



Resumen Mensual

Actividad del Volcán Tungurahua- Mes de Diciembre del 2003

Observatorio Instituto Geofísico-EPN-Quito y OVT-Guadalupe

Síntesis General de la Actividad

La primeras dos semanas del mes fueron caracterizadas por la ocurrencia de explosiones fuertes y frecuentes, generalmente entre 5 a 15 explosiones por día, con desplazamientos reducidos (DR) entre 10 y 19 cm², las mismas que produjeron cañonazos audibles alrededor del volcán. Las emisiones de gases y ceniza fueron asociadas con señales sísmicas de largo periodo (emisiones). Debido a la acción de los vientos las nubes de cenizas se dirigieron hacia al E-NE y SE, produciendo caídas de ceniza en Baños en unas tres ocasiones. La actividad superficial del volcán fue variable, hubo momentos en los que se observó poco o casi nada de vapor saliendo del cráter y otros en los que con la ocurrencia de un evento LP se destapó el sistema de conducción (supuestamente somero), permitiendo la salida de gases y cenizas.

Durante la tercera semana se presentaron hasta 14 explosiones diarias, pero de tamaños principalmente moderados (DR en promedio de 7 cm²). En esta semana se notó la disminución gradual en la energía de las explosiones, como resultado del decremento en la presión interna que suele ocurrir durante un proceso de actividad explosiva en el Tungurahua. A inicios de la cuarta semana la actividad explosiva aumentó un poco tanto en número como energía, pero ya a fines de dicha semana de nuevo se redujo notablemente.

En cuanto a la actividad LP, se notó un incremento en su número tanto en la segunda como la tercera semana. En la segunda semana la actividad tremórica alcanzó su máximo pico, disminuyendo paulatinamente las siguientes semanas. Igualmente durante la segunda y cuarta semana se presentaron episodios de tembor armónico que duraron entre 10 y 20 minutos. Después de este tembor el volcán se tranquilizó bastante.

En general, durante el mes, el flujo de gases emitido desde el cráter del volcán fue variable. La ocurrencia de tembor armónico fue notable y preocupante, conllevándonos a pensar que se manifestaría otro desenlace de actividad más destacable, como el ocurrido en Junio de 2003; sin embargo la actividad del volcán se redujo notablemente. Durante el mes ocurrieron pocos eventos volcano-tectónicos (VT), indicando que para las semanas siguientes probablemente habría poca actividad en el volcán. Se cree que la actividad actual del mes de Diciembre fue provocada por la inyección de nuevos suministros de magma, evidenciadas por más de 20 eventos VT que ocurrieron durante el mes de Noviembre del 2003.

Durante Noviembre hubo la ocurrencia de eventos volcano-tectónicos a razón de 1 por día. La mayoría de estos eventos fueron profundos e indicaron el ascenso de pequeños volúmenes de magma. La actividad tan notable de Diciembre fue sin duda la respuesta prolongada de la



ocurrencia de estos eventos VT y la inyección de magma que fue anunciada por la ocurrencia esporádica de eventos LP (con frecuencias dominantes alrededor de 1.6 y 3.6 Hz), añadiéndose nuevamente eventos LP localizados en la zona de Juive.

Sismicidad:

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

| Fecha/ Semana | SISMICIDAD TOTAL | LP (Largo período) | VT (Volcano-tectónico) | Emisión | EXP (Explosiones) | HB (Híbridos) |
|--|------------------|--------------------|------------------------|------------|-------------------|---------------|
| 1-7 Dic | 146 | 142 | 4 | 47 | 48 | 0 |
| 8-14 Dic | 470 | 470 | 0 | 65 | 74 | 0 |
| 15-21 Dic | 409 | 406 | 3 | 63 | 73 | 0 |
| 22 – 28 Dic | 86 | 84 | 2 | 26 | 29 | 0 |
| 29 Dic-05 Enero | 40 | 39 | 1 | 34 | 1 | 0 |
| Total de Dic 03 | 1141 | 1131 | 10 | 215 | 199 | 0 |
| Total de Nov 03 | 1230 | 1210 | 20 | 298 | 81 | 0 |
| Total de Oct 03 | 1532 | 1524 | 8 | 426 | 455 | 0 |
| Promedio diario Diciembre de 2003 | 37 | 36 | 0 | 7 | 6 | 0 |
| Promedio diario Noviembre de 2003 | 41 | 40 | 1 | 10 | 3 | 0 |
| Promedio diario Octubre de 2003 | 49 | 49 | 0 | 14 | 15 | 0 |

En Octubre el promedio de eventos LP fue de 49 eventos/día, en Noviembre de 41 y en el mes presente el promedio fue de 37 eventos/día. Durante el presente mes, se registraron 1141 eventos de largo periodo, lo que es aproximadamente igual a lo registrado en el mes anterior (1230 eventos) y un poco menos que los registrado en el mes de Octubre (1532 eventos) (Figs. 1^a/b). Algunos de esos eventos LP se presentaron en enjambres los días 30 de Noviembre, 1, 5, 9, 10, 16, 17, 18, 20 y 21 de Diciembre.

En cuanto al número de eventos VT se nota que este se redujo a la mitad de lo registrado presenten el mes anterior (Fig. 2) y algunos que se grabaron el sistema de adquisición fueron de carácter profundo. El número de eventos híbridos (HB) continúa considerablemente bajo (Fig. 3).

El número de eventos explosivos, durante el presente mes aumentó a un poco más que el doble de lo registrado el mes pasado (Fig. 4). Fue interesante observar la actividad volcano-tectónica que aumentó desde Noviembre precediendo la ocurrencia de actividad explosiva en el presente mes (Fig. 5 a). la energía de las explosiones alcanzó su máximo pico a principios del mes, reduciéndose poco a poco hasta la tercera semana, hasta casi desaparecer en la última semana del mes (Fig. 5b).



Durante el presente mes se observó un pico en el número de emisiones llegando a su máxima actividad en la segunda semana del mes (Fig. 6). La liberación de energía principalmente aportada por este tipo de señal fue menor comparado con lo ocurrido en el mes pasado y alcanzó su máximo pico a mediados de Diciembre (Figs. 7^a/b, 8^a/b y 9).

A grandes rasgos la actividad durante Enero se caracterizó por la ocurrencia de enjambres de eventos de largo periodo (con frecuencias dominantes alrededor de 1.4, 1.6, y 3.8 Hz) luego de los cuales hubo un periodo de calma (el tremor de fondo desapareció casi completamente) registrándose un periodo importante de actividad explosiva. En algunas ocasiones, asociada con la actividad explosiva, la ocurrencia de tremor e igualmente eventos de largo periodo también tuvo su presencia. La ocurrencia de tremor armónico tuvo su presencia después de los dos periodos de actividad de largo periodo más importantes, es decir, a continuación de los enjambres LP del 10 y 21 de Diciembre. El tremor armónico presentado el 23 de Diciembre tuvo su ocurrencia en bandas o periodos de actividad irregulares (es decir bandas de 10 minutos a 1 hora), lo que indica la presencia de un componente principalmente magmático durante este periodo.

En otras palabras, la actividad en Diciembre indica que durante la ocurrencia de un enjambre de eventos de largo periodo una condición de presión fue alcanzada, luego de la cual el sistema prácticamente detiene su actividad. Esta disminución de la actividad indica que probablemente la grieta pre-existente donde se generó la actividad de largo periodo se llenó prácticamente y por lo tanto no hubo más resonancia. Después de que la resonancia que produce un evento LP se detiene el magma y/o los fluidos magmáticos buscaron un camino a la superficie y este se hizo a través de explosiones y/o la ocurrencia de tremor.

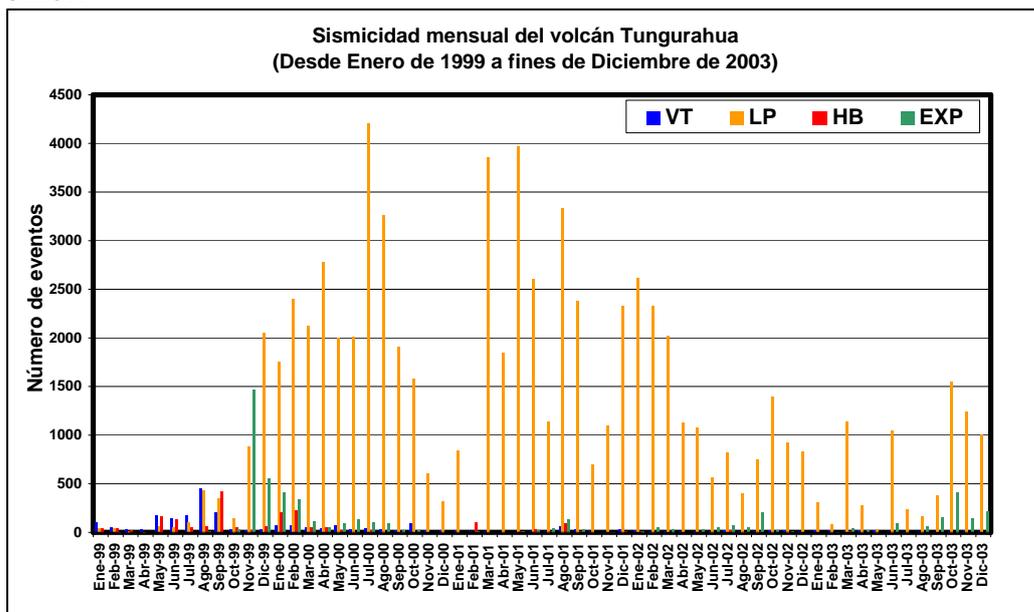


Figura. 1^a/b. Número de sismos mensuales registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003 y Enero de 1999, respectivamente.

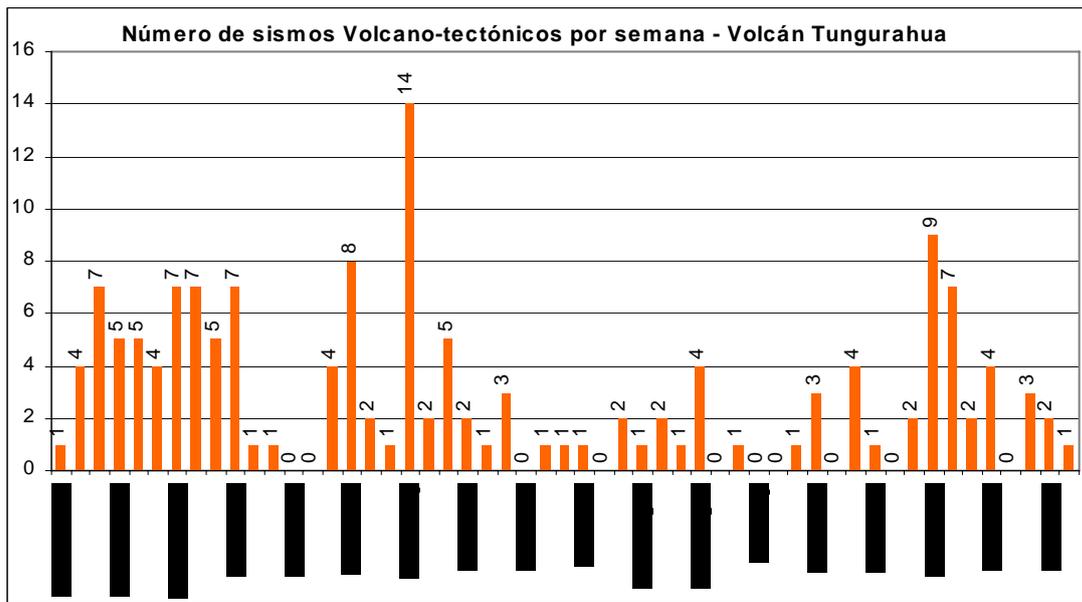


Figura 2. Número de sismos volcano-tectónicos, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.

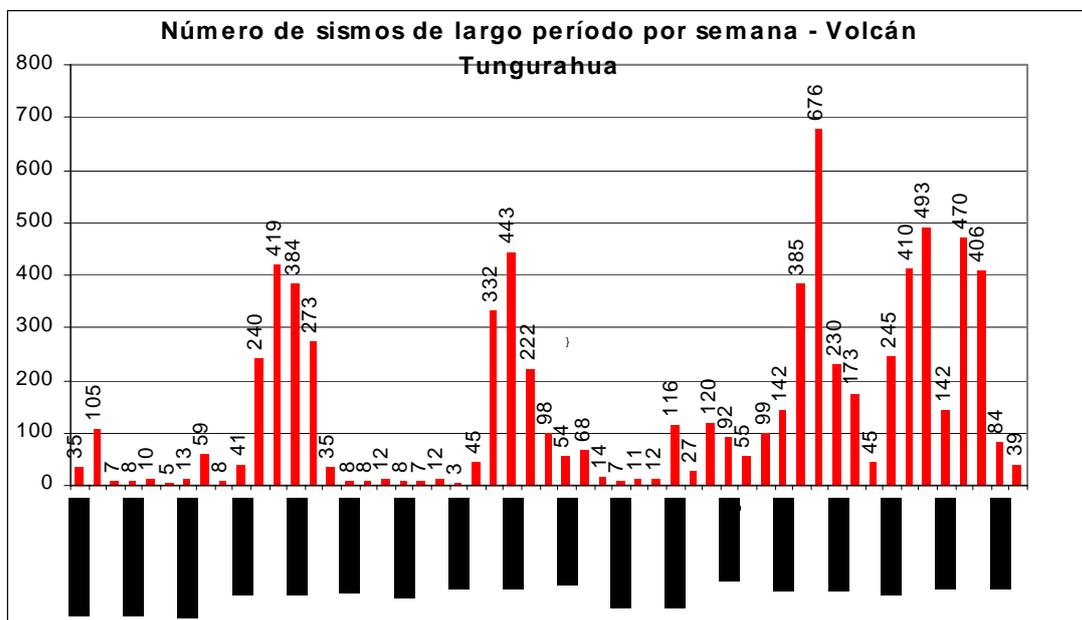


Figura 3. Número de sismos largo período semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.

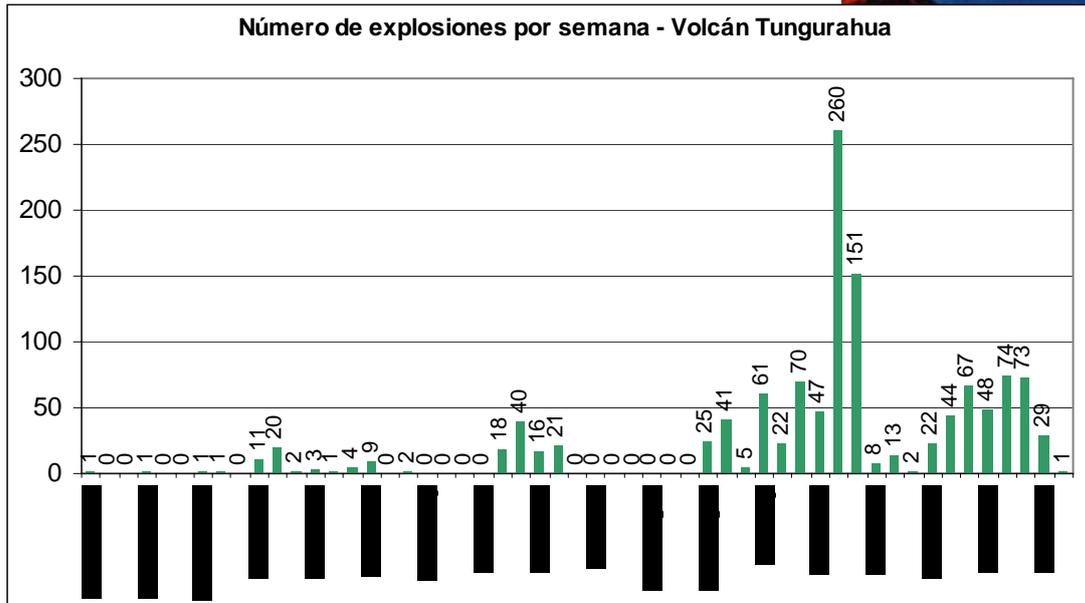


Figura 4. Número de explosiones semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua desde Enero de 2003.

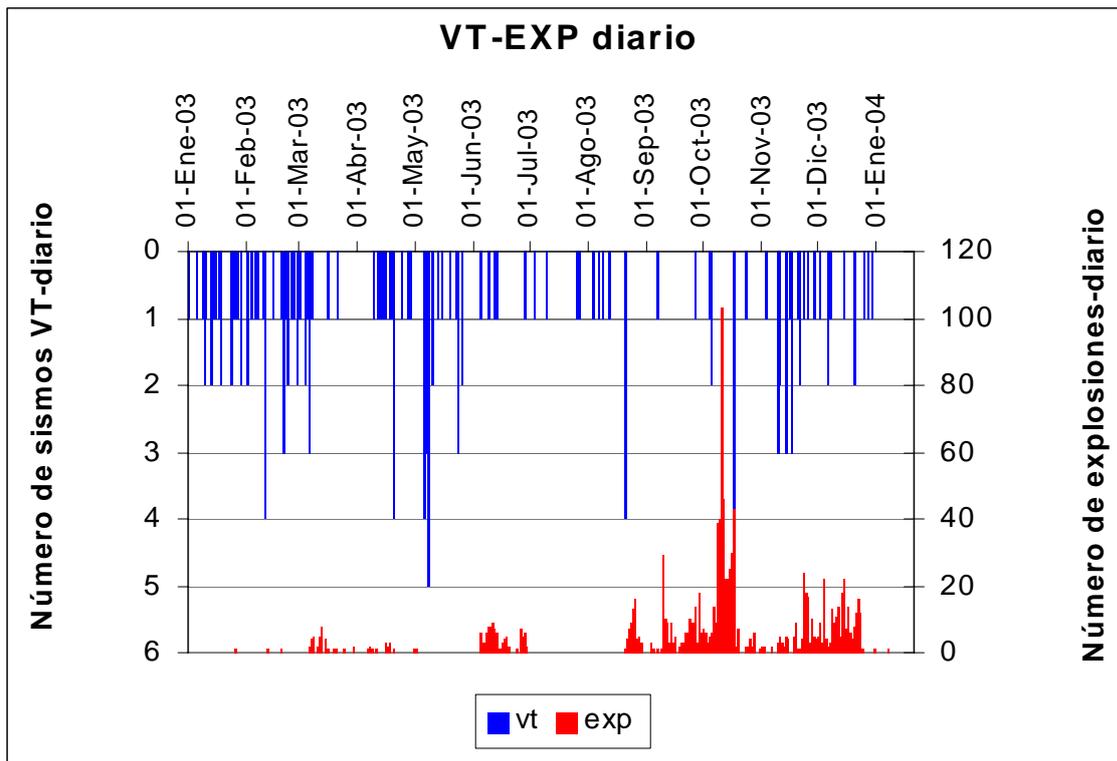


Figura 5a. Ocurrencia diaria de eventos volcano-tectónicos y explosiones, Volcán Tungurahua desde Enero 2003

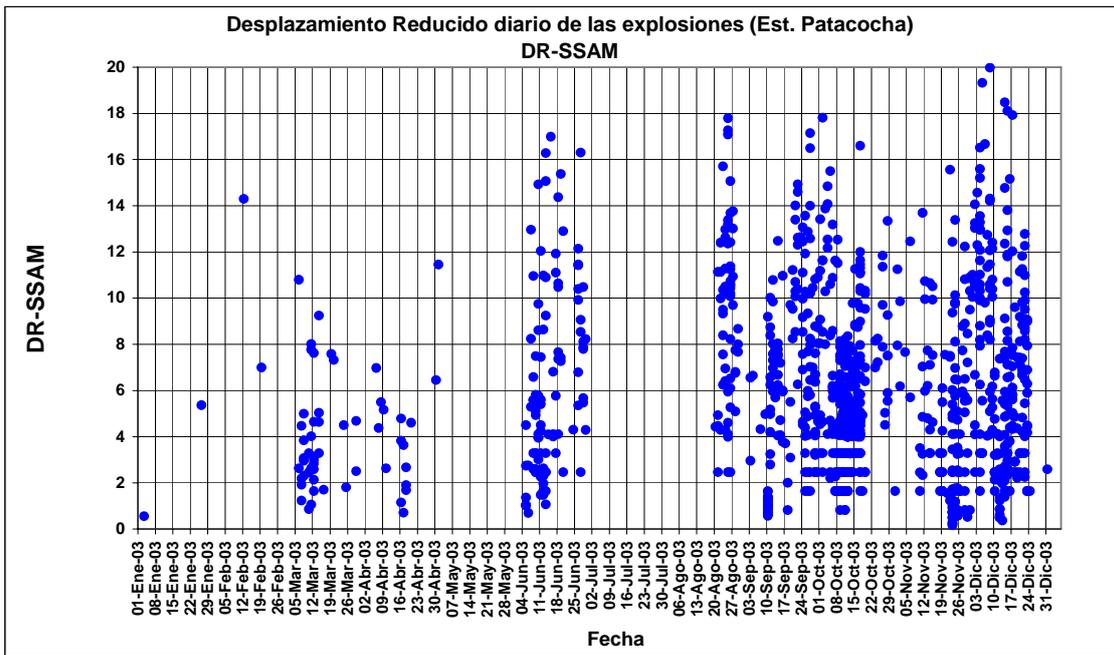


Figura 5b. Desplazamiento reducido calculado para cada evento explosivo en el Volcán Tungurahua desde Enero 2003

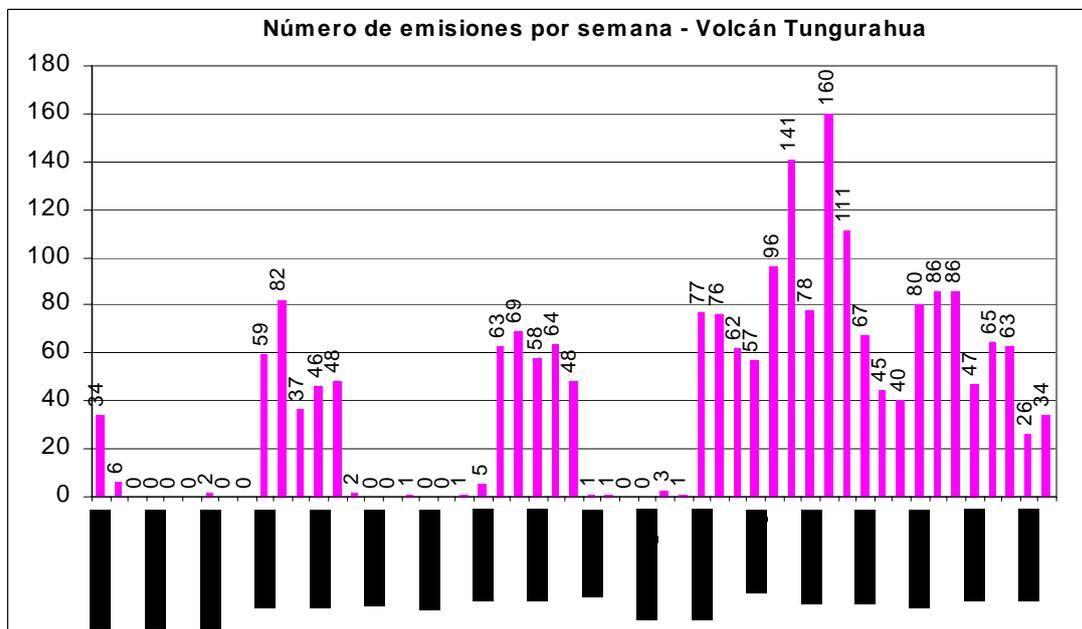


Figura 6. Número de señales de emisión, semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.

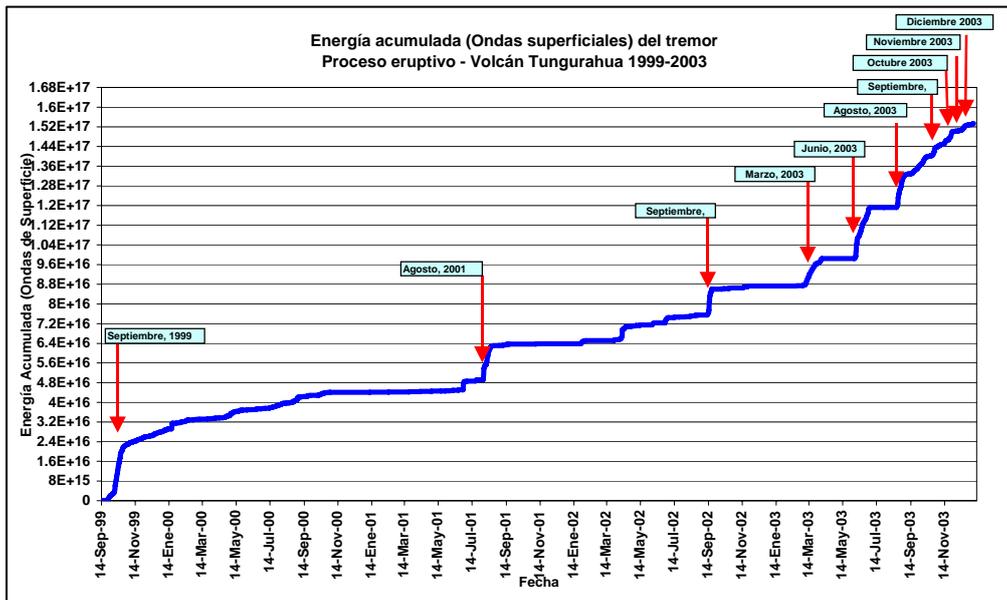


Figura 7a Energía acumulada por el tremor volcánico desde Septiembre de 1999 hasta el presente (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Observe los importantes “saltos” en los meses de Junio y Agosto de, 2003.

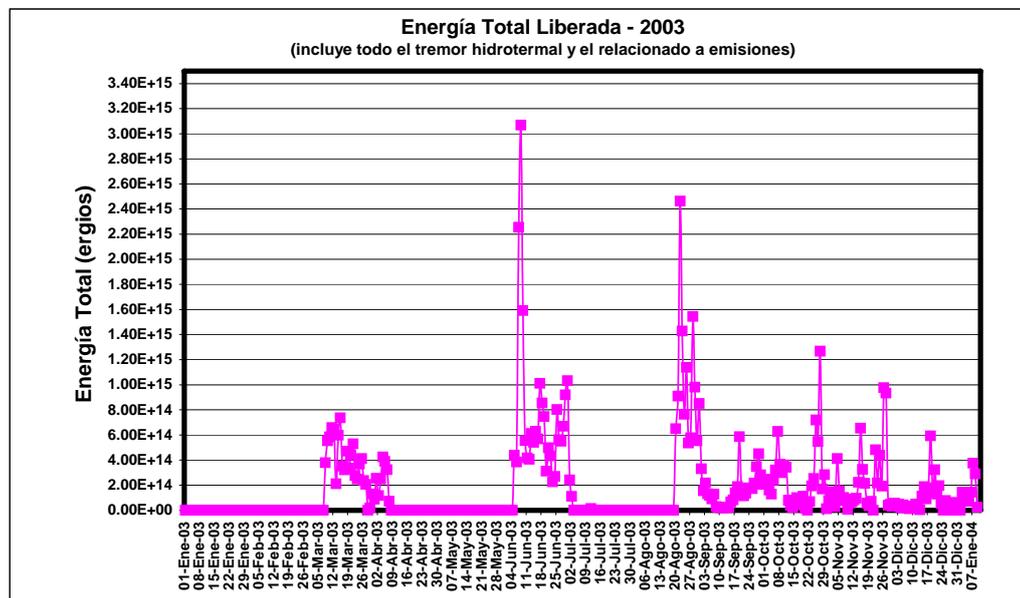


Figura 7b. Energía liberada por el tremor volcánico en el 2003 (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Observe la alta liberación de energía ocurrida durante los meses de Marzo y Junio, la baja tasa durante el mes de Julio y de nuevo el incremento desde el 20 de Agosto. Posteriormente el nivel se redujo en los últimos meses del año.

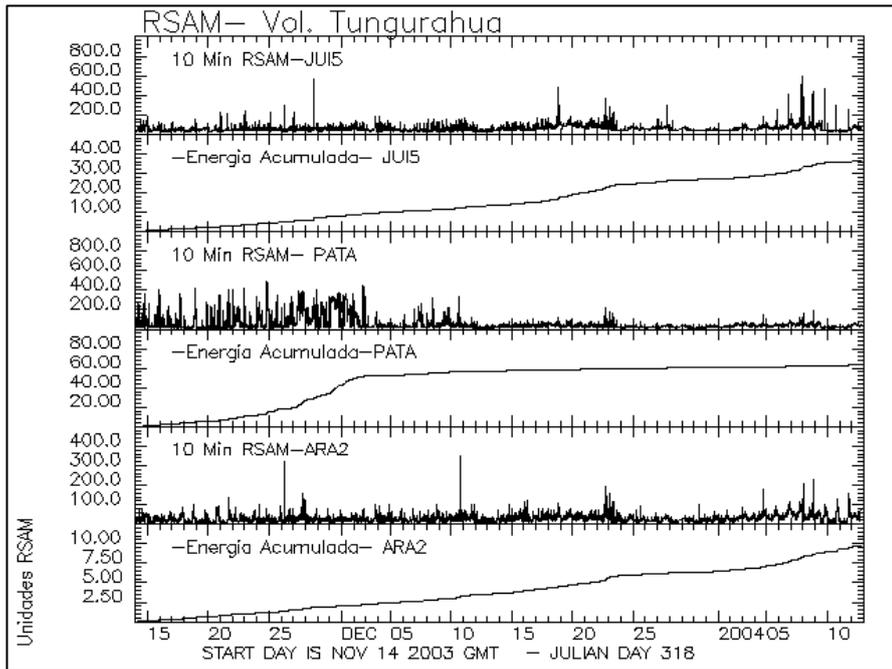


Figura 8a. Energía sísmica liberada por el volcán en unidades RSAM. Observe el incremento en los niveles de energía desde el 20 de Septiembre.

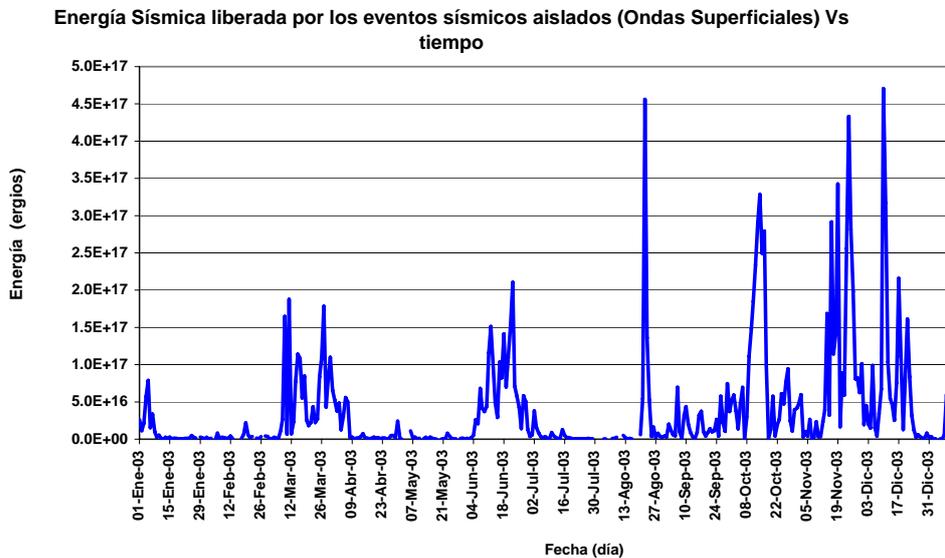


Figura 8b. Energía calculada para eventos sísmicos aislados (mediante la ecuación de Lee et al., 1972). Observe la alta tasa de liberación de energía durante el mes de Diciembre, la misma que es principalmente aportada por eventos de largo periodo y tremor.

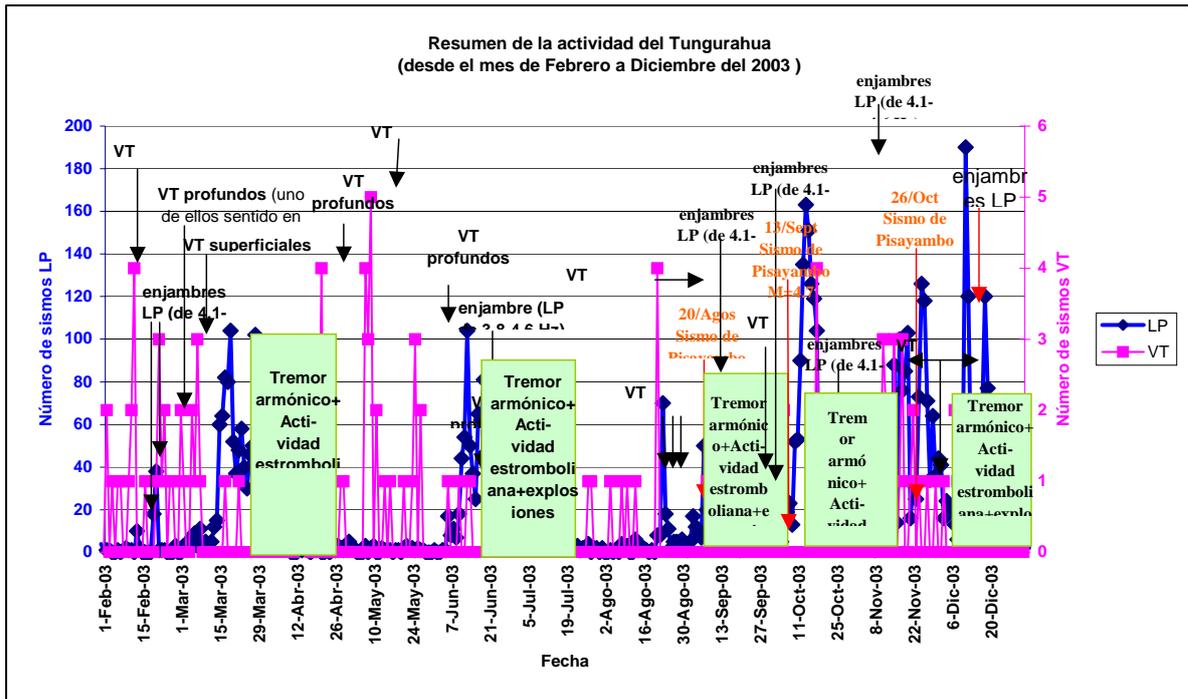


Figura 9. Esquema que resume la actividad en el presente año.

Localizaciones de los eventos sísmicos

En la Figura 10, se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos para el mes de Diciembre de 2003. La mayor parte de los eventos que se localizaron correspondieron con explosiones y sismos de largo periodo que parecen compartir la misma localización, es decir, estos se localizan bajo el cráter a una profundidad entre 2 y 3 km aproximadamente. Por otra parte, los eventos volcano-tectónicos se localizaron al NWW y SSW del cráter. La mayoría de VT's se localizaron entre 3 y 12 km de profundidad.

Se puede notar que los eventos de largo periodo y explosiones se encuentran levemente desplazados hacia el SW del cráter. Igualmente algunos eventos volcano-tectónicos se encuentran en la misma ubicación epicentral de las explosiones y/o eventos de largo periodo.

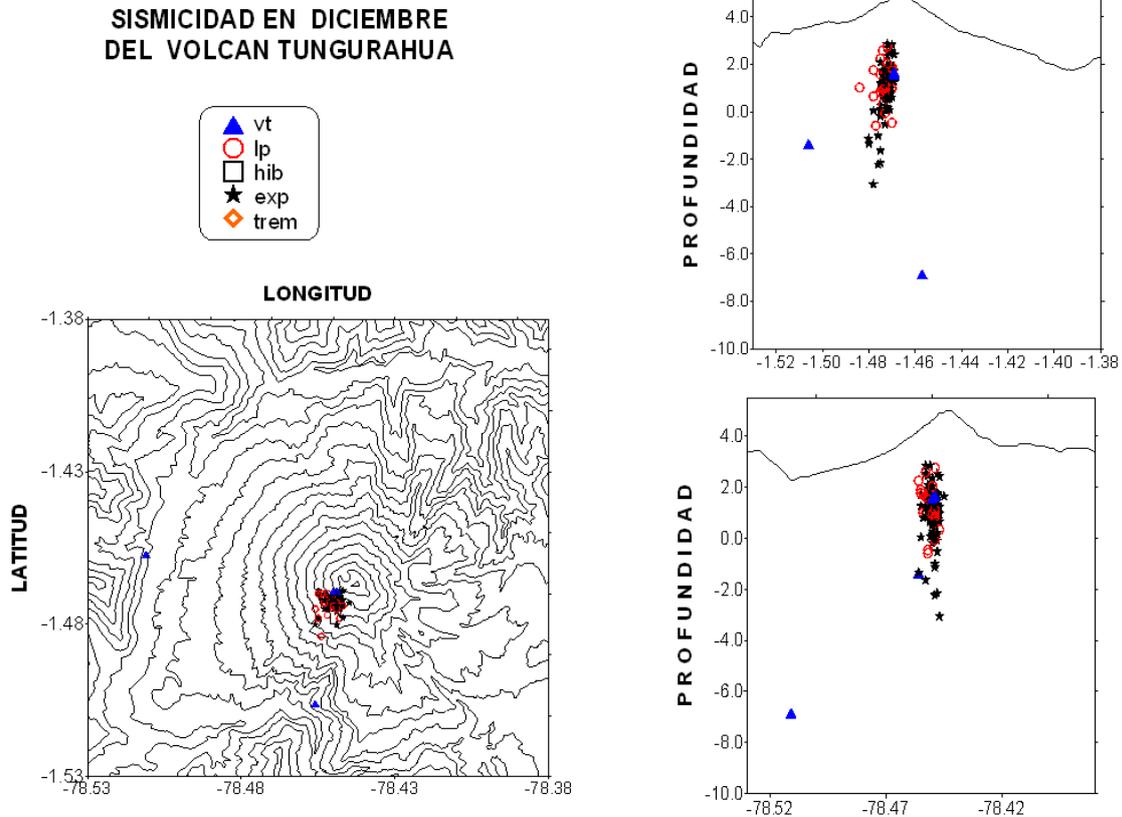


Figura 10. Localizaciones de los eventos sísmicos en Diciembre de 2003

Deformación

En la Figura 11 se muestra el registro de la estación inclinométrica de JUIV5. Hasta mediados de Noviembre los valores fueron estables. Posteriormente se observa una tendencia descendente, especialmente en el eje radial, que viene más pronunciada a partir del 20 de Diciembre. Esta tendencia es inflacionaria y podría correlacionarse con el paso de nuevo magma hacia la superficie. Dicho ascenso de magma pudo haber sido manifestado por la ocurrencia de los numerosos VT's que se registraron durante el mes de Noviembre y parcialmente Diciembre.

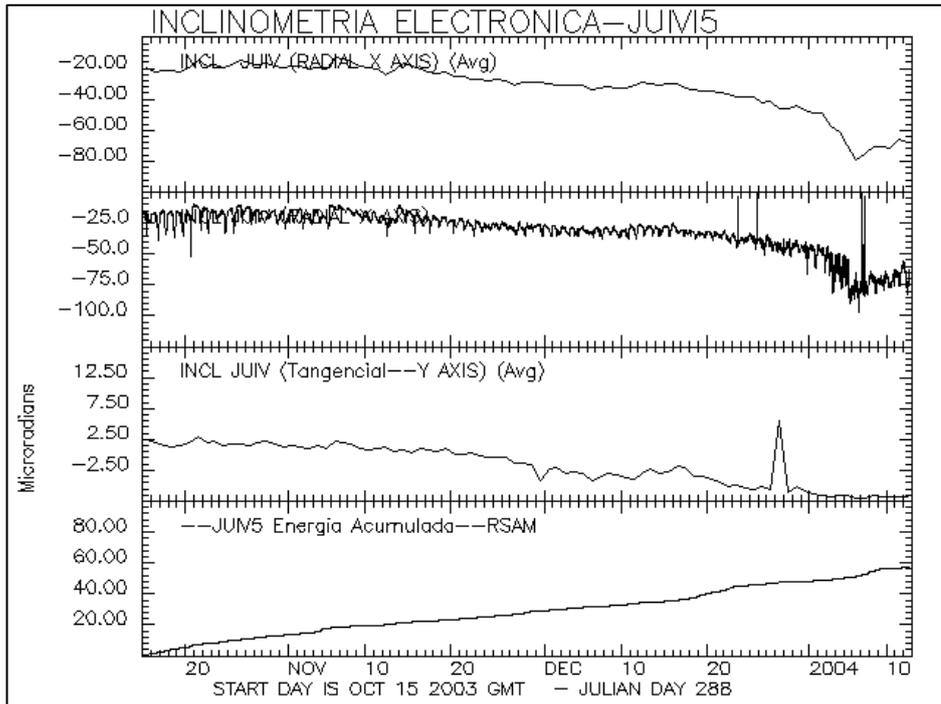


Figura 11. Registro inclinométrico de la estación JUIV5 del Volcán Tungurahua desde el 15 de Octubre, 2003 hasta el 12 de Enero del 2004.

Geoquímica

Durante el mes de Diciembre se realizaron las medidas de los parámetros físicos de dos fuentes termales. Los valores no mostraron cambios notables (Figura 12).

En Figura 13 se detalla las últimas medidas de SO_2 realizadas mediante el método de COSPEC. A principios del mes hubo un importante caudal de gases y cenizas saliendo del cráter, dando lugar a que se tomara una medida de 9200 Ton/día de SO_2 . Vale la pena notar que este valor es comparable con los valores detectados durante 1999. Este valor es coherente con el estado de alta actividad en el volcán y los gases magmáticos que indicaron la llegada de nuevo magma a la superficie.

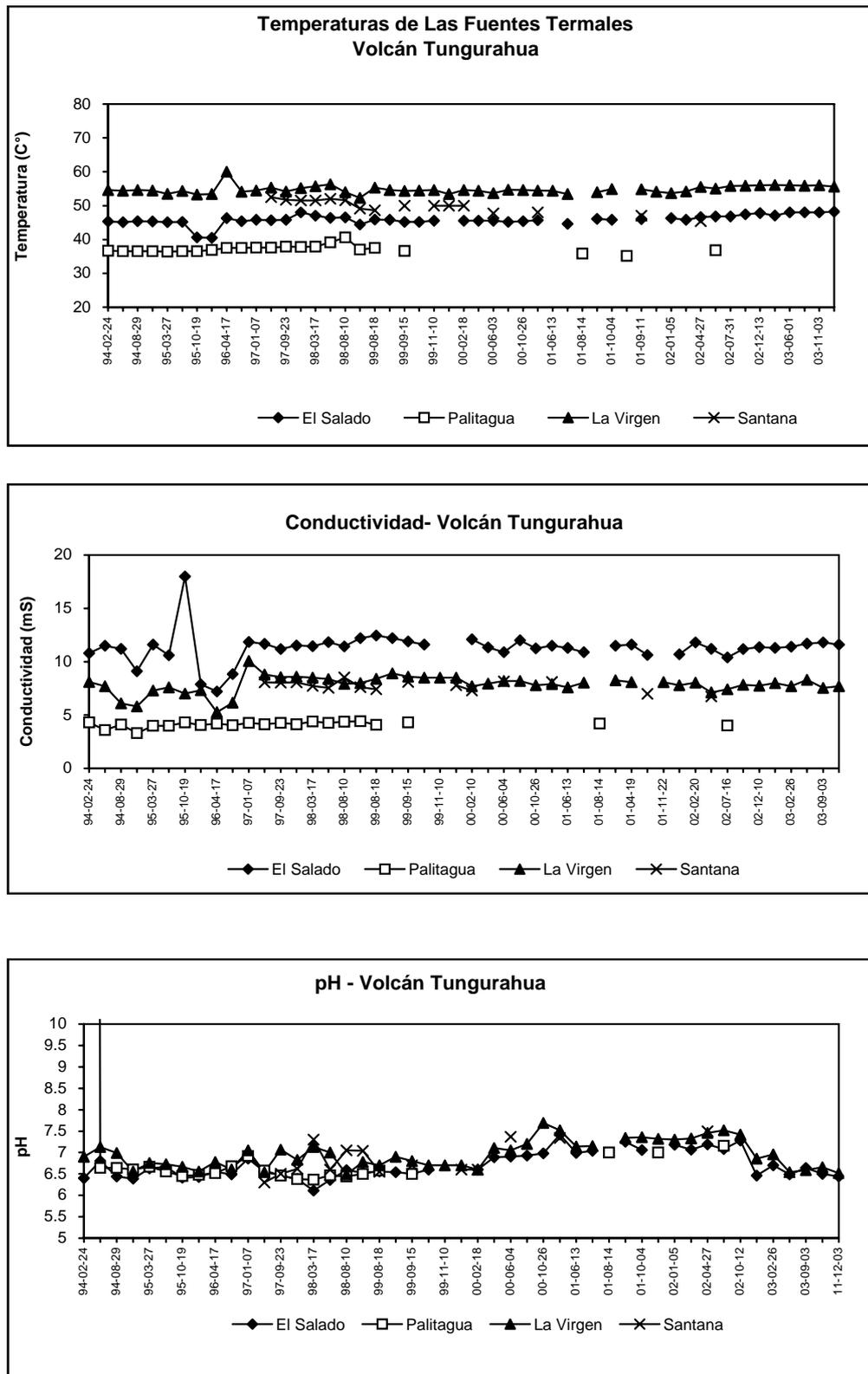


Figura 12. Registro de los parámetros físicos medidos en las aguas termales, El Salado y La Virgen.

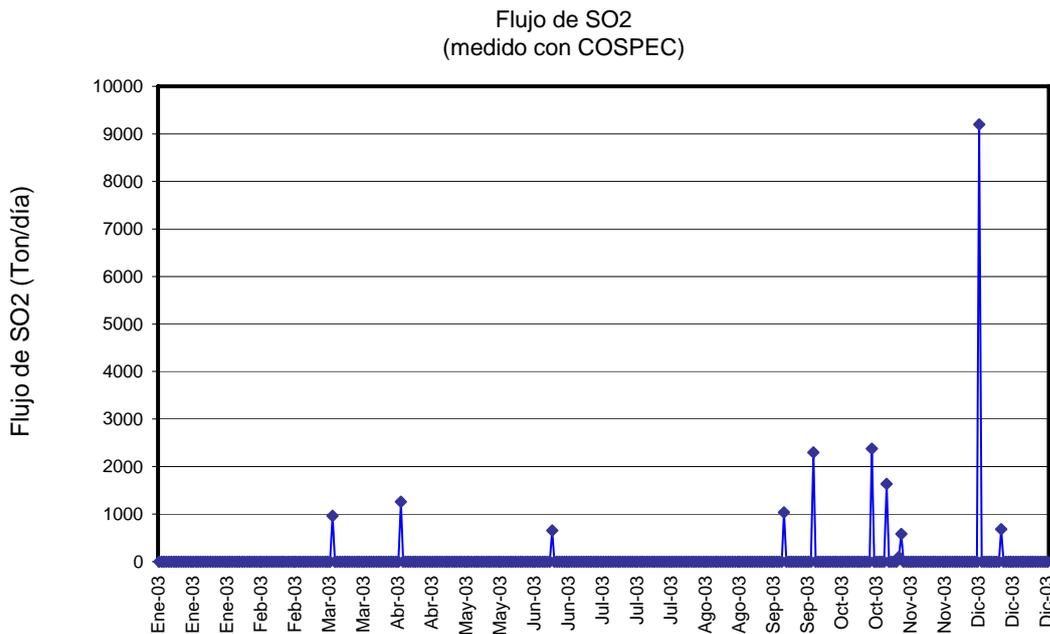


Figura 13. Registro de los valores de ton/día de SO₂ medidos mediante el método de COSPEC durante el 2003.

Observaciones Visuales y Auditivas

Durante la primera semana de Diciembre se produjeron caídas de ceniza relacionada con la intensa actividad explosiva y a la vez se produjeron importantes cañonazos. En la segunda semana las explosiones fueron algo más ligeras y las emisiones discretas y no tan continuas como durante la primera semana.

Desde la tercera hasta la quinta semana ocurrió una disminución en la carga de ceniza en las emisiones. Además, como las explosiones fueron de menor magnitud, igualmente los cañonazos fueron de menor intensidad.

Hubo fuentes de lava y brillo en el cráter, especialmente notable durante las primeras dos semanas.

Conclusiones

Durante el mes de Diciembre se produjeron 10 sismos VT, la mayoría pequeños, dos de ellos fueron localizados bajo la cumbre y otro bajo el Río Chambo directamente al occidente del cono. El número de eventos LP que registraron durante este mes fueron importantes, pero aún fueron en menor cantidad en relación a los dos meses anteriores. Sin embargo podrían estar relacionado con el alto número de VT's que ocurrieron principalmente en el



mes anterior. Mediante los eventos VT se evidencia que el magma abrió paso hacia la superficie para que una mayor cantidad de fluidos pudieran subir por el conducto, factor también expresado por el alto caudal de SO₂ medido a los principios del mes.

Durante el mes de Diciembre el volcán registro cuatró fases importantes de tremor armónico y posteriormente se tranquilizó. La ocurrencia de las fases de tremor es el reflejo del incremento sostenido en la presión interna del volcán.

En general, una condición presurizada fue alcanzada con la ocurrencia de los enjambres de eventos de largo periodo, los mismos que precedieron (desde horas a días) la ocurrencia de una etapa de alta actividad explosiva. En síntesis se observó la siguiente secuencia temporal o patrón de actividad sísmica previa y durante Diciembre:

1. Alta ocurrencia de eventos volcano-tectónicos profundos y distales en Noviembre y parcialmente algunos en Diciembre.
2. Enjambres de largo periodo (frecuencias dominantes de 1.4, 1.6, y 3.8 Hz)
3. Periodos de reposo de varias horas a días.
4. Actividad explosiva y tremórica (de carácter armónico y disarmónico).

CIMP/PM

Estos informes están 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.

12 Enero, 2004, Quito