



## INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO

*San Juan de Pasto, 17 de agosto de 2010*

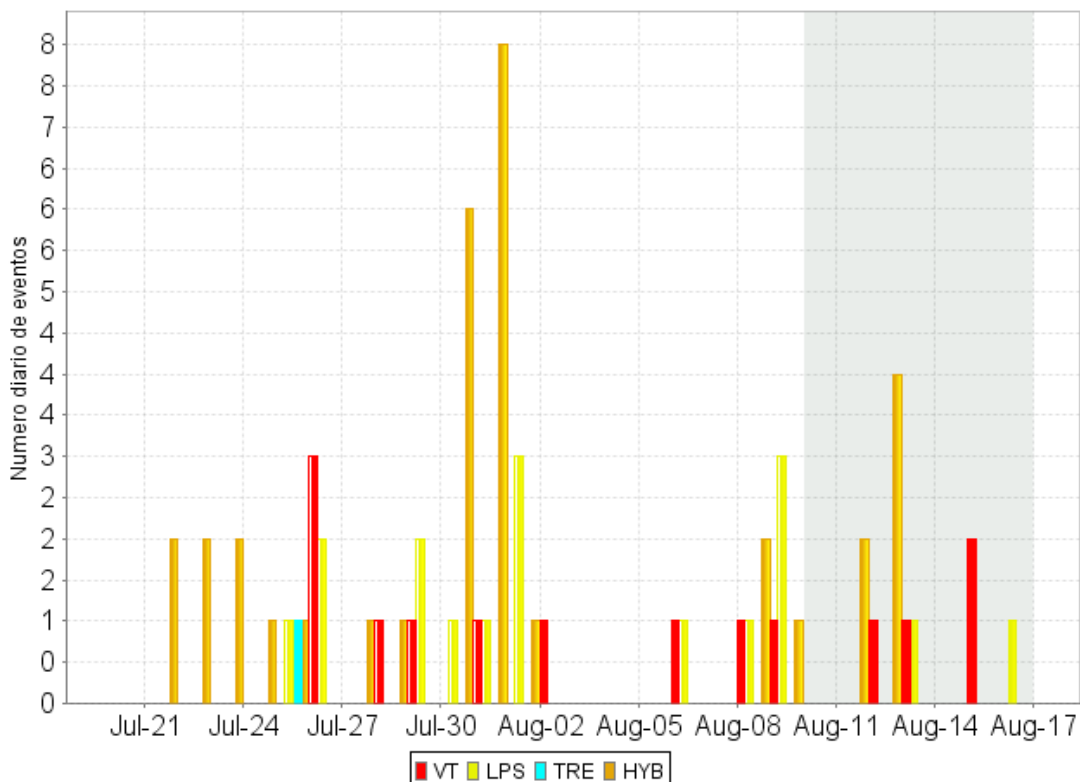
Para la semana comprendida entre el 10 y el 16 de agosto de 2010, el análisis de los resultados obtenidos a partir de los diferentes parámetros del monitoreo del volcán Galeras permitió evaluar la actividad volcánica y mantener el Nivel Amarillo ■ ó III (Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica).

La actividad sísmica de Galeras continúa mostrando bajos niveles de ocurrencia, dentro de los cuales, eventualmente se destacan eventos asociados con procesos de dinámica de fluidos, de fuente transitoria (Largo Periodo LP), de fracturamiento de material cortical (Volcano-Tectónicos VT) o aquellos que caracterizan la combinación de los dos procesos (Híbridos HYB). En general, estos eventos se destacan por una parte por el leve incremento en los niveles energético con relación al promedio registrado en las últimas semanas, que para los eventos VT o HYB se expresa en su valor de magnitud  $m$ , por otro lado debido a que, aún cuando en bajos niveles energéticos, su ocurrencia se presenta a manera de enjambres, es decir, varios eventos en relativamente corto tiempo.

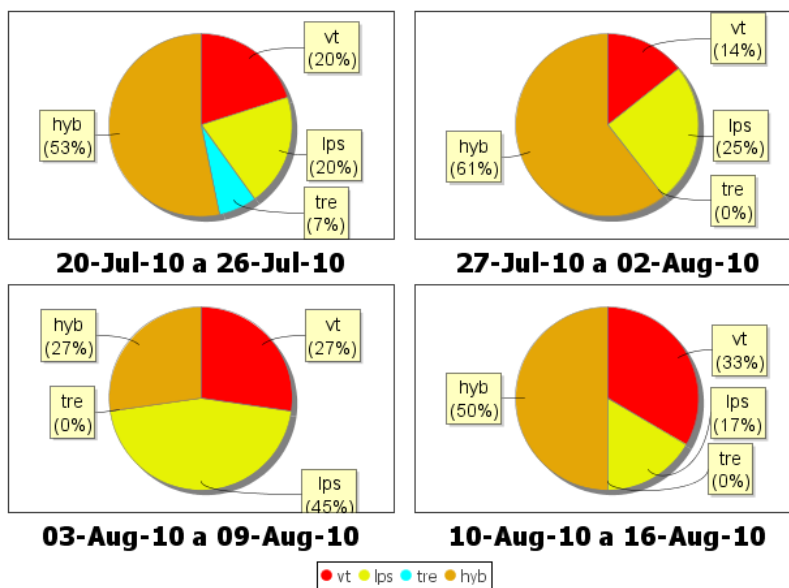
Para la semana evaluada, la sismicidad mantiene niveles bajos de ocurrencia, en todos los tipos de eventos y se resalta, en las últimas tres semanas, la ausencia de episodios de eventos relacionados con movimiento de fluidos de fuente persistente en el tiempo (Tremor, TRE; Tabla 1, Figuras 1 y 2). En cuanto a la energía liberada por los eventos ocurridos en la última semana, esta se mantiene en niveles bajos, aún cuando se destaca el ligero incremento que se presentó en los eventos tipo VT, ocasionado por el registro del sismo del 15 de agosto a las 6:32 p.m., con magnitud local de 1.6 en la escala de Richter y localizado hacia el sector SW del cono volcánico (Tabla 2, Figuras 3 y 4).

**Tabla 1.** Número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 20 de julio y el 16 de agosto de 2010, incluyendo la semana actualmente evaluada, que se resalta al final de la tabla en color verde.

Periodo Evaluado	Número de eventos registrados por tipo						
	VT	LPS	TRE	HYB	TOR	NO CLASIFICABLES	TOTAL
20-jul-10 a 26-jul-10	3	3	1	8	0	133	15
27-jul-10 a 02-ago-10	4	7	0	17	0	343	28
03-ago-10 a 09-ago-10	3	5	0	3	0	135	11
10-ago-10 a 16-ago-10	4	2	0	6	0	210	12



**Figura 1.** Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 20 de julio y el 16 de agosto de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en éste informe.

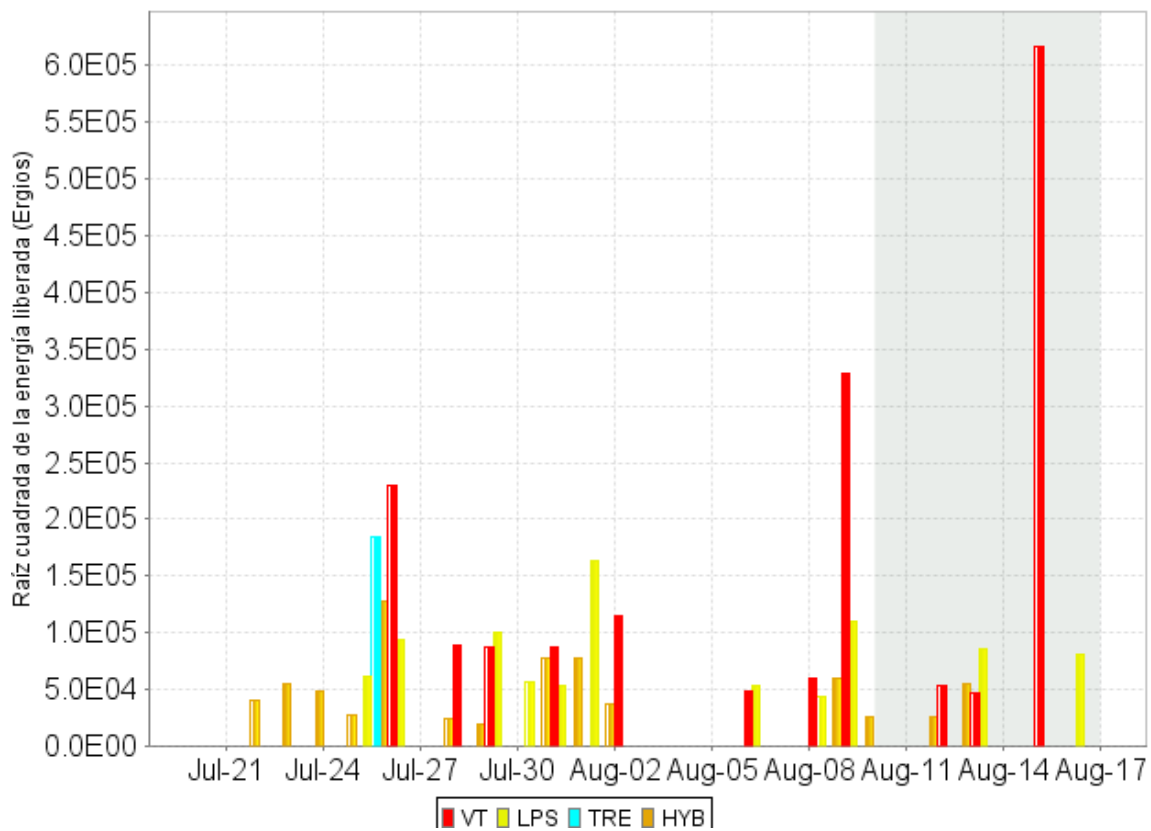


**Figura 2.** Grafico comparativo del porcentaje de eventos ocurridos durante las últimas cuatro semanas, destacándose en la semana actualmente evaluada, que el mayor porcentaje de ocurrencia corresponde a los eventos tipo HYB.

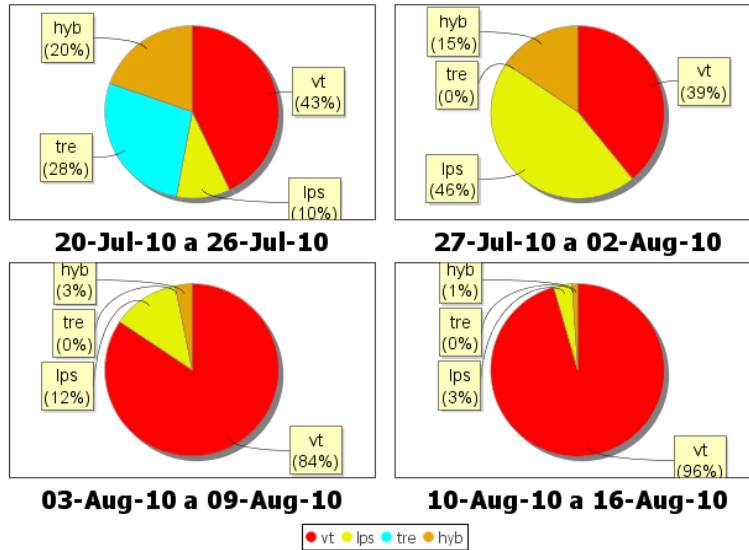


**Tabla 2.** Energía liberada de onda de cuerpo por los diferentes tipos de eventos volcánicos, para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo la semana objeto de evaluación, resaltada en color verde.

Periodo Evaluado	Energía (ergios) por tipo de eventos				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
20-Jul-10 a 26-Jul-10	5.3E+10	1.2E+10	3.4E+10	2.4E+10	1.2E+11
27-Jul-10 a 02-Aug-10	3.7E+10	4.3E+10	0.0E+00	1.4E+10	9.4E+10
03-Aug-10 a 09-Aug-10	1.1E+11	1.7E+10	0.0E+00	4.2E+09	1.4E+11
10-Aug-10 a 16-Aug-10	3.9E+11	1.4E+10	0.0E+00	3.7E+09	4.0E+11

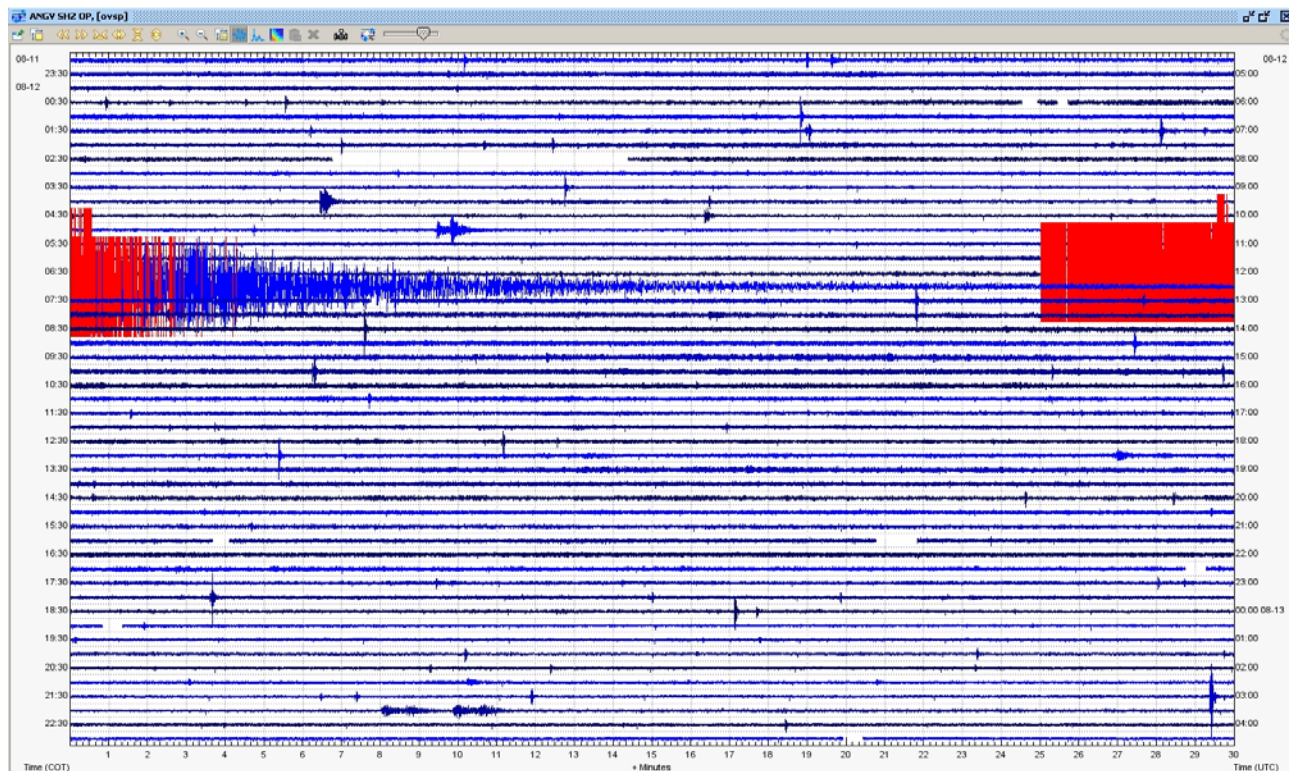


**Figura 3.** Histograma de la energía diaria liberada (en términos de su raíz cuadrada) por eventos volcánicos por tipo, registrada entre el 20 de julio y el 16 de agosto de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.



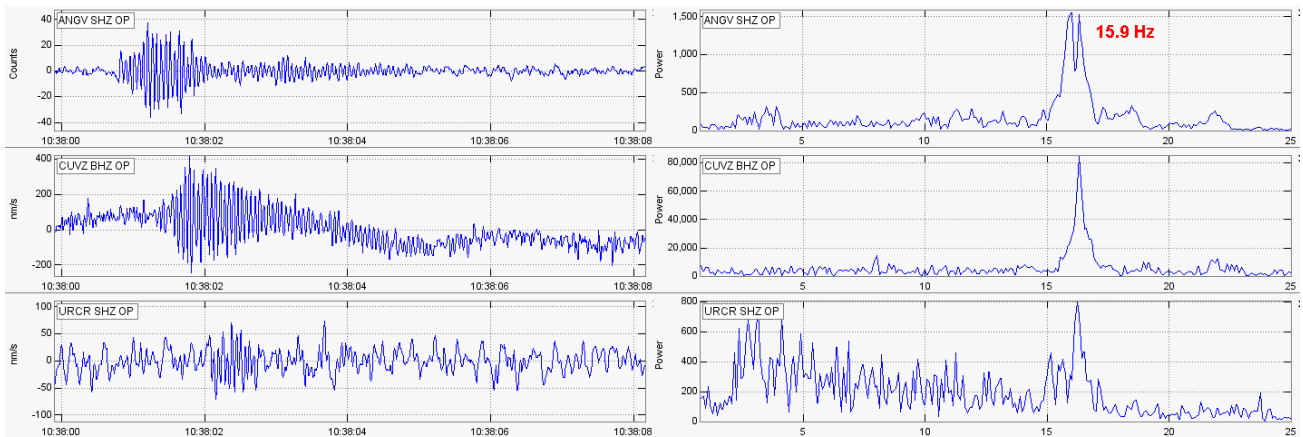
**Figura 4.** Relación porcentual de la energía liberada de eventos por tipo, para las últimas cuatro semanas.

De la sismicidad, se destaca que entre el 11 de agosto, aproximadamente a las 11:00 p.m., y el 12 de agosto a las 11:00 p.m., se presentó la mayor recurrencia sísmica de la semana, con aproximadamente 53 eventos no clasificables (es decir que no presentan la amplitud mínima de clasificación, debido a su bajo nivel energético), entre LP e HYB (Figura 5).

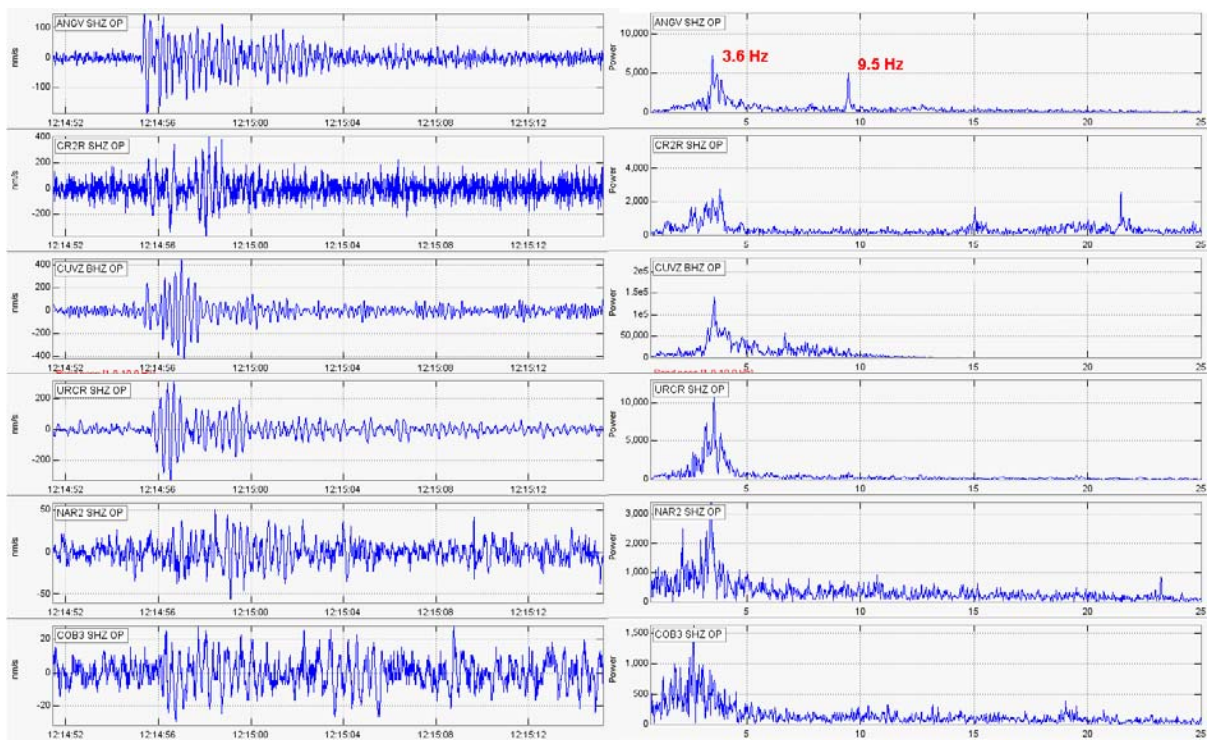


**Figura 5.** Sismograma de la estación ANGANROY de corto período, entre el 11 de agosto a las 11:00 p.m., y el 12 de agosto a las 11:00 p.m., donde se presentó la mayor recurrencia de la semana, pero con sismos no clasificables. El evento del 12 de agosto a las 6:54 a.m. (señal en rojo en el sismograma), corresponde a un sismo tectónico regional de Ecuador, de magnitud local 7.2.

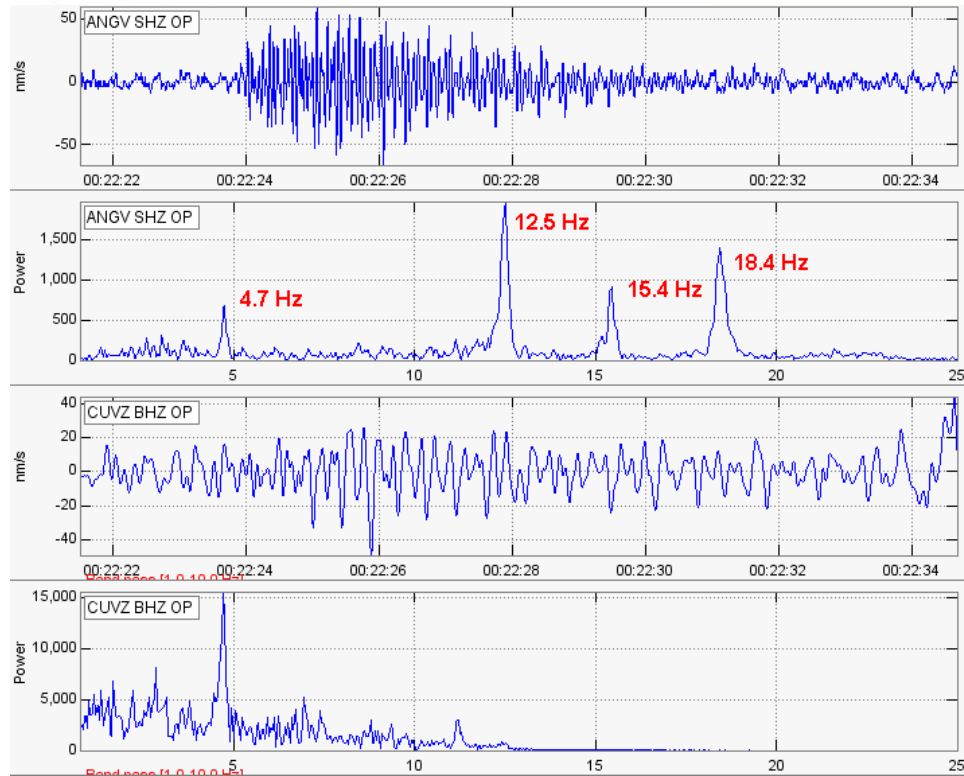
En cuanto a los eventos relacionados con la dinámica de fluidos, se destacan cuatro sismos LP porque presentan características armónicas o de monofrecuencia en su registro espectral. Estos eventos se presentaron, uno el 11 de agosto y los tres restantes el 16 de agosto. De ellos solamente clasifica el evento que se registró el 16 de agosto a las 11:59 p.m. (Figuras 6, 7, 8 y 9).



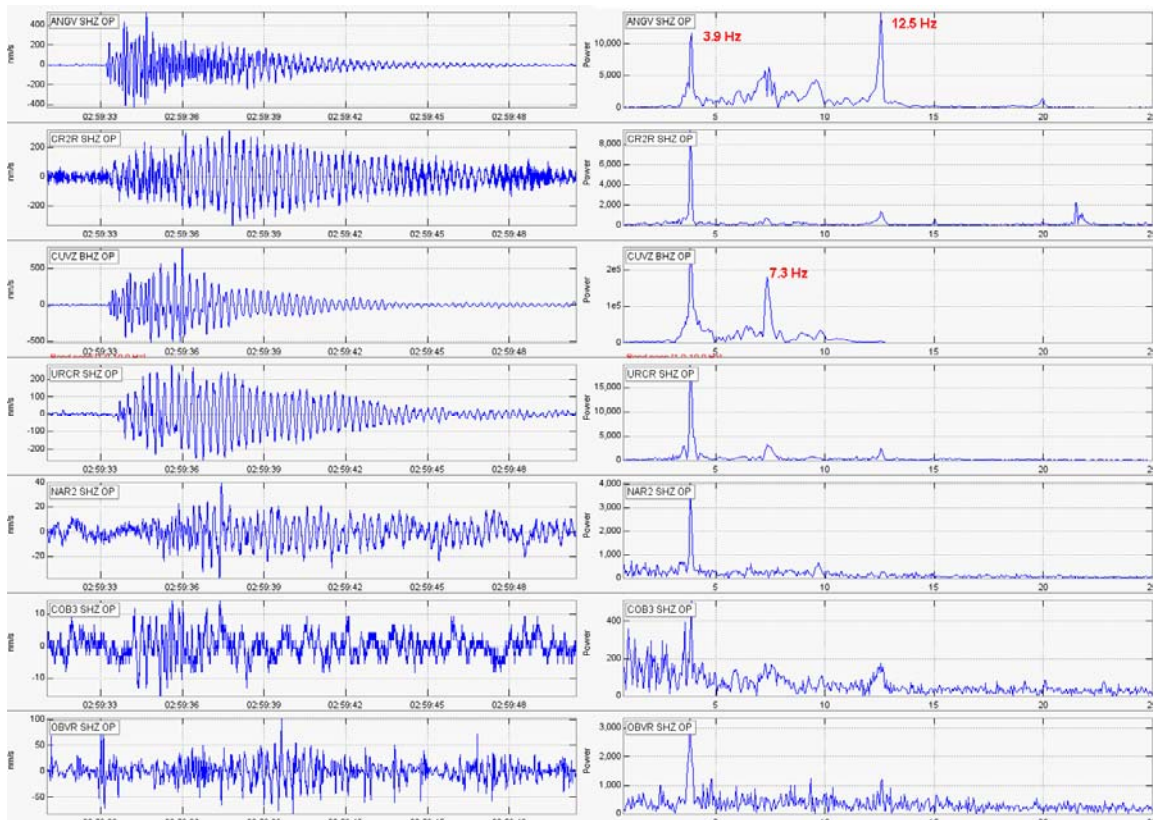
**Figura 6.** Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP no clasificable, registrado el 11 de agosto a las 5:38 a.m.



**Figura 7.** Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP no clasificable, registrado el 16 de agosto a las 07:14 a.m.

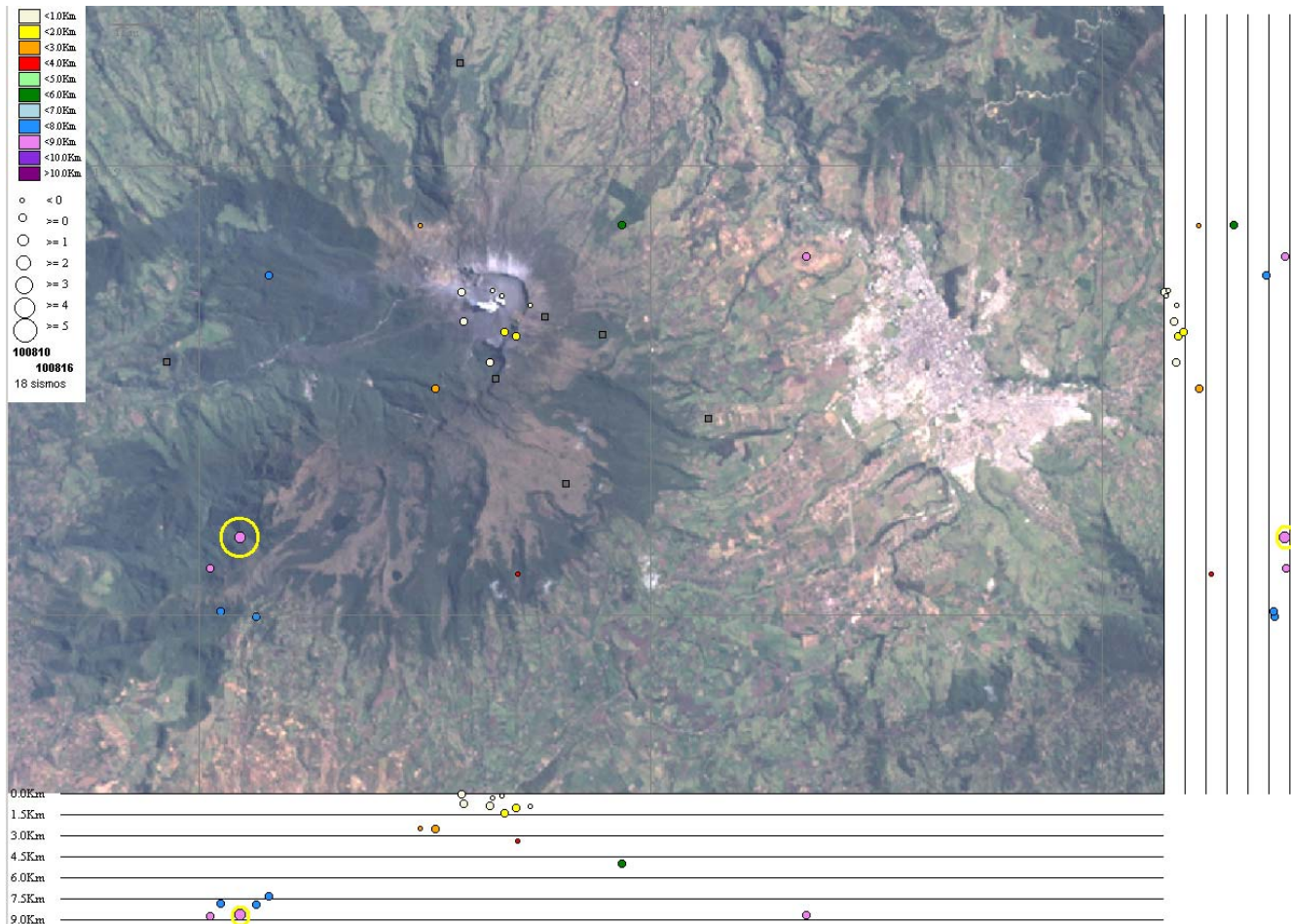


**Figura 8.** Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP no clasificable, registrado el 16 de agosto a las 7:22 p.m. Este evento solo se registra en la estaciones de Angany y Cufiño.



**Figura 9.** Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP no clasificable, registrado el 16 de agosto a las 9:59 p.m.

En cuanto a los eventos que involucran fracturamiento de material cortical, tanto VT como HYB, en la semana, el evento mas representativo se presentó el día 15 de agosto, a las 6:32 p.m., con una magnitud de 1.6 en la escala de Richter, localizado hacia el sector SW del cono volcánico, a una distancia aproximada de 7 km y a una profundidad de alrededor de los 9 km con respecto de la cima de Galeras (Figura 10, Tabla 3).



**Figura 10.** Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 10 y el 16 de agosto 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 ( $M_L$ ) y el color, de su profundidad. En evento encerrado en la circunferencia amarilla corresponde al de mayor magnitud de la semana, registrado el 15 de agosto, a la 6:32 p.m.

Adicionalmente se localizaron 17 eventos mas, entre VT e HYB y, entre clasificables y no clasificables, para los cuales fue posible obtener una solución de localización, con base en los tiempos de arribo de las ondas P y S de cada evento a las diferentes estaciones de monitoreo sísmico de Galeras y utilizando el algoritmo de Geigger, por medio del programa HYPO71PC. 11 de estos eventos se localizaron en inmediaciones del cono volcánico a profundidades menores de 4 km y de los siete restantes, cuatro se localizaron en el mismo sector del evento del 15 de agosto y dos mas, de manera dispersa, hacia el NE u otro al ENE del volcán a profundidades aproximadas de 5 y 9 km respectivamente (Figura 10, Tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros de localización de los eventos de fractura, tanto VT como HYB, registrados entre el 10 y el 16 de agosto de 2010.

FECHA	HORA LOCAL	LAT N		LONG W		Prof Km	Magnitud		Fases	Gap	Dist Km	rms	ERH	ERZ	Calid	Tipo
		(°)	(min)	(°)	(min)		Coda	Local								
10/Aug/2010	11:59:53	1	12.5	77	22.4	2.5	0.2	0.2	12	99	2.4	0.10	0.3	0.6	B1	VA
12/Aug/2010	01:18:48	1	13.1	77	21.5	1.0	-0.4	0.4	10	233	0.7	0.10	0.5	0.4	C1	HD
12/Aug/2010	01:58:03	1	10.5	77	21.5	3.4	0.3	-0.3	9	232	2.0	0.05	0.3	0.4	C1	VA
12/Aug/2010	03:42:44	1	13.2	77	21.6	1.4	-0.4	0.1	9	252	0.9	0.06	0.3	0.3	C1	HD
12/Aug/2010	08:37:33	1	13.3	77	22.1	0.7	0.1	0.4	8	290	1.7	0.08	0.4	0.9	C1	HD
12/Aug/2010	12:41:08	1	12.8	77	21.8	0.9	0.1	0.1	6	326	1.5	0.10	0.5	0.8	C1	HD
12/Aug/2010	13:05:21	1	13.6	77	22.1	0.1	-0.2	0.3	7	300	1.8	0.01	0.2	4.9	C1	HD
12/Aug/2010	20:10:09	1	13.6	77	21.8	0.3	-0.5	-0.1	6	335	1.2	0.04	0.2	0.7	C1	HD
12/Aug/2010	20:23:21	1	13.5	77	21.3	0.9	-0.5	-0.1	6	314	0.4	0.06	0.5	0.4	C1	HD
12/Aug/2010	20:39:15	1	13.6	77	21.7	0.2	-0.3	-0.3	6	333	1.0	0.05	0.2	0.7	C1	HD
12/Aug/2010	21:59:21	1	14.4	77	20.3	5.0	0.7	0.6	11	202	1.5	0.06	0.7	0.4	C1	VA
13/Aug/2010	08:59:13	1	14.0	77	18.3	8.7	0.7	0.7	14	262	4.1	0.09	0.8	0.8	C1	VA
14/Aug/2010	19:01:39	1	14.3	77	22.6	2.5	0.3	-0.1	6	346	3.1	0.03	0.7	0.5	C1	HD
15/Aug/2010	11:42:52	1	13.8	77	24.2	7.3	0.1	0.3	17	189	2.9	0.08	0.3	0.3	C1	VA
15/Aug/2010	18:32:13	1	10.9	77	24.6	8.7	1.6	1.6	13	252	2.8	0.09	0.7	0.6	C1	VA
15/Aug/2010	23:28:18	1	10.0	77	24.4	7.9	0.8	0.8	16	268	3.6	0.11	0.7	0.1	C1	VA
16/Aug/2010	11:51:00	1	10.1	77	24.8	7.8	0.5	0.4	16	273	4.0	0.12	0.7	0.2	C1	VA
16/Aug/2010	13:23:55	1	10.5	77	24.9	8.8	0.3	0.2	14	269	3.7	0.11	1	0.7	C1	VA

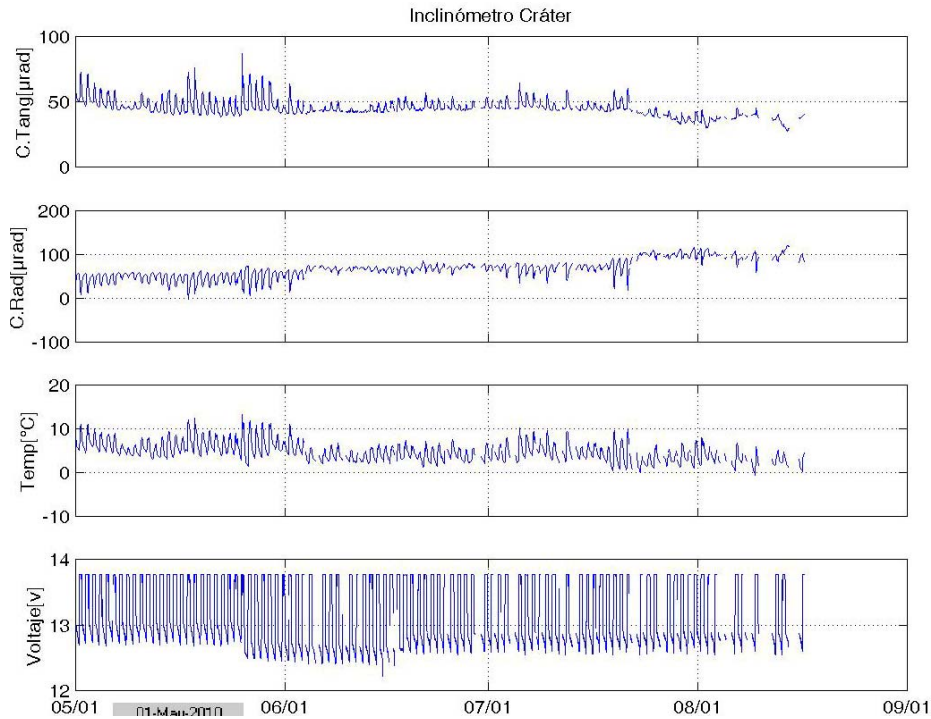
Con relación a los procesos de deformación volcánica, que se registran por medio de los inclinómetros electrónicos, estos equipos mostraron la siguiente información:

El inclinómetro Cráter (ubicado a 0.8 km al este-noreste del cráter principal, 4060 msnm), mostró en su componente tangencial, entre el 6 y 12 de agosto, una relativa estabilidad y posteriormente un descenso de aproximadamente 14  $\mu$ rad y posteriormente vuelve al valor registrado el 12 de agosto. La componente radial muestra un comportamiento similar, solo que posterior a la estabilidad se presenta un ascenso de aproximadamente 28  $\mu$ rad; mientras que las componentes de temperatura y voltaje mantienen valores estables (Figura 11).

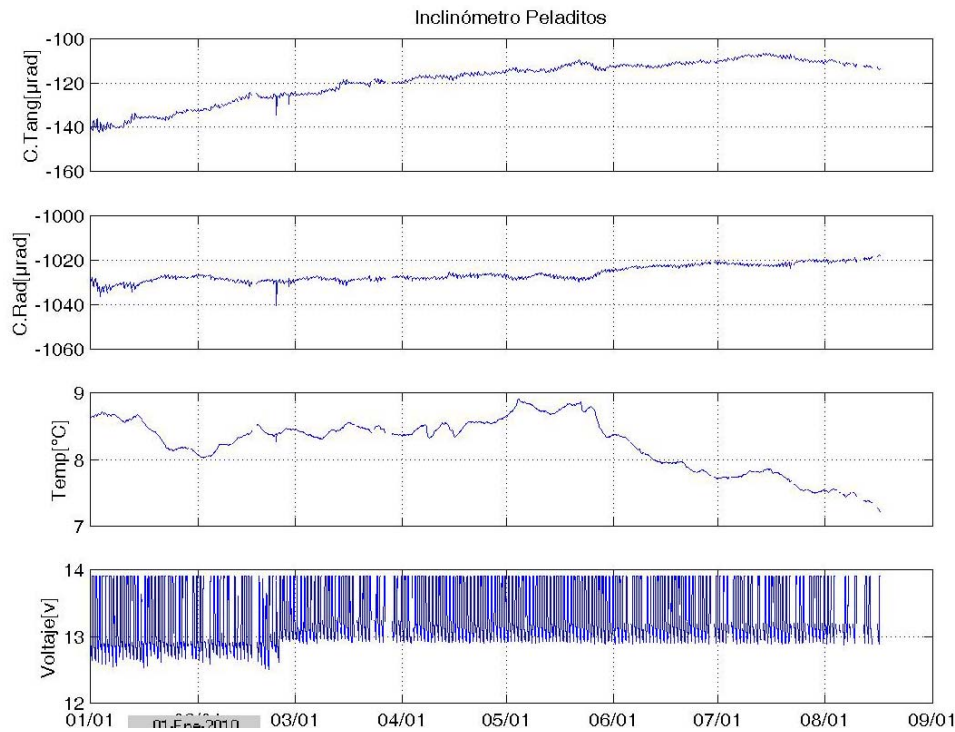
La componente tangencial del inclinómetro Peladitos (1.4 km al sureste del cráter principal, 3850 msnm), que desde mediados de enero de 2010 presentaba una tendencia ascendente, desde el 31 de julio presentó cambio en su tendencia, registrando un descenso desde esta fecha hasta el 16 de agosto de aproximadamente 6  $\mu$ rad, valor que es muy bajo, considerando casi el nivel de ruido del instrumento. La componente radial continua mostrando ascenso, con un valor mínimo de aproximadamente 4  $\mu$ rad entre el 31 de julio al 16 de agosto (Figura 12).

El inclinómetro Huairatola (1.7 km al norte del cráter principal, 3745 msnm), aún cuando se mantiene en un rango muy bajo, continúa con el comportamiento descendente en la componente tangencial, de aproximadamente 2  $\mu$ rad, en tanto que en la componente radial mantienen su comportamiento estable (Figura 13).

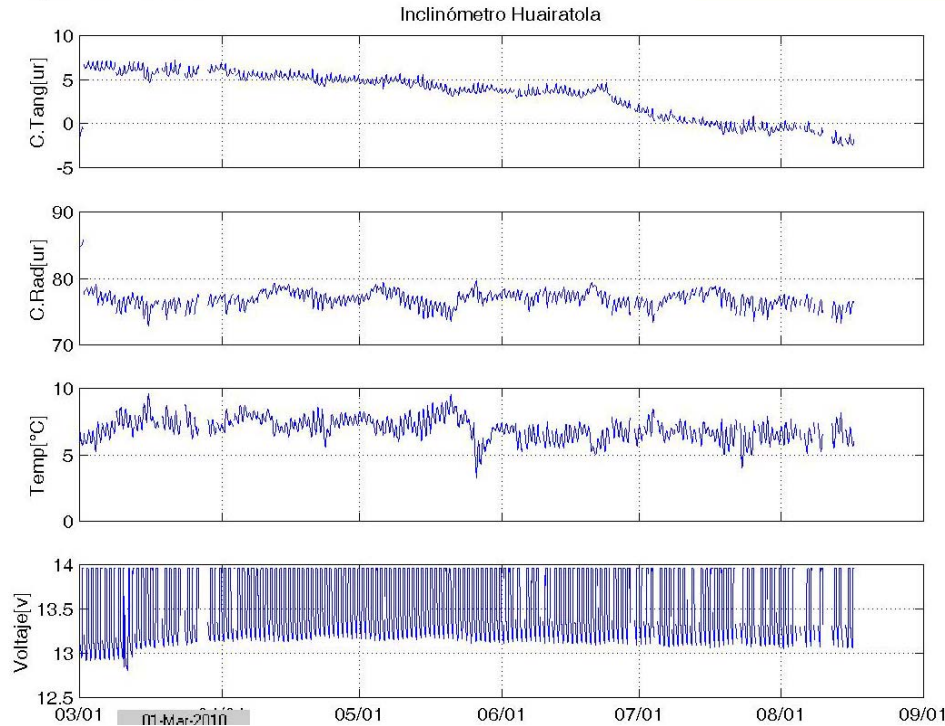




**Figura 11.** Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Cráter, junto con sus canales de temperatura y voltaje, para el periodo comprendido entre el 1 de mayo y el 16 de agosto de 2010.

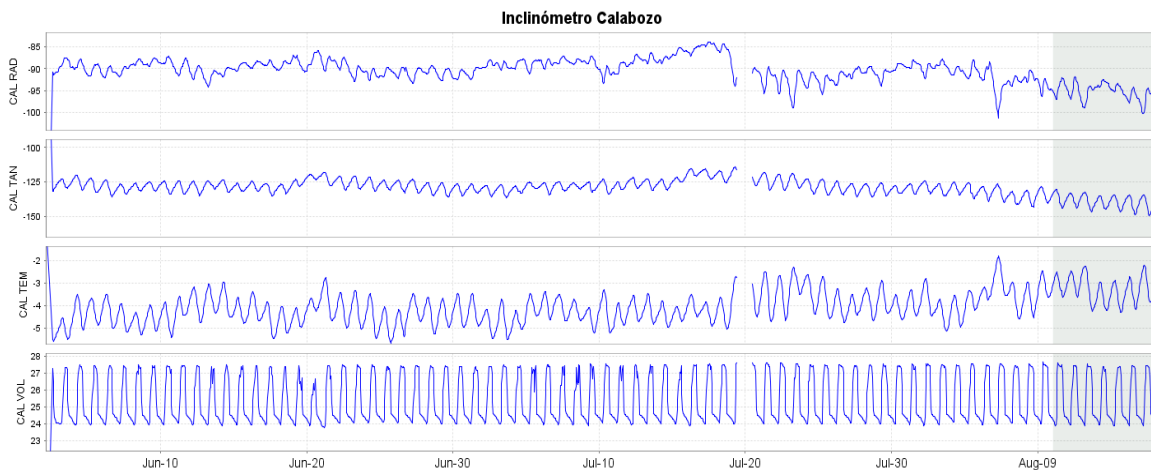


**Figura 12.** Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Peladitos, junto con sus canales de temperatura y voltaje, para el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 16 de agosto de 2010.



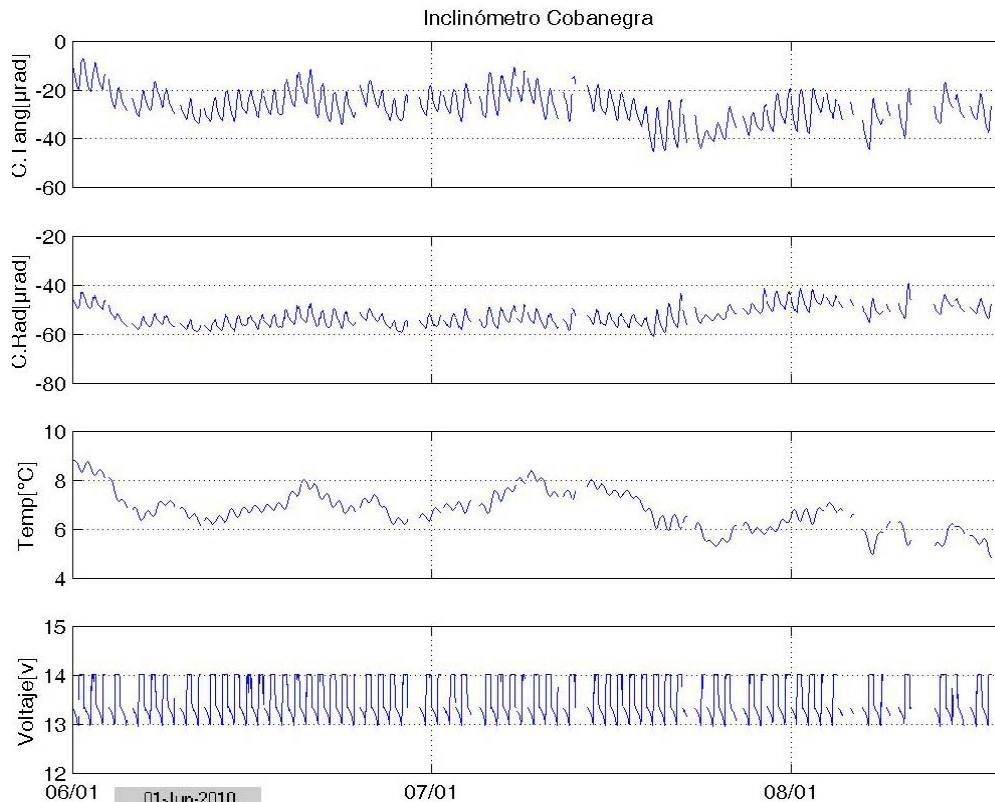
**Figura 13.** Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Huairatola, junto con sus canales de temperatura y voltaje, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 16 de agosto de 2010.

El inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm), muestra en sus dos componentes una tendencia descendente, aproximadamente desde el 20 de julio, con un descenso aproximado de máximo de 5  $\mu$ rad en las dos componentes para el periodo evaluado, variaciones que en general son bajas (Figura 14).



**Figura 14.** Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Calabozo, junto con sus canales de temperatura y voltaje, para el periodo comprendido entre el 1 de junio y el 16 de agosto de 2010. El recuadro gris muestra

El inclinómetro Cobanegra (ubicado a 3.9 km al sur-sureste del cráter principal, 3610 msnm), muestra oscilaciones de largo período, pero en general se mantienen en un rango bajo de variación, de aproximadamente 18  $\mu$ rad para la componente tangencial y de 10  $\mu$ rad para la componente radial (Figura 15).



**Figura 15.** Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Cobanegra, junto con sus canales de temperatura y voltaje, para el periodo comprendido entre el 1 de junio y el 16 de agosto de 2010.

El 13 de agosto se realizó medición de la emisión de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) a la atmósfera, provenientes del volcán, utilizando el instrumento *MovilDOAS*, que se estimó en 151 ton/día, detectada en un sector entre la vía que conduce de Consacá a Sandoná, valor que se encuentra dentro del rango de valores bajos de emisión, para el volcán Galeras.

Los otros instrumentos de mediciones de Dióxido de Azufre como los equipos *ScanDOAS* del proyecto NOVAC (<http://www.novac-project.eu/>) o las imágenes del satélite OMI, no mostraron registros para la semana evaluada.

De la semana entre el 10 y el 16 de agosto, el volcán estuvo despejado solamente el día 16, hacia las 7:00 a.m. (Figuras 16 y 17). Desde el sector de Pasto no fue posible visualizar algún tipo de actividad superficial y de acuerdo con los reportes desde el municipio de Consacá, el volcán se observaba desde ese sector nublado.



**Figura 16.** Imagen de Galeras tomada desde las instalaciones del OVSP el 16 de agosto de 2010, alrededor de las 7:00 a.m. Se observa el volcán despejado, con una tenue nube en la cima, en dirección sur-norte.



**Figura 17.** . Imagen de Galeras tomada desde las instalaciones del OVSP el 16 de agosto de 2010, alrededor de las 7:00 a.m. Se observa el volcán despejado, con una tenue nube en la cima, en dirección sur-norte

## CONCLUSIONES

- La actividad sísmica de Galeras continúa mostrando bajos niveles de ocurrencia, dentro de los cuales, eventualmente se destacan eventos asociados con procesos de dinámica de fluidos LP, de fracturamiento de material cortical VT o aquellos que mezclan los dos procesos HYB. Las principales características de los eventos que se destacan es el leve incremento en los niveles energéticos y magnitud, con relación al promedio registrado en las últimas semanas o, en otro contexto debido a que, aún cuando en bajos niveles energéticos, su ocurrencia se presenta a manera de enjambres, es decir, varios eventos en tiempos relativamente cortos.
- Entre los sismos destacados, se han presentado eventos que presentan componentes de monofrecuencia y armónicos en su representación espectral. De los eventos registrados con estas características, solamente uno cumple con los parámetros de clasificación, en tanto que los cuatro restantes presentan bajos niveles energéticos. Hasta el momento estos eventos no han mostrado una tendencia en el comportamiento de la frecuencia así como tampoco en las duraciones.
- El 15 de agosto se presentó un evento VT de magnitud local 1.6 en la escala de Richter, localizado hacia el sector SW del cono de Galeras, a una distancia promedio de 7 km u a profundidad aproximada de 9 km respecto de la cima volcánica. Este evento corresponde al más energético de la semana; sin embargo, no se tienen reportes de haber sido sentido por la población aledaña a ese sector.
- La medición de emisión de Dióxido de Azufre a la atmósfera, SO<sub>2</sub> utilizando el instrumento MovilDOAS,, realizada el 13 de agosto, en el sector de la vía circunvalar a Galeras, entre Consacá y Sandoná, se estimó en 151 ton/día, valor que se encuentra dentro del rango bajo de emisiones para Galeras. Aún cuando el lunes 16 de agosto fue posible observar la cima volcánica, esta no evidenció ningún tipo de actividad superficial.
- De acuerdo con la baja sismicidad observada en el volcán, tanto en ocurrencia como en energía liberada por estos eventos, hasta el momento se mantiene la hipótesis que el sistema volcánico de Galeras está relativamente estable, no se detectan evidencias de retroalimentación magmática particularmente a niveles profundos y por lo tanto se requiere algún tiempo para que se generen nuevas condiciones de sobrepresión o de nuevos aportes de material.

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”**.