



**INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO**

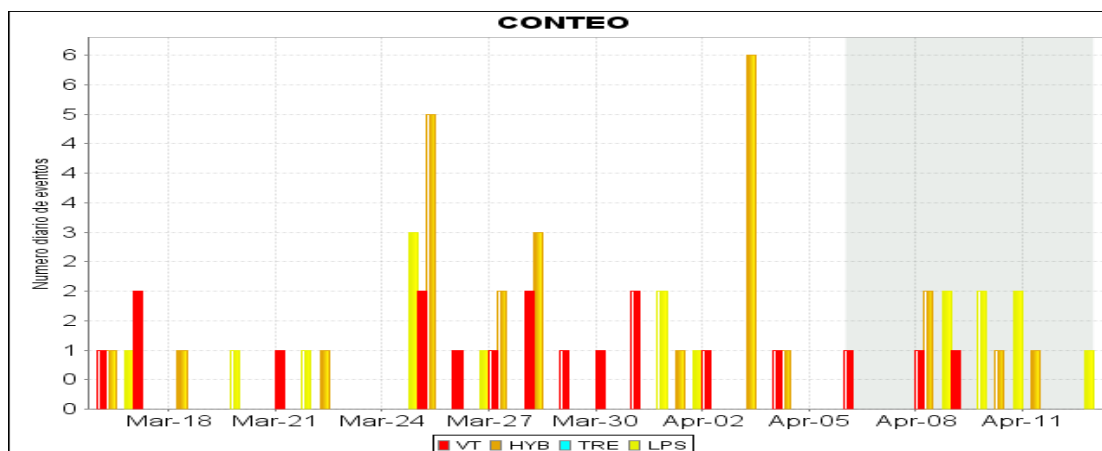
*San Juan de Pasto, 14 de abril de 2010*

En la semana comprendida entre el 6 y el 12 de abril de 2010, el análisis de los diferentes parámetros para el monitoreo del volcán Galeras permitió mantener el nivel de actividad en Amarillo ■ ó III (Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica).

En general, durante el periodo evaluado, la actividad de Galeras continúa manteniendo niveles bajos de sismicidad, similares a los reportados en semanas anteriores, caracterizándose por el aumento en ocurrencia de eventos relacionados con movimiento de fluidos de fuente transitoria (LP) y disminución en el registro de eventos que involucran fracturamiento de material cortical y posterior movimiento de fluido HYB y eventos relacionados con fracturamiento de material cortical (VT). Es importante resaltar que existe ausencia desde las ultimas 5 semanas de eventos asociados con movimiento de fluidos de fuente persistente (TRE) (Tabla 1, Figura 1, 2, 3). Además se observa un incremento considerable, cercano al 130% en la presencia de eventos no clasificables, sismos que por su nivel energético no cumplen con las condiciones de amplitud mínima en una estación de referencia, pero que son importantes en la evaluación de la actividad de Galeras. En cuanto a la energía sísmica liberada, hubo una disminución por parte de los eventos tipo VT, HYB, y LP, siendo estos últimos los que realizaron mayor aporte energético durante el periodo evaluado (Tabla 2, Figuras 4, 5 y 6).

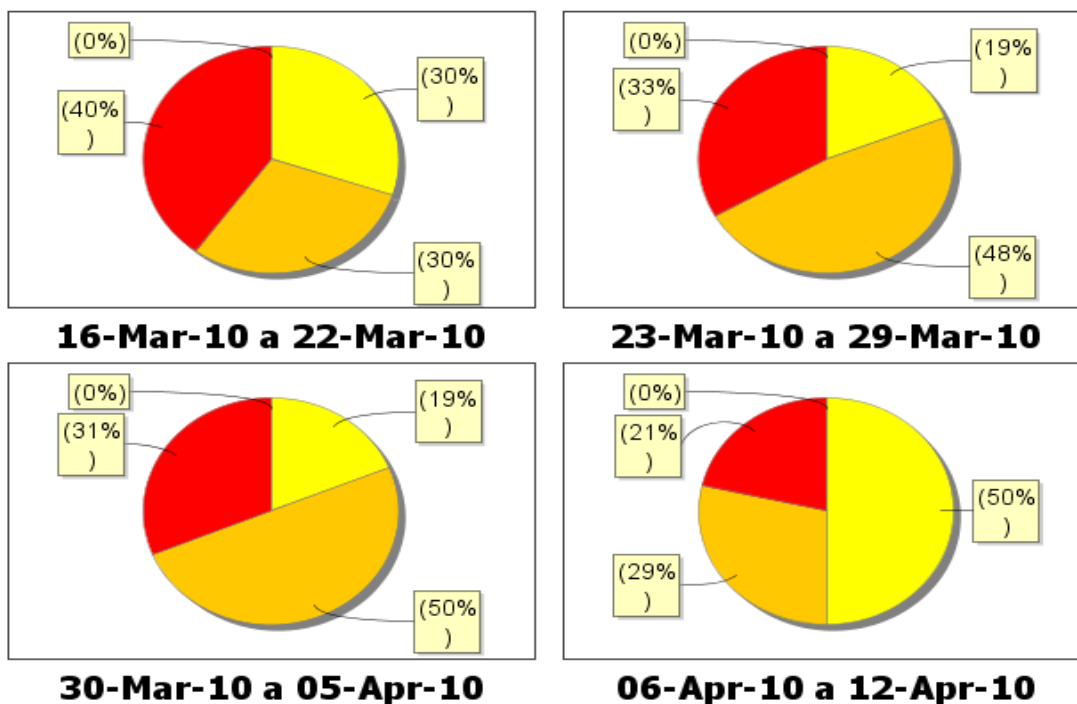
**Tabla 1.** Número de sismos volcánicos por tipo, registrados entre el 16 de marzo y el 12 de abril de 2010, contabilizados por periodos semanales.

PERIODO EVALUADO	NUMERO DE EVENTOS POR TIPO					NO CLASIFICABLES
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL	
16-Mar-10 a 22-Mar-10	3	3	4	0	10	194
23-Mar-10 a 29-Mar-10	4	10	7	0	21	180
30-Mar-10 a 05-Apr-10	3	8	5	0	16	104
06-Apr-10 a 12-Apr-10	7	4	3	0	14	237



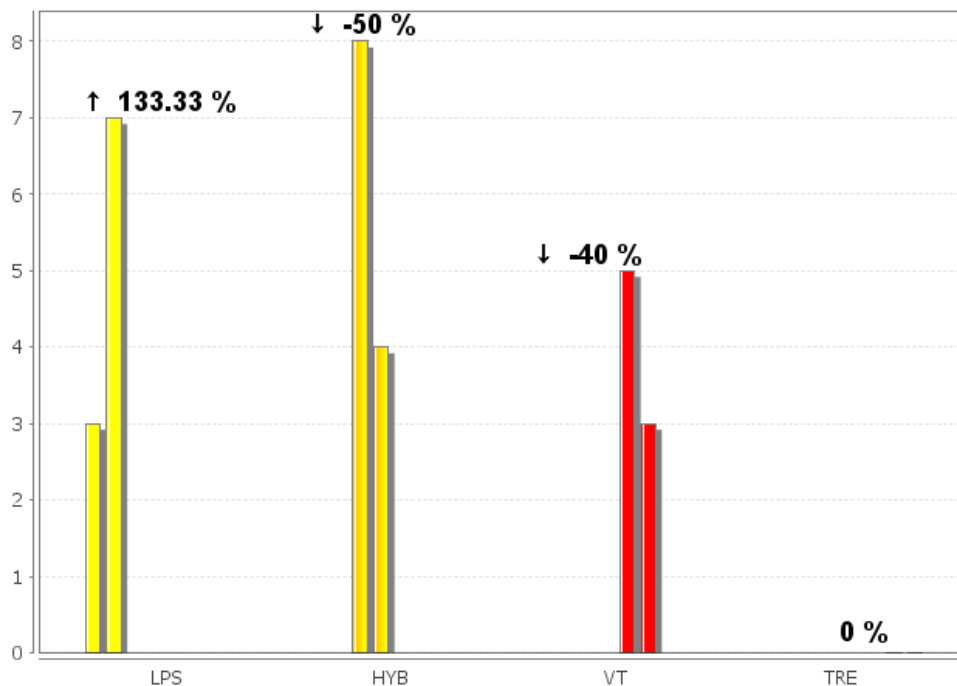
**Figura 1.** Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 16 de marzo y el 12 de abril de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

### Estadística Semanal



**Figura 2.** Porcentajes del número de eventos por tipo para los últimos cuatro periodos semanales, entre el 16 de marzo y el 12 de abril de 2010 incluyendo el evaluado en este informe.

### Comparación Semanal



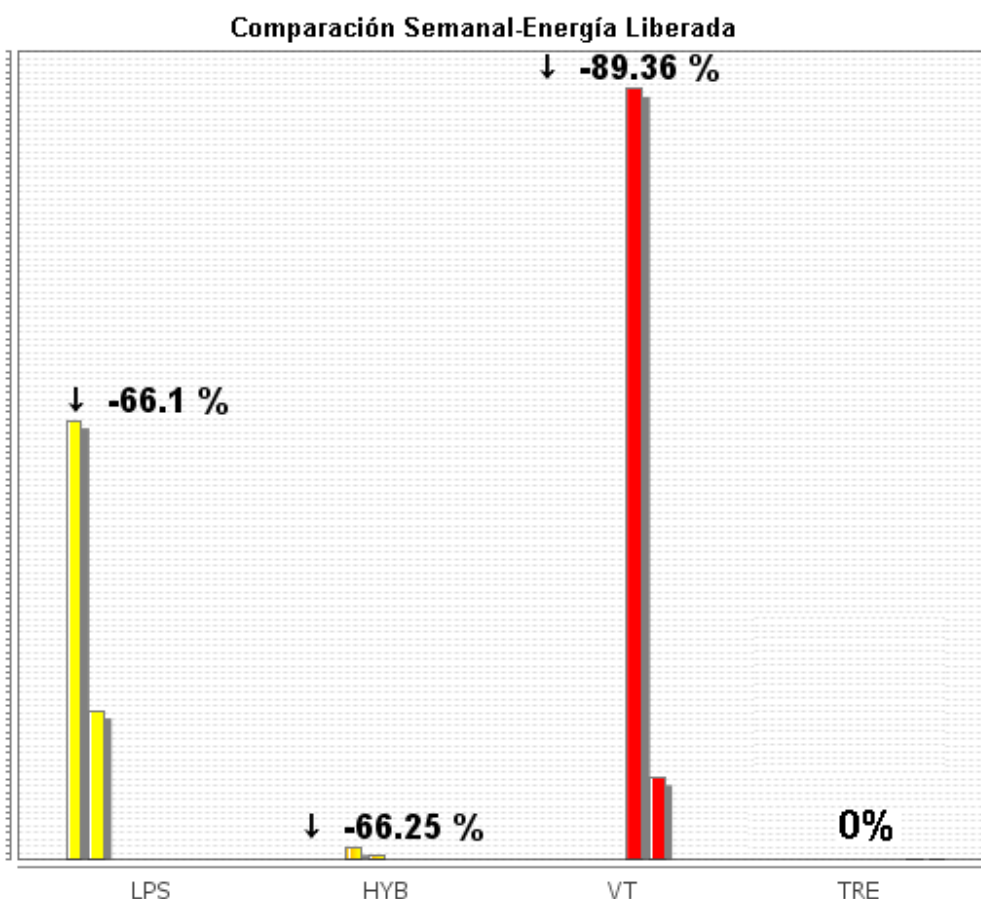
**Figura 3.** Comparación, entre las dos últimas semanas, en cuanto a ocurrencia sísmica por tipo de evento, para los dos últimos periodos semanales comprendidos entre el 30 de marzo y el 12 de abril de 2010.



Como se mencionó anteriormente, respecto a la semana comprendida entre el 6 de abril y el 12 de abril de 2010, los niveles de energía sísmica liberada, registraron una disminución en los eventos de tipo VT, HYB y LP (Tabla 2, Figura 4), los eventos tipo LP quienes aportaron la mayor parte de energía durante el periodo evaluado con un 63% del total de la semana, seguidos por los eventos tipo VT con un 35% (Tabla 2, Figura 5, Figura 6).

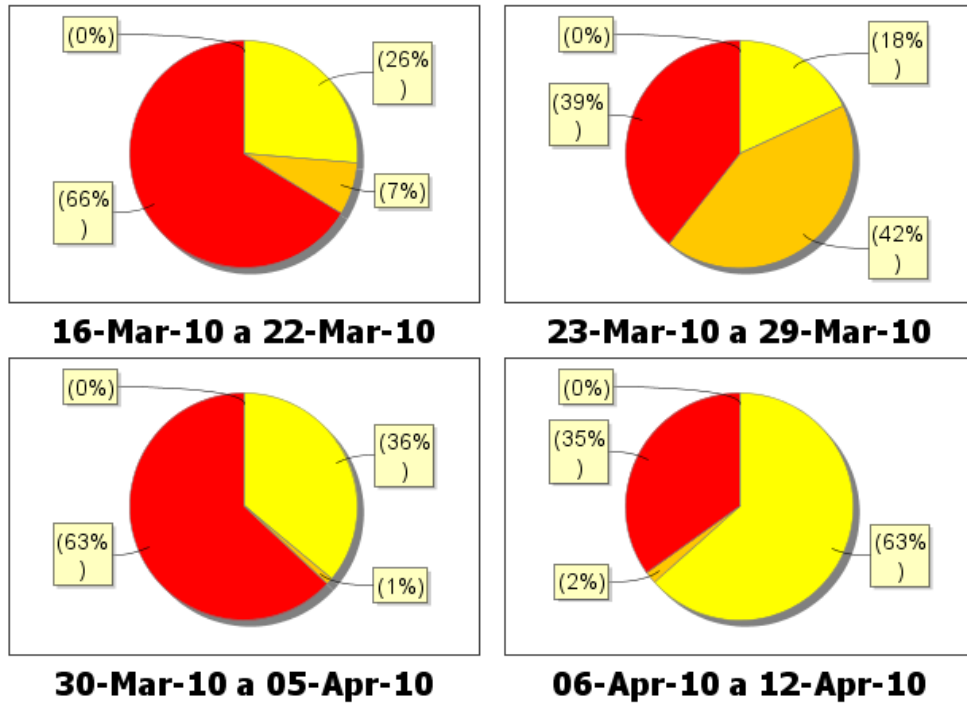
**Tabla 2.** Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, registrada entre el 16 de marzo y el 12 de abril de 2010, contabilizados por periodos semanales.

PERIODO EVALUADO	Energía (ergios) por tipo de evento				
	LP	HYB	VT	TRE	TOTAL
16-Mar-10 a 22-Mar-10	9.69E+9	2.75E+9	2.45E+10	0	3.69E+10
23-Mar-10 a 29-Mar-10	3.85E+10	9.05E+10	8.41E+10	0	2.13E+11
30-Mar-10 a 05-Apr-10	6.58E+11	1.82E+10	1.15E+12	0	1.83E+12
06-Apr-10 a 12-Apr-10	2.23E+11	6.16E+09	1.23E+11	0	3.52E+11

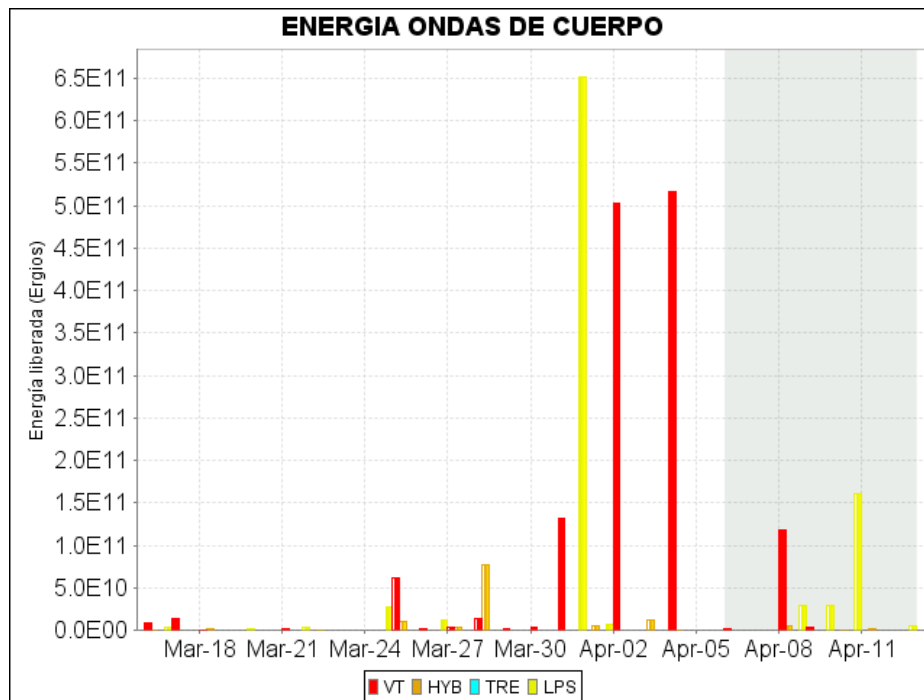


**Figura 4.** Comparación, entre las dos últimas semanas, de energía sísmica liberada por cada tipo de evento desde el 30 de marzo al 12 de abril de 2010.

### Estadística Semanal

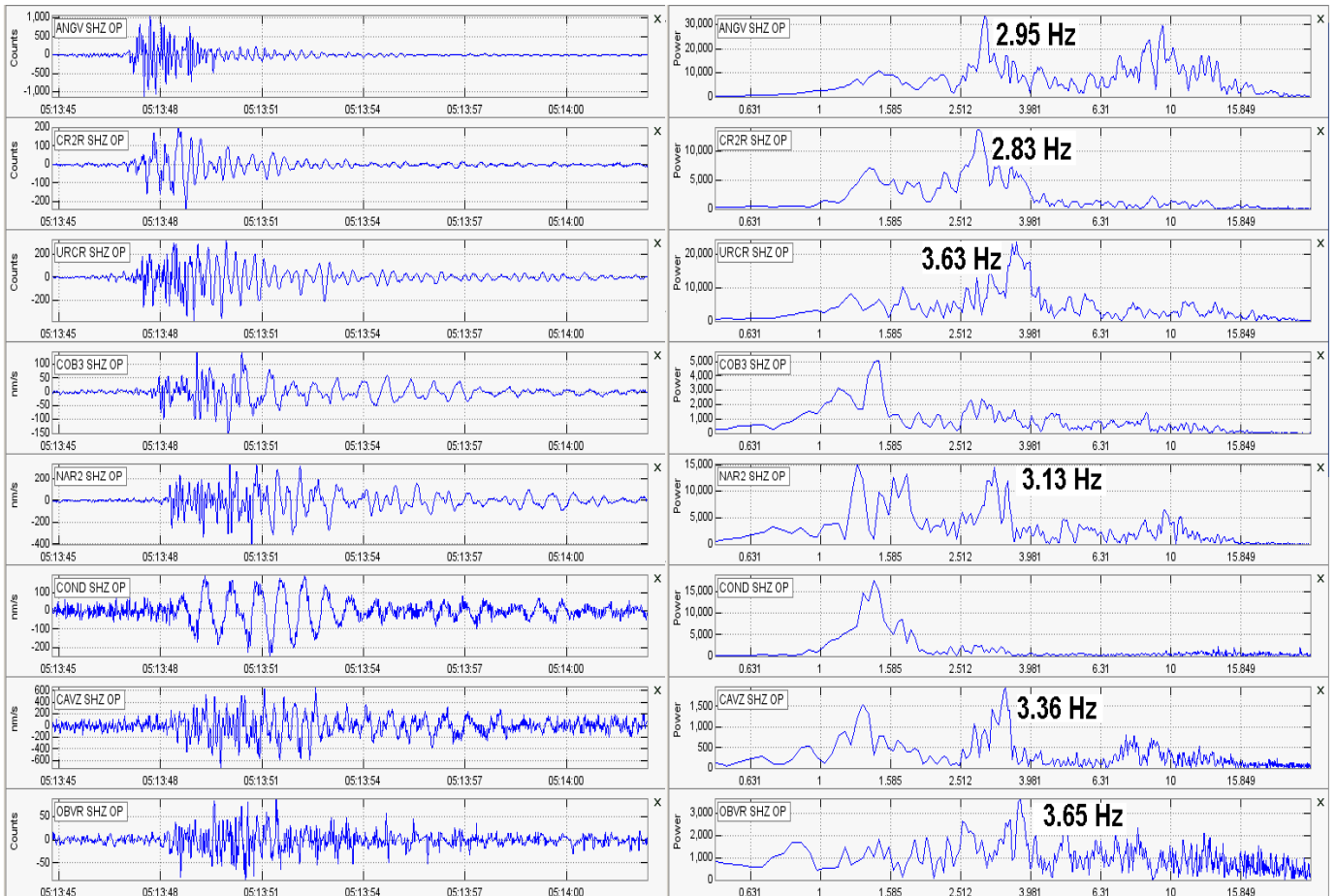


**Figura 5.** Porcentajes de la energía sísmica por tipo de evento para los últimos cuatro periodos semanales, entre el 16 de marzo y el 12 de abril de 2010, incluyendo el evaluado en este informe.



**Figura 6.** Histograma de la energía liberada de eventos volcánicos por tipo, registrada entre el 16 de marzo de 2010 y el 12 de abril de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

En cuanto a la sismicidad asociada con dinámica de fluidos al interior del sistema volcánico, registrada entre el 6 y 12 de abril de 2010, se resalta el sismo tipo LP presentado el 10 de abril a las 12:13 a.m. por ser el que aportó casi el 68% del total de la energía liberada por este tipo de eventos, con una energía sísmica de  $1.51 \times 10^{11}$  ergios y un desplazamiento reducido de ondas de cuerpo igual a  $11.7 \text{ cm}^2$ , este evento presenta en la mayoría de estaciones, frecuencias dominantes comprendidas entre los 2,5 y 3.7 Hz (Figura 7).



**Figura 7.** Evento tipo LP registrado el 10 de abril a las 12:13 a.m. Izquierda, sismograma digital, derecha, espectro de Fourier.

Se destacan también dos eventos tipo LP no clasificables (sismos que por su nivel energético no cumplen con las condiciones de amplitud mínima en una estación de referencia) registrados, el 7 de abril de 2010, a las 11:17 p.m., y que presenta frecuencias dominantes en una banda espectral de 2 a 3.5 Hz, en las estaciones Anganoy (ANGV), Cráter (CR2R) corto periodo situada y la estación corto periodo triaxial Urcunina (URCR) pertenecientes al área de influencia del Volcán ¡Galeras, el cual presenta una forma modulada en su registro sísmico, en dichas estaciones (Figura 8). El otro evento no clasificable asociado a movimientos de fluidos de fuente transitoria, se presento el día 8 de abril de 2010 a las 3:00 a.m., con frecuencias dominantes de 13.3 Hz a 13.5 Hz, que se pueden evidenciar claramente en las estaciones en las que se tuvo registro, además posee una caída cuasi-



exponencial que tiene una duración aproximada de 12 segundos en la estación Anganoy (ANGV) (Figura 9).

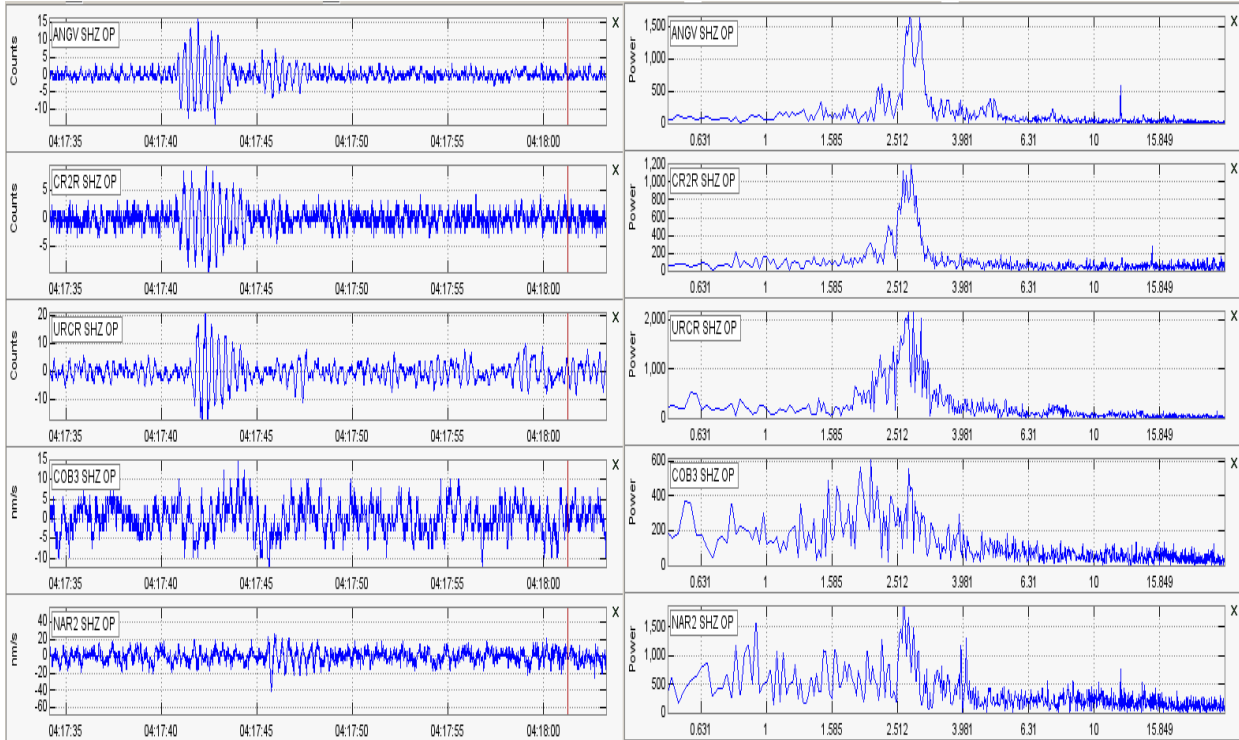


Figura 8. Evento tipo LP no clasificable registrado el 10 de abril de 2010 a las 11:17 p.m.

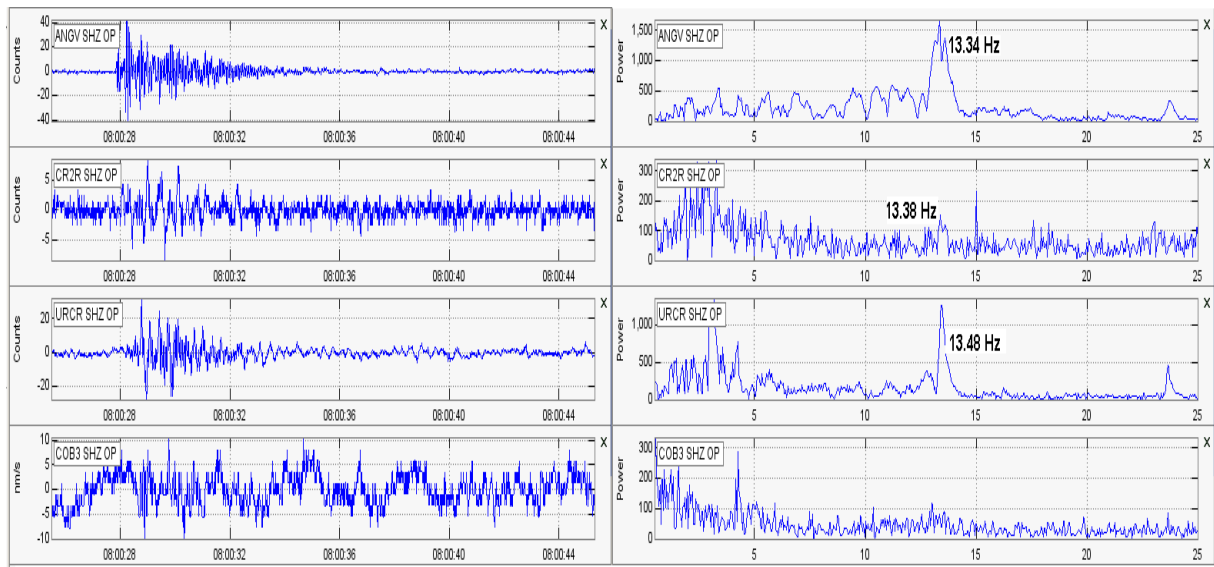
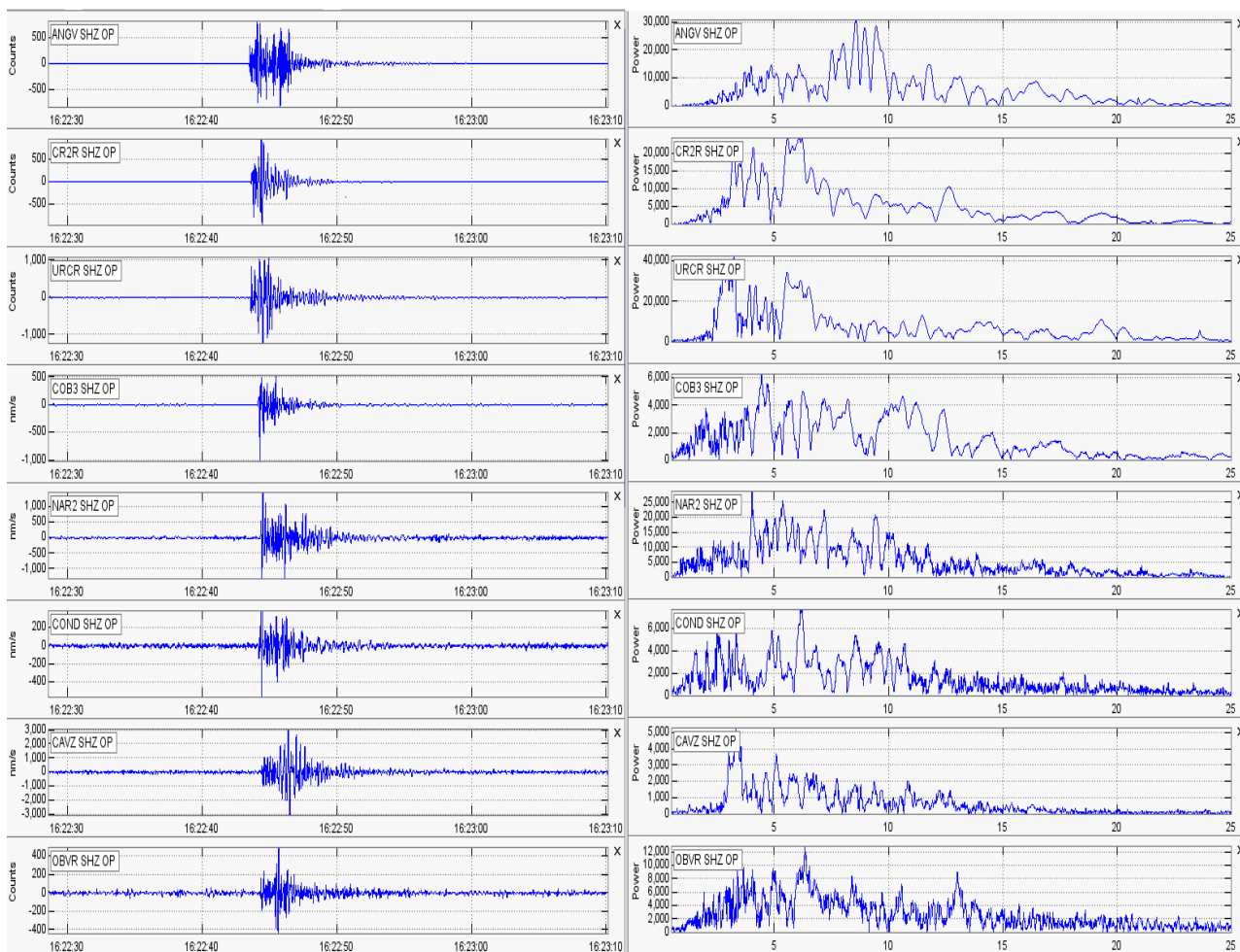


Figura 9. Evento tipo LP no clasificable registrado el 8 de abril de 2010, a las 3:00 a.m. Izquierda, sismograma digital, derecha, espectro de Fourier.



Para los sismos que están asociados a fracturamiento de material cortical, el evento más destacado que se presentó durante el periodo evaluado, fue el del día 8 de abril de 2010, a las 11:22 a.m., que aportó cerca del 96% de la energía liberada por los eventos de este tipo durante la semana, con un valor de  $1.18 \times 10^{11}$  ergios y cuya solución de localización es  $1^{\circ} 13.05'$  de latitud,  $77^{\circ} 21.61'$  de longitud, una profundidad de 1.64 Km respecto de la cima de Galeras y una magnitud local de 1.6 en la escala abierta de Richter, con una distancia aproximada respecto al cráter de 0.74Km y tendencia al SSE (Tabla 3, Figura 10).



**Figura 10.** Evento tipo VT registrado el 8 de abril de 2010, a las 11:22 a.m. Izquierda, sismograma digital, derecha, espectro de Fourier.

De esta manera, para los sismos que involucran fracturamiento de material cortical y con base al tiempo de arribo de las ondas P y S a las estaciones de monitoreo volcánico en Galeras, aplicando el algoritmo de Geigger y utilizando el programa HYPO71, fue posible obtener una solución de localización para 13 de estos sismos, 11 de los cuales corresponden a eventos tipo VT y 2 a HYB.



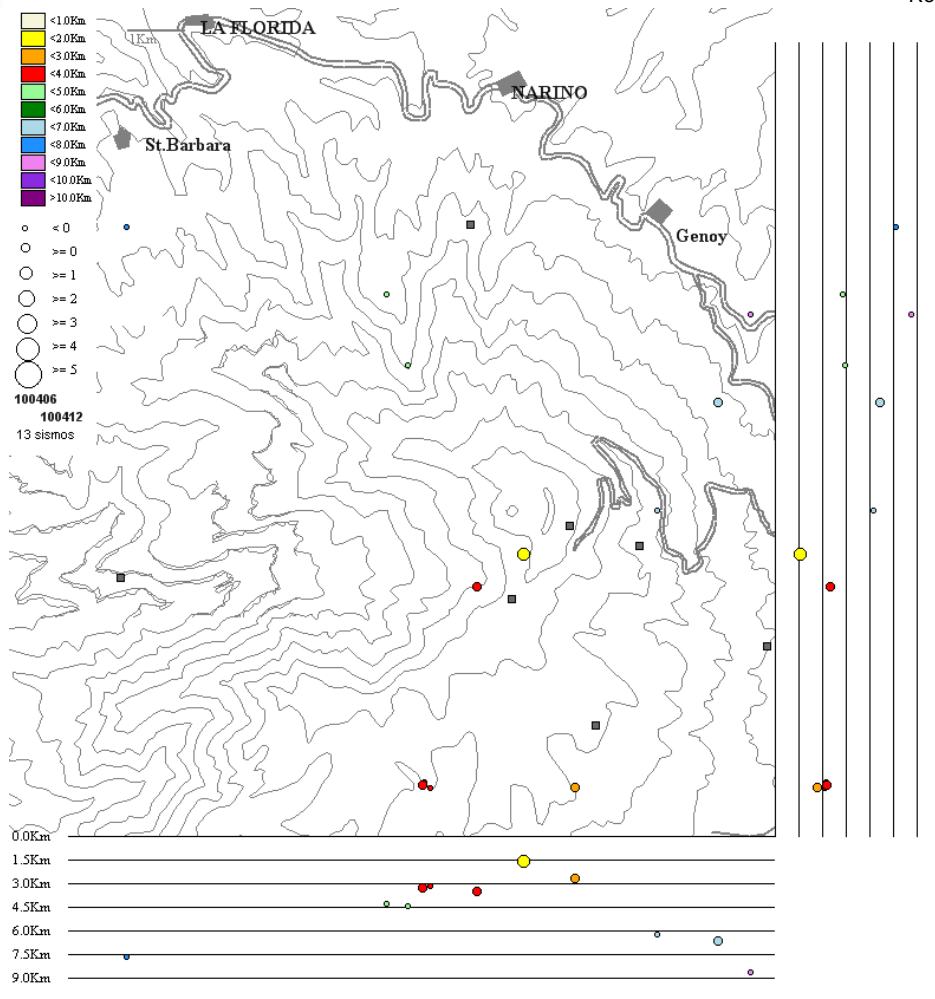


En la tabla 3 y la figura 10 se puede apreciar que los resultados obtenidos a partir de las localizaciones no indican una fuente predominante; en su mayoría los eventos se localizaron de manera dispersa, a profundidades que oscilan entre 1.6 Km y 9.6 Km. Las magnitudes locales de los eventos para los cuales se pudo obtener una solución de localización se calcularon en un rango comprendido entre - 0.2 y 1.6 grados en la escala abierta de Richter. Los eventos más cercanos al cráter principal se ubicaron a profundidades inferiores a 4.5 Km, respecto de la cima de Galeras.

**Tabla 3.** Parámetros de las localizaciones de sismos asociados a fracturamiento de material cortical e híbridos, registrados entre el 6 de abril y el 12 de abril de 2010.

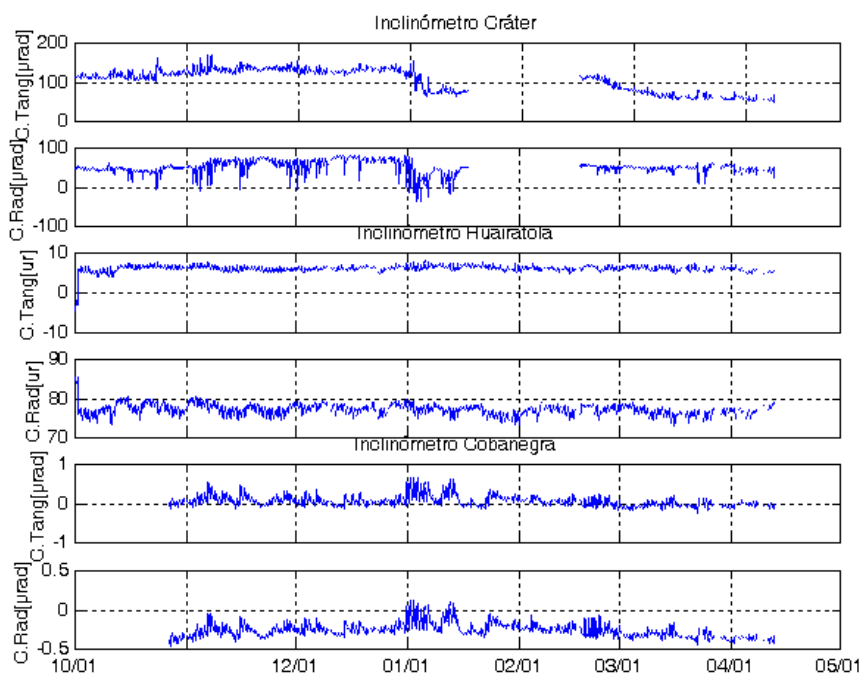
Fecha	Hora	Latitud		Longitud		Prof. (Km)	Mag. Coda	Mag. Local	# Fases	Gap	Dist-Min	Rms	Erh	Erz	Calidad	Tipo
		LAT °	LAT '	LON °	LON '											
2010-04-06	16:24:08	1	10.88	77	22.49	3.16	-0.46	-0.2	12	219	1.7	0.07	0.3	0.3	C1	GVA
2010-04-06	18:53:03	1	10.93	77	22.54	3.29	-0.41	-0.1	11	217	1.6	0.06	0.3	0.3	C1	GVA
2010-04-06	19:33:26	1	10.91	77	22.57	3.24	0.3	0.3	15	218	1.6	0.07	0.2	0.2	C1	GVA
2010-04-06	21:10:51	1	16.1	77	25.3	7.65	0.75	-0.2	6	348	9.2	0.06	1.5	0.2	C1	GVA
2010-04-08	01:42:10	1	15.48	77	22.89	4.28	-0.32	-0.8	8	205	2.3	0.08	0.4	0.6	C1	GVA
2010-04-08	04:43:28	1	12.76	77	22.06	3.5	0.1	0	9	226	1.1	0.27	1.9	1.4	C1	GHD
2010-04-08	11:22:43	1	13.05	77	21.61	1.64	0.84	1.6	12	94	1	0.07	0.2	0.3	B1	GVA
2010-04-09	05:57:42	1	13.46	77	20.37	6.25	0.23	-0.2	5	266	0.9	0.05	2.2	0.6	C1	GVA
2010-04-09	13:33:34	1	13.02	77	18.13	9.61	0.46	-0.1	11	266	3.8	0.12	1.4	0.8	C1	GVA
2010-04-09	16:51:45	1	10.89	77	21.14	2.67	2.08	0.2	5	221	1	0.01	0.2	0.3	C1	GVA
2010-04-09	23:13:18	1	14.48	77	19.81	6.64	0.47	0.3	11	223	2.9	0.05	0.6	0.5	C1	GVA
2010-04-11	22:30:09	1	14.82	77	22.7	4.46	0.81	-0.2	10	169	2.8	0.09	0.4	0.7	B1	GHD
2010-04-12	06:22:00	1	15.29	77	19.51	8.68	1.29	-0.1	9	267	4.4	0.04	0.8	0.6	C1	GVA



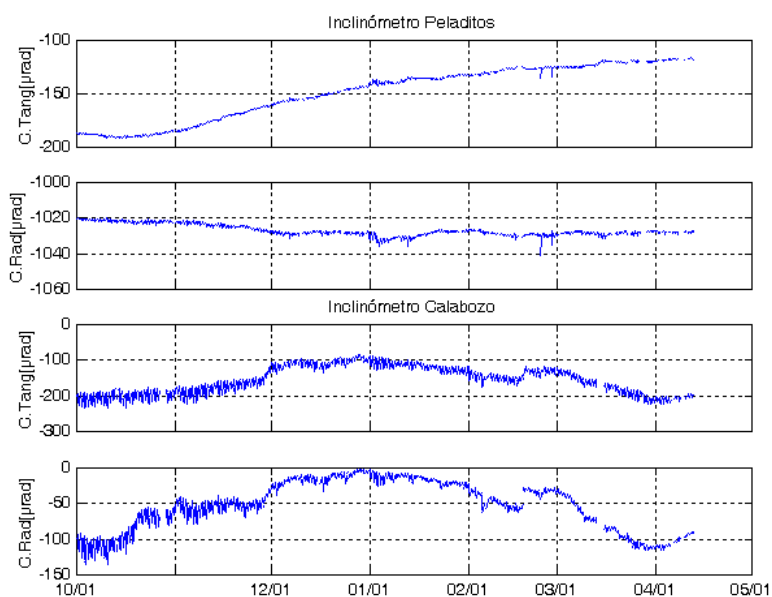


**Figura 11.** Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 6 y 12 de abril de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 1.5 Km de profundidad, el tamaño de los círculos depende de su magnitud local y el color de su profundidad de acuerdo con las convenciones ubicadas en la parte superior izquierda de la figura.

Respecto a la información suministrada por los inclinómetros electrónicos sobre los procesos de deformación del edificio volcánico, se observa que: los inclinómetros electrónicos Cráter (ubicado a 0.8 km., al ENE del cráter principal, 4060 msnm), Cobanegra (ubicado a 3.9 km al SE del cráter principal, 3610 msnm) y Huairatola (1.7 km al N del cráter principal, 3745 msnm) muestran una tendencia casi estable desde el mes de octubre de 2009 a la fecha, con cambios muy pequeños que están relacionadas con las variaciones de la componente de temperatura de los instrumentos (Figura 12). Para los inclinómetros Peladitos (1.4 km al SE del cráter principal, 3850 msnm) se puede observar que continua con una tendencia ascendente en su componente tangencial y una tendencia descendente en su componente radial desde el mes de octubre de 2009 hasta el periodo evaluado y Calabozo (ubicado a 6.8 km al WSW del cráter principal, 2350 msnm) presenta una tendencia descendente tanto en su componente radial como tangencial desde el mes de febrero hasta el 12 de abril de 2010; los anteriores comportamientos en estos dos inclinómetros nos permiten asumir posibles cambios del proceso volcánico (Figura 13).



**Figura 12.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X) de los inclinómetros Cráter, Huairatola y Cobanegra para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 12 de abril de 2010.



**Figura 13.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X) inclinómetros Peladitos y Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 12 de abril de 2010.



En lo que respecta al monitoreo de las emisiones de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) a la atmósfera provenientes del volcán, las estaciones que conforman la red telemétrica de instrumentos *ScanDOAS* (ubicadas en el sector NW del edificio volcánico) del proyecto NOVAC (<http://www.novac-project.eu/>) en Galeras, no registraron datos con flujo de  $\text{SO}_2$ . El día 12 de abril se obtuvo registro de  $\text{SO}_2$  mediante el uso del equipo portátil *MovilDOAS*, alcanzando un valor de 18 ton/día, valor considerado como bajo para Galeras.

Por parte del sensor OMI (*Ozone Monitoring Instrument*), acoplado al satélite Aura de la NASA, no se tiene registro de concentraciones de  $\text{SO}_2$  emitido por Galeras durante el periodo evaluado.

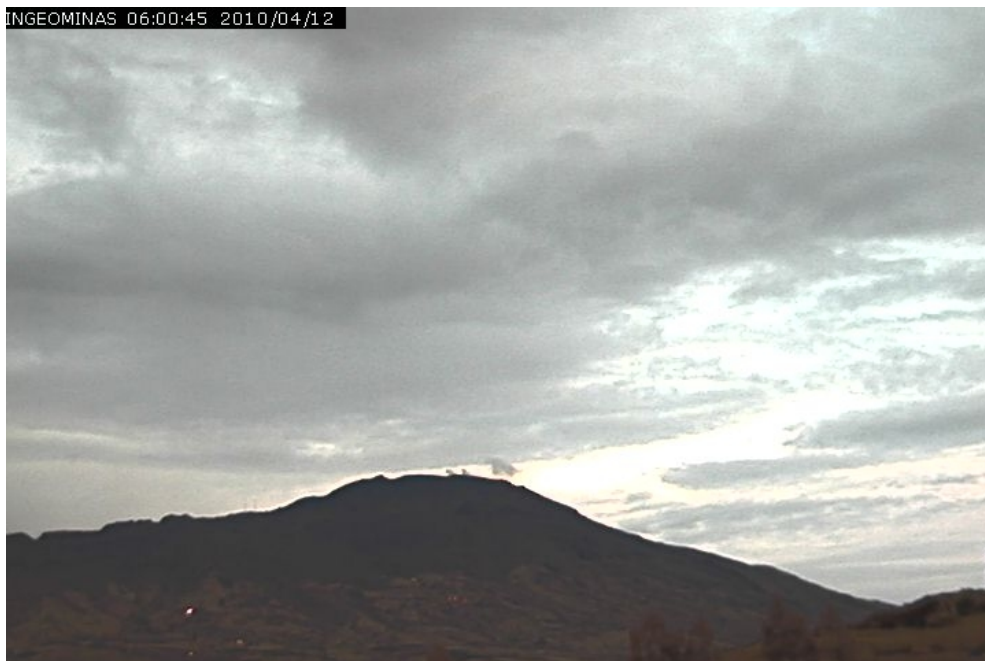
Es importante destacar que se contó con algunos intervalos de tiempo con buenas condiciones climáticas durante la mayor parte de la semana, lo que permitió tener registro fílmico y fotográfico de algunos pulsos de actividad superficial visibles desde la ciudad de Pasto con los instrumentos de captura pertenecientes a la red de vigilancia del OVSP; los días 7 de abril desde las 3:18 p.m. hasta las 3:32 p.m. se lograra observar una emisión de color blanco, con una altura de columna de 380m sobre la cima de Galeras y con dirección de dispersión al SW del cráter (Figura 14); el día 8 de abril se pudieron observar dos emisiones, la primera a las 5:34 a.m. con una altura máxima de columna de 188m y de color gris; el segundo pulso de actividad superficial se pudo observar a las 2:14 p.m. con una altura máxima de columna de 125m, coloración blanca y dirección de dispersión al occidente; el día 10 de abril se pudo mirar una pequeña columna de 200m de altura, de coloración gris y dirigida hacia el sur (Figura 15); finalmente el día 12 de abril se registraron dos emisiones, la primera a las 5:47 a.m. con dirección de dispersión nor occidente y de coloración gris (Figura 16), a las 7:48 a.m. se presentó un segundo pulso con una altura máxima de 250m, de coloración blanca dispersión hacia el norte (Figura 17).



**Figura 14.** Emisión de gases vista desde la sede del OVSP el día 7 de abril de 2010, en horas de la tarde (3:20 p.m.).

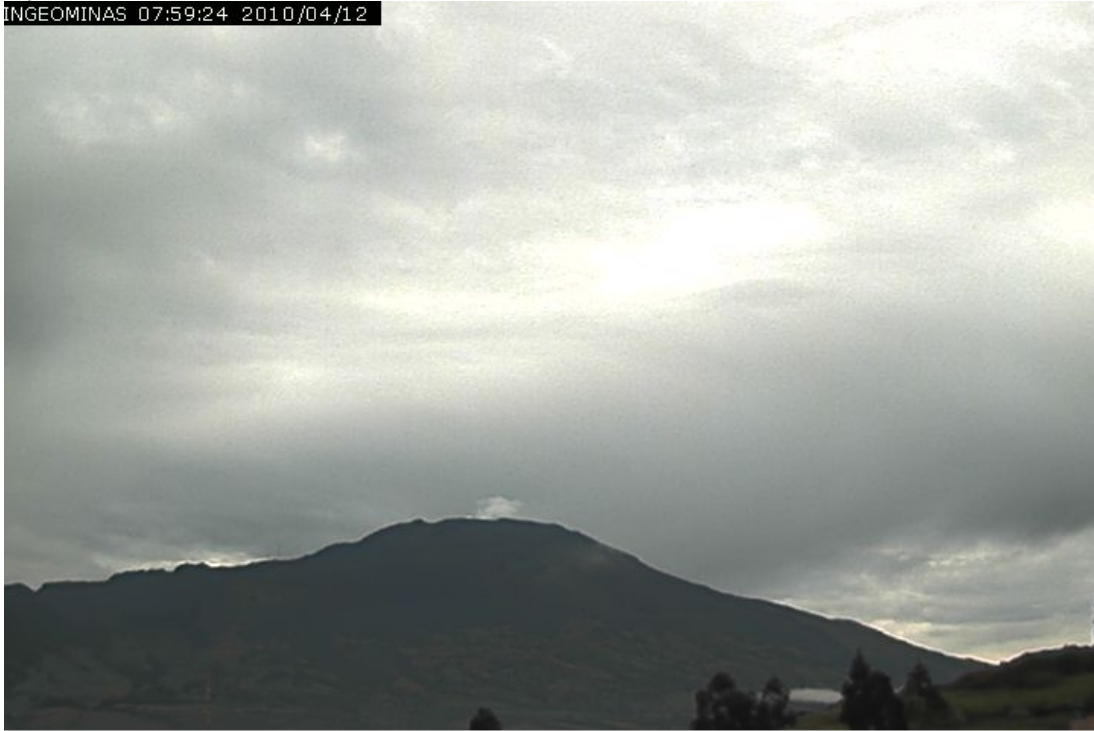


**Figura 15.** Emisión de gases vista desde la sede del OVSP el día 10 de abril de 2010, en horas de la tarde (5:03 p.m.).



**Figura 16.** Emisión de gases vista desde la sede del OVSP el día 12 de abril de 2010 en horas de la mañana (6:00 a.m.).

INGEOMINAS 07:59:24 2010/04/12

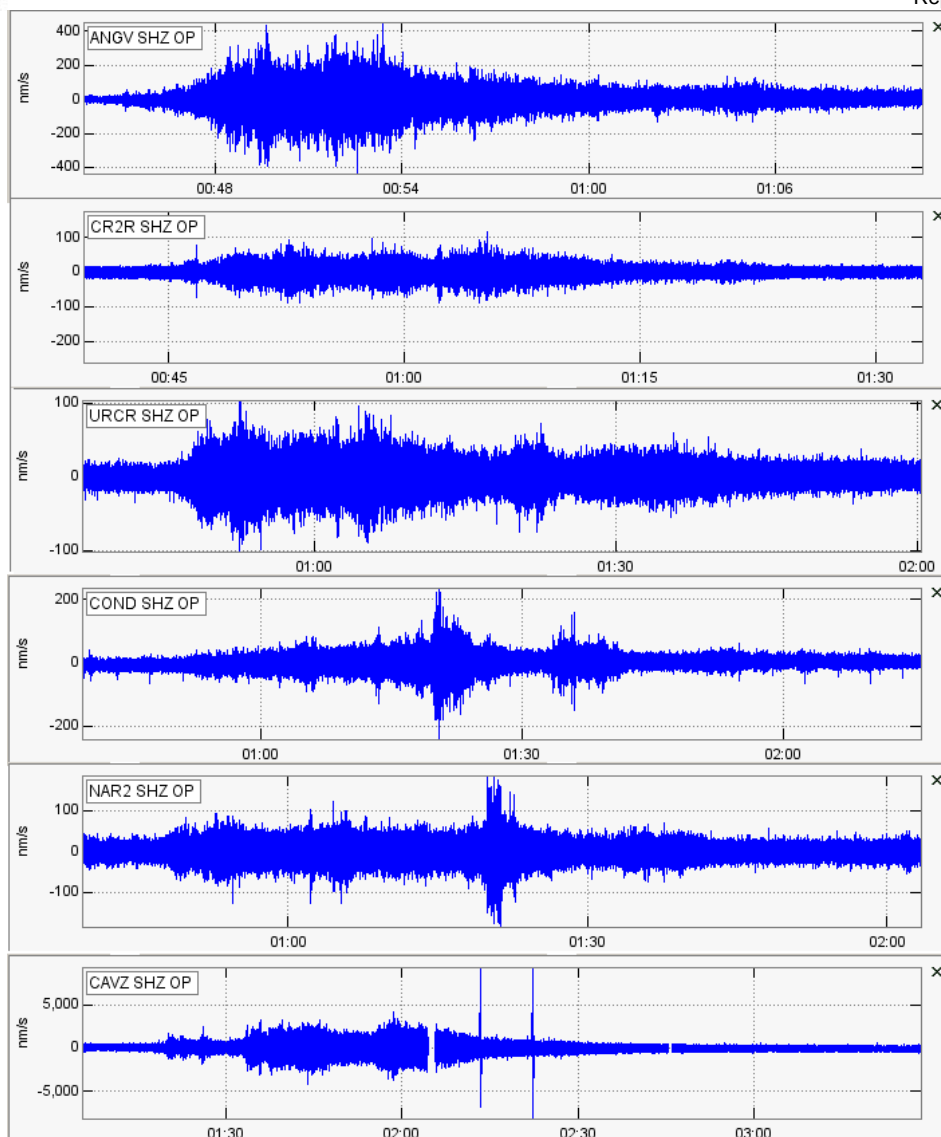


**Figura 17.** Emisión de gases vista desde la sede del OVSP el día 12 de abril de 2010 en horas de la mañana (7:59 a.m.).

El día 9 de abril de 2010 se recibió una llamada de Parques Nacionales alas 6:15 p.m. reportando que se alcanzaba a percibir fuerte olor a Azufre desde la cabaña que se encuentra ubicada cerca de la estación Urcunina (URCR) del área de influencia de Galeras.

Debido a la época de invierno por la que estamos atravesando, el día 12 de abril a las 7:45 p.m. se tiene registro de una señal que dura aproximadamente 25 minutos y que presenta cierta diferencia en los tiempos de arribo en las distintas estaciones de la red de vigilancia del OVSP, registro que puede pertenecer a un posible deslizamiento de material volcánico depositado en el área de influencia de Galeras por las ultimas erupciones que se han presentado. En la figura 18 se puede observar que existe una diferencia en los tiempos de arribo de la señal de aproximadamente 15 minutos entre la estación Anganoy (ANGV) y la estación Calabozo, y de algunos minutos en las otras estaciones, lo que nos permite concluir que dicho registro pertenezca a un flujo de lodos que fue percibo por los distintos sensores sísmicos que emplea el OVSP para la vigilancia volcánica, y no se descarta que este tipo de material contribuya al posible incremento de caudal de algunas de las quebradas cercanas a Galeras.





**Figura 18.** Registro digital de la señal asociada a un flujo de lodos del día 12 de abril de 2010 a las 7:45 p.m.

## CONCLUSIONES

- Se mantiene la baja tasa de ocurrencia sísmica con niveles bajos de energía liberada. Durante el periodo y como ha ocurrido en las últimas cinco semanas, no se tiene registro de eventos sísmicos relacionados tanto con procesos de liberación o emisión de gases como de recarga de material magmático, (TRE), además, los bajos niveles de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), junto con la observación de actividad superficial (emisión de gases), indican que no hay sellos eficientes en el sistema que permitan una sobrepresión.
- Los eventos relacionados con procesos de fracturamiento de material cortical, siguen ocurriendo de manera dispersa, sin evidenciar alguna posible recurrencia de una fuente sísmica, a profundidades menores de 10 km, con magnitudes locales inferiores a 1,6 en la escala de abierta de Richter.



- Si bien la actividad actual en Galeras continúa mostrando un desarrollo inestable, el comportamiento registrado permite prever la posibilidad de que se requiera algún tiempo para que se generen nuevas condiciones de sobrepresión.

Teniendo como base lo anteriormente expuesto, el nivel de actividad durante el periodo evaluado se mantuvo en:

Nivel Amarillo ■ (III) **“Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.