

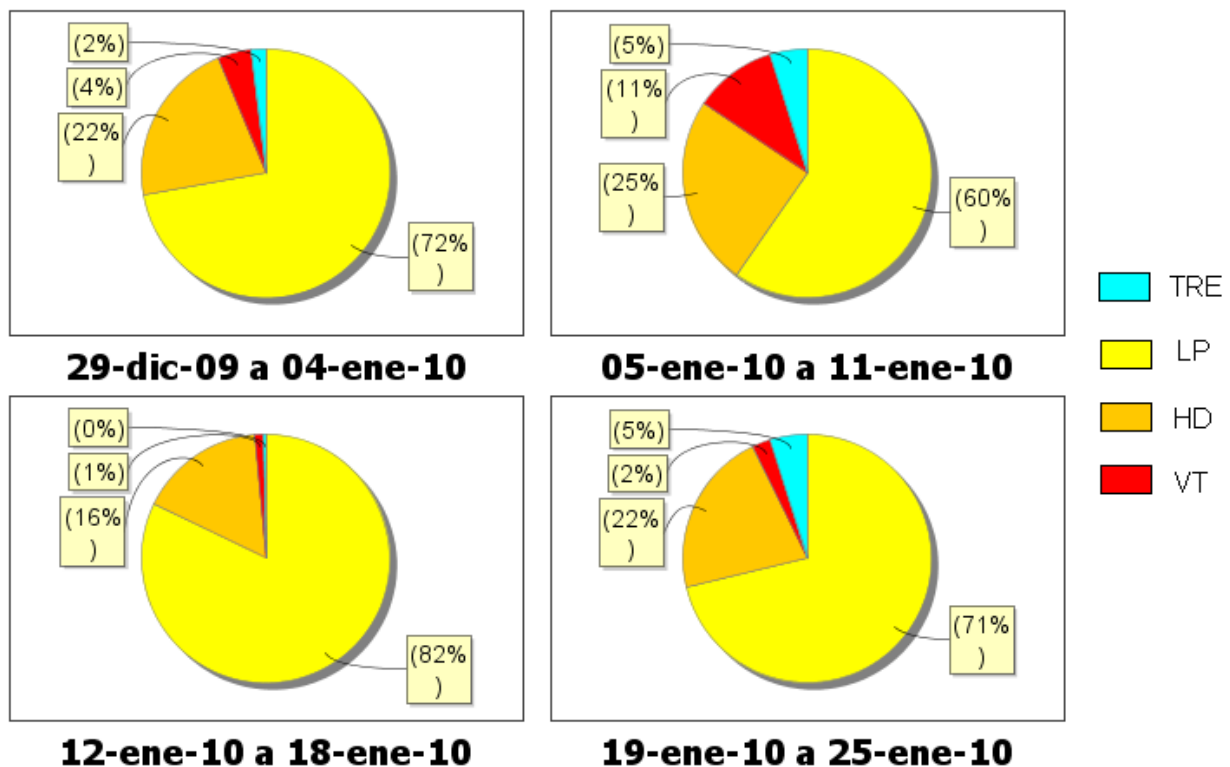
## INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO

San Juan de Pasto, 27 de enero de 2010

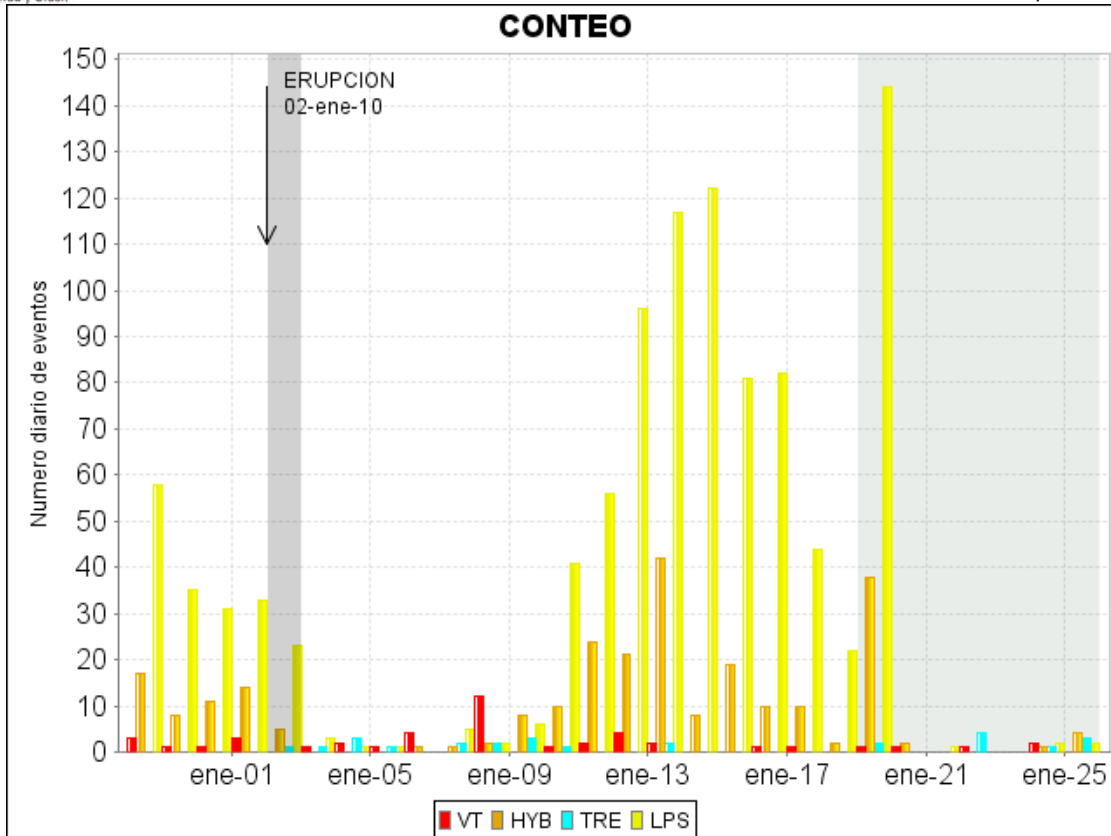
A partir de la evaluación de los diferentes parámetros del monitoreo volcánico de Galeras, en el período comprendido entre el 19 y el 25 de enero de 2010, se consideró mantener el nivel de actividad en Naranja ♦ (II : “Erupción probable en término de días o semanas”).

En la semana evaluada se registró un cambio en el comportamiento de la actividad sísmica iniciado con un enjambre de eventos ocurrido entre la 01:00 a.m. y las 05:30 a.m. del 19 de enero, seguido por el predominio de silencio sísmico que continúa hasta el 26 de enero, fecha de cierre del presente informe, cabe anotar que después del enjambre ocurrido en la madrugada del 19 de enero no se han registrado eventos tipo tornillo ni pseudo-tornillo.

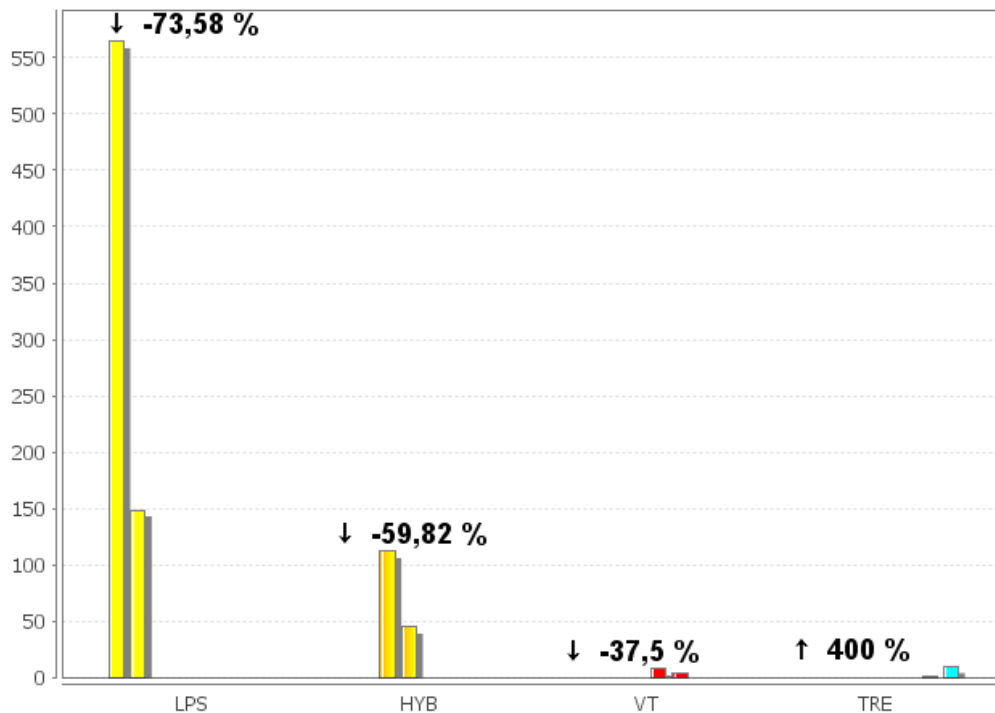
En general en la semana en evaluación, predominó el silencio sísmico. Entre los pocos sismos que se registraron, hubo ocurrencia mayor de los eventos relacionados con dinámica de fluidos al interior del sistema volcánico de fuente transitoria (LP) (Figura 1). Comparativamente con la semana anterior se registró un descenso en la ocurrencia de eventos tipo LP, HD, VT y un incremento en la ocurrencia de eventos tipo TRE (Figuras 2 y 3, Tabla 1).



**Figura 1.** Porcentajes de Energía sísmica liberada por cada tipo de evento, para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.



**Figura 2.** Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 29 de diciembre de 2009 y el 25 de enero de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en el presente informe.



**Figura 3.** Comparación de ocurrencia sísmica por tipo de evento, para los dos últimos periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.



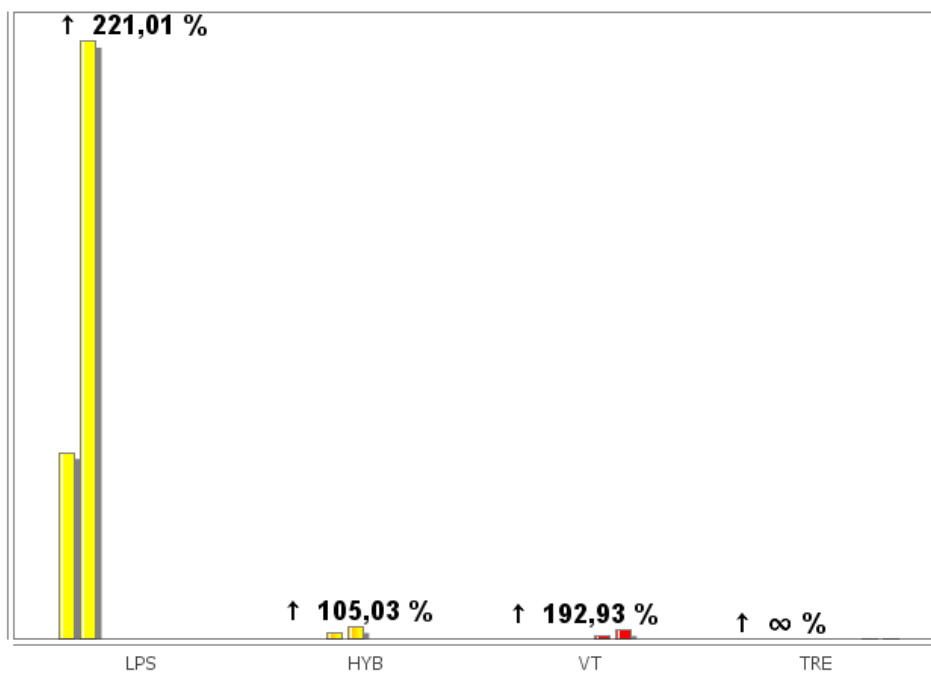
**Tabla 1.** Número de sismos volcánicos por tipo, registrados entre el 29 de diciembre de 2009 y el 25 de enero de 2010, contabilizados por periodos semanales.

| Periodo Evaluado      | Número de eventos por tipo |     |    |     |       |                  |
|-----------------------|----------------------------|-----|----|-----|-------|------------------|
|                       | LPS                        | HYB | VT | TRE | TOTAL | NO CLASIFICABLES |
| 29-dic-09 a 04-ene-10 | 184                        | 55  | 11 | 5   | 255   | 150              |
| 05-ene-10 a 11-ene-10 | 111                        | 46  | 20 | 9   | 186   | 322              |
| 12-ene-10 a 18-ene-10 | 564                        | 112 | 8  | 2   | 686   | 599              |
| 19-ene-10 a 25-ene-10 | 149                        | 45  | 5  | 10  | 209   | 139              |

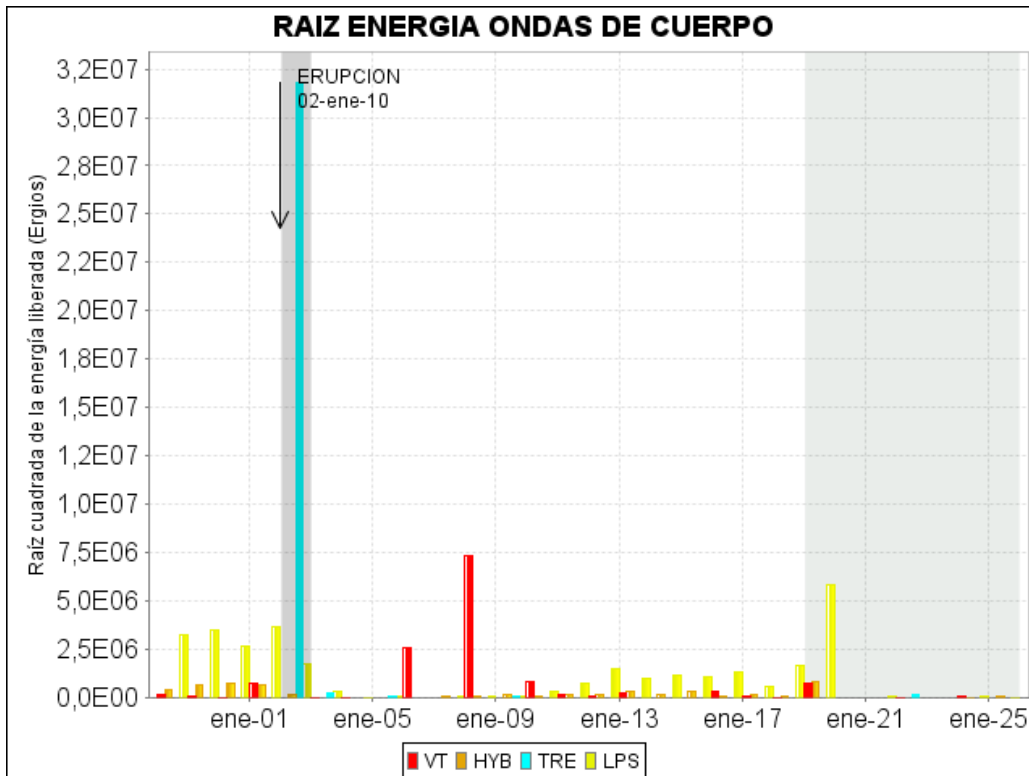
En cuanto a los niveles de energía sísmica liberada, comparativamente con la semana anterior los eventos de tipo LP registraron un descenso del 73% en su ocurrencia (Figura 3) y se observa un incremento considerable en su nivel energético (Tabla 2, Figura 4). El día que presenta el mayor aporte de energía liberada de la semana en evaluación corresponde al 19 de enero (Figura 5), por el registro de un enjambre de eventos sísmicos de los cuales la mayoría correspondió a eventos de tipo LP, algunos de estos de nivel energético considerable.

**Tabla 2.** Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, registrada entre el 29 de diciembre de 2009 y el 25 de enero de 2010, contabilizada por periodos semanales.

| Periodo Evaluado      | Energía [ergios] por tipo |         |         |         |         |
|-----------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                       | LP                        | HYB     | VT      | TRE     | TOTAL   |
| 29-dic-09 a 04-ene-10 | 4.64E13                   | 1.66E12 | 6.61E11 | 1.01E15 | 1.06E15 |
| 05-ene-10 a 11-ene-10 | 7.06E11                   | 8.20E10 | 6.09E13 | 6.71E9  | 6.17E13 |
| 12-ene-10 a 18-ene-10 | 1.08E13                   | 3.39E11 | 1.79E11 | 0       | 1.13E13 |
| 19-ene-10 a 25-ene-10 | 3.46E13                   | 6.96E11 | 5.25E11 | 2.80E10 | 3.59E13 |



**Figura 4.** Porcentajes de Energía sísmica liberada por cada tipo de evento, para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.



**Figura 5.** Histograma de la energía liberada de eventos volcánicos por tipo (expresada en términos de su raíz cuadrada), registrada entre el 29 de diciembre de 2009 y el 25 de enero de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

De la semana en evaluación se resalta el enjambre de eventos sísmicos ocurrido en la madrugada del 19 de enero, debido a que la actividad sísmica refleja un cambio de un sistema en el cual las condiciones permitían la ocurrencia de eventos tipo tornillo y pseudo-tornillo a un sistema en el cual predomina el silencio sísmico, con la ocurrencia de muy pocos eventos de nivel energético bajo (Figura 6).

Para 48 eventos, tanto tipo HD como VT, fue posible obtener una solución de localización, con base en el tiempo de arribo de las ondas P y S a las estaciones de monitoreo volcánico en Galeras y, aplicando el algoritmo de Geiger, utilizando el programa HYPO71.

Los resultados obtenidos a partir de las localizaciones muestran que, aun cuando se han presentado algunos sismos de manera dispersa alrededor del edificio volcánico, a niveles relativamente profundos de hasta 8 km, la gran mayoría de la actividad se ha localizado en las inmediaciones del cráter volcánico, hacia el sector sur, a profundidades de hasta 2 Km. Las magnitudes de los eventos localizados se calcularon en un rango entre - 0.4 y 1.7 en la escala de Richter (Figura 7, tabla 3).

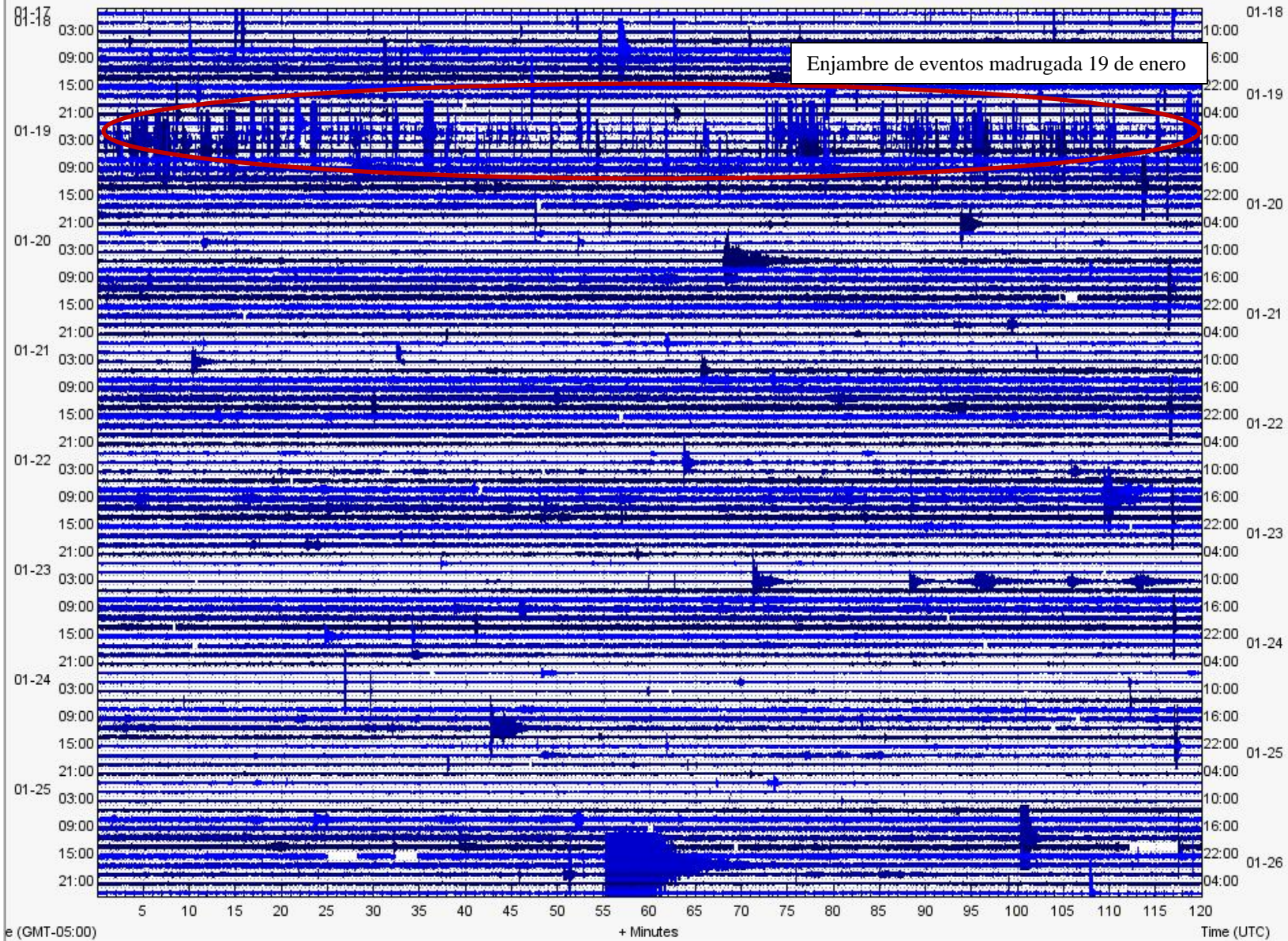




Libertad y Orden

INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGIA Y MINERIA  
INGEOMINAS

República de Colombia



**Figura 6.** Sismograma del 18 al 25 de enero del 2010 de la estación Urcunina - componente vertical (ubicada a 2.3 Km al ESE del volcán), se resalta enjambre de eventos registrado la madrugada del 19 de enero.

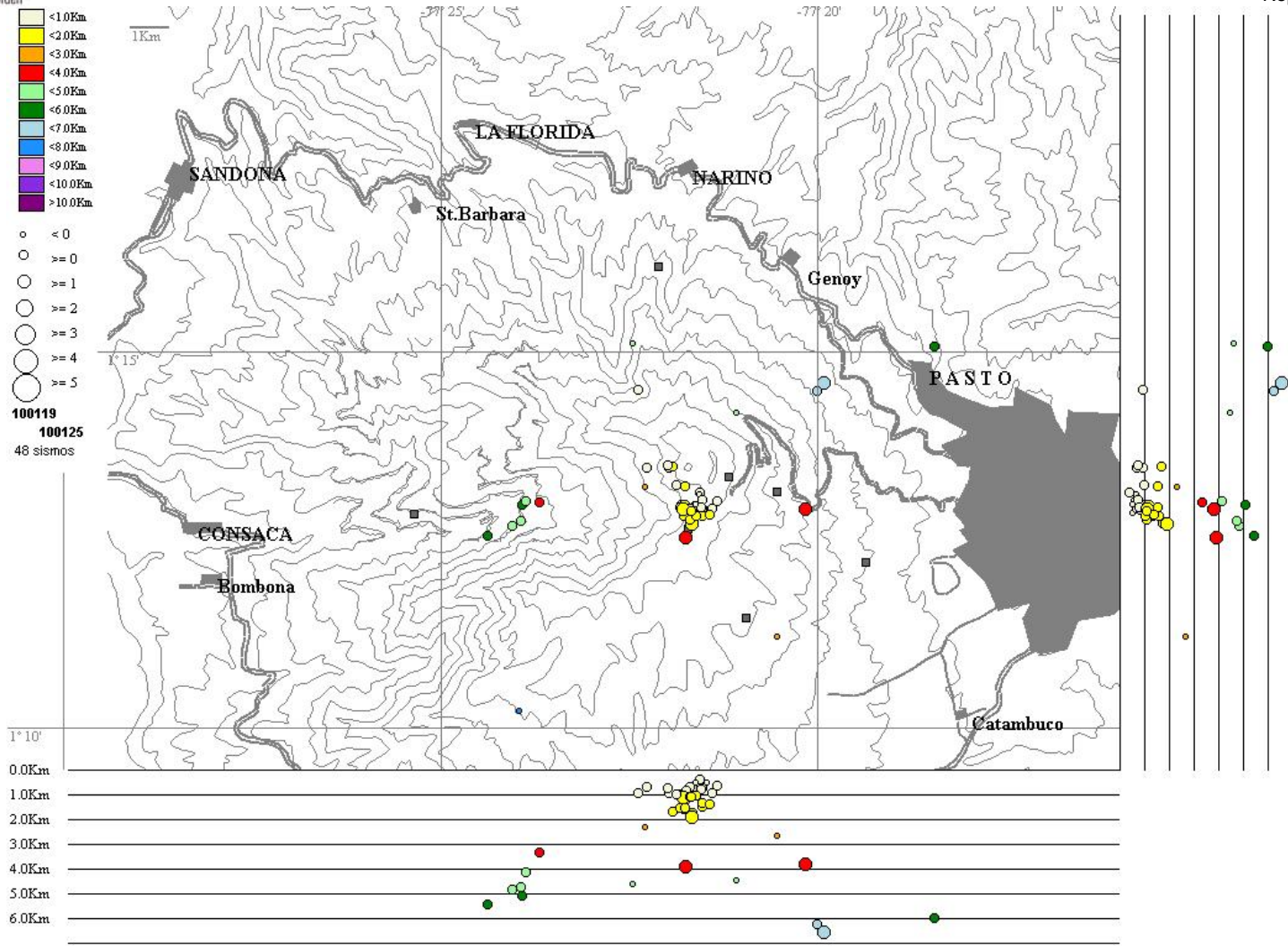




Libertad y Orden

INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGIA Y MINERIA  
INGEOMINAS

República de Colombia



**Figura 7.** Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 19 y el 25 de enero de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 1 km de profundidad, el tamaño de los círculos que representan los sismos depende de su M<sub>L</sub> y el color de su profundidad, de acuerdo con las convenciones ubicadas en la parte superior izquierda de la figura.



**Tabla 3.** Parámetros de las localizaciones de sismos asociados a fracturamiento de material cortical e híbridos, registrados entre el 19 y el 25 de enero de 2010.

| FECHA    | HORA     | LATITUD |       | LONGITUD |       | PROF. | MC    | ML   | #FASES | GAP | Dist-Min | RMS  | ERH | ERZ | Q. | TIPO |
|----------|----------|---------|-------|----------|-------|-------|-------|------|--------|-----|----------|------|-----|-----|----|------|
|          |          | °       | '     | °        | '     |       |       |      |        |     |          |      |     |     |    |      |
| 19/01/10 | 01:00:04 | 1       | 13.47 | 77       | 22.29 | 0.65  | 0.23  | 0.1  | 6      | 318 | 2.3      | 0.02 | 0.3 | 0.8 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:14:19 | 1       | 12.85 | 77       | 21.47 | 0.53  | -0.21 | -0.1 | 7      | 165 | 0.7      | 0.08 | 0.4 | 0.6 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:15:36 | 1       | 12.91 | 77       | 21.53 | 1.45  | 0.66  | 0    | 7      | 175 | 0.8      | 0.07 | 0.4 | 0.4 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:17:46 | 1       | 12.86 | 77       | 21.78 | 1.17  | 0.18  | 0.8  | 12     | 118 | 0.9      | 0.09 | 0.2 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:19:18 | 1       | 12.53 | 77       | 21.76 | 3.94  | 1.21  | 1.1  | 8      | 219 | 0.4      | 0.18 | 1.5 | 1   | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:20:34 | 1       | 13.02 | 77       | 21.33 | 0.63  | 0.34  | 0.4  | 8      | 100 | 1.1      | 0.09 | 0.3 | 0.7 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:24:00 | 1       | 12.72 | 77       | 21.66 | 1.71  | 0.86  | 0.7  | 12     | 115 | 0.5      | 0.12 | 0.3 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:25:16 | 1       | 12.81 | 77       | 21.53 | 1.34  | 0.81  | 0.8  | 8      | 89  | 0.6      | 0.06 | 0.2 | 0.4 | A1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:26:03 | 1       | 13.13 | 77       | 21.57 | 0.37  | 0.45  | 0.5  | 7      | 180 | 1.2      | 0.06 | 0.5 | 1.6 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:27:18 | 1       | 12.95 | 77       | 21.63 | 1     | 0.47  | 0.5  | 9      | 96  | 0.9      | 0.12 | 0.4 | 0.9 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:28:28 | 1       | 12.82 | 77       | 21.8  | 1.56  | 0.72  | 0.4  | 5      | 215 | 0.8      | 0.09 | 0.7 | 0.7 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:29:31 | 1       | 12.96 | 77       | 21.83 | 0.96  | 0.58  | 0.7  | 12     | 115 | 1.1      | 0.08 | 0.2 | 0.4 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:30:51 | 1       | 13.46 | 77       | 21.99 | 0.93  | -0.21 | 0    | 5      | 310 | 2        | 0.02 | 0.2 | 0.6 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:33:16 | 1       | 13.49 | 77       | 21.95 | 1.69  | 0.47  | 0    | 5      | 309 | 2        | 0.01 | 0.2 | 0.3 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:37:53 | 1       | 12.93 | 77       | 21.78 | 1.16  | 1.18  | 1.1  | 12     | 114 | 1        | 0.09 | 0.2 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:43:18 | 1       | 12.92 | 77       | 21.4  | 0.93  | 0.91  | 0.4  | 6      | 250 | 0.9      | 0.05 | 0.4 | 0.4 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:43:40 | 1       | 13.2  | 77       | 22.3  | 2.33  | -0.4  | 0    | 9      | 117 | 2        | 0.07 | 0.3 | 0.6 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:46:29 | 1       | 13.51 | 77       | 22    | 0.71  | 0.19  | 0    | 5      | 311 | 2.1      | 0.03 | 0.3 | 1.1 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:50:03 | 1       | 13.09 | 77       | 21.57 | 0.66  | 0.44  | -0.1 | 7      | 179 | 1.1      | 0.11 | 0.5 | 1.3 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 01:58:04 | 1       | 12.91 | 77       | 21.69 | 0.66  | 0.5   | 0.3  | 9      | 106 | 0.9      | 0.06 | 0.2 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 02:19:19 | 1       | 13.03 | 77       | 21.53 | 0.73  | 0.88  | 0.5  | 12     | 96  | 1        | 0.08 | 0.2 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 02:27:22 | 1       | 12.93 | 77       | 21.85 | 1.52  | 0.67  | 0.7  | 12     | 118 | 1        | 0.09 | 0.2 | 0.4 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 02:34:06 | 1       | 12.71 | 77       | 21.67 | 1.9   | 1.18  | 1.6  | 9      | 119 | 0.5      | 0.07 | 0.3 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 03:42:26 | 1       | 12.9  | 77       | 21.76 | 0.81  | 0.68  | 0.8  | 8      | 113 | 0.9      | 0.08 | 0.3 | 1.1 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 04:25:18 | 1       | 12.93 | 77       | 21.55 | 0.77  | 0.35  | 0.2  | 8      | 179 | 0.9      | 0.05 | 0.2 | 0.3 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 04:42:49 | 1       | 12.97 | 77       | 21.62 | 0.54  | -0.54 | -0.1 | 10     | 187 | 0.9      | 0.06 | 0.2 | 0.5 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 05:54:09 | 1       | 12.9  | 77       | 21.79 | 1.1   | 1.28  | 1.4  | 12     | 115 | 0.9      | 0.08 | 0.2 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 06:08:16 | 1       | 13.21 | 77       | 21.78 | 1.5   | 1.3   | 0.2  | 3      | 297 | 1.4      | 0.02 | 0   | 0   | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 06:34:03 | 1       | 12.77 | 77       | 21.69 | 1.07  | 0.4   | 0.5  | 9      | 115 | 0.6      | 0.08 | 0.3 | 0.5 | B1 | GHD  |
| 19/01/10 | 06:41:39 | 1       | 12.82 | 77       | 21.61 | 1     | -0.3  | 0.3  | 7      | 189 | 0.7      | 0.04 | 0.2 | 0.3 | C1 | GHD  |
| 19/01/10 | 10:26:57 | 1       | 12.84 | 77       | 21.43 | 1.37  | 0.67  | 0.7  | 9      | 89  | 0.7      | 0.09 | 0.3 | 0.5 | A1 | GHD  |
| 19/01/10 | 14:09:47 | 1       | 14.48 | 77       | 20.02 | 6.21  | 1.38  | 0.1  | 8      | 238 | 2.8      | 0.07 | 0.5 | 0.4 | C1 | GVA  |
| 19/01/10 | 14:53:25 | 1       | 14.59 | 77       | 19.91 | 6.58  | 2.13  | 1.7  | 12     | 222 | 3        | 0.08 | 0.3 | 0.3 | C1 | GVA  |
| 19/01/10 | 18:03:04 | 1       | 14.5  | 77       | 22.4  | 0.92  | 0.88  | 0    | 6      | 147 | 3.1      | 0.05 | 0.2 | 1.6 | B1 | GVA  |
| 20/01/10 | 12:56:23 | 1       | 12.56 | 77       | 24.4  | 5.42  | 1.52  | 0.3  | 8      | 160 | 1.5      | 0.04 | 0.3 | 0.3 | B1 | GVA  |
| 20/01/10 | 21:37:50 | 1       | 15.11 | 77       | 22.47 | 4.64  | -0.05 | -0.2 | 6      | 170 | 2.1      | 0.03 | 0.2 | 0.3 | B1 | GVA  |
| 22/01/10 | 10:28:13 | 1       | 12.68 | 77       | 24.07 | 4.84  | 0.45  | 0.4  | 10     | 130 | 2.1      | 0.06 | 0.3 | 0.4 | B1 | GVA  |
| 23/01/10 | 03:59:45 | 1       | 11.21 | 77       | 20.53 | 2.69  | 0.16  | -0.4 | 6      | 144 | 0.3      | 0.05 | 0.4 | 0.4 | B1 | GVA  |
| 23/01/10 | 04:02:33 | 1       | 14.19 | 77       | 21.07 | 4.49  | 0.52  | -0.4 | 6      | 167 | 2.7      | 0.01 | 0   | 0   | B1 | GVA  |
| 23/01/10 | 13:31:35 | 1       | 13.23 | 77       | 21.9  | 0.96  | 0.72  | 0    | 6      | 304 | 1.6      | 0.03 | 0.3 | 0.6 | C1 | GVA  |
| 24/01/10 | 01:26:44 | 1       | 12.96 | 77       | 23.93 | 5.08  | 0.94  | 0.5  | 13     | 142 | 2.5      | 0.09 | 0.3 | 0.4 | B1 | GVA  |
| 24/01/10 | 01:26:45 | 1       | 13.02 | 77       | 23.88 | 4.11  | 1.77  | 0.5  | 13     | 143 | 2.6      | 0.1  | 0.3 | 0.5 | B1 | GVA  |
| 24/01/10 | 03:29:29 | 1       | 12.99 | 77       | 23.71 | 3.3   | 1.68  | 0.1  | 13     | 138 | 2.9      | 0.11 | 0.3 | 0.6 | B1 | GVA  |
| 24/01/10 | 03:29:29 | 1       | 12.76 | 77       | 23.95 | 4.73  | 0.69  | 0.1  | 12     | 132 | 2.4      | 0.08 | 0.3 | 0.4 | B1 | GVA  |
| 24/01/10 | 19:37:54 | 1       | 15.08 | 77       | 18.47 | 5.96  | 1.22  | 0    | 7      | 283 | 5.1      | 0    | 0.1 | 0.1 | C1 | GVA  |
| 25/01/10 | 00:07:08 | 1       | 10.23 | 77       | 23.96 | 7.91  | 0.4   | -0.5 | 12     | 255 | 4.9      | 0.11 | 0.7 | 0.2 | C1 | GVA  |



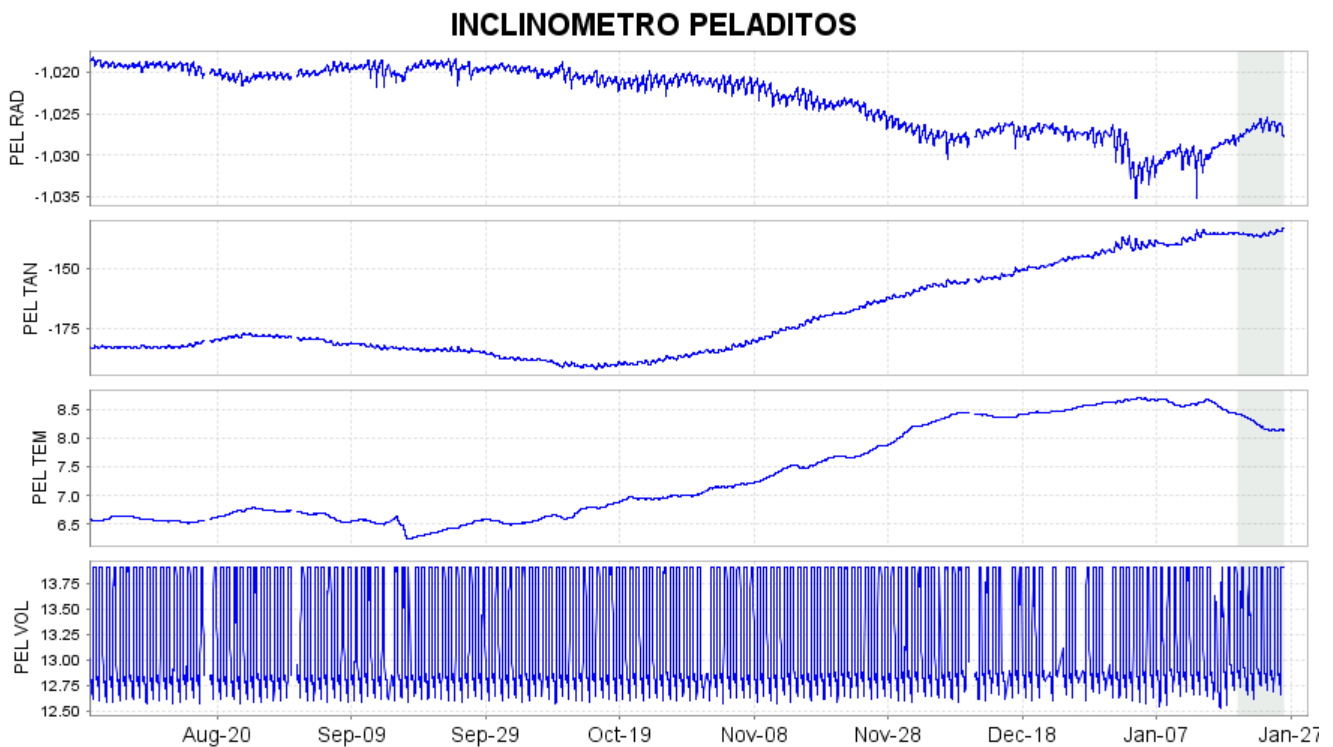
|          |          |   |       |    |       |      |      |     |   |     |     |      |     |     |    |     |
|----------|----------|---|-------|----|-------|------|------|-----|---|-----|-----|------|-----|-----|----|-----|
| 25/01/10 | 16:58:55 | 1 | 12.89 | 77 | 21.68 | 1.08 | 0.83 | 0.5 | 6 | 198 | 0.8 | 0.05 | 0.4 | 0.5 | C1 | GHD |
| 25/01/10 | 17:51:11 | 1 | 12.9  | 77 | 20.16 | 3.84 | 1.01 | 1.1 | 7 | 179 | 0.3 | 0.13 | 1.2 | 0.9 | C1 | GHD |

Con relación a la información suministrada por los inclinómetros electrónicos sobre los procesos de deformación del edificio volcánico, se encontró lo siguiente:

Para el inclinómetro Peladitos (1.4 km al sureste del cráter principal, 3850 msnm), la componente tangencial muestra un comportamiento que puede asociarse al comportamiento de la de temperatura de manera inversa, la componente tangencial mostró para esta semana un leve ascenso (Figura 8).

Las dos componentes del inclinómetro Huairatola (1.7 km al norte del cráter, 3745 msnm), no muestran variaciones que puedan considerarse producto de la deformación del edificio volcánico; sin embargo, se detectan algunos pequeños cambios relacionados con variaciones de temperatura (Figura 9).

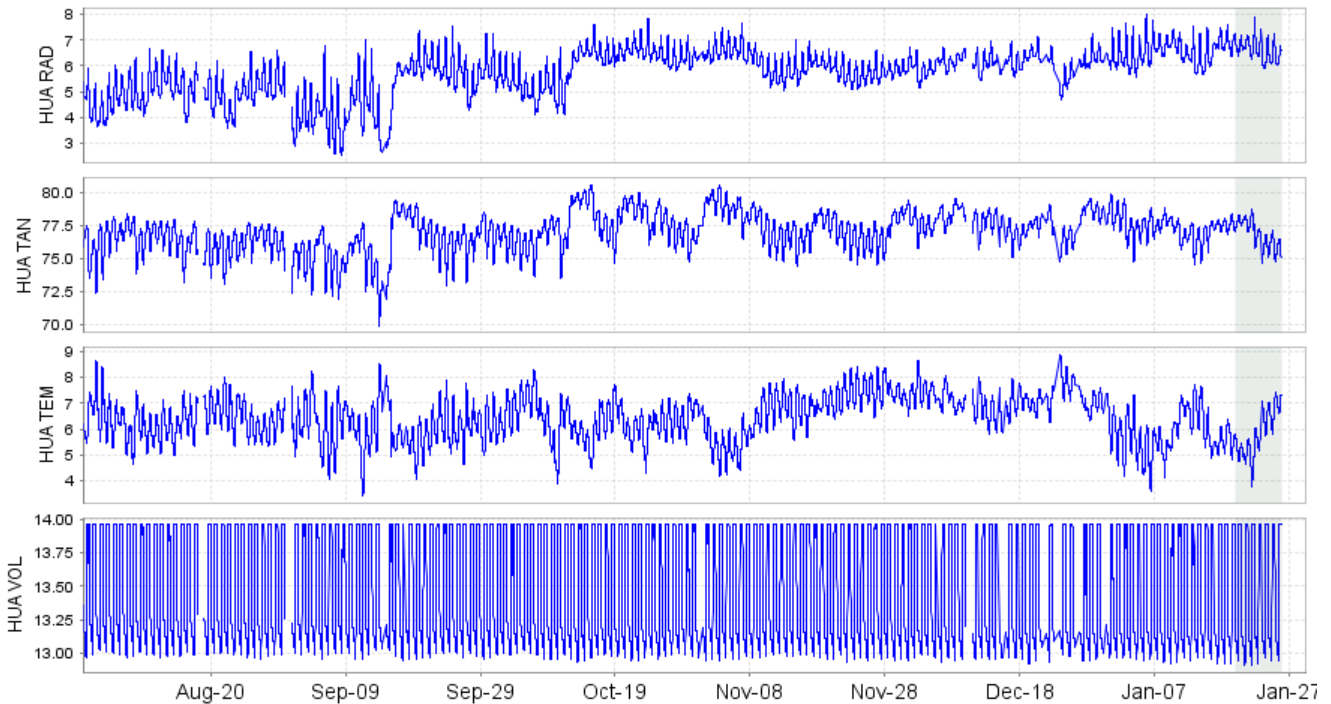
Las componentes radial y tangencial del inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm) muestran un comportamiento estable (Figura 10).



**Figura 8.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura y voltaje del sistema de alimentación del inclinómetro Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2009 y el 25 de enero de 2010.

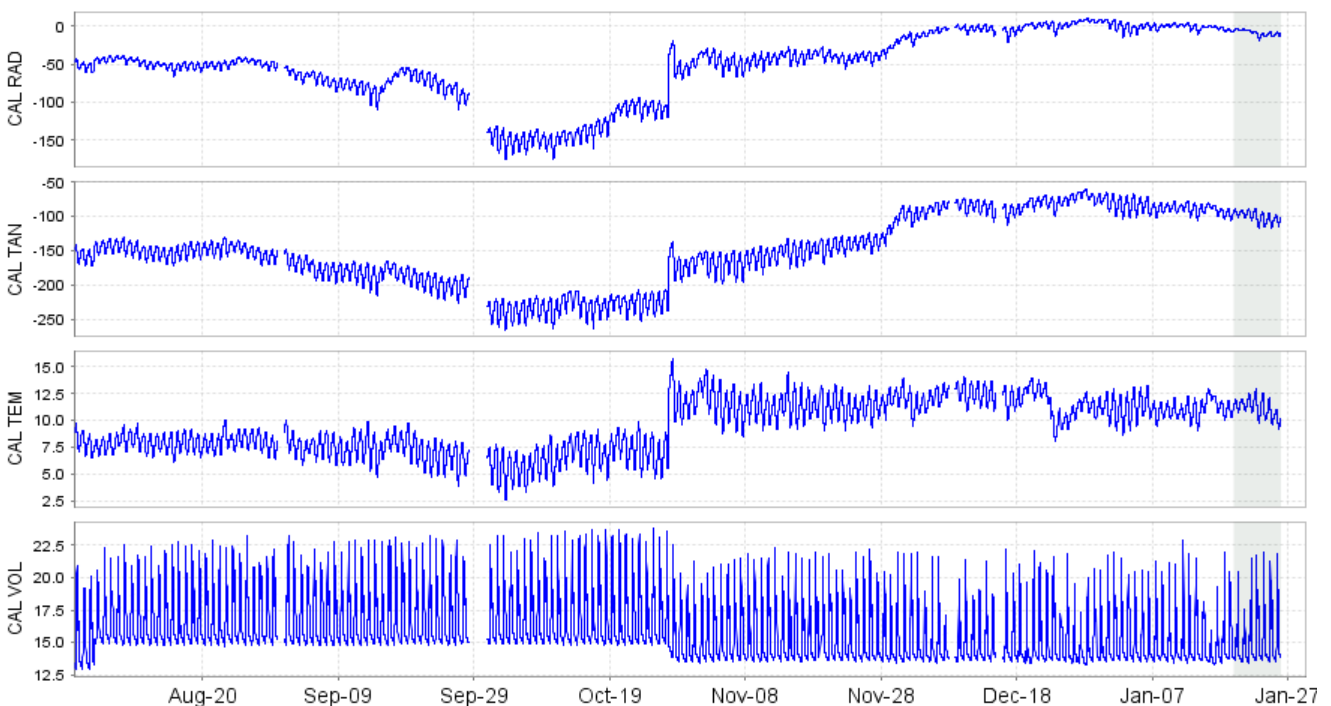


### INCLINOMETRO HUAIRATOLA



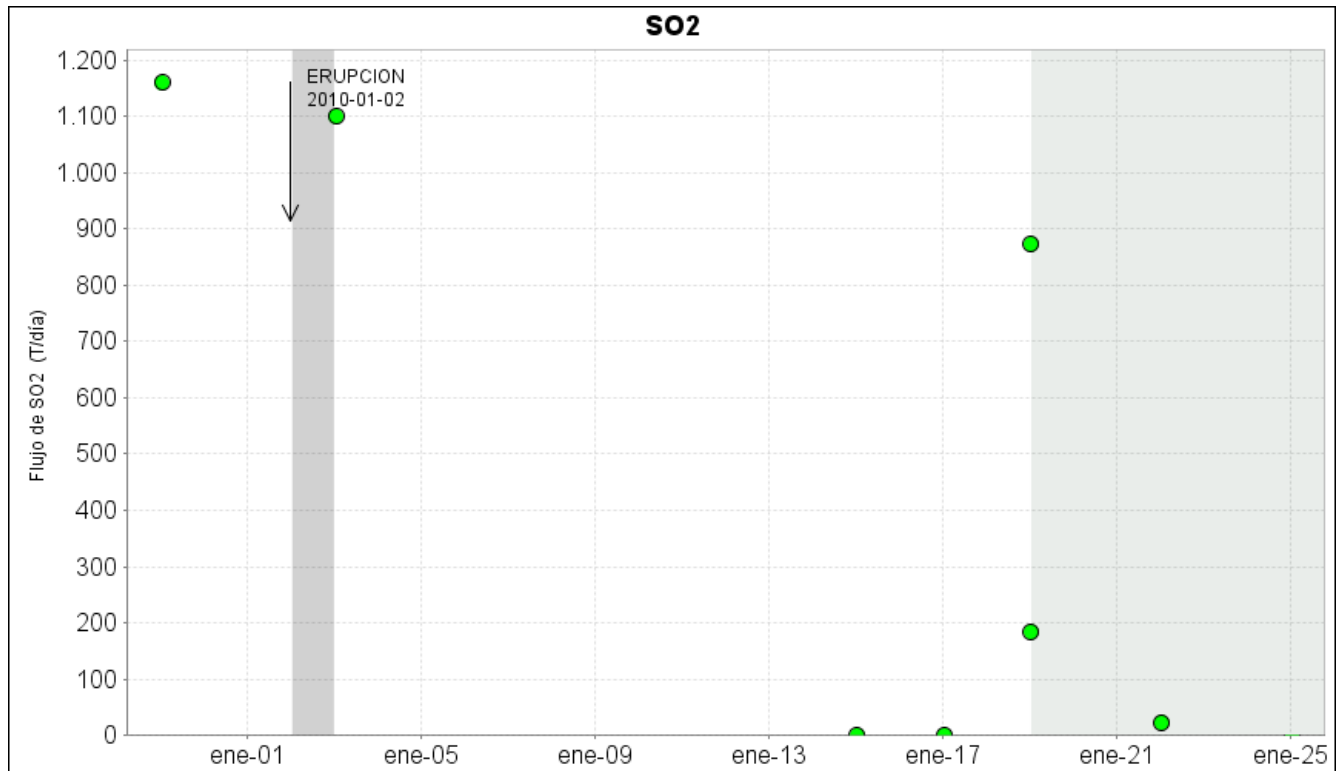
**Figura 9.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura y voltaje del sistema de alimentación inclinómetro Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2009 y el 25 de enero de 2010.

### INCLINOMETRO CALABOZO



**Figura 10.** Componentes de inclinación radial (X) y tangencial (Y), junto con los datos del canal de temperatura y voltaje del sistema de alimentación del inclinómetro Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2009 y el 25 de enero de 2010.

Durante el transcurso del periodo evaluado, las estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS (ubicadas al noroccidente del cono activo) del proyecto NOVAC (<http://www.novac-project.eu/>) en Galeras, registraron escaneos válidos únicamente para el 19 de enero con un valor de 870 ton/día considerado como moderado para Galeras, para los demás días no se obtuvieron escaneos validos. En cuando a las mediciones realizadas con el instrumento MovilDOAS (haciendo recorridos a través de la vía circunvalar a Galeras) fue posible realizar medidas para los días 19 y 22 de enero obteniendo valores de 184 y 23 ton/día respectivamente (Figura 11).



**Figura 11.** Flujo de SO<sub>2</sub> del volcán Galeras registrado por las estaciones ScanDOAS, ubicadas al noroccidente, entre el 29 de diciembre del 2009 y el 25 de enero de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado.

Durante el transcurso de la semana evaluada, las condiciones climáticas en la cima de Galeras en la mayor parte del tiempo impidieron la observación de actividad superficial, sin embargo en algunas horas del día en el que había visual a la cima, no se observó ningún tipo de actividad superficial.

## CONCLUSIONES

- El enjambre de eventos sísmicos ocurrido en la madrugada del 19 de enero produjo un cambio en el sistema volcánico reflejado en la sismicidad resaltándose la presencia de eventos tipo tornillo con anterioridad al enjambre y la desaparición de eventos tipo tornillo y el predominio de silencio sísmico después del enjambre.



- La medición de Dioxido de Azufre del 19 de enero con valor considerado como moderado evidencia que el enjambre ocurrido en la madrugada del mismo día produjo un cambio en el sistema que le permitió la liberación parcial de gases.

Sin embargo, después del enjambre, la actividad mostró predominio de silencio sísmico, baja ocurrencia de eventos relacionados con liberación de gases y en cuanto a las emisiones de SO<sub>2</sub> (después del 19 de enero), predominaron los días en los cuales no se obtienen escaneos validos para cálculo, lo cual podría sugerir un sistema que no permite liberación de gases, que en el contexto de un sistema volcánico con la presencia de material magmático a nivel del conducto principal facilitaría la acumulación de sobrepresiones posibilitando la ocurrencia de un evento eruptivo explosivo.

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