

<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>DOMINIO</i>
IDENTIFICACIÓN		
Información de la citación		
CITACIÓN		
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 Mauricio Gómez Martínez
Fecha	De publicación/disposición tres primeras letras del mes/año	Nov/2009
Título		Boletín Semestral de Actividad del Volcán Galeras. Julio a Diciembre de 2008.
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 datos obtenidos del monitoreo continuo a la actividad de Galeras, en áreas como: funcionamiento de estaciones, actividad sísmica, actividad superficial, muestreos geoquímicos, climatología y deformación. Se utiliza 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 Volcánica (AME08 – 42).
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/2008 a Diciembre de 2008
Dominio Espacial		

	Descripción del área geográfica. Incluir el nombre del territorio que cubre el producto. Incluir área geográfica dada en km ² .	Zona de influencia del Volcán Galeras.
Coordenadas /límites		
Oeste		No aplica.
Este		No aplica.
Norte		No aplica.
Sur		No aplica.
Nivel de resolución	Escala	No aplica.
Descriptor		
Descriptor de tema	Palabra o frase común que describe aspectos temáticos del conjunto de datos	Descriptor primarios: -Actividad Sísmica -Número diario -Energía diaria -Frecuencia -Localizaciones -Deformación -Variación -Emisiones -Flujo -Potenciales eléctricos espontáneos -Emisiones -Actividad Superficial -Temperaturas -Estación climatológica -Cenizas -Observaciones
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\informes\informes_finales\VIGILANCIA\Boletines semestrales\08\bol_II_08
Calidad de los datos		
Informe general de calidad	Incluye conceptos sobre limitaciones, exactitud temática, contenido, normatividad	Se vigila y monitorea las diferentes manifestaciones de la actividad volcánica y sísmica en la zona de influencia del Volcán Galeras, en orden a entender los diferentes fenómenos internos que las producen y a un pronóstico de eventos eruptivos.

Distribución		
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 PDF
Opción de transferencia digital		
Dirección en línea	Dirección electrónica donde se puede obtener el conjunto de datos	http://intranet.ingominas.gov.co/pasto/Boletines_semestrales
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 Información Geológico Minera. 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@ingominas.gov.co



**BOLETÍN SEMESTRAL DE ACTIVIDAD DEL VOLCÁN GALERAS
JULIO A DICIEMBRE DE 2008**

Edición:

DIEGO MAURICIO GOMEZ MARTINEZ

San Juan de Pasto, noviembre de 2009

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS

BOLETÍN SEMESTRAL DE ACTIVIDAD DEL VOLCÁN GALERAS
JULIO A DICIEMBRE DE 2009

Edición:

DIEGO MAURICIO GOMEZ MARTINEZ

San Juan de Pasto, noviembre de 2009

2. VOLCÁN GALERAS

CONTENIDO

	RESUMEN	Pág. 1
	INTRODUCCIÓN	2
2	VOLCAN GALERAS	4
	2.1 RED DE VIGILANCIA	4
	2.2 IMPLEMENTACION RED DE VIGILANCIA EN LOS VOLCANES DEL SUR	10
	2.3 SISMOLOGIA	18
	2.4 DEFORMACIÓN	38
	2.5 FISICOQUÍMICA	42
	2.6 ACTIVIDAD SUPERFICIAL Y CAMBIOS MORFOLÓGICOS	48
	2.7 ESTACIÓN CLIMÁTICA	63
	2.8 CONCLUSIONES	65
	2.9 BIBLIOGRAFÍA	65
	2.10 PERSONAL PARTICIPANTE	66

TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Características de algunas de las estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Galeras durante el segundo semestre de 2008.	5
Tabla 2.2	Inclinómetros electrónicos telemétricos que conformaron la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras durante el segundo semestre de 2008.	6
Tabla 2.3	Características de las estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras, las cuales funcionaron durante el segundo semestre de 2008.	7
Tabla 2.4	Principales aspectos relacionados con el funcionamiento y cambio de equipos en la red de Galeras, durante el segundo semestre de 2008.	10
Tabla 2.5	Estaciones instaladas en el volcán Doña Juana	15
Tabla 2.6	Características de las estaciones que se instalaron en la red de vigilancia de la actividad del volcán Cumbal durante el segundo semestre de 2008.	16
Tabla 2.7	Características de las estaciones que se instalaron para la vigilancia de la actividad del volcán Azufra durante el segundo semestre de 2008.	17
Tabla 2.8	Número de sismos volcánicos por tipo, registrados en los periodos indicados.	20
Tabla 2.9	Energía sísmica liberada para cada tipo de evento, en los periodos indicados.	20
Tabla 2.10	Temperaturas máximas (°C) de algunos puntos del cono activo, registradas con la cámara FLIR durante los sobrevuelos efectuados entre julio de 2007 y diciembre de 2008.	61

FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Mapa de localización de algunas de las estaciones (sismómetro, acelerómetros, acústico, climática y repetidoras) que conformaron la red de monitoreo de Galeras durante el segundo semestre de 2008.	4
Figura 2.2	Red para el monitoreo de la deformación volcánica del Galeras, conformada por cuatro inclinómetros electrónicos, que funcionaron en el segundo semestre de 2008.	5
Figura 2.3	Estaciones que conforman la red de monitoreo de emisión del isótopo del gas Radón-222 en suelos, en las cuales se hizo muestro durante el segundo semestre de 2008. Línea Norte: Huecada-3, Meneses-3, San Juan Bajo-2 y Zanjón-1. Línea Circunvalar: Ancuya, Anil-2, San Francisco, Sismo-1, y Sismo-5. Línea Galeras: Cobanegra-1, Lava-1, Lava-2, Lirios-1 y Santa Bárbara-1.	7
Figura 2.4	Mapa de localización de las estaciones telemétricas ScanDOAS del proyecto NOVAC para el monitoreo de emisiones de Dióxido de Azufre (SO ₂), que funcionaron durante el segundo semestre de 2008.	8
Figura 2.5	Mapa de localización de la estación para el monitoreo del campo eléctrico y magnético, que funcionó durante el segundo semestre de 2008.	8
Figura 2.6	Mapa de localización de las cámaras web que funcionaron durante el segundo semestre de 2008. Estas cámaras se encuentran instaladas en la sede del OVSP en Pasto y en la Institución Educativa Los Libertadores en el casco urbano del municipio de Consacá.	9
Figura 2.7	Histograma del porcentaje de funcionamiento durante el segundo semestre de 2008 (julio a diciembre de 2008), de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras.	9
Figura 2.8	Localización geográfica de los principales volcanes activos en el departamento de Nariño.	12
Figura 2.9	Sistemas de protección tipo para estaciones sismológicas y de inclinometría electrónica instaladas en los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral, en el departamento de Nariño. Una vez realizado el sistema de protección tanto para las estaciones como para los sitios de repetición, se procedió a realizar la instalación de los equipos..	13
Figura 2.10	Mapa de la región de influencia del volcán Doña Juana en el que se señala la red instrumental conformada por estaciones sismológicas y de inclinometría electrónica instaladas en el 2008. Adicionalmente, en el mapa se encuentra la estación sismológica de corto período La Cruz de la RSNC.	14
Figura 2.11	Mapa de localización de las estaciones instaladas en el volcán Cumbal durante el segundo semestre de 2008.	15
Figura 2.12	Mapa de localización de las estaciones instaladas para el monitoreo de la actividad del volcán Azufral, en el segundo semestre de 2008.	16
Figura 2.13	Histograma del porcentaje de funcionamiento durante el segundo semestre de 2008 (julio a diciembre de 2008), de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo de los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral.	17
Figura 2.14	Histograma de número diario de eventos volcánicos por tipo durante 2008. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.	19
Figura 2.15	Relaciones porcentuales de la variación de la sismicidad del segundo semestre en comparación con la del primer semestre de 2008. Al lado izquierdo, la ocurrencia de sismos y a la derecha, la energía sísmica liberada.	19
Figura 2.16	Relaciones porcentuales de conteo (arriba) y energía sísmica liberada (abajo) por tipo de sismos para el primer semestre (izquierda) y segundo semestre (derecha).	20
Figura 2.17	Histograma de número diario de sismos LP (arriba) y acumulado de sismos LP (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	21
Figura 2.18	Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos LP (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	22

Figura 2.19	Histograma de número diario de episodios TRE (arriba) y acumulado de episodios TRE (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	23
Figura 2.20	Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos TRE (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	24
Figura 2.21	Espectro en frecuencia (arriba), sismograma (centro) y espectrograma (abajo) del registro en la estación Anganoy (sismómetro de corto periodo ubicado a 0.9 km del cráter principal), de un segmento del episodio espasmódico TRE asociado a una emisión de cenizas el 3 de julio de 2008 (el tiempo en la gráfica corresponde a la hora universal: Hora local+5 horas). En la parte superior derecha se muestra una imagen de la emisión de gases volcánicos acompañados de ceniza fina.	25
Figura 2.22	Sismograma (arriba), espectro en frecuencia (medio) y espectrograma (abajo) registrado en la estación Anganoy del episodio de tremor armónico, ocurrido a manera de enjambre de eventos tipo LP, el día 17 de septiembre de 2008 entre la 1:45 a.m. y la 1:48 a.m. La ventana corresponde a un intervalo de duración de aproximadamente 1.5 minutos.	25
Figura 2.23	Registro sísmico (arriba), espectro (centro) y espectrograma (abajo) de una ventana del episodio de tremor armónico registrado el 18 de diciembre a las 2:05 p.m.	26
Figura 2.24	Registro sísmico (arriba), ventana de dos minutos del registro sísmico (arriba-centro), espectro (abajo-centro) y espectrograma (abajo) de un episodio TRE armónico registrado el 21 de diciembre a las 5:28 p.m.	26
Figura 2.25	Sismograma, espectrograma y espectro de amplitudes de un registro en la estación Anganoy de un LP y su consecutivo TRE armónico registrados el 15 de noviembre de 2008 a las 11:01 p.m.	27
Figura 2.26	Evento LP, registrado por la estación Anganoy el 4 de noviembre a las 6:32 p.m., y sucedido por un episodio TRE armónico. De arriba a abajo se muestra: el espectro en frecuencia, el espectrograma y el sismograma para el LP y los primeros 10 minutos del TRE. En la parte inferior, a la izquierda un detalle del evento LP y a la derecha dos minutos de TRE.	27
Figura 2.27	Histograma de número diario de sismos HYB (arriba) y acumulado de sismos HYB (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	28
Figura 2.28	Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos HYB (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	29
Figura 2.29	Sismograma registrado por la estación Anganoy entre las 08:00 a.m. del 28 de noviembre hasta las 07:00 a.m. del 30 de noviembre de 2008. En el recuadro rojo se observa la clara disminución en la ocurrencia de la sismicidad asociada con dinámica de fluidos y la aparición de sismos asociados con fracturas de carácter superficial (óvalos verdes) que anteceden al episodio de tremor registrado hacia las 02:18 a.m. del 30 de noviembre y que estuvo asociado a la emisión de ceniza.	30
Figura 2.30	Sismograma, espectro de Fourier y espectrograma registrado por la estación Anganoy de la señal sísmica ocurrida el día 30 de noviembre de 2008 a las 02:25 a.m. y que estuvo asociada a emisión de ceniza.	30
Figura 2.31	Histograma de número diario de sismos VT (arriba) y acumulado de sismos VT (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	32
Figura 2.32	Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos VT (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.	33
Figura 2.33	Hipocentros de sismos VT en la zona de influencia de Galeras durante el segundo semestre de 2008. En los cortes norte-sur (derecha) y este-oeste (abajo) cada división equivale a 2 Km.	34
Figura 2.34	Relaciones porcentuales por rangos de profundidad (izquierda) y por rangos de magnitud local (derecha) para los sismos VT localizados durante el segundo semestre de 2008. A la derecha de cada diagrama se presentan sus convenciones.	34
Figura 2.35	Densidad de energía sísmica liberada y epicentros de sismos VT durante el segundo semestre de 2008. Las zonas con color rojo son las más energéticas y las amarillas menos. En la parte inferior derecha de la gráfica se muestran las convenciones de los epicentros.	35

Figura 2.36	Localizaciones hipocentrales de VT registrados durante el mes de noviembre de 2008. En los cortes, cada división representa 1.3 km. Los círculos verdes indican las fuentes sismogénicas relacionadas con la actividad volcano-tectónica del mes de noviembre.	35
Figura 2.37	Evolución espacio temporal de sismos VT durante 2008. En la gráfica superior se muestra las latitudes y en la inferior las longitudes.	36
Figura 2.38	Evolución espacio temporal de sismos VT durante 2008. En la gráfica superior se muestra las profundidades y en la inferior las magnitudes.	37
Figura 2.39	Comportamiento de las componentes radial y tangencial para los inclinómetros: a) Peladitos , b) Cráter y c) Calabozo, entre junio de 2005 y diciembre de 2008.	38
Figura 2.40	Comportamiento de las componentes radial y tangencial para los inclinómetros: a) Peladitos , b) Cráter y c) Calabozo, entre junio de 2005 y diciembre de 2008.	39
Figura 2.41	Izquierda, vectores resultantes para los inclinómetros Cráter y Peladitos, entre el 17 y el 19 de enero, el asterisco indica el lugar donde se encuentra la estación. Derecha, Curva que se ajusta a los vectores resultantes obtenidos, utilizando el modelo de Mogi.	40
Figura 2.42	Componentes de inclinación tangencial y radial , junto con los datos de temperatura del inclinómetro Cráter, durante el 2008.	41
Figura 2.43	Componentes de inclinación tangencial y radial, junto con los datos de temperatura del inclinómetro Peladitos, durante el 2008.	41
Figura 2.44	Componentes de inclinación tangencial y radial , junto con los datos de temperatura del inclinómetro Calabozo, durante el 2008.	42
Figura 2.45	Vectores resultantes para la red de deformación. Izquierda en el periodo entre mayo y octubre de 2008. Derecha, Periodo entre octubre y diciembre de 2008.	42
Figura 2.46	Flujo de SO ₂ de Galeras, medido con estaciones Scan-DOAS (NOVAC). Enero a diciembre de 2008.	43
Figura 2.47	Flujo de SO ₂ de Galeras, medido con Móvil-DOAS (NOVAC). Octubre 9 de 2008.	44
Figura 2.48	Concentración de SO ₂ en la atmósfera a una altura de 5.000 m.s.n.m. Datos OMI, enero a diciembre de 2008.	45
Figura 2.49	Imagen satelital OMI de concentración de SO ₂ en la atmósfera a una altura de 5.000 m.s.n.m. sobre Galeras. Diciembre 15 de 2008.	45
Figura 2.50	Emisiones de Rn ₂₂₂ , en la Línea Norte. Febrero a septiembre de 2008.	46
Figura 2.51	Emisiones de Rn ₂₂₂ , en la Línea Circunvalar. Febrero a septiembre de 2008.	47
Figura 2.52	Emisiones de Rn ₂₂₂ , en la Línea Galeras. Febrero a septiembre de 2008.	47
Figura 2.53	Emisión de gases volcánicos y ceniza, registrada en julio 3 de 2008 a las 6:24 a.m., vista desde la sede del OVSP en el parque infantil.	48
Figura 2.54	Emisiones de los días 15 y 17 de julio de 2008 a las 6:07 p.m. (izquierda) y las 8:03 a.m. (derecha) respectivamente.	49
Figura 2.55	Emisiones de gases y cenizas, observadas en los días 30 y 31 de julio de 2008 a las 5:48 p.m. (izquierda) y 6:19 a.m. (derecha), respectivamente.	49
Figura 2.56	Columnas de emisión de gases y ceniza. A) Agosto 22 a las 6:27 p.m.; B) Agosto 24 a las 5:57 a.m.; C) Agosto 24 a las 6:14 a.m.	49
Figura 2.57	Columnas de emisión de agosto 25 a las 6:23 p.m. (izquierda) y agosto 28 a las 5:39 p.m. (derecha).	50
Figura 2.58	Imágenes de la emisión de gas en el cono activo de Galeras, registradas a las 6:31 a.m. y 6:36 a.m. durante el sobrevuelo realizado en agosto 2 de 2008.	50
Figura 2.59	Fotografías tomadas durante el sobrevuelo realizado en agosto 12. A la izquierda una vista desde el nor-orienté del anfiteatro y a la derecha una vista desde el sur del anfiteatro.	51
Figura 2.60	Imagen térmica del volcán Galeras, tomada en agosto 12 de 2008. Los colores claros indican temperaturas más altas y los colores oscuros, temperaturas más bajas (0 a 240°C), de acuerdo con la escala crómática de la derecha. Las zonas en color rojo (como las detectadas al fondo del cráter principal y en Marte Este) indican temperaturas mayores al rango bajo de detección (> 240°C).	51

Figura 2.61	Imagen térmica del volcán Galeras, tomada en agosto 15. La escala cromática de colores muestra un rango hasta hasta 500°C. Las zonas con temperaturas más altas corresponden al fondo del cráter principal, con valores hasta de 470°C en una zona al nor-orienté del mismo. También se destacan las temperaturas registradas en la región de Marte-Este (sobre la pared sur del cono activo), con valores hasta de 200°C.	52
Figura 2.62	Emisiones observadas en septiembre 2 y septiembre 4, respectivamente	53
Figura 2.63	Emisiones de gases volcánicos. A) Desde la población de Consacá, septiembre 12, 8:07 a.m.; B) Sobrevuelo de septiembre 19, 6:13 a.m.; C) Sobrevuelo de septiembre 19, 6:34 a.m.	53
Figura 2.64	Emisión de gases registrada en septiembre 25 a las 12:14 p.m. En la parte inferior se observa el sismograma (estación Cufiño) del Tremor asociado.	53
Figura 2.65	Imágenes registradas durante sobrevuelo de septiembre 19, en las que se observó incandescencia en el interior del cráter principal (sector nororiental), debida a la presencia de magma extruido en superficie en forma de domo.	54
Figura 2.66	Fotografía e imagen térmica tomada en el sobrevuelo de septiembre 19, a las 6:12 am, nótese la incandescencia (izquierda) por la presencia del domo de lava y la mayor anomalía térmica en la región nor-oriental interna del cráter (derecha).	54
Figura 2.67	Emisiones de gases volcánicos. A) 12 de octubre de 2008, 4:36 p.m.; B) 14 de octubre, 5:05 p.m.; C) 19 de octubre, 04:17 p.m. D) 24 de octubre, 5:45 p.m. E) 26 de octubre, 5:31 a.m. F) Sobrevuelo del 30 de octubre, 06:26 a.m.	56
Figura 2.68	Izquierda: Imágenes térmicas del cono activo de Galeras tomadas durante el sobrevuelo de octubre 25 de 2008, entre las 6:00 y las 6:30 a.m. Derecha: Imagen térmica del cono activo de Galeras en octubre 30 de 2008. Las zonas en color verde indican temperaturas mayores a 240°C.	57
Figura 2.69	Imágenes que muestran algunas columnas de emisión ocurridas entre el 6 y el 15 de noviembre de 2009, observadas principalmente desde la ciudad de Pasto.	58
Figura 2.70	Imágenes que muestran algunas columnas de emisión ocurridas entre el 20 y el 30 de noviembre de 2009.	59
Figura 2.71	Imágenes de algunas columnas registradas en diciembre. A) Diciembre 4, 2:50 p.m.; B) Diciembre 14, 7:45 a.m.; C) Diciembre 5, 11:12 p.m.; D) Diciembre 15, 5:47 a.m.; E) Diciembre 17, 12:47 p.m.	59
Figura 2.72	Principales focos de emisión de gases en el cono activo. Diciembre 11, 6:35 a.m.	60
Figura 2.73	Incandescencia en el domo de Galeras. Sobrevuelo de diciembre 11, 6:38 a.m.	60
Figura 2.74	Imagen térmica del cono activo, tomada durante en sobrevuelo de diciembre 11.	61
Figura 2.75	Imagen fotográfica, tomada el 12 de diciembre a las 8:50 a.m., del cono activo de Galeras en donde se resalta un detalle da la superficie del domo de lava.	62
Figura 2.76	Modelo tridimensional del cono activo de Galeras, incluyendo el domo, hasta diciembre 12 de 2008.	63
Figura 2.77	Comportamiento de la velocidad del viento en la cima de Galeras.	63
Figura 2.78	Comportamiento de la dirección del viento en la cima de Galeras.	64
Figura 2.79	Comportamiento de la presión atmosférica en la cima de Galeras.	64
Figura 2.80	Comportamiento de la precipitación en la cima de Galeras.	65

ANEXOS

Anexo 2.1	Parámetros de localización de sismos tipo VT e HYB registrados en el segundo semestre de 2008, a partir del programa Hypo71_PC.	Pág. 67
-----------	---	------------

RESUMEN

El segundo semestre del 2008 estuvo caracterizado por el registro de fluctuaciones importantes en diferentes parámetros que evidencian el desarrollo del proceso volcánico de Galeras. Cabe resaltar que si bien entre julio y diciembre de 2008, no se registraron eventos eruptivos explosivos, el episodio más relevante se relacionó con la intrusión y emplazamiento de un nuevo domo de lava en el fondo del cráter principal, el cual fue evidenciado hacia mediados del mes de septiembre de 2008, cuando se detectó incandescencia en el fondo del cráter principal y la presencia de anomalías térmicas de hasta 550 °C.

Cabe mencionar que después del evento eruptivo de enero 17 de 2008, el Observatorio emitió el día 21 de enero un reporte de actividad cambiando el nivel a Amarillo (III) y desde hace fecha hasta finalizar el año 2008, el nivel de actividad de Galeras se mantuvo todo el tiempo en Amarillo.

Desde el punto de vista de sismicidad, el segundo semestre de 2008 se caracterizó por el predominio de eventos relacionados con dinámica de fluidos, tanto de fuente persistente como transitoria.

El proceso de intrusión y emplazamiento del domo de lava estuvo acompañado del incremento de la sismicidad relacionada con dinámica de fluidos (episodios de temblor tanto espasmódicos como armónicos), sismos LPs, así como Híbridos. Igualmente, la parte inicial de intrusión del cuerpo dómico se relacionó con incremento en las emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂).

Aplicando técnicas de modelamiento basado en imágenes y partiendo de datos de GPS de puntos conocidos del cono activo y fotografías tomadas durante diferentes sobrevuelos, se elaboró un modelo de elevación digital del terreno del cono activo, incluyendo el domo de lava, a partir de lo cual se estimó un volumen aproximado del domo, cercano a los cinco millones de metros cúbicos para finales de diciembre de 2008. El seguimiento visual del domo permitió evidenciar un incremento paulatino del mismo, con tasas de crecimiento cercanas a 20000 m³ por día.

De acuerdo al comportamiento histórico e instrumental de Galeras, la presencia de un cuerpo magmático a manera de domo en el fondo del cráter, incrementa la posibilidad de que en el futuro se puedan generar nuevos eventos eruptivos explosivos.

INTRODUCCIÓN

Durante el segundo semestre de 2008, el Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS continuó con su tarea de vigilar los volcanes activos del territorio colombiano, en el caso de Galeras a través del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto, desarrollando labores de vigilancia continua y en tiempo real de las diferentes manifestaciones de la actividad volcánica de Galeras, permitiendo así, mantener informada a la comunidad, a las entidades del Sistema Nacional de Atención y Prevención de Desastres y a las autoridades locales y regionales, sobre la evolución del fenómeno volcánico en el periodo mencionado.

En este boletín de actividad de Galeras, se consignan los resultados obtenidos a partir del monitoreo y seguimiento de la actividad volcánica y la información del funcionamiento de los equipos que conforman las redes de monitoreo utilizados.

Es importante resaltar el apoyo y colaboración de Instituciones como La Fuerza Aérea Colombiana (FAC), La Policía Nacional de Colombia, el Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) de Alemania, el United States Geological Survey (USGS) de los Estados Unidos y al Proyecto NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change) de la Unión Europea, a quienes INGEOMINAS expresa su agradecimiento.

Con la continuidad en la reactivación del Volcán Nevado del Huila, el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana se ha dividido entre estos los volcanes activos Colombianos en proceso eruptivo, Huila y Galeras, por lo cual, cuando las condiciones atmosféricas fueron favorables y el proceso del V. N. del Huila lo permitió, la actividad superficial del volcán Galeras fue documentada mediante videos, fotografías digitales desde el aire e imágenes térmicas. Para el desarrollo de este seguimiento aéreo de la actividad superficial, la FAC tiene a disposición del INGEOMINAS, un helicóptero Hughes 530 y cuando por alguna circunstancia de mantenimiento esta aeronave no está disponible, se ha contado con un helicóptero Huey equipado con una cámara Flir de muy alta tecnología

Los datos y la información contenidos en este boletín son una guía de consulta preliminar que 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. Este boletín se publica en Internet, en la dirección electrónica:

http://intranet.ingeo Minas.gov.co/pasto/Boletines_semestrales

A nivel digital, este informe se encuentra disponible en el servidor de archivos del Observatorio identificado como Chapacual, en la siguiente estructura:

[\\Chapacual\Vigilancia\informes\informes_finales\VIGILANCIA\Boletines semestrales\08\bol_II_08](#)

Con el nombre de BOL_II_08_GALERAS.DOC

El boletín incluye un resumen de las redes instrumentales instaladas en otros volcanes activos del Departamento de Nariño como Azufral, Cumbal y Doña Juana.

2. VOLCÁN GALERAS

2.1 RED DE VIGILANCIA

Durante el segundo semestre de 2008, la red instalada para la vigilancia del volcán Galeras tuvo algunos cambios respecto al primer semestre del año; sin embargo, funcionaron en este periodo las siguientes estaciones:

- Diez estaciones sismológicas telemétricas: ocho de corto periodo y dos de banda ancha triaxiales (Figura 2.1, Tabla 2.1).
- Un acelerómetro de banda ancha (Figura 2.1, Tabla 2.1).
- Una estación climatológica telemétrica localizada en el sitio de la estación sismológica Cráter-2, que suministra información de: velocidad y dirección del viento, temperatura, pluviometría, humedad relativa y presión atmosférica (Figura 2.1).
- Cuatro inclinómetros electrónicos telemétricos (Figura 2.2, Tabla 2.2).

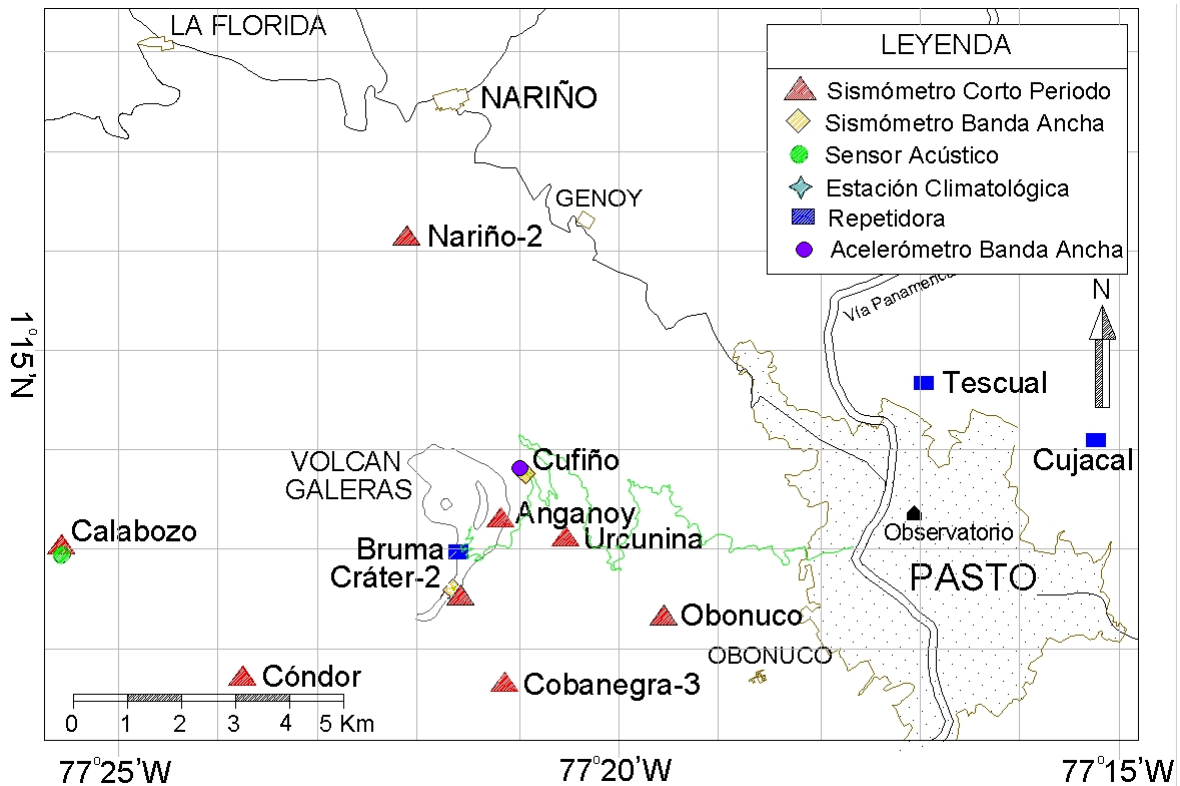


Figura 2.1. Mapa de localización de algunas de las estaciones (sismómetro, acelerómetros, acústico, climática y repetidoras) que conformaron la red de monitoreo de Galeras durante el segundo semestre de 2008.

- Un sensor acústico, ubicado en el sector occidental, en el sitio de la estación sismológica de corto periodo Calabozo (Figura 2.1).

Tabla 2.1. Características de algunas de las estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Galeras durante el segundo semestre de 2008.

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al cráter (km)	Dirección respecto al cráter	Altitud (msnm)
Anganoy	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	0.84	ESE	4170
Cráter-2	Digital	Sismómetro Corto Período	Vertical	1.48	S	4048
Cráter-BB	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1.54	S	4052
Cufiño-BB	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1.90	ENE	3800
Cufiño-ABB	Digital	Acelerómetro Banda Ancha	Triaxial	1.90	ENE	3800
Urcunina	Analógica	Sismómetro Corto Período	Triaxial	2.26	ESE	3494
Cobanegra-3	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	3.94	SSE	3625
Condor	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	4.86	SW	3985
Obonuco	Analógica	Sismómetro Corto Período	Triaxial	4.94	SE	3010
Nariño-2	Analógica	Sismómetro Corto Período </td <td>Vertical</td> <td>5.00</td> <td>NNW</td> <td>2870</td>	Vertical	5.00	NNW	2870
Calabozo	Digital	Sismómetro Corto Período	Triaxial	6.83	SSW	2353
Cami	Digital	Micrófono	Unidireccional	6.83	SSW	2353
Climatología	Digital	Anemómetro, Termómetro, Pluviómetro, Barómetro, Higrómetro	No aplica	1.48	S	4048

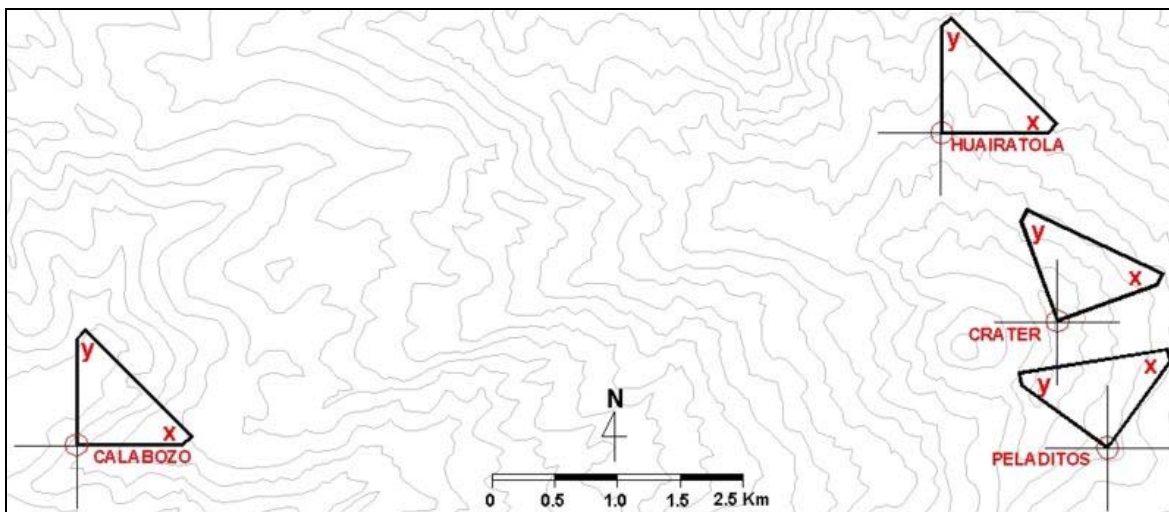


Figura 2.2. Red para el monitoreo de la deformación volcánica del Galeras, conformada por cuatro inclinómetros electrónicos, que funcionaron en el segundo semestre de 2008.

- Una red portátil para el monitoreo de emisión de Radón-222, conformada por 3 líneas (Norte, Circunvar y Galeras) en el área de influencia de Galeras (Figura 2.3).

- Una red conformada por tres estaciones telemétricas, localizadas en el cuadrante noroccidental del edificio volcánico, para detección de emisiones de dióxido de azufre (SO₂) bajo el proyecto NOVAC – Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (Tabla 2.3, Figura 2.4).

Tabla 2.2 Inclínómetros electrónicos telemétricos que conformaron la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras durante el segundo semestre de 2008.

Inclínómetros Electrónicos	Distancia al cráter (km)	Ubicación respecto al cráter principal	Altitud (msnm)
Cráter	0.8	ENE	4060
Peladitos	1.4	SE	3850
Huairatola	1.7	N	3745
Calabozo	7.1	WSW	2350

- Una estación de campo eléctrico y una estación de campo magnético, instaladas en el flanco nor-nororiental del volcán (Figura 2.5).
- Dos cámaras de video para observación y seguimiento de la actividad superficial; una instalada en la sede del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto y la otra en la institución educativa Los Libertadores, ubicada en el casco urbano del municipio de Consacá (Figura 2.6).
- Una cámara térmica FLIR para el monitoreo de anomalías térmicas en la roca, en el área del cono activo, utilizada por el personal del OVSP durante reconocimientos aéreos que se realizan con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC).

En este semestre se realizaron en campo los mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones que conforman las redes de monitoreo volcánico de Galeras; adicionalmente, se hicieron mantenimientos en las repetidoras y equipos de recepción en la sede del Observatorio.

La operatividad de la red instrumental de Galeras fue cercana al 79% con un registro de calidad, lo que permitió garantizar una información confiable para la apropiada evaluación de la actividad volcánica.

La Figura 2.7 muestra el histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo en parámetros como sismicidad, climatología, inclinometría electrónica, Radón-222, mediciones de gas SO₂ de Galeras, acústica, campo eléctrico y magnético, video y térmica, durante el segundo semestre de 2008.

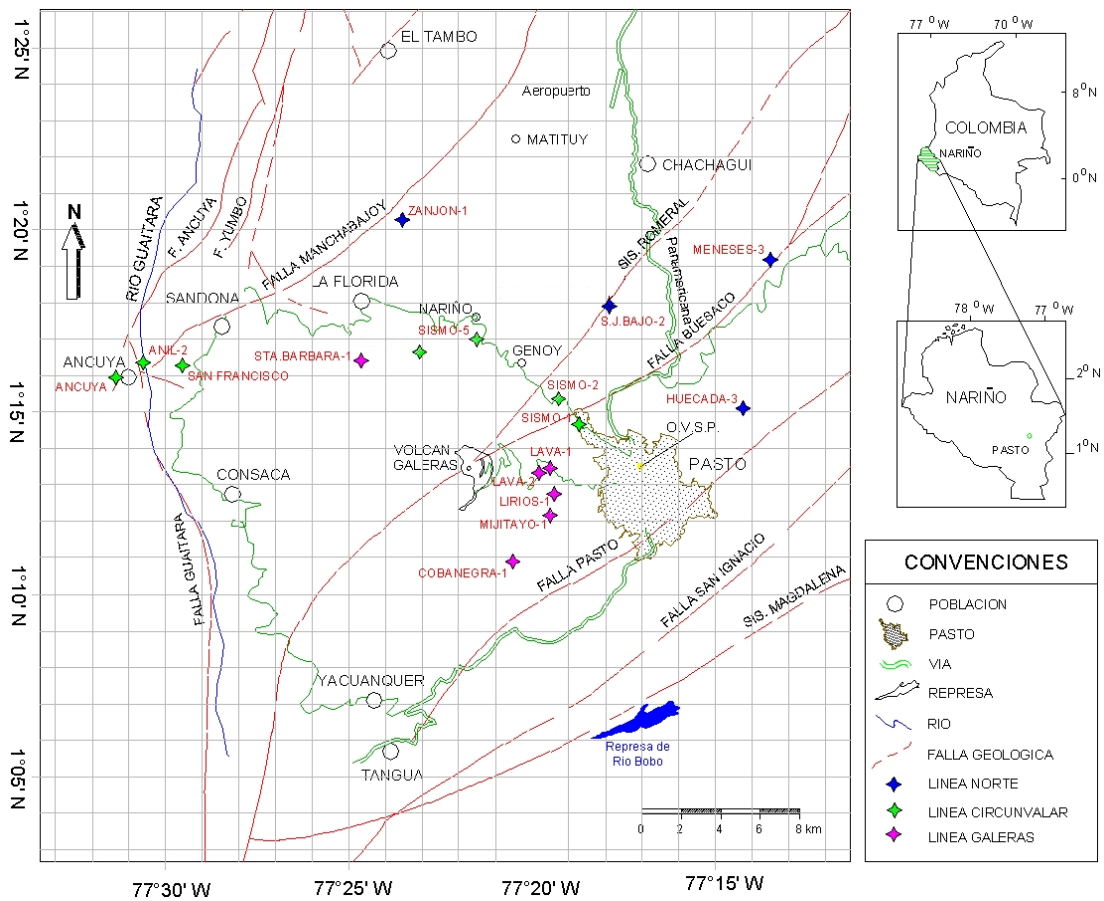


Figura 2.3. Estaciones que conforman la red de monitoreo de emisión del isótopo del gas Radón-222 en suelos, en las cuales se hizo muestro durante el segundo semestre de 2008. Línea Norte: Huecada-3, Meneses-3, San Juan Bajo-2 y Zanjón-1. Línea Circunvalar: Ancuya, Anil-2, San Francisco, Sismo-1, y Sismo-5. Línea Galeras: Cobanegra-1, Lava-1, Lava-2, Lirios-1 y Santa Bárbara-1.

Tabla 2.3. Características de las estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras, las cuales funcionaron durante el segundo semestre de 2008.

Estación	Distancia al cráter (km)	angulo del scan (°)	Altura de referencia de la pluma* (m)	Dirección compás (° contra-azimut)	Ubicación respecto al cráter	Altitud (msnm)
Santa Bárbara	7.9	60	1600	131	NNW	2600
Alto Jiménez	10.8	90	1800	115	NE	2400
Alto Tinajillas	13.3	60	2100	94	W	2100

* Altura de referencia de la pluma respecto a la cima de Galeras (aproximadamente 4200 msnm).

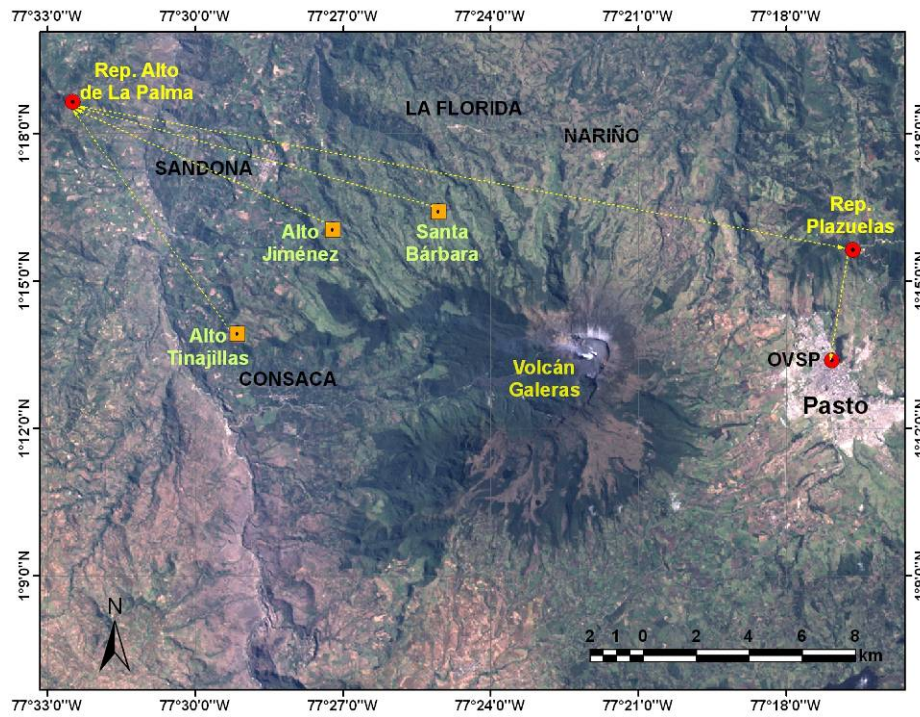


Figura 2.4. Mapa de localización de las estaciones telemétricas ScanDOAS del proyecto NOVAC para el monitoreo de emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), que funcionaron durante el segundo semestre de 2008.

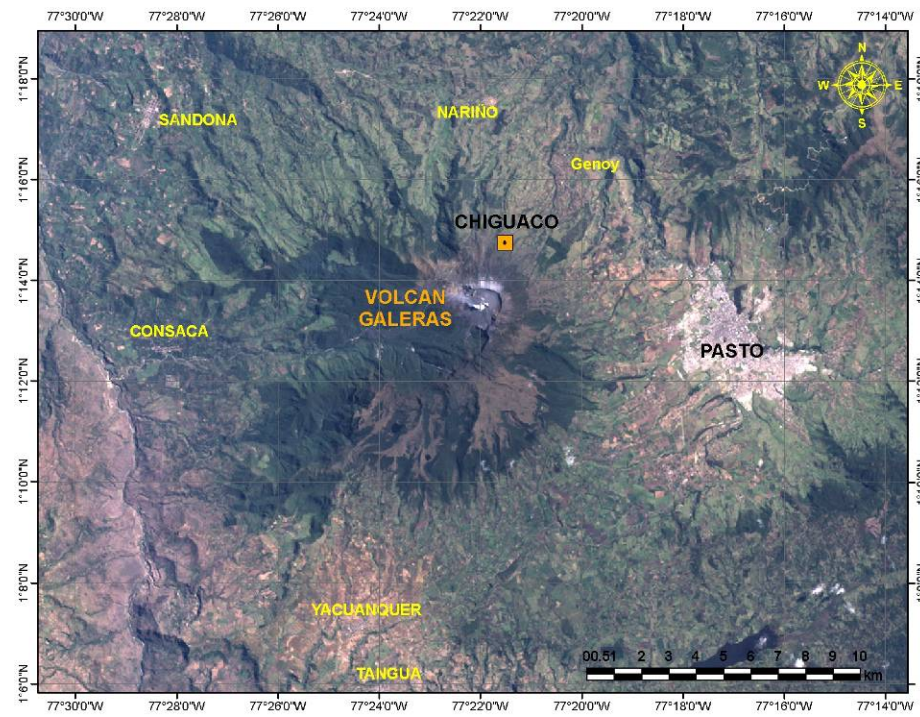


Figura 2.5. Mapa de localización de la estación para el monitoreo del campo eléctrico y magnético, que funcionó durante el segundo semestre de 2008.

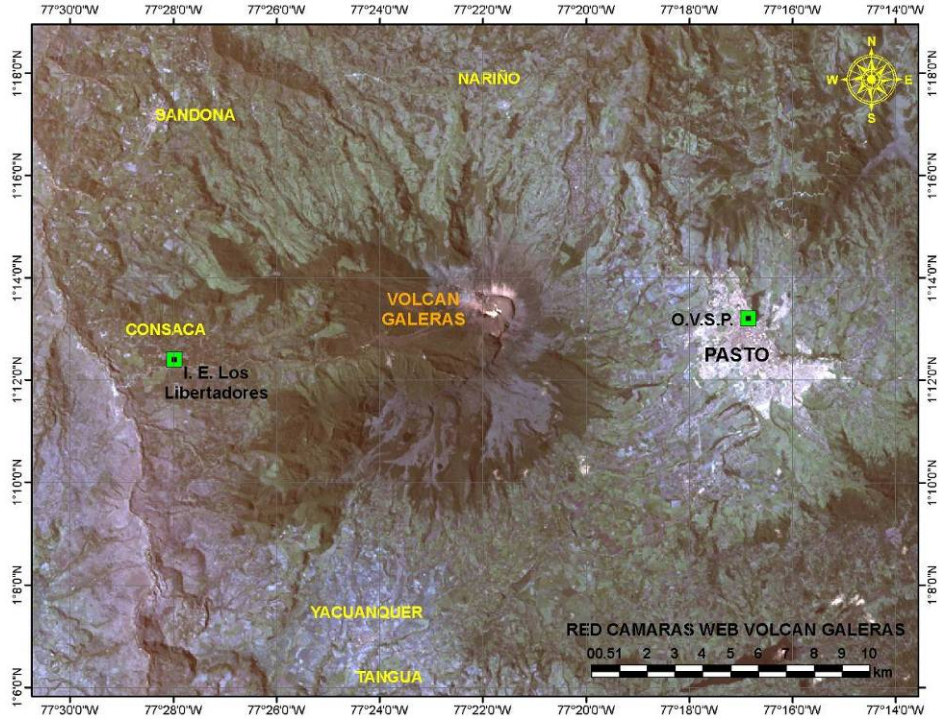


Figura 2.6. Mapa de localización de las cámaras web que funcionaron durante el segundo semestre de 2008. Estas cámaras se encuentran instaladas en la sede del OVSP en Pasto y en la Institución Educativa Los Libertadores en el casco urbano del municipio de Consacá.

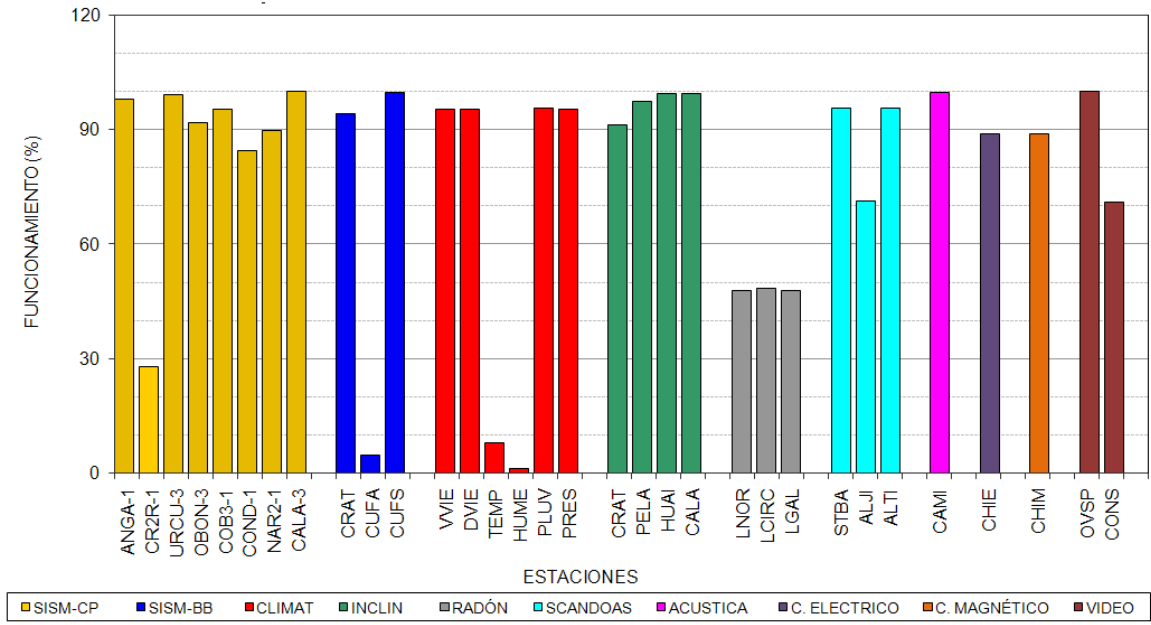


Figura 2.7. Histograma del porcentaje de funcionamiento durante el segundo semestre de 2008 (julio a diciembre de 2008), de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras.

Durante el segundo semestre de 2008, se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos tendientes a mejorar la calidad de la información. Los principales problemas presentados estuvieron relacionados con: interferencias en las estaciones de corto período debido a bajo voltaje en las baterías, desacople en la multiplexación de las señales y dificultades en el radio enlace; en las estaciones de transmisión digital hubo momentos en que no llegaron datos por baterías con bajo voltaje, dificultades en el enlace, configuración de la unidad DCM y daño en algún sensor. En este periodo se hicieron cambios de equipos y nuevas instalaciones en la red de vigilancia del volcán Galeras, los cuales se relacionan en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Principales aspectos relacionados con el funcionamiento y cambio de equipos en la red de Galeras, durante el segundo semestre de 2008.

FECHA	ESTACION	DESCRIPCIÓN
Julio	CUFIÑO-BB	Se cambió de digitalizador y sensor por un equipo compacto.
Julio	CUFIÑO-ABB	Se retiró el acelerómetro porque con el cambio de digitalizador no se dispone de un canal adicional para el acelerómetro.
Agosto	INCL. CRATER INCL. PELADITOS	Se instalaron paneles solares de 55 y 60 W respectivamente, para mejorar el tiempo de respaldo del sistema de alimentación.
Agosto	CRATER-BB	Se cambió de digitalizador.
Agosto	CLIMATOLOGÍA	Se reinstaló el sensor de temperatura y se retiró el sensor de humedad por no disponer de un canal adicional cuando se cambió de digitalizador.
Agosto	URCUNINA	Cambio de sismómetro y VCO debido a daño en estos equipos.
Septiembre	INCL. HUAIRATOLA	Se instaló este inclinómetro en el sector norte del volcán Galeras.
Septiembre	ANGANROY	Cambio de radio transmisor debido a daño en el radio que se encontraba instalado.
Septiembre	CRATER-2	Se retiró el equipo debido a problemas en la multiplexación de la señal.
Septiembre	RADON-222	Se retiraron las estaciones de las líneas Norte, Circunvalar y Galeras hasta que se analice el aporte de este método para la evaluación de la actividad del volcán Galeras y que permita plantear una configuración de la red para el 2009.
Octubre	SCANDOAS	Se reconfiguró el radio receptor o Master.
Noviembre	OBONUCO	Renovación de sismómetros Benioff y de Largo Período por un triaxial de corto período.
Noviembre	COBANEGRA-3	Cambio de sismómetro debido al mal funcionamiento (atenuación) del mismo.
Diciembre	CAMPO-EM	Fue necesario retirar el equipo por daño en el digitalizador
Diciembre	CHIGUACO	Se instaló una estación de mediciones de campo eléctrico y campo magnético.

2.2. IMPLEMENTACIÓN RED DE VIGILANCIA EN LOS VOLCANES DEL SUR

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto (OVSP), dentro del cumplimiento de su función institucional en la investigación y vigilancia de los volcanes activos en Colombia, estuvo trabajando en la actividad definida como "Operación red de vigilancia e investigación de los volcanes del segmento sur del país" dentro del producto "Investigación y Monitoreo de la actividad Volcánica"

del proyecto "Evaluación y Monitoreo de Amenazas Geológicas (AME08-42)" correspondiente a la Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental en la Dirección del Servicio Geológico de nuestro Instituto.

El proyecto busca conocer el estado de actividad volcánica, hacer una evaluación, definir un nivel de actividad, hacer el seguimiento de sus manifestaciones, establecer situaciones anómalas y así como poder establecer cuándo posiblemente ocurrirá una erupción, para lo cual se trata de establecer posibles precursores a partir de observaciones de datos geofísicos y geoquímicos, mediante la implementación instrumental.

Dentro del mencionado proyecto se contó con equipos que permitieron la instalación inicialmente de estaciones en los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral; y que para el próximo año se ampliará a los volcanes Chiles y Cerro Negro, los cuales también son reconocidos como volcanes activos y se encuentran localizados en el Departamento de Nariño (Figura 2.8). Para llevar las señales de las estaciones instaladas hasta el Centro de Recepción y Registro de datos en el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto, se usaron como sitios de repetición los cerros Morasurco y Cruz de Amarillo.

Para la instalación de las estaciones se realizaron trabajos previos en estos volcanes consistentes en: búsqueda de los sitios más apropiados, pruebas de telemetría, solicitud de los permisos respectivos, instalación de los sistemas de protección e instalación de equipos, esto último de acuerdo con el instructivo establecido para "Sistemas de protección para estaciones de monitoreo volcánico" (Figura 2.9).

Inicialmente se contó con el aval de las autoridades de la región. Para la búsqueda de sitios se consideraron las siguientes condiciones: cobertura para la detección, distancia de fuentes de ruido (ambiental, cultural e industrial), facilidad en el radio enlace, facilidad de acceso pero que sea poco transitado, roca firme para los sensores y ubicación que facilite la radiación en paneles solares.

Las pruebas de telemetría se realizaron con equipos de transmisión análoga y digital, para garantizar un buen enlace de los mismos. Una vez definido el sitio, se realizaron los trámites necesarios para tener los respectivos permisos (propietarios de los terrenos, comunidades indígenas, etc.).

Posteriormente se instalaron los sistemas de protección para garantizar mayor seguridad de los equipos. El sistema de protección de los sensores se instaló en roca firme, con pequeños pilares de hormigón, con aislamiento térmico y de humedad y con tapa de concreto con cadena. Para la protección de equipos de telemetría se instaló en cada estación un contenedor en acero inoxidable con tornillos de seguridad, con pilares de hormigón y tapa de concreto con cadenas. Para la seguridad de las antenas el mástil cuenta con una abrazadera para candado que sujeta la antena con una cadena. Se instaló adicionalmente un herraje con candado para los paneles solares los cuales se orientaron en dirección N-S sin obstáculos cercanos que disminuyan su rendimiento.



Figura 2.9. Sistemas de protección tipo para estaciones sísmológicas y de inclinometría electrónica instaladas en los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral, en el departamento de Nariño. Una vez realizado el sistema de protección tanto para las estaciones como para los sitios de repetición, se procedió a realizar la instalación de los equipos.

En el semestre anterior, específicamente el 19 de Junio 19 de 2008, se instaló la primera estación sismológica de corto período en el volcán Doña Juana y en el segundo semestre del 2008, en el mes de septiembre, se complementó la red para este volcán instalando dos estaciones sismológicas más (una de corto periodo y otra de banda ancha) y un inclinómetro electrónico ubicados al sureste y occidente-noroccidente de los domos. Con la instalación de estas estaciones, la red de monitoreo del volcán Doña Juana, quedó conformada por cuatro estaciones sismológicas (una de ellas forma parte de la Red Sismológica Nacional de Colombia - RSNC) y un inclinómetro electrónico (Figura 2.10, Tabla 2.5).

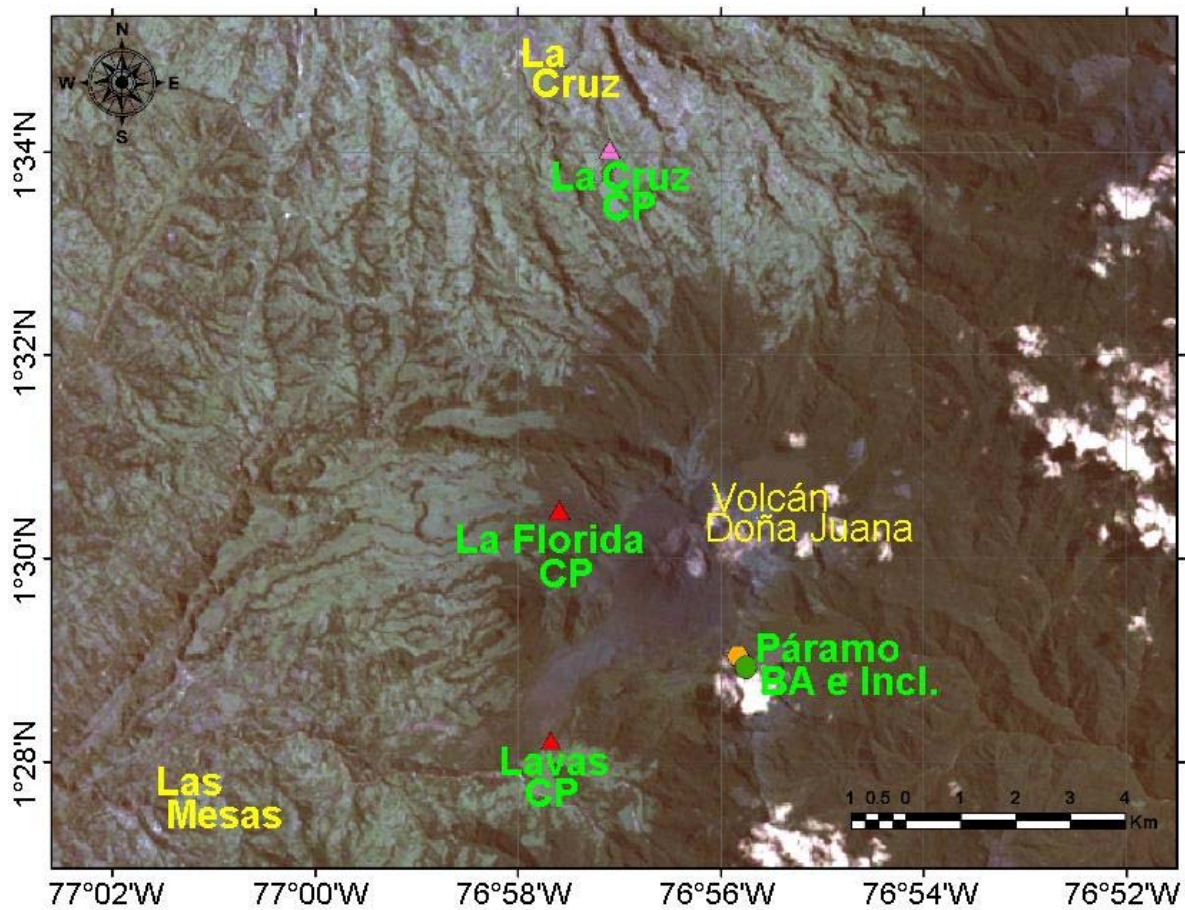


Figura 2.10. Mapa de la región de influencia del volcán Doña Juana en el que se señala la red instrumental conformada por estaciones sismológicas y de inclinometría electrónica instaladas en el 2008. Adicionalmente, en el mapa se encuentra la estación sismológica de corto período La Cruz de la RSNC.

Tabla 2.5. Estaciones instaladas en el volcán Doña Juana

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia a la cima (km)	Ubicación respecto al cráter	Altitud (msnm)
Páramo	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2.10	SE	3533
Páramo	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	2.10	SE	3533
La Florida	Analógica	Sismómetro Corto Período	Triaxial	2.30	WNW	3154
Lavas	Analógica	Sismómetro Corto Período	Triaxial	4.10	SW	2954

En el mes de octubre de 2008 se instalaron en el volcán Cumbal dos estaciones sismológicas de corto periodo y dos inclinómetros electrónicos en los sectores llamados Limones y La Mesa (Figura 2.11, Tabla 2.6). Los días 10 y 11 de octubre de 2008 se instaló la estación La Mesa (sismológica e inclinómetro electrónico) localizada a 2.5 km al oriente-suroriental del cráter Mundo Nuevo. La estación Limones se instaló el 12 de octubre de 2008, ubicada a 2.0 km al sur-oriental del cráter Mundo Nuevo.

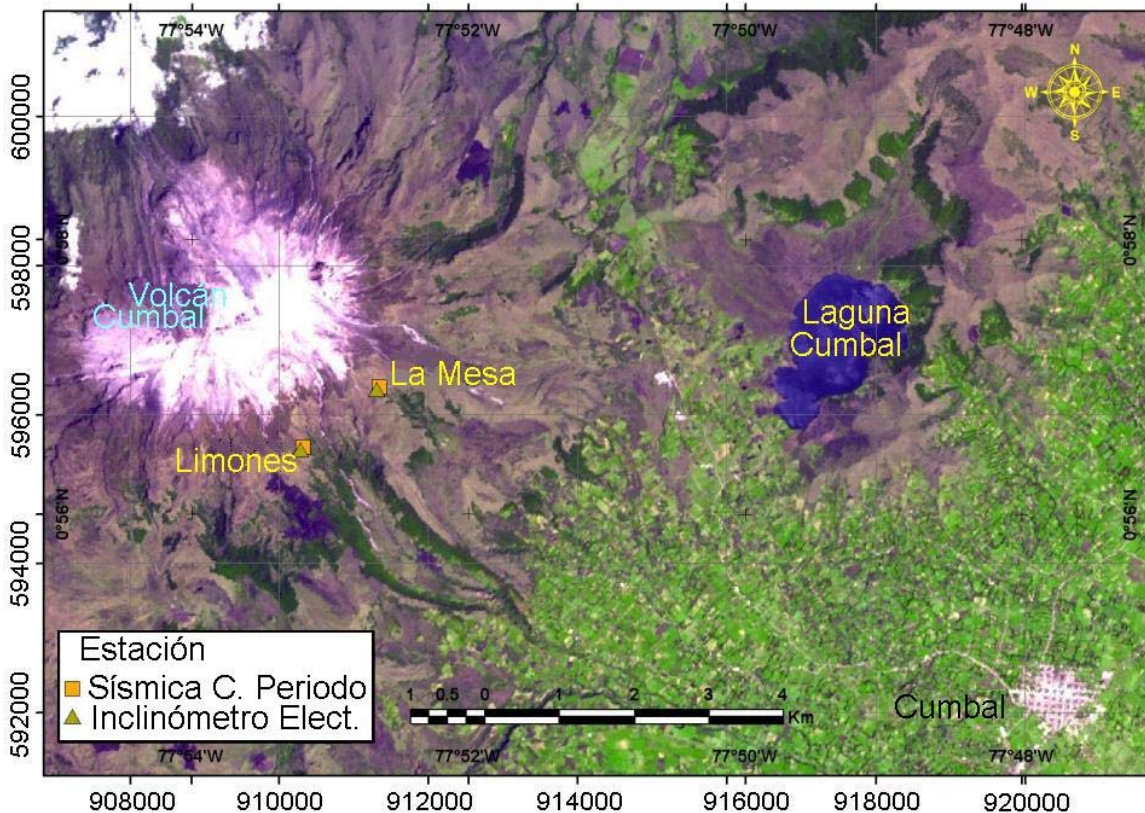


Figura 2.11. Mapa de localización de las estaciones instaladas en el volcán Cumbal durante el segundo semestre de 2008.

Tabla 2.6. Características de las estaciones que se instalaron en la red de vigilancia de la actividad del volcán Cumbal durante el segundo semestre de 2008.

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al cráter Mundo Nuevo (km)	Ubicación respecto al cráter mundo nuevo	Altitud (msnm)
La Mesa	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2.50	ESE	4270
La Mesa	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	2.50	ESE	4270
Limonas	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2.00	SE	4232
Limonas	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	2.00	SE	4232

En el mes de diciembre de 2008 se instalaron las primeras estaciones para el monitoreo de la sismicidad y de la deformación cortical en el volcán Azufra, conformadas por una estación sismológica de corto periodo y un inclinómetro electrónico, ubicadas al oriente-nororient, en el sector llamado Chaitán (Figura 2.12, Tabla 2.7).

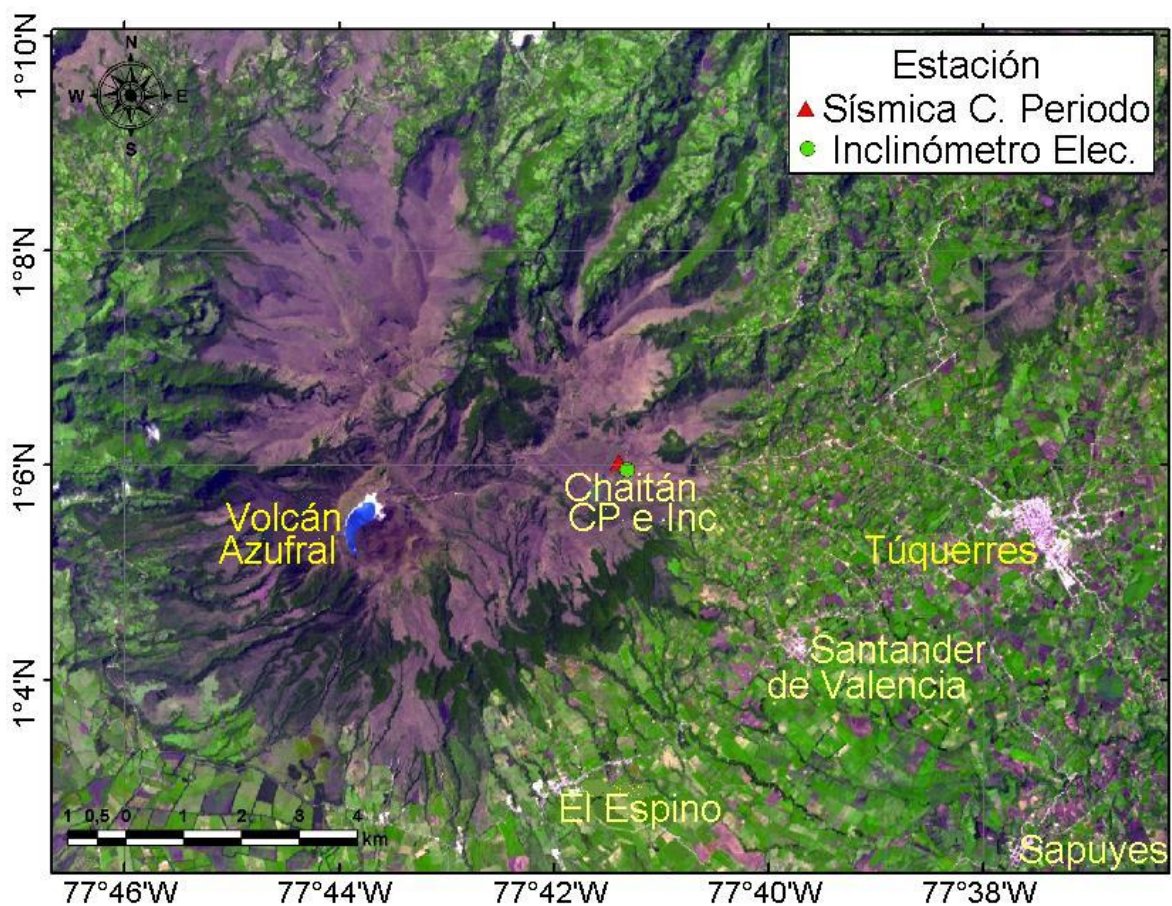


Figura 2.12. Mapa de localización de las estaciones instaladas para el monitoreo de la actividad del volcán Azufra, en el segundo semestre de 2008.

Tabla 2.7. Características de las estaciones que se instalaron para la vigilancia de la actividad del volcán Azufral durante el segundo semestre de 2008.

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia a la laguna cratérica (km)	Ubicación respecto a la laguna cratérica	Altitud (msnm)
Chaitán	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	4.30	ENE	3730
Chaitán	Analógica	Sismómetro Corto Período	Vertical	4.30	ENE	3730

En este semestre se realizó la mayoría de las instalaciones de equipos para el monitoreo de la actividad volcánica en el departamento de Nariño. La operatividad de esta nueva red instrumental fue del 71% aproximadamente con un registro de calidad, el cual es considerado bueno y permitió dar inicio a una apropiada evaluación de la actividad volcánica. En la figura 2.13 se muestra el histograma del porcentaje de funcionamiento durante el segundo semestre de 2008, de las estaciones instaladas en los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral.

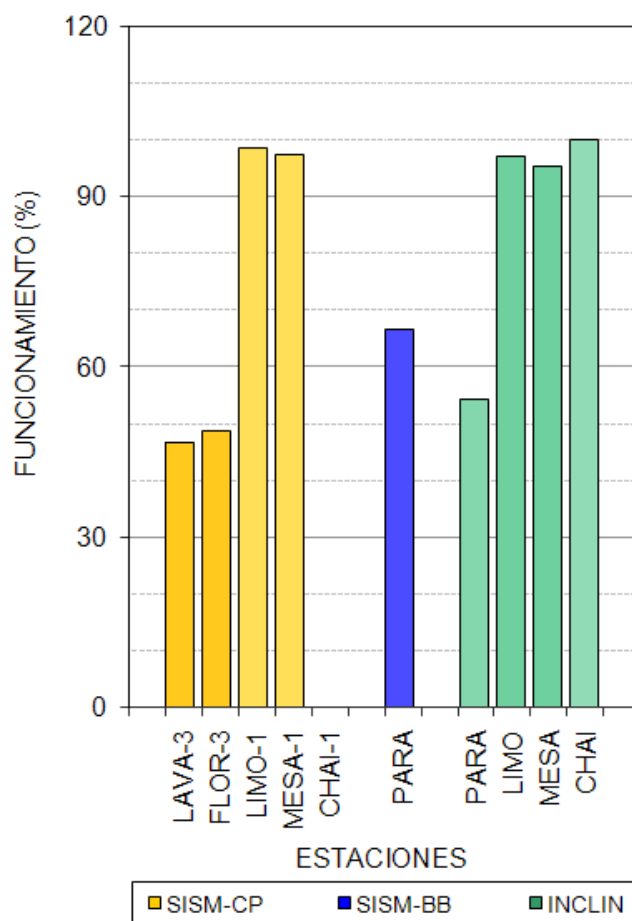


Figura 2.13. Histograma del porcentaje de funcionamiento durante el segundo semestre de 2008 (julio a diciembre de 2008), de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo de los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufral.

Los principales problemas presentados estuvieron relacionados con: interferencias en las estaciones de corto período debido principalmente a desacople en la multiplexación de las señales y dificultades en el radio enlace; y en las estaciones de transmisión digital hubo momentos en que no llegaron datos por dificultades en el enlace. Esta fase inicial, permitió durante este segundo semestre detectar los problemas en las estaciones y dar solución a algunas de ellas.

Como se puede observar en la figura 2.13, las estaciones instaladas en el volcán Doña Juana (LAVA, FLOR, PARA, I. PARA) escasamente tuvieron un porcentaje de funcionamiento promedio del 54% desde su instalación; las estaciones instaladas en el volcán Cumbal (LIMO, MESA, I. LIMON, I. MESA) tuvieron un porcentaje de funcionamiento promedio del 97% el cual es considerado como bastante bueno; y las estaciones instaladas en el volcán Azufra (CHAI, I. CHAI) su porcentaje de funcionamiento promedio fue del 50%. Se resalta que de las estaciones instaladas solamente una de ellas (CHAI) no tuvo un buen radio enlace.

2.3 SISMOLOGÍA

Durante el segundo semestre de 2008, la sismicidad predominante, tuvo que ver con procesos asociados a movimiento de fluidos en el interior del sistema volcánico. Los procesos asociados con fracturamiento cortical en el edificio volcánico no fueron dominantes en comparación con los anteriores, aunque su ocurrencia fue relativamente regular a lo largo de todo el periodo. Desde inicios de julio hasta la tercera semana de este mes, la sismicidad de dinámica de fluidos fue esencialmente de fuente persistente o flujo continuo tipo Tremor (TRE) y desde la última semana de julio hasta inicios de octubre se empieza a observar una transición de la fuente con carácter transitorio, en donde se observa también eventos de Largo Periodo (LP). El resto de año, los LP se convierten en la sismicidad dominante (Figura 2.14).

En comparación con el primer semestre del 2008, la ocurrencia de sismos fue mayor en todas las clases de sismos exceptuando los eventos Híbridos (HYB); sin embargo, la energía sísmica liberada disminuyó notoriamente en todos los tipos de eventos (Figura 2.15). Por otra parte, se resalta que en el primer semestre de 2008 dominaron también, en ocurrencia, los sismos asociados con movimiento de fluidos, pero en la energía sísmica liberada, predominó la asociada con fracturamiento. (Figura 2.16; Tablas 2.8 y 2.9).

A mediados de julio de 2008, se observó un incremento en la ocurrencia de LP alcanzando un pico iniciando el mes de agosto (Figura 2.17). El 19 de septiembre, en sobrevuelo realizado sobre el cono activo de Galeras, se apreció nuevo material magmático emplazado sobre los remanentes del domo extruido en 2006. El incremento sísmico mencionado anteriormente, podría interpretarse como el resultado del ascenso de los nuevos aportes de magma que gradualmente se estaba desgasificando.

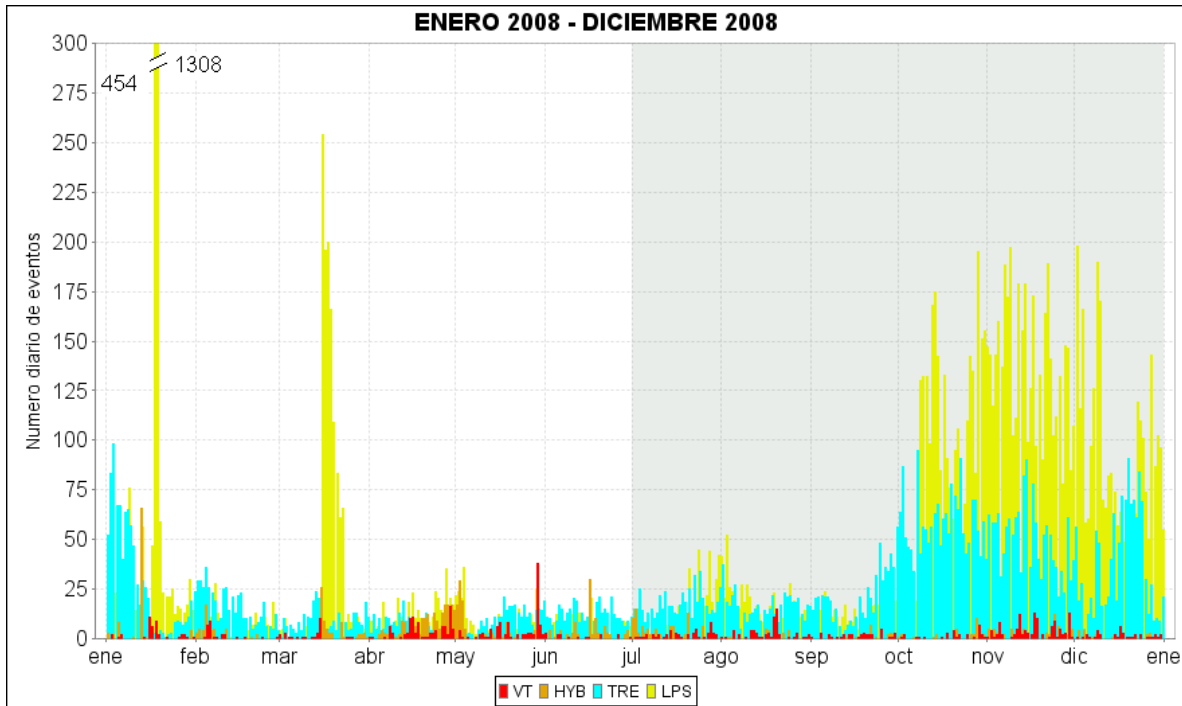


Figura 2.14. Histograma de número diario de eventos volcánicos por tipo durante 2008. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

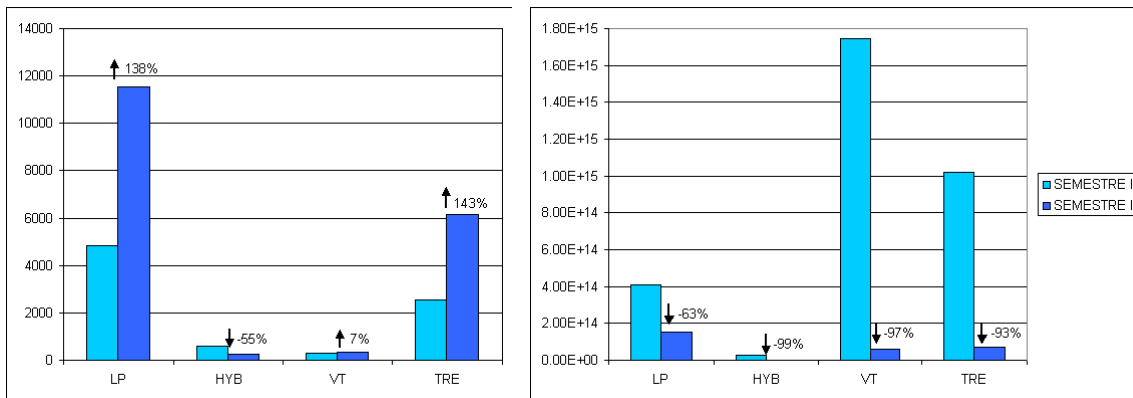


Figura 2.15. Relaciones porcentuales de la variación de la sismicidad del segundo semestre en comparación con la del primer semestre de 2008. Al lado izquierdo, la ocurrencia de sismos y a la derecha, la energía sísmica liberada.

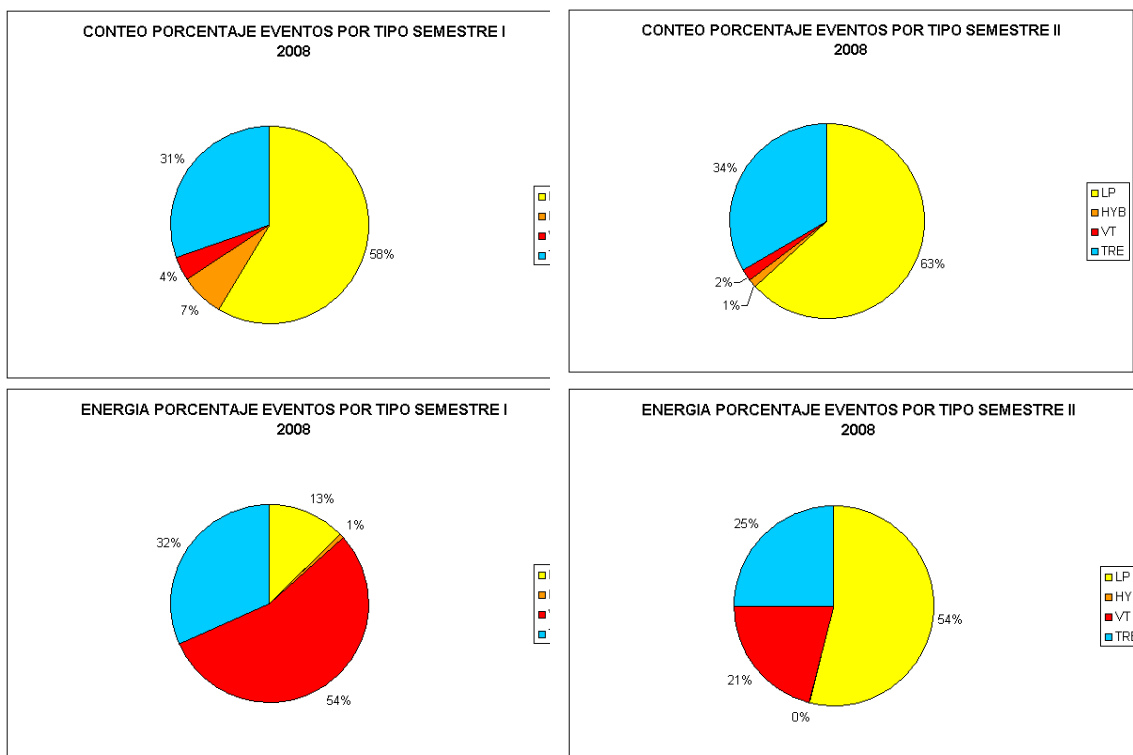


Figura 2.16. Relaciones porcentuales de conteo (arriba) y energía sísmica liberada (abajo) por tipo de sismos para el primer semestre (izquierda) y segundo semestre (derecha).

Tabla 2.8. Número de sismos volcánicos por tipo, registrados en los periodos indicados.

TIPO DE SISMO	Semestre I de 2008	Semestre II de 2008
Largo Periodo (LP)	4843	11540
Híbrido (HIB)	599	268
Volcano-Tectónico (VT)	316	338
Tremor (TRE)	2535	6164
TOTAL	8293	18310
Sismos no clasificables	26158	43884

Tabla 2.9. Energía sísmica liberada para cada tipo de evento, en los periodos indicados.

TIPO DE SISMO	Semestre I de 2008	Semestre II de 2008
Largo periodo (LP)	4.10×10^{14}	1.53×10^{14}
Híbrido (HIB)	2.53×10^{13}	3.57×10^{11}
Volcano-Tectónico (VT)	1.75×10^{15}	5.95×10^{13}
Tremor (TRE)	1.02×10^{15}	7.20×10^{13}
TOTAL	3.20×10^{15}	$2,85 \times 10^{14}$

Finalizando el mes de septiembre y especialmente empezando la segunda semana de octubre, se evidenció un mayor incremento en la sismicidad LP tanto en número como en la energía sísmica (Figuras 2.17 y 2.18), lo que también se relacionó con mayores aportes de material magmático hacia la superficie y que se pudo corroborar en sobrevuelos realizados el 25 de octubre y el 11 de diciembre donde se vio claramente un nuevo domo con temperaturas por encima de los 500°C dentro del cráter principal.

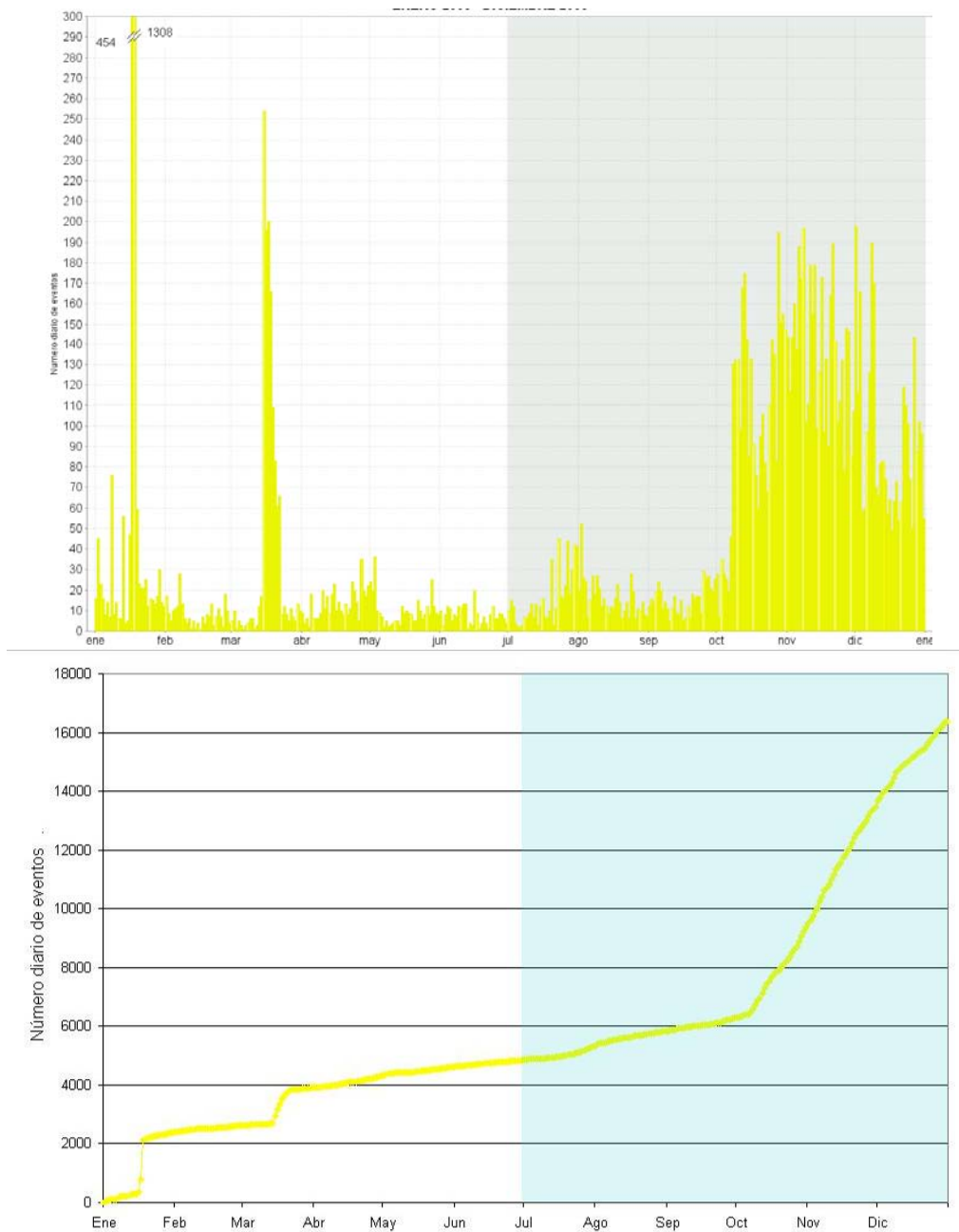


Figura 2.17. Histograma de número diario de sismos LP (arriba) y acumulado de sismos LP (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

Respecto al TRE, a mediados del mes de septiembre de 2008, se notó un incremento en la ocurrencia y energía sísmica liberada, poco antes del incremento en los LP (Figuras 2.19 y 2.20). Algunos de estos episodios con carácter espasmódico (Figura 2.21) y otros de carácter armónico pero de origen superficial (Figuras 2.22 y 2.23) estuvieron asociados con emisiones de gases y cenizas, en tanto que otros con características armónicas de orígenes más profundos, de acuerdo

con sus localizaciones por atenuación de la amplitud, se relacionaron con aportes de material magmático en profundidad (Figura 2.24).

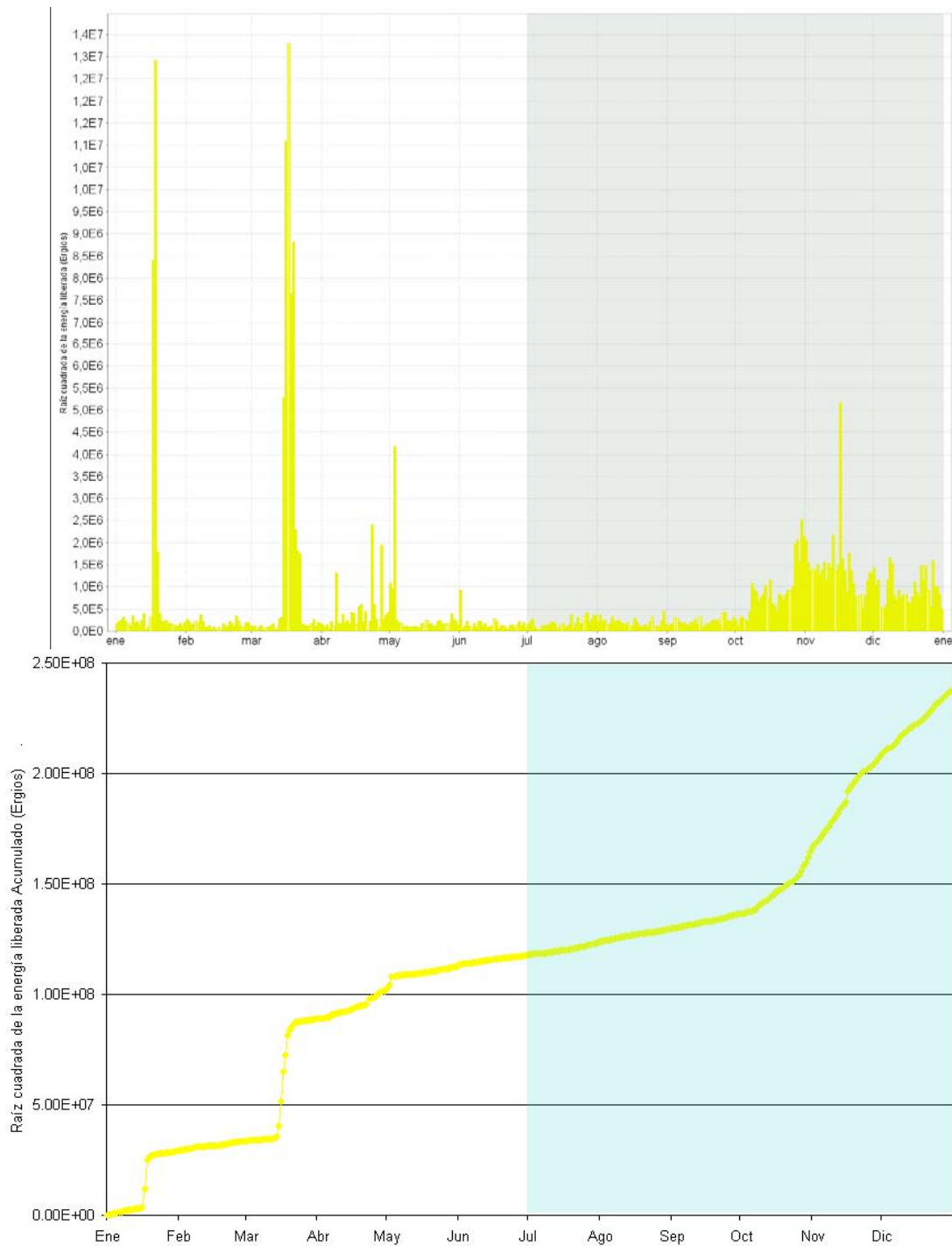


Figura 2.18. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos LP (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

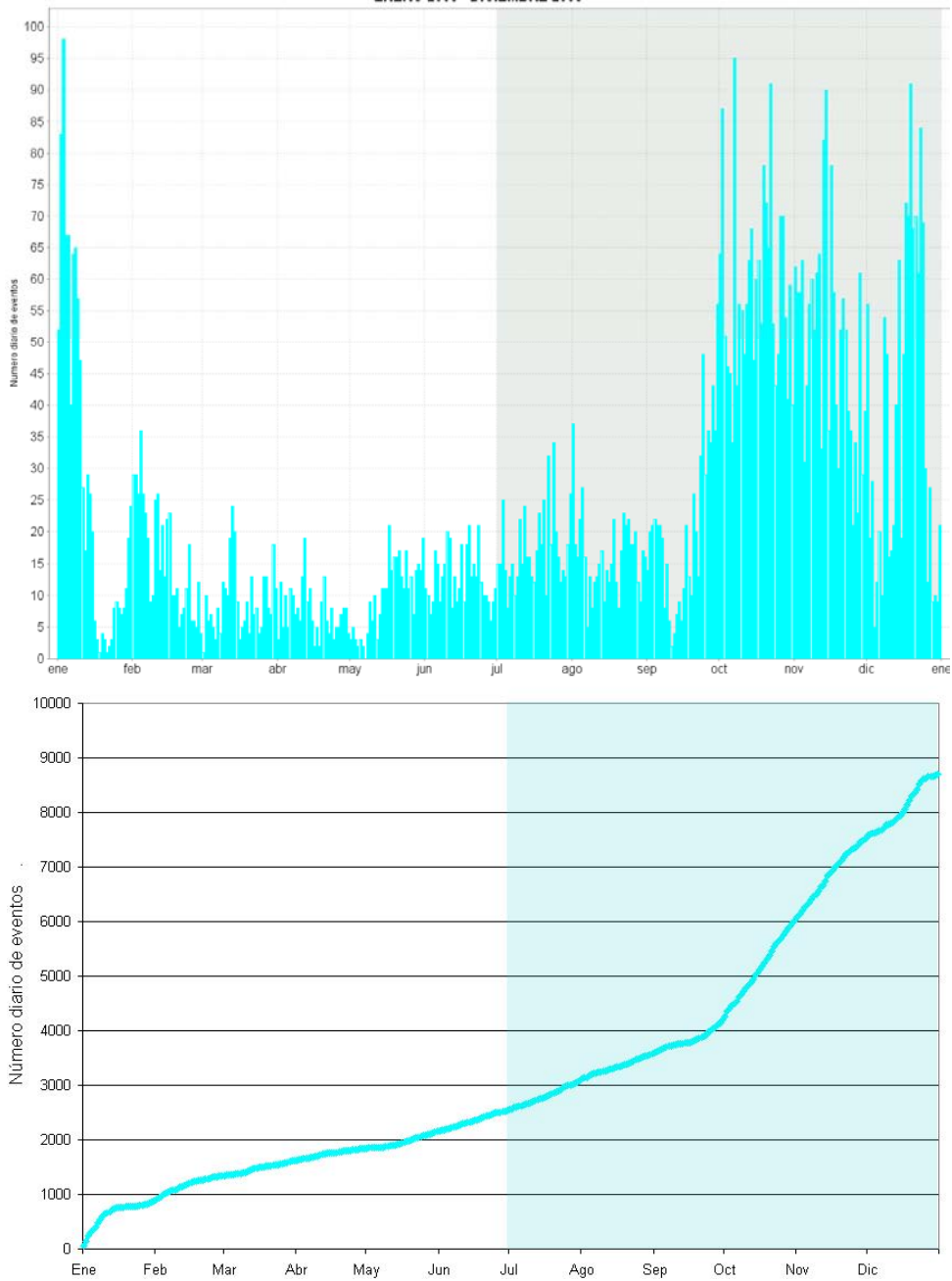


Figura 2.19. Histograma de número diario de episodios TRE (arriba) y acumulado de episodios TRE (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

Un rasgo que resalta en el periodo evaluado fue la ocurrencia de sismos LP que inmediatamente dispararon episodios TRE mostrando una transición de la fuente de este tipo de señales asociadas con dinámica de fluidos (Figuras 2.25 y 2.26).

Aunque los sismos HYB no fueron la sismicidad dominante, se resalta su incremento progresivo desde mediados de septiembre hasta alcanzar su climax justo antes de una emisión de ceniza que

aconteció el 30 de noviembre (Figuras 2.27 y 2.28). Muchos de estos eventos, que han ocurrido a manera de enjambres y que por su tamaño y rápida atenuación permiten ubicarlos en niveles superficiales, se han visto antes de procesos eruptivos en Galeras y se han interpretado como fracturas en un sello rígido inducidas por sobrepresiones de gases acumulados (Figura 2.29).

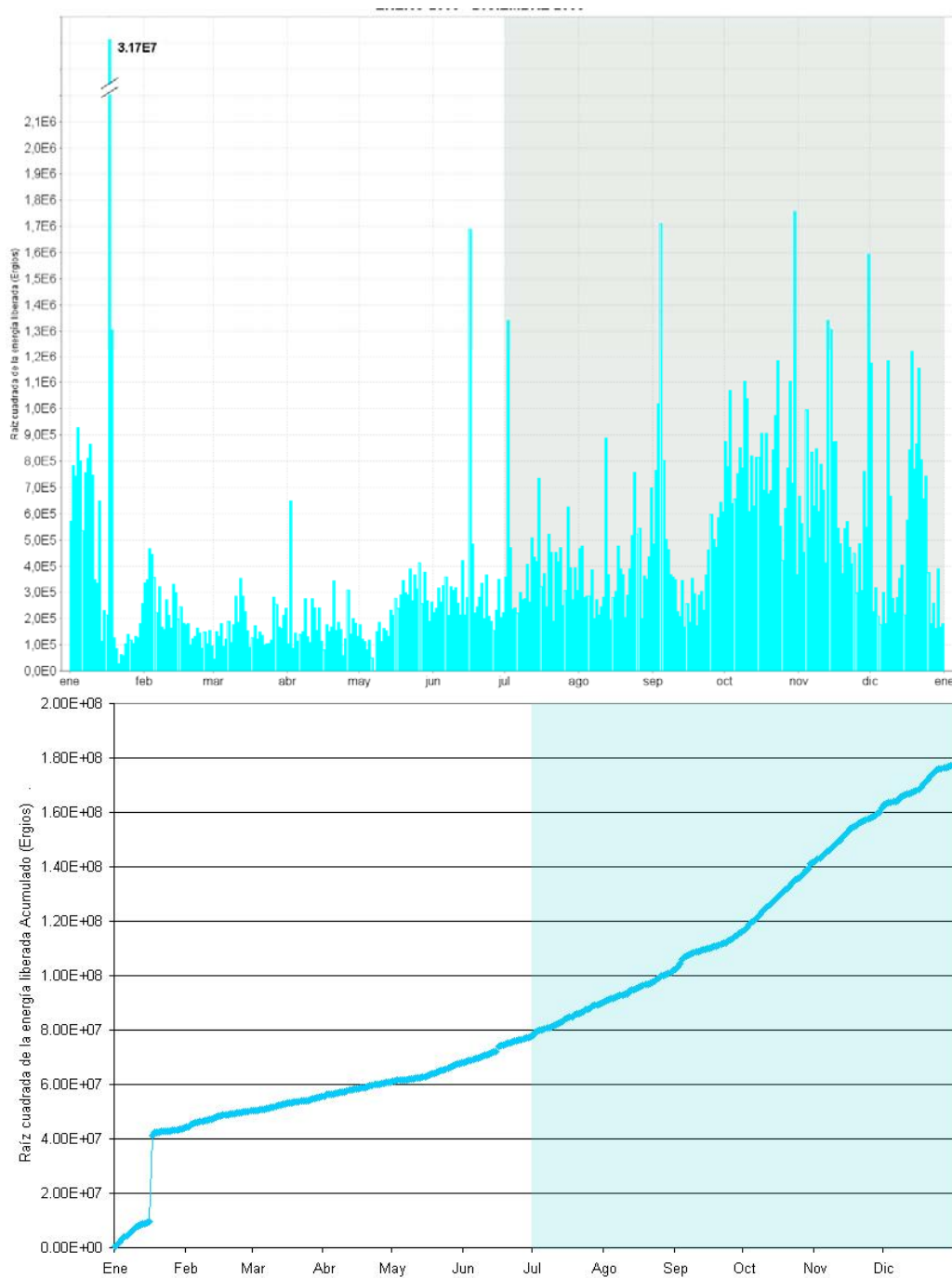


Figura 2.20. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos TRE (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

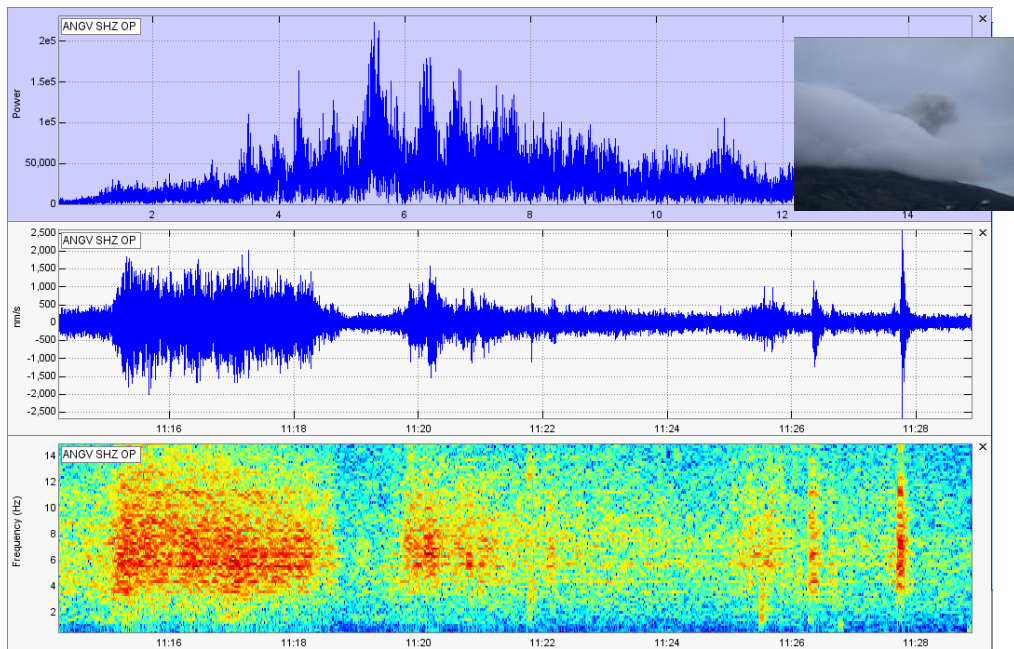


Figura 2.21. Espectro en frecuencia (arriba), sismograma (centro) y espectrograma (abajo) del registro en la estación Anganoy (sismómetro de corto periodo ubicado a 0.9 km del cráter principal), de un segmento del episodio espasmódico TRE asociado a una emisión de cenizas el 3 de julio de 2008 (el tiempo en la gráfica corresponde a la hora universal: Hora local+5 horas). En la parte superior derecha se muestra una imagen de la emisión de gases volcánicos acompañados de ceniza fina.

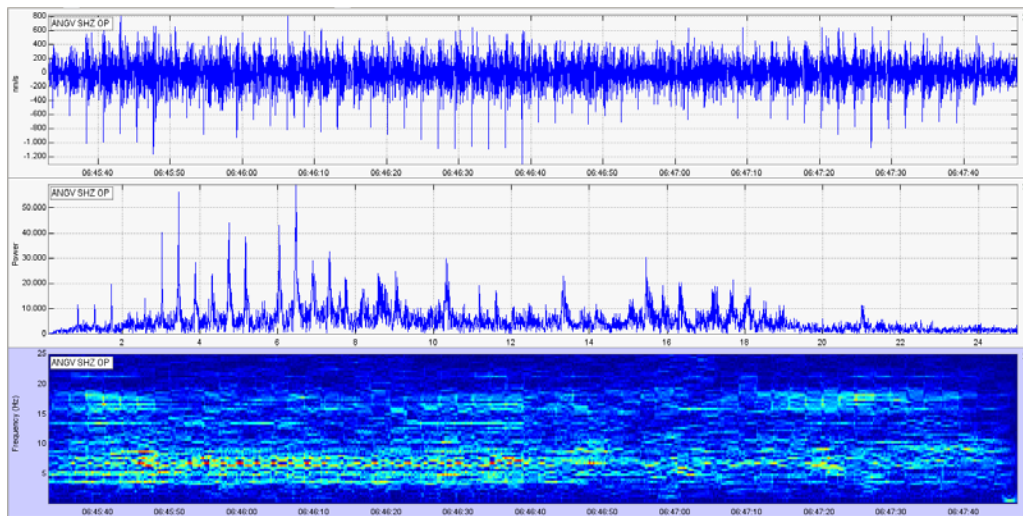


Figura 2.22. Sismograma (arriba), espectro en frecuencia (medio) y espectrograma (abajo) registrado en la estación Anganoy del episodio de tremor armónico, ocurrido a manera de enjambre de eventos tipo LP, el día 17 de septiembre de 2008 entre la 1:45 a.m. y la 1:48 a.m. La ventana corresponde a un intervalo de duración de aproximadamente 1.5 minutos.

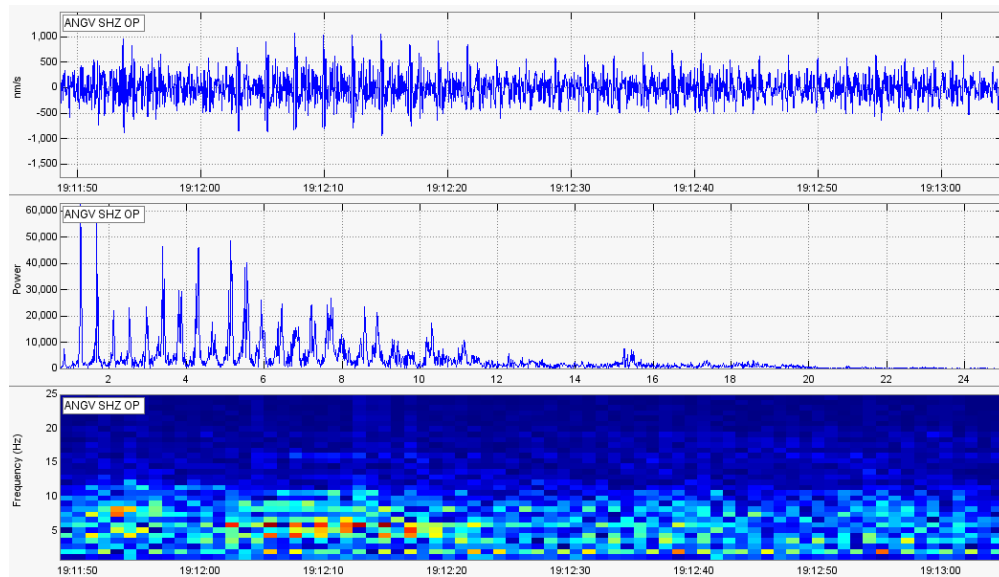


Figura 2.23. Registro sísmico (arriba), espectro (centro) y espectrograma (abajo) de una ventana del episodio de tremor armónico registrado el 18 de diciembre a las 2:05 p.m.

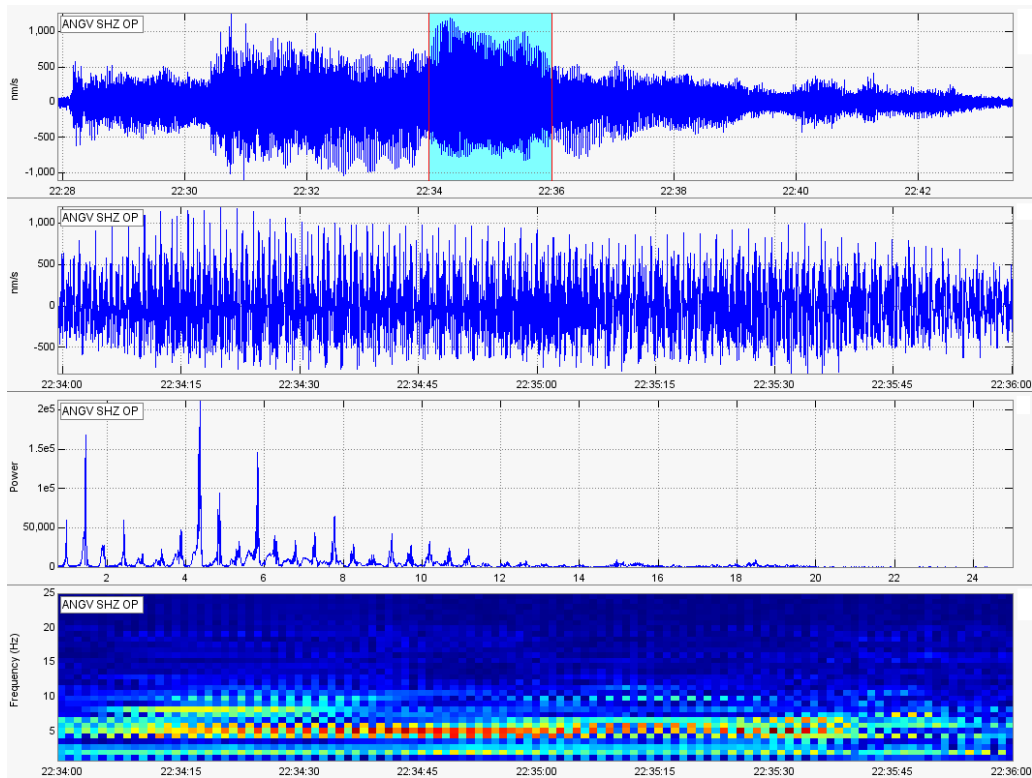


Figura 2.24. Registro sísmico (arriba), ventana de dos minutos del registro sísmico (arriba-centro), espectro (abajo-centro) y espectrograma (abajo) de un episodio TRE armónico registrado el 21 de diciembre a las 5:28 p.m.

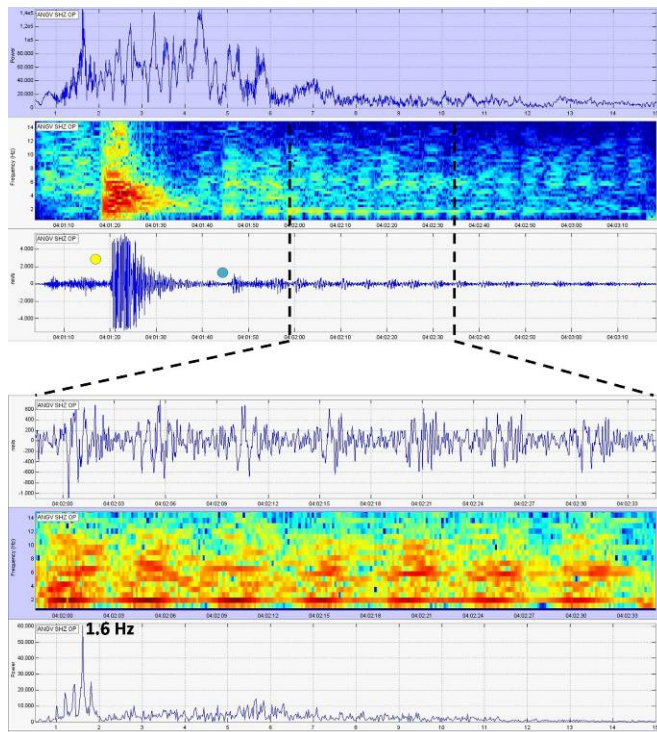


Figura 2.25. Sismograma, espectrograma y espectro de amplitudes de un registro en la estación Anganoy de un LP y su consecutivo TRE armónico registrados el 15 de noviembre de 2008 a las 11:01 p.m.

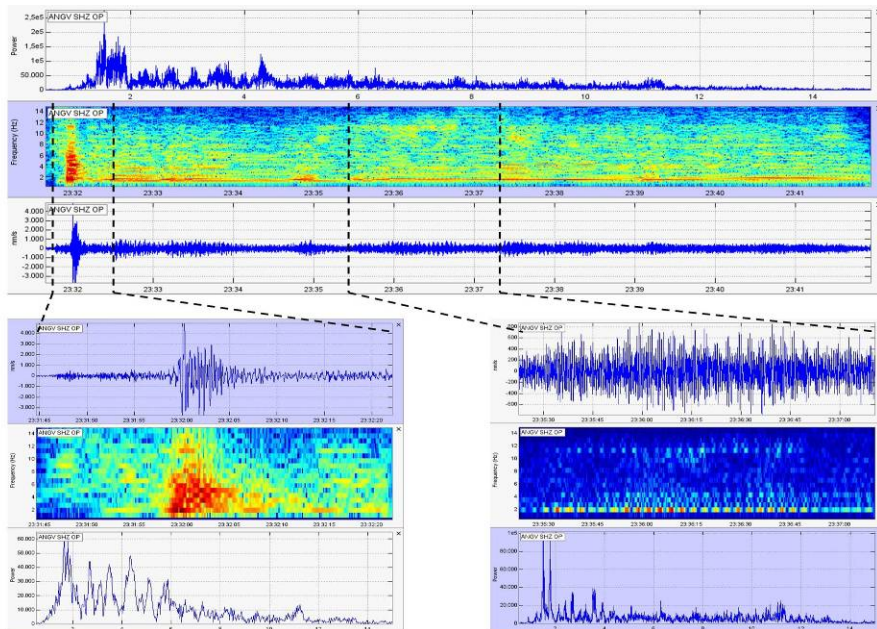


Figura 2.26. Evento LP, registrado por la estación Anganoy el 4 de noviembre a las 6:32 p.m., y sucedido por un episodio TRE armónico. De arriba a abajo se muestra: el espectro en frecuencia, el espectrograma y el sismograma para el LP y los primeros 10 minutos del TRE. En la parte inferior, a la izquierda un detalle del evento LP y a la derecha dos minutos de TRE.

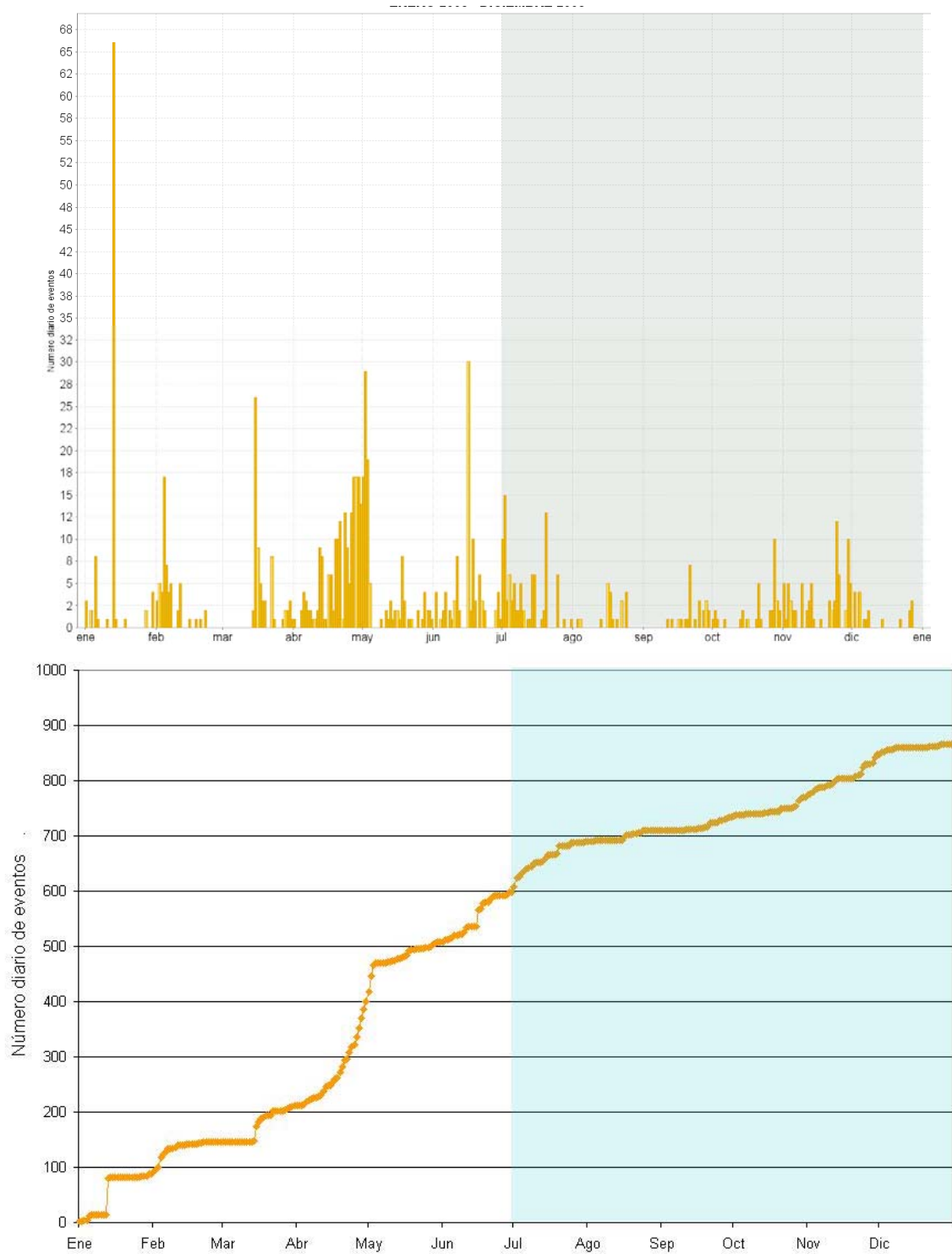


Figura 2.27. Histograma de número diario de sismos HYB (arriba) y acumulado de sismos HYB (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

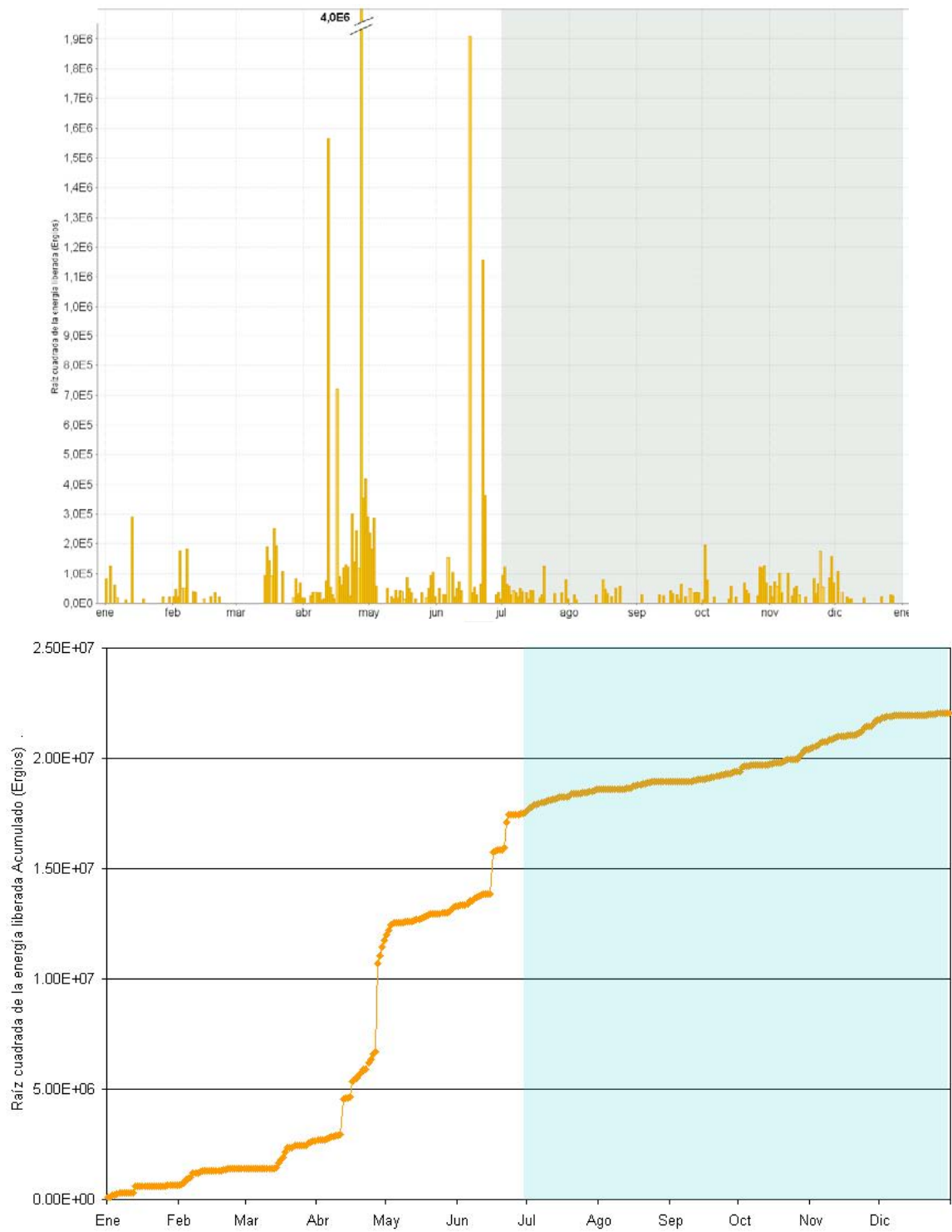


Figura 2.28. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos HYB (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

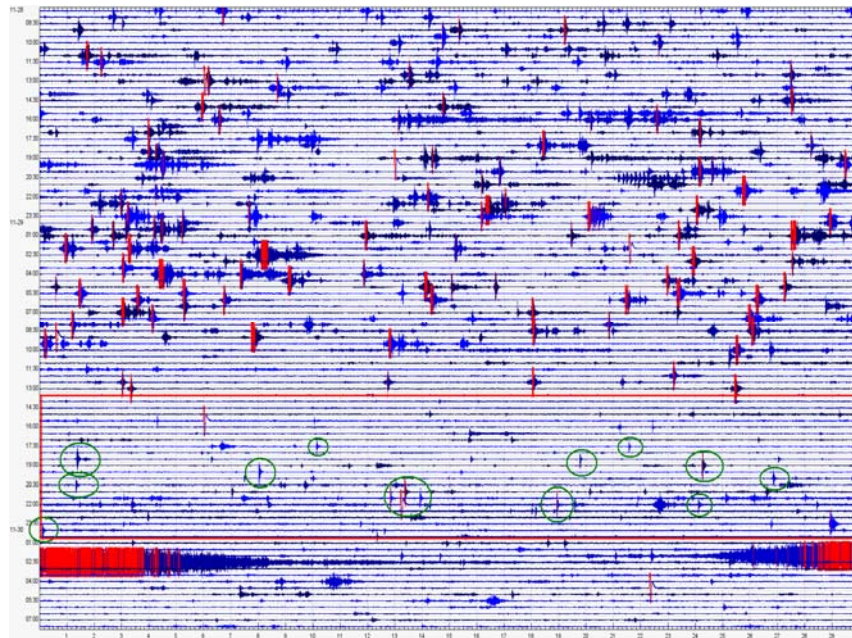


Figura 2.29. Sismograma registrado por la estación Anganoy entre las 08:00 a.m. del 28 de noviembre hasta las 07:00 a.m. del 30 de noviembre de 2008. En el recuadro rojo se observa la clara disminución en la ocurrencia de la sismicidad asociada con dinámica de fluidos y la aparición de sismos asociados con fracturas de carácter superficial (óvalos verdes) que anteceden al episodio de tremor registrado hacia las 02:18 a.m. del 30 de noviembre y que estuvo asociado a la emisión de ceniza.

El 30 de noviembre, las 02:25 a.m., aconteció una señal superficial que estuvo asociada a una emisión de cenizas (Figura 2.30), proceso que produjo una relajación parcial del sistema y que se vio reflejado pocos días después y por un corto tiempo, en el descenso en la ocurrencia de episodios TRE y sismos LP.

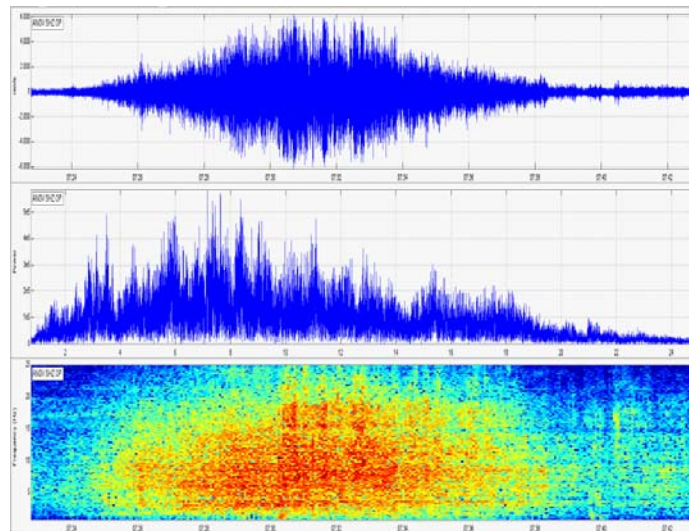


Figura 2.30. Sismograma, espectro de Fourier y espectrograma registrado por la estación Anganoy de la señal sísmica ocurrida el día 30 de noviembre de 2008 a las 02:25 a.m. y que estuvo asociada a emisión de ceniza.

En relación a los sismos VT, se resalta dos periodos en los que estos sismos se fueron incrementando paulatinamente en ocurrencia hasta alcanzar un máximo y luego disminuyen. El primer periodo empieza en julio y su valor máximo es a mediados de agosto; el segundo periodo inicia a mediados de octubre alcanzando su máximo a mediados de noviembre. Si bien en número son comparables los dos periodos, en energía sísmica liberada fue mayor el segundo (Figuras 2.31 y 2.32).

La mayoría de estos sismos se localizaron en inmediaciones del cono activo y hacia el sur del mismo. Hacia el norte, se ubicaron algunas fuentes de manera dispersa (Figura 2.33). La mayoría de los sismos se ubicaron a menos de 4 km de profundidad desde la cima de Galeras (4200 msnm) y luego, entre 4 y 8 km. Por otra parte, casi la mitad de los sismos tuvieron magnitudes locales entre 0,6 y 1,2 que no son percibidos por las personas. Es de advertir, que sismos de muy pequeña magnitud pueden quedar por fuera del nivel de sensibilidad de la red sísmica y por ende, su relación porcentual respecto a los demás rangos de magnitud puede estar disminuida según se muestra en la Figura 2.34. Los mayores centros energéticos se ubicaron al occidente del cráter activo y al sur del mismo (Figura 2.35); adicionalmente, los sismos que están en las inmediaciones del cono activo tienden a ser más superficiales con profundidades no mayores a 8 km y de magnitudes más pequeñas (menores de 2), en tanto los sismos que se ubican al nor-este en dirección concordante con la falla de Buesaco, tienden a ser más profundos y con mayores magnitudes (Figuras 2.36 y 2.37).

El mes de noviembre, previo a la emisión del día 30, se destaca la ocurrencia de grupos de sismos VT de manera concentrada en cuatro focos todos ellos con profundidades entre 2 y 6 km (Figura 2.37). Otro rasgo a destacar, fue la poca sismicidad VT que se registra empezando el mes de octubre y que resulta coincidente con el incremento de los LP; además, a finales de este mes reaparecen algunos VT pero de manera dispersa alejándose del cráter (Figura 2.38). Este panorama de sismicidad, podría explicarse como el hecho de que no había la suficiente rigidez para que el material se fracture por la acumulación de esfuerzos dado el ascenso de material magmático. Las fuentes sísmicas que ocurrieron en noviembre y que se refirieron anteriormente, particularmente las localizadas al sur, se caracterizaron por un incremento en sus niveles energéticos, y luego de la emisión que aconteció el 30 de noviembre, se observó una disminución de las magnitudes de estos sismos (Figura 2.38), afianzando el planteamiento de que con la emisión hubo una relajación de esfuerzos.

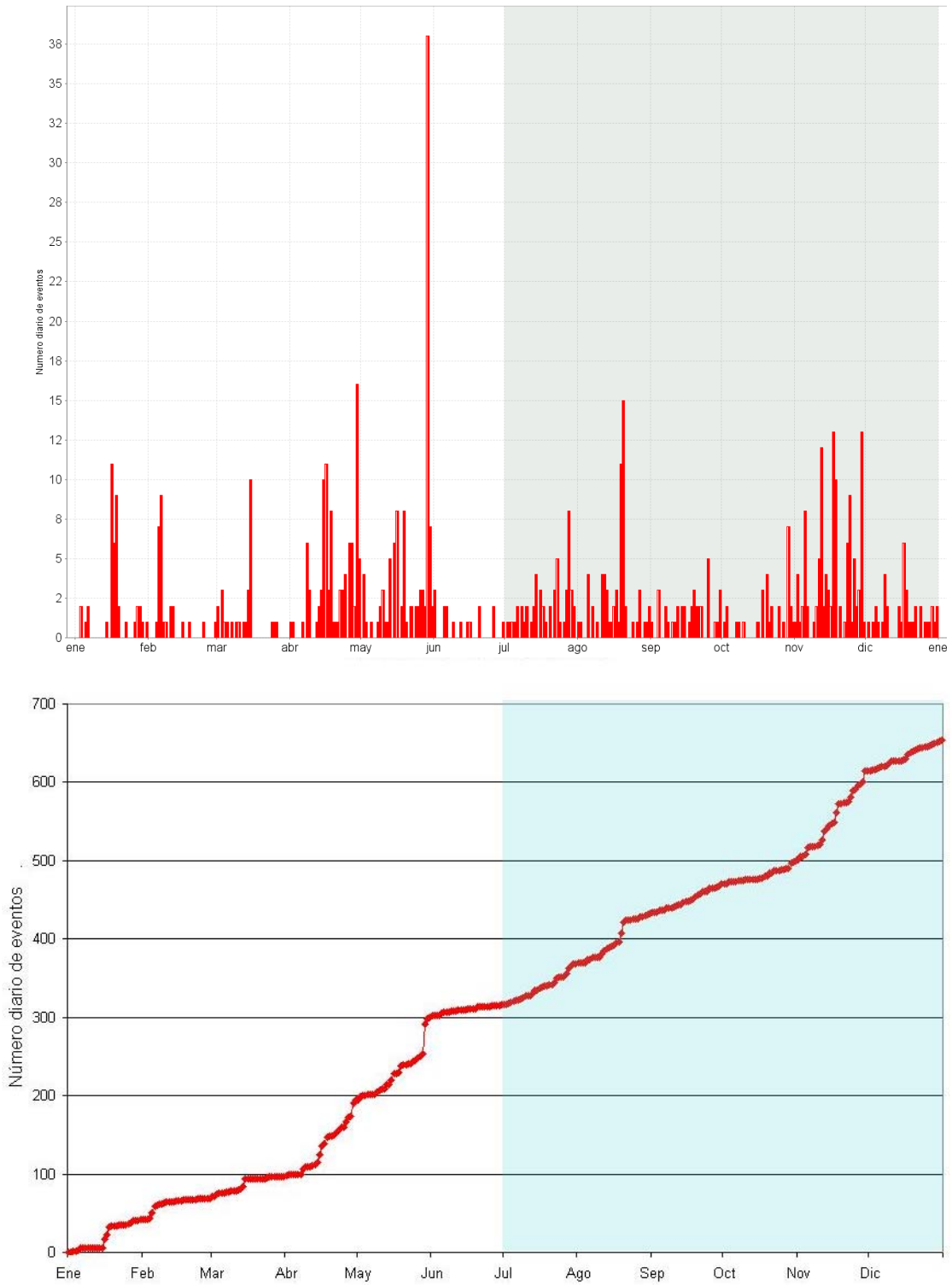


Figura 2.31. Histograma de número diario de sismos VT (arriba) y acumulado de sismos VT (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

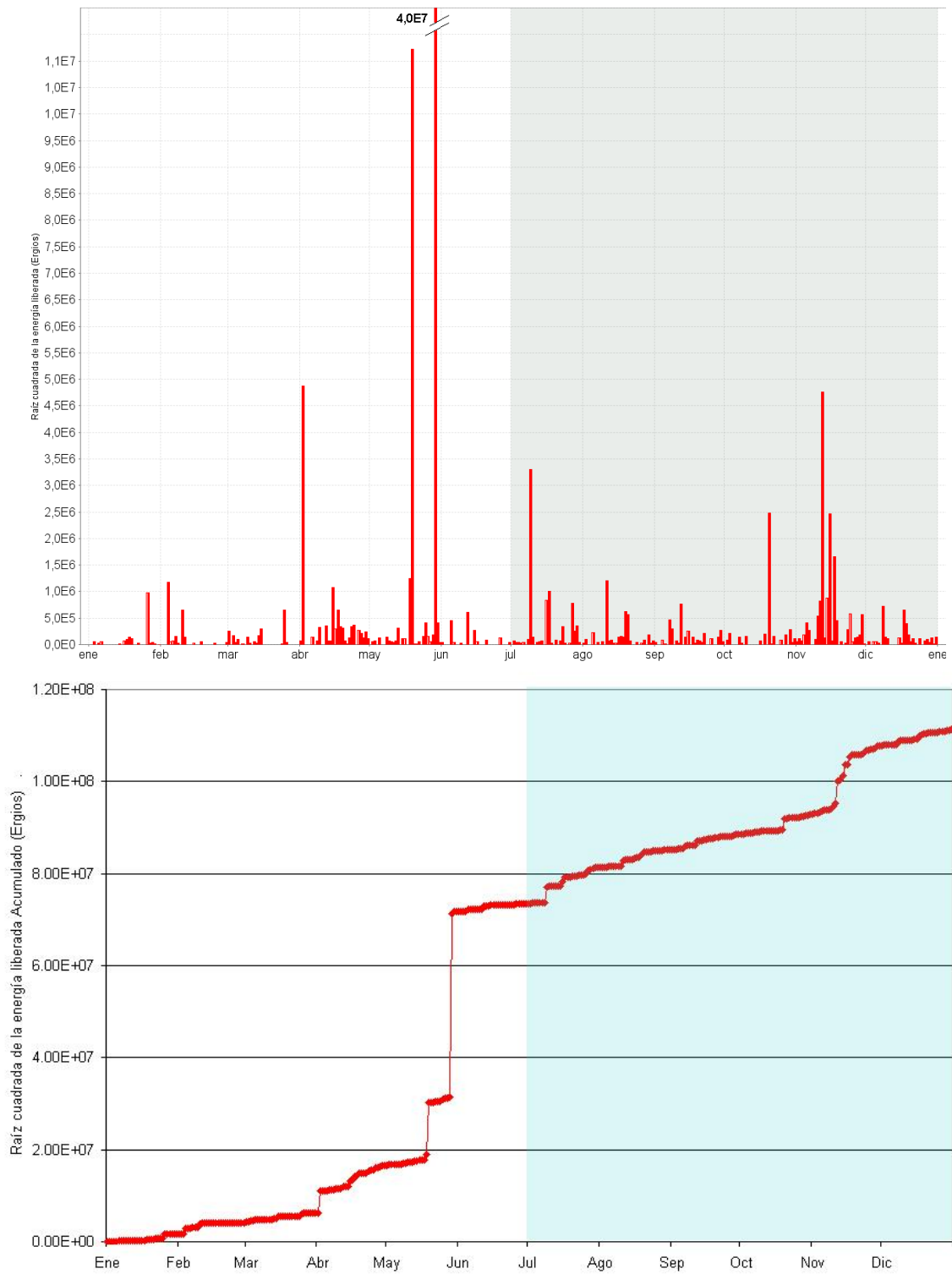


Figura 2.32. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos VT (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

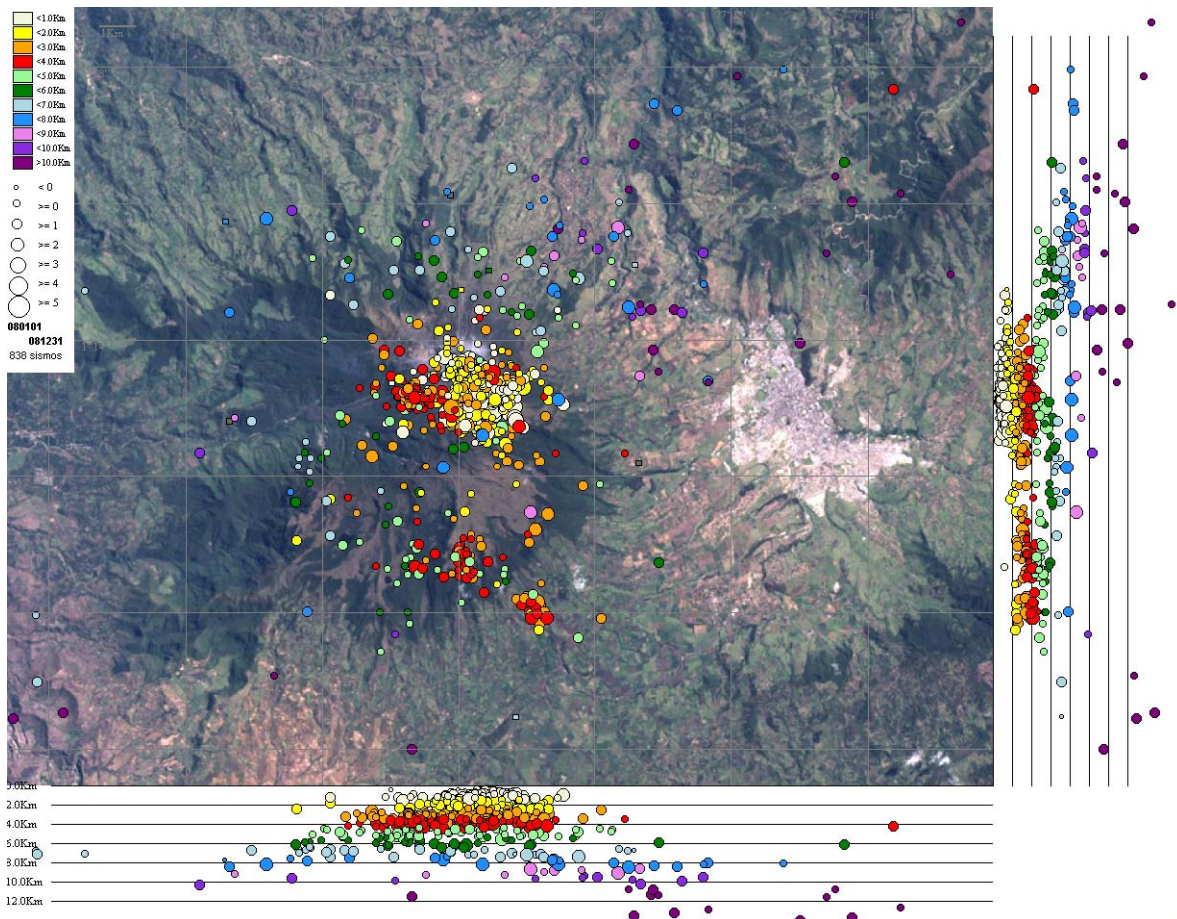


Figura 2.33. Hipocentros de sismos VT en la zona de influencia de Galeras durante el segundo semestre de 2008. En los cortes norte-sur (derecha) y este-oeste (abajo) cada división equivale a 2 Km.

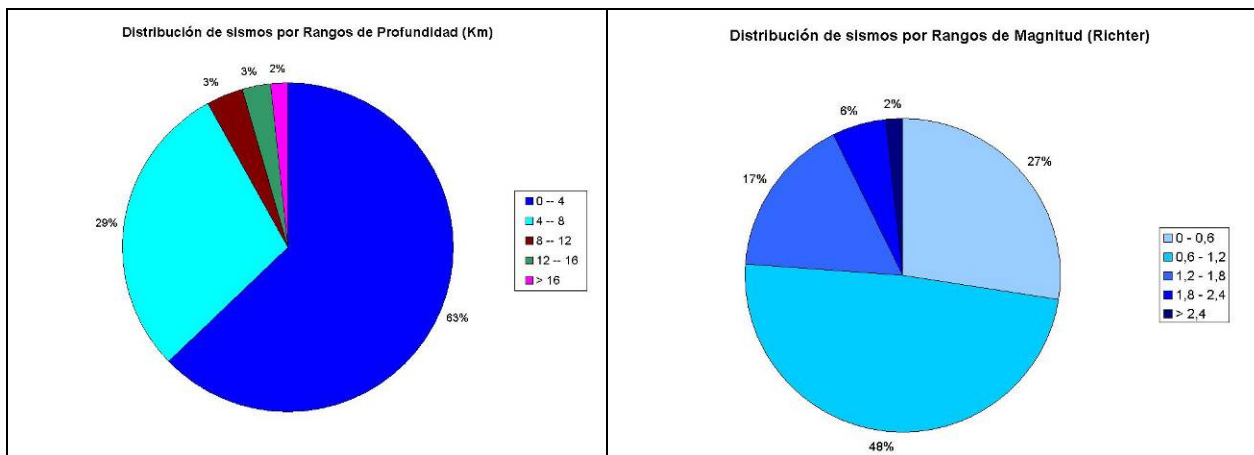


Figura 2.34. Relaciones porcentuales por rangos de profundidad (izquierda) y por rangos de magnitud local (derecha) para los sismos VT localizados durante el segundo semestre de 2008. A la derecha de cada diagrama se presentan sus convenciones.

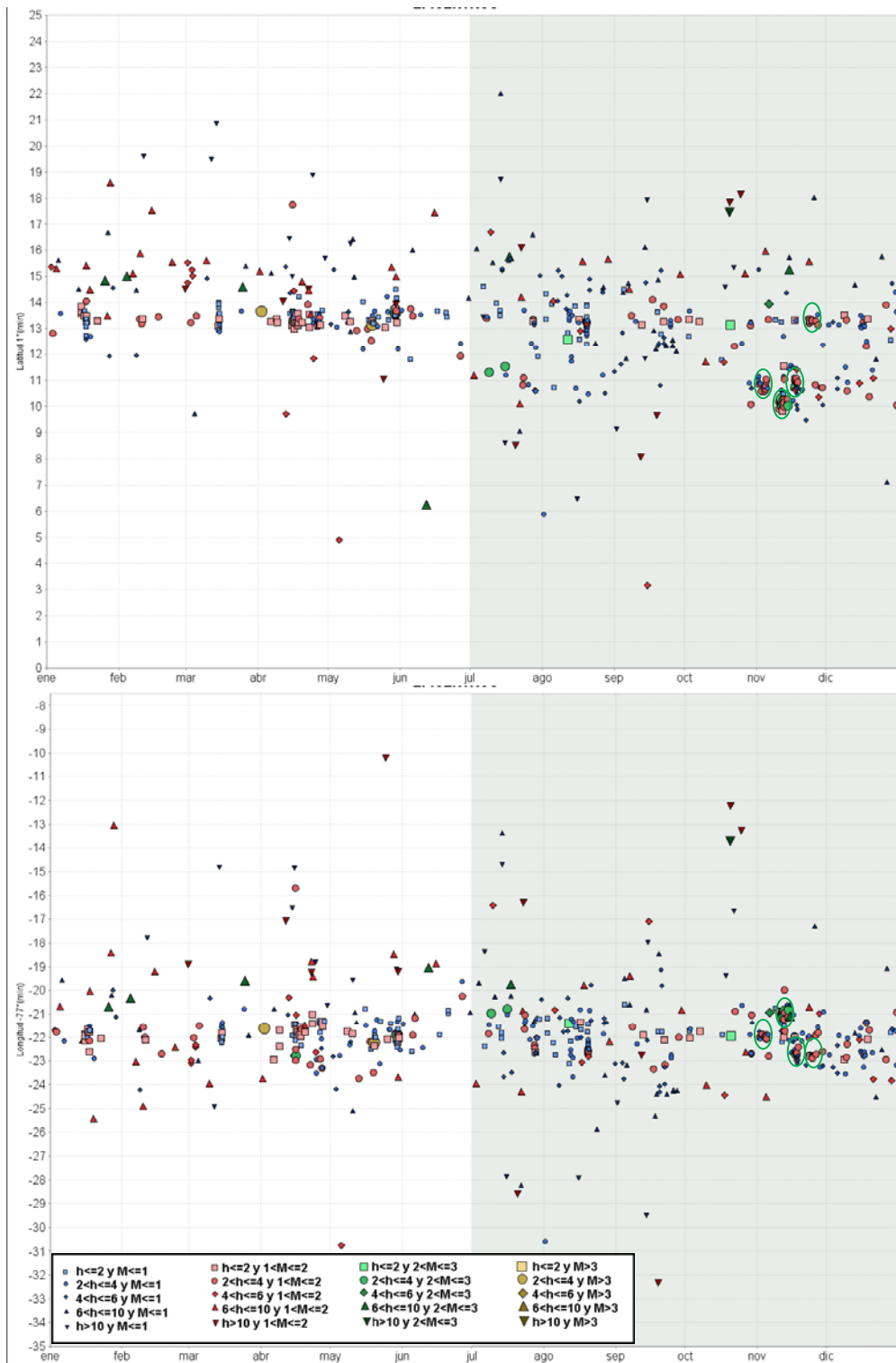


Figura 2.37. Evolución espacio temporal de sismos VT durante 2008. En la gráfica superior se muestra las latitudes y en la inferior las longitudes.



Figura 2.38. Evolución espacio temporal de sismos VT durante 2008. En la gráfica superior se muestra las profundidades y en la inferior las magnitudes.

2.4 DEFORMACION

La red de deformación para el segundo semestre del 2008, estuvo conformada por tres inclinómetros: Cráter (0,9 km al este del cráter), Peladitos (1,4 km al sur-este de cráter) y Calabozo (a 7 Km al oeste del cráter principal). Finalizando el año se instaló un tercer inclinómetro en Huairatola (a unos 3 Km al Norte del cráter) el cual no registró valores satisfactorios por problemas en el equipo.

En general, las componentes de los inclinómetros vienen presentando desde el 2005 comportamientos variables asociados a la actividad del volcán, mostrando desde variaciones considerables en el inclinómetro de Peladitos, asociadas al ascenso del domo, hasta periodos de estabilidad con menores cambios relacionados con la temperatura ambiente o con el sistema de alimentación (Figura 2.39).

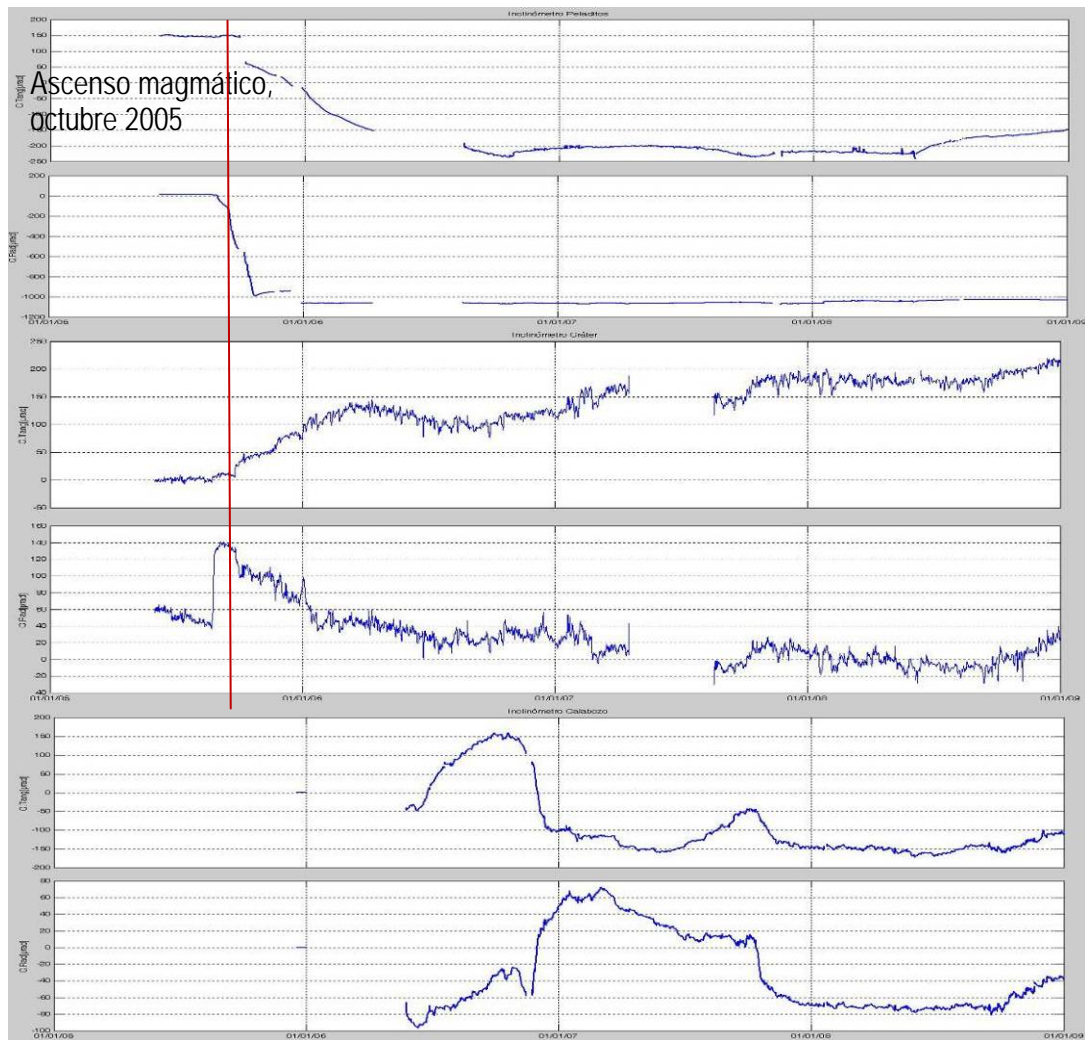


Figura 2.39 Comportamiento de las componentes radial y tangencial para los inclinómetros: a) Peladitos , b) Cráter y c) Calabozo, entre junio de 2005 y diciembre de 2008.

Finalizando el 2007, los inclinómetros Cráter, Peladitos y Calabozo, registraron variaciones en sus componentes asociadas muy probablemente con la actividad del volcán; Cráter y Peladitos tuvieron cambios menores a 50 μ radianes, mientras la estación de Calabozo mostró variaciones cercanas a los 100 μ radianes, asociadas posiblemente a un proceso más profundo de origen volcánico (Figura 2.39). En diciembre de 2007, los tres inclinómetros mostraron tendencias estables con variaciones menores asociadas con la temperatura ambiente o con el sistema de alimentación, la cual se mantuvo hasta la erupción del 17 de enero de 2008.

Posterior a la erupción los inclinómetros mostraron un cambio como respuesta a la misma. Las componentes tangencial y radial del inclinómetro Peladitos indicaron un cambio de 4 y 20 μ radianes, respectivamente; el inclinómetro Cráter de 24 y 18 μ radianes, en sus componentes tangencial y radial respectivamente; el inclinómetro Calabozo salió de funcionamiento y un vez fue reinstalado se observó una variación de 6 μ radianes para la componente tangencial y de 2 μ radianes para la componente radial (Figura 2.40).

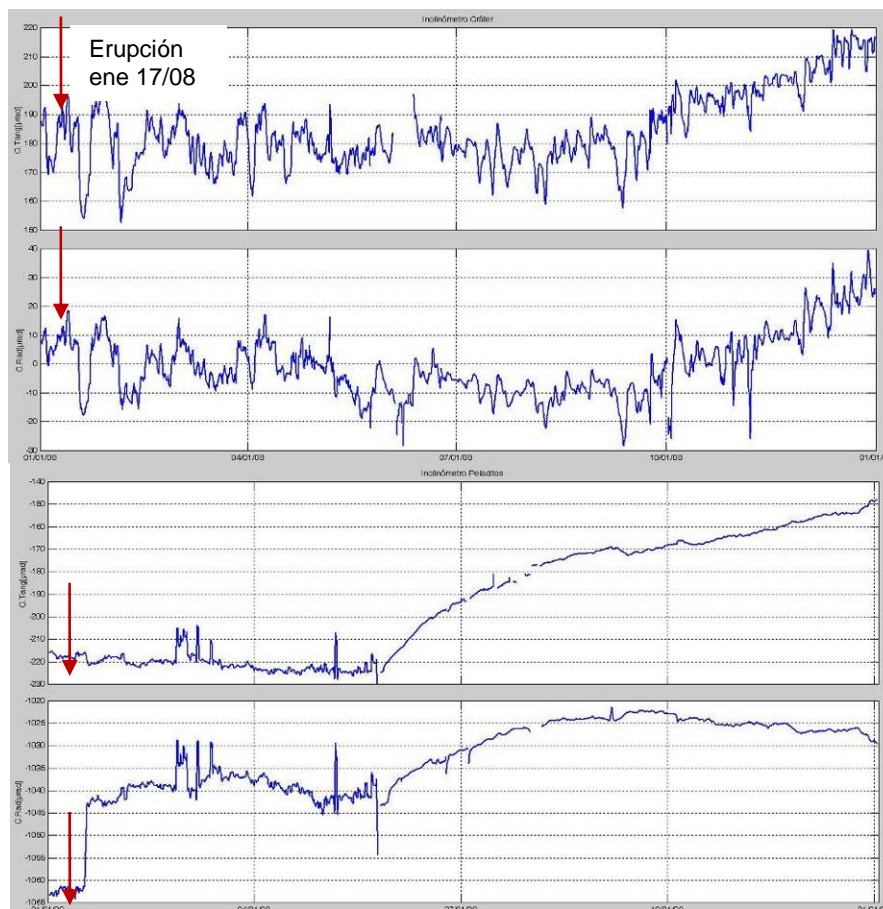


Figura 2.40 Comportamiento de las componentes radial y tangencial para los inclinómetros: a) Peladitos , b) Cráter y c) Calabozo, entre junio de 2005 y diciembre de 2008.

El vector resultante calculado entre el 17 y el 19 de enero, para los inclinómetros, de Cráter y Peladitos muestran una tendencia de deflación, con un valor mayor para el inclinómetro Cráter que para el de Peladitos, lo cual es coherente teniendo en cuenta que la erupción afectó la parte superficial del sistema. Utilizando estos valores y el modelo de Mogui, se obtuvo que la deformación se originó a una profundidad de aproximadamente 1.4 km, con un volumen cercano a los 700.000 m³, dato que es similar al calculado con las curvas de Isópacas (Figura 2.41).

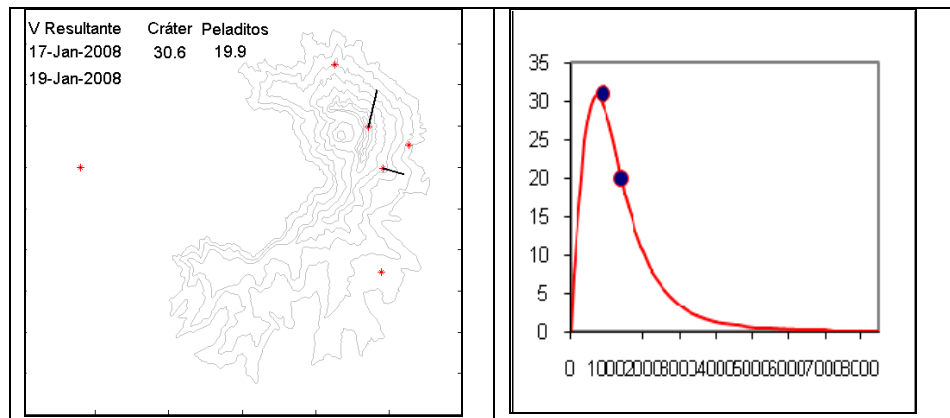


Figura 2.41. Izquierda, vectores resultantes para los inclinómetros Cráter y Peladitos, para el periodo entre el 17 y el 19 de enero, el asterisco indica el lugar donde se encuentra la estación. Derecha, Curva que se ajusta a los vectores resultantes obtenidos, utilizando el modelo de Mogi.

Durante el primer semestre del 2008 y hasta mediados de julio del mismo año, el inclinómetro Cráter mostró estabilidad en sus componentes, a partir de esta fecha se observó un comportamiento ascendente tanto en la componente radial como en la tangencial que hasta mediados de diciembre acumularon cada una unos 40 μ radianes, hasta finalizar el 2008 la tendencia de las componentes es estable, con fluctuaciones que probablemente pueden asociarse a cambios en la temperatura ambiente y en el voltaje de su sistema de alimentación (Figura 2.42).

Las componentes del inclinómetro Peladitos hasta finales de mayo de 2008, tuvieron una tendencia estable. A partir de este mes y hasta finalizar el 2008, las dos componentes mostraron cambios significativos. La componente tangencial se mantuvo con una tendencia ascendente, acumulando hasta diciembre de 2008, cerca de 70 μ radianes. La componente radial hasta octubre acumuló unos 25 μ radianes con una tendencia ascendente, posteriormente cambió su tendencia a descendente, la cual se mantuvo hasta diciembre de 2008, con un acumulado menor de 5 μ radianes (Figura 2.43).

El inclinómetro Calabozo hasta octubre de 2008, tuvo un comportamiento estable en sus componentes, posteriormente y hasta diciembre del 2009 la tendencia se mantiene, acumulando para la componente tangencial unos 60 μ radianes y para la radial unos 40 μ radianes (Figura 2.44).

Teniendo en cuenta la variación de los tres inclinómetros se calcularon vectores resultantes para dos periodos junio-octubre y octubre-diciembre (Figura 2.45). Se resalta que el segundo periodo pudo

estar asociado con la mayor actividad de fluidos registrada en el 2008 y que la dirección de los vectores coincide con la localización de eventos de fractura del mismo periodo.

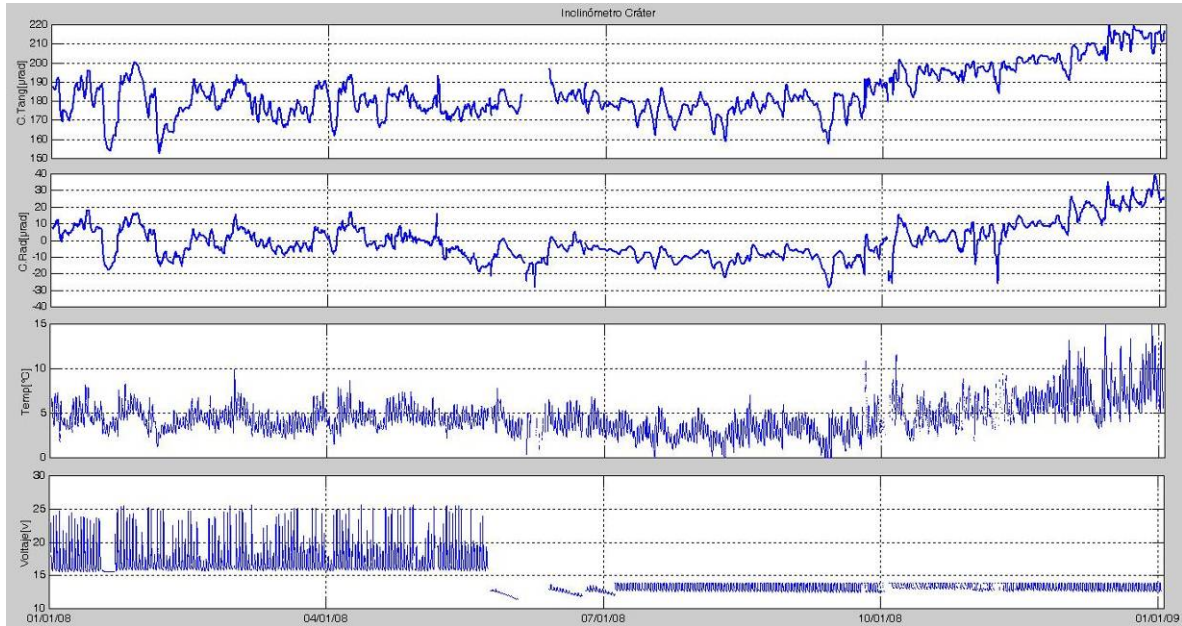


Figura 2.42. Componentes de inclinación tangencial y radial , junto con los datos de temperatura del inclinómetro Cráter, durante el 2008.

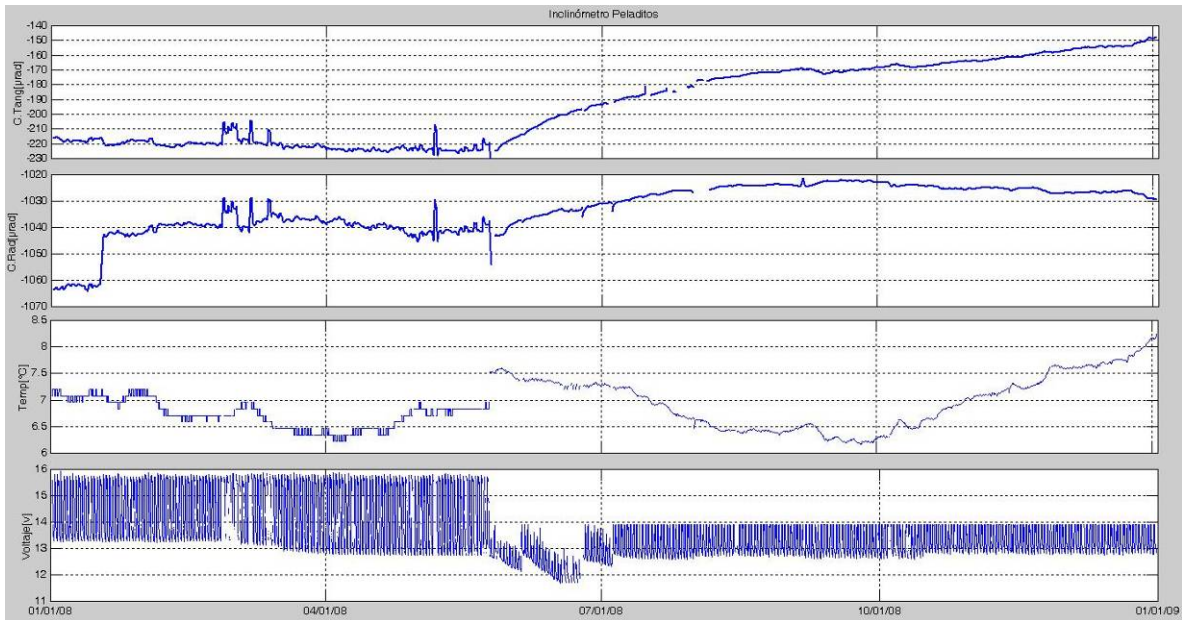


Figura 2.43. Componentes de inclinación tangencial y radial, junto con los datos de temperatura del inclinómetro Peladitos, durante el 2008.

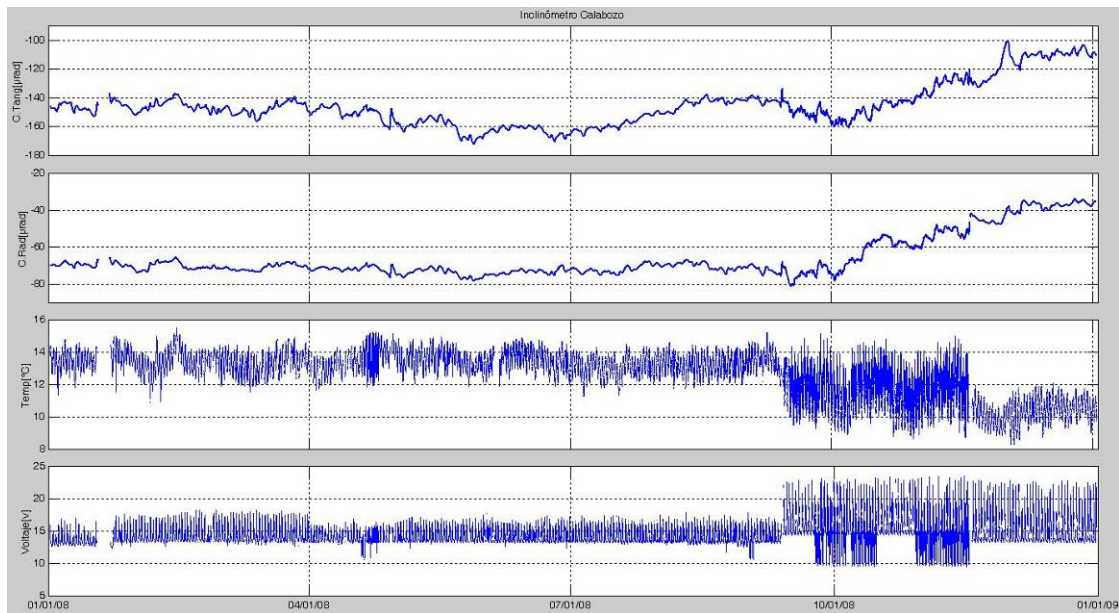


Figura 2.44. Componentes de inclinación tangencial y radial , junto con los datos de temperatura del inclinómetro Calabozo, durante el 2008.

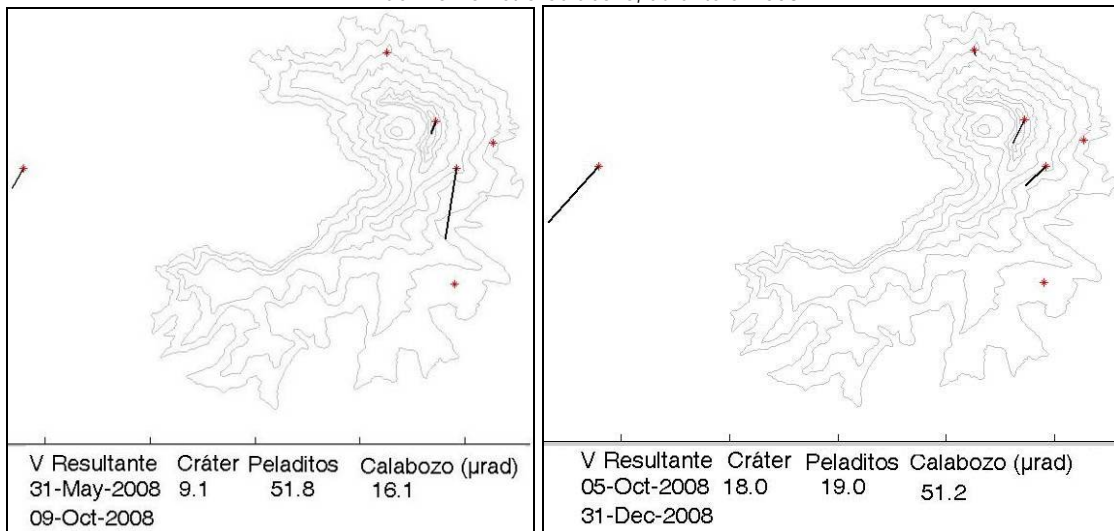


Figura 2.45. Vectores resultantes para la red de deformación. Izquierda en el periodo entre mayo y octubre de 2008. Derecha, Periodo entre octubre y diciembre de 2008.

2.5 FISICOQUIMICA

Durante el segundo semestre de 2008, en el área de fisicoquímica se continuó con el trabajo de medir el flujo de Dióxido de Azufre (SO_2) emitido por Galeras a la atmósfera así como las emisiones de Radón (Rn_{222}) en suelos. Para el seguimiento del SO_2 se utilizó las estaciones telemétricas permanentes tipo Scan-DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy – Espectroscopía Óptica

Diferencial de Absorción) del Proyecto NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change) de la Unión Europea del cual INGEOMINAS es partícipe. Las estaciones se localizan en el cuadrante noroccidental de Galeras (Figura 2.4) debido a que el viento se dirige hacia ese sector durante la mayor parte del año. Además se utilizó la información de las imágenes satelitales de OMI (Ozono Monitoring Instrument) que monitorea la presencia de algunos gases en la atmósfera, entre ellos el SO₂. Para medir las emisiones de Rn₂₂₂ en suelos se utilizó la red de 15 estaciones isotópicas (Figura 2.3) distribuidas en las Líneas Norte, Circunvalar y Galeras.

Lo más importante del monitoreo del flujo de SO₂ para el segundo semestre de 2008 es que se observó un proceso de ascenso paulatino de los valores de flujo, que se nota a partir de mayo, alcanza sus mayores valores entre junio y septiembre y luego muestra descenso paulatino, lo cual dura hasta diciembre, este proceso se puede relacionar directamente con el ascenso y emplazamiento de un domo de lava en el cráter principal, el cual fue observado por primera vez con incandescencia a simple vista en septiembre 19. Los datos de dirección y velocidad del viento para calcular el flujo de SO₂ se obtienen de la estación climática ubicada en la cima volcánica y cuando ésta se daña, entonces se usa los datos del IDEAM.

Para el segundo semestre de 2008 el rango de emisión de SO₂ fluctuó entre 7 T/día y 14.475 T/día, valores que se de manera cualitativa se catalogan como muy bajo y muy alto, respectivamente. El máximo valor fue medido en septiembre 10 a la 1:23 p.m. con velocidad del viento de 23,4 m/s y dirección hacia la estación de Santa Bárbara. Se destacan cuatro picos de flujo con valores superiores a 10.000 T/día, en junio 12 (primer semestre), julio 21 y agosto 7 (Figura 2.46).

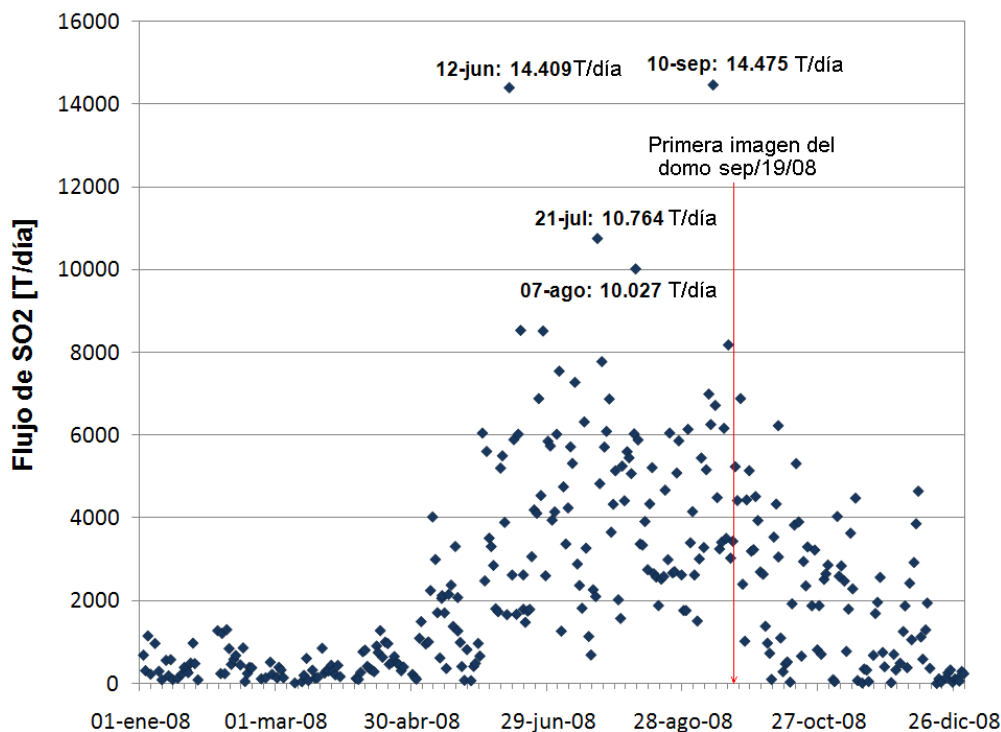


Figura 2.46. Flujo de SO₂ de Galeras, medido con estaciones Scan-DOAS (NOVAC). Enero a diciembre de 2008.

En la Figura 2.46 se puede notar que los máximos valores se registraron en la primera mitad del semestre y en sus últimos quince días los valores descendieron bastante, mostrando un rango de fluctuación entre 7 y 701 T/día. El 57 % de los valores máximos fueron medidos en la estación de Santa Bárbara y un 40% en la estación de Alto Tinajillas. Entre octubre y diciembre hubo 10 días sin datos, probablemente debido a que el viento cambió la dirección de la pluma y no fue captada por las estaciones, ó por condiciones atmosféricas que no permitieron la medida, por supuesto sin descartar también una reducción real en las tasas de emisión de este tipo de gases volcánicos.

También se usó el movilDOAS para hacer medidas siguiendo la carretera circunvalar al Galeras, en la figura 2.47 se puede apreciar la imagen de la medición hecha en octubre 9 a las 10 de la mañana, entre las poblaciones de Nariño y Santa Bárbara, cuyo cálculo del flujo de SO₂ fue de 3.064 T/día con una velocidad del viento de 9,4 m/s y dirección NW.

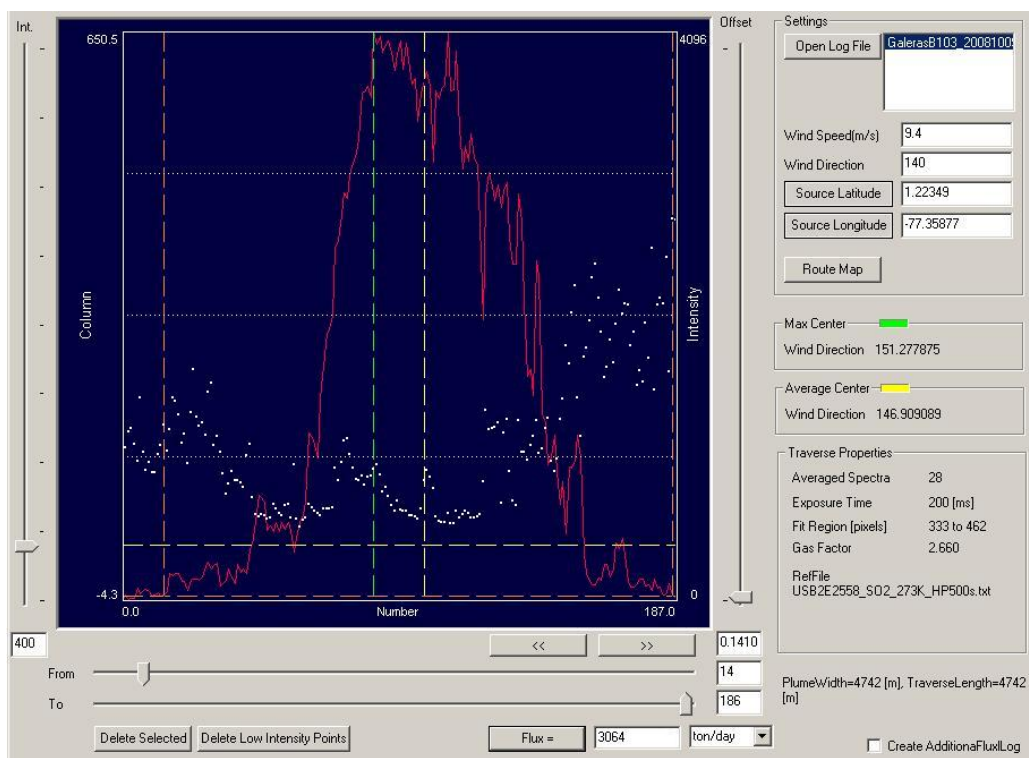


Figura 2.47. Flujo de SO₂ de Galeras, medido con Móvil-DOAS (NOVAC). Octubre 9 de 2008.

Los datos del sensor OMI (Ozono Monitoring Instrument) acoplado al satélite Aura (NASA), mostraron valores de concentración en la atmósfera entre cero y 79,8 mg/m² a una altura de 5.000 m.s.n.m. (Figura 2.48). Aunque no es tan evidente como en el caso de los datos medidos con las estaciones en tierra, se nota un comportamiento ascendente de la concentración en mayo, alcanzando valores máximos en junio y noviembre. Se destaca el pico de concentración de diciembre 15, que fue medido a las 13:57 hora local. Los datos de OMI y NOVAC no son concordantes ya que OMI mide concentración de SO₂ en la atmósfera a una altura de 5.000 m.s.n.m y los instrumentos en tierra miden flujo de SO₂, además las horas de medición y las condiciones generales de los métodos son diferentes. En la figura 2.49 se muestra la imagen de diciembre 15.

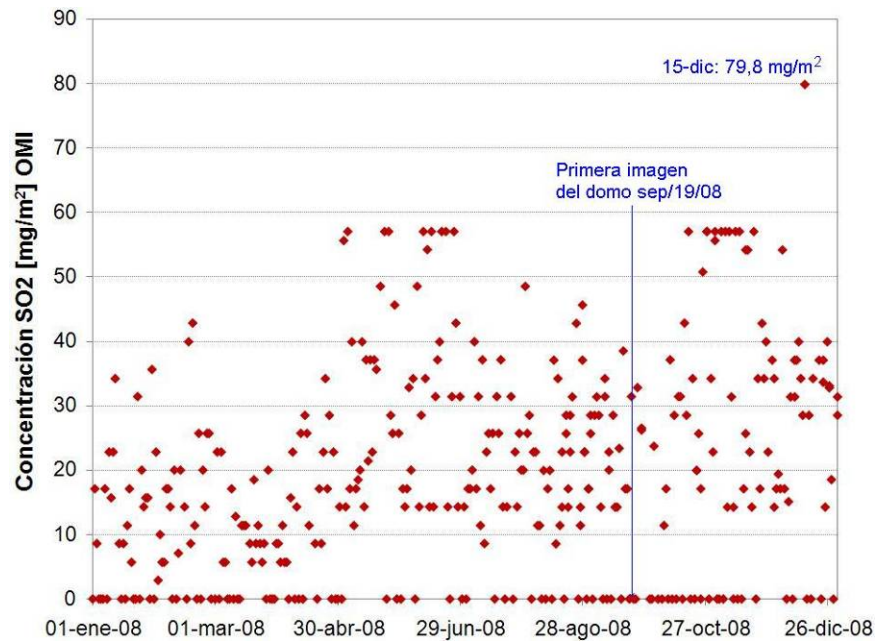


Figura 2.48. Concentración de SO₂ en la atmósfera a una altura de 5.000 m.s.n.m. Datos OMI, enero a diciembre de 2008.

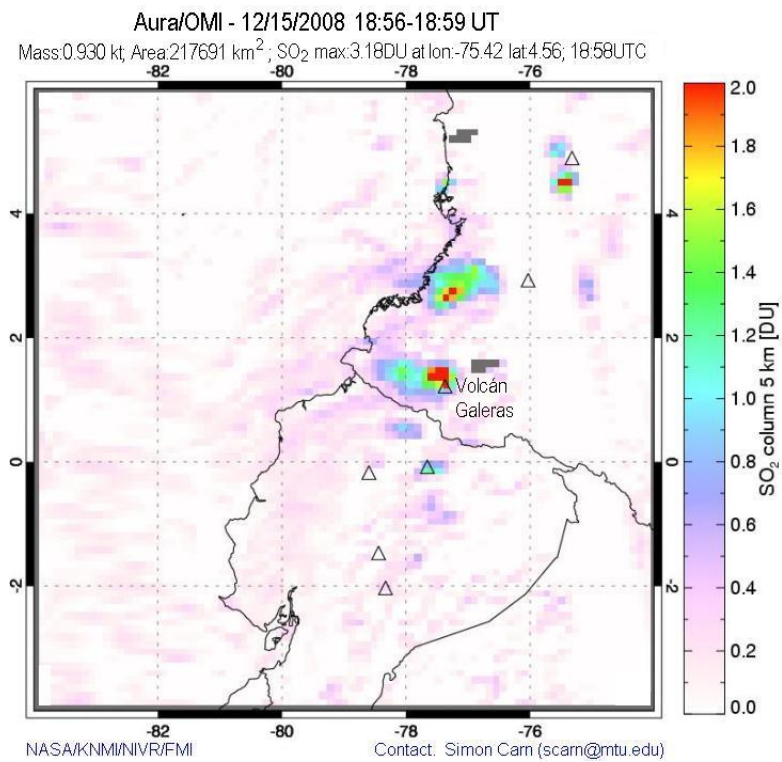


Figura 2.49. Imagen satelital OMI de concentración de SO₂ en la atmósfera a una altura de 5.000 m.s.n.m. sobre Galeras. Diciembre 15 de 2008

Las estaciones para monitoreo de gas Rn_{222} funcionaron solamente hasta septiembre, pues por razones logísticas fue necesario suspender las mediciones. Durante el tiempo de medida se contó con 15 estaciones, cuatro en la Línea Norte, cinco en la Línea Circunvalar y seis en la Línea Galeras. El rango de variación de las emisiones de Rn_{222} en suelos fue de 0 a 3.992 pCi/L, teniendo en cuenta todas las estaciones, estos valores se midieron respectivamente en Cobanegra (L. Galeras) y Ancuya (L. Circunvalar) en julio y agosto.

En la Línea Norte los valores oscilaron entre 144 pCi/L y 2.421 pCi/L, medidos respectivamente en San Juan 2 y Zanjón 1, el pico del semestre se registró en la segunda semana de septiembre (Figura 2.50). Las estaciones Meneses 3 y Zanjón 1 mostraron una tendencia ascendente en su comportamiento, pero con fluctuaciones. La Huecada mostró muchas fluctuaciones y San Juan 2 mostró una relativa estabilidad (Figura 2.50).

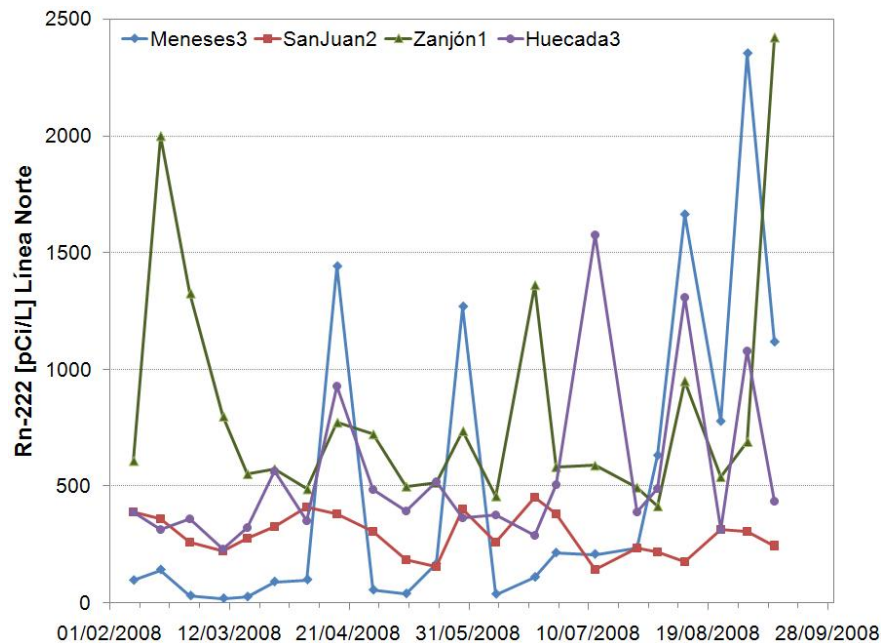


Figura 2.50. Emisiones de Rn_{222} , en la Línea Norte. Febrero a septiembre de 2008.

Los valores de emisiones de Rn_{222} en la Línea Circunvalar oscilaron entre 247 pCi/L y 3.992 pCi/L, medidos en Anil 2 y Ancuya respectivamente, el pico maximo se midió en la última semana de agosto (Figura 2.51). Las estaciones Anil 2, San Francisco y Sismo 5 mostraron comportamientos relativamente estables, en cambio Sismo 1 y Ancuya mostraron muchas fluctuaciones.

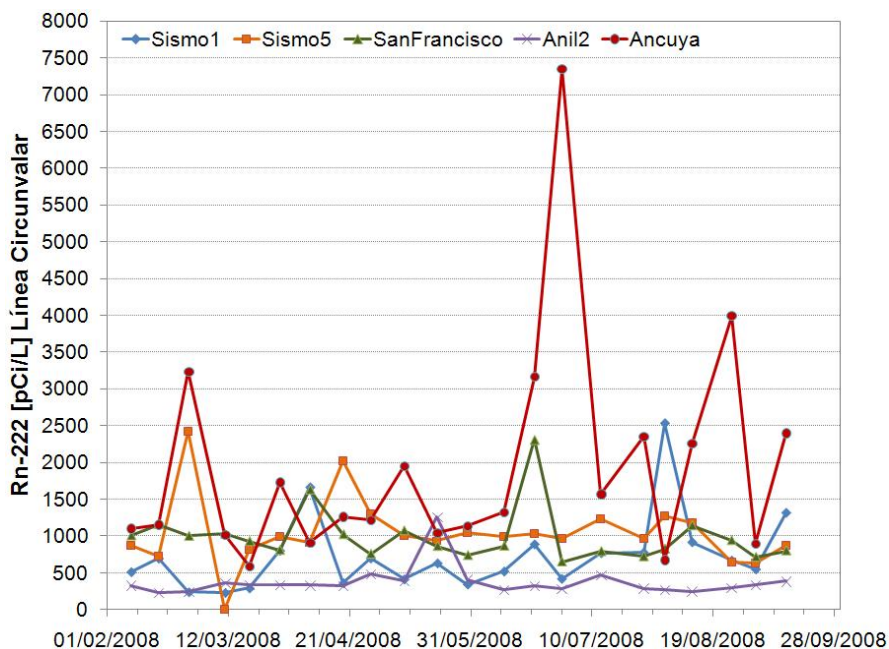


Figura 2.51. Emisiones de Rn_{222} , en la Línea Circunvalar. Febrero a septiembre de 2008.

Por último, los valores de emisión de Rn_{222} de la Línea Galeras fluctuaron entre 0 pCi/L y 3.772 pCi/L medidos respectivamente en las estaciones Cobanegra y Mijitayo, con el pico del semestre registrado en la primera semana de agosto (Figura 2.52). Las estaciones Lirios y Lava 1 mostraron tendencia descendente en su comportamiento, Santa Bárbara y Mijitayo tuvieron muchas fluctuaciones en sus valores y Lava 2 y Cobanegra mostraron estabilidad.

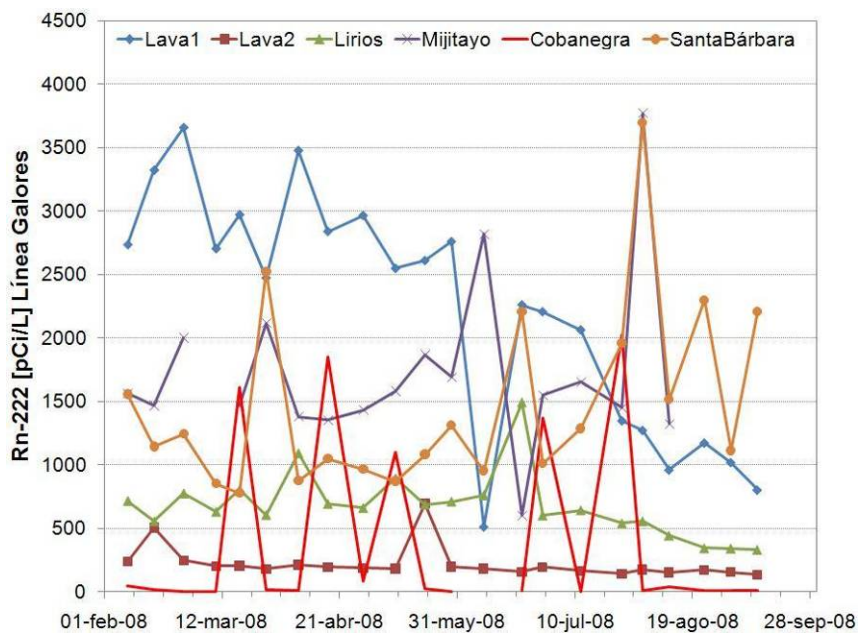


Figura 2.52. Emisiones de Rn_{222} , en la Línea Galeras. Febrero a septiembre de 2008.

2.6 ACTIVIDAD SUPERFICIAL Y CAMBIOS MORFOLOGICOS

Cuando las condiciones climáticas lo permitieron, se observaron columnas de emisión de gases, compuestas principalmente de vapor de agua de origen magmático e hidrotermal, que en ocasiones expulsaron volúmenes pequeños de ceniza, con dirección predominante hacia el sector nor-occidental por acción de los vientos imperantes en la zona y algunas de ellas se correlacionaron con el registro de episodios de tremor espásmico.

En julio de 2008 se destacó la emisión del día 2 en la noche, que fue corroborada por reportes de caída de ceniza hechos por personal de la Policía Nacional del municipio de Linares (23 Km al NW del cono activo).

La emisión del 3 de julio en la mañana (Figura 2.53) fue corroborada por miembros del Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD) del municipio de la Florida y por personal del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto (OVSP) que verificó la caída de ceniza fina, principalmente hacia el corregimiento de Santa Bárbara (Sandóná) y en la zona aledaña al puente sobre el río Chacaguaico (La Florida), de la vía circunvalar al Galeras. En las figuras 2.54 y 2.55 se observan otras emisiones de julio.



Figura 2.53. Emisión de gases volcánicos y ceniza, registrada en julio 3 de 2008 a las 6:24 a.m., vista desde la sede del OVSP en el parque infantil.



Figura 2.54. Emisiones de los días 15 y 17 de julio de 2008 a las 6:07 p.m. (izquierda) y las 8:03 a.m. (derecha) respectivamente.



Figura 2.55. Emisiones de gases y cenizas, observadas en los días 30 y 31 de julio de 2008 a las 5:48 p.m. (izquierda) y 6:19 a.m. (derecha), respectivamente.

En las Figuras 2.56 y 2.57 se puede apreciar las imágenes de las columnas de emisión ocurridas en agosto de 2008.



Figura 2.56. Columnas de emisión de gases y ceniza. A) Agosto 22 a las 6:27 p.m.; B) Agosto 24 a las 5:57 a.m.; C) Agosto 24 a las 6:14 a.m.



Figura 2.57. Columnas de emisión de agosto 25 a las 6:23 p.m. (izquierda) y agosto 28 a las 5:39 p.m. (derecha).

En agosto de 2008, se realizaron tres sobrevuelos con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana (Helicóptero Hughes), en los cuales se obtuvo registros filmicos y fotográficos de la actividad fumarólica del volcán. En el sobrevuelo de agosto 2 (Figura 2.58), se observó altos niveles de desgasificación, especialmente de color blanco, destacando la presencia de vapor de agua.



Figura 2.58. Imágenes de la emisión de gas en el cono activo de Galeras, registradas a las 6:31 a.m. y 6:36 a.m. durante el sobrevuelo realizado en agosto 2 de 2008.

Durante los sobrevuelos del 12 y 15 de agosto, se observó moderada salida de gases, con columnas de emisión de color blanco, evidenciando una componente importante de vapor de agua, tendidas hacia el sector nor-occidental por acción de los vientos (Figura 2.59). Los mayores volúmenes de emisión se observaron en el sobrevuelo del día 15 de agosto, con un mayor aporte proveniente del interior del cráter principal y del cráter secundario El Paisita, ubicado sobre la pared norte del cono activo.



Figura 2.59. Fotografías tomadas durante el sobrevuelo realizado en agosto 12. A la izquierda una vista desde el nor-orient del anfiteatro y a la derecha una vista desde el sur del anfiteatro.

Adicional al material fotográfico y fílmico logrado en estos sobrevuelos, se tomó imágenes térmicas del volcán Galeras empleando la termocámara FLIR ThermaCAM PM595PAL (Convenio INGEOMINAS - BGR de Alemania). Para el sobrevuelo del 12 de agosto, se configuró la cámara térmica con su rango bajo de detección (menor de 240°C). La zona del fondo del cráter principal y la zona Marte-Este registraron anomalías térmicas mayores al rango bajo de detección, indicando un aumento de temperaturas respecto a las registradas a comienzos de 2008. También se resalta el incremento de la temperatura en la zona del cráter secundario El Paisita, con 210°C (Figura 2.60).

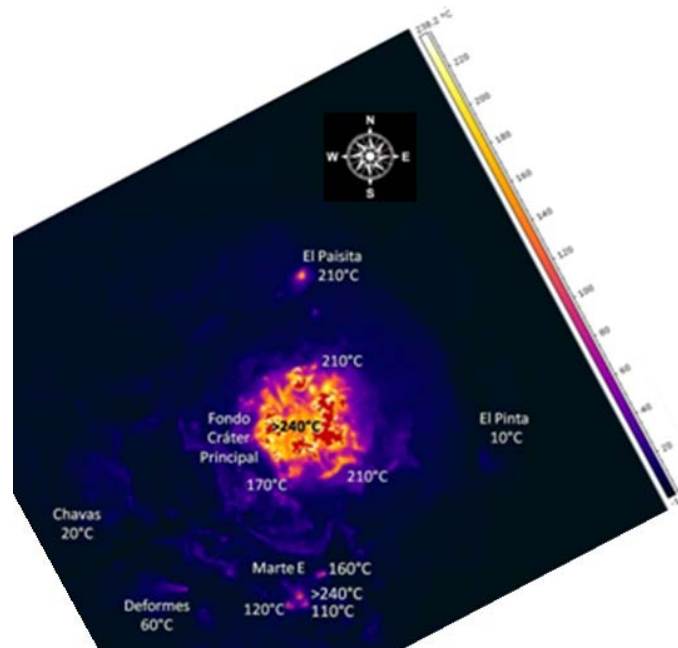


Figura 2.60. Imagen térmica del volcán Galeras, tomada en agosto 12 de 2008. Los colores claros indican temperaturas más altas y los colores oscuros, temperaturas más bajas (0 a 240°C), de acuerdo con la escala cromática de la derecha. Las zonas en color rojo (como las detectadas al fondo del cráter principal y en Marte Este) indican temperaturas mayores al rango bajo de detección (> 240°C).

En el sobrevuelo del 15 de agosto, se configuró la cámara térmica con su rango alto de detección (registro de temperaturas hasta 500°C). Las mayores anomalías térmicas se registraron al fondo del cráter principal, con valores hasta de 470°C en la zona nor-oriental del mismo. También se destacan las temperaturas registradas en la región de Marte-Este (sobre la pared sur del cono activo), con valores hasta de 200°C. La variación de la temperatura del cráter secundario El Paisita, que en agosto 12 mostró 210°C, y en agosto 15 sólo llegó a los 70°C, puede deberse a un incremento en el volumen de los gases emitidos. La región de Chavas continuó registrando valores cercanos a los 50°C (Figura 2.61).

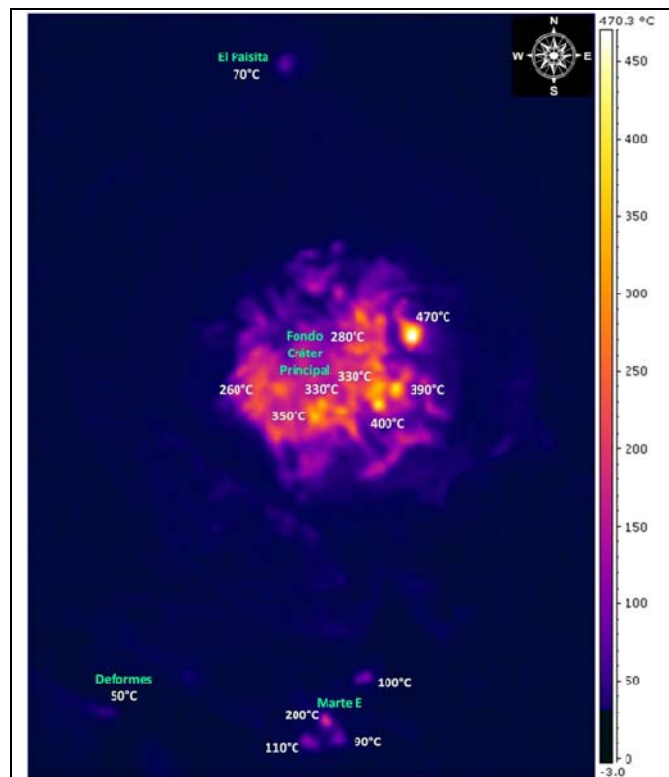


Figura 2.61. Imagen térmica del volcán Galeras, tomada en agosto 15. La escala cromática de colores muestra un rango hasta hasta 500°C. Las zonas con temperaturas más altas corresponden al fondo del cráter principal, con valores hasta de 470°C en una zona al nor-oriental del mismo. También se destacan las temperaturas registradas en la región de Marte-Este (sobre la pared sur del cono activo), con valores hasta de 200°C.

En las Figuras 2.62 a 2.66 se puede apreciar imágenes de la actividad superficial más destacada de septiembre de 2008.

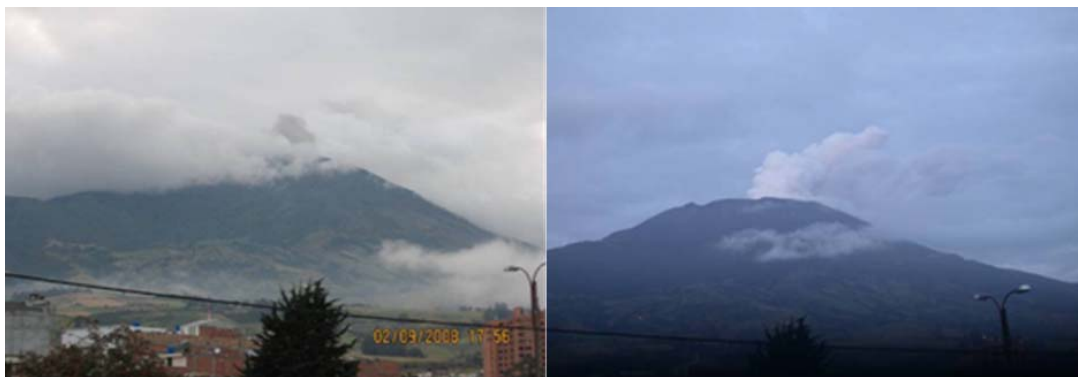


Figura 2.62. Emisiones observadas en septiembre 2 y septiembre 4, respectivamente.



Figura 2.63. Emisiones de gases volcánicos. A) Desde la población de Consacá, septiembre 12, 8:07 a.m.; B) Sobrevuelo de septiembre 19, 6:13 a.m.; C) Sobrevuelo de septiembre 19, 6:34 a.m.

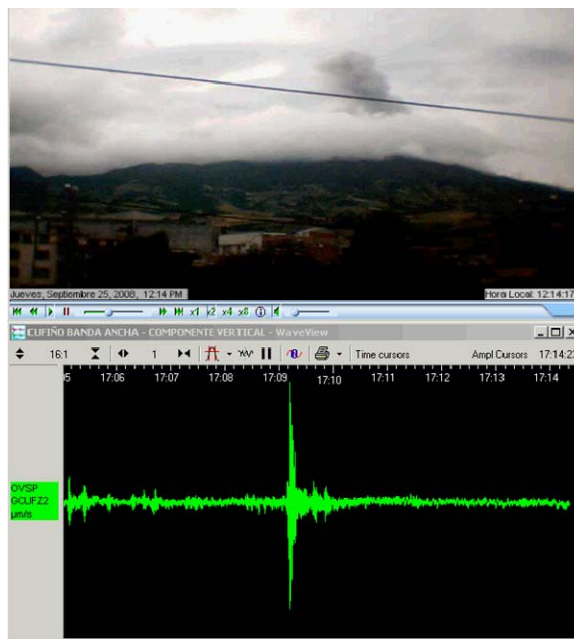


Figura 2.64. Emisión de gases registrada en septiembre 25 a las 12:14 p.m. En la parte inferior se observa el sismograma (estación Cufiño) del Tremor asociado.

Durante sobrevuelo efectuado en septiembre 19 de 2008, se logró el registro de imágenes que muestran incandescencia en horas del día, en el interior del cráter principal (sector nor-este), debido a la presencia de magma extruido en la superficie en forma de domo. Las imágenes térmicas mostraron una anomalía significativa con forma redondeada (domo) en el fondo del cráter principal con temperaturas máximas cercanas a los 550°C y en las paredes laterales del cono con valores menores de 270°C (Figuras 2.65 y 2.66).

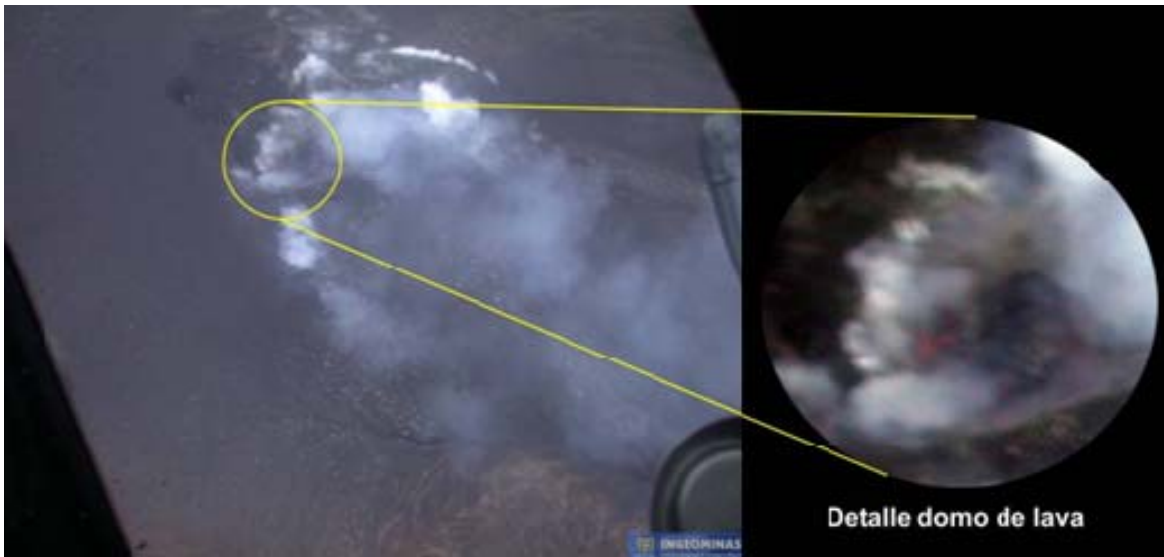


Figura 2.65. Imágenes registradas durante sobrevuelo de septiembre 19, en las que se observó incandescencia en el interior del cráter principal (sector nororiental), debida a la presencia de magma extruido en superficie en forma de domo.

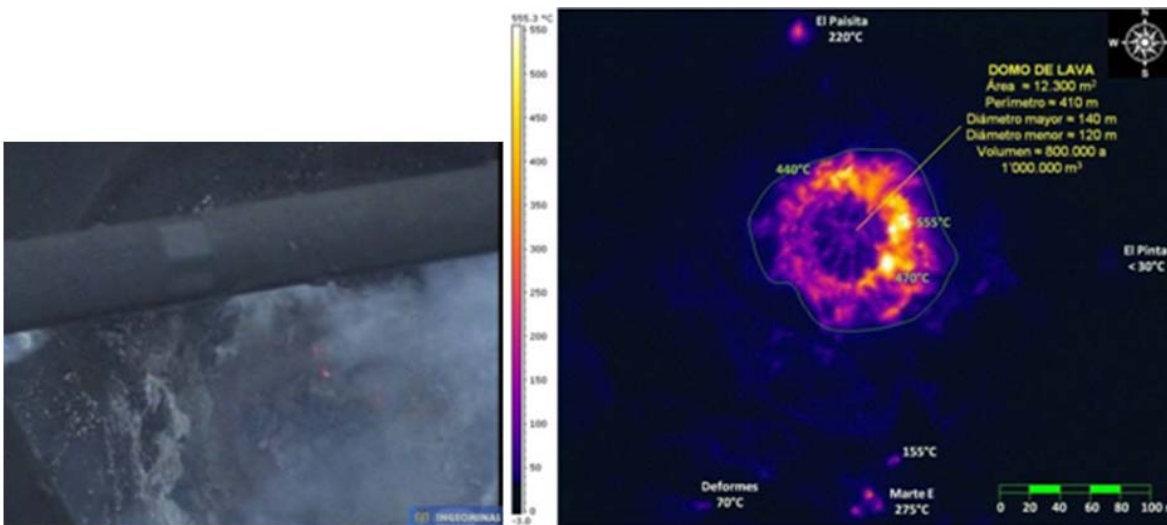


Figura 2.66. Fotografía e imagen térmica tomada en el sobrevuelo de septiembre 19, a las 6:12 am, nótese la incandescencia (izquierda) por la presencia del domo de lava y la mayor anomalía térmica en la región nor-oriental interna del cráter (derecha).

El proceso más reciente de ascenso de material magmático, con un volumen significativo, fue detectado instrumentalmente hacia finales de 2005 y observado como domo de lava a inicios del 2006, al cual se le estimó cerca de 3 millones de metros cúbicos. Aproximadamente un 30 % fue expulsado durante las erupciones de julio 12 de 2006 y enero 17 de 2008. De acuerdo con lo observado en el sobrevuelo del pasado 19 de septiembre nuevamente el magma de Galeras alcanzó la superficie del cráter, correspondiendo entonces a un nuevo "pulso" del material magmático que se intruyó en Galeras hace cerca de tres años.

Empleando imágenes térmicas tomadas durante el sobrevuelo del 19 de septiembre y los datos de GPS que se tienen de los principales cráteres y campos fumarólicos en el cono activo, se georeferenció una de esas imágenes para hacer un estimativo del tamaño del domo emplazado en superficie. Se encontró que ese cuerpo tiene un diámetro mayor de aproximadamente 140 metros, un diámetro menor de unos 120 metros, con un área de 12.300 m² y un perímetro aproximado de 410 m. Asumiendo una altura del domo extruido de 2 a 2.5 veces el diámetro mayor (aplicando la misma metodología usada para el cálculo de volumen de los domos de 1991 y 2006), se estimó un volumen entre 800.000 y 1'000.000 de metros cúbicos. De manera comparativa, este volumen sería equivalente al que alcanzó el domo de Galeras hacia febrero de 2006; a la tercera parte del volumen que se obtuvo para el mismo domo en marzo de 2006; y aproximadamente al doble del domo observado en octubre de 1991.

En octubre, las columnas de emisión observadas mostraron alturas estimadas entre 300 y 3100 m, respecto de la cima del volcán y que en general fueron de color blanco, evidenciando contenidos importantes de vapor de agua, aunque en ocasiones se observaron grisáceas, debido posiblemente al contenido de un volumen menor de ceniza (Figura 2.67). Algunas de estas columnas de emisión se correlacionaron con la ocurrencia de episodios de tremor espasmódico.

En sobrevuelos de los días 25 y 30, se tomaron imágenes térmicas que muestran anomalías de temperatura en el cráter principal, cráteres secundarios y campos fumarólicos del cono activo del volcán (Figura 2.68). Cabe anotar que debido a los altos volúmenes de gases volcánicos emitidos a la atmósfera y a las condiciones de nubosidad al momento del sobrevuelo, no fue posible la cuantificación exacta de la temperatura; sin embargo se ha estimado un valor superior a 400°C para el borde occidental del domo de lava.

Al inicio del sobrevuelo del 30 de octubre de 2008, el gas emitido por el volcán no fue muy abundante lo que permitió ver parcialmente el fondo del cráter principal, destacando algunas zonas incandescentes, que para el tipo de material lávico emplazado y por la coloración rojiza observada, puede corresponder a temperaturas entre 500 y 700 °C. Las imágenes térmicas obtenidas permiten identificar el domo en la base del cráter principal, alcanzando temperaturas que exceden los 240°C (cámara térmica en rango bajo), lo que resulta coherente con los datos obtenidos para el 25 de octubre y las observaciones visuales nuevamente de zonas incandescentes (Figura 2.68).

Estas imágenes no muestran una variación sustancial en las dimensiones del domo, con respecto a lo evaluado a partir del sobrevuelo de septiembre 19. No es posible precisar una dimensión en la parte vertical debido a la emisión permanente de gases y la falta de puntos claros de referencia. Por

las características del magma andesítico de Galeras y con base en lo observado y calculado para los domos de 1991 y 2006, se esperan tasas de crecimiento relativamente bajas, calculadas en un promedio de unos 12000 m³/día. Por ahora, el material está constreñido fundamentalmente al interior del cráter principal (Figura 2.68).



Figura 2.67. Emisiones de gases volcánicos. **A)** 12 de octubre de 2008, 4:36 p.m.; **B)** 14 de octubre, 5:05 p.m.; **C)** 19 de octubre, 04:17 p.m. **D)** 24 de octubre, 5:45 p.m. **E)** 26 de octubre, 5:31 a.m. **F)** Sobrevuelo del 30 de octubre, 06:26 a.m.

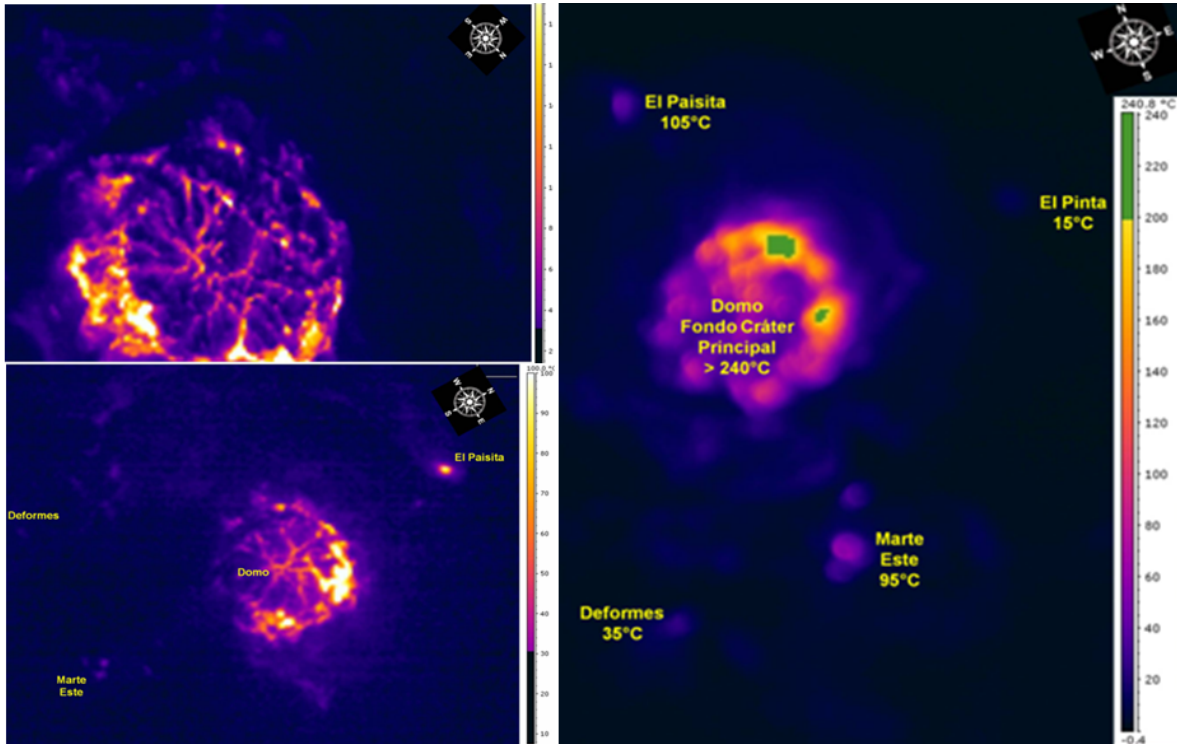


Figura 2.68. Izquierda: Imágenes térmicas del cono activo de Galeras tomadas durante el sobrevuelo de octubre 25 de 2008, entre las 6:00 y las 6:30 a.m. Derecha: Imagen térmica del cono activo de Galeras en octubre 30 de 2008. Las zonas en color verde indican temperaturas mayores a 240°C.

En noviembre fue posible la observación de columnas de ceniza y gases de diferentes alturas y color, en su gran mayoría blanco, indicando la presencia de cantidades importantes de vapor de agua, las cuales se dispersaron según la dirección dominante de los vientos. La emisión que alcanzó la mayor altura tuvo lugar el 20 de noviembre con 1400 m sobre la cima de Galeras. Las Figuras 2.69 y 2.70 muestran imágenes de las emisiones de noviembre.

En diciembre fue posible observar varias emisiones de gas, principalmente de color blanco, cuya altura máxima fue de 2350 metros sobre la cima (diciembre 12), que se dispersaron de manera variable, pero especialmente hacia el sector sur por acción de los vientos.

La Figura 2.71 muestra el registro fotográfico de algunas de las emisiones reportadas para el mes de diciembre de 2008 tal como fueron observadas desde la ciudad de Pasto.



Figura 2.69. Imágenes que muestran algunas columnas de emisión ocurridas entre el 6 y el 15 de noviembre de 2009, observadas principalmente desde la ciudad de Pasto.

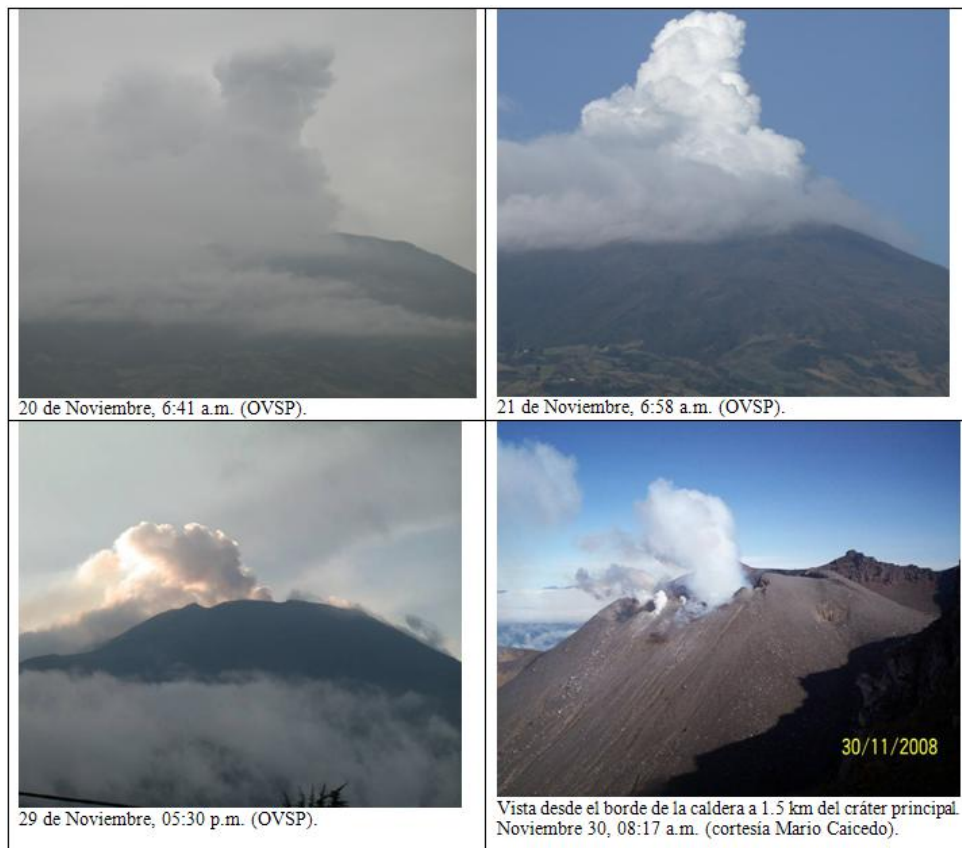


Figura 2.70. Imágenes que muestran algunas columnas de emisión ocurridas entre el 20 y el 30 de noviembre de 2009.

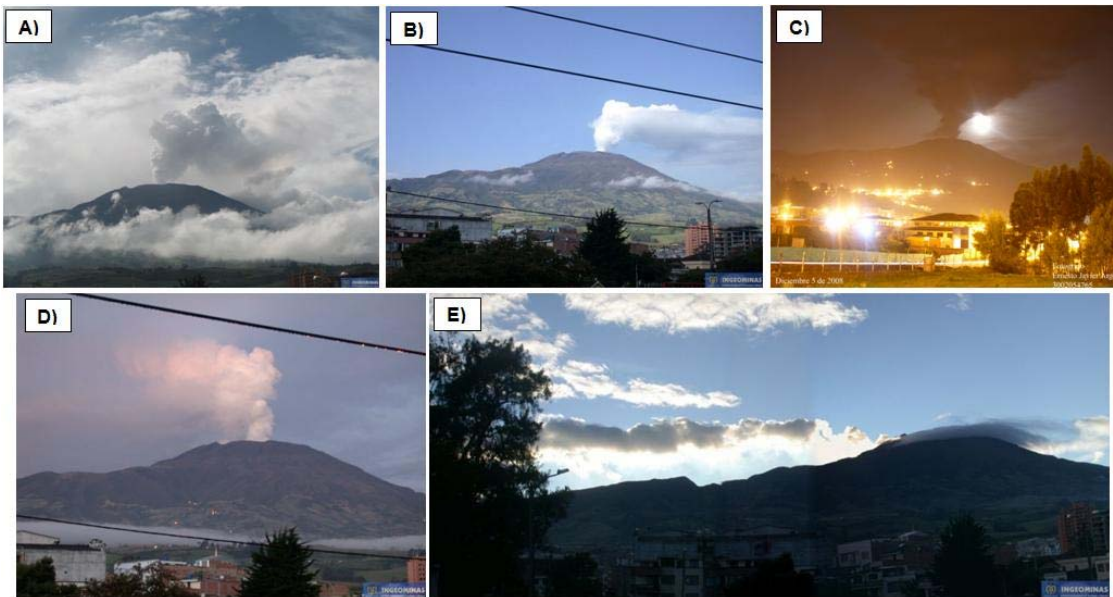


Figura 2.71. Imágenes de algunas columnas registradas en diciembre. A) Diciembre 4, 2:50 p.m.; B) Diciembre 14, 7:45 a.m.; C) Diciembre 5, 11:12 p.m.; D) Diciembre 15, 5:47 a.m.; E) Diciembre 17, 12:47 p.m.

En sobrevuelo del 11 de diciembre se observó emisión de gases por la periferia y por los alrededores del cráter principal, especialmente en los cráteres secundarios El Paisita y Chavas y en los campos fumarólicos Marte-Este y Las Deformes (Figura 2.72). Se destacó la observación del domo de lava y de incandescencia a simple vista, en algunas partes del domo (Figura 2.73). El fenómeno de incandescencia, para ser observado con luz de día y tonalidad rojiza, implica que las temperaturas de la roca (andesita) deberían estar entre 500 y 700 °C.



Figura 2.72. Principales focos de emisión de gases en el cono activo. Diciembre 11, 6:35 a.m.



Figura 2.73. Incandescencia en el domo de Galeras. Sobrevuelo de diciembre 11, 6:38 a.m.

Las imágenes térmicas permitieron registrar varias anomalías térmicas en el cráter principal, cráteres secundarios y campos fumarólicos del cono activo del volcán (Figura 2.74). Las máximas temperaturas estimadas fueron alrededor de 530 °C sobre una zona al norte del domo de lava; un 30% de su superficie externa tiene temperaturas mayores de 100 °C, principalmente hacia las zonas norte, centro y este, mientras que la región occidental del domo muestra temperaturas menores de 80°C; la zona de Marte-Este registra temperaturas de hasta 184 °C.

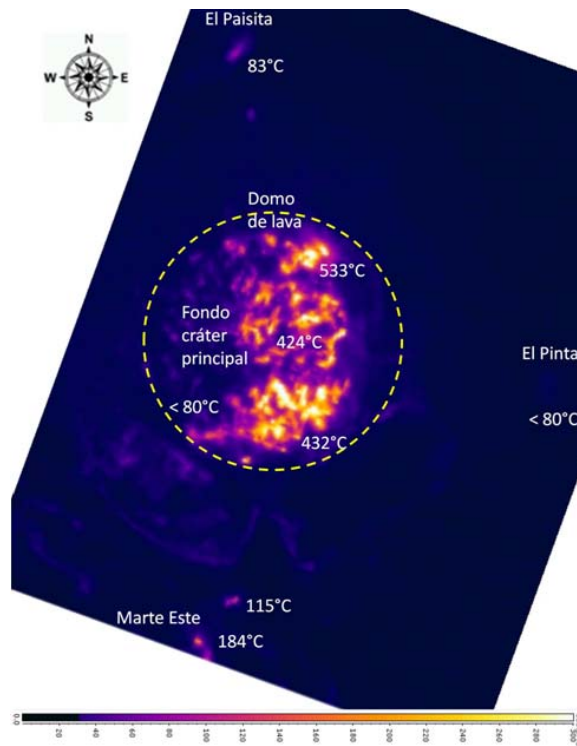


Figura 2.74. Imagen térmica del cono activo, tomada durante en sobrevuelo de diciembre 11.

La Tabla 2.10 presenta la evolución térmica de algunos puntos del cono activo, entre julio de 2007 y diciembre de 2008, registrada con la cámara térmica FLIR durante sobrevuelos.

Tabla 2.10. Temperaturas máximas (°C) de algunos puntos del cono activo, registradas con la cámara FLIR durante los sobrevuelos efectuados entre julio de 2007 y diciembre de 2008.

Fecha	Cráter Principal	El Paisita	Marte	El Pinta	Las Chavas	Las Deformes
18-Jul-07	175	30	115	15		35
27-Sep-07	> 240 *	25	75	10		
02-Oct-07	370	< 80	180			< 80
27-Nov-07	400	40	220	30	30	70
17-Ene-08	Erupción					
23-Ene-08	160	70	80	20	20	55
07-Abr-08	200	40	110	10	50	
08-Abr-08	210	95	45			40
12-Ago-08	>240 *	206	>240 *	10	20	60
15-Ago-08	470	70	200			50
19-Sep-08	550	220	275	30	30	70
25-Oct-08	395	155	55			
30-Oct-08	>240 *	105	95	15		35
11-Dic-08	533	83	184			62

* Valores por encima del rango inferior de trabajo de la cámara Flir.

En sobrevuelo del 12 de diciembre, se pudo observar mejor el fondo del cráter principal, destacándose la superficie del domo de lava (Figura 2.75). Se resalta que entre el 11 y el 12 de diciembre, disminuyó la actividad sísmica asociada con dinámica de fluidos, concordando con disminución de gases emitidos, lo que favoreció la observación directa del fondo del cráter principal.

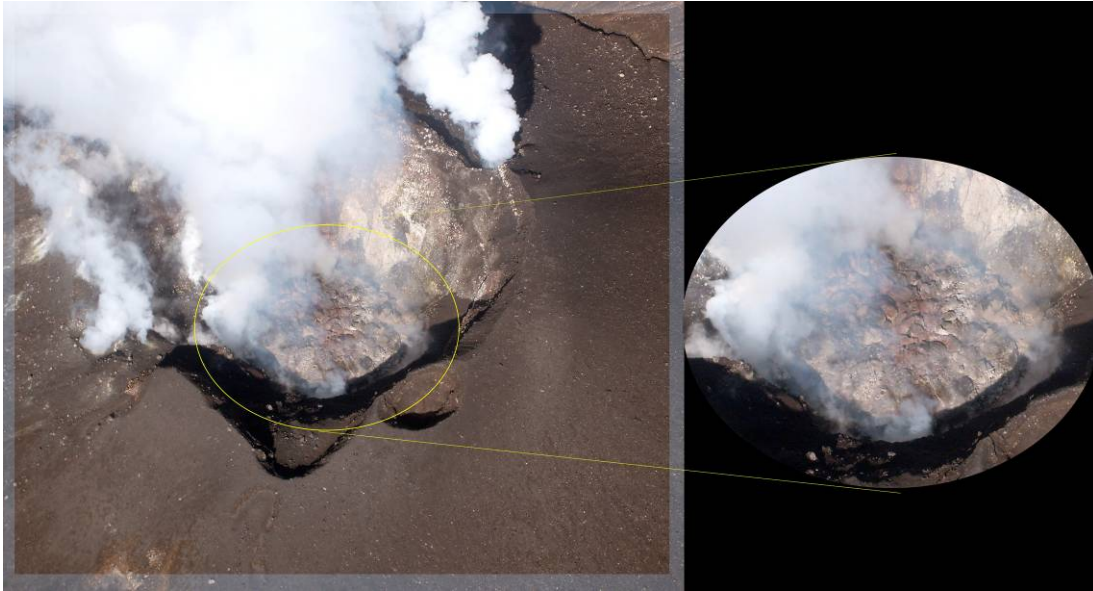


Figura 2.75 Imagen fotográfica, tomada el 12 de diciembre a las 8:50 a.m., del cono activo de Galeras en donde se resalta un detalle de la superficie del domo de lava.

Aplicando técnicas de modelamiento basado en imágenes y tomando como insumos datos de GPS de puntos conocidos del cono activo y fotografías tomadas durante diferentes sobrevuelos, se elaboró un modelo de elevación digital del terreno del cono activo, incluyendo el domo de lava (Figura 2.76), con lo cual se estimó un volumen aproximado del domo, cercano a 4'500.000 metros cúbicos (a diciembre 12 de 2008). Este valor es alrededor de un 30% mayor que el máximo calculado para el domo lava observado desde enero 13 de 2006 y que sufrió muchos cambios morfológicos con las erupciones del 12 de julio de 2006 y del 17 de enero de 2008.

Cabe mencionar que el material dómico actual, corresponde a la "integración" del remanente del domo de 2006 después de las erupciones mencionadas, con nuevo material que ha venido extruyendo el volcán en los últimos meses, particularmente desde septiembre de 2008. En general el seguimiento visual del domo permite evidenciar un crecimiento paulatino del mismo, con tasas de crecimiento que pueden estar en promedio en cerca de 20000 m³ por día.

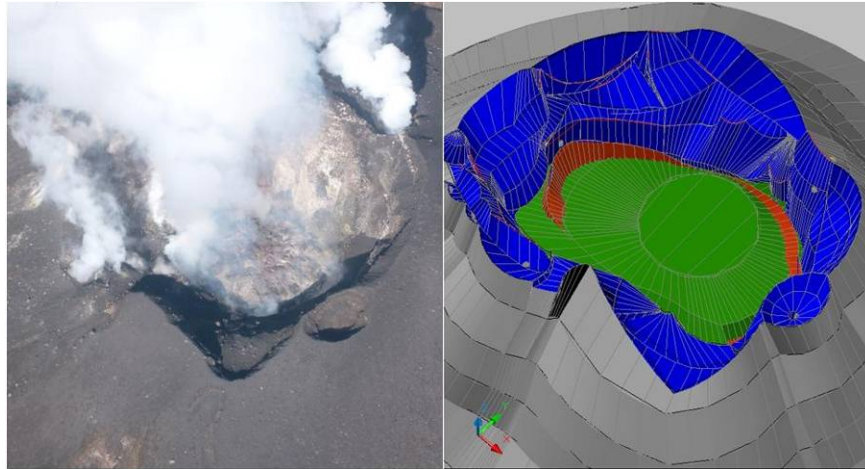


Figura 2.76. Modelo tridimensional del cono activo de Galeras, incluyendo el domo, hasta diciembre 12 de 2008.

2.7 ESTACION CLIMÁTICA

La estación climática, a 1,6 Km S del cono activo y que se reinstaló en abril 25 de 2008, funcionó casi todo el segundo semestre del 2008, hasta el día 26 de diciembre, a las cinco de la mañana, cuando presentó problemas ocasionados con el sistema de alimentación en campo.. Esta estación telemétrica permite realizar un seguimiento a parámetros del clima como velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, precipitación, presión atmosférica y humedad relativa, los cuales son utilizados para trabajar y correlacionar con otras variables analizadas dentro del monitoreo volcánico.

La velocidad del viento se midió en m/s. Los valores oscilaron entre cero y 32 m/s (Figura 2.77). Los valores máximos se presentaron entre julio y septiembre, lo cual se puede asociar con la temporada de vientos del año. El valor promedio de velocidad del viento fue de 6.5 m/s.

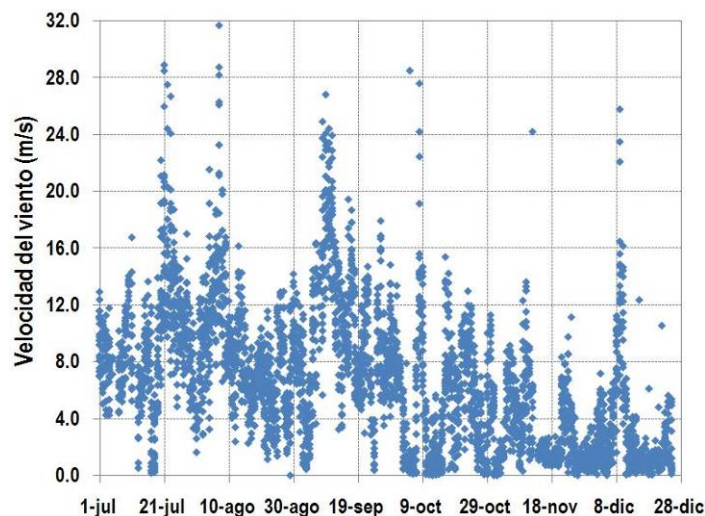


Figura 2.77. Comportamiento de la velocidad del viento en la cima de Galeras.

Entre julio y agosto el viento tuvo una dirección azimutal entre 300° y 330°, apuntando al cuadrante WNW. El resto del semestre varía entre 270° y 360°, barriendo el cuadrante desde el occidente hasta el norte. En muy pocas ocasiones apuntó hacia el sur o hacia el este (Figura 2.78).

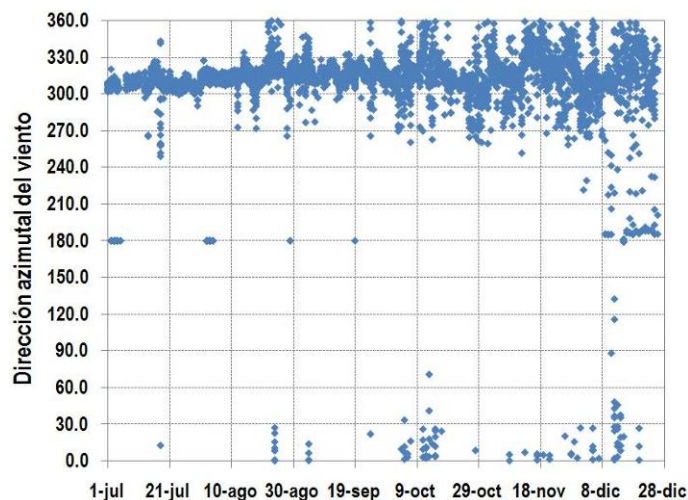


Figura 2.78. Comportamiento de la dirección del viento en la cima de Galeras.

Durante la mayor parte del semestre, la estación climática mostró valores de presión atmosférica entre 635 hPa y 644 hPa (Figura 27). En algunas ocasiones los valores oscilaron entre 625 hPa y 630 hPa, tal vez asociados con cambios en la temperatura.

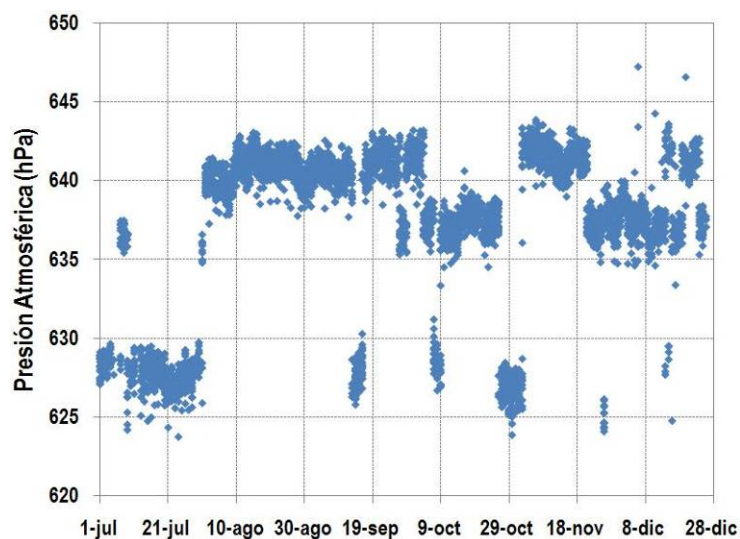


Figura 2.79. Comportamiento de la presión atmosférica en la cima de Galeras.

La precipitación en la cima de Galeras osciló entre cero y 14.2 mm/hora. El promedio de precipitación fue de 0.2 mm/hora (Figura 2.80). El máximo valor de precipitación se registró en diciembre 16 en horas de la noche. La menor precipitación se presentó entre julio y agosto.

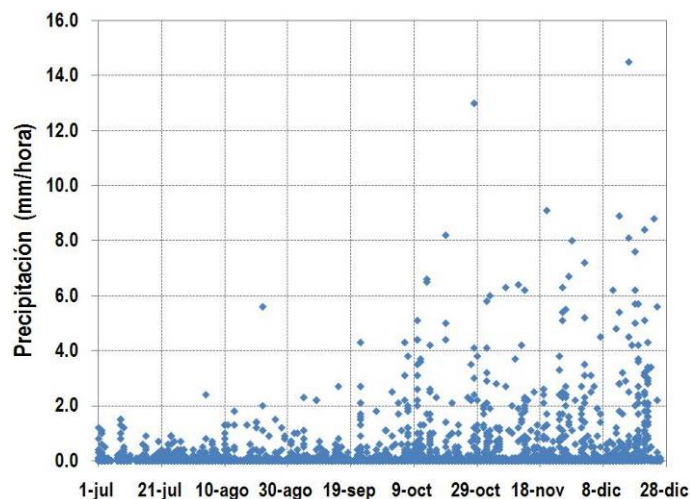


Figura 2.80. Comportamiento de la precipitación en la cima de Galeras.

2.8 CONCLUSIONES

- El episodio más relevante en la actividad de Galeras en el segundo semestre de 2008 correspondió a un nuevo proceso de intrusión y emplazamiento de material magmático en el fondo del cráter principal de Galeras a manera de domo de lava, con un volumen estimado a finales del 2008 en cerca de cinco millones de metros cúbicos.
- El proceso de emplazamiento del domo estuvo acompañado de fluctuaciones en la actividad sísmica y en las tasas de emisión de gases, incrementando los niveles de estos parámetros durante el proceso de ascenso del material magmático.
- Aplicando técnicas de modelamiento basado en imágenes y tomando como insumos datos de GPS de puntos conocidos del cono activo y fotografías tomadas durante diferentes sobrevuelos, se elaboró un modelo de elevación digital del terreno del cono activo, incluyendo el domo de lava, con lo cual se estimó un volumen aproximado del domo, cercano a los 5'000.000 metros cúbicos (a finales de diciembre de 2008). El seguimiento visual del domo permite evidenciar un aumento paulatino del mismo, con tasas de crecimiento que pueden estar en promedio en cerca de 20000 m³ por día.
- De acuerdo al comportamiento histórico e instrumental de Galeras, la presencia de un cuerpo magmático a manera de domo en el fondo del cráter, incrementa la posibilidad de que se generen nuevos eventos eruptivos explosivos.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS. Reportes Mensuales de Actividad del Volcán Galeras. Meses de julio a diciembre de 2007, enero a junio de 2008. Varios autores. Informes inéditos. Pasto. 2008.

Información complementaria puede ser consultada en la página web del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto en: <http://intranet.ingeminas.gov.co/pasto/>

2.10 PERSONAL PARTICIPANTE

A continuación se hace referencia al personal del grupo técnico que han participado de diferente manera en el análisis, procesamiento e interpretación de la información que se genera a partir de los diferentes parámetros de monitoreo del Volcán Galeras en el segundo semestre del 2008.

Personal INGEOMINAS Observatorio Vulcanológico de Pasto		
Gómez Martínez Diego Mauricio		Ortega Estupiñán Adriana Micaela
Cadena Oscar Ernesto		Ponce Villarreal Anita Patricia
Laverde Castaño Carlos Andrés		Silva Parra Betty
Meneses Jhon		Torres Corredor Roberto Armando
Mier Richard Andrés		Grupo de Estudiantes
Narvárez Medina Lourdes		

Anexo 2.1. Parámetros de localización de sismos tipo VT e HYB registrados en el segundo semestre de 2008, a partir del programa Hypo71_PC

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
6/1/2008	11:05:27 a.m.	1	13.7	77	21.42	2.4	0.1	0.6	12	176	0.8	0.14	0.7	0.5	B1	VA
6/5/2008	06:00:27 a.m.	1	11.8	77	22.6	1.7	0.6	0.7	17	159	1.8	0.07	0.2	0.3	B1	VA
6/5/2008	12:25:53 p.m.	1	13.77	77	21.92	2.1	1.6	1.4	15	105	1.6	0.1	0.3	0.5	B1	VA
6/6/2008	08:21:21 a.m.	1	16.02	77	21.01	8.0	0.8	0.8	14	241	2.1	0.08	0.7	0.1	C1	VA
6/6/2008	10:45:24 a.m.	1	13.48	77	21.17	2.6	0.6	1.4	12	132	0.3	0.06	0.2	0.2	B1	VB
6/9/2008	08:33:13 p.m.	1	13.52	77	22.44	3.1	0.8	1	12	119	2.2	0.04	0.1	0.2	B1	VA
6/12/2008	08:54:49 a.m.	1	6.25	77	19.05	6.5	1.9	2.2	15	319	10.2	0.04	0.3	0.1	C1	VA
6/15/2008	05:22:19 p.m.	1	17.44	77	18.87	7.9	1.3	1.8	17	297	6.5	0.12	0.7	0.1	C1	VA
6/16/2008	07:02:01 a.m.	1	13.23	77	21.56	1.1	1.5	2.6	14	85	0.7	0.14	0.3	0.6	A1	HD
6/16/2008	11:26:08 p.m.	1	13.66	77	21.88	0.6	1.1	0.7	6	339	1.4	0.1	0.1	0.2	C1	VA
6/20/2008	07:44:11 p.m.	1	13.63	77	20.97	1.1	0.3	0.8	12	130	0.5	0.13	0.4	0.4	B1	VB
6/20/2008	09:50:48 p.m.	1	13.44	77	20.84	1.5	0.5	0.8	13	88	0.3	0.13	0.4	0.4	A1	VA
6/22/2008	04:52:26 a.m.	1	12.84	77	21.21	3.3	1.6	2.2	11	75	0.9	0.1	0.5	0.6	A1	HD
6/22/2008	04:57:32 a.m.	1	12.97	77	20.81	2.9	0.9	1.1	11	67	0.6	0.06	0.3	0.2	A1	HD
6/23/2008	04:09:53 a.m.	1	13.42	77	21.98	1.0	1.5	1.6	12	108	1.5	0.08	0.2	0.8	B1	HD
6/26/2008	08:48:35 p.m.	1	12.41	77	19.61	3.2	0.9	0.9	14	165	0.6	0.11	0.6	0.3	B1	VA
6/26/2008	10:08:17 p.m.	1	11.92	77	20.25	3.0	0.9	1.5	14	164	1.5	0.05	0.2	0.2	B1	VA
6/30/2008	08:41:33 a.m.	1	14.17	77	20.93	6.8	1.0	0.6	13	173	1.2	0.07	0.4	0.3	B1	VA
7/2/2008	08:32:24 p.m.	1	11.19	77	23.96	6.2	1.1	1.1	12	235	4	0.09	0.8	0.4	C1	VA
7/3/2008	10:58:50 p.m.	1	16.07	77	19.69	6.2	0.5	0.4	9	285	4.5	0.04	0.9	0.6	C1	VA
7/6/2008	12:39:01 p.m.	1	14.61	77	22.39	1.2	0.6	0.4	7	322	3.3	0.1	0.3	0.9	C1	VB
7/6/2008	12:56:51 p.m.	1	13.45	77	18.38	12.6	0.8	0.5	8	305	2.9	0.03	0.6	0.4	C1	VA
7/8/2008	04:31:31 a.m.	1	13.4	77	21.85	2.2	0.2	1.2	11	199	1.2	0.04	0.2	0.3	C1	VA
7/8/2008	07:55:39 a.m.	1	13.44	77	21.47	3.0	0.3	0.6	13	155	0.6	0.08	0.3	0.3	B1	VA
7/9/2008	06:54:43 a.m.	1	11.31	77	20.97	2.4	2.1	2.8	8	228	0.3	0.04	0.4	0.3	C1	VA
7/10/2008	01:20:22 a.m.	1	16.68	77	16.42	5.6	1.4	1.2	9	309	9.8	0.05	0.6	2.1	C1	VA
7/10/2008	09:24:49 p.m.	1	15.53	77	20.26	8.5	1.2	0.6	12	237	3.6	0.04	0.6	0.4	C1	VA
7/12/2008	04:38:11 a.m.	1	13.8	77	22.37	0.8	0.5	0.5	6	346	2.4	0.09	0.5	1	C1	HD
7/12/2008	09:22:50 a.m.	1	13.97	77	21.55	0.2	0.1	0.5	6	326	1.4	0.05	0.2	1.4	C1	VA
7/13/2008	09:14:05 p.m.	1	13.7	77	21.87	1.2	0.4	0.2	6	338	1.5	0.1	0.9	0.9	C1	VA
7/13/2008	09:37:18 p.m.	1	13.71	77	22.05	1.2	0.8	0.5	8	297	1.8	0.07	0.3	0.5	C1	VA
7/13/2008	09:57:09 p.m.	1	13.51	77	21.81	1.1	0.7	0.4	8	278	1.2	0.08	0.4	0.5	C1	VA
7/14/2008	03:29:46 a.m.	1	22	77	13.39	7.9	1.3	0.8	7	339	21	0.07	21.9	19.1	D1	VA
7/14/2008	04:52:26 a.m.	1	18.7	77	14.69	16.2	1.2	0.9	8	345	14.6	0.03	1.9	1.6	C1	VA
7/14/2008	07:46:47 p.m.	1	15.23	77	23.68	5.4	0.7	0.8	15	205	3.3	0.08	0.5	0.4	C1	VA
7/14/2008	08:01:41 p.m.	1	15.28	77	22.65	5.9	1.2	0.6	14	164	1.9	0.07	0.3	0.2	B1	VA
7/16/2008	12:14:15 a.m.	1	8.61	77	27.87	16.3	1.7	1	17	323	9.1	0.12	1.7	1.3	C1	VA
7/16/2008	05:19:16 a.m.	1	11.53	77	20.79	2.3	1.7	2.2	15	180	0.3	0.07	0.2	0.2	B1	VA
7/16/2008	08:42:00 a.m.	1	11.19	77	21.04	3.2	1.8	0.9	14	232	0.5	0.08	0.3	0.3	C1	VA
7/17/2008	06:07:14 p.m.	1	15.63	77	20.24	9.2	0.8	0.9	14	241	3.6	0.06	0.4	0.4	C1	VA
7/17/2008	07:39:02 p.m.	1	15.75	77	19.75	8.5	1.4	2.2	7	255	4.4	0.03	1	0.9	C1	VA
7/18/2008	05:04:50 a.m.	1	15.67	77	23.48	4.3	0.7	0.5	10	338	6.1	0.08	0.9	1.1	C1	VA
7/20/2008	06:13:03 p.m.	1	8.52	77	28.59	14.5	1.6	1.1	10	328	9.9	0.07	2	2	C1	VA
7/22/2008	09:17:44 a.m.	1	10.09	77	24.29	7.4	1.1	1.1	7	312	6.7	0.05	1.7	2	C1	VA
7/22/2008	09:37:48 a.m.	1	9.05	77	28.24	6.7	1.3	1	11	329	14.2	0.05	0.5	0.2	C1	VA
7/23/2008	12:02:31 a.m.	1	14.22	77	20.87	6.6	0.7	1.1	12	176	1.3	0.08	0.4	0.4	B1	VA
7/23/2008	05:04:17 a.m.	1	16.1	77	16.31	13.3	1.2	1.3	13	308	9.1	0.07	0.8	0.7	C1	VA
7/23/2008	05:07:51 p.m.	1	10.86	77	21.41	3.3	0.8	0.9	10	308	1.4	0.08	0.5	0.4	C1	VA
7/23/2008	05:14:10 p.m.	1	10.81	77	21.65	3.6	1.2	1.4	11	239	1.8	0.05	0.3	0.3	C1	VA
7/23/2008	10:42:52 p.m.	1	11.09	77	21.04	2.0	0.9	1.2	16	235	0.7	0.06	0.2	0.2	C1	VA
7/24/2008	06:39:36 a.m.	1	13.69	77	21.28	2.4	0.6	0.6	9	176	0.7	0.08	0.7	0.4	B1	VA
7/26/2008	01:33:56 a.m.	1	10.82	77	22.09	3.5	1.0	1	14	238	2.4	0.07	0.4	0.4	C1	VA
7/27/2008	10:00:06 a.m.	1	12.41	77	21.51	2.4	0.8	0.5	10	177	0.4	0.03	0.2	0.2	B1	VA
7/27/2008	08:37:20 p.m.	1	16.59	77	21.3	6.6	1.0	1	12	275	1.7	0.08	0.4	0.3	C1	VA
7/27/2008	11:30:39 p.m.	1	13.34	77	22.34	3.8	2.0	2	12	221	1.9	0.05	0.4	0.4	C1	VA
7/28/2008	01:02:15 a.m.	1	13.31	77	22.73	2.7	0.7	0.5	18	113	2.4	0.08	0.1	0.4	B1	VA
7/28/2008	01:49:52 a.m.	1	13.28	77	22.53	2.9	0.7	0.6	17	107	2.1	0.09	0.2	0.4	B1	VA
7/28/2008	02:15:09 a.m.	1	13.25	77	22.61	3.1	0.7	0.7	17	108	2.1	0.08	0.2	0.4	B1	VA
7/28/2008	04:45:12 a.m.	1	13.35	77	22.47	2.5	1.8	1.4	11	226	2.4	0.07	0.5	0.6	C1	VA
7/28/2008	06:47:41 a.m.	1	13.27	77	22.64	1.5	2.3	1.5	13	161	2.7	0.1	0.2	0.8	B1	VA
7/28/2008	04:30:46 p.m.	1	13.22	77	22.64	3.4	0.6	0.8	18	108	2.2	0.08	0.2	0.3	B1	VA
7/28/2008	04:36:58 p.m.	1	13.23	77	22.68	3.4	0.8	1	15	109	2.2	0.06	0.2	0.3	B1	VA

Continuación anexo 1.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
7/28/2008	04:42:13 p.m.	1	13.14	77	22.65	4.5	0.9	0.7	10	129	2.7	0.07	0.4	0.5	B1	VA
7/29/2008	02:34:18 a.m.	1	10.6	77	22.04	4.2	0.7	1.6	15	244	2.6	0.04	0.2	0.2	C1	VA
7/29/2008	03:05:08 a.m.	1	10.58	77	22.05	3.8	1.0	0.7	15	245	2.6	0.12	0.5	0.6	C1	VA
7/29/2008	08:10:53 a.m.	1	12.25	77	21.2	2.5	0.4	1	10	199	1.5	0.02	0.1	0.1	C1	VA
7/30/2008	06:28:12 a.m.	1	11.92	77	21.21	2.0	0.2	0.5	9	133	1	0.07	0.3	0.3	B1	VA
7/30/2008	11:04:44 p.m.	1	15.03	77	20.38	5.2	0.2	0.4	6	243	2.8	0.04	1.5	0.8	C1	VA
8/1/2008	12:34:49 p.m.	1	5.88	77	30.6	3.4	1.3	0.8	12	339	20.7	0.11	1.5	0.5	C1	VA
8/2/2008	12:50:32 p.m.	1	14.35	77	21.82	0.4	-0.3	0.3	5	337	2.2	0.07	0.1	0.4	C1	VA
8/2/2008	02:06:31 p.m.	1	13.36	77	21.19	1.2	0.9	0.9	10	130	0.1	0.1	0.4	0.4	B1	VA
8/4/2008	09:21:52 p.m.	1	13.56	77	21.35	0.5	0.3	0.2	5	199	0.6	0.03	0.4	0.9	C1	HD
8/5/2008	04:30:51 a.m.	1	13.94	77	22.23	1.0	0.3	0.6	9	311	2.3	0.09	0.7	1.3	C1	VA
8/5/2008	11:13:45 p.m.	1	10.71	77	22.76	0.8	0.2	0.7	17	241	2.2	0.3	0.7	2	C1	VA
8/5/2008	11:30:32 p.m.	1	14.04	77	20.83	4.7	1.2	1.6	15	173	0.9	0.18	0.6	0.7	C1	VA
8/7/2008	04:42:00 p.m.	1	14.07	77	24.03	4.2	1.0	0.4	15	176	3.4	0.09	0.3	0.3	B1	VA
8/7/2008	08:13:48 p.m.	1	15.22	77	21.16	5.0	0.8	0.7	12	196	2.4	0.08	0.3	0.4	C1	VA
8/9/2008	08:58:26 a.m.	1	15.02	77	21.78	5.7	0.8	0.8	9	176	2.1	0.05	0.9	0.4	B1	VA
8/11/2008	06:54:21 a.m.	1	13.77	77	21.74	4.4	0.6	0.9	10	176	1.3	0.08	1	0.3	B1	VA
8/11/2008	01:05:06 p.m.	1	14.28	77	20.34	4.3	0.4	0.8	8	236	1.5	0.06	0.7	0.4	C1	VA
8/11/2008	09:33:48 p.m.	1	12.84	77	23.12	0.9	1.0	0.7	9	170	3.7	0.09	0.4	1.5	B1	VA
8/11/2008	10:03:55 p.m.	1	12.59	77	21.41	1.6	1.2	2.2	12	89	0.6	0.08	0.2	0.4	A1	VA
8/12/2008	02:20:36 p.m.	1	13.63	77	22.18	2.0	0.9	0.7	8	147	1.9	0.09	0.4	1	B1	VA
8/12/2008	04:13:47 p.m.	1	13.31	77	22.54	2.7	1.0	0.9	15	108	2	0.07	0.2	0.5	B1	VA
8/12/2008	04:15:41 p.m.	1	13.42	77	22.74	2.6	0.7	0.6	12	168	2.5	0.08	0.2	0.5	B1	VA
8/12/2008	08:46:53 p.m.	1	13.66	77	21.21	3.2	0.4	0.8	9	137	0.6	0.09	0.9	0.5	B1	VA
8/13/2008	10:57:18 a.m.	1	11.73	77	23.67	3.9	1.0	0.6	16	249	0.3	0.16	0.6	0.7	C1	VA
8/13/2008	05:22:50 p.m.	1	11.9	77	22.86	2.4	0.6	0.9	17	146	1.4	0.08	0.2	0.3	B1	VA
8/13/2008	11:07:50 p.m.	1	13.51	77	21.35	2.1	0.3	0.9	15	141	0.5	0.09	0.3	0.3	B1	VA
8/14/2008	11:45:56 p.m.	1	13.86	77	21.54	0.5	0.5	0.7	5	285	1.2	0.02	0.3	0.8	C1	VA
8/15/2008	11:44:49 a.m.	1	10.68	77	22.05	3.6	0.5	0.5	12	241	2.5	0.04	0.2	0.2	C1	VA
8/15/2008	11:55:01 p.m.	1	6.45	77	27.91	16.7	0.9	0.8	15	326	12.5	0.1	1.2	1.1	C1	VA
8/16/2008	05:53:52 p.m.	1	13.34	77	21.35	0.7	0.8	1.5	11	137	0.3	0.09	0.3	0.4	B1	VA
8/16/2008	07:14:34 p.m.	1	13.24	77	20.81	3.5	0.9	0.5	15	107	0.5	0.1	0.3	0.3	B1	VA
8/17/2008	01:08:29 a.m.	1	10.19	77	22.01	4.0	1.0	0.5	10	260	3.1	0.07	0.5	0.5	C1	VA
8/17/2008	02:23:43 a.m.	1	12.59	77	21.66	1.3	1.1	1	16	96	0.1	0.14	0.3	0.4	B1	VA
8/17/2008	10:21:48 a.m.	1	12.9	77	23.08	5.0	1.1	1.2	13	108	2.5	0.07	0.3	0.3	B1	VA
8/18/2008	01:08:10 p.m.	1	15.59	77	19.79	7.6	1.3	1.6	12	273	4.1	0.1	0.9	0.2	C1	VA
8/19/2008	11:06:28 p.m.	1	13.31	77	22.71	3.0	1.3	1.6	15	183	2.2	0.07	0.3	0.3	C1	VA
8/19/2008	11:09:36 p.m.	1	13.05	77	22.56	3.4	0.3	0.5	13	220	1.7	0.08	0.6	0.4	C1	VA
8/19/2008	11:17:30 p.m.	1	13.37	77	22.7	3.4	1.1	1	14	186	2.3	0.08	0.4	0.4	C1	VA
8/19/2008	11:18:26 p.m.	1	12.88	77	22.45	3.0	0.9	0.9	14	207	1.4	0.1	0.4	0.4	C1	VA
8/19/2008	11:19:47 p.m.	1	13.3	77	22.67	3.2	1.0	1	12	182	2.1	0.06	0.4	0.3	C1	VA
8/19/2008	11:33:37 p.m.	1	13.24	77	22.58	3.3	1.0	1.4	13	179	1.9	0.07	0.4	0.3	B1	VA
8/19/2008	11:36:57 p.m.	1	13.25	77	22.62	4.1	0.9	1.1	14	180	2	0.07	0.4	0.4	B1	VA
8/19/2008	11:45:11 p.m.	1	13.35	77	22.68	3.2	1.1	0.9	14	185	2.2	0.08	0.4	0.4	C1	VA
8/19/2008	11:48:12 p.m.	1	13.21	77	22.56	3.6	1.1	1.1	14	177	1.9	0.09	0.4	0.4	B1	VA
8/20/2008	12:34:16 a.m.	1	13.44	77	21.77	1.9	0.7	0.5	12	267	1.1	0.11	0.5	0.4	C1	VA
8/20/2008	01:00:38 a.m.	1	12.97	77	22.3	3.1	0.3	0.7	14	207	1.2	0.08	0.4	0.3	C1	VA
8/20/2008	01:37:00 a.m.	1	13.91	77	21.43	1.1	0.3	0.3	6	319	1.2	0.17	0.6	0.5	C1	VA
8/20/2008	01:38:46 a.m.	1	12.83	77	22.43	2.7	0.4	0.6	14	204	1.4	0.09	0.4	0.4	C1	VA
8/20/2008	02:04:47 a.m.	1	12.38	77	21.42	1.7	0.9	0.4	6	325	1.8	0.09	1.5	1.6	C1	VA
8/20/2008	02:05:06 a.m.	1	13.87	77	22.23	1.3	0.3	0.7	6	344	2.2	0.1	1.1	1.3	C1	VA
8/20/2008	02:43:07 a.m.	1	13.03	77	22.11	3.0	0.4	0.5	12	286	1	0.07	0.4	0.3	C1	VA
8/20/2008	04:01:45 a.m.	1	13.24	77	22.59	3.3	1.1	1.2	14	179	2	0.07	0.4	0.3	B1	VA
8/20/2008	04:07:33 a.m.	1	13.25	77	22.49	3.5	1.2	1.6	13	178	1.8	0.08	0.5	0.4	B1	VA
8/20/2008	04:09:47 a.m.	1	12.74	77	22.31	3.1	0.3	0.7	14	195	1.1	0.09	0.4	0.4	C1	VA
8/20/2008	05:17:46 a.m.	1	12.81	77	22.32	3.1	0.3	0.5	16	155	1.2	0.09	0.3	0.4	B1	VA
8/20/2008	05:25:26 a.m.	1	12.94	77	22.46	3.4	0.5	0.4	17	163	1.5	0.07	0.2	0.3	B1	VA
8/20/2008	06:43:23 a.m.	1	13.25	77	22.58	3.9	1.1	1.1	14	179	2	0.08	0.5	0.3	B1	VA
8/20/2008	07:29:03 a.m.	1	13.1	77	22.47	3.3	0.5	0.5	16	171	1.6	0.08	0.3	0.4	B1	VA
8/20/2008	08:27:47 a.m.	1	13.18	77	22.81	5.4	1.3	1.5	10	167	2.2	0.04	0.2	0.3	B1	VA
8/20/2008	09:29:48 a.m.	1	13.29	77	22.52	2.7	0.7	0.8	18	107	2.1	0.12	0.2	0.6	B1	VA
8/20/2008	09:44:20 a.m.	1	13.3	77	22.5	2.7	0.5	0.7	17	107	2.1	0.1	0.2	0.5	B1	VA
8/20/2008	03:47:01 p.m.	1	12.58	77	21.7	2.0	0.6	0.6	14	198	0.1	0.09	0.3	0.3	C1	HD
8/20/2008	07:28:24 p.m.	1	10.48	77	20.85	2.2	0.7	0.4	18	252	1.8	0.12	0.4	0.5	C1	VA

Continuación Anexo 1.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
8/21/2008	08:26:48 a.m.	1	14.47	77	21.28	5.4	1.1	0.8	11	166	2	0.07	0.7	0.5	B1	VA
8/21/2008	11:39:22 a.m.	1	14.89	77	19.79	4.3	0.7	0.8	10	261	3	0.06	0.7	0.6	C1	VA
8/24/2008	12:26:14 a.m.	1	12.43	77	25.87	9.8	1.3	1	14	297	4.6	0.1	0.8	0.9	C1	VA
8/26/2008	10:07:09 p.m.	1	11.2	77	21.87	2.6	1.0	0.4	13	210	1.8	0.06	0.2	0.3	C1	VA
8/27/2008	12:08:05 a.m.	1	14.5	77	21.41	4.4	0.6	0.6	8	167	2.2	0.04	0.5	0.2	B1	VA
8/27/2008	12:11:31 a.m.	1	14.41	77	21.2	4.3	0.8	0.9	12	168	1.8	0.1	0.7	0.5	B1	VA
8/27/2008	07:23:59 a.m.	1	14.6	77	23.61	6.3	1.1	1	13	180	3.9	0.12	0.7	0.4	B1	VA
8/28/2008	12:29:00 a.m.	1	10.5	77	21.37	5.1	0.9	0.7	14	273	1.9	0.07	0.4	0.4	C1	VA
8/29/2008	10:36:47 a.m.	1	15.67	77	22.19	6.4	0.8	1.4	13	171	0.9	0.08	0.4	0.3	B1	VA
8/31/2008	11:25:16 p.m.	1	11.34	77	23.12	5.0	0.8	0.4	13	217	1	0.11	0.5	0.4	C1	VA
9/1/2008	10:14:49 p.m.	1	9.13	77	24.76	14.3	1.0	0.9	14	290	6.9	0.12	1.8	1.1	C1	VA
9/3/2008	08:56:07 p.m.	1	11.6	77	23.08	5.8	0.8	0.2	14	179	0.9	0.08	0.4	0.3	B1	VA
9/4/2008	11:23:50 a.m.	1	12.84	77	23.76	5.1	0.5	0.6	7	171	3	0.08	1.4	0.5	C1	VA
9/4/2008	07:15:28 p.m.	1	14.4	77	19.5	9.4	0.3	0.9	13	233	2.7	0.09	0.8	0.5	C1	VA
9/5/2008	12:36:19 a.m.	1	14.5	77	20.61	1.0	0.2	0.2	11	194	1.7	0.15	1.1	2	C1	VA
9/6/2008	12:11:22 a.m.	1	11.83	77	23.19	6.3	0.6	0.6	13	142	0.8	0.09	0.6	0.3	B1	VA
9/7/2008	03:15:25 a.m.	1	14.72	77	20.61	7.6	0.8	0.6	9	225	2.1	0.05	0.6	0.3	C1	VA
9/7/2008	08:53:40 a.m.	1	14.51	77	19.4	9.8	1.8	1.9	14	238	3	0.09	0.6	0.7	C1	VA
9/8/2008	09:04:35 a.m.	1	13.5	77	21.56	3.1	0.7	1.5	14	98	0.8	0.08	0.3	0.3	B1	VA
9/10/2008	06:25:04 a.m.	1	13.29	77	22.3	2.7	0.9	0.6	10	179	2.1	0.1	0.5	0.6	B1	VA
9/12/2008	09:35:16 a.m.	1	8.07	77	22.76	11.1	1.1	1.4	16	292	6.7	0.13	1	0.9	C1	VA
9/12/2008	10:15:04 p.m.	1	13.17	77	21.92	0.9	2.3	2	10	129	1.4	0.09	0.2	1.2	B1	VA
9/14/2008	04:53:15 a.m.	1	16.12	77	20.81	7.3	1.1	0.7	12	249	2.4	0.04	0.2	0.2	C1	VA
9/14/2008	06:23:01 a.m.	1	11.83	77	29.47	17.7	1.2	0.7	13	327	7.8	0.06	0.9	0.7	C1	VA
9/14/2008	03:07:25 p.m.	1	14.77	77	22.14	5.5	0.7	1	15	129	2.5	0.26	0.9	1	B1	VA
9/15/2008	12:35:29 p.m.	1	17.92	77	17.96	15.4	0.9	0.7	12	307	8.4	0.06	0.7	0.5	C1	VA
9/15/2008	08:50:17 a.m.	1	3.15	77	17.1	5.9	1.4	1.6	12	333	17.2	0.09	1	0.4	C1	VA
9/17/2008	10:46:38 a.m.	1	14.11	77	23.33	2.7	0.2	1.5	12	153	4.3	0.1	0.2	0.7	B1	VA
9/18/2008	01:37:11 a.m.	1	12.93	77	25.33	8.9	0.6	0.5	7	245	0.2	0.04	1	0.4	C1	VA
9/18/2008	07:38:23 p.m.	1	12.2	77	24.4	6.3	0.9	0.2	10	179	1.9	0.1	0.6	0.9	B1	VA
9/19/2008	10:18:46 a.m.	1	9.66	77	32.32	15.8	1.3	1.4	8	339	14.2	0.07	1.9	1.5	C1	VA
9/19/2008	11:58:39 a.m.	1	13.64	77	21.77	1.6	0.3	0.5	16	102	1.2	0.16	0.3	0.7	B1	VA
9/19/2008	08:06:25 p.m.	1	14.88	77	18.45	7.8	1.0	0.7	12	270	4.8	0.08	0.5	0.1	C1	VA
9/19/2008	11:09:50 p.m.	1	12.33	77	24.07	5.3	0.8	0.5	9	186	2.6	0.09	0.6	0.5	C1	VA
9/20/2008	01:52:32 a.m.	1	12.42	77	24.3	5.5	0.7	0.5	6	155	2	0.06	0.7	1	B1	VA
9/20/2008	03:47:56 p.m.	1	10.8	77	19.13	5.5	1.4	1	9	299	2.6	0.1	1	0.7	C1	VA
9/21/2008	01:52:30 a.m.	1	12.77	77	21.77	1.7	0.7	0.2	7	260	1.5	0.04	0.5	0.5	C1	VA
9/21/2008	02:37:20 p.m.	1	15.22	77	19.8	4.5	0.8	0.5	10	240	3.5	0.03	0.6	0.5	C1	VA
9/22/2008	01:02:00 a.m.	1	13.27	77	22.12	1.4	0.6	1.5	15	98	1.5	0.15	0.3	0.9	B1	VA
9/22/2008	05:21:09 a.m.	1	13.86	77	23.17	3.0	0.7	1.1	16	140	3.7	0.05	0.1	0.3	B1	VA
9/22/2008	07:15:24 a.m.	1	12.42	77	23.98	4.3	0.8	0.6	13	194	2.7	0.1	0.5	0.5	C1	VA
9/22/2008	07:29:34 a.m.	1	12.65	77	23.27	5.6	0.7	0.5	10	178	3	0.1	0.9	0.6	B1	VA
9/23/2008	05:57:38 a.m.	1	12.33	77	24.39	6.6	0.8	0.2	11	167	2	0.08	0.4	0.5	B1	VA
9/25/2008	02:05:47 a.m.	1	13.32	77	22.87	2.8	0.9	0.6	14	116	2.6	0.07	0.1	0.4	B1	VA
9/25/2008	02:43:43 a.m.	1	13.09	77	22.75	3.2	0.6	0.6	12	163	2.2	0.06	0.2	0.3	B1	VA
9/25/2008	03:38:41 a.m.	1	13.17	77	22.86	3.0	0.8	0.7	14	112	2.5	0.09	0.2	0.4	B1	VA
9/25/2008	11:20:37 p.m.	1	12.57	77	24.29	6.4	0.9	0.5	12	142	2	0.09	0.4	0.5	B1	VA
9/25/2008	11:57:04 p.m.	1	12.34	77	24.22	6.2	1.2	0.8	12	157	1.8	0.1	0.5	0.8	B1	VA
9/27/2008	02:04:14 p.m.	1	12.11	77	24.24	6.1	1.0	0.5	12	202	2.5	0.07	0.4	0.4	C1	VA
9/28/2008	07:17:25 p.m.	1	13.34	77	22.01	2.9	0.9	1.5	13	111	1.5	0.12	0.3	0.5	B1	VA
9/29/2008	11:48:33 a.m.	1	15.09	77	20.83	6.9	1.4	1.7	14	204	2.8	0.04	0.2	0.1	C1	VA
10/2/2008	11:49:37 p.m.	1	12.71	77	21.74	2.0	0.9	0.6	8	283	1.5	0.19	1.6	1.3	C1	VA
10/3/2008	04:17:52 a.m.	1	13.67	77	21.65	2.3	0.7	0.8	9	108	1.1	0.06	0.3	0.4	B1	VA
10/3/2008	04:17:55 a.m.	1	13.35	77	22.03	2.0	1.1	1.4	12	111	1.6	0.03	0.1	0.1	B1	VA
10/7/2008	09:48:48 a.m.	1	13.26	77	21.74	1.0	0.5	1.1	13	171	1	0.13	0.4	1	B1	VA
10/10/2008	04:48:41 a.m.	1	11.7	77	24.01	6.5	1.7	1.3	10	211	0.9	0.09	1	0.6	C1	VA
10/16/2008	10:27:49 p.m.	1	11.78	77	21.88	2.0	0.6	0.4	14	157	1.8	0.07	0.2	0.2	B1	VA
10/18/2008	01:34:39 a.m.	1	11.68	77	24.46	5.6	1.4	1.3	13	228	1.7	0.08	0.5	0.7	C1	VA
10/18/2008	05:32:21 p.m.	1	14.59	77	19.39	18.3	1.3	0.7	14	240	3.1	0.11	1.2	0.7	C1	VA
10/20/2008	09:07:50 a.m.	1	17.45	77	13.72	15.8	2.0	2.1	14	326	14.2	0.06	0.9	0.9	C1	VA
10/20/2008	06:26:57 p.m.	1	13.14	77	21.94	0.7	2.1	2.3	12	92	1.1	0.18	0.3	1	B1	VA
10/20/2008	07:48:50 p.m.	1	17.83	77	12.23	13.8	0.9	1.5	15	332	16.8	0.12	1.5	2	C1	VA
10/22/2008	05:42:26 a.m.	1	15.33	77	16.66	11.2	1.2	0.7	8	334	7.6	0.01	0.4	0.3	C1	VA
10/22/2008	04:29:11 p.m.	1	12.31	77	20.89	2.9	0.7	1.2	16	89	1.5	0.1	0.3	0.3	A1	VA

Continuación Anexo 1.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
10/25/2008	11:14:25 a.m.	1	18.13	77	13.26	13.5	1.3	1.2	16	329	15.7	0.14	1.6	2.1	C1	VA
10/25/2008	04:24:48 p.m.	1	12.41	77	20.64	3.3	1.1	0.5	7	131	1.3	0.04	0.3	0.3	B1	VA
10/27/2008	07:22:58 a.m.	1	15.11	77	22.64	6.2	1.6	1.6	16	157	2.1	0.08	0.3	0.3	B1	VA
10/29/2008	02:27:17 a.m.	1	10.89	77	21.88	2.9	1.2	0.9	13	263	3.2	0.05	0.3	0.3	C1	VA
10/29/2008	02:02:10 p.m.	1	13.12	77	22.7	3.2	1.3	1.2	14	161	2.8	0.07	0.2	0.3	B1	VA
10/29/2008	02:11:57 p.m.	1	13.25	77	22.71	2.4	-0.2	0.7	12	164	2.8	0.07	0.2	0.4	B1	VA
10/29/2008	02:12:06 p.m.	1	13.22	77	22.69	3.1	0.6	0.5	12	163	2.8	0.06	0.2	0.3	B1	VA
10/29/2008	04:53:07 p.m.	1	10.08	77	21.04	4.0	1.1	1.6	14	263	2.6	0.09	0.4	0.3	C1	VA
10/29/2008	09:08:12 p.m.	1	10.69	77	21.38	4.8	1.2	0.9	11	274	3.6	0.08	0.5	0.5	C1	VA
11/1/2008	05:14:52 a.m.	1	12.52	77	22	6.0	0.7	1	7	208	2.1	0.01	0.6	0.2	C1	HD
11/1/2008	08:57:52 p.m.	1	11.04	77	22.01	3.4	1.0	0.9	15	222	2.1	0.07	0.2	0.3	C1	VA
11/1/2008	11:35:18 p.m.	1	11.14	77	21.99	3.1	0.5	0.5	15	214	2	0.09	0.3	0.3	C1	VA
11/2/2008	02:24:52 a.m.	1	15.27	77	21.78	4.9	0.5	0.6	10	169	1.7	0.04	0.2	0.2	B1	VA
11/2/2008	05:22:52 a.m.	1	10.84	77	21.99	4.0	1.3	1.2	10	264	3.2	0.07	0.4	0.3	C1	VA
11/2/2008	07:42:55 a.m.	1	10.9	77	21.92	3.3	0.9	0.9	12	234	2.1	0.07	0.3	0.4	C1	VA
11/2/2008	01:28:39 p.m.	1	10.86	77	22.06	2.8	1.0	0.6	10	235	2.3	0.06	0.4	0.4	C1	VA
11/2/2008	02:07:55 p.m.	1	10.58	77	21.95	3.1	0.7	0.7	11	245	2.5	0.04	0.2	0.2	C1	VA
11/3/2008	04:59:06 a.m.	1	10.57	77	21.87	2.7	0.6	1.1	15	256	2.4	0.09	0.3	0.4	C1	VA
11/4/2008	02:54:58 a.m.	1	10.73	77	21.99	3.6	1.0	0.7	10	245	2.4	0.04	0.3	0.3	C1	VA
11/4/2008	01:35:51 p.m.	1	10.58	77	21.96	3.6	0.7	1.5	12	254	2.5	0.07	0.3	0.3	C1	VA
11/5/2008	01:42:08 a.m.	1	15.97	77	24.51	9.1	1.8	1.4	14	251	4.4	0.11	0.7	0.7	C1	VA
11/5/2008	03:55:43 a.m.	1	10.64	77	21.89	3.5	1.6	1.1	10	251	2.3	0.06	0.3	0.5	C1	VA
11/5/2008	03:57:16 a.m.	1	10.79	77	21.96	3.5	1.2	1.6	11	241	2.3	0.06	0.3	0.3	C1	VA
11/5/2008	04:19:14 a.m.	1	10.97	77	22.1	3.3	0.4	1.1	12	227	2.3	0.07	0.3	0.3	C1	VA
11/5/2008	04:19:19 a.m.	1	11.03	77	22.07	3.2	0.8	1.3	11	223	2.2	0.08	0.4	0.4	C1	VA
11/5/2008	07:22:12 p.m.	1	10.7	77	21.89	3.2	0.8	0.9	14	240	2.3	0.06	0.3	0.3	C1	VA
11/6/2008	03:34:17 a.m.	1	13.35	77	22.8	3.5	0.9	1.5	13	115	2.6	0.05	0.1	0.3	B1	VA
11/6/2008	12:44:56 p.m.	1	13.94	77	20.95	4.1	0.8	2.6	13	241	0.8	0.08	0.4	0.3	C1	VA
11/9/2008	03:15:22 a.m.	1	13.35	77	20.76	2.0	1.5	1	11	119	0.4	0.2	0.9	0.5	B1	VA
11/10/2008	11:59:20 a.m.	1	9.91	77	20.89	2.1	1.2	1.1	11	269	2.9	0.08	0.4	1	C1	VA
11/10/2008	12:20:00 p.m.	1	10.17	77	20.87	2.9	1.7	1.9	11	262	2.4	0.06	0.3	0.6	C1	VA
11/11/2008	09:42:49 a.m.	1	10.19	77	21.16	2.0	1.5	1.8	13	259	2.4	0.1	0.4	0.3	C1	VA
11/11/2008	01:25:06 p.m.	1	10.06	77	21.01	1.9	1.2	1.4	14	264	2.6	0.11	0.4	0.4	C1	VA
11/11/2008	01:46:03 p.m.	1	10.31	77	21.1	2.9	1.4	2.2	11	287	2.1	0.06	0.4	0.4	C1	VA
11/11/2008	02:30:49 p.m.	1	10.6	77	21.4	4.0	1.1	0.8	9	277	4.4	0.06	0.6	0.4	C1	VA
11/11/2008	02:53:15 p.m.	1	10.62	77	21.74	4.8	1.0	0.6	10	273	3.8	0.23	1.7	1.5	C1	VA
11/11/2008	04:42:18 p.m.	1	13.25	77	22.21	0.8	0.8	0.4	9	219	1.9	0.1	0.7	1.5	C1	VA
11/12/2008	03:28:37 a.m.	1	10.01	77	21.03	3.4	1.4	2.1	10	294	2.7	0.07	0.4	0.6	C1	VA
11/12/2008	03:44:59 a.m.	1	9.82	77	20.9	1.9	1.3	1.4	14	298	3	0.13	0.7	0.5	C1	VA
11/12/2008	01:29:13 p.m.	1	12.71	77	21.74	3.6	0.6	0.6	9	131	0.3	0.12	1	0.7	B1	VA
11/12/2008	05:20:09 p.m.	1	10.46	77	21.5	1.9	0.7	0.8	8	280	4	0.1	1.4	2.1	C1	VA
11/12/2008	05:24:16 p.m.	1	10.26	77	20.98	2.8	2.2	3	11	258	2.2	0.08	0.4	0.6	C1	VA
11/12/2008	05:26:13 p.m.	1	10.27	77	21.22	2.3	1.2	1.8	9	287	5	0.08	0.7	1.5	C1	VA
11/12/2008	05:29:42 p.m.	1	11.54	77	21.99	2.0	0.9	1.6	11	179	2	0.08	0.7	0.3	B1	VA
11/12/2008	07:23:21 p.m.	1	10.09	77	20.85	2.8	2.2	2.6	11	264	2.5	0.07	0.4	0.6	C1	VA
11/12/2008	07:23:49 p.m.	1	9.99	77	19.98	2.1	1.6	1.2	8	311	3.2	0.07	0.6	0.9	C1	VA
11/12/2008	07:24:27 p.m.	1	10.14	77	20.94	3.6	1.3	1.2	12	262	4.8	0.1	0.5	0.8	C1	VA
11/12/2008	07:26:56 p.m.	1	11.13	77	21.74	2.9	0.8	0.8	10	254	2.7	0.08	0.8	0.7	C1	VA
11/13/2008	12:25:44 a.m.	1	11.04	77	21.75	2.1	0.5	1.3	11	258	2.9	0.14	1.1	1	C1	VA
11/14/2008	01:18:54 a.m.	1	14.38	77	20.6	5.0	1.2	0.8	10	218	1.5	0.04	0.2	0.2	C1	VA
11/14/2008	08:57:24 a.m.	1	10.18	77	21.16	3.3	0.5	1.6	17	259	2.4	0.1	0.4	0.4	C1	VA
11/14/2008	08:57:34 a.m.	1	10.28	77	21.11	2.8	1.2	1.9	17	256	2.2	0.11	0.4	0.4	C1	VA
11/14/2008	04:56:41 p.m.	1	10.02	77	20.81	3.5	1.3	2.1	12	266	2.7	0.06	0.3	0.4	C1	VA
11/15/2008	02:55:12 a.m.	1	11.42	77	22.12	2.6	0.5	0.5	12	190	2.2	0.08	0.3	0.4	C1	VA
11/15/2008	04:17:07 a.m.	1	15.26	77	21.1	6.5	2.6	2.6	10	215	2.5	0.05	0.3	0.4	C1	VA
11/15/2008	04:53:45 a.m.	1	15.74	77	20.58	7.4	2.2	0.8	11	255	3	0.08	0.5	0.4	C1	VA
11/15/2008	08:53:35 p.m.	1	11.57	77	22.67	2.8	1.0	0.7	9	181	1.6	0.08	0.5	0.4	C1	VA
11/16/2008	04:35:36 p.m.	1	11.51	77	22.21	4.6	1.0	0.8	13	183	2.3	0.18	0.8	0.6	C1	VA
11/16/2008	04:36:11 p.m.	1	10.67	77	21.94	2.9	0.9	0.3	15	241	2.4	0.06	0.2	0.3	C1	VA
11/16/2008	07:08:34 p.m.	1	10.23	77	21.02	3.6	0.8	1	15	289	2.3	0.09	0.4	0.4	C1	VA
11/17/2008	05:11:34 a.m.	1	10.82	77	22.53	2.6	1.0	0.9	9	296	3.2	0.05	0.5	0.7	C1	VA
11/17/2008	05:12:57 a.m.	1	10.96	77	21.94	3.6	0.9	0.7	12	235	2.1	0.08	0.4	0.4	C1	VA
11/17/2008	05:20:56 a.m.	1	11.12	77	21.88	3.2	1.0	0.7	12	226	1.8	0.08	0.3	0.4	C1	VA
11/17/2008	05:29:47 a.m.	1	10.85	77	22.79	2.2	1.2	0.8	9	295	3.6	0.04	0.5	0.8	C1	VA

Continuación Anexo 1.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
11/17/2008	10:46:55 a.m.	1	13.33	77	22	1.8	0.4	1.2	12	96	1.5	0.05	0.1	0.4	B1	VA
11/17/2008	11:44:13 a.m.	1	10.97	77	22.07	3.0	1.0	1	16	227	2.3	0.05	0.2	0.2	C1	VA
11/17/2008	04:31:34 p.m.	1	10.76	77	22.73	3.9	2.5	2.3	9	239	2.2	0.04	0.3	0.4	C1	VA
11/17/2008	04:32:31 p.m.	1	11.05	77	22.73	4.4	0.9	0.8	15	227	1.9	0.1	0.4	0.4	C1	VA
11/17/2008	04:33:10 p.m.	1	11.01	77	22.69	4.8	1.2	1.4	17	228	2	0.09	0.3	0.3	C1	VA
11/17/2008	04:33:49 p.m.	1	10.69	77	22.6	5.3	0.6	0.9	16	242	2.5	0.1	0.4	0.3	C1	VA
11/17/2008	04:34:17 p.m.	1	10.86	77	22.76	4.7	1.1	0.6	15	235	2	0.11	0.4	0.4	C1	VA
11/17/2008	04:35:59 p.m.	1	10.61	77	22.8	5.0	0.9	0.5	15	245	2.3	0.12	0.5	0.4	C1	VA
11/17/2008	06:33:56 p.m.	1	10.63	77	22.66	4.8	1.4	1.6	17	244	2.5	0.06	0.2	0.2	C1	VA
11/18/2008	02:03:42 a.m.	1	13.32	77	22.75	2.5	1.2	0.7	11	124	2.9	0.04	0.1	0.4	B1	VA
11/18/2008	05:21:51 a.m.	1	11.07	77	22.66	4.0	1.5	1.5	11	226	3.3	0.08	0.3	0.5	C1	VA
11/18/2008	08:53:40 a.m.	1	11.4	77	22.97	4.5	1.4	1.5	13	203	1.2	0.11	0.6	0.4	C1	VA
11/18/2008	08:55:10 a.m.	1	10.73	77	22.84	5.6	0.2	0.7	14	240	2.1	0.09	0.4	0.4	C1	VA
11/18/2008	08:55:19 a.m.	1	10.83	77	22.83	4.2	1.5	0.9	14	237	2	0.1	0.4	0.4	C1	VA
11/18/2008	09:39:16 a.m.	1	10.06	77	22.8	5.0	0.8	0.5	10	264	3.2	0.09	0.6	0.5	C1	VA
11/18/2008	09:48:39 a.m.	1	10.69	77	23.1	4.5	0.7	0.7	12	243	1.9	0.1	0.6	0.4	C1	VA
11/18/2008	02:41:42 p.m.	1	10.48	77	22.95	4.9	1.0	0.8	12	250	2.4	0.08	0.4	0.3	C1	VA
11/18/2008	02:42:42 p.m.	1	9.89	77	22.78	4.9	0.9	0.7	13	269	3.5	0.1	0.5	0.5	C1	VA
11/18/2008	09:32:55 p.m.	1	10.93	77	22.42	3.7	1.3	1.4	14	231	2.5	0.1	0.4	0.3	C1	VA
11/20/2008	11:28:35 a.m.	1	10.62	77	22.15	2.9	0.9	0.7	17	244	2.7	0.11	0.3	0.4	C1	VA
11/20/2008	06:08:13 p.m.	1	10.65	77	21.83	3.3	0.8	0.8	15	241	2.2	0.06	0.3	0.3	C1	VA
11/22/2008	07:58:17 a.m.	1	9.48	77	23.19	5.0	0.7	0.6	13	278	4	0.08	0.5	0.4	C1	VA
11/23/2008	02:21:44 p.m.	1	13.39	77	22.02	2.2	0.6	1.5	16	97	1.6	0.07	0.1	0.3	B1	VA
11/23/2008	02:24:26 p.m.	1	13.24	77	21.95	2.7	0.8	1	16	93	1.3	0.09	0.2	0.3	B1	VA
11/23/2008	04:58:27 p.m.	1	13.21	77	22.75	3.3	1.2	1.2	13	110	2.9	0.05	0.1	0.3	B1	VA
11/23/2008	06:22:35 p.m.	1	13.25	77	22.81	3.1	1.8	1	14	113	2.5	0.04	0.1	0.2	B1	VA
11/23/2008	06:34:22 p.m.	1	15.59	77	20.7	7.2	1.5	1.3	14	227	2.8	0.05	0.2	0.2	C1	VA
11/24/2008	01:38:12 a.m.	1	13.29	77	22.79	1.9	1.0	1.5	12	113	3	0.04	0.1	0.4	B1	VA
11/24/2008	01:03:26 p.m.	1	13.25	77	22.86	2.5	0.8	1	12	171	2.6	0.07	0.2	0.6	B1	VA
11/24/2008	08:30:26 p.m.	1	13.31	77	22.8	2.4	1.4	1.9	11	114	3	0.04	0.1	0.5	B1	VA
11/24/2008	09:51:02 p.m.	1	13.27	77	22.81	3.4	0.8	1.1	16	113	2.5	0.06	0.1	0.3	B1	VA
11/24/2008	10:09:06 p.m.	1	13.39	77	22.78	2.4	0.8	0.9	15	116	2.6	0.07	0.1	0.4	B1	VA
11/24/2008	10:10:25 p.m.	1	13.3	77	22.84	2.7	0.9	1	16	115	2.6	0.05	0.1	0.3	B1	VA
11/24/2008	10:10:58 p.m.	1	13.36	77	22.8	2.4	0.7	0.7	16	116	2.6	0.07	0.1	0.4	B1	VA
11/24/2008	10:13:31 p.m.	1	13.32	77	22.89	2.8	0.8	1.2	16	117	2.7	0.05	0.1	0.3	B1	VA
11/25/2008	10:32:01 p.m.	1	18.02	77	17.29	7.7	1.2	0.8	10	311	9.6	0.08	1	0.3	C1	VA
11/26/2008	07:58:24 a.m.	1	10.82	77	21.92	4.0	0.9	1.1	13	238	2.2	0.11	0.5	0.3	C1	VA
11/26/2008	11:22:14 a.m.	1	13.29	77	22.73	3.3	1.1	1.1	17	112	2.4	0.09	0.2	0.4	B1	VA
11/27/2008	09:45:12 a.m.	1	13.54	77	21.58	2.0	0.2	0.2	9	265	0.8	0.08	0.6	0.4	C1	VA
11/27/2008	10:20:27 a.m.	1	13.13	77	21.81	3.0	0.8	1.3	14	89	1	0.09	0.2	0.3	A1	VA
11/28/2008	12:32:31 a.m.	1	10.34	77	20.99	4.6	1.3	1.5	17	255	2.1	0.17	0.6	0.6	C1	VA
11/28/2008	07:34:21 a.m.	1	10.73	77	23.26	4.0	1.3	0.8	8	269	1.7	0.07	0.7	0.3	C1	VA
11/29/2008	09:07:42 a.m.	1	10.72	77	22.6	3.6	2.1	1.9	11	241	2.4	0.07	0.3	0.6	C1	VA
11/29/2008	10:55:11 a.m.	1	10.05	77	23.21	5.1	1.2	0.8	10	264	3	0.07	0.7	0.4	C1	VA
11/29/2008	05:40:06 p.m.	1	12.37	77	20.91	2.5	0.3	0.8	7	162	1.6	0.01	0.1	0.1	B1	VA
11/29/2008	07:24:14 p.m.	1	13.42	77	21.28	0.6	0.5	1.1	7	208	0.3	0.08	0.7	0.6	C1	HD
11/30/2008	03:15:25 p.m.	1	13.57	77	21.17	1.1	0.6	0.3	9	133	0.5	0.19	0.9	0.9	B1	HD
11/30/2008	03:16:48 p.m.	1	12.71	77	22.06	3.6	-0.3	0.4	7	313	0.8	0.24	0.3	0.1	C1	HD
12/2/2008	01:11:44 a.m.	1	13.46	77	22.87	3.3	0.6	0.9	14	191	2.8	0.06	0.2	0.3	C1	HD
12/2/2008	01:11:53 a.m.	1	13.55	77	23.07	3.1	0.7	1.2	14	197	3.5	0.08	0.3	0.4	C1	HD
12/2/2008	04:32:54 a.m.	1	13.15	77	22.74	3.0	1.0	1	11	230	2.3	0.07	0.5	0.4	C1	VA
12/3/2008	08:10:04 p.m.	1	13.25	77	23.27	4.9	0.5	0.5	15	123	3	0.13	0.4	0.6	B1	VA
12/5/2008	07:35:06 p.m.	1	10.67	77	22.36	4.5	0.9	0.9	13	242	2.8	0.07	0.4	0.3	C1	VA
12/5/2008	09:05:41 p.m.	1	11.08	77	23.51	4.6	0.6	0.5	8	274	1	0.07	0.8	0.7	C1	VA
12/6/2008	11:46:42 a.m.	1	13.14	77	21.91	2.1	0.9	0.5	13	128	1.1	0.1	0.3	0.6	B1	VA
12/8/2008	08:45:13 p.m.	1	13.51	77	22.94	1.8	1.5	1.9	13	123	3.3	0.05	0.1	0.4	B1	VA
12/9/2008	05:03:11 a.m.	1	11.51	77	23.55	2.5	0.8	0.4	15	215	0.2	0.09	0.3	0.5	C1	VA
12/9/2008	03:26:06 p.m.	1	13.33	77	22.84	3.0	1.0	1.3	15	116	2.6	0.06	0.1	0.3	B1	VA
12/9/2008	10:27:53 p.m.	1	10.59	77	22.29	3.0	1.1	1.2	13	245	3	0.07	0.4	0.3	C1	VA
12/10/2008	02:20:28 a.m.	1	10.93	77	22.04	3.0	0.7	1	10	235	2.3	0.06	0.3	0.6	C1	VA
12/13/2008	10:37:21 a.m.	1	14.68	77	21.83	6.9	0.3	0.3	10	146	2.7	0.06	0.5	0.5	B1	VA
12/15/2008	05:53:03 a.m.	1	10.9	77	21.94	3.1	0.8	0.4	11	231	2.1	0.06	0.3	0.5	C1	VA
12/15/2008	07:51:15 a.m.	1	10.88	77	22.12	4.1	1.4	1.3	14	233	2.4	0.07	0.3	0.3	C1	VA
12/15/2008	07:36:36 p.m.	1	13.51	77	21.61	2.3	0.5	0.4	10	167	0.9	0.09	0.6	0.5	B1	VA

Continuación Anexo 1.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF (km)	ML DUR	ML	N° FASES	GAP	D.MIN (km)	RMS (s)	ERH (km)	ERZ (km)	Q	TIPO
		Gra	Min	Gra	Min											
12/15/2008	08:29:37 p.m.	1	13.1	77	22.6	3.0	0.6	0.3	14	156	2	0.06	0.1	0.2	B1	VA
12/16/2008	04:14:18 a.m.	1	13.04	77	22.66	3.3	0.9	0.7	15	104	2.1	0.05	0.1	0.3	B1	VA
12/17/2008	02:42:04 a.m.	1	13.38	77	22.81	2.4	0.4	1	12	116	2.6	0.06	0.1	0.4	B1	VA
12/17/2008	02:42:41 a.m.	1	13.26	77	22.75	3.1	1.7	2	16	112	2.4	0.05	0.1	0.3	B1	VA
12/17/2008	02:46:08 a.m.	1	13.14	77	22.8	2.7	0.7	0.8	10	166	2.4	0.07	0.2	0.5	B1	VA
12/17/2008	02:51:37 a.m.	1	13.43	77	23.26	2.9	0.8	0.8	9	253	3.4	0.09	0.9	1.4	C1	VA
12/17/2008	12:33:53 p.m.	1	13.08	77	22.63	4.0	0.7	0.7	10	107	2.7	0.09	0.4	0.6	B1	VA
12/17/2008	01:59:23 p.m.	1	13.1	77	22.79	2.7	0.8	0.8	16	108	2.3	0.09	0.2	0.4	B1	VA
12/18/2008	05:51:44 a.m.	1	12.31	77	21.37	2.5	0.4	1.2	17	100	0.7	0.12	0.3	0.4	B1	VA
12/18/2008	09:54:28 a.m.	1	12.5	77	21.35	2.5	0.6	1	10	214	1.5	0.04	0.2	0.2	C1	VA
12/18/2008	05:02:21 p.m.	1	13.37	77	22.09	1.6	1.0	1.5	14	99	1.7	0.07	0.2	0.4	B1	VA
12/19/2008	12:31:52 p.m.	1	10.36	77	21.7	3.8	1.3	1.2	13	252	2.5	0.11	0.6	0.6	C1	VA
12/20/2008	09:04:44 p.m.	1	11.38	77	22.66	3.3	0.9	0.9	17	198	1.7	0.09	0.3	0.3	C1	VA
12/21/2008	05:14:49 a.m.	1	11.06	77	23.77	4.7	1.6	1.1	13	236	1.1	0.09	0.5	0.4	C1	VA
12/22/2008	01:03:09 p.m.	1	11.81	77	24.52	7.3	0.8	0.4	11	225	2.4	0.09	0.7	0.5	C1	VA
12/24/2008	07:38:32 p.m.	1	15.76	77	22.53	9.0	0.6	0.7	9	215	1	0.06	0.8	0.7	C1	VA
12/26/2008	04:50:14 p.m.	1	13.92	77	22.94	3.2	0.9	1.1	14	186	3.4	0.13	0.3	0.6	C1	VA
12/27/2008	05:36:54 a.m.	1	7.1	77	19.08	7.6	1.7	1	13	318	8.8	0.06	0.6	0.2	C1	VA
12/28/2008	03:05:37 p.m.	1	12.56	77	21.81	0.9	0.1	0.5	9	113	1.8	0.05	0.2	0.8	B1	VA
12/29/2008	12:35:57 a.m.	1	12.98	77	23.82	4.4	0.9	1.1	14	175	2.5	0.08	0.4	0.4	B1	VA
12/29/2008	05:07:05 a.m.	1	14.73	77	21.64	5.0	0.8	0.9	14	255	2.7	0.09	0.5	0.4	C1	VA
12/30/2008	07:50:25 p.m.	1	14.39	77	21.75	3.3	0.5	0.2	10	140	2.2	0.07	0.3	0.4	B1	VA
12/31/2008	06:06:13 a.m.	1	13.65	77	23.18	2.4	1.3	0.6	16	134	3.8	0.06	0.1	0.4	B1	VA
12/31/2008	07:26:10 a.m.	1	10.05	77	20.93	3.4	1.3	1.2	14	265	2.6	0.09	0.4	0.6	C1	VA