



Resumen Mensual  
Actividad del Volcán Tungurahua- Octubre del 2004  
Instituto Geofísico-EPN, Quito y OVT, Guadalupe



## 1. Síntesis General de la Actividad

El Volcán Tungurahua, durante el mes de Octubre experimentó un incremento en el número de eventos volcano-tectónicos (VT) respecto a los últimos dos meses. Este mismo incremento ha sido observado previo a épocas en que el volcán comienza un nuevo ciclo de mayor actividad (ej. Abril del 2004).

Básicamente durante todo el mes el nivel de actividad fue bajo a excepción de la actividad VT. Con poca frecuencia fueron escuchados bramidos, se registraron 2 explosiones/día y en las noches fue observado un brillo ligero en el cráter. Las últimas dos semanas se presentó un mayor número de explosiones (13 y 22/semana respectivamente). El tamaño de las explosiones varió de pequeño a moderado, y a veces la columna fue semi-cargada con ceniza. Las alturas máximas que alcanzó el penacho sobre el cráter fueron alrededor de 3 km. En general, la presencia de ceniza en las emisiones fue mínima. El número tanto de emisiones como explosiones fue un poco mayor durante el presente mes comparado con los dos meses anteriores.

El número total diario de eventos (principalmente de largo periodo) fue bajo, entre 10-20 eventos/semana, lo que es 40% menor de lo registrado en el mes pasado.



## 2. 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)
28 Sept-03 Oct	99	97	2	26	6	0
04 – 10 Oct	81	78	3	28	7	0
11 – 17 Oct	95	90	5	32	8	0
18 – 24 Oct	93	91	2	51	13	0
25 - 31 Oct	89	86	3	44	22	0
<b>Total de Octubre/04</b>	<b>404</b>	<b>390</b>	<b>14</b>	<b>168</b>	<b>53</b>	<b>0</b>
<b>Total de Septiembre/04</b>	<b>683</b>	<b>674</b>	<b>9</b>	<b>119</b>	<b>43</b>	<b>0</b>
<b>Total de Agosto/04</b>	<b>625</b>	<b>620</b>	<b>5</b>	<b>142</b>	<b>22</b>	<b>0</b>
<i>Promedio diario Octubre/2004</i>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<i>Promedio diario Sept/2004</i>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<i>Promedio diario Agosto/2004</i>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

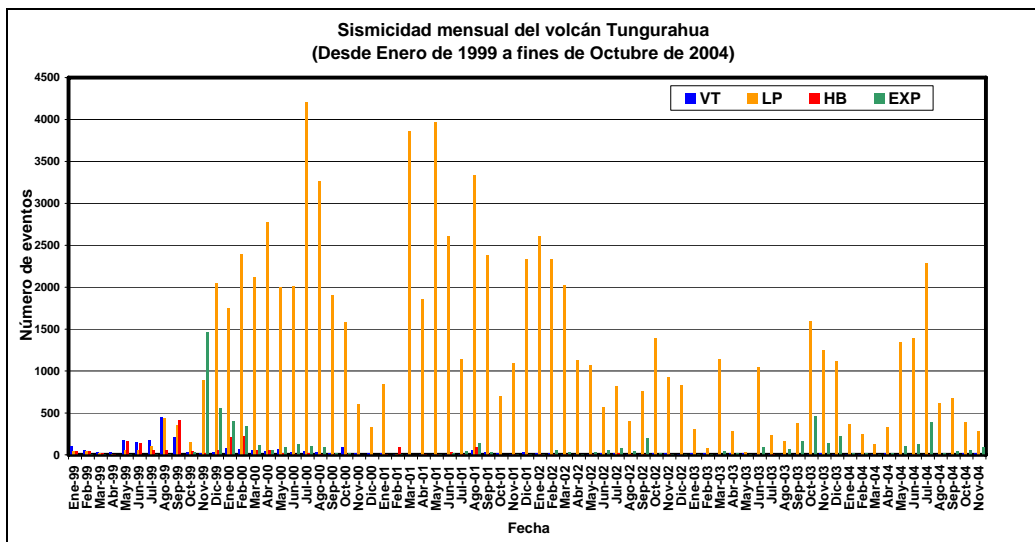
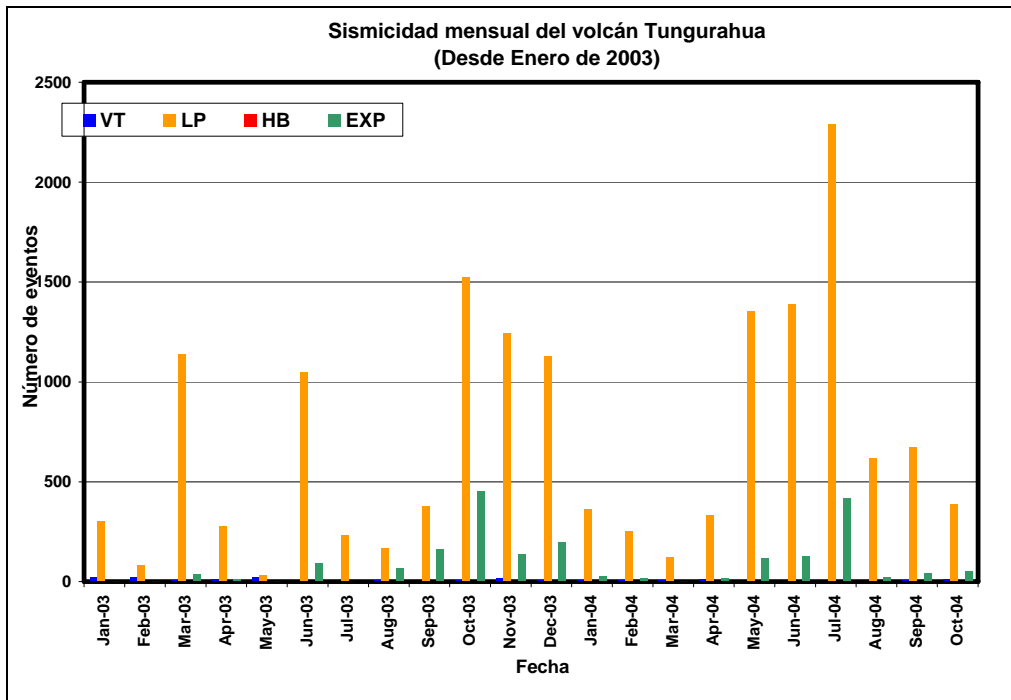
En Octubre del 2004 el número de eventos de largo periodo (LP) descendió a 390 eventos lo que es un decremento del 60% en comparación con el mes pasado (Tabla 1; Figs. 1a/b y 2).

Por otra parte, el número de sismos volcano-tectónicos fue mayor en comparación con el mes de Septiembre, registrándose 14 eventos, es decir, un número que casi triplica a lo registrado en el mes de Agosto (Fig. 3). Parte de estos eventos durante el mes de Octubre fueron de carácter profundo y distal (más de 5 km de distancia respecto al cráter y más de 5 km de profundidad respecto a la cumbre del volcán). Un patrón que fue observado en el mes de Abril. Por otra parte, no se registraron eventos híbridos (HB).

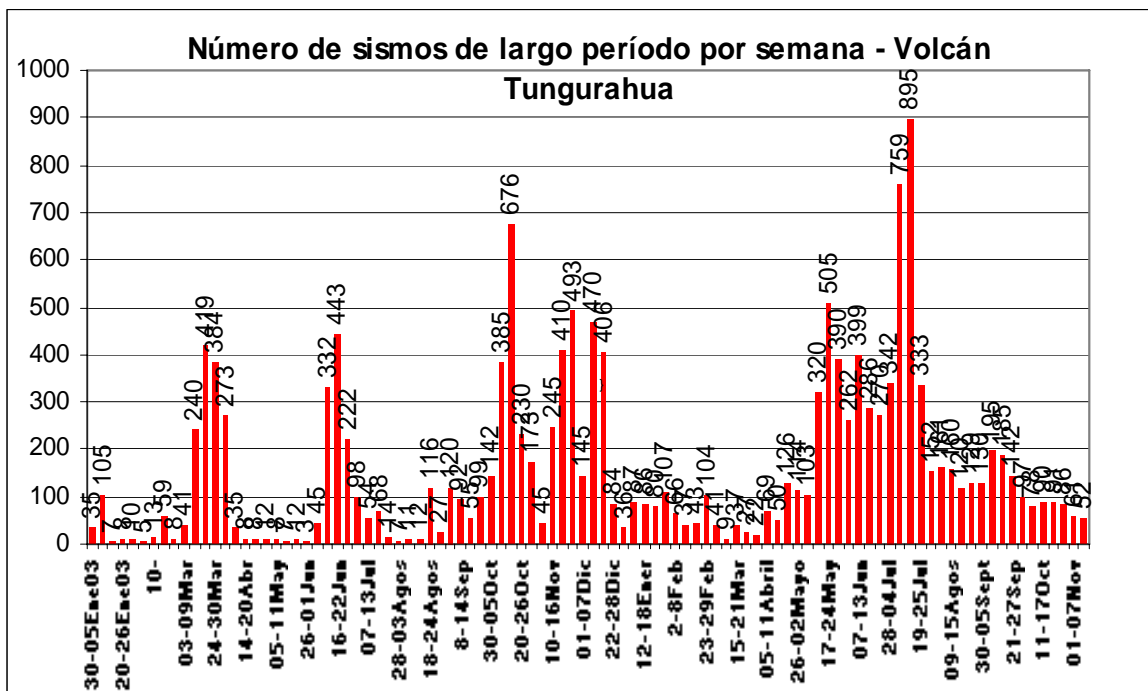
El número de explosiones en Octubre se incrementó en un 10% con respecto al mes de Septiembre, y permaneció en un nivel mayor que lo ocurrido en el mes de Agosto del 2004 (Fig. 4). La energía de estas explosiones fue variable, llegando a tener desplazamientos reducidos de hasta 12 cm<sup>2</sup> en la segunda semana de Octubre (Fig. 5), pero en general su tendencia general fue disminuir al final del mes (Fig. 7a). Estas explosiones tendieron a permanecer en focos similares a los del mes pasado (Fig. 10).

El número de emisiones incrementó levemente en comparación con lo registrado en el mes anterior, alcanzando a ser el 49% mayor de lo acontecido en el mes pasado (Tabla 1). Respecto al mes de Agosto el número total de emisiones quedó en niveles similares (Fig 6) y en cuanto a energía los niveles alcanzados fueron similares a los de Marzo de 2004 (Figs. 7a y 7b).

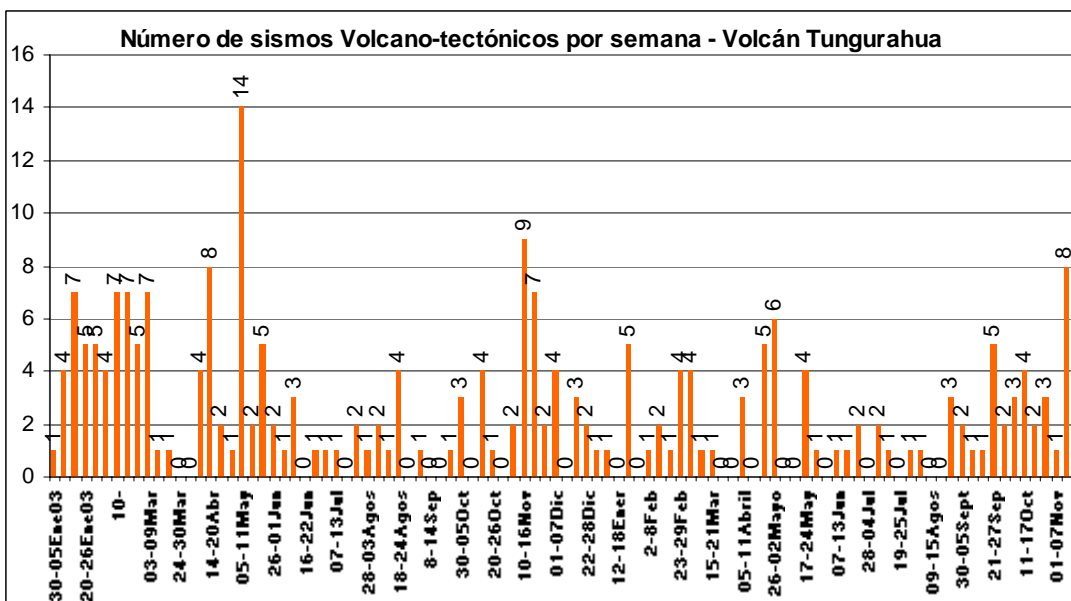
En resumen, durante el mes de Octubre, los parámetros sísmicos (a excepción de la ocurrencia de eventos volcano-tectónicos) y visuales tuvieron un nivel bajo, el mismo que se vino dando desde fines de Julio. El incremento en la actividad volcano-tectónica, indicaría una nueva inyección de fluidos magmáticos y la preparación para un proceso de mayor actividad en el volcán en los próximos meses.



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



**Figura 2.** Número de sismos de largo periodo, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.



**Figura 3.** Número de sismos volcano-tectónicos, semanalmente registrados en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.

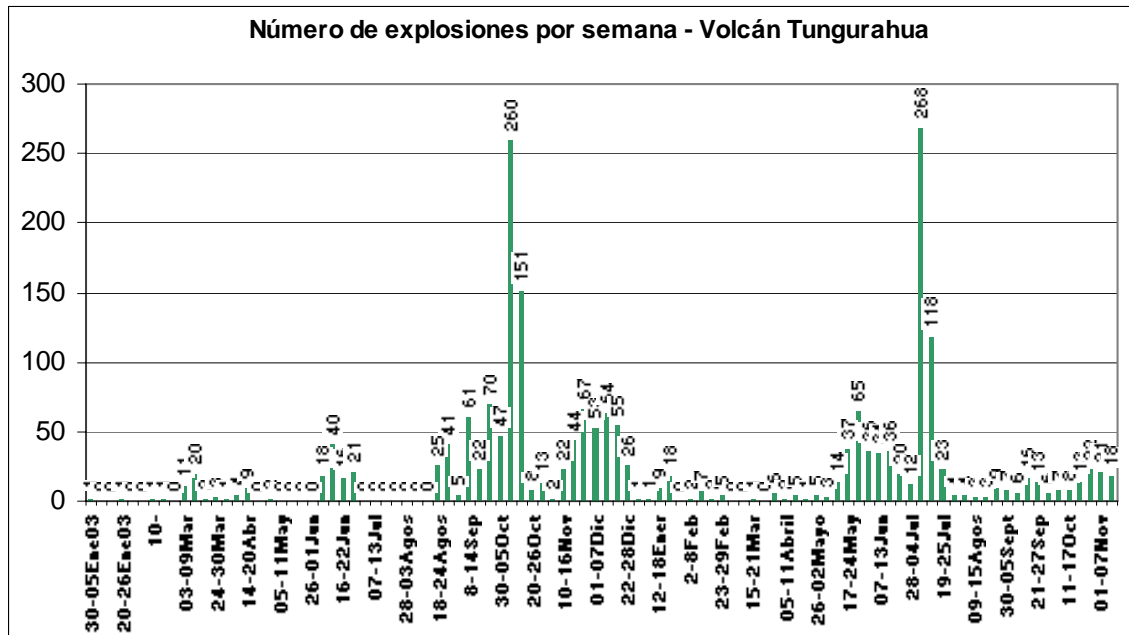


Figura 4. Número de explosiones, semanalmente registradas en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.

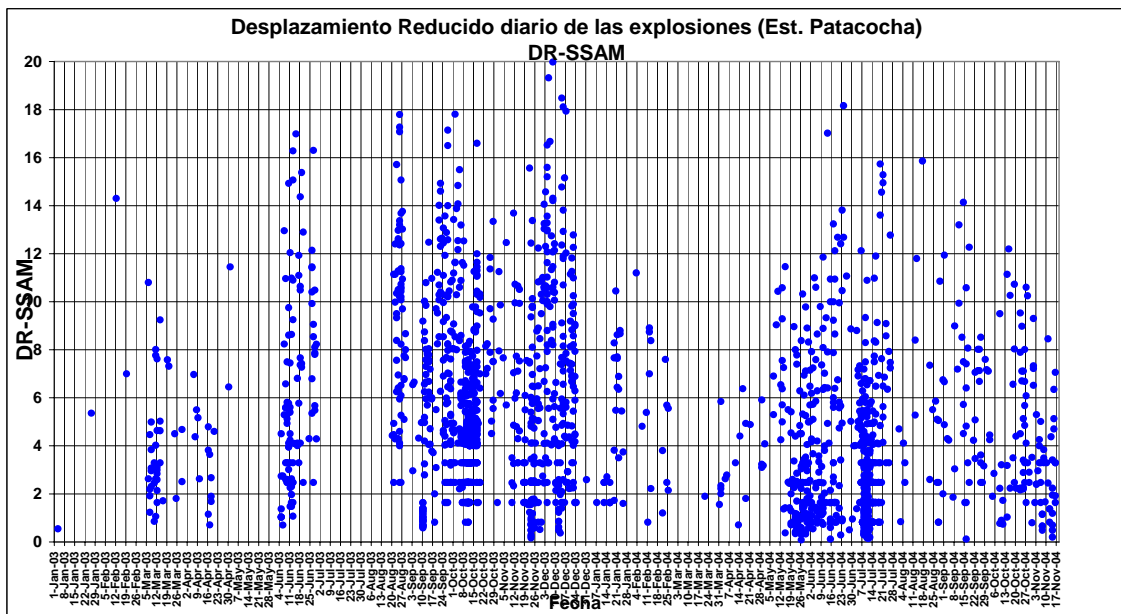


Figura 5. Desplazamiento reducido calculado para cada evento explosivo en el Volcán Tungurahua, desde Enero 2003.

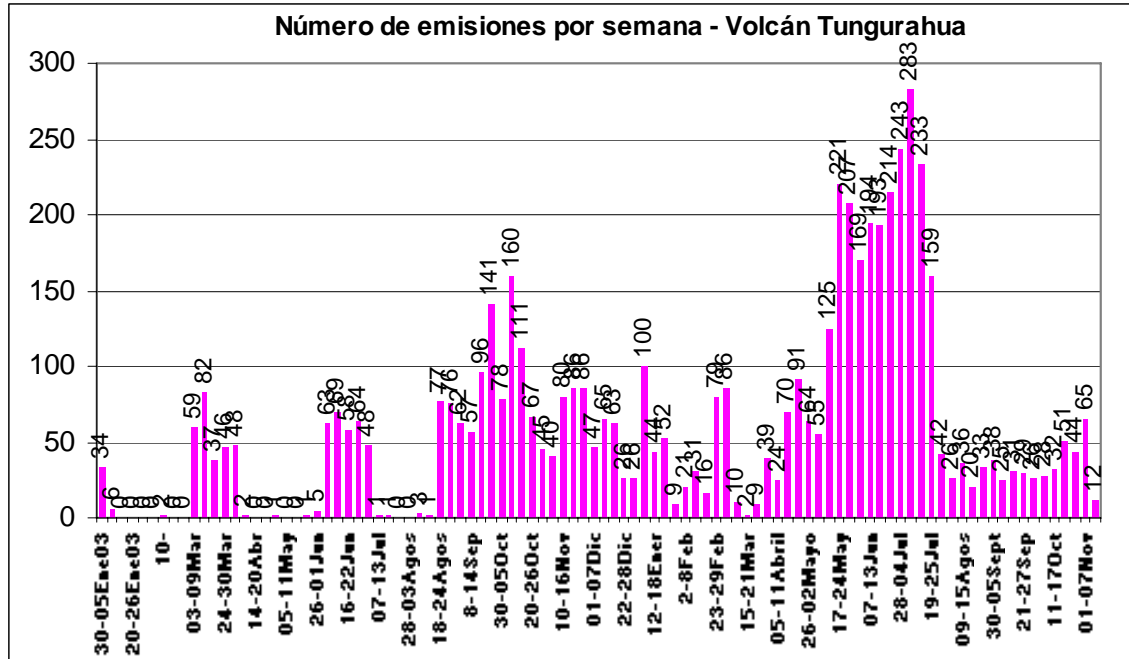


Figura 6. Número de señales de emisión, registradas semanalmente en el Volcán Tungurahua, desde Enero de 2003.

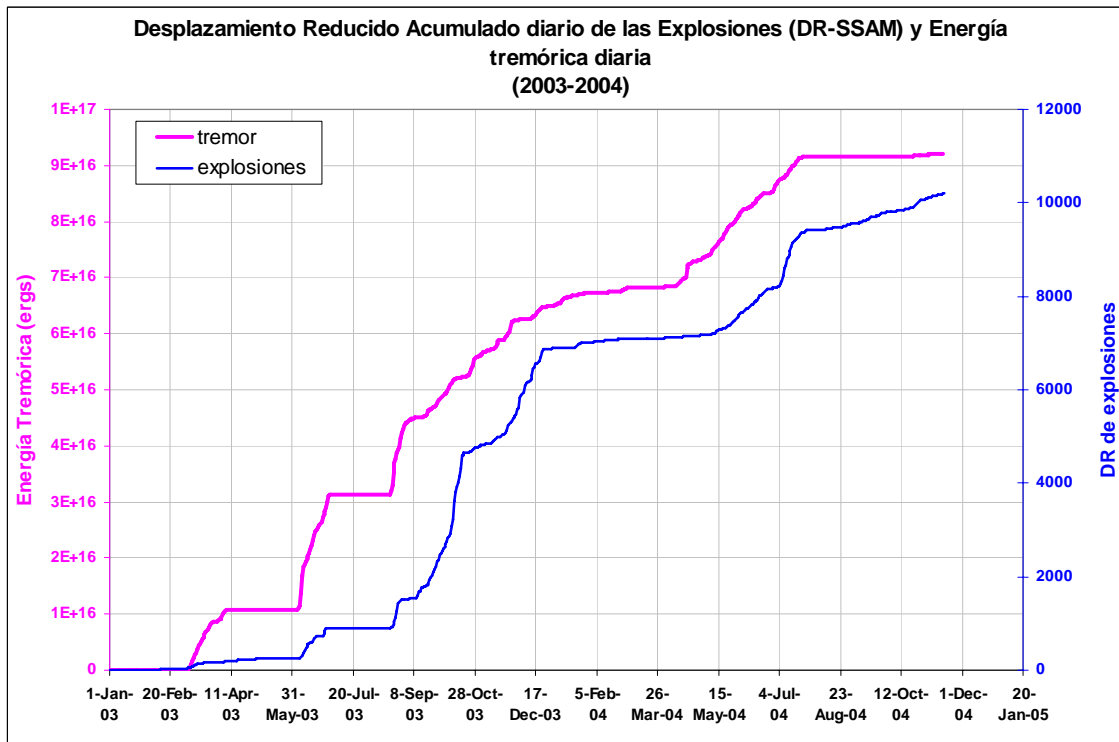
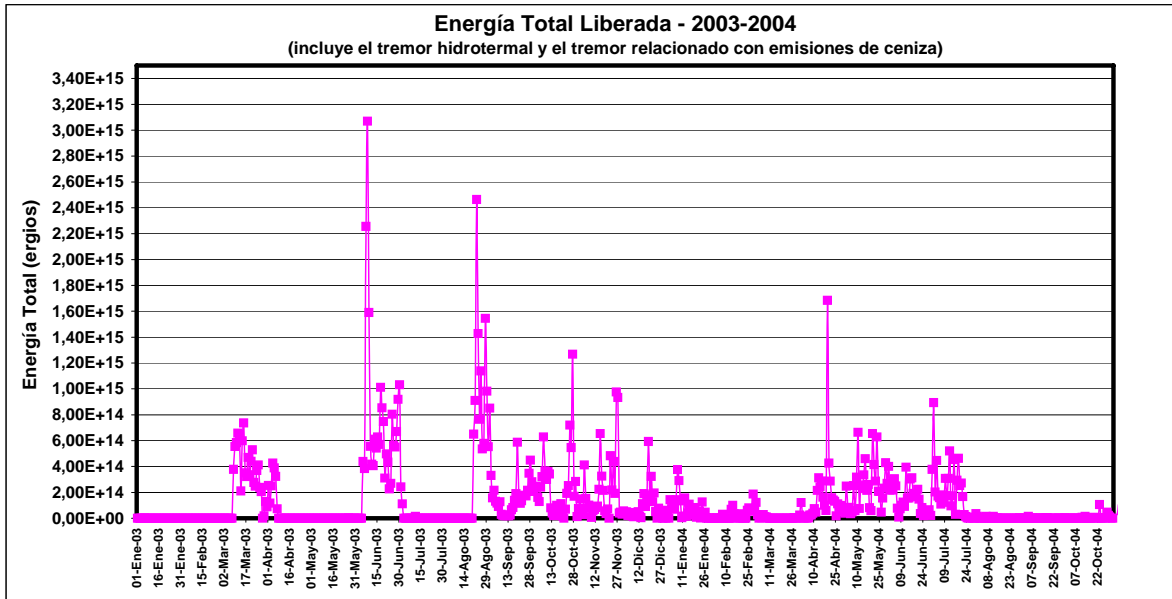
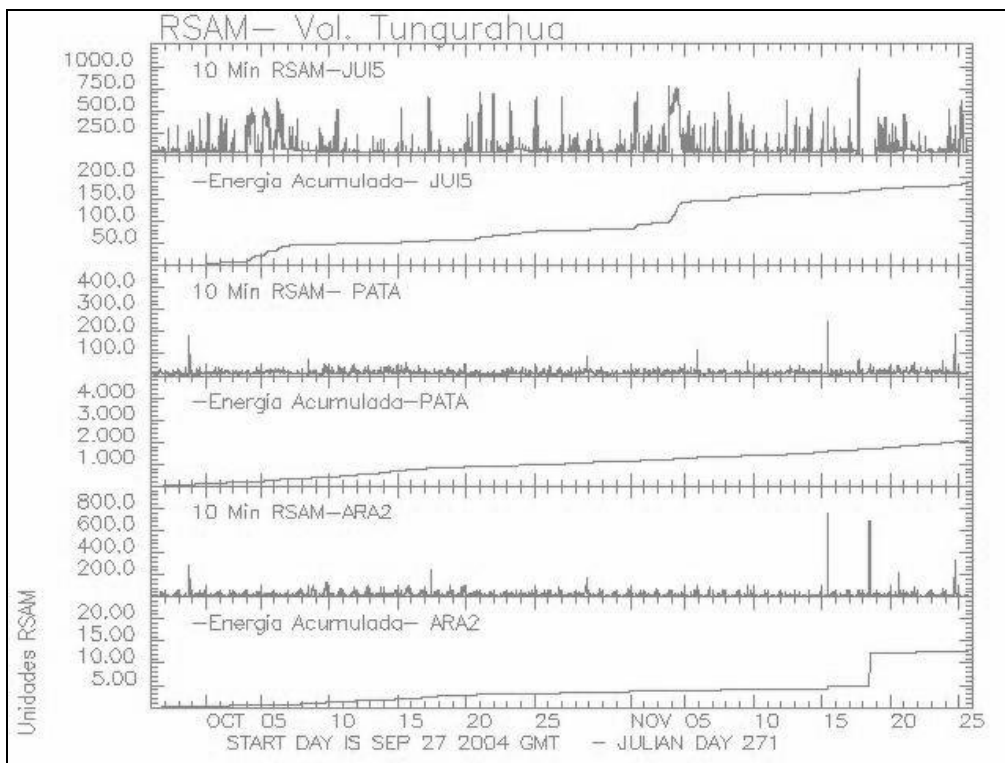


Figura 7a. Energía acumulada por el tremor volcánico y explosiones desde Enero 2003 hasta el presente. El tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor, gases y ceniza. Los quiebres o “saltos” en la curva de energía se dan en los meses de Mayo y Julio de 2004 (correspondientes con periodos de alta actividad volcánica) y están seguidos por un periodo de baja liberación de energía entre Agosto y Octubre de 2004.

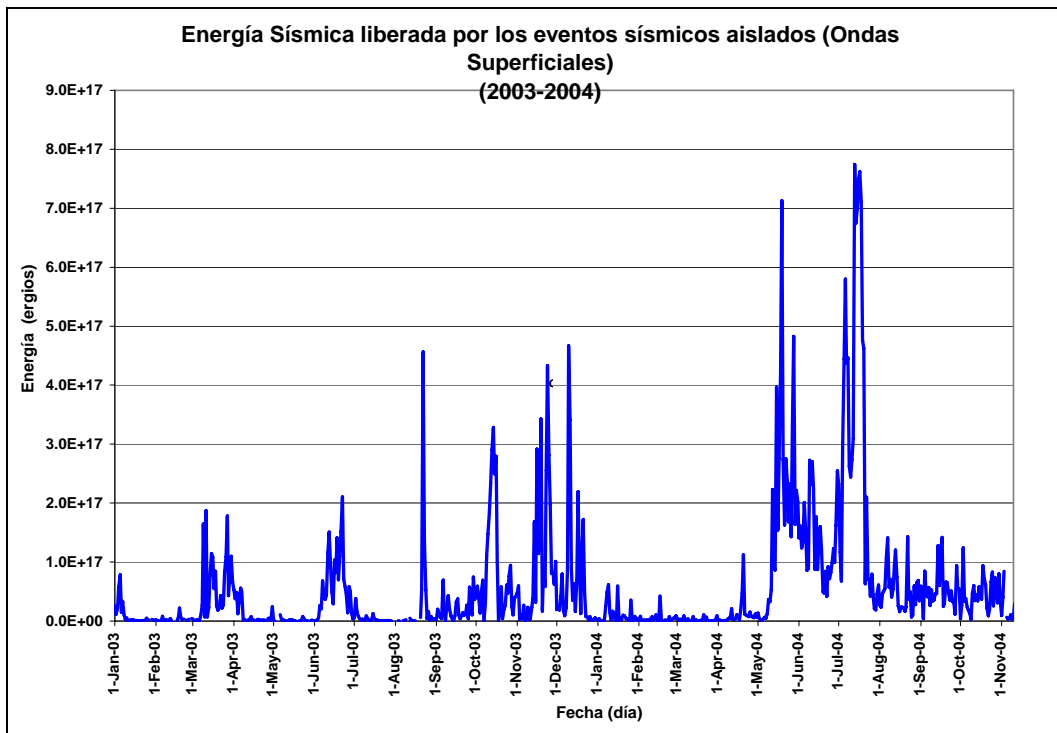


**Figura 7b.** Energía liberada por el tremor volcánico desde el 2003 (este tremor se encuentra relacionado con eventos de emisión de vapor y ceniza). Nótese que el último pico de actividad tuvo lugar en Abril de 2004. Posteriormente el nivel ha sido muy bajo. Los picos más grandes están precedidos de largos periodos de reposo.



**Figura 8a.** Energía sísmica liberada por el volcán en unidades RSAM. Observe el nivel de actividad bajo durante el mes de Octubre de 2004. Los picos observados en la estación de JUI5 son debidos a problemas electrónicos.





**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 los meses de Mayo a Julio de 2004 (la misma que fue principalmente aportada por eventos de largo periodo de larga duración) y posteriormente la disminución de la energía desde Agosto hasta Octubre de 2004.

## 2.1 Localizaciones:

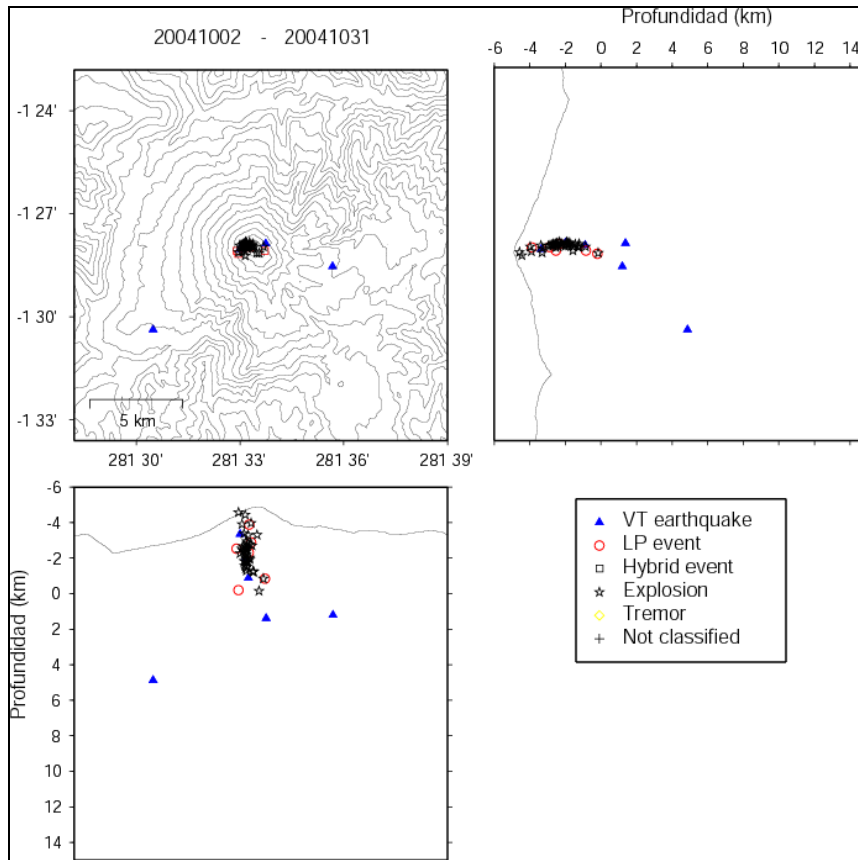
En la Figura 9 se presentan las localizaciones de los eventos sísmicos para el mes de Octubre de 2004. Dichas localizaciones fueron obtenidas usando el nuevo modelo sísmico de velocidades en 3 dimensiones desarrollado para el Tungurahua.

Se puede notar que la mayoría de los eventos localizados fueron explosiones y LP's, que se encuentran entre 1 y 3 km de profundidad bajo el cráter. Tres eventos VT se localizaron entre 5 y 10 km de profundidad bajo el cráter. Otro eventos VT se localizó a 1.5 km de profundidad. Los eventos más profundos se localizaron entre 5 y 7 km de distancia respecto al cráter, al SE y SW respectivamente.

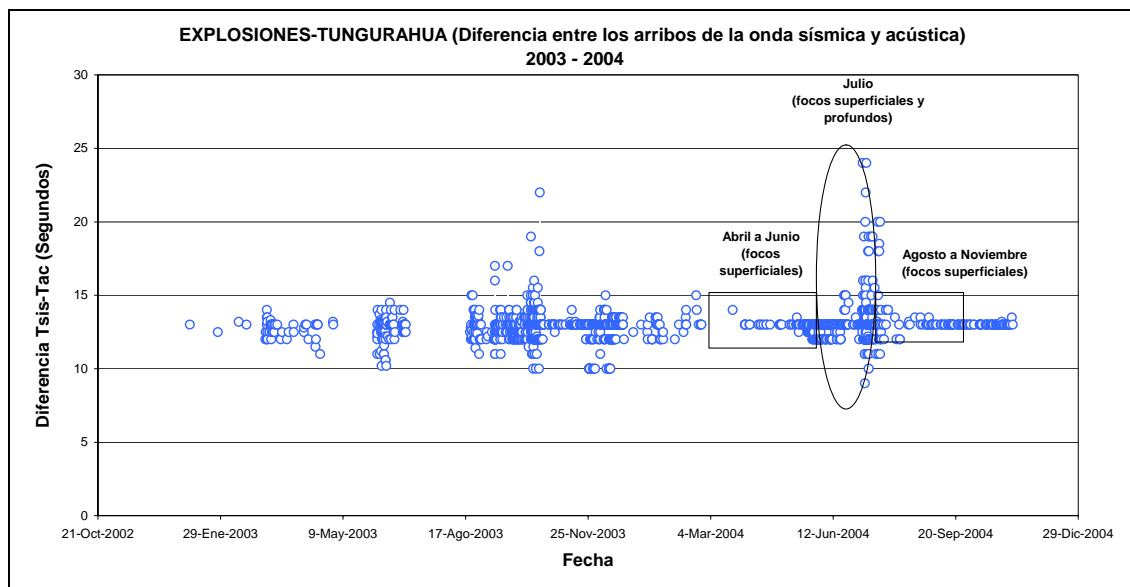
Con este nuevo modelo de velocidades se observa un mayor constreñimiento de los eventos tanto epicentral como hipocentralmente. Igualmente se puede observar que hay una mayor concentración de eventos tipo explosión a profundidades un poco similares a las observadas en el mes anterior (alrededor de 3 km de profundidad).

Se observa un cambio temporal en las profundidades de las explosiones desde el mes de Abril, el mismo que puede ser igualmente corroborado con la variación temporal de la diferencia entre el arribo de la onda acústica y sísmica de cada explosión (figura 10).





**Figura 9.** Localizaciones de los eventos sísmicos de Octubre 2004 usando un modelo de velocidades 3D de las ondas P.

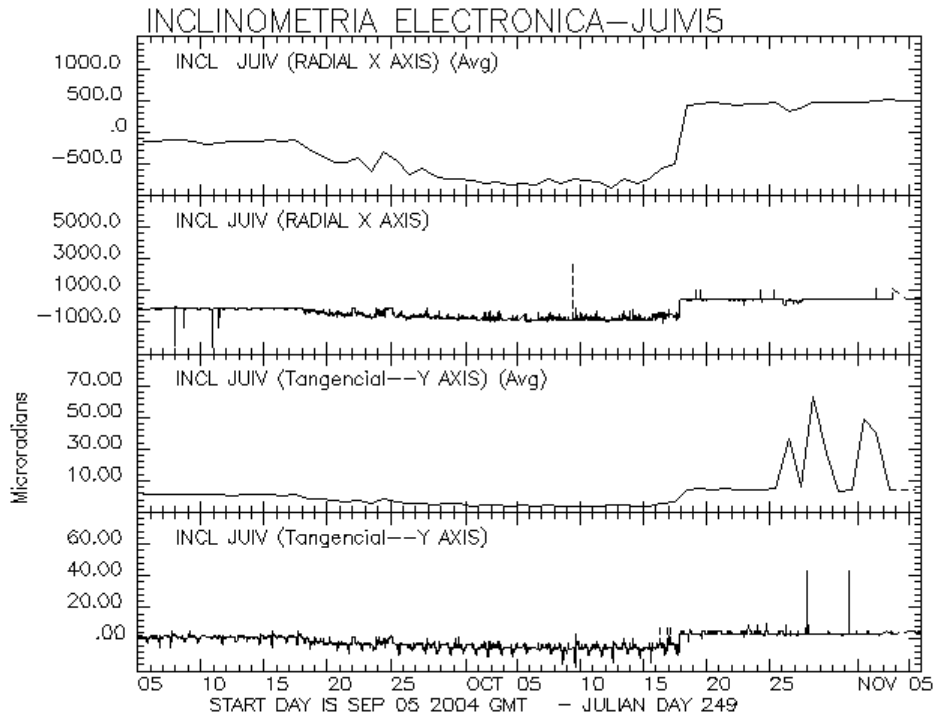


**Figura 10.** Diferencia de tiempo entre los arribos de la onda sísmica y acústica para cada explosión del Tungurahua (Septiembre de 2002 hasta Octubre de 2004). Nótese la variabilidad en los focos (superficiales y profundos) de las explosiones en el mes de Julio que es justo cuando principalmente declinó la actividad del volcán. Desde el mes de Agosto hasta Octubre los focos de las explosiones suelen ser más superficiales.



### 3. Deformación

Durante el mes de Septiembre los ejes del inclinómetro JUIV5 tuvieron unos cambios notorio, sin explicación. Se hizo la visita al instrumento y se noto que estuvo afuera de su base, y por este decidió de resetearlo el 17 de Octubre. En la figura 11 se puede observar que posterior esta fecha los promedios de valores para ambos ejes mostraron una estabilización notable. El eje tangencial sufrió unos saltos por interferencia electrónica, pero mayormente ha quedado cerca de su base de "0".

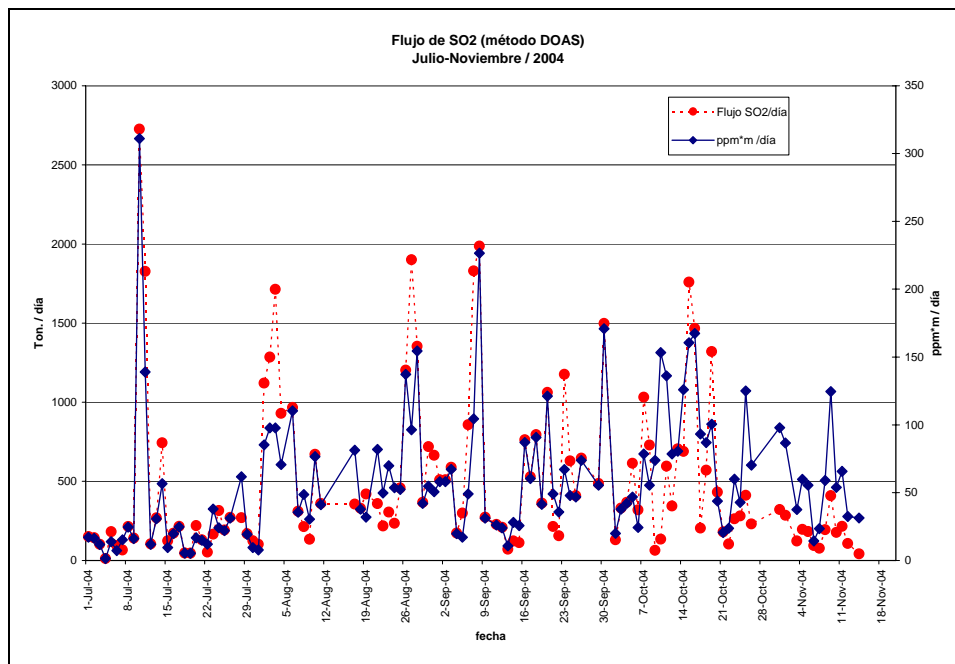


**Figura 10.** Registro inclinométrico de la estación JUIV5 del Volcán Tungurahua desde el 05 de Septiembre de 2004 hasta el 05 de Noviembre de 2004.

### 4. Geoquímica

Durante el presente mes se midieron los niveles del gas  $\text{SO}_2$  con el método de COSPEC, obteniéndose valores de 1.428 a 3.280 Ton/día. Mediante el método de DOAS se detectó que el promedio de medición del gas  $\text{SO}_2$  es alrededor de 500 Ton/día. Los datos obtenidos mediante el método de DOAS se presentan en la Figura 11.

Los valores registrados tanto con el COSPEC como con el DOAS concuerdan con el nivel de actividad bajo a levemente moderado en el volcán.



**Figura 11.** Datos de concentración y flujo de  $SO_2$  obtenidos mediante el método de DOAS entre Junio a Octubre de 2004.

## 5. Lahares

El presente mes se ha caracterizado por la ocurrencia de lluvias ligeras, las que en muy contadas ocasiones tuvieron una fuerte intensidad. En dos oportunidades tras la ocurrencia de lluvias importantes en la zona se generaron pequeñas corrientes de agua lodosa. Las corrientes descendieron por las quebradas de Achupashal y de Juive (La Pampa) los días miércoles 6 y domingo 17, respectivamente. Los obstáculos causados el tráfico fueron mínimos.

## 6. Observaciones visuales y auditivas

El mes se caracterizó por ser nublado y lluvioso, por lo que las observaciones del cráter fueron bastante limitadas. Cuando se despejó el cráter durante el día, se observó la emisión de columnas de gases cuyas alturas oscilaron entre 500 – 1000 m snc. Con la ocurrencia de explosiones energéticas las columna de gases y ceniza ascendieron hasta los 3000 m snc. Debido a la acción de lo vientos, las plumas de gases se dirigieron hacia el W – NW durante la primera quincena del mes, mientras que para la segunda quincena, la dirección de la pluma fue bastante variable, unos días permaneció hacia el W y otros días hacia el S – SE y ocasionalmente hacia el N – NE.

Las columnas de emisión y/o explosión estuvieron constituidas por vapor, gases y ceniza en cantidades variables. La ceniza expulsada durante la segunda semana fue escasa, por el contrario, durante la última semana la cantidad de ceniza fue mucho más notable, por lo que el número de reportes de caída de ceniza en poblaciones ubicadas en los flancos N y W del volcán fue también significativa.

En la noche y cuando las condiciones climáticas lo permitieron se observó brillo de leve intensidad, en raras oportunidades se observó la expulsión de bloques fuera del cráter.



Se escucharon bramidos ocasionales de leve intensidad. Por otro lado, los cañonazos que acompañan a las explosiones fueron escuchados en pocas ocasiones. Caso especial en este mes fue la ocurrencia de explosiones consideradas de tamaño moderado a grande cuyo cañonazo no fue audible en el OVT.

## 7. Conclusiones

En general, durante el mes de Octubre de 2004, el volcán mostró un nivel bajo de actividad LP, con un número total de sismos que fue menor al mes anterior, con explosiones pequeñas a moderadas y con emisiones no muy energéticas que alcanzaron hasta a 1000 metros por encima del cráter. Se observó que el número de eventos sísmicos registrado en el presente mes fue casi un 60% menor a lo registrado en el mes anterior.

La actividad superficial es reflejo de un volcán con poca energía, cuyas emisiones fueron débiles y con poca carga de ceniza. Las explosiones tuvieron una tasa promedio de 10 eventos/semana y la energía liberada por cada explosión tuvo desplazamientos reducidos que las catalogan como pequeñas a moderadas principalmente. Asimismo el flujo de gases fue bajo.

Hasta fines de Julio, se observó una disminución en la actividad tanto superficial (emisiones, explosiones) como interna del volcán. Hasta fines de Julio la actividad fue entendida como la formación progresiva de un “nuevo sello” debido al poco aporte de calor y/o energía en el sistema. Dicho “sello” que se va formando propiciaría a que la energía de las explosiones al final de un ciclo tendiera a aumentar e igualmente sus focos a profundizarse como fue lo acontecido hasta el mes de Julio. Desde el mes de Agosto la actividad VT ha tendido a incrementarse paulatinamente y así mismo los focos de las explosiones han sido más superficiales, reflejando que las condiciones del volcán vienen cambiando poco a poco desde hace unos tres meses.

Con respecto a los 14 VT's que ocurrieron durante este mes, se piensa que pueden ser indicios de un ligero aumento de la actividad en el próximo mes de noviembre, si estos sismos reflejan el paso de magma nuevo, como ha sido observado en ocasiones anteriores (e.j. Abril del presente año). De todas formas se esperan observar más señales que indiquen la nueva inyección de magma (presencia de VT's, pequeños enjambres LP y aumento de la actividad tremórica) antes de la ocurrencia de un nuevo periodo de mayor actividad.

### Para mayor información dirigirse a:

Indira Molina	<a href="mailto:imolina@igeptn.edu.ec">imolina@igeptn.edu.ec</a>
Patricia Mothes	<a href="mailto:pmothes@igeptn.edu.ec">pmothes@igeptn.edu.ec</a>
Diego Barba	<a href="mailto:dbarba@igeptn.edu.ec">dbarba@igeptn.edu.ec</a>
Guillermo Viracucha	<a href="mailto:gviracucha@igeptn.edu.ec">gviracucha@igeptn.edu.ec</a>

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. El presente informe ha sido mejorado gracias a las nuevas técnicas aportadas por la Cooperación entre IG/EPN, JICA y NIED (Cooperación Japonesa).

Quito, 30 Noviembre de 2004.