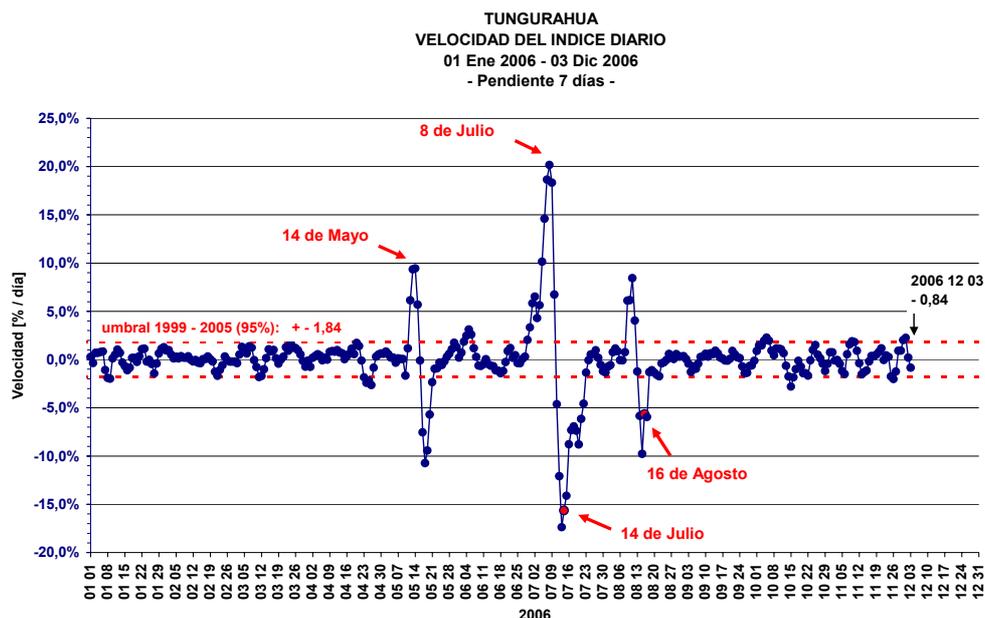
Durante Noviembre, los valores del índice se mantuvieron en rangos similares a los observados en Septiembre y Octubre (Figura 8-a). En cuanto a la tendencia de variación se mantuvo por debajo del umbral 1999-2005 aunque con muy ligeras variaciones (Figura 8-b). Asimismo, su velocidad de variación se mantuvo dentro de los rangos esperados (Figura 8-c).



(a)



(b)

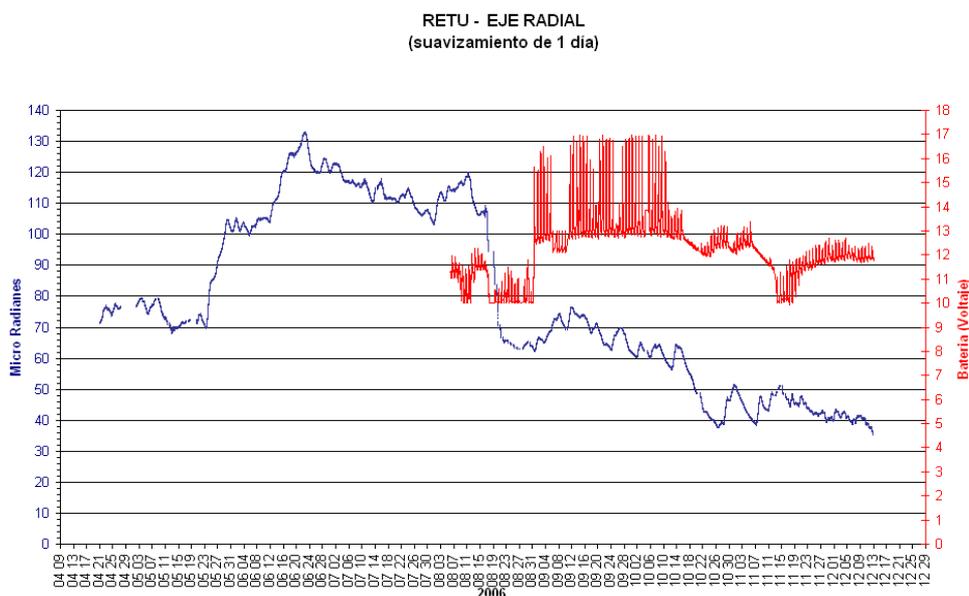


(c)

**Figura 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, Octubre y Noviembre.

### 3. Deformación

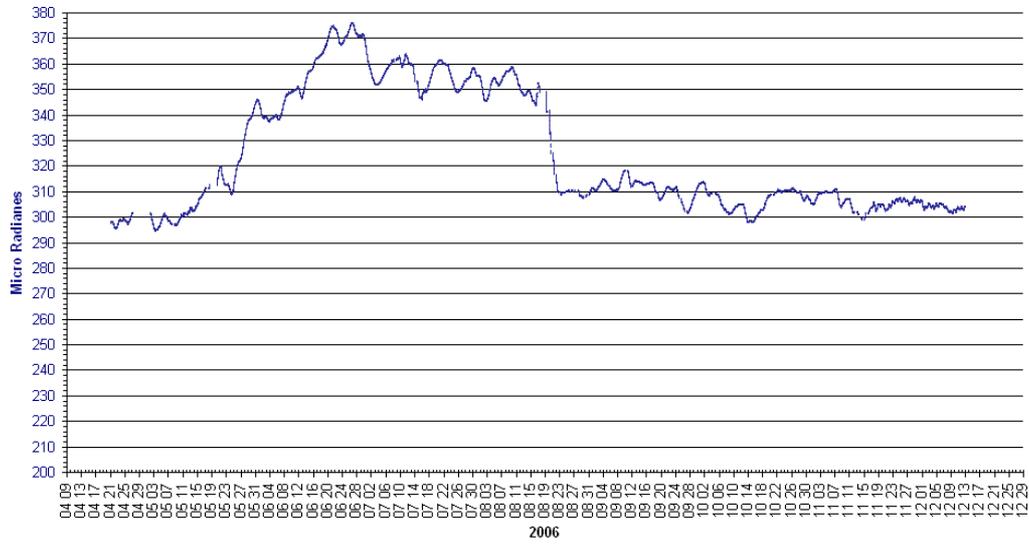
Durante este mes las oscilaciones en el eje radial de la estación RETU tuvieron una deriva total de solamente 10 microradianes. Desde el primero de noviembre, este eje experimentó una tendencia leve de deflación. La misma que estuvo relacionada con una degasificación y varias emisiones que produjeron leves caídas de ceniza. En comparación con otros meses, se puede decir que los valores de los dos inclinómetros no mostraron cambios bruscos y en general los datos se mantuvieron estables (Figura 9-a,9-b, 9-c y 9-d), observación concordante con el bajo nivel de actividad manifestado por el volcán.





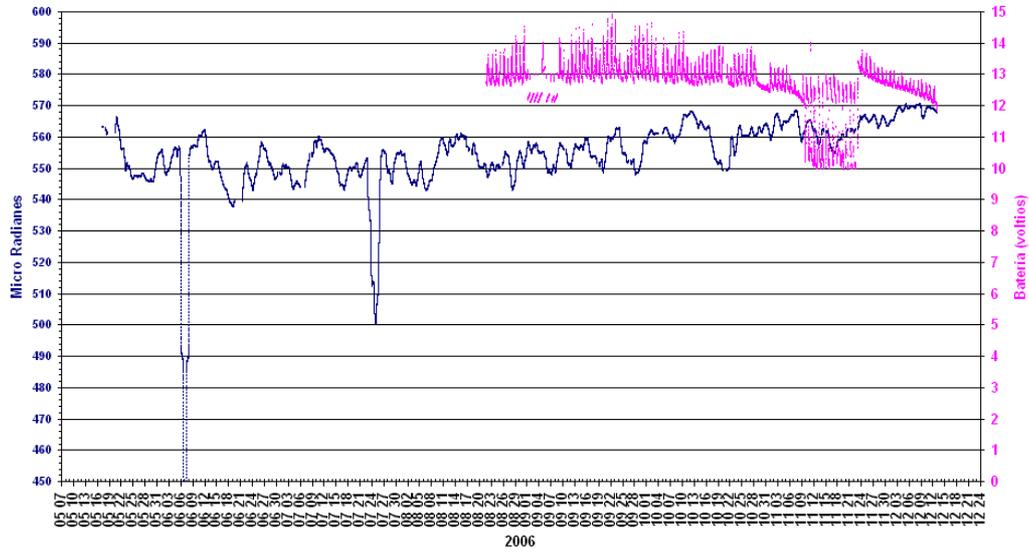
(a)

RETU - EJE TANGENCIAL  
(suavizado de 1 día)



(b)

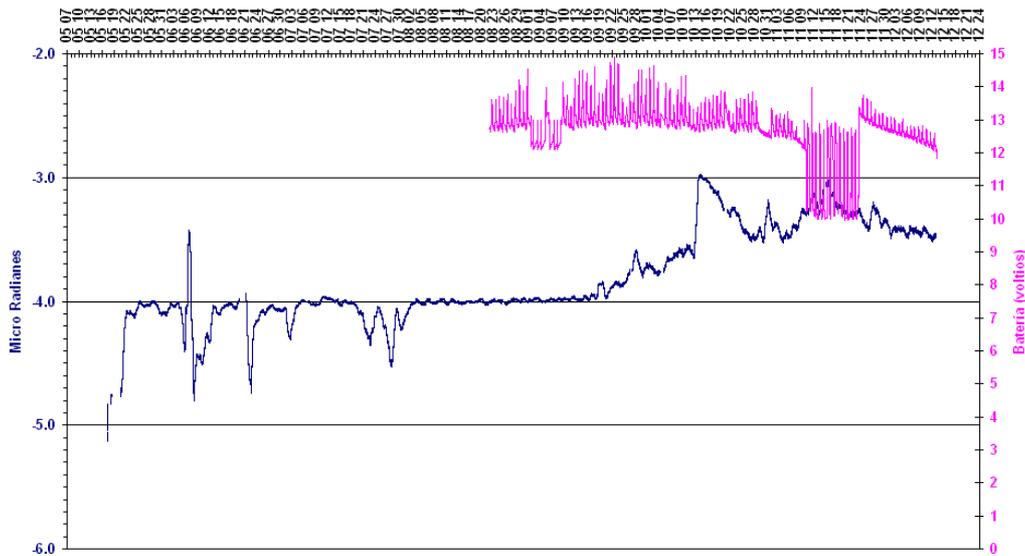
JUIVE - EJE RADIAL  
(suavizado de 1 día)



(c)



JUIVE - EJE TANGENCIAL  
(suavizado de 1 día)



(d)

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

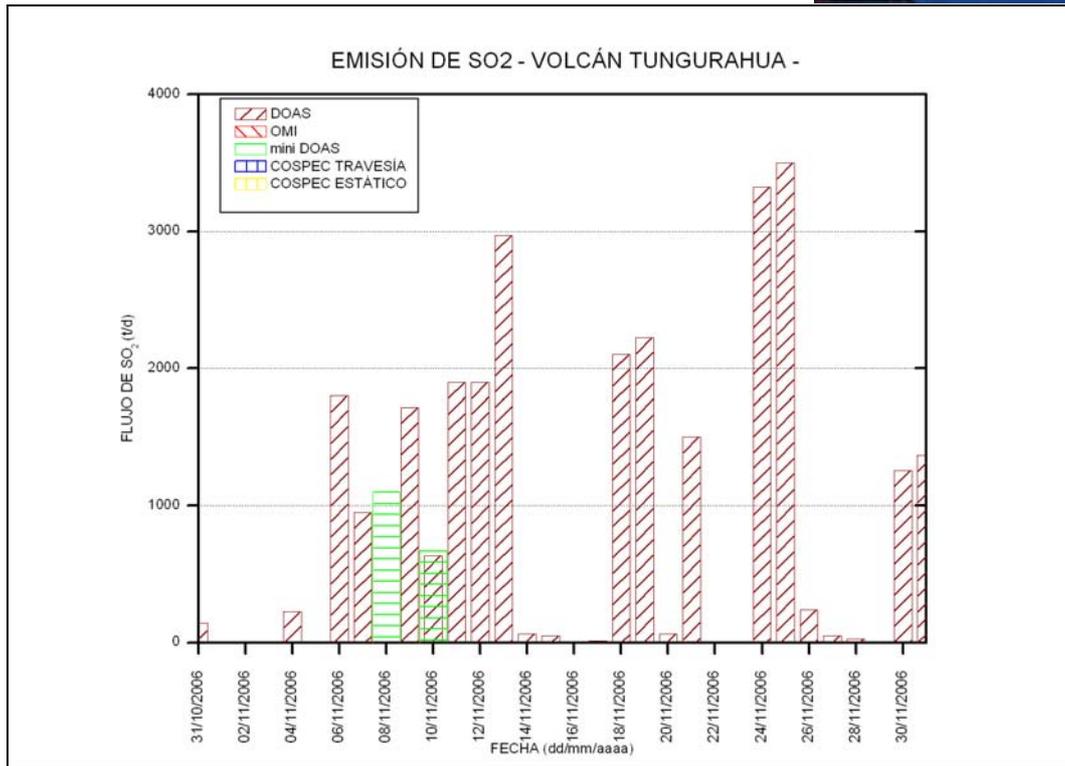
## 4. Geoquímica

### Emisiones

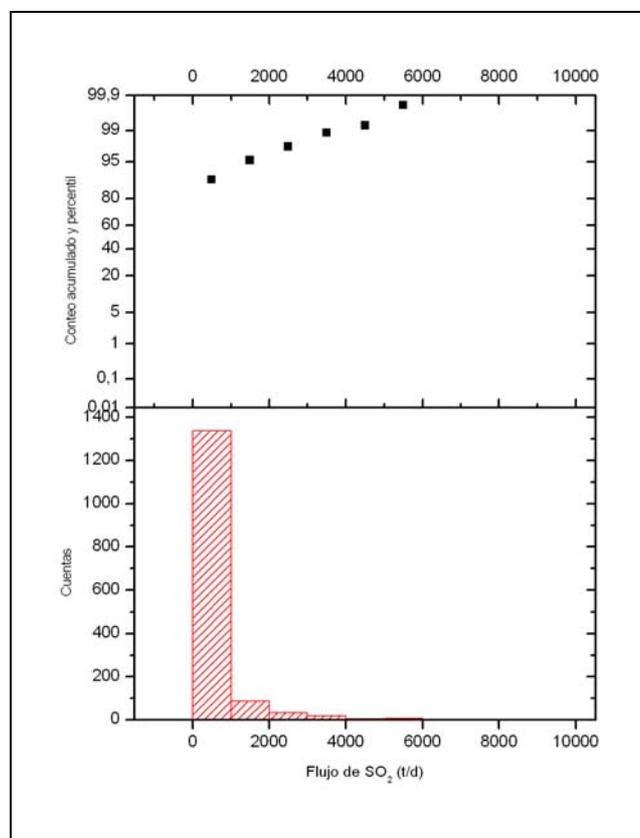
La medición del flujo de  $\text{SO}_2$  es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

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 noviembre de 2006, el flujo de  $\text{SO}_2$  mostró una tendencia muy estable, con un promedio de 947 t/d. La alta variabilidad en las medidas (1139 t/d) refleja las condiciones cambiantes de la dirección de los vientos que produjo una dispersión muy heterogénea de la pluma y caídas de ceniza en varias direcciones, mas no cambios propios de la degasificación del volcán. Si se toman en cuenta las medidas más confiables, el flujo medio de gas asciende a  $1750 \pm 1007$  t/d ( $\pm 1\sigma$ ), valor que refleja la superficialidad del cuerpo magmático no muy rico en gases.



**Figura 10-a.** Flujo diario de  $SO_2$  emitido por el volcán Tungurahua durante el mes de Noviembre de 2006. Las técnicas DOAS, mini DOAS y COSPEC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI pertenece a UMBC y son reportadas gentilmente por los Drs. Simon Carn y Arlin Krueger

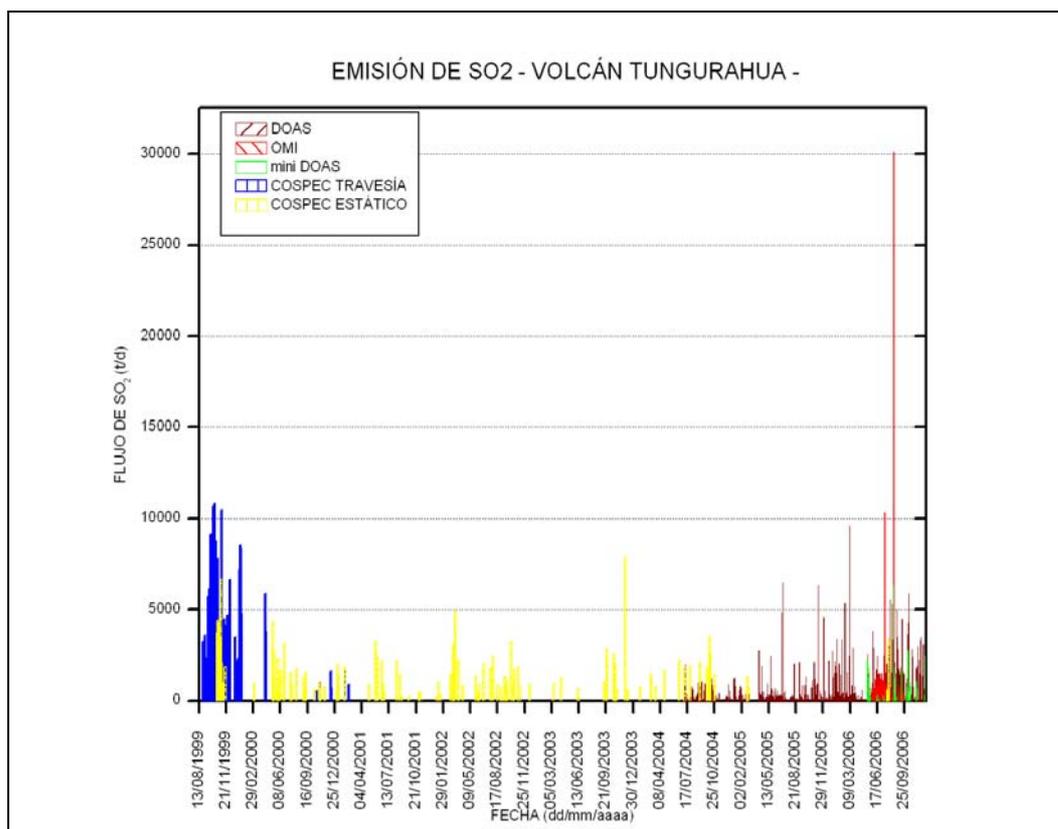




**Figura 10-b.** (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de  $SO_2$  medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de  $SO_2$  medidos con el método DOAS

**Estadísticas mensuales:**

Valor medio: 947 t/d  
 Variabilidad ( $1\sigma$ ): 1139 t/d  
 Valor máximo: 3500 t/d (25 de noviembre)  
 Emisión estimada: 28410 t de  $SO_2$



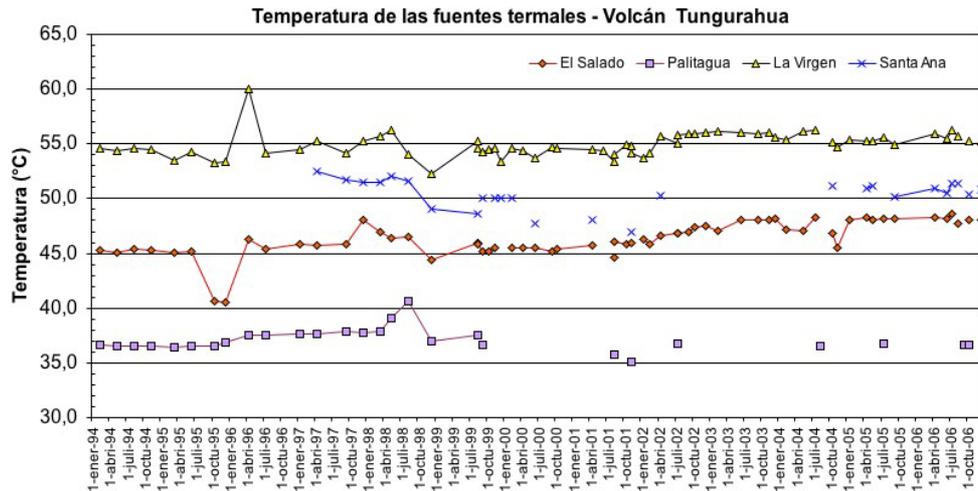
**Figura 10-c.** Flujo diario de  $SO_2$  emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Noviembre de 2006

**Fuentes Termales**

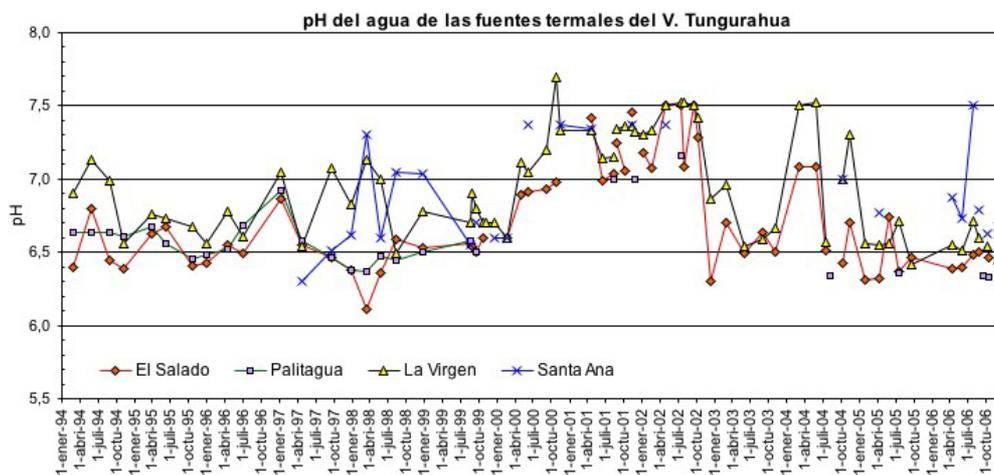
Las fuentes termales muestran un ligero pero continuo incremento en el valor de la temperatura (p.e. El Salado con  $\sim 3.5^\circ$  de aumento desde 1994).

Los valores medidos de temperatura, pH y conductividad son similares a los obtenidos el mes pasado. Por lo tanto, la interpretación propuesta el mes anterior se mantiene. Es decir, debido a que el volumen de magma involucrado es pequeño, este no llega a interactuar con los acuíferos, por lo tanto las propiedades físico-químicas se muestran invariantes.

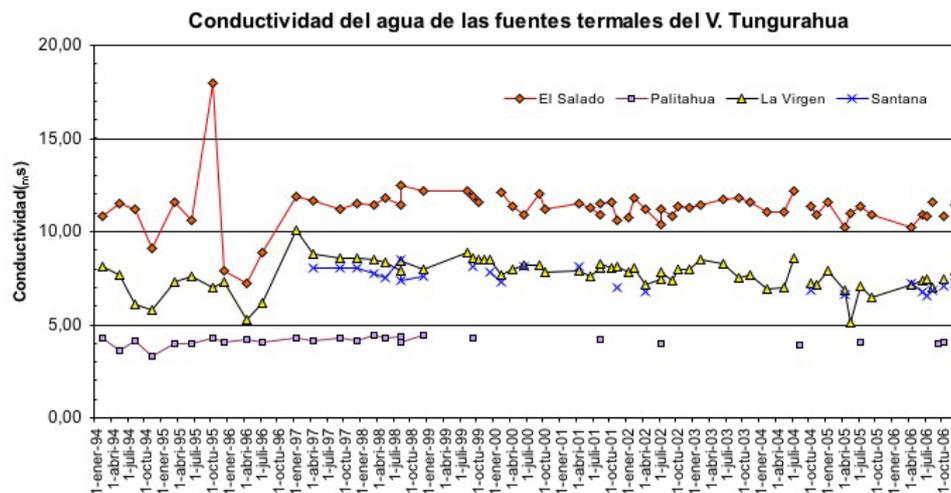
Las propiedades físico-químicas de las fuentes termales del Tungurahua son mostradas en las Figs. 10-a, 10-b y 10-c.



(a)



(b)



(c)

**Figura 11-a, 11-b y 11-c. Propiedades físico químicas de las fuentes termales del Volcán Tungurahua.**



## 5. Lahares

Con la ocurrencia de súbitas tormentas, se dispararon varios lahares de diverso tamaño. Los más importantes ocurrieron los días 7, 11, 12, 13, 14 y 16. Un aspecto importante de mencionar es la ocurrencia de un lahar de tamaño pequeño que descendió caliente por la quebrada de Mandar, el día sábado 11.

Las quebradas afectadas por los lahares fueron:

Fecha	Drenaje	Tamaño
7	Chontapamba	Pequeño
	Motilones	Pequeño
	Bilbao	Pequeño
	Pingullo	Pequeño
	La Hacienda	Pequeño
	Mandur	Pequeño
	Ulba	Agua lodosa
	Vazcún	Mediano, se detiene a varios cientos de metros de las piscinas.
11	Mandur	Pequeño, caliente
12	Bilbao	Pequeño
13	Chontapamba	Mediano
	Bilbao	Mediano
	Achupashal	Pequeño
	La Hacienda	Pequeño
	Cusúa	Pequeño
	Motilones	Mediano
	Juive Grande	Mediano, se cierra la vía Baños – Pelileo.
	Mandur	Pequeño
Mapayacu	Pequeño	
14	Vazcún	Mediano
	Juive Grande	Mediano
	Pingullo	No confirmado
16	Mandur	Pequeño

Tabla 2. Quebradas afectadas por lahares durante el mes de noviembre del 2006. Los lahares que descendieron por las quebradas del flanco Occidental destruyeron total o parcialmente la carretera Baños – Penipe.

## 6. Observaciones visuales y auditivas

El clima a lo largo del mes fue de más a menos, el inicio del mes estuvo caracterizado por días completamente despejados y presencia de chubascos aislados para posteriormente finalizar con días nublados. Se obtuvieron buenas observaciones del edificio en especial durante la primera quincena del mes y al menos en una ocasión durante la segunda quincena del mes. La dirección de los vientos ha sido bastante variable, prácticamente los 360° han sido cubiertos en diferentes instantes por la pluma. En general la tendencia principal fue el E – SE y W - SW.

La actividad volcánica superficial fue menor con respecto al mes pasado. Estuvo caracterizada por la salida de cantidades leves a moderadas de ceniza, las que estuvieron intercaladas con emisiones pasivas de vapor y gases o con episodios de total calma. Se tuvo reportes de leves a moderadas caída de ceniza en varios de los poblados asentados en los alrededores del volcán (Tabla XX), registrándose incluso



un reporte no confirmado de una ligera caída de ceniza en la ciudad de Guayaquil el día sábado 4. Escasos bramidos tipo “turbina” o similares a un “soplete” de leve intensidad fueron reportados por los vigías ubicados en los flancos del volcán.

Las emisiones generaron columnas de 1 a 3 km snc y con un máximo de hasta el 6 km 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 a moderada intensidad. También se observaron fuentes de lava los días 2, 26 y 27.

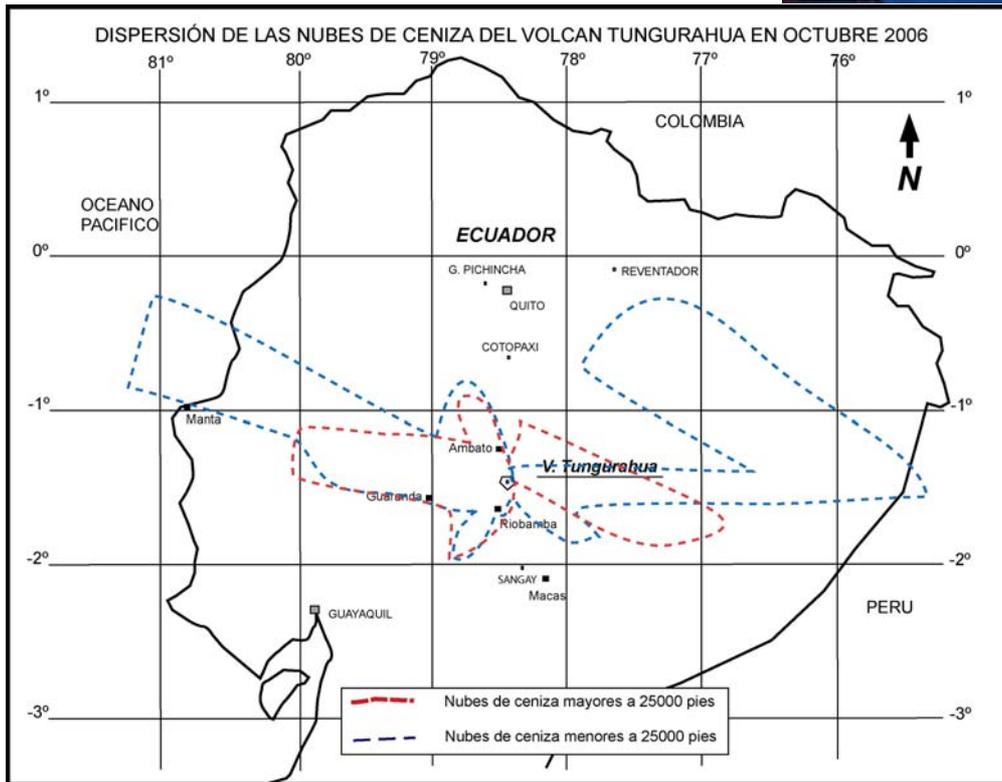
Un hecho relevante fue la caída de ceniza con olor a azufre en los poblados de El Manzano y Choglontus en día miércoles 22. Estas dos poblaciones, ubicadas al SW del volcán han sido las más afectadas por la caída de ceniza.

Ubicación	Población	4	6	7	8	10	11	12	13	14	17	22	23	24	25	26	27	28	30
SW	Penipe																		
SW	Puela																		
SW	El Manzano											A							
WSW	Choglontus											A							
W	Pillate																		
WNW	Bilbao																		
WNW	Cotaló																		
WNW	San Juan																		
NW	Cusúa																		
NNW	OVT																		
NNW	Juive																		
NNW	Pelileo																		
NNW	Ambato																		
N	Pondoa																		
N	Baños																		
NNE	Runtún																		
NE	Ulba																		

**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. A = ceniza con olor a azufre.

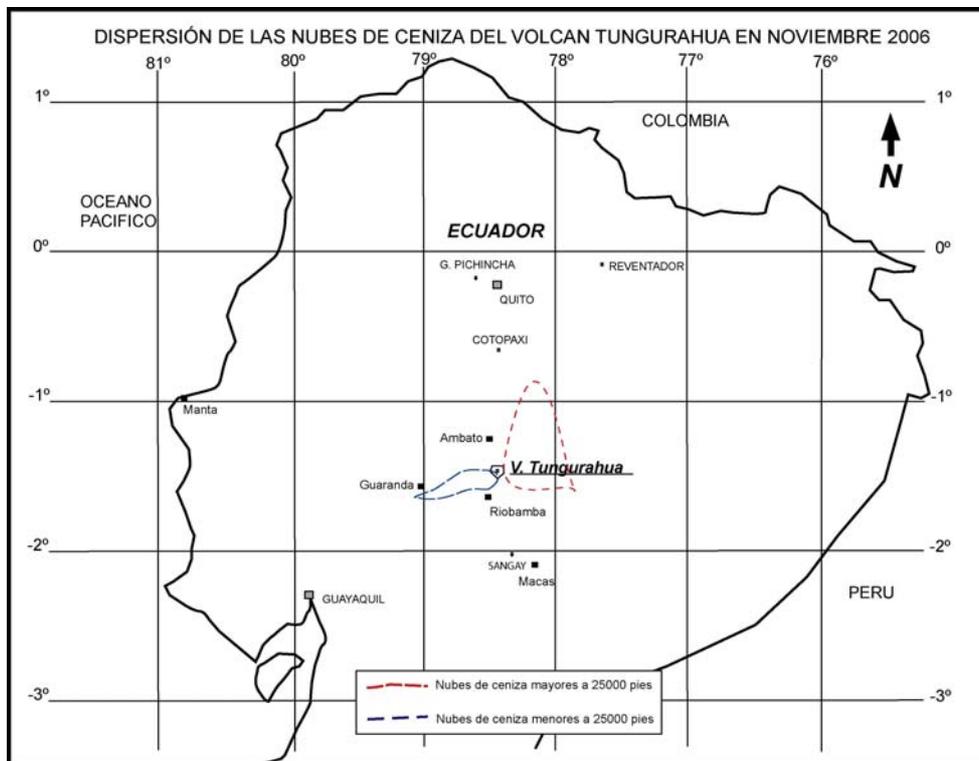
## 7. Nubes de Ceniza

Con el objeto de tener una idea de las zonas afectadas por la emisión de ceniza volcánica durante este mes, se ha incorporado el gráfico de la dispersión de ceniza correspondiente al mes de octubre. Las nubes de ceniza generadas por las emisiones en Octubre alcanzaron alturas máximas entre 18.000 pies y 30.000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el W, NW, E-SE y N (Fig. 12), generando caídas de ceniza con mayor frecuencia en todos los flancos del volcán. Mientras que las nubes de ceniza que se produjeron en Noviembre fueron más pequeñas en distancia en comparación al mes anterior, pero alcanzaron alturas mayores a 38000 pies, con dirección al NE, E y SW (Fig. 13).



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

**Figura 12.** *Dispersión de las nubes de ceniza en Octubre 2006.*



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

**Figura 13.** *Dispersión de las nubes de ceniza en Noviembre 2006.*



## 8. Conclusiones

En síntesis, la actividad del volcán Tungurahua durante Noviembre 2006 se mantuvo en niveles bajos, sin alteraciones importantes. Se destaca que los números de sismos, al igual que los niveles de energía liberados han disminuido progresivamente desde Septiembre de 2006. Asimismo, otros parámetros monitoreados presentaron niveles bajos. En general, durante el mes de noviembre, el volcán estuvo estable sin mayores novedades para reportar.

El presente informe fue compilado por:

### Grupo de sismología

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

### Grupo de vulcanología

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

Quito, 4 de Enero de 2007.