

<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>DOMINIO</i>
IDENTIFICACION		
Información de la citación		
CITACION		
Nombre del responsable	Nombre de la organización	Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS
Tipo de responsable	Autor Corporativo	Autor corporativo
Nombre del responsable		Grupo de Trabajo Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto;
Tipo de responsable	Autor intelectual. Si hay varios autores hay que escribirlo cada uno.	Grupo de Trabajo Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto;
Nombre del responsable		
Tipo de responsable	Procesador: persona encargada de recibir y organizar la información	Grupo de Trabajo Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto
Nombre del responsable		Diego Gómez – Patricia Ponce
Fecha	De publicación/disposición tres primeras letras del mes/año	Mar/2006
Título		Boletín Semestral de Actividad del Volcán Galeras. Julio a Diciembre de 2005.
Edición	Primera versión.- Actualización conjunto de datos la numeración va del 0.1 al 0.9	0.1
Serie		No aplica
<i>Identificador</i>	<i>En proceso de definición</i>	
Descripción	Breve descripción del conjunto de datos, se destacan los objetivos, metodologías y productos entregados	Presentación de resultados y análisis de los datos obtenidos del monitoreo continuo a la actividad de Galeras, en diferentes aspectos como son el funcionamiento de estaciones, la actividad sísmica, la actividad superficial, los muestreos geoquímicos, climatología, electromagnetismo y deformación. Se utilizan gráficas, tablas, esquemas, mapas y fotografías que ilustran el trabajo.
Uso/Información complementaria	Información básica sobre aplicaciones específicas donde el conjunto de datos ha sido o se está utilizando. Incluye opcionalmente lista de anexos, fuentes y documentos relacionados con el conjunto de datos.	
Programa-Proyecto		
Tipo de programa o proyecto	Cobertura macro y la capa a la cual pertenece el conjunto de datos según las estrategias institucionales.(Investigación, plan, programa, proyecto)	Proyecto
Nombre del programa/proyecto	Nombre del proyecto	Investigación y Monitoreo de la actividad Sísmica y Volcánica – G2-05
Nombre del programa/Proyecto	Nombre del proyecto	
Periodo de tiempo	Lapso de tiempo que corresponde a la información contenida en el conjunto de datos	Julio/2005 a Diciembre/2005
Dominio Espacial		

<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>DOMINIO</i>
Extensión geográfica	Descripción del área geográfica. Incluir el nombre del territorio que cubre el producto. Incluir área geográfica dada en km2.	Zona de influencia del Volcán Galeras.
Coordenadas /limites		
Oeste		No aplica.
Este		No aplica.
Norte		No aplica.
Sur		No aplica.
Nivel de resolución	Escala	No aplica.
Descriptor de tema	Palabra o frase común que describe aspectos temáticos del conjunto de datos	Descriptor de tema: -Erupción -Actividad Sísmica -Número diario -Energía diaria -Frecuencia -Localizaciones -Deformación -Variaciones verticales -Fisicoquímica -Emisiones -Actividad Superficial -Temperaturas -Estación climatológica -Cenizas
Descriptor de lugar	Nombre de lugares geográficos cubiertos por el conjunto de datos. Nombre de zonas, regiones, municipios	-Zona de influencia del Volcán Galeras -Cono activo -Municipios de la carretera Circunvalar a Galeras -Pasto
Código temático		Capas de información
Restricción de acceso	Limitaciones para el acceso del conjunto de datos incluye restricciones que aseguren protección de la privacidad o propiedad intelectual o limitaciones en la obtención del conjunto de datos.	Derechos de propiedad intelectual. Prohibida su reproducción total o parcial con fines comerciales. Incluye información básica para documentos e investigación
Muestra gráfica	Ilustración gráfica del conjunto de datos. Se especifica la dirección del computador, trayectoria, nombre y extensión del archivo.	Los datos se encuentran en el Servidor \\CHAPACUAL\VIGILANCIA en el directorio: INFORMES\INFORMES_FINALES\VIGILANCIA\ BOLSEMES05
Calidad de los datos		
Informe general de calidad	Incluye conceptos sobre limitaciones, exactitud temática, contenido, normatividad	Se vigilan y monitorean las diferentes manifestaciones de la actividad volcánica y sísmica en la zona de influencia del Volcán Galeras, para acercarse al entendimiento de los diferentes fenómenos internos que las producen y a un pronóstico de eventos eruptivos.
Distribución		

<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>DOMINIO</i>
Distribuidor		
Tipo de producto	Artículo, boletín, fotografía aérea, mapa, imagen satelital, informe técnico	Boletín
Proceso estandar de pedido		
Productos impresos	Identificación que tipo de producto impreso. Ej. mapa impreso a color	No aplica.
Forma digital		
Formato	Nombre, versión del formato Ejm: PDF.- Si no se encuentra en forma digital se escribe "No disponible"	El informe se encuentra en formato WORD 97
Opción de transferencia digital		
Dirección en línea	Dirección electrónica donde se puede obtener el conjunto de datos	No disponible
Medio digital/Ubicación	Opciones del medio digital en el cual puede ser entregado el conjunto de datos y su ubicación física. Disquete de 3-1/2; CD-ROM	CDROM
Contacto		
Organización	Nombre de la organización	Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS. Subdirección de Geoinformación. Oficina de Atención al cliente.
Cargo/persona	Nombre e identificación del cargo o persona asociado al conjunto de datos	Asesores de Oficina de Servicio al Cliente
Sede		Bogotá
Dirección		Diag. 53 No. 34-53
Ciudad		Bogotá, D.C.
Departamento		Cundinamarca
País		Colombia
Teléfono		57-2221811/57-1-2220020
Fax		57-1-2220438
Correo electrónico		Cliente@ingeominas.gov.co



**BOLETIN SEMESTRAL DE ACTIVIDAD DEL VOLCAN GALERAS
JULIO A DICIEMBRE DE 2005**

Edición:

**GRUPO DE TRABAJO OBSERVATORIO VULCANOLOGICO
Y SISMOLOGICO PASTO**

San Juan de Pasto, marzo de 2006

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA - INGEOMINAS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA
INGEOMINAS

BOLETIN SEMESTRAL DE ACTIVIDAD DEL VOLCAN GALERAS
JULIO A DICIEMBRE DE 2005

Edición:

GRUPO DE TRABAJO OBSERVATORIO VULCANOLOGICO
Y SISMOLOGICO PASTO

San Juan de Pasto, marzo de 2006

2. VOLCAN GALERAS

CONTENIDO

	INTRODUCCION	Pág.
2.	VOLCAN GALERAS	
2.1.	RED DE VIGILANCIA	
2.2.	SISMOLOGÍA	
2.3.	DEFORMACIÓN	
	2.3.1. Vectores Cortos de Nivelación	
	2.3.2. Inclínómetros Electrónicos	
2.4.	FISICOQUÍMICA	
2.5.	ACTIVIDAD SUPERFICIAL	
2.6.	ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA	
2.7.	GEOLOGIA	
2.8.	CONCLUSIONES	
2.9.	BIBLIOGRAFIA	
2.10.	PERSONAL PARTICIPANTE	

TABLAS

Tabla 2.1	Características de los eventos VT sentidos durante el segundo semestre de 2005.	Pág.
Tabla 2.2	Mediciones de SO ₂ con el método de COSPEC móvil. Segundo semestre de 2005	
Tabla 2.3	Observaciones de la actividad superficial de Galeras. Segundo semestre de 2005.	

FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Zona de influencia del Volcán Galeras y su red de monitoreo telemétrica y de toma directa de datos en campo, que funcionó durante el segundo semestre de 2005. Estaciones sísmicas de corto período: 1: Anganoy, 2: Cráter2, 3: Urcunina, 4: Cobanegra3, 5: Obonuco, 6: Nariño2 y 7: Calabozo. Estaciones sísmicas de banda ancha: b1: Cráter y b2: Cufiño. Inclínómetros electrónicos: i1: Cráter, i2: Peladitos e i3: Huairatola. Las estaciones de Radón-222 y la estación climatológica, se indican directamente sobre el mapa.	
Figura 2.2	Histograma de funcionamiento con sus respectivos porcentajes de operación de las estaciones de corto período, estaciones de banda ancha (CR2V, CUFV, CUFA), estación climatológica (CRWV, CRWD, CRTM, CRHM, CRPL, CRPR) e inclínómetros electrónicos (I-PELA, I-HUAI, I-CRA2), para vigilancia de Galeras. Julio a diciembre de 2005.	
Figura 2.3	Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos VT. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.4	Distribución epicentral de sismos VT en el área de influencia de Galeras. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.5	Distribución hipocentral de sismos VT, corte oeste-este. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.6	Distribución hipocentral de sismos VT, corte norte-sur. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.7	Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos LP. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.8	Sismograma y espectro de Tornillos registrados en la componente N-S de la estación de banda ancha Cráter2.	
Figura 2.9	Variación de las frecuencias dominantes de los Tornillos. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.10	Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos Híbridos. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.11	Ocurrencia diaria y energía diaria de episodios de Tremor. Julio a diciembre de 2005	
Figura 2.12	Red de vigilancia en Deformación del Volcán Galeras. Inclínómetros electrónicos: 1: Cráter, 2: Peladitos, 3: Huairatola, 4: Urcunina. Vectores de nivelación: 1: Puyito, 2: Lindero, 3: Chorrillo, 4: Chacaguaico, 5: Barranco, 6: Chiguaco, 7: Popeye, 8: Piedras, 9: La Mica, 10: La Y, 11: Inclínómetro, 12: Telecom, 13: La Quebrada, 14: Cobanegra	
Figura 2.13	Vector de nivelación Barranco	
Figura 2.14	Vector corto de nivelación Chorrillo	
Figura 2.15	Vector corto de nivelación El Lindero	
Figura 2.16	Vector corto de nivelación Puyito	
Figura 2.17	Vector corto de nivelación Chacaguaico	
Figura 2.18	Vector corto de nivelación Chiguaco	
Figura 2.19	Vector corto de nivelación Telecom	
Figura 2.20	Vector corto de nivelación La Y	
Figura 2.21	Vector corto de nivelación Cobanegra	
Figura 2.22	Vector corto de nivelación El Inclínómetro	
Figura 2.23	Vector corto de nivelación Piedras	
Figura 2.24	Vector corto de nivelación La Mica	
Figura 2.25	Vector corto de nivelación La Quebrada	
Figura 2.26	Comportamiento de las componentes de los inclínómetros electrónicos Cráter, Peladitos y Huairatola. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.27	Vector resultante en el inclínómetro electrónico Huairatola. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.28	Vectores resultantes en el inclínómetro electrónico Cráter. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.29	Vectores resultantes en el inclínómetro electrónico Peladitos. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.30	Emisiones de Rn-222, en la Línea Norte. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.31	Emisiones de Rn-222, en la Línea Circunvalar. Segundo semestre de 2005.	
Figura 2.32	Emisiones de Rn-222, en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano. Segundo semestre de 2005	
Figura 2.33	Emisión de gases en el cono activo, julio/06/10:59 LT	
Figura 2.34	Emisión de gases en el cono activo, agosto/22/07:05 LT	
Figura 2.35	Emisión de gases en Galeras, septiembre/29/08:29 LT	
Figura 2.36	Emisión de gases en el cono activo, octubre/22/07:00 LT	

- Figura 2.37 Emisión de gases en el cono activo, noviembre/23/10:30 LT
Figura 2.38 Fotografía tomada desde Chachagüí, en horas de la mañana de noviembre 24 (Cortesía Javier Ramírez)
Figura 2.39 Otra fotografía tomada desde Chachagüí, en noviembre 24 (Cortesía Javier Ramírez)
Figura 2.40 Emisión de cenizas, diciembre/29/07:02 LT
Figura 2.41 Imágenes de NOAA del desplazamiento de la columna de gases y cenizas asociada con la erupción de Galeras. El volcán se representa por un triángulo y la columna de material por un rectángulo
Figura 2.42 Emisión de gases en el volcán Cumbal, septiembre/28/08:35 LT
Figura 2.43 Volcán Azufraal, septiembre/28/09:07 LT
Figura 2.44 Volcán Doña Juana, septiembre/29/09:45 LT
Figura 2.45 Volcán Animas, septiembre/29/09:40 LT
Figura 2.46 Volcán Chiles, diciembre/29/09:56 LT
Figura 2.47 Volcán Cerro Negro, diciembre/29/09:57 LT
Figura 2.48 Velocidad del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005
Figura 2.49 Dirección del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005.
Figura 2.50 Dirección preferencial del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005
Figura 2.51 Temperatura ambiental en la cima. Julio a diciembre de 2005
Figura 2.52 Precipitación en la cima. Julio a diciembre de 2005
Figura 2.53 Presión atmosférica en la cima. Enero a junio de 2005

RESUMEN

Después de la ocurrencia de un enjambre sísmico entre el 19 y el 27 de agosto de 2005 asociado con fracturamiento de material sólido en el interior del volcán y en donde se sintieron once sismos de este enjambre, se sucedieron una serie de cambios en el comportamiento volcánico reflejados en una marcada deformación cortical del edificio volcánico y el incremento de la actividad sísmica asociada con el movimiento de fluidos en el interior del sistema volcánico, a lo que se sumó la ocurrencia de 31 sismos denominados "tornillos" los cuales se caracterizan por una forma típica asociada con las condiciones propias de las cavidades con magma-gas al interior del volcán. Estos sismos comenzaron a registrarse el 30 de octubre y teniendo en cuenta sus antecedentes con los demás sucesos de la actividad, el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto (OVSP) optó por cambiar el 9 de noviembre el nivel de actividad a **II** que significa "erupción probable en término de días o semanas" teniendo en cuenta que se tenía el nivel **III** "cambios en el comportamiento de la actividad volcánica" desde junio 6 de 2005. El cambio de nivel, contempló adicionalmente el contexto de la evolución de la actividad en consideración a que en septiembre y diciembre de 2004, y abril y agosto de 2005 el volcán había mostrado varios procesos relacionados con intrusión o aporte de material magmático que si bien no terminaron con erupciones, recargaron el sistema. En el mismo mes de noviembre se corrobora la baja tasa emisión de gases a partir de observaciones aéreas y de las mediciones de dióxido de azufre hasta el día 24 de noviembre cuando ocurrió la erupción esperada emitiendo cenizas que cayeron principalmente en la ciudad de San Juan de Pasto. La erupción conllevó al cambio de nivel en ese día a **I** "erupción inminente o en curso" el cual se sostuvo hasta parte de la mañana del día 25 de noviembre. El 28 de noviembre se retornó al nivel **III** y se mantuvo hasta finales del semestre.

Los sucesos acontecidos en el segundo semestre de 2005, se enmarcan en el estado de actividad que el OVSP ha denominado predómico, caracterizado por la ocurrencia de sismos de fuente volumétrica o de dinámica de fluidos, sismos de fractura, deformación cortical, emisiones de gas en ocasiones acompañadas de ceniza, erupciones, incandescencia y sonidos intensos.

INTRODUCCION

Dentro de la misión encomendada al INGEOMINAS de vigilar los volcanes activos del país, durante el segundo semestre de 2005, el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto - INGEOMINAS, cumplió con su tarea institucional de monitoreo y vigilancia continua y en tiempo real de las diferentes manifestaciones de la actividad volcánica de Galeras.

Los resultados obtenidos con el monitoreo y seguimiento de la actividad de Galeras y la información del desempeño de los equipos utilizados, se consignan en este boletín. Durante el transcurso del segundo semestre de 2005, se contó con el apoyo de Instituciones como el USGS de los Estados Unidos, La Fuerza Aérea Colombiana, a quienes el INGEOMINAS expresa su agradecimiento.

A pesar de algunos inconvenientes, debidos a la actividad volcánica y a condiciones climáticas, las estaciones de la red de vigilancia de Galeras tuvieron un desempeño satisfactorio durante este tiempo.

Durante el segundo semestre de 2005 se siguió documentando la actividad superficial en el cono activo de Galeras, con videos, fotografías digitales y fotografías térmicas, gracias al importante apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana, además se documentó el estado de las cimas de los volcanes del sur y de los volcanes del norte de Nariño.

Los datos y la información contenidos en este boletín son una guía de consulta básica o pueden servir como base para el desarrollo de estudios posteriores que requieran mayor detalle y nivel de análisis, pero siempre respetando y citando la fuente primaria.

2. VOLCAN GALERAS

2.1 RED DE VIGILANCIA

Durante el segundo semestre de 2005 se tuvieron algunos problemas con los equipos de la red de vigilancia de Galerías, cuya solución dependió de la disponibilidad de repuestos y del nivel de actividad volcánica, sin embargo más de la mitad de las estaciones tuvieron una operación superior al 95% (Figura 2.2). La figura 2.1 muestra la ubicación de las estaciones de vigilancia de Galerías.

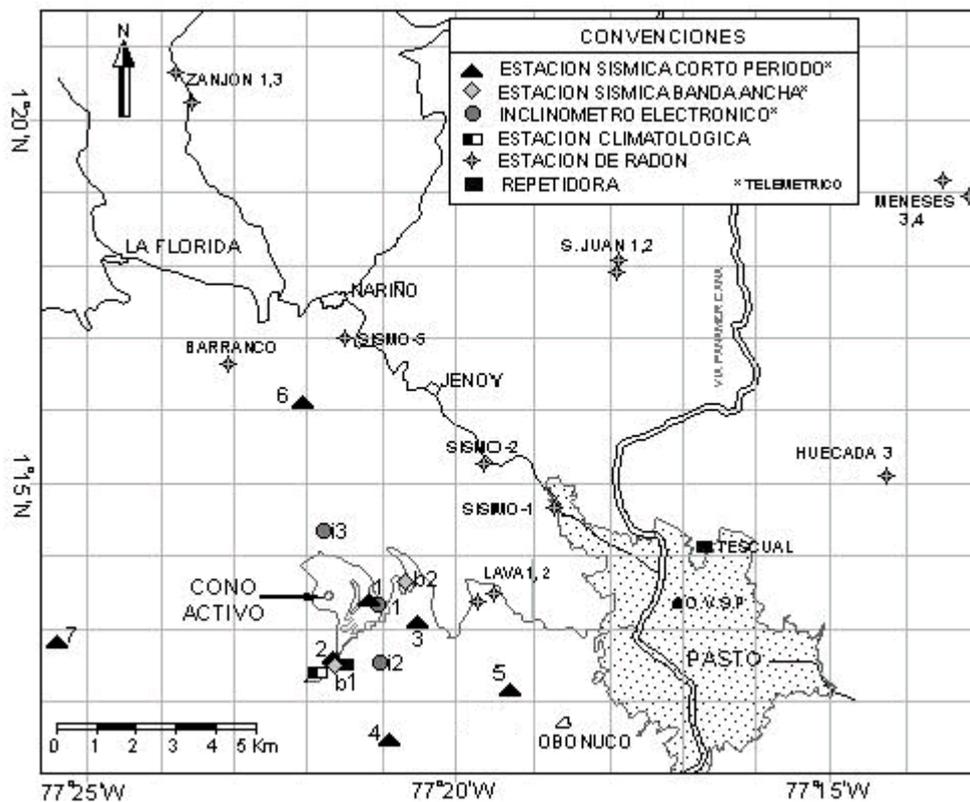


Figura 2.1. Zona de influencia del Volcán Galerías y su red de monitoreo telemétrica y de toma directa de datos en campo, que funcionó durante el segundo semestre de 2005. Estaciones sísmicas de corto período: 1: Anganoy, 2: Cráter, 3: Urcunina, 4: Cobanegra, 5: Obonuco, 6: Nariño y 7: Calabozo. Estaciones sísmicas de banda ancha: b1: Cráter y b2: Cufiño. Inclinómetros electrónicos: i1: Cráter, i2: Peladitos e i3: Huairatola. Las estaciones de Radón-222 y la estación climatológica, se indican directamente sobre el mapa.

En general, problemas de alimentación, problemas electrónicos y los rayos, fueron los factores que más afectaron los equipos. Lo más resaltante del funcionamiento de las estaciones para la vigilancia de Galeras fue:

- En julio 7 un sobrevoltaje afectó seriamente el sistema de registro analógico y digital de corto periodo, se perdió parte del equipo y durante unas horas no hubo algunos registros.
- En agosto 23 un rayo sacó de funcionamiento el inclinómetro Huairatola, el cual se habilitó para tomar datos in situ periódicamente, hasta que en diciembre 3, la comisión que subió por los datos encontró que la estación había sido saqueada. La batería, la antena, el panel solar y el cableado fueron hurtados.
- En septiembre 29 un rayo afectó las estaciones Cráter de banda ancha, Calabozo de corto periodo, estación Climatológica y el inclinómetro Peladitos.
- La señal de la estación Calabozo se independizó de la señal de Cráter de banda ancha y se instaló su repetidora en otro sitio para evitar el problema por los rayos.
- En octubre 26 y diciembre 13, sendos rayos afectaron nuevamente la estación climatológica y la estación Cráter de banda ancha.
- En diciembre 17 se instaló un nuevo inclinómetro ubicado cerca de la estación sismológica de Urcunina, el cual recibió el mismo nombre.

La figura 2.2 muestra el histograma de funcionamiento con su correspondiente porcentaje de operación, para las estaciones de corto periodo con registro analógico y digital; las estaciones de banda ancha, la estación climatológica e inclinómetros electrónicos, durante el semestre julio a diciembre de 2005.

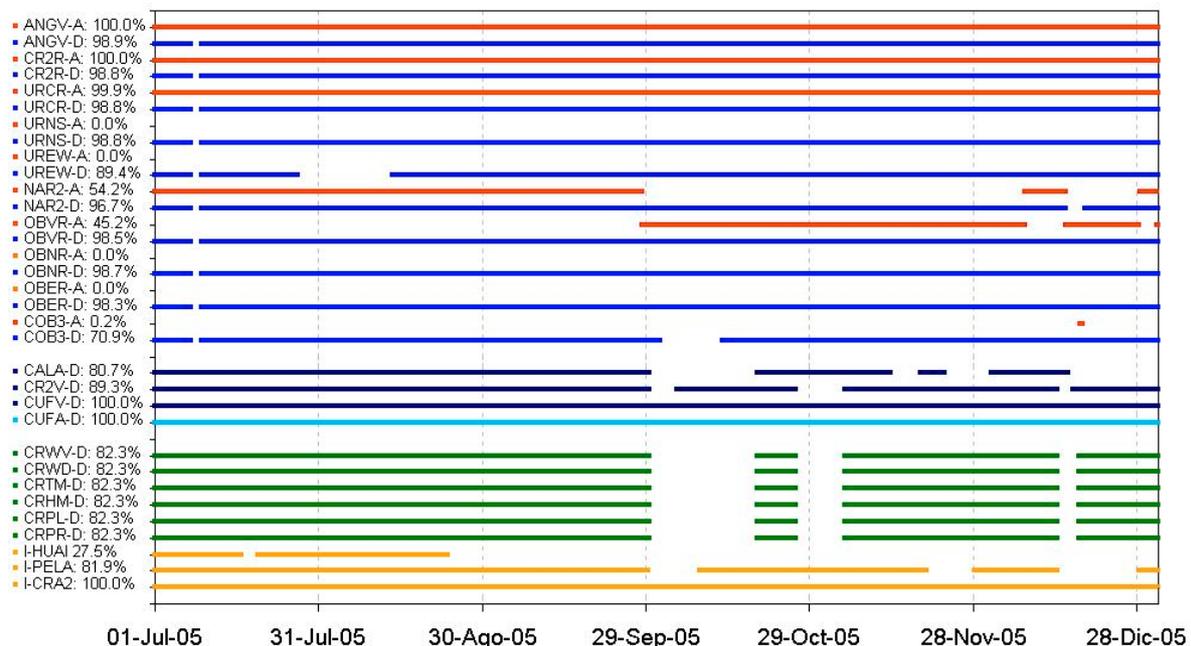


Figura 2.2. Histograma de funcionamiento con sus respectivos porcentajes de operación de las estaciones de corto periodo, estaciones de banda ancha (CR2V, CUFV, CUFA), estación climatológica (CRWV, CRWD, CRTM, CRHM, CRPL, CRPR) e inclinómetros electrónicos (I-PELA, I-HUAI, I-CRA2), para vigilancia de Galeras. Julio a diciembre de 2005.

2.2 SISMOLOGIA

Todos los procesos de análisis que hace el observatorio, relacionados con cálculos de magnitud local, análisis espectral, valoración de la energía sísmica, localización de sismos, etc. tienen integrados los registros de eventos sísmicos obtenidos con las estaciones de banda ancha.

Durante este semestre hubo un aumento de la sismicidad, tanto la asociada con movimiento de fluidos, como la asociada con fractura de material cortical, resaltándose el enjambre de sismos VT sentidos en agosto y el evento más importante que fue la erupción de noviembre 24, la cual fue precedida por eventos de tipo Tornillo.

El número de sismos registrados fue más del doble que el registrado en el semestre anterior. En total hubo 4.730 eventos de diferentes tipos, Volcano-Tectónicos (VT), Largo Período (LP) e Híbridos (HYB). Los episodios de tremor (TRE) aumentaron su número en 30% con respecto al registrado en el semestre anterior, con un total de 1.171 eventos. La energía liberada por la totalidad de eventos VT, LP e Híbridos fue de $5,69 \times 10^{16}$ erg, la cual es 1,5 veces mayor que la registrada en el primer semestre. Los eventos de tremor liberaron una energía total de $3,21 \times 10^{15}$ erg.

Entre julio y diciembre de 2005 el número de eventos VT fue de 982, que es el doble del obtenido en el semestre anterior. La energía de los eventos VT fue de $5,68 \times 10^{16}$ erg (Figura 2.3), que es 9 veces mayor que la registrada en el primer semestre. Los picos de número y energía de los VT del semestre se registraron en agosto 21, durante el enjambre de sismos sentidos, con 38 sismos cuya energía fue de $2,87 \times 10^{16}$ erg. El enjambre de agosto aportó 152 sismos con una energía de $5,55 \times 10^{16}$ erg, valores que son respectivamente equivalentes al 15,5% y al 97,7% de los totales de número y energía del semestre por VT.

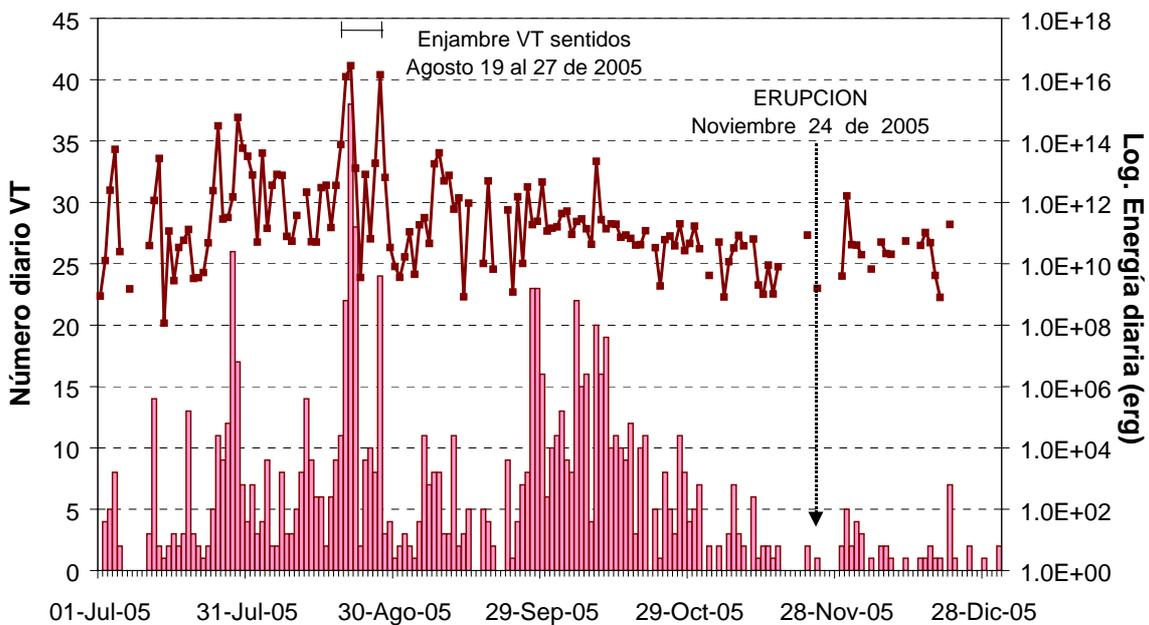


Figura 2.3 Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos VT. Julio a diciembre de 2005.

Varios eventos se reportaron sentidos, la mayoría pertenecen al enjambre de agosto. En la tabla 2.1 se puede observar las características de los eventos sentidos durante el segundo semestre de 2005, en la cual se reporta la Magnitud de tipo Local, que difiere de la Magnitud de Duración, porque la primera es obtenida con la amplitud y el periodo del registro sísmico y la segunda es obtenida con la duración del mismo.

Tabla 2.1 Características de los eventos VT sentidos durante el segundo semestre de 2005.

Fecha	Hora LT	Distancia al Cráter	Latitud Norte	Longitud Oeste	Profundidad km	Magnitud	Reporte de sentido
04/07/05	08:34	6 NE	1°15,64'	77°19,69'	7,5	3,1 ML	Pasto, Genoy, Nariño
04/07/05	19:11	7 NE	1°16,23'	77°19,38'	7,9	2,5 ML	Nariño, Pasto
29/07/05	19:35	9 NNE	1°17,98'	77°19,39'	10	3,8 ML	Genoy, Nariño, La Florida, Pasto
19/08/05	10:40	4 N	1°15,18'	77°21,41'	5,6	3,4 ML	Pasto, Genoy, Nariño
20/08/05	21:44	3 N	1°14,95'	77°21,32'	6,3	4,5 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
20/08/05	23:55	4 N	1°15,25'	77°21,22'	5,6	3,5 ML	Pasto, Genoy, Nariño
21/08/05	00:03	4 N	1°15,24'	77°21,39'	5,8	4,7 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
21/08/05	00:04	4 N	1°15,08'	77°21,66'	4	4,4 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
21/08/05	00:05	3 N	1°14,80'	77°21,43'	7	3,7 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
21/08/05	00:06	4 N	1°15,22'	77°21,26'	5,4	3,7 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
21/08/05	00:07	3 N	1°14,93'	77°21,47'	6	4,0 ML	Pasto, Chachagúí, Nariño, Genoy
22/08/05	22:09	3 N	1°15,14'	77°21,32'	5,5	3,0 ML	Genoy
26/08/05	16:07	3 N	1°15,07'	77°21,13'	6,6	3,0 ML	Pasto, Genoy
27/08/05	18:42	3 N	1°15,17'	77°21,57'	5,4	4,6 ML	Pasto, Genoy, Nariño

El rango de variación de la profundidad de los sismos localizados entre julio y diciembre de 2005, osciló entre 0,2 y 11 km con respecto a la cima de Galeras (4200 msnm). Las magnitudes de duración variaron entre -1,1 y 3,9 grados en la escala de Richter.

En cuanto a los sismos localizados del enjambre de agosto, su rango de magnitudes de duración fue de 0,2 a 3,9 grados en la escala de Richter y sus profundidades oscilaron entre 0,7 km y 7,1 km con respecto a la cima de Galeras (4200 msnm).

Los sismos VT registrados en este período, se presentaron principalmente en la zona del cráter activo, en inmediaciones del edificio volcánico y al norte del mismo (Figura 2.4). También se puede ver un pequeño cúmulo de epicentros en el suroriente y otros epicentros dispersos en la zona de influencia del Complejo Volcánico Galeras (Figura 2.4).

Los epicentros de los sismos superficiales se distribuyeron, siguiendo un alineamiento suroriente-noroccidente, la mayoría localizados en el cono activo (Figura 2.4).

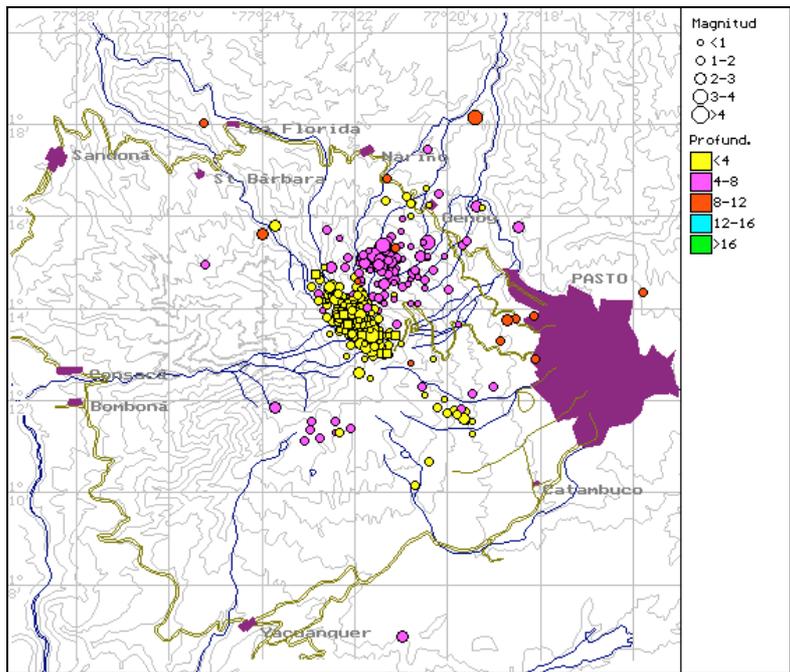


Figura 2.4 Distribución epicentral de sismos VT en el área de influencia de Galeras. Julio a diciembre de 2005.

Con referencia a la altura de la cima de Galeras (4200 msnm), se nota dos cúmulos diferenciados de hipocentros (Figuras 2.5 y 2.6), uno superficial que se distribuyó entre 0 y 2,5 km, con el 64% de los eventos. El otro es un poco más profundo entre 4 y 8 km de profundidad (Figura 2.5), con el 28% de los eventos, que corresponde en su mayoría a los eventos del enjambre sísmico de agosto. Entre 2,5 y 4 km, se ubicó el 5,8% de los eventos. Y finalmente con profundidades superiores a 8 km, se ubicó un 2,6% de los hipocentros.

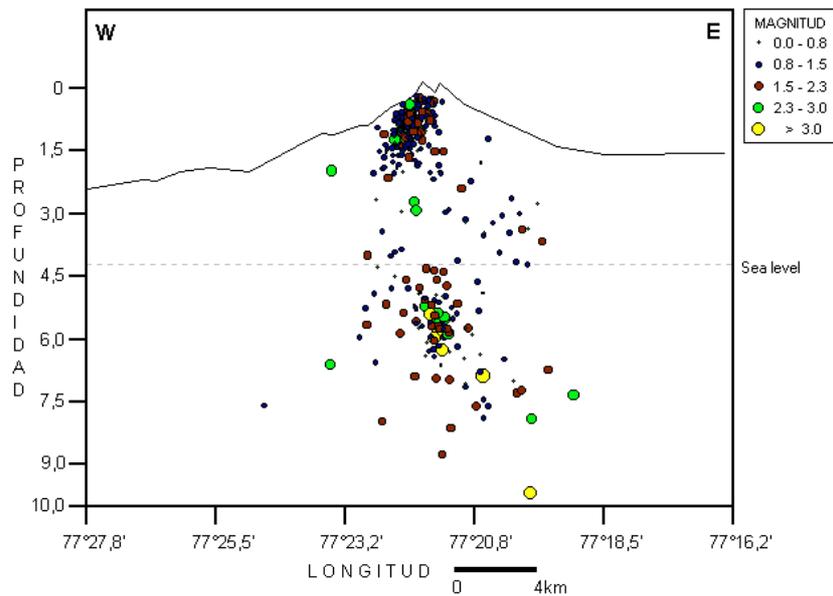


Figura 2.5 Distribución hipocentral de sismos VT, corte oeste-este. Julio a diciembre de 2005.

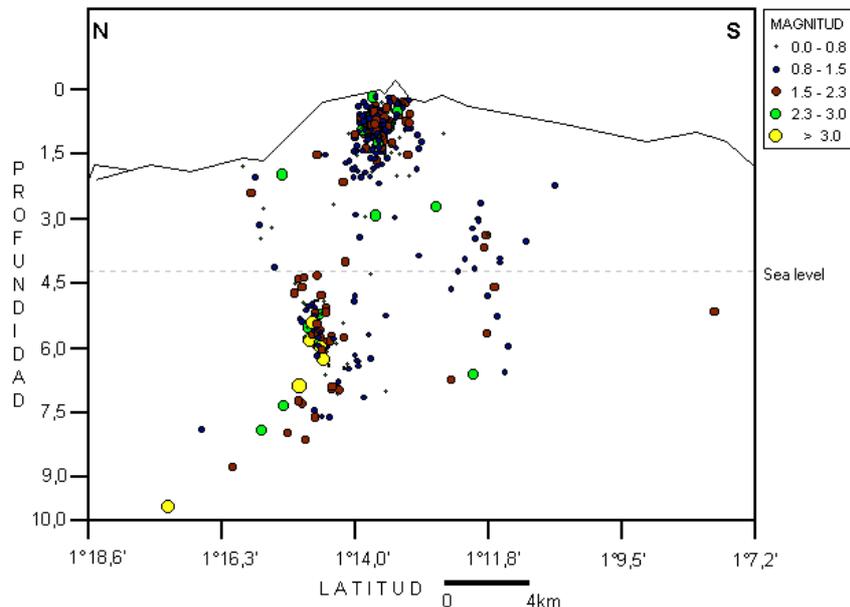


Figura 2.6 Distribución hipocentral de sismos VT, corte norte-sur. Julio a diciembre de 2005.

En lo referente a sismos asociados con dinámica de fluidos, durante el segundo semestre de 2005 se registraron 4.919 eventos, totalizando los eventos LP, HYB y TRE, los cuales liberaron una energía total de $3,74 \times 10^{15}$ erg. El valor de ocurrencia diaria es el doble del registrado el semestre anterior, en cambio el valor de la energía es muchísimo menor.

Los sismos de tipo LP fueron en total 2.055 eventos (Figura 2.7), el doble del registrado el semestre pasado. Estos eventos liberaron una energía de $1,10 \times 10^{14}$ ergios, la cual es casi tres veces menor que la registrada el semestre pasado.

Los eventos de tipo TOR fueron 46, los cuales liberaron una energía de $8,33 \times 10^{12}$ erg. Los eventos de tipo tornillo se presentaron por épocas, entre el 24 y el 29 de julio con 7 eventos, entre el 27 y el 30 de septiembre con 5 eventos y finalmente el conjunto de tornillos previo a la erupción de noviembre 24, que se registró entre el 30 de octubre y el 20 de noviembre con 31 eventos (Figura 2.7).

A finales del semestre se vio un notorio aumento en la ocurrencia y energía diaria de los eventos LP, asociado muy probablemente con actividad magmática.

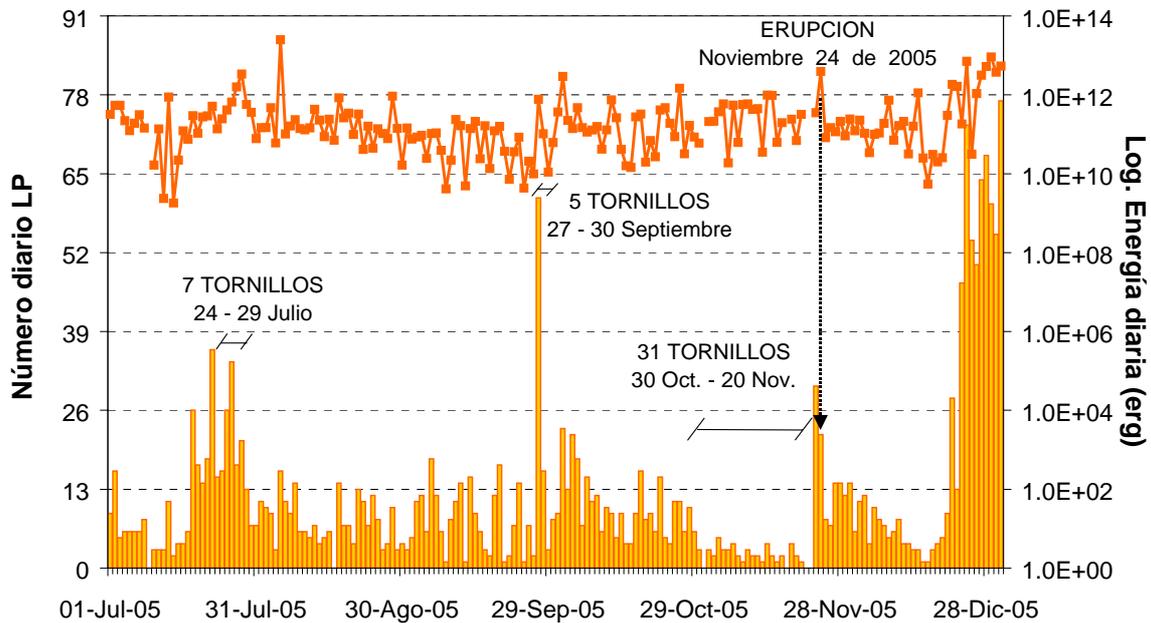


Figura 2.7 Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos LP. Julio a diciembre de 2005.

La energía de los eventos de tipo tornillo fue menor que aquella registrada en el semestre pasado. Los dos eventos de tipo tornillo de mayor energía se registraron en noviembre, uno de ellos se registró el 13 a las 17:33 LT (22:33 UTC), con una frecuencia de 1,6 Hz y alcanzó una velocidad de partícula de $46 \mu\text{m/s}$, medida en la componente norte-sur de la estación de banda ancha Cráter2 Figura 2.8 a), su energía fue de $6,52 \times 10^{11}$ ergios. El otro tornillo se registró en noviembre 14 a las 01:43 LT (06:43 UTC) (Figura 2.8 b), con una frecuencia de 1,6 Hz y alcanzó una velocidad de partícula de $41 \mu\text{m/s}$, su energía fue de $6,56 \times 10^{11}$ ergios.

Las frecuencias dominantes de los eventos de tipo tornillo mostraron una tendencia descendente, especialmente en el último grupo de eventos registrado entre octubre 30 y noviembre 20, comenzando con una frecuencia de 2,09 Hz y terminando con una frecuencia de 1,59 Hz (Figura 2.9), comportamiento que ya se ha visto en anteriores ocasiones, previas a la ocurrencia de erupciones en Galeras.

En general las duraciones de los Tornillos fueron largas, siendo la máxima de ellas de 225 segundos.

Este tipo de variaciones en las señales de los tornillos se relacionan con cambios en las condiciones geométricas y de propiedades físicas de los medios (fluido y sólido) que se operan en el interior del sistema volcánico.

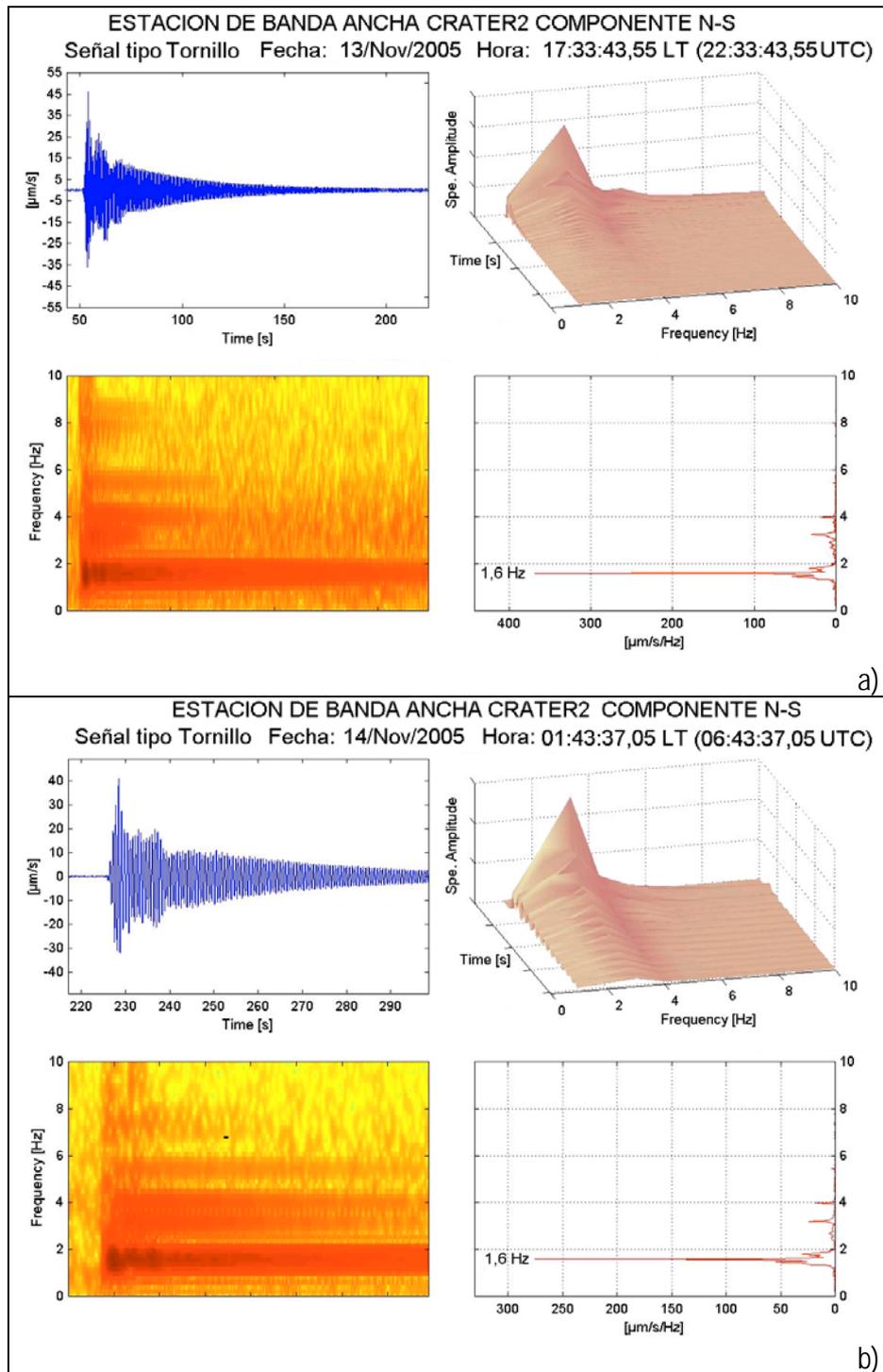


Figura 2.8 Sismograma y espectro de Tornillos registrados en la componente N-S de la estación de banda ancha Cráter2.

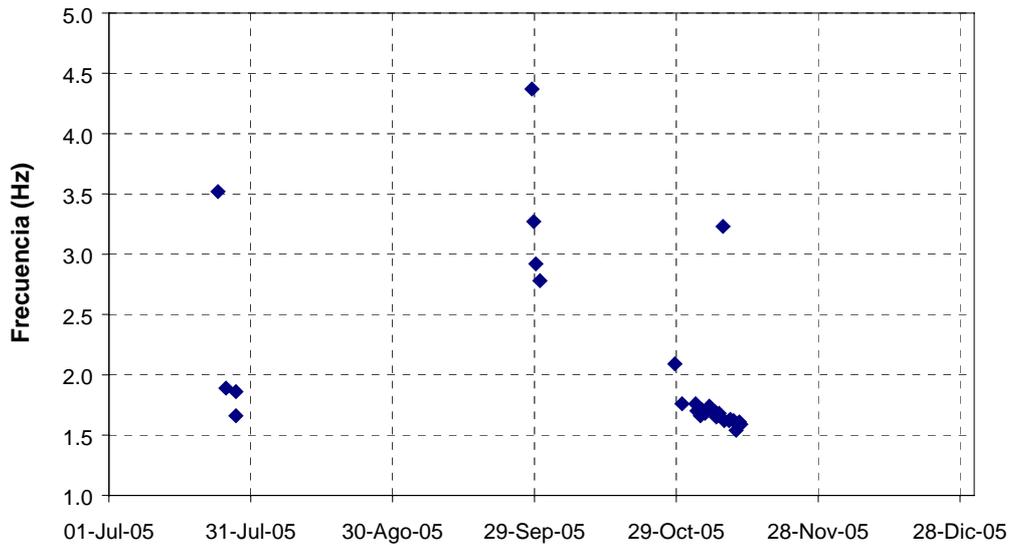


Figura 2.9 Variación de las frecuencias dominantes de los Tornillos. Julio a diciembre de 2005.

Los eventos de tipo Híbrido aportaron a la actividad de Galeras con 1.693 eventos que liberaron una energía de $1,67 \times 10^{13}$ erg (Figura 2.10). El valor del número diario es casi cinco veces mayor que el registrado en el primer semestre, en contraste el valor de la energía de estos eventos, es mucho menor que el registrado en el semestre anterior. El pico energético del semestre se registró en noviembre 5, con $2,70 \times 10^{12}$ erg, debido a 7 eventos de tipo Híbrido. En contraste, el número máximo diario fue de 47 eventos y se registró en septiembre 27, con una energía de $2,35 \times 10^{11}$ erg (Figura 2.10). Por el nivel energético alcanzado, se destacó un evento Híbrido, registrado en noviembre 5 a las 13:33 LT (08:33 UTC), al cual se le estimó una magnitud local de 2,5 grados; la energía de este evento fue de $2,67 \times 10^{12}$ ergios.

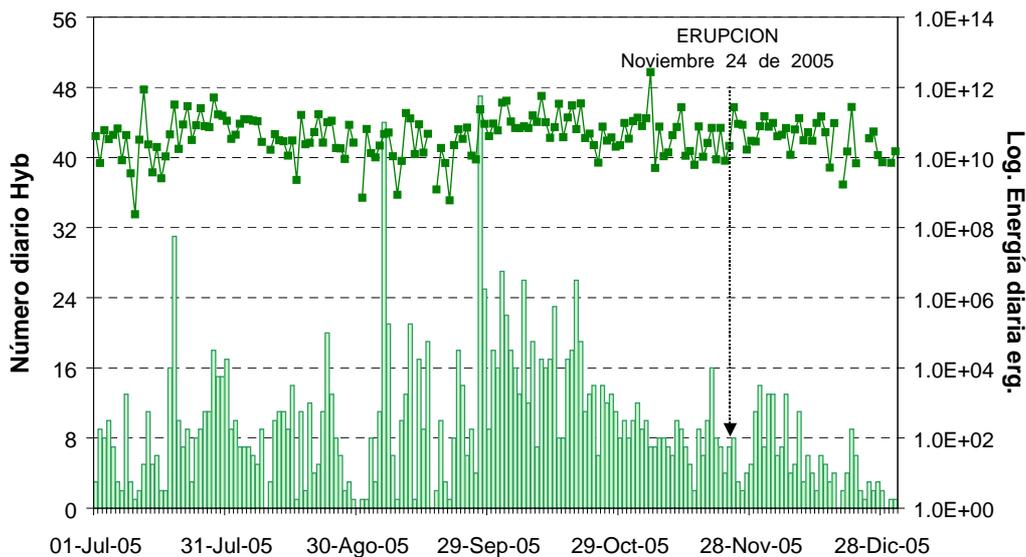


Figura 2.10 Ocurrencia diaria y energía diaria de eventos Híbridos. Julio a diciembre de 2005.

En cuanto a los episodios de tremor, su recurrencia y energía fueron muy importantes dentro de la actividad volcánica del segundo semestre de 2005, pues algunos de ellos se asociaron con actividad magmática y otros con emisiones de ceniza visibles desde la ciudad de Pasto, especialmente a finales del mes de diciembre. En total se registraron 1.171 episodios de tremor, que es el doble del número total registrado en el semestre anterior. La energía total de los episodios del tremor del semestre fue de $3,21 \times 10^{15}$ ergios, la cual es mucho menor que la registrada en el semestre anterior. Por el nivel energético alcanzado, el episodio de tremor más destacado se presentó en diciembre 23 a las 13:53 LT (18:53 UTC), con una energía de $2,18 \times 10^{15}$ ergios; este tremor tuvo una duración superior a las 10 horas. El tremor más largo fue el asociado con la erupción de noviembre 24, el cual tuvo una duración de 6,8 días, su energía fue de $7,49 \times 10^{13}$ ergios. Finalizando el semestre se observó un notorio aumento en el número y energía de los episodios de tremor, muy posiblemente asociados con actividad magmática. A finales de diciembre los tremores se acompañaron con oscuras columnas cargadas de ceniza (Figura 2.11).

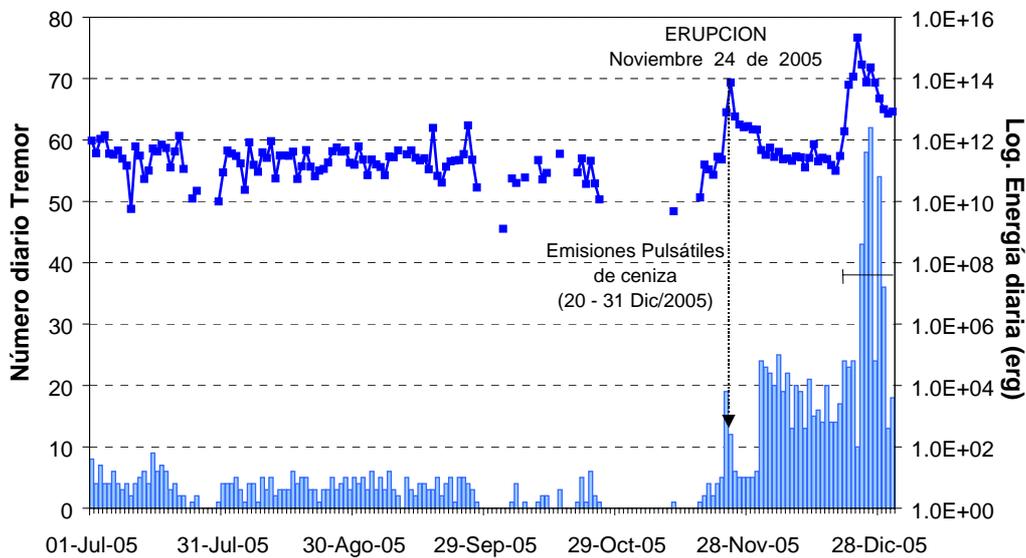


Figura 2.11 Ocurrencia diaria y energía diaria de episodios de Tremor. Julio a diciembre de 2005

2.3 DEFORMACION

Durante el segundo semestre de 2005, trabajaron básicamente los dos inclinómetros electrónicos telemétricos, Cráter y Peladitos. Huairatola funcionó telemétricamente hasta agosto 23 y luego se tomaron datos periódicamente con la unidad portátil hasta diciembre cuando la estación fue saqueada. En los últimos días del semestre se instaló un nuevo inclinómetro electrónico telemétrico, Urcunina, ubicado cerca de la estación sismológica. Adicionalmente se ocuparon los 14 vectores de nivelación (VN) (Figura 2.12).

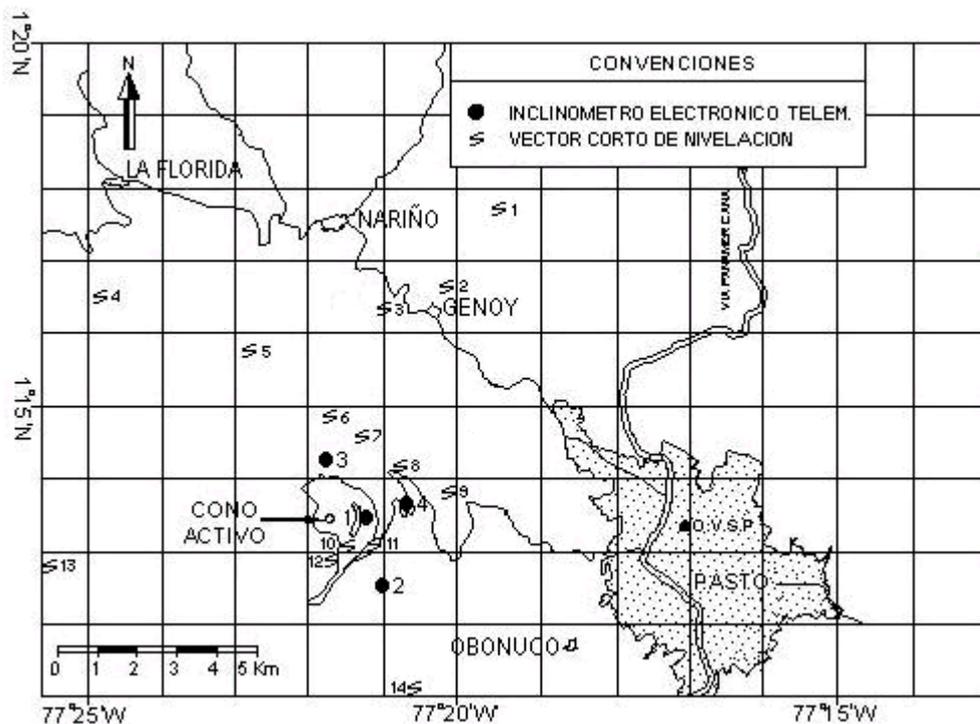


Figura 2.12. Red de vigilancia en Deformación del Volcán Galeras. Inclínómetros electrónicos: 1: Cráter, 2: Peladitos, 3: Huairatola, 4: Urcunina. Vectores de nivelación: 1: Puyito, 2: Lindero, 3: Chorrillo, 4: Chacaguaico, 5: Barranco, 6: Chiguaco, 7: Popeye, 8: Piedras, 9: La Mica, 10: La Y, 11: Inclínómetro, 12: Telecom, 13: La Quebrada, 14: Cobanegra.

2.3.1 Vectores cortos de nivelación

Debido a la actividad de Galeras, la mayoría de vectores que componen la red de vectores de nivelación (VN) conformada por 14 líneas, se ocupó solamente una o dos veces durante el semestre. Con el propósito de cubrir una mayor longitud de control, la longitud del VN La Quebrada se aumentó en casi 100 m, dirigidos hacia el cráter. Y para mejorar la calidad de los datos del VN Barranco, se construyeron puntos intermedios en los tramos, ya que éstos eran muy largos.

En el sector norte de Galeras, los vectores Popeye y Lindero tienen una dirección tangencial al cráter y los vectores Barranco, Chiguaco, Chacaguaico, Puyito y Chorrillo son radiales. En el caso de los vectores Popeye y Chiguaco, por el difícil acceso al sitio y particularmente en Popeye, por que en varias ocasiones un punto se ha tenido que recuperar, las mediciones durante 2005 solamente fueron 2, por lo tanto no fue posible establecer una tendencia para estos vectores.

Los vectores radiales Barranco y Chorrillo mostraron tendencias descendentes, lo cual indica una posible deflación de la zona. Por el contrario, los vectores radiales Puyito y Chacaguaico mostraron tendencias ascendentes, lo cual indica una posible inflación de la zona. El vector tangencial Lindero también indicó una tendencia inflacionaria. Barranco, Chorrillo y Chiguaco están más cerca del cono activo y el cuadrante que los contiene es más cerrado hacia el Norte. Los vectores más lejanos del sector norte son Chiguaco, Lindero y Puyito, el primero hacia el noroccidente y los dos últimos hacia el nororiental.

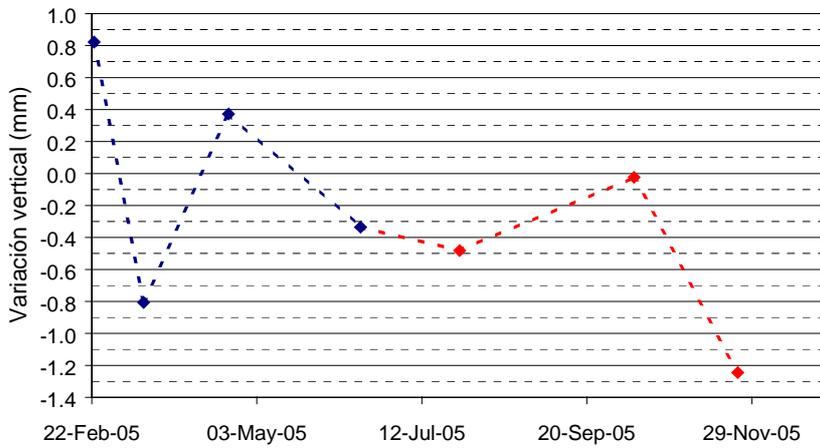


Figura 2.13 Vector de nivelación Barranco

El vector Barranco se ocupó en tres ocasiones. La medida mantuvo la tendencia descendente que traía desde el semestre pasado, con una variación máxima de 1,22 mm.

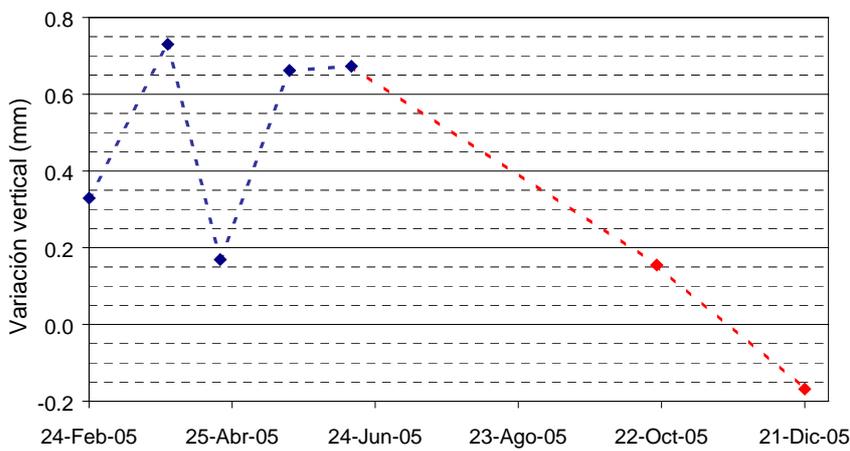


Figura 2.14 Vector corto de nivelación Chorrillo

Chorrillo se ocupó en dos ocasiones y mantuvo la tendencia descendente que traía desde el semestre anterior. Su variación máxima fue cercana a 0,5 mm.

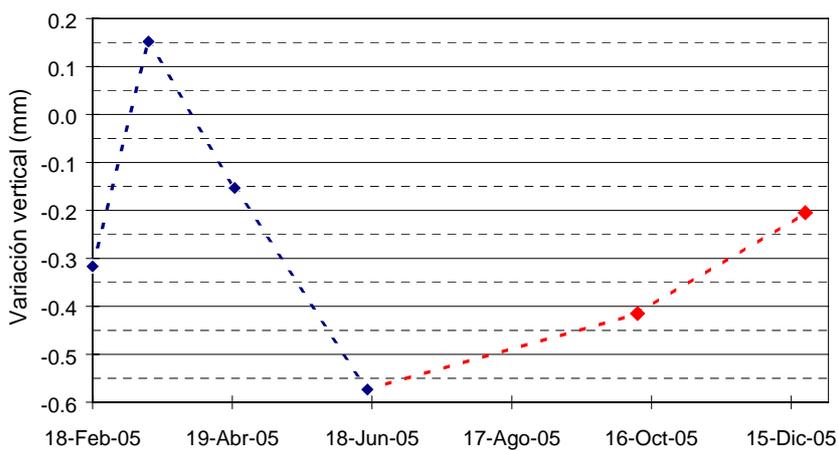


Figura 2.15 Vector corto de nivelación El Lindero

Lindero se midió en dos ocasiones, su tendencia se invirtió con relación a la que traía el semestre pasado y se volvió ascendente, su máxima variación fue cercana a 0,20 mm.

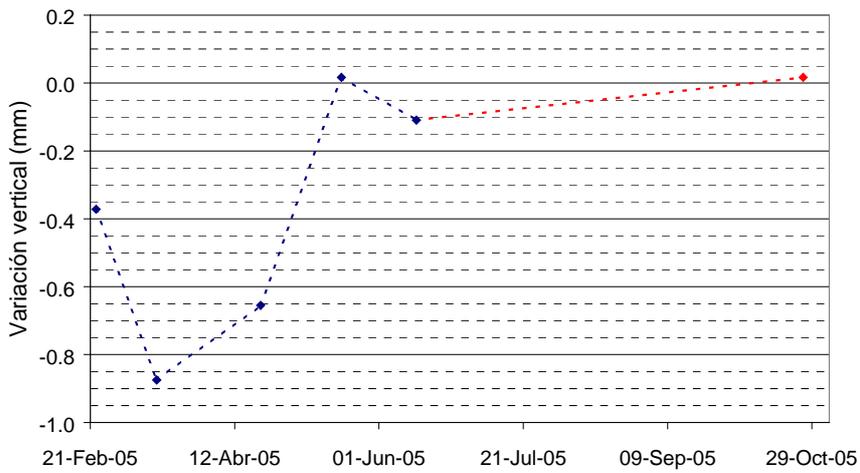


Figura 2.16 Vector corto de nivelación Puyito

Puyito solamente se pudo medir en una ocasión, pero esta medida se encuentra dentro de la tendencia ascendente que traía desde el semestre pasado. Su variación fue mínima.

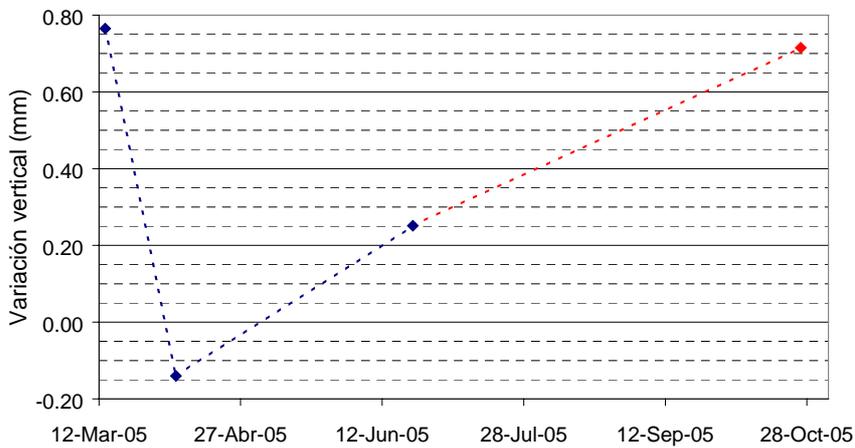


Figura 2.17 Vector corto de nivelación Chacaguaico

Solamente se hizo una ocupación en el vector Chacaguaico, cuya variación conserva la tendencia ascendente que traía el semestre pasado, con un valor menor de 0,5 mm.

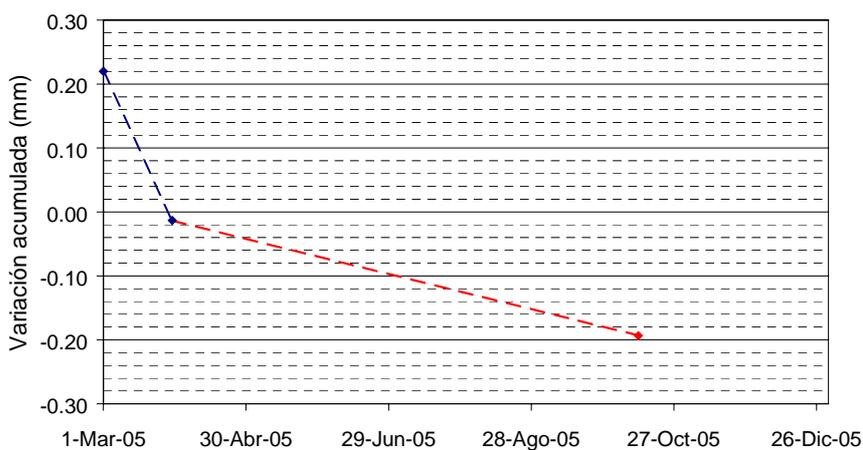


Figura 2.18 Vector corto de nivelación Chiguaco

En Chiguaco solamente se hizo una ocupación, pero la variación mantuvo la tendencia descendente que el vector traía desde el semestre pasado. La variación fue menor de 0,2 mm.

En el sector sur, el vector radial Telecom, mostró una tendencia ascendente, indicando una posible inflación en dirección al cráter, similar a lo mostrado por los vectores lejanos del sector norte. Por el contrario el vector radial Cobanegra indicó deflación, de manera similar a los vectores cercanos al cráter en el sector norte. Por su lado el vector radial La Y, aunque en la última medida del semestre tuvo un leve ascenso, en general registró una tendencia descendente, indicando deflación.

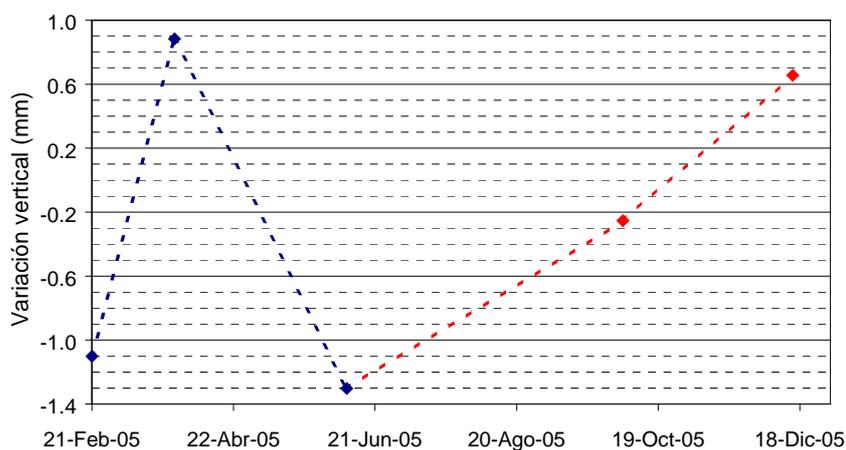


Figura 2.19 Vector corto de nivelación Telecom

Telecom sólo se midió en dos oportunidades. Su tendencia fue ascendente y su variación máxima fue cercana a 1 mm.

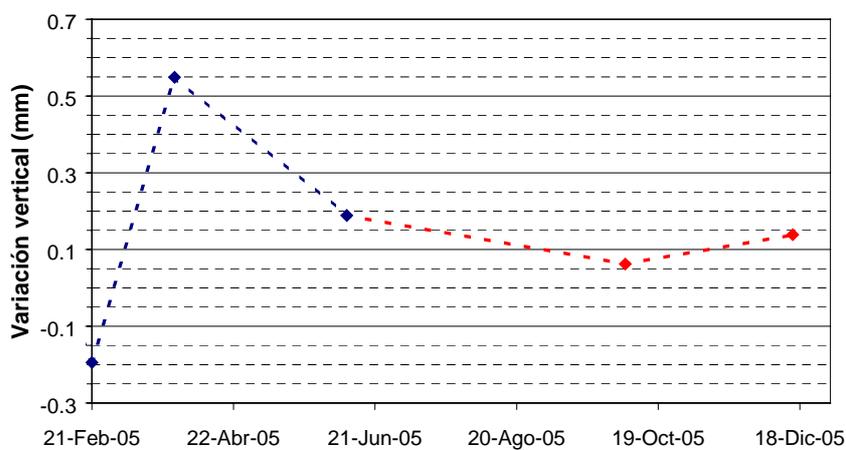


Figura 2.20 Vector corto de nivelación La Y

El vector La Y se ocupó en dos ocasiones, su tendencia general fue descendente, con una variación máxima de 0,13 mm.

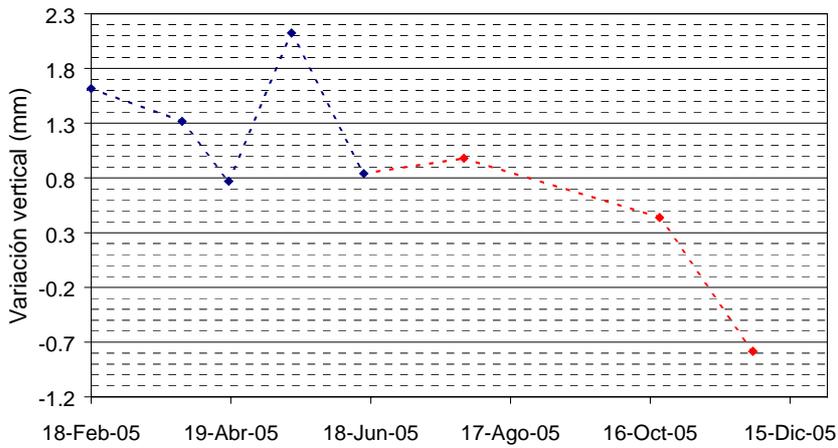


Figura 2.21 Vector corto de nivelación Cobanegra

Cobanegra se midió en tres oportunidades, mantuvo la tendencia descendente que traía desde el semestre anterior y su variación máxima fue 1,2 mm.

En el sector oriental de Galeras el vector tangencial Piedras, indicó inflación hacia el norte del vector. El vector radial El Inclinómetro mostró durante la mayor parte del tiempo una tendencia deflacionaria en la zona, pero al final del semestre indicó inflación. Por su lado el vector radial La Mica mostró valores con descenso y ascenso bruscos, indicando respectivamente deflación e inflación.

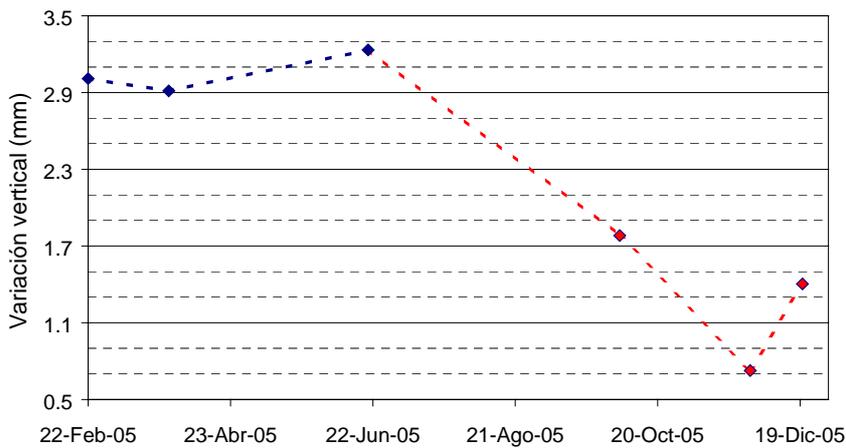


Figura 2.22 Vector corto de nivelación El Inclinómetro

El vector Inclinómetro fue ocupado tres veces, su tendencia fue descendente para las dos primeras medidas y luego comenzó a ascender. La máxima variación fue menor de 1,5 mm.

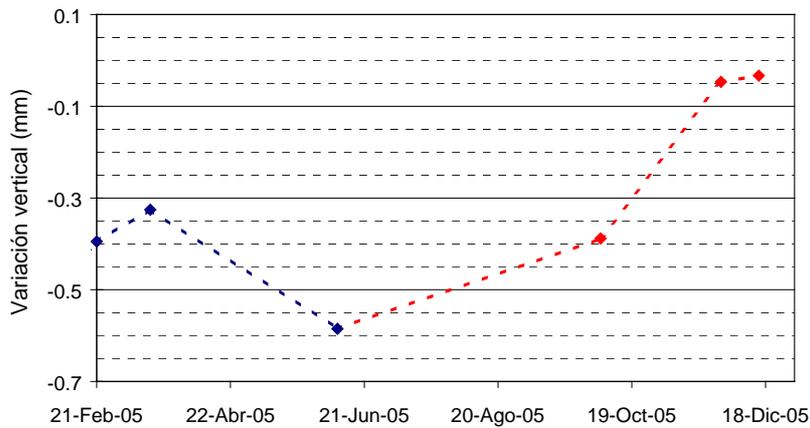


Figura 2.23 Vector corto de nivelación Piedras

Piedras fue ocupado en tres ocasiones, mostró una tendencia ascendente y su máxima variación fue cercana a 0,3 mm.

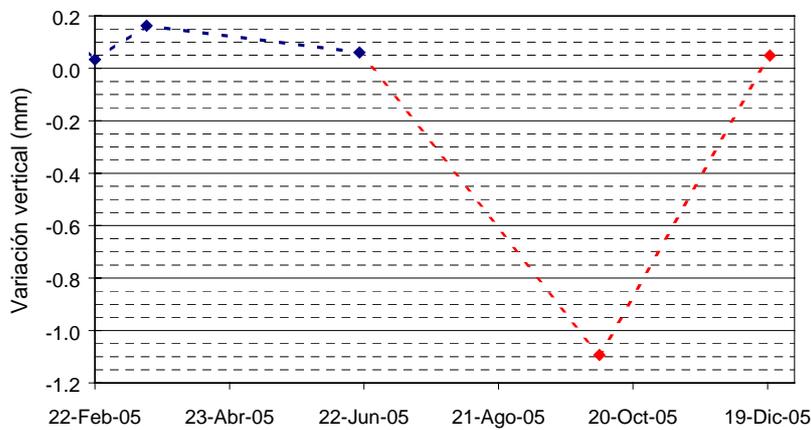


Figura 2.24 Vector corto de nivelación La Mica

La Mica solamente se ocupó dos veces, y aunque es difícil establecer una tendencia con dos datos, se observa que en la primera medida desciende y en la segunda asciende. Su variación fue cercana a 1 mm.

Finalmente el único vector del sector occidental, el vector radial La Quebrada, mostró deflación, pero es la única medida que se hizo durante el semestre.

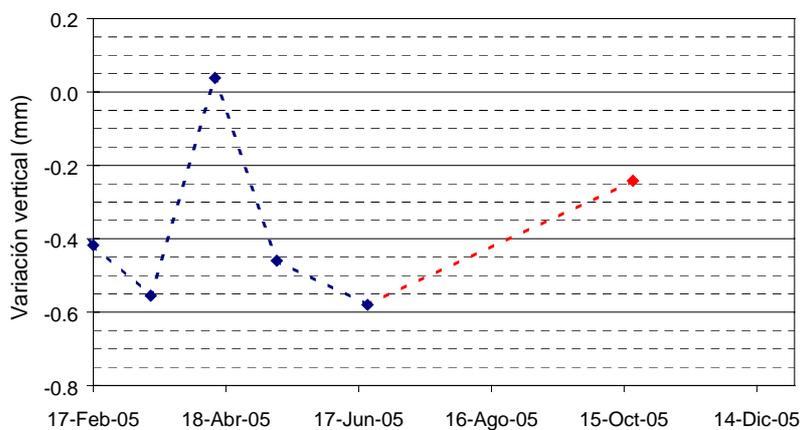


Figura 2.25 Vector corto de nivelación La Quebrada

El vector La Quebrada solamente se midió en una ocasión. La medida mostró ascenso, con respecto a la última medida del semestre anterior y la variación fue menor de 0,35 mm.

2.3.2 Inclinómetros electrónicos

En los últimos días del mes de diciembre de 2005, se instaló una nueva estación de inclinometría, que tomó el nombre de Urcunina, pues queda muy cercana a la estación sismológica del mismo nombre. La señal de esta estación no es tan limpia como las señales de Cráter y Peladitos, pues el sistema de protección del inclinómetro, hasta el momento no es el adecuado. Esta nueva estación no se tendrá en cuenta en este informe debido a que son muy pocos los días de información que se tienen y no se puede apreciar una tendencia clara en su comportamiento.

Los otros tres inclinómetros mostraron notables variaciones, especialmente con las componentes radiales (Figura 2.36). Los periodos de variación de los tres inclinómetros no coincidieron, por lo cual se analizaron separadamente.

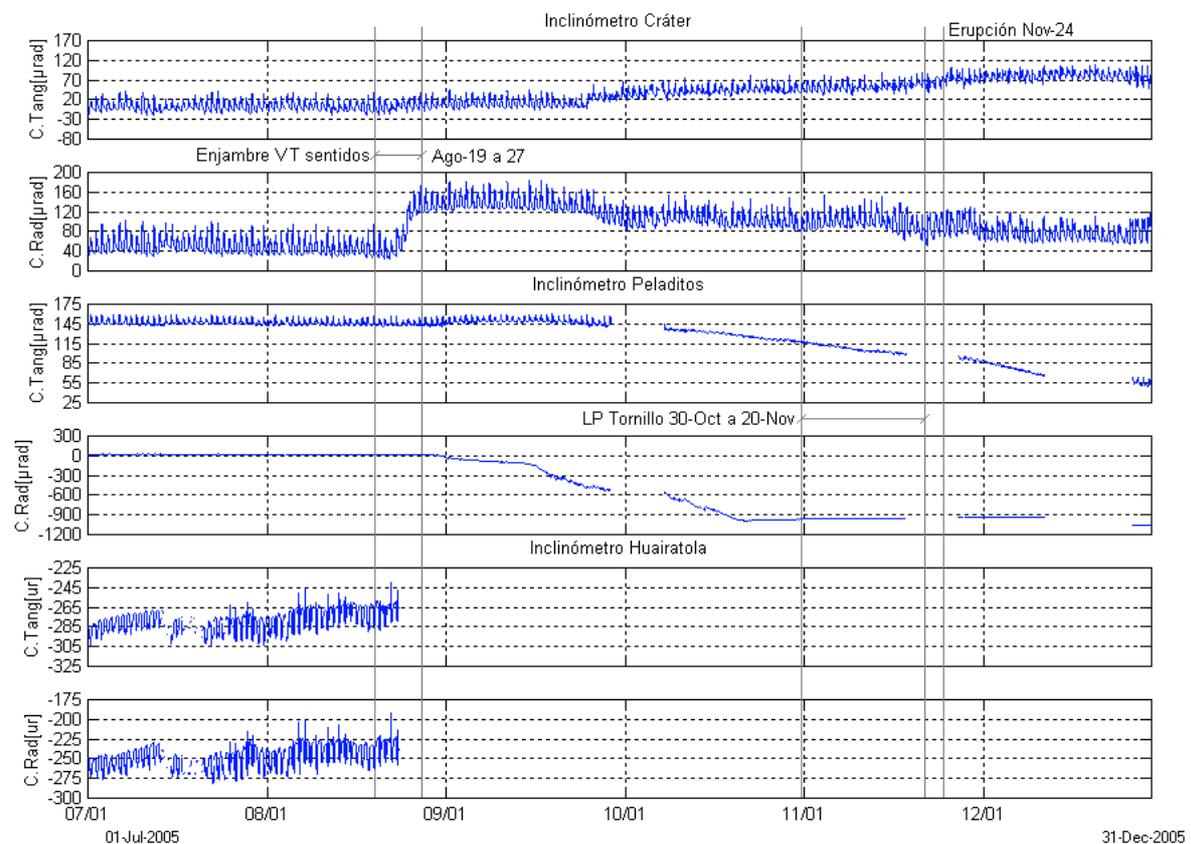


Figura 2.26 Comportamiento de las componentes de los inclinómetros electrónicos Cráter, Peladitos y Huairatola. Segundo semestre de 2005

Como se mencionó antes, el inclinómetro Huairatola funcionó solamente hasta agosto 23. El comportamiento en general de sus dos componentes fue de ascenso, con variaciones de $22,7 \mu\text{rad}$ para la componente tangencial y $14,9 \mu\text{rad}$ para la componente radial (Figura 2.26). Para el cálculo de la resultante se tomó un solo periodo entre julio 1 y agosto 23, cuyo valor fue de $26,7 \mu\text{rad}$, apuntando hacia el WNW, lo cual indicaría inflación hacia el noroccidente (Figura 2.27).

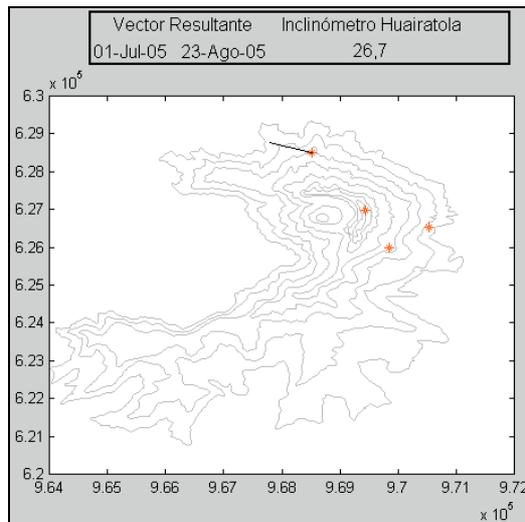


Figura 2.27 Vector resultante en el inclinómetro electrónico Huairatola. Segundo semestre de 2005

Para la estación de inclinometría Cráter se tomaron cuatro periodos, acordes con las tendencias que mostró la componente radial en el segundo semestre de 2005. El primer periodo fue desde julio 1 hasta agosto 23, en el cual las variaciones fueron muy pequeñas, con cambios de $3,3 \mu\text{rad}$ de descenso en la componente radial y $6,7 \mu\text{rad}$ de ascenso en la componente tangencial (Figura 2.26). El vector resultante de este periodo tuvo una magnitud de $10,8 \mu\text{rad}$ apuntando al SSE, lo que indicaría una inflación hacia ese sector (Figura 2.28).

El segundo periodo de Cráter fue del 23 al 27 de agosto, en el cual se observó un ascenso pronunciado de $88 \mu\text{rad}$ en corto tiempo, en la componente radial; en cambio la componente tangencial mostró un ascenso leve de $2,7 \mu\text{rad}$ (Figura 2.26). El vector resultante tuvo una magnitud de $95,7 \mu\text{rad}$ y su dirección apuntó a hacia el sur del cráter indicando inflación en esa zona (Figura 2.28). Este cambio abrupto en la componente radial coincide con el periodo de registro de eventos VT sentidos entre el 19 y el 27 de agosto.

El tercer periodo de Cráter estuvo entre el 27 de agosto y el 25 de septiembre; en éste los cambios fueron mínimos y podría decirse que hubo estabilidad. Las dos componentes ascendieron, con $1,8 \mu\text{rad}$ para la componente radial y $2,7 \mu\text{rad}$ para la componente tangencial (Figura 2.26). La resultante tuvo un valor de $15,1 \mu\text{rad}$ y su dirección fue en sentido contrario al cráter activo, indicando deflación (Figura 2.28).

El último periodo de Cráter se tomó entre el 25 de septiembre y el 31 de diciembre. En este tiempo la tendencia general de la componente radial fue de descenso con $59,8 \mu\text{rad}$ de variación, en cambio la tendencia de la componente tangencial fue de ascenso, con $70,7 \mu\text{rad}$ de variación (Figura 2.26). El vector resultante fue de $53,5 \mu\text{rad}$ y apuntó hacia el SE indicando una posible inflación hacia ese sector (Figura 2.28).

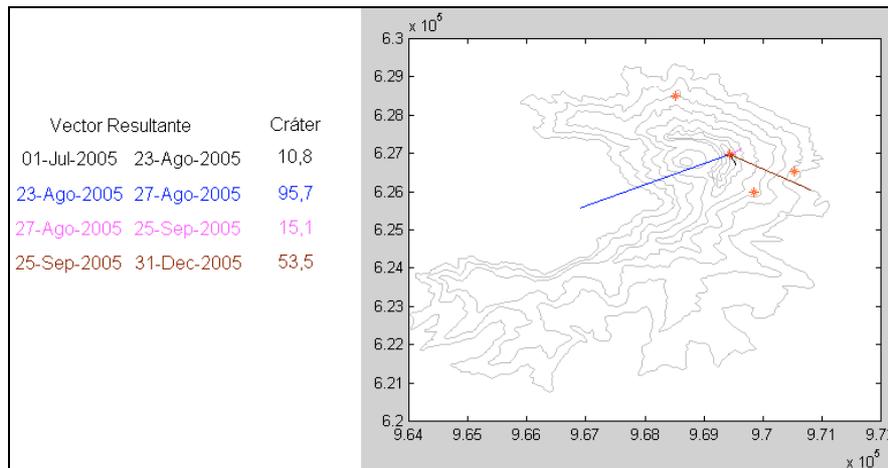


Figura 2.28 Vectores resultantes en el inclinómetro electrónico Cráter. Segundo semestre de 2005

Los cambios más notorios en inclinometría se presentaron en la estación Peladitos, especialmente con su componente radial (Figura 2.26), la cual se utilizó para definir los periodos de evaluación de este inclinómetro durante el segundo semestre de 2005.

El primer periodo de Peladitos se tomó entre el primero de julio y el 31 de agosto. Aquí se observó estabilidad en la componente tangencial, con solamente $1,7 \mu\text{rad}$ de variación descendente; por su lado la componente radial, mostró mayor variación con $23,2 \mu\text{rad}$, también descendiendo (Figura 2.26). El vector resultante de este periodo fue de $26,3 \mu\text{rad}$, apuntando al sur del cráter principal, lo que indicaría inflación hacia esa zona (Figura 2.29).

El segundo periodo de Peladitos se evaluó entre agosto 31 y septiembre 15, en éste se observó un leve ascenso en la componente tangencial con $5,2 \mu\text{rad}$ y un marcado descenso en la componente radial con $122 \mu\text{rad}$ (Figura 2.26). El vector resultante tuvo una magnitud de $129,1 \mu\text{rad}$, apuntando hacia el sur del cráter principal, lo que indicaría inflación en esa zona (Figura 2.29).

El tercer periodo marca el cambio de pendiente en el descenso de la componente radial de Peladitos, entre septiembre 15 y octubre 22. Aunque el inclinómetro estuvo fuera durante un tiempo, al reinstalarse retomó la tendencia que traía antes de salir. En este periodo se observó una variación de $859,8 \mu\text{rad}$ en la componente radial y $22,7 \mu\text{rad}$ en la componente tangencial, cuyo descenso fue mucho más lento (Figura 2.26). La magnitud del vector resultante fue de $859,8 \mu\text{rad}$, apuntando hacia el sur del cráter principal, lo que indicaría inflación en esa zona (Figura 2.29).

El último periodo de Peladitos se tomó entre octubre 22 y diciembre 13. En éste periodo se observó ascenso en la componente radial y descenso en la tangencial, aunque el inclinómetro no funcionó durante un tiempo, al reiniciar su funcionamiento retomó las tendencias que las componentes traían. La variación de la componente radial fue de $59,1 \mu\text{rad}$ y la variación de la componente tangencial fue de $60,6 \mu\text{rad}$ (Figura 2.26). El vector resultante de este periodo tuvo una magnitud de $78,6 \mu\text{rad}$, apuntando hacia el ENE, lo cual indicaría una inflación hacia ese sector (Figura 2.29). Después de diciembre 13 se volvió a perder la señal y se recuperó en diciembre 28, siendo mínimas las variaciones de los últimos dos días del semestre (Figura 2.26).

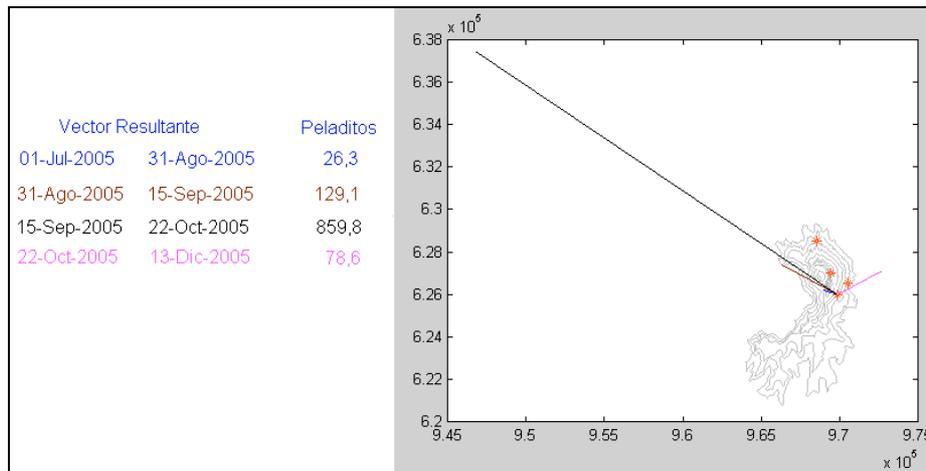


Figura 2.29 Vectores resultantes en el inclinómetro electrónico Peladitos. Segundo semestre de 2005

2.4 FISICOQUIMICA

Durante el segundo semestre de 2005 tampoco se subió hasta el cráter activo, por el peligro que esto implica para las personas debido al nivel de actividad que mantuvo Galeras.

Los parámetros geoquímicos monitoreados fueron el contenido de SO₂ en el aire y las emisiones de Rn-222 en suelos. El SO₂ se midió mediante el método del COSPEC móvil el cual es de propiedad de la Escuela Politécnica de Quito (ESPONA).

Las emisiones de Rn-222 en suelos se midieron en la Línea Norte, en la Línea Circunvalar y además se instalaron dos nuevas estaciones en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano, cercanas a la vía que conduce a la cima de Galeras.

El COSPEC estuvo disponible a partir de noviembre, por lo cual se hicieron medidas de SO₂ entre el 12 de noviembre y el 30 de diciembre de 2005. La tabla 2.1 muestra los valores de SO₂ con viento y sin viento, que se obtuvieron en los diferentes recorridos.

Teniendo en cuenta la velocidad del viento, el mayor valor de contenido de SO₂ en el aire fue de 5.220 Tn (Tabla 2.2), el cual fue registrado en diciembre 23 en horas de la tarde, con una velocidad del viento de 5 m/seg, en un recorrido desde la vereda Cariaco Alto hasta la población de La Florida y con la columna de gases dirigida hacia el occidente.

Si no se tiene en cuenta la velocidad del viento, el mayor valor de SO₂ contenido en el aire fue de 1.207 Tn, registrado en noviembre 25 en horas de la mañana, en un recorrido entre la población de Nariño y la vereda La Marqueza y con la columna de gases dirigida hacia el oriente (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Mediciones de SO₂ con el método de COSPEC móvil. Segundo semestre de 2005

Fecha	Hora	Dirección columna	Velocidad viento m/s	SO ₂ (Tn) con viento	SO ₂ (Tn) sin viento	RECORRIDO
12/11/05	09:24	N130	4.8	0	0	Pasto – Pasto
15/11/05	09:40	N147	1.0	0	0	Genoy – Yacuanquer
17/11/05	09:17	N102	1.0	0	0	Pasto – Yacuanquer
22/11/05	09:05	N123	1.0	0	0	Pasto – Yacuanquer
24/11/05	02:42					ERUPCION
24/11/05	09:05	N123	1.0	0	573	Pasto – Yacuanquer
24/11/05	09:05	N123	1.0	0	553	Pasto – Yacuanquer
24/11/05	09:05	N123	1.0	0	765	Pasto – Yacuanquer
25/11/05	10:52	N80	1.8	2112	1207	Nariño – Marqueza
25/11/05	12:55	N60	1.2	993	827	Cobanegra – Genoy
26/11/05	09:08	N130	1.1	539	481	Catambuco – Cobanegra
26/11/05	10:00	N160	1.0	356	356	Cobanegra – Pasto
29/11/05	10:00	N200	1.8	1560	867	Cobanegra – Bombona
29/11/05	12:00	N205	3	1717	572	Bombona – Catambuco
30/11/05	09:00	N260	2.54	1441	567	Yacuanquer – Consaca
30/11/05	11:00	N240	3.1	3402	1097	Consaca - La Guaca
03/12/05	09:00	N280	3.83	1758	459	Bombona – Sandoná
07/12/05	12:00	N330	3	2980	993	Pasto – Sandoná
07/12/05	14:00	N310	2.3	517	225	Nariño – Barranco
09/12/05	10:00	N320	3.9	3595	922	Sandoná – Genoy
15/12/05	10:00	N65	1	1024	1024	Pasto - La Florida *
15/12/05	11:00	N55	1	709	709	La Florida – Pasto *
18/12/05	13:00	N235	1	827	827	Consaca – Yacuanquer **
22/12/05	10:00	N265	1.6	1850	1156	Yacuanquer – Sandona
23/12/05	13:00	N280	5	5220	1044	Cariaco Alto - La Florida
26/12/05	11:00	N245	1	316	316	La Guaca – Consacá
29/12/05	09:00	N240	1.6	510	319	Consacá – Catambuco
29/12/05	11:00	N250	1.5	153	102	Consacá - La Guaca
30/12/05	09:00	N320	1.1	420	382	Nariño - El Ingenio
30/12/05	11:00	N310	1.6	359	224	El Ingenio – Nariño

* No se pudo determinar la velocidad del viento en la medida de diciembre 15. Se asume 1 m/seg

** La medida de diciembre 18 es un valor mínimo pues se interrumpió por lluvia.

Nótese que las medidas previas a la erupción del 24 de noviembre, tomadas entre el 12 y el 22 de noviembre, arrojaron siempre valores de cero, pues el sistema parecía estar sellado no dejando escapar gas y por ende se estaba presurizando.

Por otra parte, la red de estaciones para medición de Radón-222 en suelos, contó con 6 estaciones en la Línea Norte que funcionaron durante todo el semestre; la Línea Circunvalar por su parte, comenzó trabajando con 7 estaciones, pero las estaciones Sismo-2 y Anil-2 fueron retiradas en octubre 25 por problemas con la cámara de medición en campo. En julio 13 se instalaron dos

estaciones en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano, las cuales funcionaron sin problemas durante el semestre (Figura 2.1).

Las emisiones de Radón-222 en la Línea Norte fueron en general menores que las encontradas en el semestre anterior. El pico del semestre fue registrado en julio 11 con un valor de 3.215 pCi/L (Figura 2.30), en la estación Meneses-4, ubicada a 20 km al NE de Galeras, cerca de un trazo de la Falla de Buesaco. Previamente al enjambre de sismos VT de agosto, se presentó un aumento inusual en la emisión de la estación Zanjón-3 (13 km NNW de Galeras), pues es una estación que generalmente mostró valores menores de 1.350 pCi/L (años 2004 y 2005), el valor de la anomalía fue de 2.838 pCi/L (Figura 2.30). Una situación similar se observó en la estación San Juan 1 (11 km NE de Galeras), con su emisión inmediatamente siguiente a la erupción de noviembre 24, cuyo valor fue de 3.136 pCi/L (Figura 2.30), el cual es el mayor medido en esta estación en los dos últimos años.

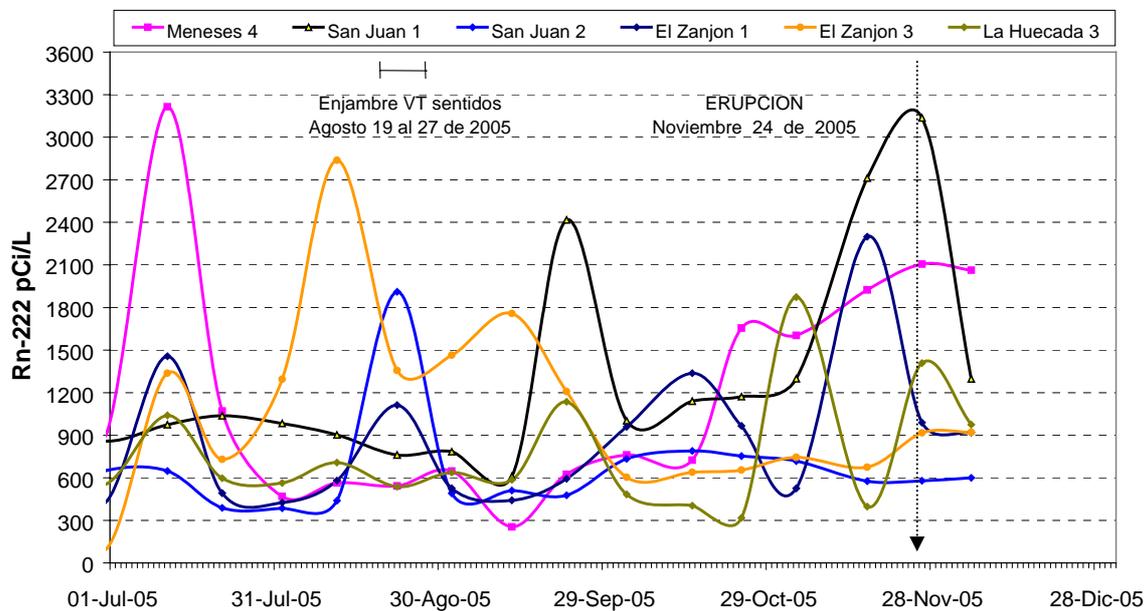


Figura 2.30 Emisiones de Rn-222, en la Línea Norte. Segundo semestre de 2005.

Las emisiones de la Línea Circunvalar durante este semestre fueron menores que las medidas en el semestre anterior. El pico del semestre fue de 4.670 pCi/L (Figura 2.31), medido en agosto 12 en la estación Ancuya (18 km al WNW de Galeras), pero este valor no se puede correlacionar fácilmente con el enjambre de VT, por la distancia entre la zona de epicentros y el sitio de la estación. Una situación similar se observó con la erupción de noviembre, pues el valor de emisión mayor corresponde a la estación Ancuya con 3.377 pCi/L, pero igualmente es difícil correlacionar estos dos eventos por la distancia entre el sitio de la estación y el cráter activo. En general, las emisiones de la Línea Circunvalar fueron mayores que las de la Línea Norte.

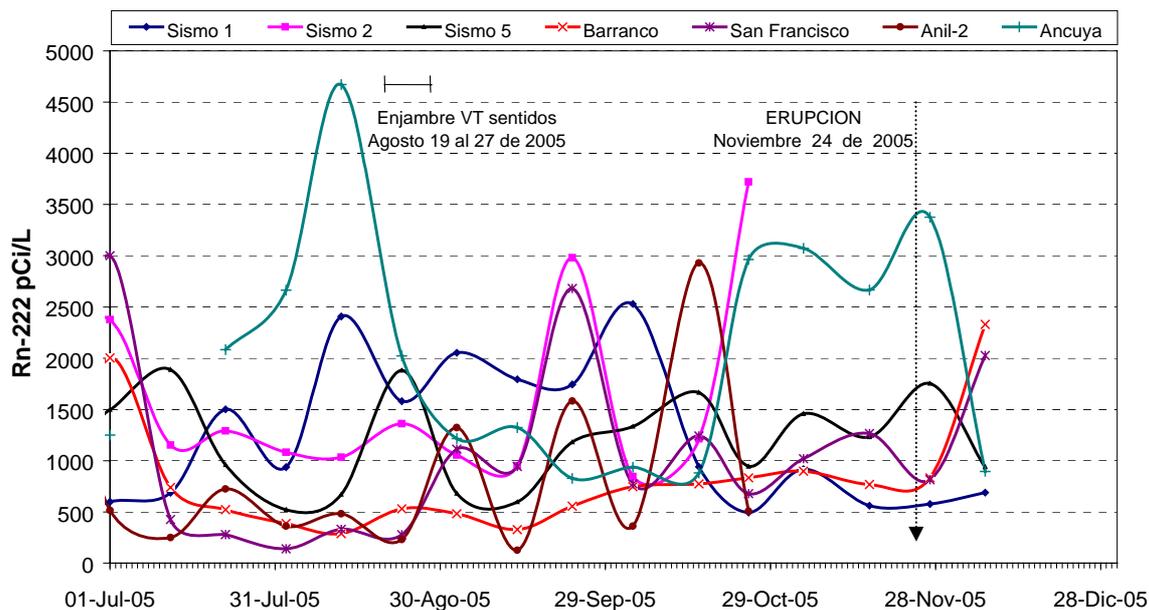


Figura 2.31 Emisiones de Rn-222, en la Línea Circunvalar. Segundo semestre de 2005.

Las dos nuevas estaciones que se instalaron a principios del semestre en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano tomaron el nombre de Lava1 y Lava2, las cuales se ubicaron a 4,3 km y 3,9 km al E del cono activo de Galeras, respectivamente y con alturas respectivas de 3.000 y 3.200 metros sobre el nivel del mar. Los valores de emisión de estas dos estaciones fueron muy bajos, siendo Lava1 la que ha presentado los valores mayores de emisión desde el principio, además la tendencia de los datos entre las dos era muy similar hasta principios de octubre, cuando las tendencias se invirtieron (Figura 2.32). El pico del semestre fue de 1.323 pCi/L, medido en Lava1 en septiembre 12 de 2005.

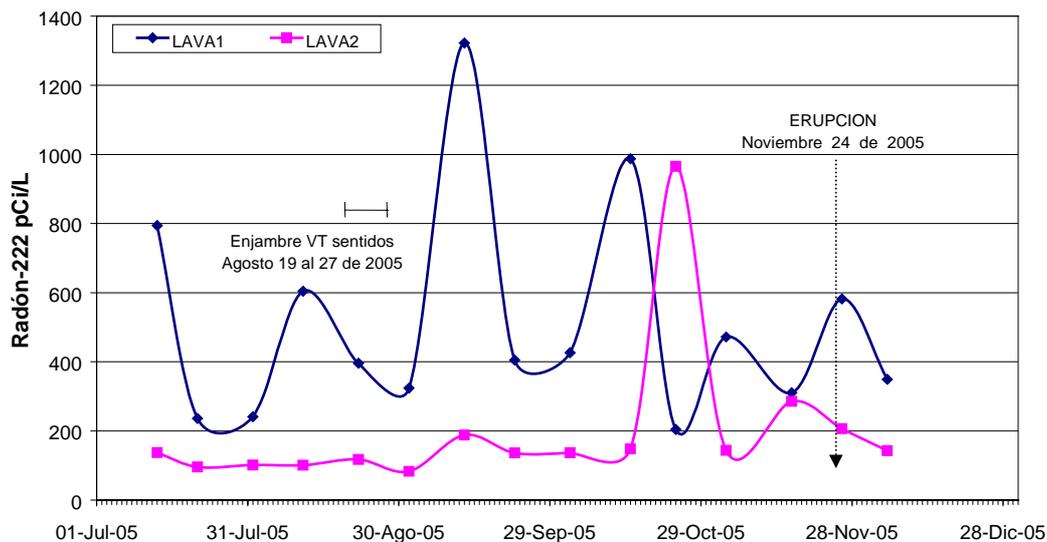


Figura 2.32 Emisiones de Rn-222, en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano. Segundo semestre de 2005.

2.5 ACTIVIDAD SUPERFICIAL

Las manifestaciones de la actividad superficial se documentaron gracias a las observaciones directas hacia la cima desde la sede del OVSP, por reportes de las comisiones de personal en campo, por reportes de la comunidad o las autoridades y por sobrevuelos efectuados por personal del Observatorio en el helicóptero Hughes de la Fuerza Aérea Colombiana.

Durante el segundo semestre de 2005 las condiciones atmosféricas permitieron realizar muchas observaciones, básicamente de la columna de gases y vapor de agua, que la mayoría del tiempo tuvo coloración blanca y sus alturas variaron entre 300 y 1.000 m sobre la cima de Galeras, la mayoría de éstas columnas tuvieron un registro sísmico asociado, generalmente de tremor. En los días previos a la erupción de noviembre 24, aunque las condiciones atmosféricas fueron benévolas, no se observó la columna desde la ciudad y los sobrevuelos permitieron apreciar una muy baja tasa de emisión de gas. La tabla 2.3 resume las observaciones de mayor importancia durante el segundo semestre de 2005.

Tabla 2.3 Observaciones de la actividad superficial de Galeras. Segundo semestre de 2005.

Fecha	Hora	Observación
06/07/05	10:00	En sobrevuelo realizado entre las 10:00 y 11:30 am, se observó emisión de gases con cierta presión, principalmente de la periferia del cráter destacándose La Joya, Marte, Chavas, El Paisita, El Pinta y Deformes. Adicionalmente se destaca un foco de emisión del interior del cráter principal hacia el sector de El Pinta que emite gas con coloración café a manera de pulsos. La laguna la Trucha, muestra menos agua.
14/08/05	16:30	Los soldados de la base militar Galeras (BMG) reportaron haber escuchado una explosión alrededor de las 16:30 LT, que coincidió con una señal de tremor registrada a las 16:39 LT que presentó alta frecuencia durante el primer minuto y luego la frecuencia bajó.
22/08/05	14:21	Desde el Centro Regulador de Urgencias y Emergencias de Nariño (CRUE), se reportó que personal que se encuentra en la cima del Volcán Galeras observó salida de gas y ceniza desde el cráter principal, acompañado de un fuerte olor a azufre.
25/09/05	09:00	En sobrevuelo se observó poca emisión de gases, de color blanca y con poca presión, principalmente desde El Pinta, Chavas, Joya Alta, Deformes y El Paisita, siendo en esta última zona donde se observó una mayor presión en la salida. En el fondo del cráter principal la emisión de gas es mínima. Las condiciones climáticas fueron excelentes y el cono activo pudo observarse completamente
29/09/05	08:00	Mediante sobrevuelo se hizo reconocimiento de la actividad superficial en el cono activo de Galeras y luego en los volcanes Doña Juana y Animas. En Galeras se observó un poco más de gas que el visto en los sobrevuelos anteriores, los puntos principales de emisión fueron el Pinta y el Paisita, en éste último con mayor presión y cantidad. También había salida de gases desde Deformes, Las Joyas, el crater adventicio Las Chavas y los puntos dentro del cráter principal, con cierta presión de salida. El color del gas era blanco. La laguna La Trucha tenía muy poca agua. Por otro lado, el reconocimiento aéreo a las cimas de Animas y Doña Juana permitió observar y documentar el estado actual de las dos cimas. En Animas se observó muchísima vegetación y un sector de lagunas al parecer muy rico en agua, no se vio actividad fumarólica. En Doña Juana se observó menos vegetación, existe una pequeña laguna rodeada de vegetación en la caldera, en el cráter no se notó actividad fumarólica y en el lado del gran deslizamiento se notaron surcos marcados por arrastre de material suelto con las lluvias recientes. Petacas no se pudo visitar por que ya la nubosidad era muy marcada. De regreso se tomó la ruta por La Cocha con la esperanza de ver Bordoncillo y Patascoy, pero la zona también estuvo muy nubosa y además el viento era muy fuerte. En el recorrido a Chachagüí para tanquear el helicóptero, entre las 10:15 y las 10:30 desde el sector norte de Galeras se observó una emisión pequeña de gas de color blanco, que no tuvo registro

		asociado de señal sísmica, la emisión duró poco y al parecer provenía de El Paisita, alcanzó aproximadamente 200 m sobre la cima de Galeras.
11/10/05	08:21	En sobrevuelo se observó incremento de la emisión de gases desde diferentes sectores del cono activo, incluyendo: El Pinta, Las Joyas y el cráter principal; el gas sale con presión de chorro. En el sector occidental y noroccidental se sintió un fuerte olor a azufre, incluso sobre Consacá; la columna de gas tenía color claro, con tonalidades azules y se mezclaba rápidamente con las nubes.
20/10/05	06:00	Justo antes de comenzar el sobrevuelo, a las 06:20 se observó la columna de gases desde Pasto, de color blanco y con altura de 300 m sobre la cima de Galeras, la velocidad del viento era de 5,0 km/h. Ya en sobrevuelo se observó mayor cantidad de gas que en los sobrevuelos anteriores, aunque el gas era poco. El gas salía desde varios puntos del cono activo, especialmente tres chorros con presión y de color blanco que se elevaban hasta más de 300 m desde Paisita, Joyas y un punto interior del cráter principal que parecía ser Alteradas. Desde el Pinta salía gas a manera de pulsos en poca cantidad y de color blanco. Desde Chavas salía gas en cantidad moderada con poca presión y se unía al chorro de Joyas. Desde el fondo del cráter, al parecer proveniente de lo que antes era Urcunina, salía gas que a medida que ascendía tomaba una tonalidad grisácea, sin mucha presión y a manera de bocanadas o pulsos, en poca cantidad. Deformes exhibía su acostumbrado chorrito con alguna presión y de color blanco. Desde varios puntos del fondo del cráter principal y de las paredes se observaba salida de gases sin mucha presión, el cual al difuminarse a medida que ascendía tomaba una tonalidad grisácea. La laguna La Trucha se vio muy seca.
10/11/05	07:15	Reporte de sobrevuelo: Salida de gas de color blanco y con presión moderada desde El Pinta, El Paisita, Chavas y algunas zonas del interior del cráter principal (Urcunina, Alteradas, Anganoy). El volumen de gas emitido fue similar al observado en el sobrevuelo de octubre 22, pero mayor al volumen de emisión de octubre 5. A las 07:16 se percibió, desde el helicóptero, olor a gases azufrados sobrevolando el flanco nor-occidental del volcán (sobre Genoy).
15/11/05	17:15	El CLOPAD - Consacá reportó que llovió muy fuerte en Consacá y en la cima de Galeras, que el río Azufral estaba crecido y que se observó una pequeña columna de gases de color oscuro en el sector del Paisita. Esto coincidió con el registro de un temblor de pequeña amplitud en Anganoy y Urcunina, el cual duró aproximadamente 30 minutos. La estación Calabozo se retiró al medio día de hoy, por lo cual no fue posible registrar ese flujo. A las 17:45 el CRUE reportó que algunas poblaciones de la vía circunvalar informaron que el río Azufral estaba crecido y que había olor a azufre. A las 19:30 de la noche, llamó la señora Marcela Vanegas de Parques Nacionales de Consacá, para informar que en la tarde estuvieron buscando venados para fotografiarlos y vieron uno cerca del río Azufral y antes de poder tomarle una foto, el río Azufral que bajaba crecido se lo llevó. En el pluviómetro a las 15:00LT se alcanzaron 3,9 mm/hora de lluvia.
16/11/05	06:40	En sobrevuelo se observó una cantidad de gas levemente mayor que la observada en el anterior. Como hubo poco viento, la columna alcanzó a levantarse aproximadamente 100 m sobre la cima y se la observó desde la ciudad de Pasto, tendida hacia el norte y con un color grisáceo. A medida que se ascendía se notó fuerte olor a azufre, especialmente en el sector norte. Los chorros de gas más definidos venían del Paisita y un punto enfrente de Las Joyas por dentro, con buena presión y de color blanco. Desde el Pinta salía gas a manera de pulsos en poca cantidad y de Las Chavas salía con poca presión en buena cantidad y de color blanco. Dentro del cráter principal hay un punto que presumiblemente era Alteradas, que también mostraba un chorro de gas de color blanco, con buena cantidad y presión. Del fondo del cráter principal salía gas con tono grisáceo, poca presión y en cantidad levemente mayor que la observada en el sobrevuelo anterior. Deformes se mantuvo en su estado habitual, con su chorro delgado y de color blanco. La laguna La Trucha se observó con bastante agua de color verde. Hay que resaltar que llovió en la zona durante todo el fin de semana y ayer en la tarde. Se pudo observar también el deslizamiento del día de ayer 15 de noviembre a las 3 de la tarde, que originó una avalancha en el río azufral y que se registró como una señal tremórica en las estaciones Anganoy y Urcunina, el deslizamiento está sobre el flanco derecho del sector occidental y duró 45 minutos.
20/11/05	12:30	En sobrevuelo se observó que disminución en la salida de gas, con respecto a lo observado en días anteriores, se percibió un suave olor a azufre. Los puntos de emisión principales fueron El Paisita,

		un punto en frente de las Joyas del lado interno del cráter, las Alteradas en el interior del Cráter principal y el cráter adventicio Las Chavas. La presión de salida del gas en los diferentes puntos también disminuyó. Del fondo del cráter principal solamente se observaba algunos puntos con muy poco gas. Desde El Pinta salía gas a manera de pulsos en poca cantidad. El color del gas era blanco. Había muchas manchas de azufre de color amarillo, dentro del cráter principal y en los bordes, especialmente en el lado occidental.
24/11/05	02:46	Hubo una erupción, cayó la ceniza en Pasto. Miembros de la Policía Nacional de guardia en el sector de El Vergel (Genoy), reportaron haber visto bloques incandescentes (como llamaradas) en el momento de la erupción. A las 05:00, personal de la planta de tratamiento Mijitayo reportó que durante veinte minutos cayó ceniza y en los tanques quedó una capa muy fina de ceniza. A las 06:17 reportaron caída de ceniza en un sitio ubicado 3 km arriba de la población de Chachagui y sobre la carretera cayó ceniza muy fina. A las 10:20 reportan desde Consacá que allá no cayó ceniza. A las 10:35, desde el cerro Plazuelas la comisión reportó caída de ceniza en el sector. Otra comisión a las 10:48 reportó caída de ceniza en el plan de Daza, pero más hacia el norte en Chachagui y el sector de la Panamericana no se observó ceniza.
27/11/05	06:00	Desde la estación de Policía No. 100 reportaron caída de ceniza en Sandoná en horas de la mañana
02/12/05	07:08	En sobrevuelo se observó un claro incremento en el volumen y en la presión de salida de los gases y el vapor de agua (sin descartar algún contenido de ceniza en pequeñas concentraciones) provenientes del interior del cráter principal, del cráter secundario El Pinta y en general, de los principales puntos de emisión como: El Paisita, Las Chavas, La Joya, Las Deformes.
06/12/05	09:00	En sobrevuelo se observó salida de gases y vapor de agua, formado una columna de color blanco, desde los principales puntos de emisión (Las Chavas, La Joya, El Paisita, El Pinta, entre otros) y desde el interior de cráter principal. El volumen de las emisiones y la presión de salida, fueron similares a los observados en el anterior sobrevuelo.
09/12/05	07:40	Reporte de sobrevuelo: En el ascenso, por el costado Norte se percibió un fuerte olor a azufre. Se observó que la cantidad de gas emitida disminuyó con relación al sobrevuelo del día 6. Se vio emisión desde El Pinta, a manera de pulsos y el cráter principal, también a manera de pulsos. Desde El Paisita, Las Deformes, Las Joyas y el cráter adventicio Las Chavas, se observó salida de gas con presión y a manera de chorro. El color del gas era blanco y la columna estaba tendida hacia el noroccidente.
20/12/05	17:20	Reportaron desde Briceño, que se escuchó un ruido que provino del volcán y simultáneamente se observó una columna de color gris.
21/12/05	17:29	La comisión desde la cima reportó que encontró partículas muy finas de ceniza y que se escuchó dos clases de sonido, uno como un avión y el otro como el sonido del mar. Desde Deformes salía gas con buena presión. En esta ocasión se pudo confirmar tres eventos, de tipo LP que se registraron en la sede y segundos después se observó en campo un aumento en la cantidad y la presión de los gases emitidos y el sonido que producen al salir.

A continuación se presenta una galería de imágenes de la actividad superficial de Galeras, tomadas desde sobrevuelos que realizan los funcionarios del OVSP con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana, cabe destacar que en los días previos a la erupción de noviembre 24 se registraron muy bajas tasas de emisión de gases:



Figura 2.33 Emisión de gases en el cono activo, julio/06/10:59 LT

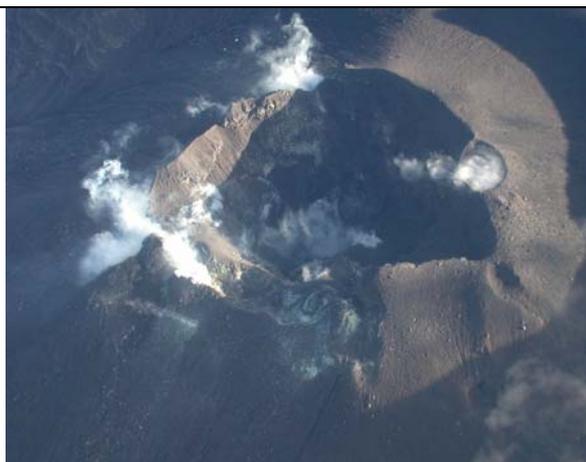


Figura 2.34 Emisión de gases en el cono activo, agosto/22/07:05 LT



Figura 2.35 Emisión de gases en Galeras, septiembre/29/08:29 LT



Figura 2.36 Emisión de gases en el cono activo, octubre/22/07:00 LT



Figura 2.37 Emisión de gases en el cono activo, noviembre/23/10:30 LT



Figura 2.38 Fotografía tomada desde Chachagúí, en horas de la mañana de noviembre 24 (Cortesía Javier Ramírez)



Figura 2.39 Otra fotografía tomada desde Chachagüí, en noviembre 24 (Cortesía Javier Ramírez)



Figura 2.40 Emisión de cenizas, diciembre/29/07:02 LT

La información satelital del Volcanic Ash Advisory Center (VAAC) de la National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA) de Washington, tomada hacia las 04:34 LT (09:34 UTC) detectó una pequeña pluma de cenizas dirigiéndose hacia el ENE del Volcán, con cerca de 15.000 pies de altura (4.572 msnm), que representa una altura aproximada de columna de 300 m sobre la cima del volcán (Figura 26).

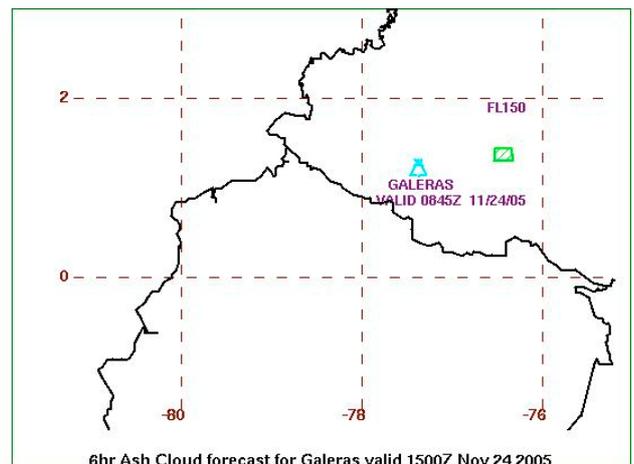
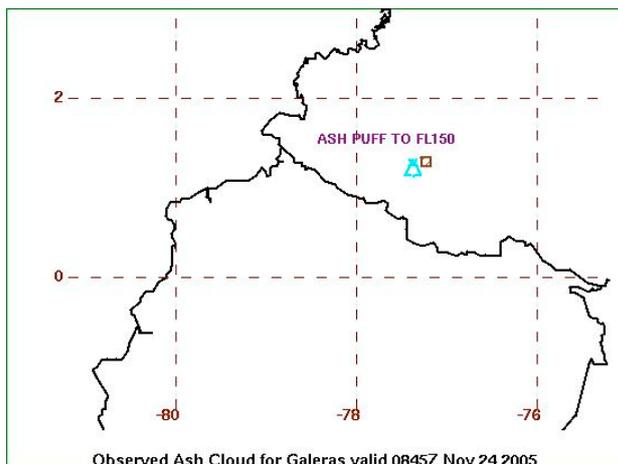


Figura 2.41 Imágenes de NOAA del desplazamiento de la columna de gases y cenizas asociada con la erupción de Galeras. El volcán se representa por un triángulo y la columna de material por un rectángulo.

También se presenta a continuación una galería de imágenes obtenidas mediante sobrevuelos que realizaron los funcionarios del OVSP con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana a los volcanes del sur y a los volcanes del norte, durante el segundo semestre de 2005:



Figura 2.42 Emisión de gases en el volcán Cumbal, septiembre/28/08:35 LT



Figura 2.43 Volcán Azufraal, septiembre/28/09:07 LT



Figura 2.44 Volcán Doña Juana, septiembre/29/09:45 LT



Figura 2.45 Volcán Animas, septiembre/29/09:40 LT

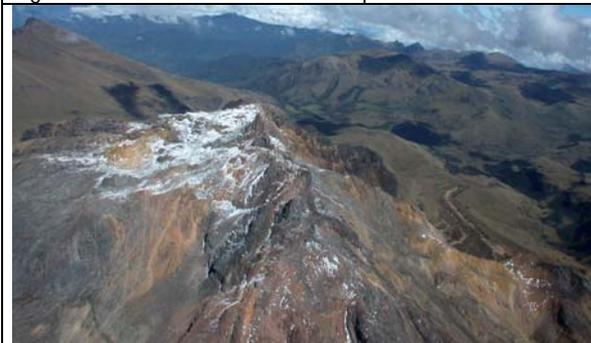


Figura 2.46 Volcán Chiles, diciembre/29/09:56 LT



Figura 2.47 Volcán Cerro Negro, diciembre/29/09:57 LT

2.6 ESTACION CLIMATOLOGICA

La estación climatológica (instalada a 1,6 km S del cráter activo), registró algunos periodos de ausencia de datos, debido a los problemas que se reseñaron en la primera parte de este boletín. Los sensores de la estación climatológica monitorearon factores como velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, presión atmosférica y precipitación en la cima.

Para el segundo semestre de 2005, la temporada de vientos fuertes duró hasta más allá de la mitad de septiembre, siendo a finales de éste mes cuando comenzó a bajar la velocidad del viento. El rango en el cual fluctuaron los valores de velocidad tuvo un valor mínimo de 1,4 km/h registrado en noviembre 12 y el valor máximo fue de 133,3 km/h, registrado en julio 28 (Figura 2.48).

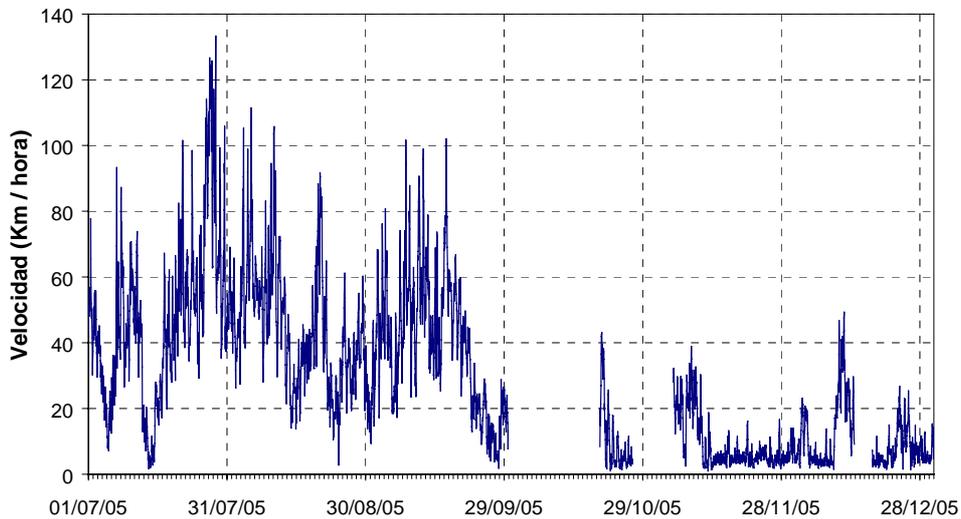


Figura 2.48 Velocidad del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005

Durante el segundo semestre de 2005 la dirección del viento básicamente registró valores de azimut entre 220° y 360° (Figura 2.49), o sea barriendo los cuadrantes de suroccidente a norte. El 90% de todos los datos indicó una dirección del viento de 285° a 304° , o sea hacia el occidente-noroccidente (Figura 2.50).

Sólo en contadas ocasiones los registros indicaron 180° o sea dirección sur. No hubo registros de dirección hacia el costado oriental, lo cual puede deberse a que en algunas ocasiones la velocidad del viento es muy baja y el dato de dirección no es muy confiable.

Comparando las figuras 2.48 y 2.49, podemos observar que a velocidades de viento altas la confinación de los datos de dirección es mayor y a velocidades bajas, los datos de dirección de viento se dispersan más.

Durante la erupción de noviembre 24, el viento estuvo dirigido hacia el oriente, por esta razón las cenizas se depositaron en la ciudad de San Juan de Pasto y aunque las velocidades fueron bajas, entre 4 y 8 km/hora, las cenizas llegaron a depositarse a 40 km de distancia de Galeras.

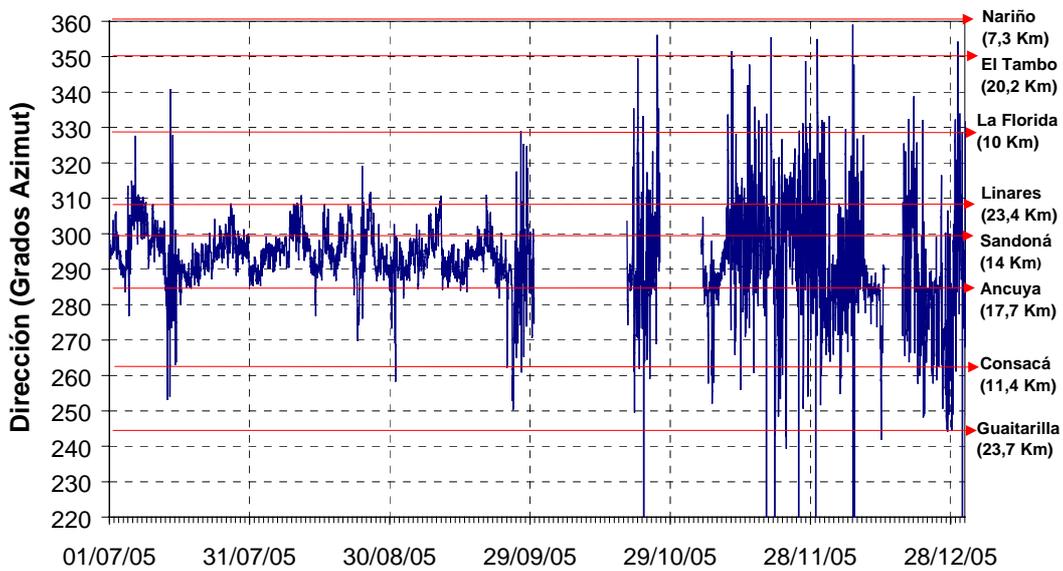


Figura 2.49 Dirección del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005.

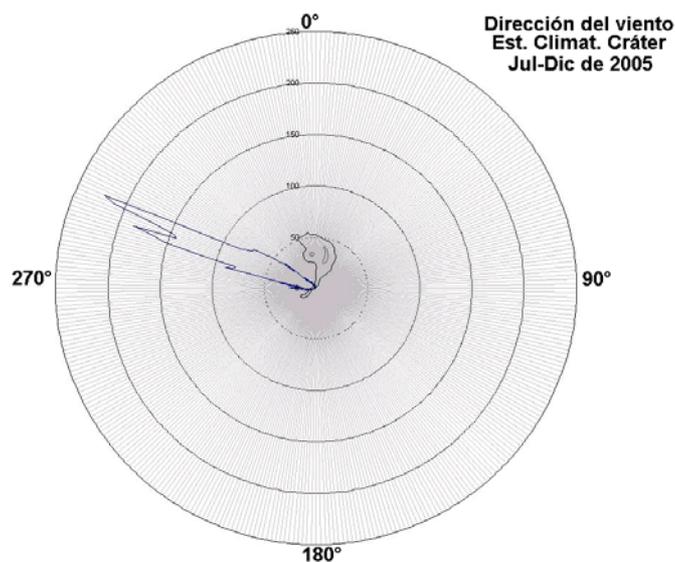


Figura 2.50 Dirección preferencial del viento en la cima. Julio a diciembre de 2005.

Como sucede generalmente, la temperatura ambiente en la cima durante el segundo semestre de 2005 fluctuó entre -1°C y 12°C (Figura 2.51). En la primera mitad del semestre la temperatura se mantuvo mayormente entre 1°C y 3°C . Y en la segunda mitad del semestre se notó aumento y mayor dispersión en los valores diarios, manteniéndose entre 3°C y 5°C el promedio (Figura 2.51).

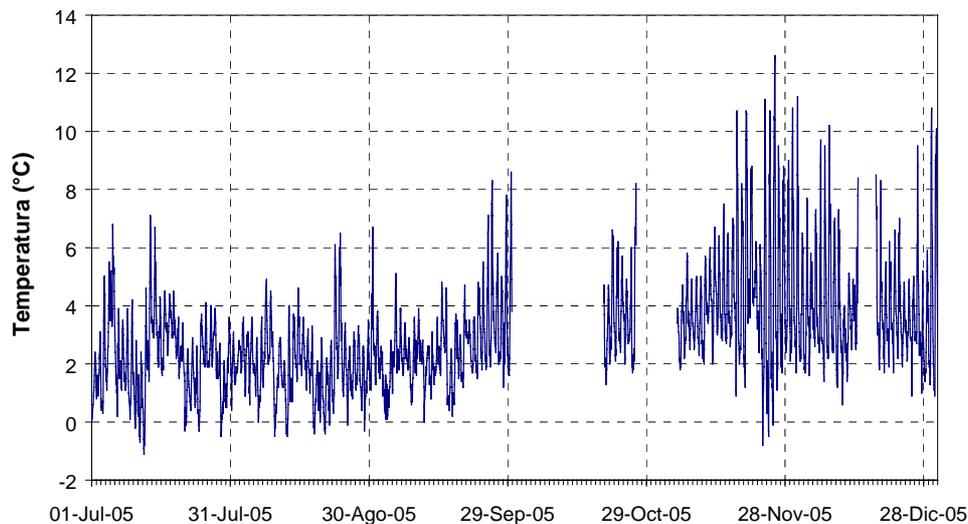


Figura 2.51 Temperatura ambiental en la cima. Julio a diciembre de 2005

Durante el segundo semestre de 2005 fueron muy escasos los días que no presentaron precipitación, pues debido a las extremas condiciones atmosféricas de la cima, es muy común que esté nublada y se presenten lluvias, lloviznas, tormentas y en algunas ocasiones granizo. El pico de precipitación del semestre se presentó en octubre 25 con 74,3 mm/día (Figura 2.52). Los mayores valores se presentaron a finales del semestres, sobrepasando en varias ocasiones los 30 mm/día.

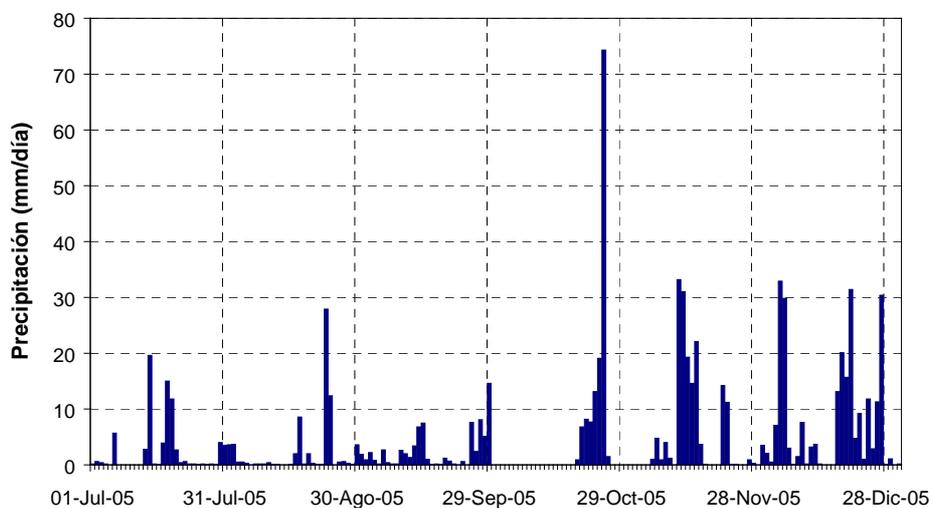


Figura 2.52 Precipitación en la cima. Julio a diciembre de 2005

Los datos de presión atmosférica fueron relativamente estables, durante la primera mitad del semestre, con un promedio de 646 HPa. Luego de que la estación fue afectada por el rayo, los valores de presión se bajaron a un promedio de 629 HPa, el cual ascendió a final del semestre a 631 HPa (Figura 2.53).

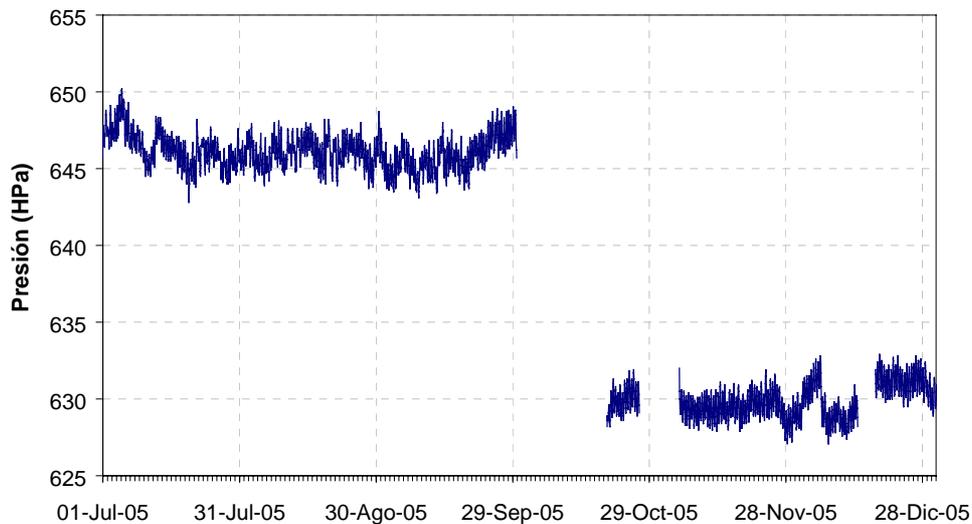


Figura 2.53 Presión atmosférica en la cima. Enero a junio de 2005

2.7 GEOLOGIA

Trabajos de reconocimiento en campo, posteriores a la erupción de noviembre 24, realizados por personal del OVSP, permitieron establecer que los depósitos de ceniza se distribuyeron hacia el flanco oriental de Galeras, desde la parte alta del volcán, pasando por las poblaciones más cercanas al mismo como la ciudad de San Juan de Pasto, Jongovito, Jamondino, Obonuco y siguiendo sobre poblaciones más alejadas del centro volcánico como San Ignacio y Rosal del Monte (al sur del municipio de Buesaco), El Encano, llegando inclusive hasta las poblaciones de Colón, San Francisco y Sibundoy en el vecino Departamento de Putumayo.

En la mayor parte de estas zonas los depósitos de cenizas tuvieron espesores de pocos milímetros y en la cima se encontraron depósitos hasta de 2 cm, con partículas de mayor diámetro. El alcance máximo de distribución de la ceniza fue de 35 a 40 Km en dirección oriente de Galeras (Figura 2.54).

El procesamiento preliminar de los datos permitió estimar que las cenizas se depositaron en un área de al menos 1.317 km², en dirección oriente del volcán.

Con base en esa área y en los espesores de material detectados, el cálculo preliminar que se tiene del volumen mínimo de material depositado es de 7x10⁵ m³. En términos comparativos, este volumen es mayor que los encontrados durante los procesos entre julio y agosto de 2004 (estimado en cerca de 5x10⁵ m³) y menor que los correspondientes a las erupciones de agosto 11-12 de 2004 y noviembre 21 de 2004 que fueron estimados respectivamente en 1,1x10⁶ m³ y 1,3x10⁶ m³.

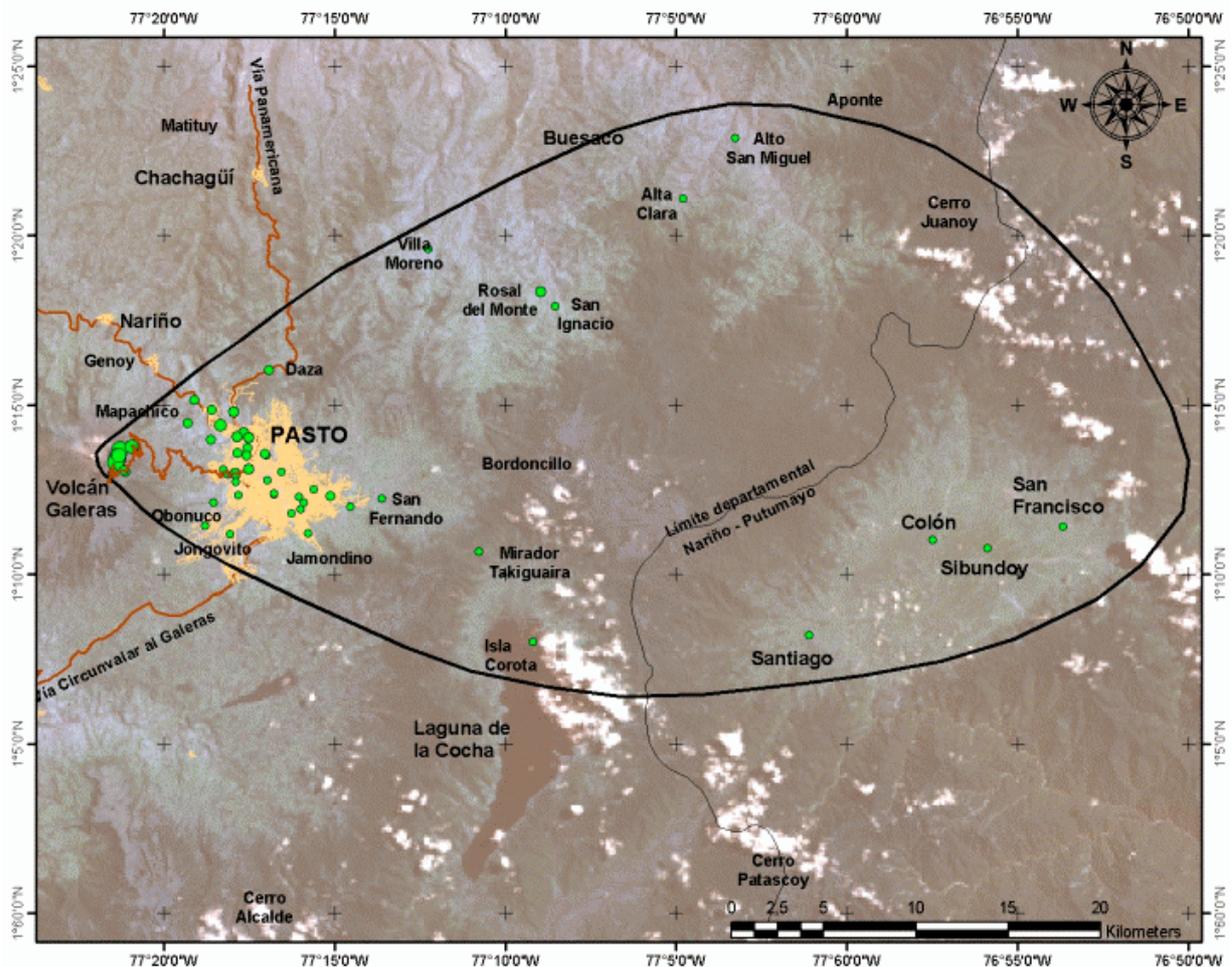


Figura 2.54 Mapa de distribución general de los depósitos del evento eruptivo de Galeras, en noviembre 24 de 2005. Los círculos en verde, representan los sitios donde se obtuvo la información.

2.8 CONCLUSIONES

- De manera general, la actividad sísmica del segundo semestre de 2005, fue mayor que la registrada en el semestre anterior, en cuanto a ocurrencia de eventos y energía VT. La energía de los otros tipos de sismicidad fue menor que la registrada en el semestre anterior.
- El enjambre de VT registrado entre el 19 y el 27 de agosto, tuvo sismos que se reportaron sentidos en Pasto y otras poblaciones del norte de Galeras. Este enjambre se asoció con una intrusión magmática.
- El número total de eventos VT de este semestre correspondió al doble del registrado en el semestre anterior.
- El aporte en número y energía de sismos VT del enjambre de agosto fue aproximadamente equivalente al 16% y al 98% del número y energía de VT del semestre.
- Se reportaron sentidos 14 sismos VT, 11 de los cuales pertenecieron al enjambre de agosto.

- El cono activo y sus inmediaciones, fue nuevamente la principal fuente generadora de sismos superficiales. La fuente norte fue la engendradora del enjambre de sismos sentidos de agosto.
- Los epicentros de los sismos superficiales se localizaron en la zona del cráter activo, siguiendo un lineamiento suoriental-noroccidente.
- La gran mayoría de sismos localizados mostró profundidades superficiales, menores de 3,0 km. La profundidad de los eventos VT del enjambre de agosto, osciló entre 4 y 8 km.
- Los sismos asociados con dinámica de fluidos (LPS, TRE, HYB) mostraron un ascenso importante en ocurrencia, pero no en energía, ya que aunque se tuvieron bastantes eventos, sus amplitudes eran moderadas, comparadas con las registradas en el primer semestre de 2005.
- Finalizando el semestre se notó un aumento importante en la ocurrencia de eventos de tipo LP, probablemente asociada con actividad magmática.
- Las amplitudes de los eventos de tipo Tornillo, fueron moderadas, alcanzando velocidades de movimiento de las partículas del suelo de $46 \mu\text{m/s}$. La duración de los eventos tipo Tornillo también fue moderada, siendo la máxima de 3,8 minutos.
- Previo a la erupción de noviembre 24, en el último grupo de tornillos registrado entre octubre 30 y noviembre 20, se observó una tendencia lentamente descendente de la frecuencia dominante de los eventos tipo tornillo, lo cual se ha observado en otros períodos de actividad eruptiva de Galeras y que se relacionan con disminuciones en la velocidad acústica como posible enriquecimiento de la fase gaseosa en el magma. Estas frecuencias comenzaron con un valor de 2,09 Hz y terminaron con 1,59 Hz.
- Finalizando el semestre se observó un notorio aumento en el número y energía de los episodios de temblor, muy posiblemente asociados con actividad magmática. A finales de diciembre los temblores se acompañaron con oscuras columnas cargadas de ceniza.
- El temblor asociado con la erupción de noviembre 24, fue el más largo del semestre, con una duración de 6,8 días, su energía fue de $7,49 \times 10^{13}$ ergios.
- Los vectores de nivelación materializados en el sector norte de Galeras mostraron tendencias dispares, mientras los más cercanos y confinados al norte indicaron una posible deflación, los vectores más lejanos y tirados hacia los flancos oriente y occidente, indicaron una posible inflación de la zona.
- De igual forma, los vectores del sur no mostraron concordancia, mientras uno de los vectores cercanos mostró ascenso, el vector lejano mostró descenso. Uno de los vectores no mostró una tendencia definida.
- Una situación similar se vio en el sector oriental de Galeras, donde el vector tangencial indicó inflación hacia el norte del vector, el vector radial cercano mostró una tendencia deflacionaria en la zona y el vector radial lejano no mostró una tendencia definida.
- El único vector del sector occidental mostró deflación, pero es necesario tener en cuenta que solamente se hizo una medida durante el semestre y la tendencia se hizo en comparación con la que mostró en el semestre anterior.
- Los tres inclinómetros mostraron notables variaciones, especialmente con las componentes radiales. Los períodos de variación de los tres inclinómetros no coincidieron.
- Durante los dos meses que funcionó, el comportamiento en general de las dos componentes de Huairatola fue de ascenso, con una resultante de $26,7 \mu\text{rad}$, apuntando hacia el WNW, lo cual indicaría inflación hacia esa zona.

- El inclinómetro Cráter mostró diferentes tendencias de comportamiento, especialmente con su componente radial, siendo la más importante la variación registrada entre el 23 y el 27 de agosto, con una magnitud resultante de 95,7 μ rad, apuntando hacia el sur del cráter, lo que indicaría inflación en esa zona. Esta variación coincidió con el enjambre de eventos sentidos de agosto.
- Los cambios más notorios en inclinometría se presentaron en la estación Peladitos, especialmente con su componente radial, siendo la variación más importante la registrada entre septiembre 15 y octubre 22, con una resultante de 859,8 μ rad, apuntando hacia el sur del cráter principal, lo que indicaría inflación en esa dirección.
- Teniendo en cuenta la velocidad del viento, el mayor valor de contenido de SO₂ en el aire fue de 5.220 Tn, el cual fue registrado en diciembre 23 en horas de la tarde, con una velocidad del viento de 5 m/seg, en un recorrido desde la vereda Cariaco Alto hasta la población de La Florida y con la columna de gases dirigida hacia el occidente.
- Si no se tiene en cuenta la velocidad del viento, el mayor valor de SO₂ contenido en el aire fue de 1.207 Tn, registrado en noviembre 25 en horas de la mañana, en un recorrido entre la población de Nariño y la vereda La Marqueza y con la columna de gases dirigida hacia el oriente.
- Las medidas previas a la erupción del 24 de noviembre, tomadas entre el 12 y el 22 de noviembre, arrojaron siempre valores de cero, pues el sistema estaba presurizado y no dejaba escapar el gas.
- Las emisiones de Radón-222 en la Línea Norte fueron en general menores que las encontradas en el semestre anterior, con un máximo de 3.215 pCi/L.
- Las emisiones de la Línea Circunvalar durante este semestre fueron menores que las medidas en el semestre anterior, con un pico semestral 4.670 pCi/L.
- Las dos nuevas estaciones instaladas en el sector de las lavas fisurales de San Cayetano mostraron valores de emisión bajos, menores de 1.350 pCi/L.
- La mayoría de las veces la columna de gases y vapor de agua, tuvo coloración blanca y sus alturas variaron entre 300 y 1.000 m sobre la cima de Galeras
- Gran parte de éstas columnas tuvieron un registro sísmico asociado, generalmente de tremor.
- En los días previos a la erupción de noviembre 24, aunque las condiciones atmosféricas fueron benévolas, no se observó la columna desde la ciudad y los sobrevuelos permitieron apreciar una muy baja tasa de emisión de gas.
- Los puntos principales de emisión de gases fueron El Paisita, Las Chavas, Las Joyas y las Deformes.
- La dirección del viento básicamente registró valores de acimut entre 220° y 360°, o sea barriendo los cuadrantes de suroccidente a norte.
- El 90% de todos los datos indicó una dirección del viento de 285° a 304°, o sea hacia el occidente-noroccidente.
- Durante la erupción de noviembre 24, el viento estuvo dirigido hacia el oriente, por esta razón las cenizas se depositaron en la ciudad de San Juan de Pasto y aunque las velocidades fueron bajas, entre 4 y 8 km/hora, las cenizas llegaron a depositarse a 40 km de distancia de Galeras.
- En la mayor parte de las zonas de caída de cenizas, los depósitos tuvieron espesores de pocos milímetros y en la cima se encontraron depósitos hasta de 2 cm, con partículas de mayor diámetro.

- El alcance máximo de distribución de la ceniza fue de 35 a 40 Km en dirección oriente de Galeras.
- Se estimó que las cenizas se depositaron en un área de al menos 1.317 km², en dirección oriente del volcán
- Con base en el área estimada de caída y en los espesores de material detectados, se calculó un volumen preliminar mínimo de material depositado de 7×10^5 m³
- Los sucesos de actividad volcánica acontecidos en el segundo semestre de 2005, resaltando la erupción del 24 de noviembre, no demuestran ser el cierre de un ciclo de actividad, sino por el contrario, estuvieron en el marco de un estado predómico, tal como se pudo corroborar con la observación de un domo emplazado en la base del cono el 13 de enero de 2006, pone de manifiesto la evolución del proceso volcánico con la posibilidad de erupciones hacia futuro.

2.9 BIBLIOGRAFIA

Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS. Boletín Semestral de Actividad de los Volcanes Colombianos, enero a junio de 2005. Informe inédito. Pasto. Septiembre 2005.

Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS. Reportes Mensuales de Actividad del Volcán Galeras. Meses de Julio a Diciembre de 2005. Varios autores. Informes inéditos. Pasto. 2005.

2.10 PERSONAL PARTICIPANTE

Personal Observatorio Vulcanológico de Pasto

Gómez Martínez Diego Mauricio	Ponce Villarreal Anita Patricia
Laverde Castaño Carlos Andrés	Silva Parra Betty
Narvárez Medina Lourdes	Torres Corredor Roberto Armando
Ortega Estupiñán Adriana Micaela	Grupo de Estudiantes

Personal Observatorio Vulcanológico de Manizales

Alvaro Pablo Acevedo	Gloria Patricia Cortés
Fernando Gil Cruz	John Makario Londoño

Personal Observatorio Vulcanológico de Popayán

Jaime Raigosa Arango	Carlos Eduardo Cardona
----------------------	------------------------

Ingeominas – Otras sedes

Dra. Marta Lucía Calvache	Gustavo Garzón Valencia
---------------------------	-------------------------