



## Resumen Mensual

### Actividad del Volcán Tungurahua, Noviembre del 2007

Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



ACTIVIDAD ESTROMBOLIANA OBSERVADA POSTERIOR A UNA EXPLOSIÓN QUE GENERÓ UN CAÑONAZO MODERADO AUDIBLE EN LOS ALREDEDORES DEL VOLCÁN, 27-NOVIEMBRE-2007  
Foto: J. Bourquin, desde OVT

- 1. Síntesis general de la actividad**
- 2. Sismicidad**
  - 2.1 Localizaciones**
  - 2.2 Índice sísmico**
  - 2.3 Explosiones**
- 3. Deformación**
- 4. Geoquímica**
- 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares**
- 6. Nubes de Ceniza y Alertas Termales**
- 7. Conclusiones**

### 1. Síntesis General de la Actividad

Durante el mes de Noviembre el volcán Tungurahua experimentó un nivel de actividad ascendente, llegando al nivel 7 del IAS. Vale recordar que este es el nivel más alto de liberación de energía alcanzado por el volcán luego de las erupciones en Agosto, 2006 y es ligeramente mayor lo que fue registrado en Marzo de este año.

El número de sismos/día, (63 eventos-día) fue el más alto en todo el año 2007 y es comparable con lo registrado en Diciembre de 2006. El máximo por día fue 180 eventos. Además, las explosiones (936 eventos) durante el mes ha sido el número más alto registrado desde Julio de 2006.



El mes empezó con actividad moderada a alta (IAS 6). Las manifestaciones mayores fueron emisiones permanentes de gases con poca de carga de ceniza, acompañadas de bramidos de intensidad variable. Se observó brillo en el cráter e incandescencia a simple vista. Los bloques arrojados rodaron hasta unos 500 metros por debajo del cráter. Las explosiones no pasaron de 6 eventos por día y la tasa emisión de SO<sub>2</sub> estuvo entre 500-700 T/día. El mismo patrón fue evidente en las siguientes semanas—con emisiones de vapor y gas con ceniza variable y durante las noches incandescencia a simple vista. La actividad sísmica se mantuvo en niveles moderados a altos, con un máximo número de eventos LP de 180 eventos/día el 10 de Noviembre. De igual forma, en este mismo día el número de explosiones fue el doble del normal (~6 por día). Las emisiones de gases permanecieron similares a la semana anterior con valores de SO<sub>2</sub> entre 350-970 T/día. De esta forma, el IAS permaneció en nivel 6 estable.

En los últimos 10 días del mes se intensificó la actividad, en particular a partir del 25, cuando hubo un incremento de eventos LP y de explosiones, haciendo que el IAS subiera a nivel 7. Ese mismo día la emisión de SO<sub>2</sub> subió hasta 4192 T/día, el nivel más alto desde las erupciones en 2006. Se registraron hasta 141 explosiones por día, la mayoría de tamaño moderado, y unas pocas grandes. Hacia el fin del mes, las explosiones fueron menos frecuentes pero de mayor magnitud, tanto que se escucharon en Baños, donde vibraron los ventanales y la población en los sectores occidentales del cono, sintieron vibraciones del suelo, situación similar de lo que ocurrió en Mayo, 2006. Hubo muy poca caída de ceniza relacionada con las explosiones—el aporte fue mayormente de gases y vapor.

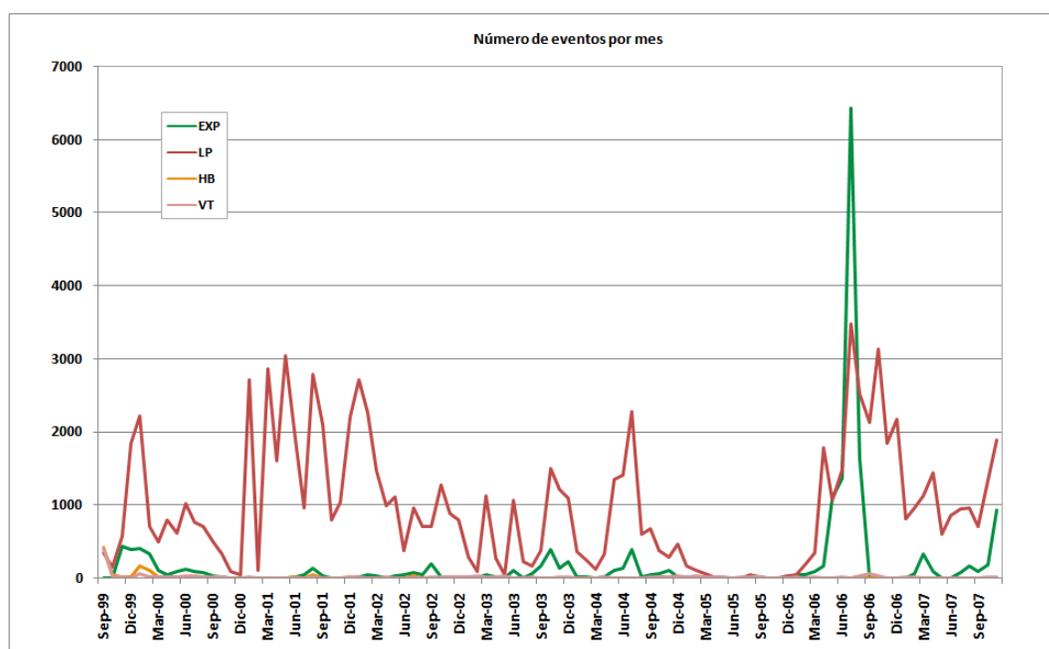
## 2. Sismicidad

Período	Sismicidad total	LP	VT	HB (Híbridos)	Emisiones	Explosiones
29 Oct-4 Nov	514	511	3	0	264	22
5-11 Nov	573	571	2	0	192	115
12-18 Nov	379	377	2	0	120	25
19-25 Nov	416	411	5	0	263	115
26 Nov-2 Dic	440	438	2	0	302	745
<b>Total Nov/2007</b>	<b>1899</b>	<b>1888</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>934</b>	<b>936</b>
Total Oct/2007	1349	1337	12	0	1160	178
Total Sep/2007	702	698	4	0	1123	92
Total Ago/2007	967	966	1	0	1260	167
Total Jul/2007	942	939	3	0	826	80
Total Jun/2007	859	856	3	0	845	3
Total May/2007	608	603	5	0	733	0
Total Abr/2007	1450	1448	3	0	1473	95
Total Mar/2007	1126	1125	1	0	1215	334
Total Feb/2007	983	966	15	2	312	54
Total Ene/2007	829	817	12	0	10	0
Total Dic/2006	2172	2168	5	0	648	0
Total Nov/2006	1849	1846	3	0	1049	1
<b>Promedio diario Nov/2007</b>	<b>63.3</b>	<b>62.93</b>	<b>0.36</b>	<b>0</b>	<b>31.1</b>	<b>31.2</b>
Promedio diario Oct/2007	43.51	43.21	0.38	0.0	37.41	5.74
Promedio diario Sep/2007	23.4	23.27	0.13	0.0	37.43	3.07
Promedio diario Ago/2007	31.19	31.16	0.03	0	40.6	5.38

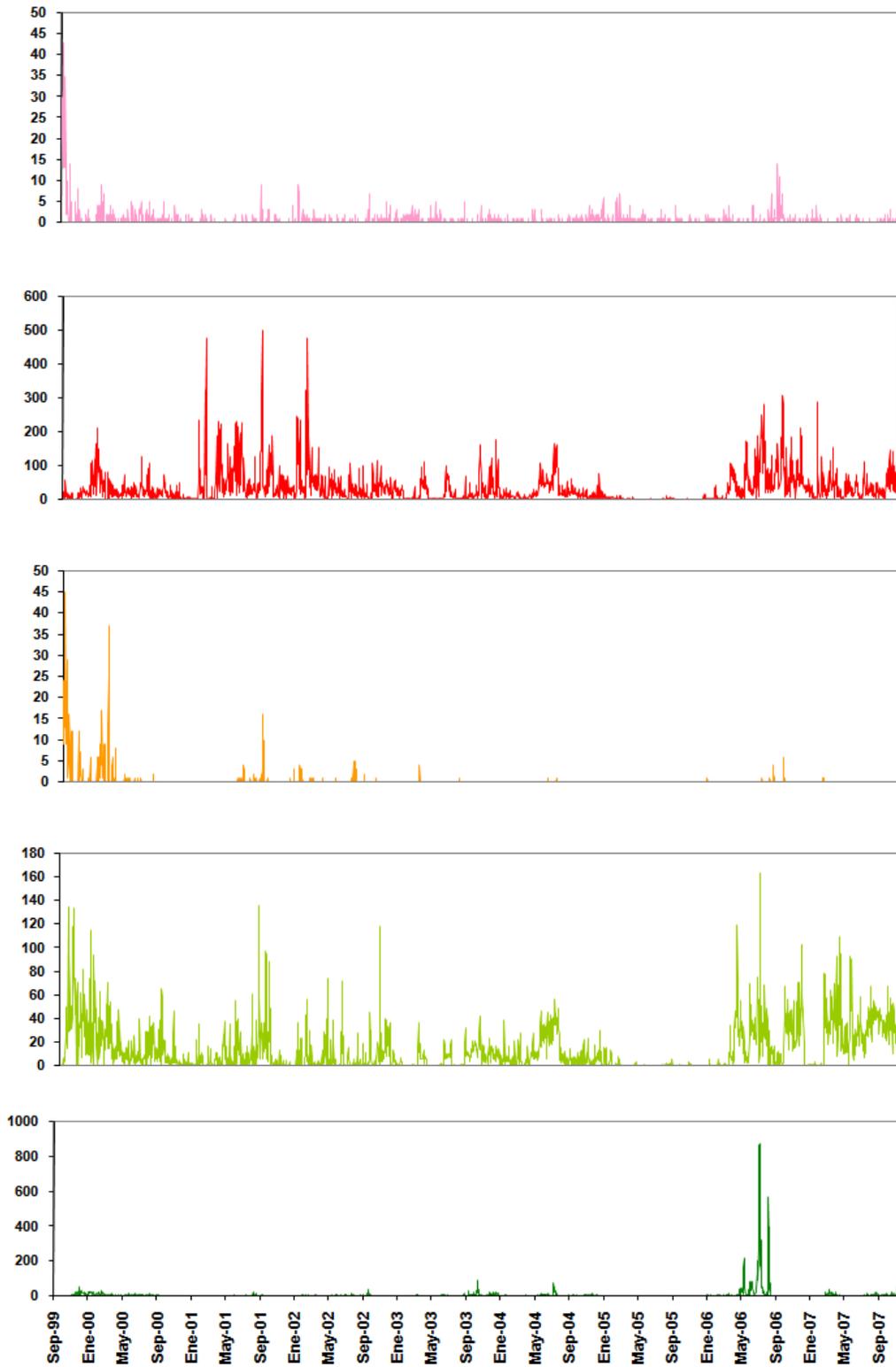


Promedio diario Jul/2007	30.38	30.29	0.09	0.0	26.64	2.58
Promedio diario Jun/2007	28.63	28.53	0.1	0.0	28.16	0.1
Promedio diario May/2007	19.61	19.45	0.16	0.0	25.58	0.0
Promedio diario Abr/2007	48.33	48.26	0.1	0.0	49.1	3.16
Promedio diario Mar/2007	36.32	36.29	0.03	0.0	39.19	10.77
Promedio diario Feb/2007	35.11	34.5	0.53	0.07	11.14	1.92
Promedio diario Ene/2007	26.74	26.35	0.38	0.0	0.32	0.0
Promedio diario Dic/2006	70.06	69.9	0.16	0.0	22.84	0.0
Promedio diario Nov/2006	61.6	61.5	0.1	0.0	34.97	0.03

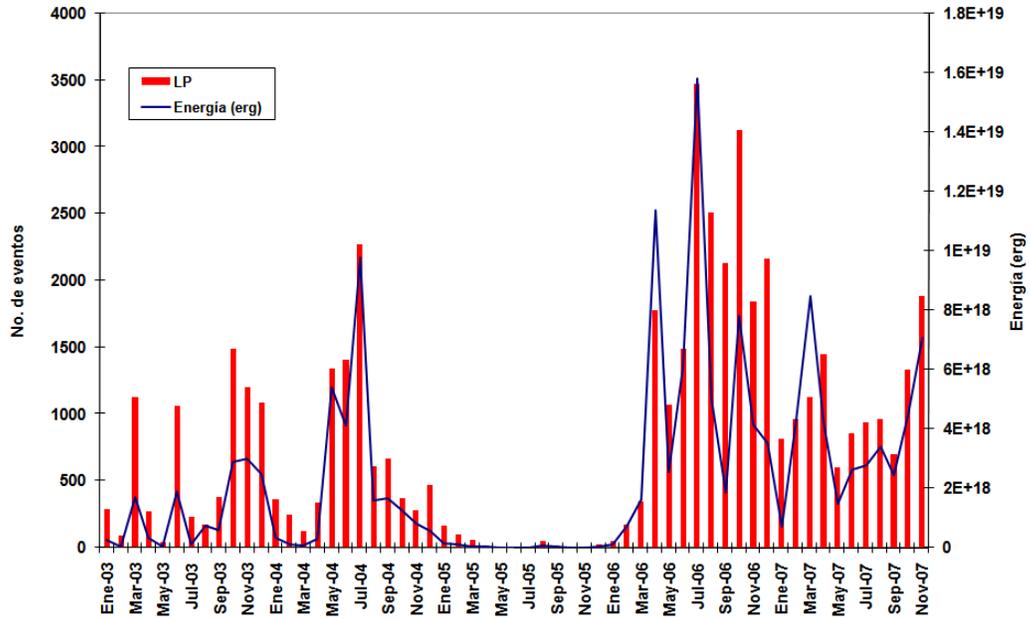
**Tabla 1.** Resumen de las estadísticas de actividad sísmica semanal del mes de Noviembre del 2007 y la registrada en los últimos doce meses.



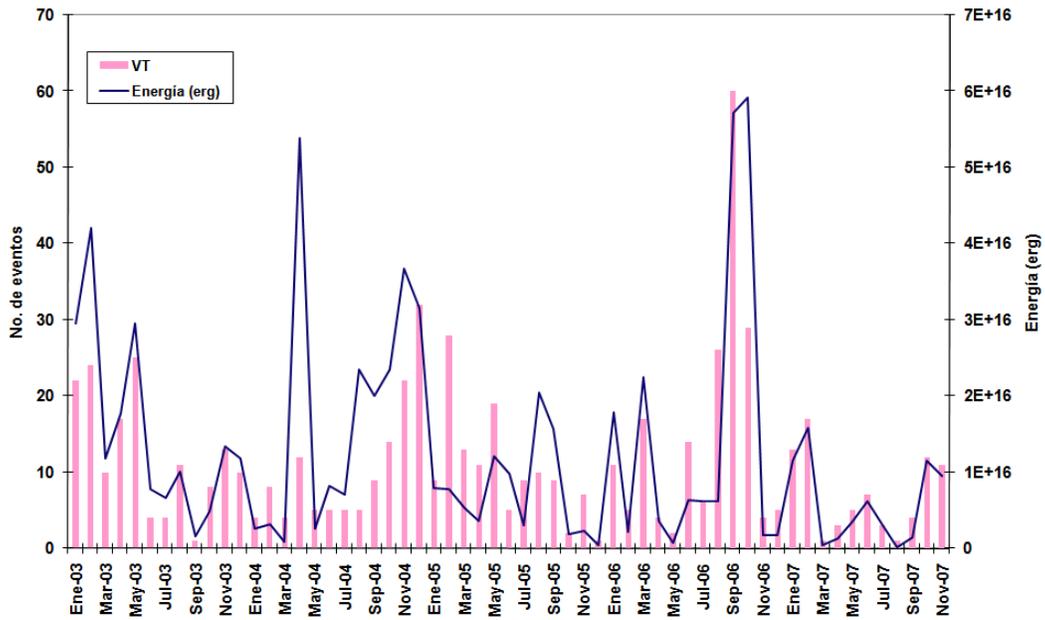
**Figura 1.** Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Noviembre del 2007.



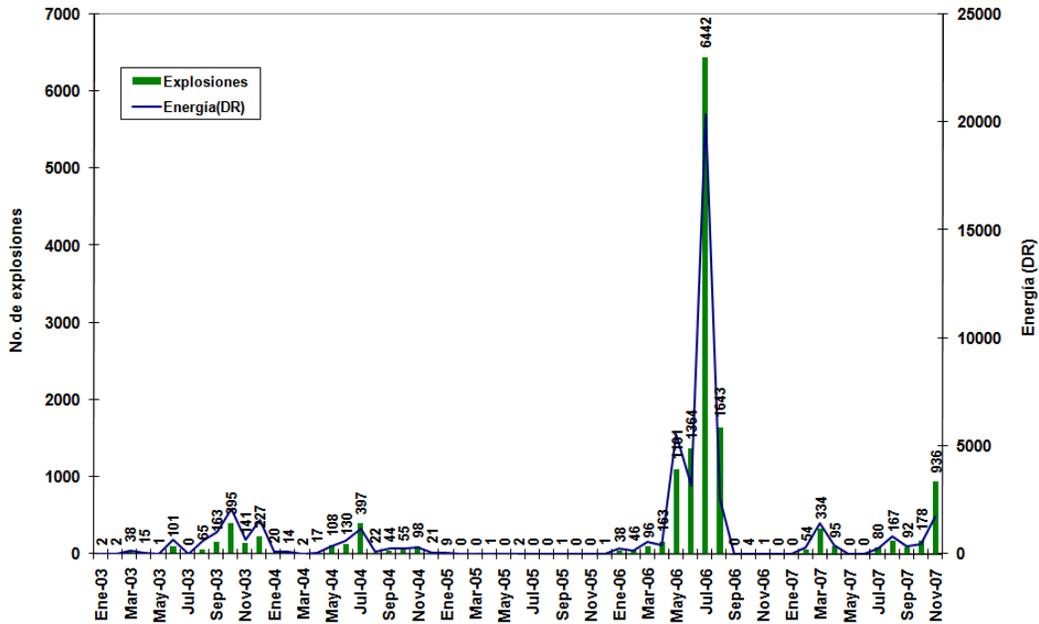
**Figura 2.** Número diario eventos volcano-tectónicos (VT), largo período (LP), híbridos (HB), emisiones y explosiones en el Volcán Tungurahua desde Septiembre de 1999 hasta fines de Noviembre del 2007 (en el orden indicado).



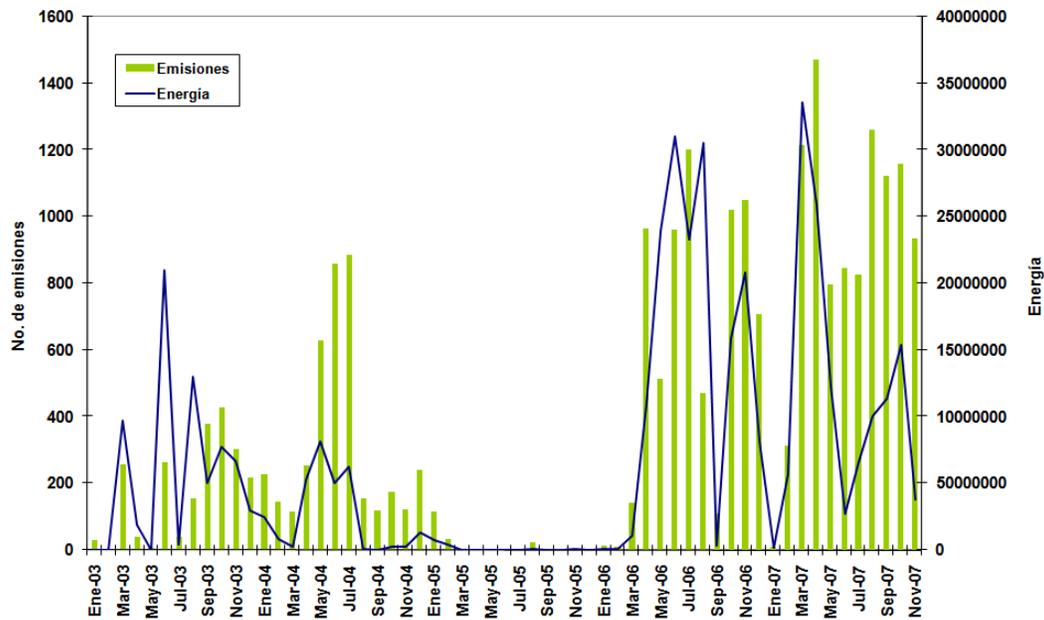
**Figura 3.** Número mensual de eventos de largo período y su energía asociada en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre 2007.



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



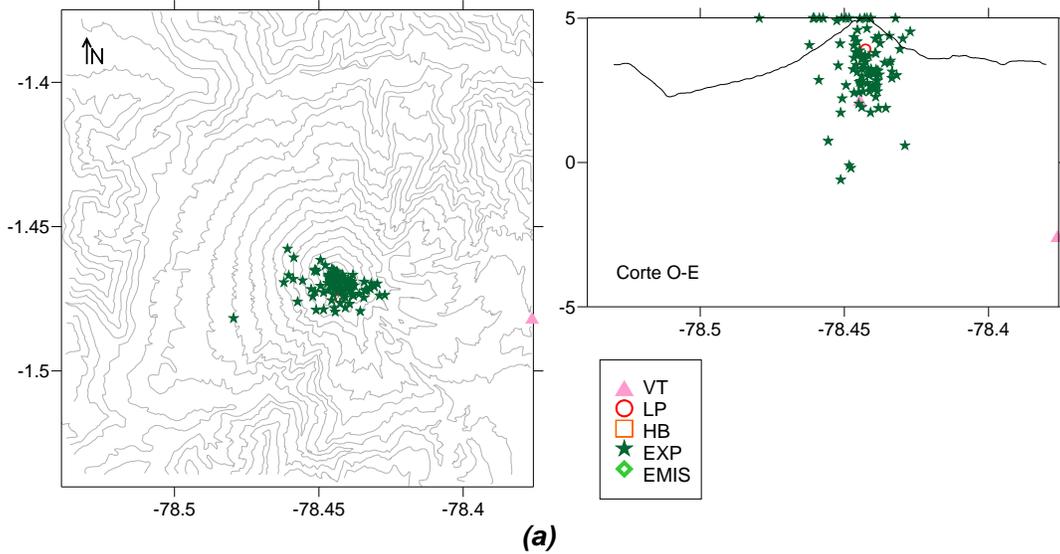
**Figura 5.** Número mensual de explosiones y su energía asociada (DR– desplazamiento reducido-) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre 2007.



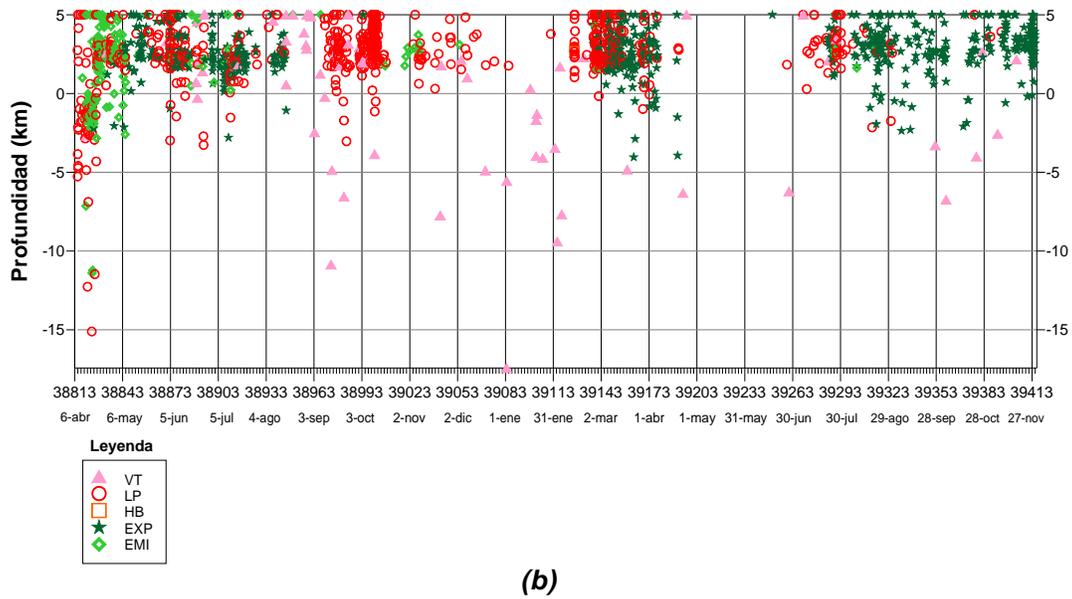
**Figura 6.** Número mensual de emisiones y su energía asociada (función de la intensidad del movimiento basada en la amplitud y duración) en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003 hasta fines de Noviembre 2007.



## 2.1 Localizaciones



Evolución de la actividad sísmica del Tungurahua  
6 Abril 2006 - 30 Noviembre 2007



**Figuras 7-a y 7-b.** Localizaciones de eventos durante el mes de Noviembre de 2007 y corte en profundidad mostrando su variación con el tiempo desde Abril 2006.

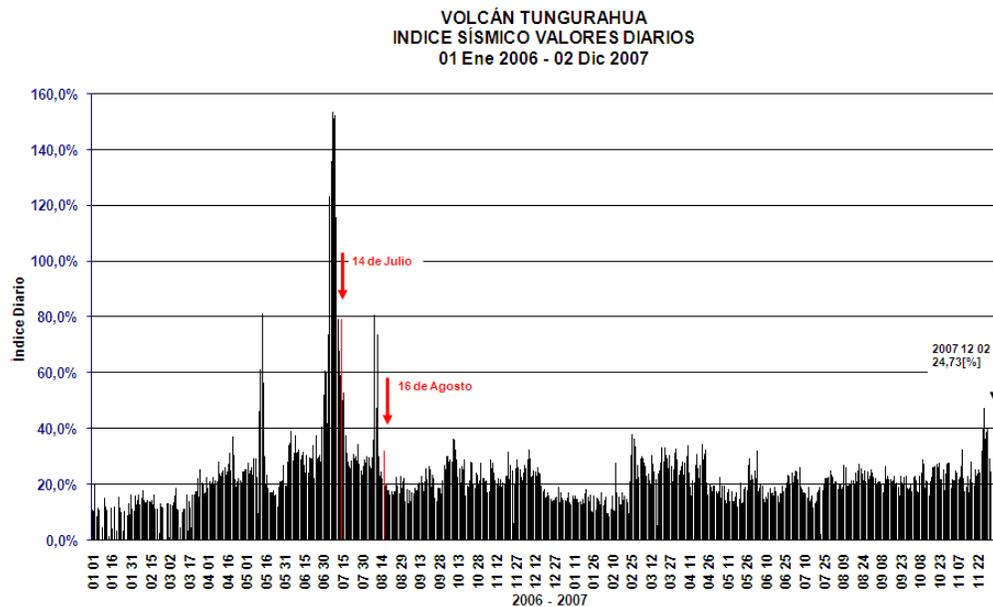
## 2.2 Índice sísmico

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, temblor, eventos de largo período, eventos híbridos y eventos volcánico-tectónicos presentó valores más o menos estables durante el mes de noviembre y no



presentaron variaciones importantes con respecto a los valores precedentes, hasta el 25 de noviembre, debido a que se el número de eventos de largo período (LP) así como en el número de explosiones fue descendiendo; pero a partir de ese día, con el registro de un importante número de explosiones (5 veces más que el día precedente) y un incremento progresivo en el número de explosiones (hasta registrar 141 el día 27), los valores diarios empezaron a aumentar (Figura 8-a) y el índice de actividad sísmica (IAS), previamente en nivel 6 (actividad alta), empezó a mostrar una tendencia creciente y el 29 de noviembre marcó el paso al nivel 7 (actividad muy alta), ver Figuras 8-b y 8-c.

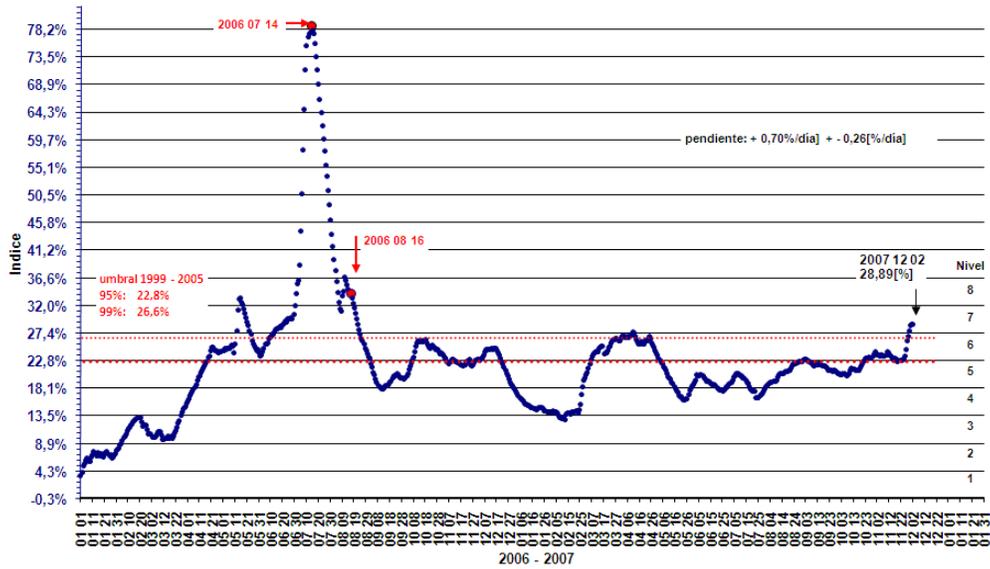
Pese al ingreso al nivel que indica una actividad muy alta, la velocidad y aceleración del índice sísmico, no sobrepasaron los umbrales establecidos anteriormente (Figuras 8-d y 8-e).



(a)



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

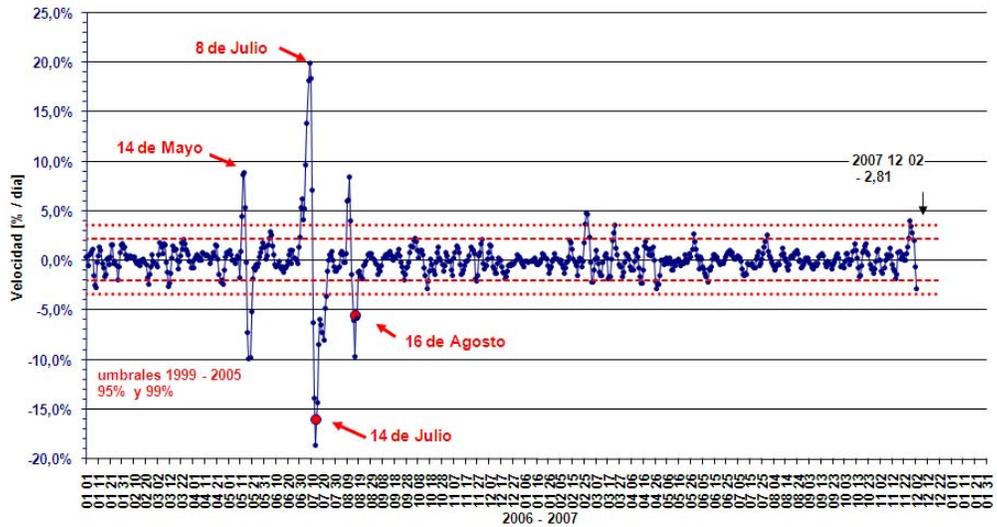


(b)

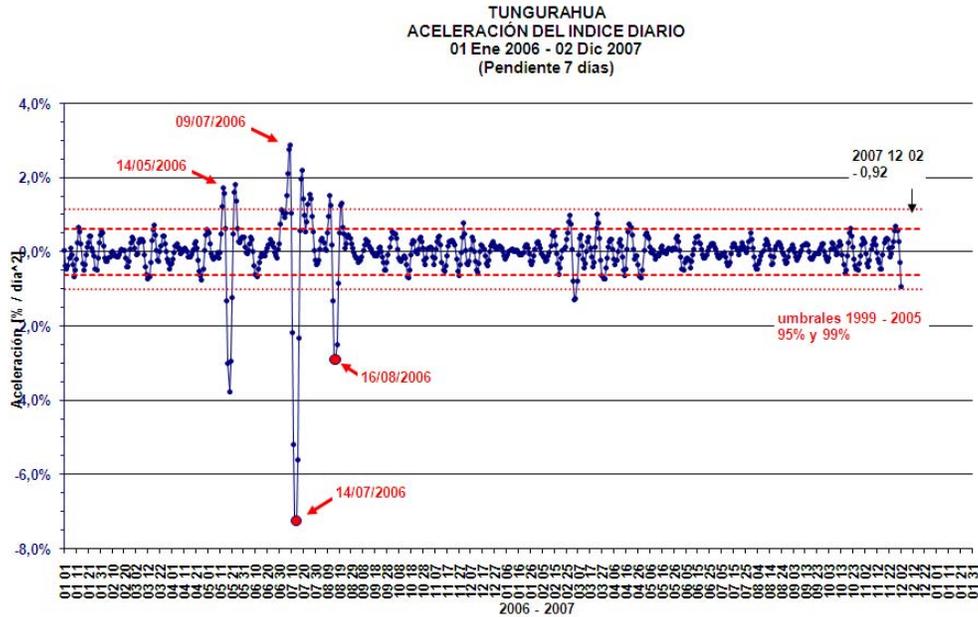
01-Nov	02-Nov	03-Nov	04-Nov	05-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov	17-Nov	18-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	25-Nov	26-Nov	27-Nov	28-Nov	29-Nov	30-Nov
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7

(c)

TUNGURAHUA  
VELOCIDAD DEL INDICE DIARIO  
01 Ene 2006 - 02 Dic 2007  
- Pendiente 7 días -



(d)

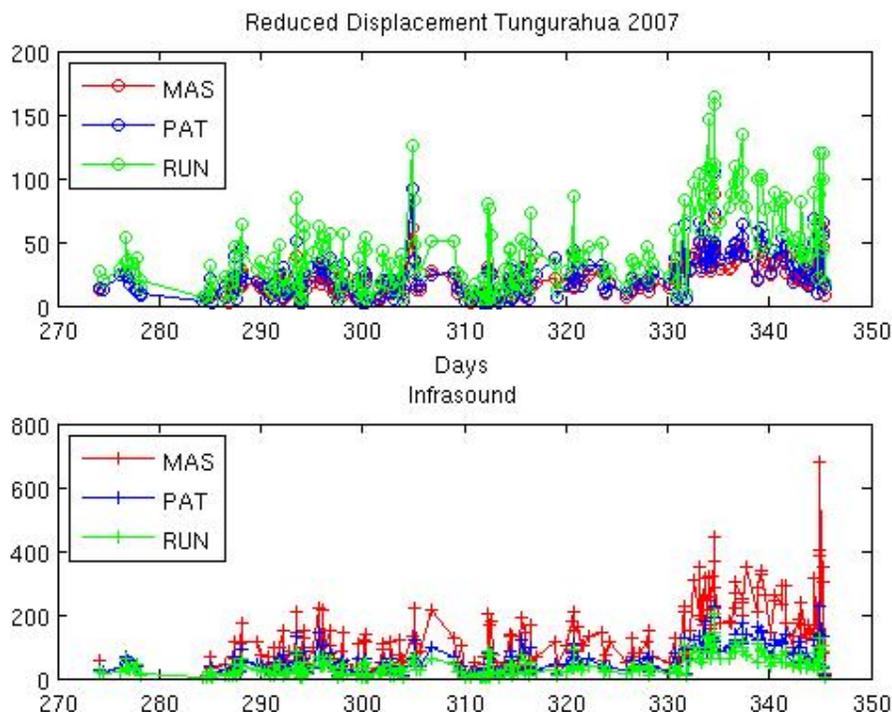


(e)

**8-a, 8-b, 8-c, 8-d y 8-e:** Índice sísmico, tendencia de la variación diaria, nivel de actividad, velocidad y aceleración de la variación del índice sísmico. Se resaltan los valores para las erupciones del 14 de julio y 16-17 de agosto y los valores mayormente estables durante los meses de Septiembre- Diciembre, 2006 y Enero, 2007, entre Febrero a Abril de 2007 se observa un incremento debido la reactivación del volcán. La gráfica 8-f muestra la preferencia del Índice al nivel 5 entre 2006-2007, comparado con el nivel 4 en el período 1999-2005.

## 2.3 Explosiones

En las figuras 9-a y 9-b donde se presentan los valores de DR (desplazamiento reducido) y del tamaño de la perturbación acústica o cañonazo, se observa un importante incremento a partir del 25 de noviembre, cuando las explosiones empezaron a ser más numerosas y también más grandes con respecto a las semanas precedentes.



**Figura 9-a** Desplazamientos reducidos (cm<sup>2</sup>) de las explosiones medidos en sensores sísmicos de banda ancha de la red de JICA (Cooperación Japonesa).

**Figura 9-b.** Tamaño de la perturbación acústica o cañonazo (N/m<sup>2</sup>) de las explosiones medidas en los sensores de infrasonido de la Red de JICA (Cooperación Japonesa).

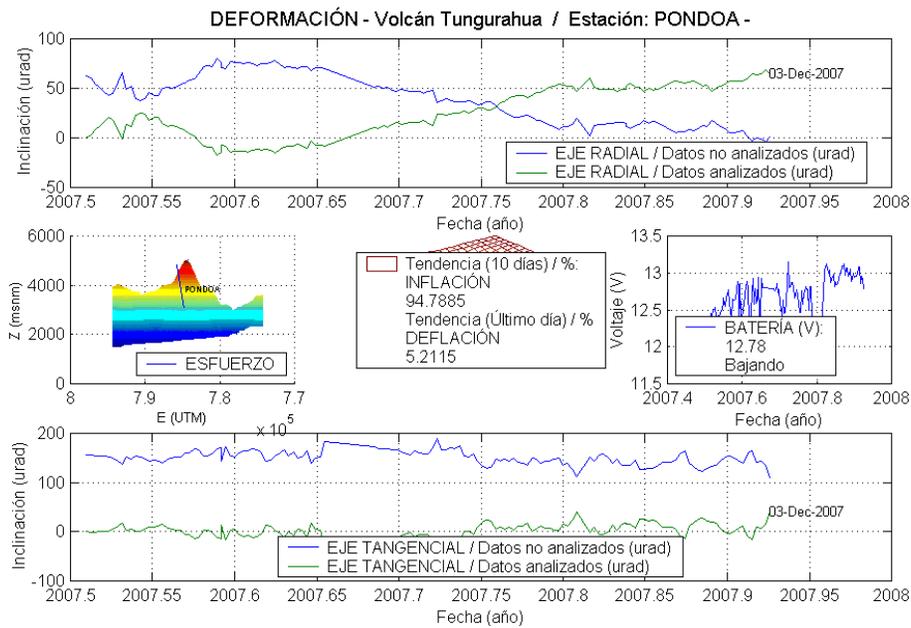
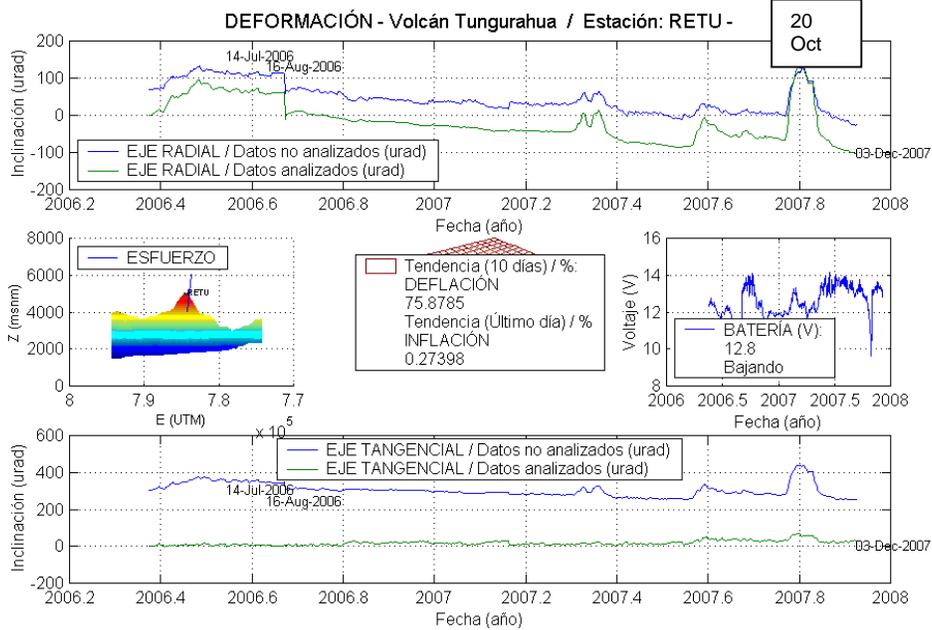
Fechas en día juliano: 270=27-sep, 280=7-oct, 290=17-oct, 300=27-oct, 310=6 nov, 320=16-nov, 330=26-nov, 340=6-dic.

### 3. Deformación

En Octubre, el inclinómetro de Retu registró alrededor de 200 microradianes de variación en el sentido inflacionario, tendencia que se mantuvo hasta el 20 de Octubre y luego se registró una deflación importante. A inicios del mes de Noviembre la tendencia de deflación fue marcada, restableciéndose el nivel que tenía a principios de Octubre. Vale notar que el inclinómetro de Pondoá también registró desde el 23 del mes una tendencia inflacionaria a una tasa de 3-5 microradianes por día.

Durante todo el mes de Noviembre, los niveles de desgasificación de SO<sub>2</sub> estuvieron entre 1000-4000 T/día (el más alto el 25 de Noviembre).

Los cambios que mostró RETU fueron el resultado, muy probablemente, del relajamiento debido a la despresurización de un cuerpo magmático, por una desgasificación continua. Este relajamiento fue mayormente registrado por RETU, mientras que los datos de PONDOA mostraron una nueva tendencia inflacionaria que surge la entrada lenta de un nuevo volumen de magma, pero que todavía no fue evidente su emplazamiento cercano a RETU.



**Figuras 10-a y 10-b** Representación de los valores de los ejes radial y tangencial de las estaciones inclinométricas de Retu y Pondoá, hasta principios de Noviembre de 2007. Las fechas están en decimales.

## 4. Geoquímica

### Emisiones

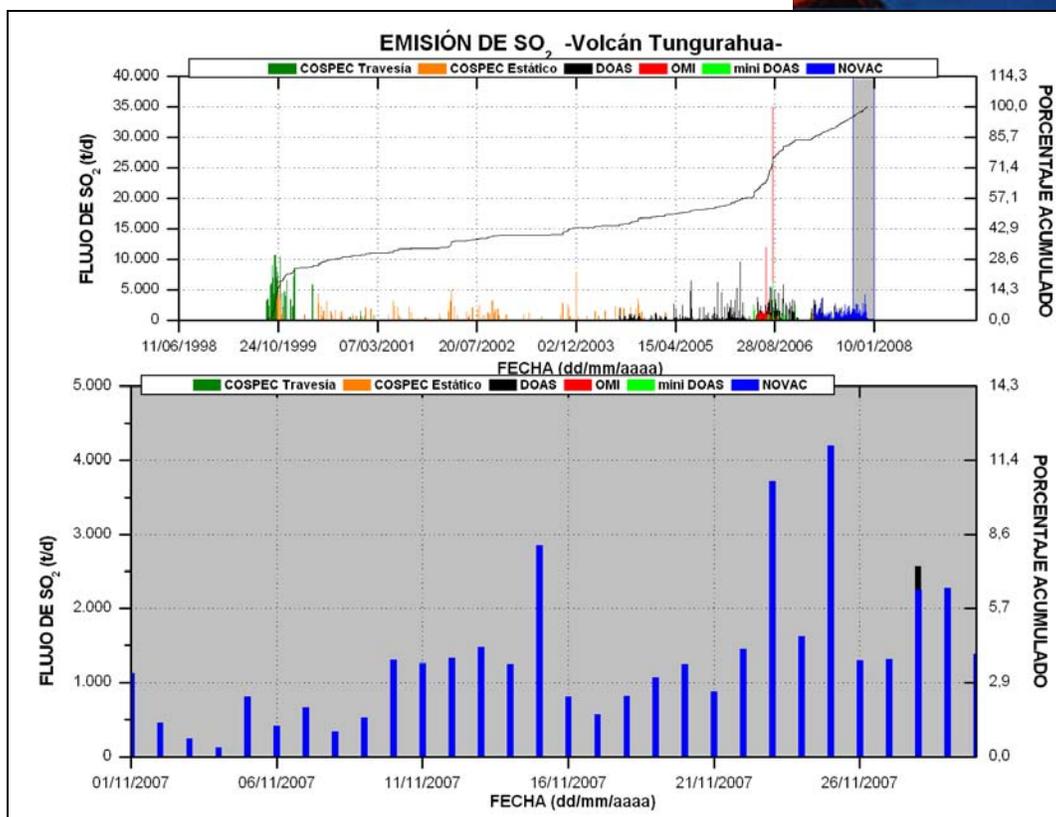


La medición del flujo de  $\text{SO}_2$  es un componente fundamental de la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma.

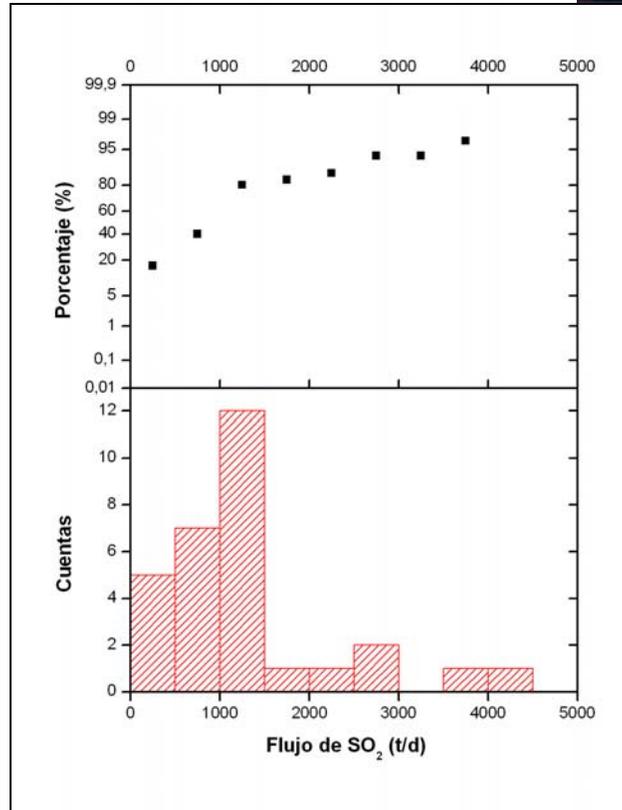
El IG-EPN cuenta con un espectrómetro de correlación (COSPEC) desde 1988, con el cual es posible medir las emisiones de  $\text{SO}_2$  volcánico cuantificando la absorción de radiación UV solar dispersada por la atmósfera debida a las moléculas del gas. Adicionalmente, opera desde el año 2004 un sistema de dos estaciones autónomas de medición remota de flujos de  $\text{SO}_2$ , basadas en la técnica de espectroscopia óptica de absorción diferencial (DOAS) y un instrumento portátil (mini-DOAS) para el mismo fin. Las medidas se realizan en las horas de iluminación solar y su calidad está sujeta a las condiciones meteorológicas. En el mismo sentido, en marzo de 2007 se han instalado las primeras estaciones del proyecto NOVAC (NetOork for Observation of Volcanic and Atmospheric Change), financiado por la Unión Europea, que utiliza instrumentos DOAS de última generación.

Durante el mes de Noviembre de 2007 el flujo de gas mostró una tendencia ascendente que llegó a su punto máximo hacia el día 25 (~4200 T/día), coincidente con el cambio notable del estilo de actividad eruptiva que se tornó explosiva durante la última semana del mes. La desgasificación cambió de pasiva, al inicio del mes, a pulsátil-explosiva hacia fines de mes, denotando posibles cambios en la tasa de ascenso de magma motivados por la presencia de más gas. El contenido de ceniza fue también importante, sobre todo los últimos días del mes. Los vientos alrededor del volcán han sido particularmente variables durante este mes, lo que impidió obtener cobertura completa de la pluma generada todo el tiempo. En general, las condiciones climáticas permitieron detectar la presencia de gas la mayor parte del tiempo, pero agregan una incertidumbre en las medidas que oscila entre el 30 y el 50%. El flujo promedio de  $\text{SO}_2$  fue de 1312 T/día, con una variabilidad (desviación estándar) de 962 T/día. Con esta tasa de emisión, se estima que alrededor de 39000 T de  $\text{SO}_2$  fueron emitidas por el volcán Tungurahua a la atmósfera durante el mes de Noviembre.

La magnitud y dinamismo de la desgasificación observada sugieren un patrón claro de ascenso de magma en el conducto volcánico. Este ascenso se produce probablemente luego de que la zona de recarga profunda tuviera una nueva inyección de material a inicios de Octubre pasado, según lo sugieren los registros de deformación y sismicidad. Una vez en niveles superficiales, el magma desgasificó eficientemente, evitando acumulaciones de presión importantes, únicamente capaces de producir explosiones estrombolianas-vulcanianas. Hacia el fin de mes se empieza a notar un declive en la tasa de emisión, en parte motivado por el empobrecimiento de gas magmático, pero también debido a variaciones en la dirección de los vientos que impidieron obtener medidas confiables de la pluma.



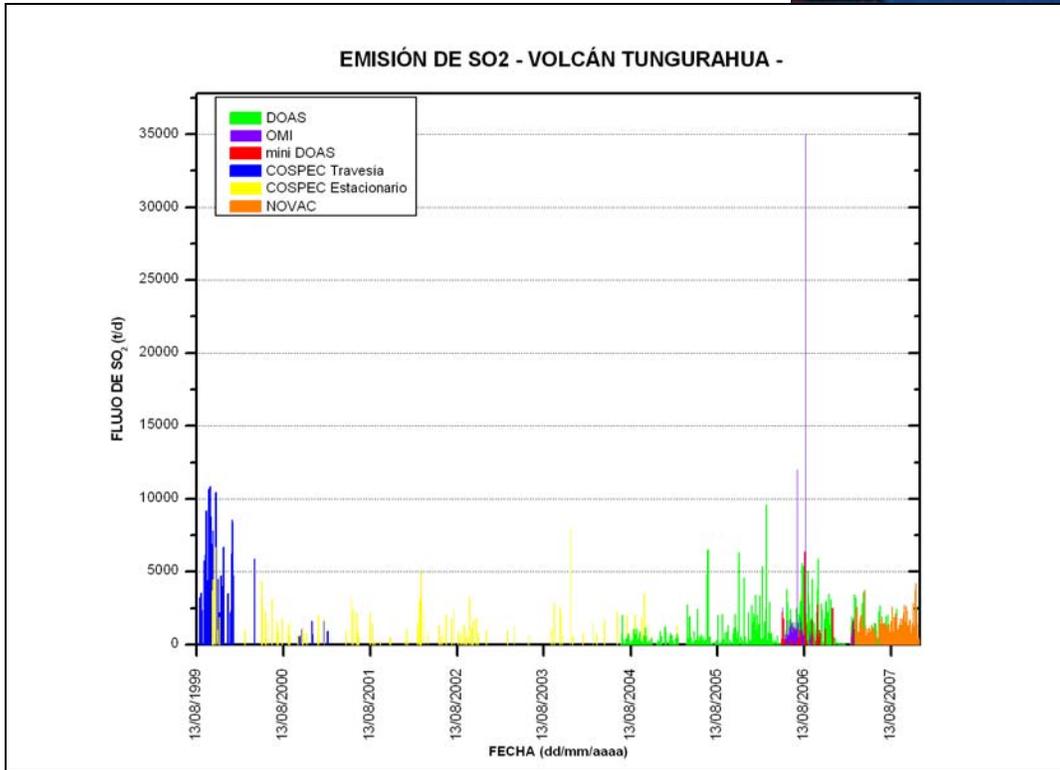
**Figura 11-a.** (Arriba) Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999. (Abajo) La zona sombreada corresponde al registro de emisiones de SO<sub>2</sub> durante el mes de Noviembre de 2007. Las técnicas COSPEC, DOAS, mini DOAS y NOVAC son operadas permanentemente o en campañas de campo por el IG-EPN. La técnica OMI es un sensor satelital operado por JCET/UMBC/NASA



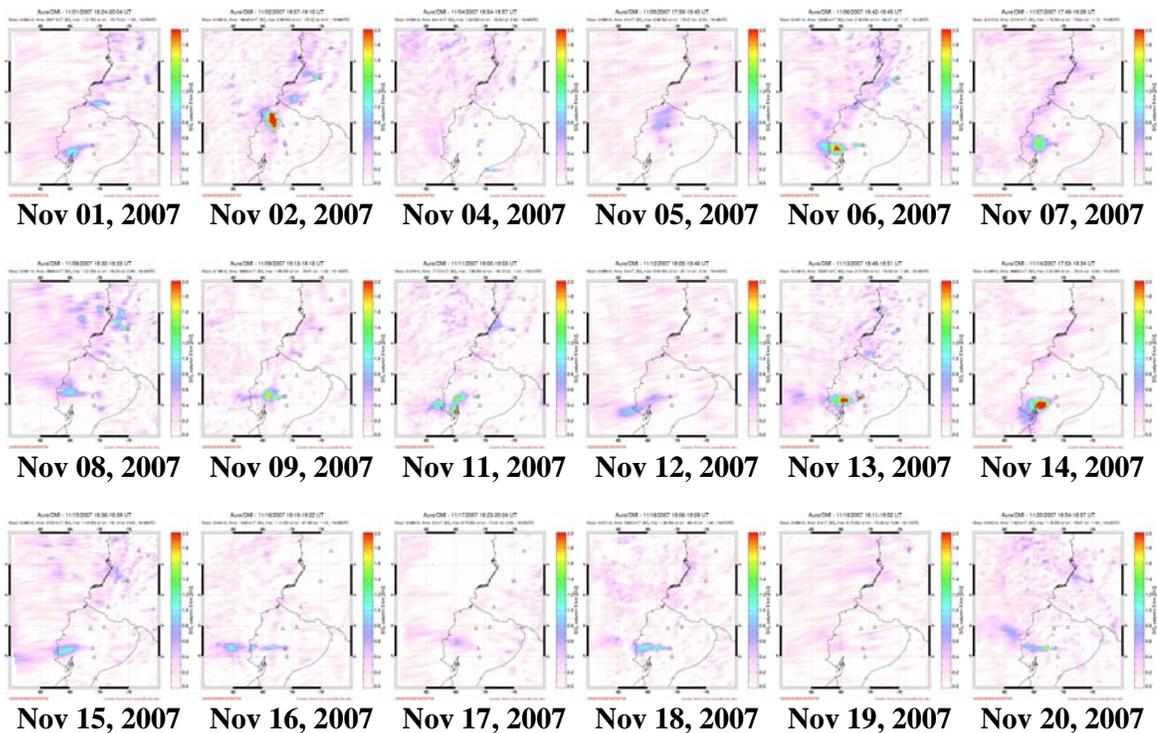
**Figura 11-b.** (Arriba) Conteo acumulado de rangos de emisión de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS de operación permanente. (Abajo) Histograma de frecuencias de flujos diarios de SO<sub>2</sub> medidos con el método DOAS

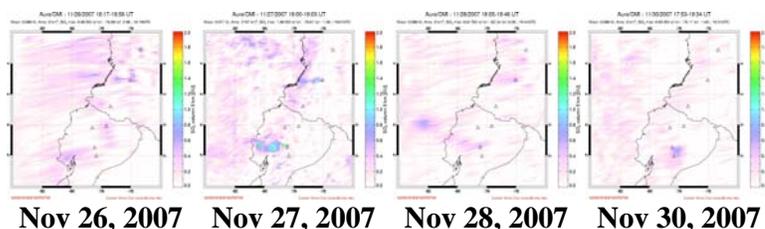
**Estadísticas mensuales:**

Valor medio: 1312 t/d  
Variabilidad (1 $\sigma$ ): 962 t/d  
Valor máximo: 4192 t/d (25 de Noviembre)  
Emisión estimada: 39360 t de SO<sub>2</sub>



*Figura 11-c. Flujo diario de SO<sub>2</sub> emitido por el volcán Tungurahua desde Agosto de 1999 hasta fines de Noviembre de 2007*





**Figura 11-d.** Imágenes generadas en base a observaciones satelitales con el instrumento OMI (NASA/JCET/UMBC) correspondientes al mes de Noviembre de 2007 (Cf. [http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1107/ecuador\\_1107.html](http://so2.umbc.edu/omi/pix/daily/1107/ecuador_1107.html))

## 5. Observaciones Visuales en el Terreno y Lahares

### Observaciones visuales

El clima durante este mes fue bastante variable, prevaleciendo los días despejados. Al inicio del mes se presentaron fuertes tormentas.

El nivel de actividad volcánica fue de menos a más, a partir del domingo 25 la actividad fue más elevada, se generaron explosiones acompañadas por fuertes cañonazos, columnas más energéticas y emisión de mayor cantidad de ceniza. A nivel superficial se observaron emisiones casi continuas de vapor, gases y moderada carga de ceniza. La altura de las columnas de emisión osciló entre los 0.5 a 2.0 km snc, con la generación de emisiones de mayor energía o explosiones las columnas alcanzaron los 3.5 km snc. La dirección de la pluma fue bastante variable, la mayor parte del tiempo se dirigió hacia el O, SO; en menor número se dirigió al NO, y en pocas ocasiones mantuvo un rumbo N, SE y E. Se recibieron reportes de caída de ceniza desde los poblados ubicados en los flancos N, O y S del volcán (Tabla 2). Las poblaciones que más han sido afectadas por la caída de ceniza fueron Choglontus, El Manzano y Cahuají. A pesar de la mayor cantidad de ceniza emitida durante la última semana del mes, no se registran reportes de caída de ceniza debido a que la pluma se dirigió hacia el E-SE.

Ubicación	Población	1	2	3	5	6	7	9	10	11	12	14
SO	Palictagua											
SO	El Manzano											
OSO	Choglontus											
OSO	Cahuají											
O	Pillate											
ONO	Bilbao											
ONO	Cotaló											
NO	Cusúa											
NNO	OVT											
NNO	Juive											
N	Pondoa											
N	Baños											
NNE	Runtún											

Ubicación	Población	16	17	18	19	20	23	24	25	27	28	29	30
SO	Palictagua												
SO	El Manzano												
OSO	Choglontus				R								
OSO	Cahuají												
O	Pillate												
ONO	Bilbao					R							





	Mapayacu		
	Ulba	Crecida	
Martes 20	La Pampa	Lahar moderado	Se cierra la vía Baños – Pelileo. El lahar se inició abruptamente.
Jueves 22	Pingullo	Lahar pequeño	
Viernes 23	Choglontus	Lahar pequeño	
Domingo 25	La Pampa	Agua lodosa	
	Bilbao		
	Ulba	Crecida	

**Tabla 4.** Principales características de los eventos laháricos reportados durante el mes de noviembre del presente año. Los lahares más importantes ocurrieron en La Pampa los días domingo 4 y martes 20.

## 6. Nubes de Ceniza y Alertas Termales

Durante el mes de Noviembre, las nubes de ceniza generadas por las explosiones y emisiones alcanzaron alturas máximas entre 18000 pies y 29000 pies. Estas nubes fueron llevadas por los vientos principalmente hacia el NO, O y SO en la mayor parte del mes, sin embargo el 2 de noviembre, la nube de ceniza se dirigió principalmente hacia el Norte.

Las nubes de ceniza generaron caídas de ceniza con mayor frecuencia hacia el NO y SO del volcán y en ocasiones ligeras caídas de ceniza en la ciudad de Ambato y Baños e incluso en el OVT (Observatorio Volcán Tungurahua), figura 12. A mediados del mes, las nubes de ceniza generaron pequeños inconvenientes en las maniobras de aproximación de las aeronaves comerciales hacia el aeropuerto de la ciudad de Latacunga. Las nubes de ceniza más energéticas y por lo tanto con mayor área de influencia ocurrieron hacia principios y finales de este mes.

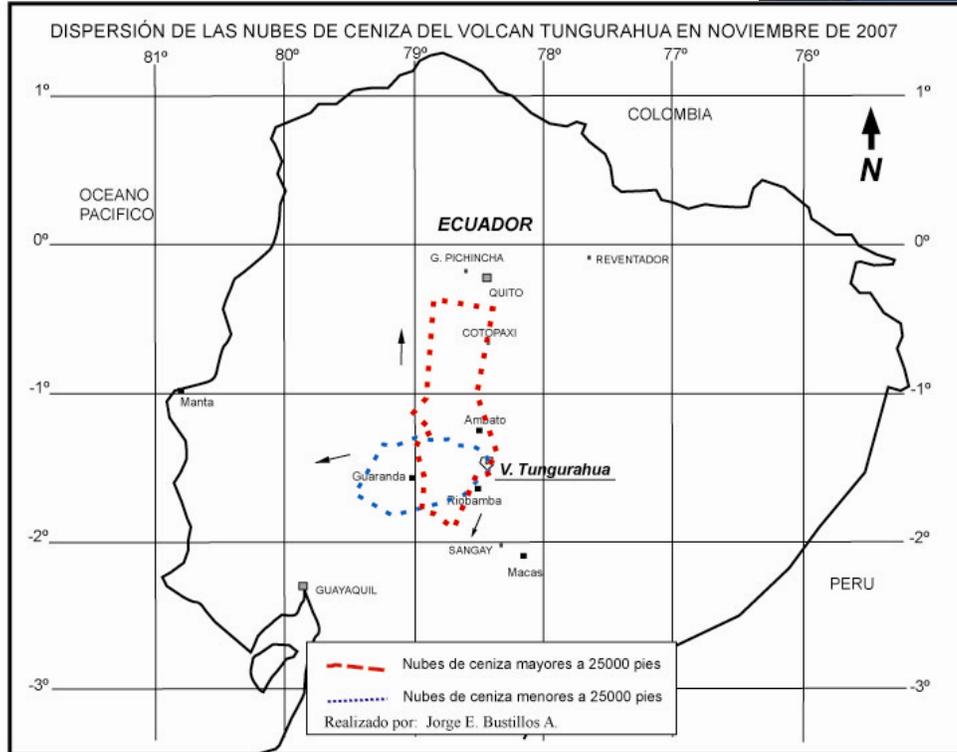


Fig.7. Dispersión de las nubes de ceniza en Noviembre de 2007. Modificado de : <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>

**Figura 12.** Dispersión de las nubes de ceniza en Noviembre del 2007.  
Modificado de: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html>.

## 7. Conclusiones

Durante el mes de noviembre, el IAS estuvo en nivel 6, con pocas variaciones, hasta casi el fin del mes. A partir del 23, los bramidos y las emisiones fueron más grandes, así como también el número de explosiones y eventos LP y con la actividad en aumento el IAS subió a nivel 7 a partir del 29. Por el momento, con la excepción de algunos episodios puntuales de tremor armónico, no se registraron evidencias de movimientos de magma a mayor profundidad tratando de llegar a la superficie. Tanto los parámetros sísmicos, registro de gases y las manifestaciones visuales indicaron una continua desgasificación, también concordante con la deflación observada en RETU.

### 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)  
 Mario Ruiz [mruiz@igeppn.edu.ec](mailto:mruiz@igeppn.edu.ec)  
 Mónica Segovia [msegovia@igeppn.edu.ec](mailto:msegovia@igeppn.edu.ec)

### Grupo de vulcanología

Patricia Mothes [pmothes@igeppn.edu.ec](mailto:pmothes@igeppn.edu.ec)  
 Diego Barba [dbarba@igeppn.edu.ec](mailto:dbarba@igeppn.edu.ec)



Santiago Arellano [sarellano@igeqn.edu.ec](mailto:sarellano@igeqn.edu.ec)  
Jorge Bustillos [jbustillos@igeqn.edu.ec](mailto: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.

11 Diciembre, 2007 - Quito