

NOMBRE	DESCRIPCION	DOMINIO
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
Identificador	En proceso de definición	
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 2008**

Edición:

DIEGO MAURICIO GOMEZ MARTINEZ

San Juan de Pasto, noviembre de 2009

2. VOLCÁN GALERAS

FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1	4
Figura 2.2	5
Figura 2.3	7
Figura 2.4	8
Figura 2.5	8
Figura 2.6	9
Figura 2.7	9
Figura 2.8	12
Figura 2.9	13
Figura 2.10	14
Figura 2.11	15
Figura 2.12	16
Figura 2.13	17
Figura 2.14	19
Figura 2.15	19
Figura 2.16	20
Figura 2.17	21
Figura 2.18	22

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.ingeqinas.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).

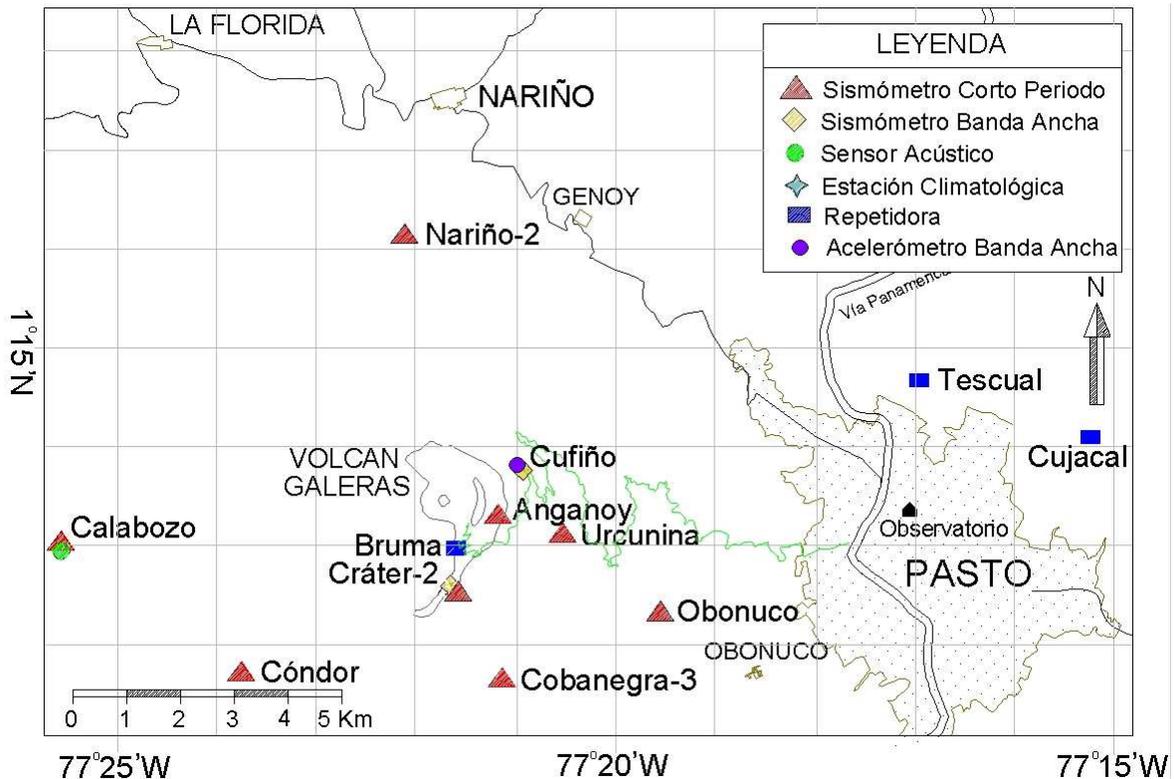


Figura 2.1. Mapa de localización de algunas de las estaciones (sismómetro, acelerómetros, acústico, climática y repetidoras) que conformaron la red de monitoreo de Galeras durante el segundo semestre de 2008.

- 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.

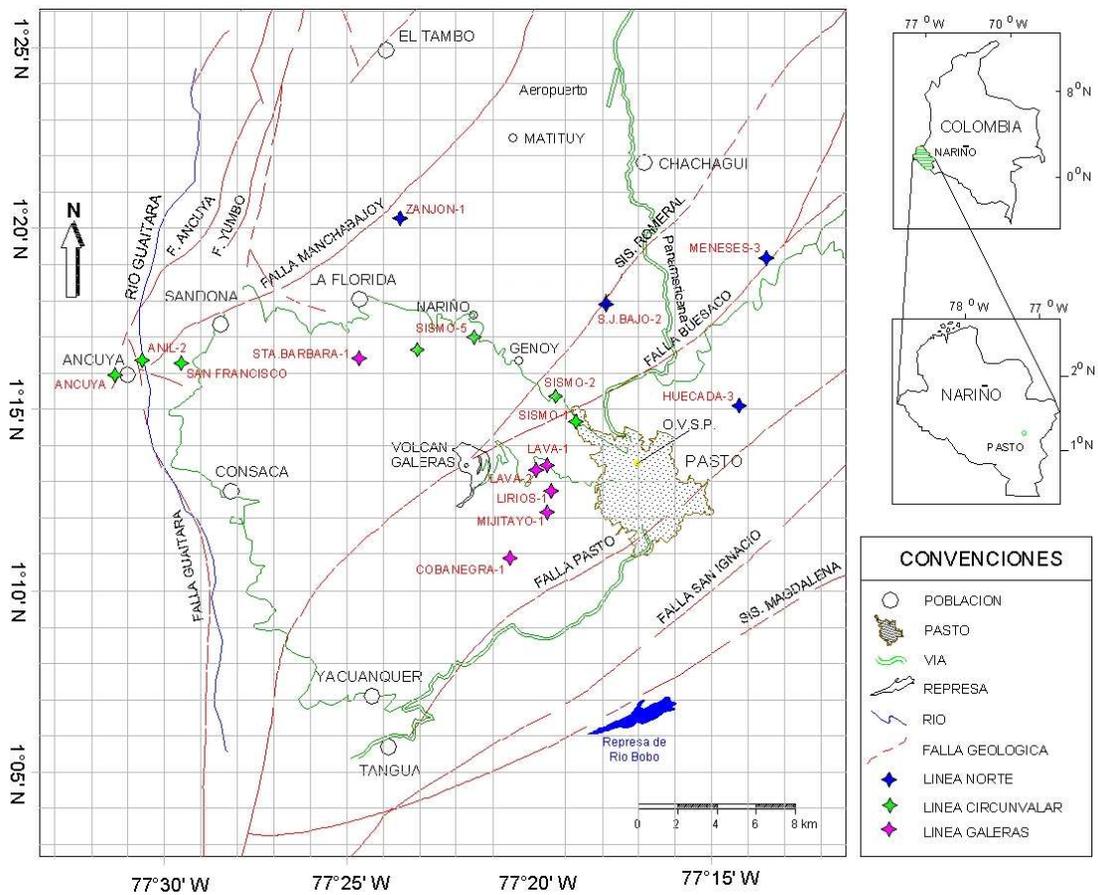


Figura 2.3. Estaciones que conforman la red de monitoreo de emisión del isótopo del gas Radón-222 en suelos, en las cuales se hizo muestro durante el segundo semestre de 2008. Línea Norte: Huecada-3, Meneses-3, San Juan Bajo-2 y Zanjón-1. Línea Circunvarial: Ancuya, Anil-2, San Francisco, Sismo-1, y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

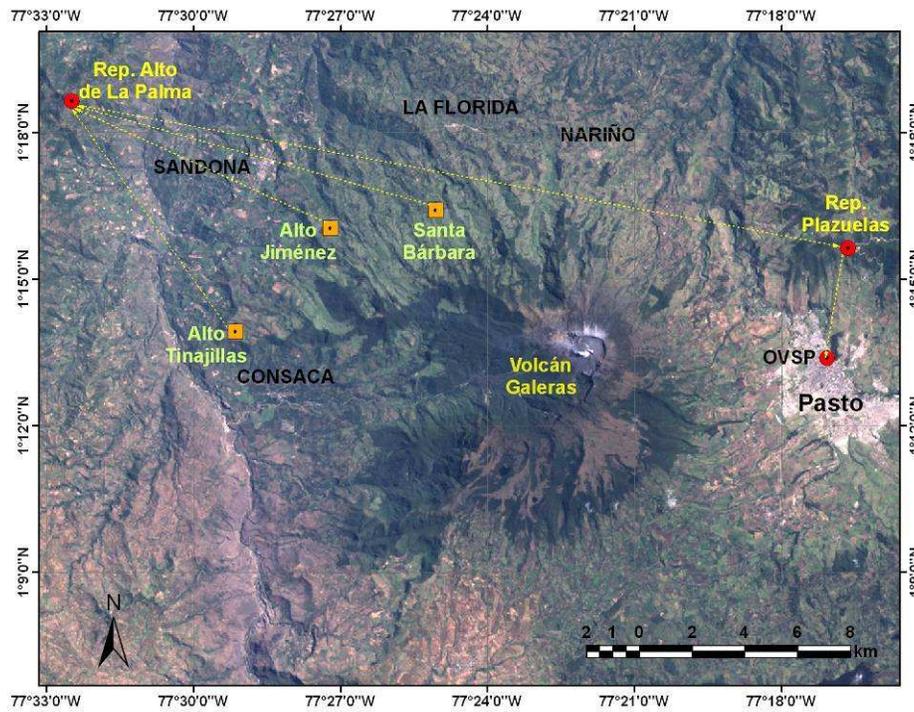


Figura 2.4. Mapa de localización de las estaciones telemétricas ScanDOAS del proyecto NOVAC para el monitoreo de emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), que funcionaron durante el segundo semestre de 2008.

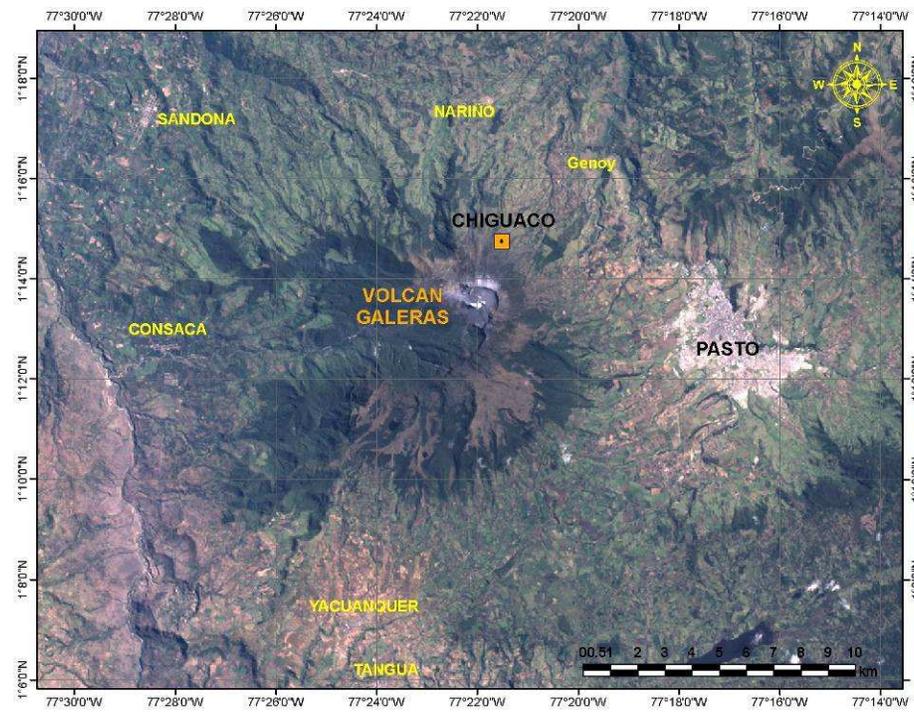


Figura 2.5. Mapa de localización de la estación para el monitoreo del campo eléctrico y magnético, que funcionó durante el segundo semestre de 2008.

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.

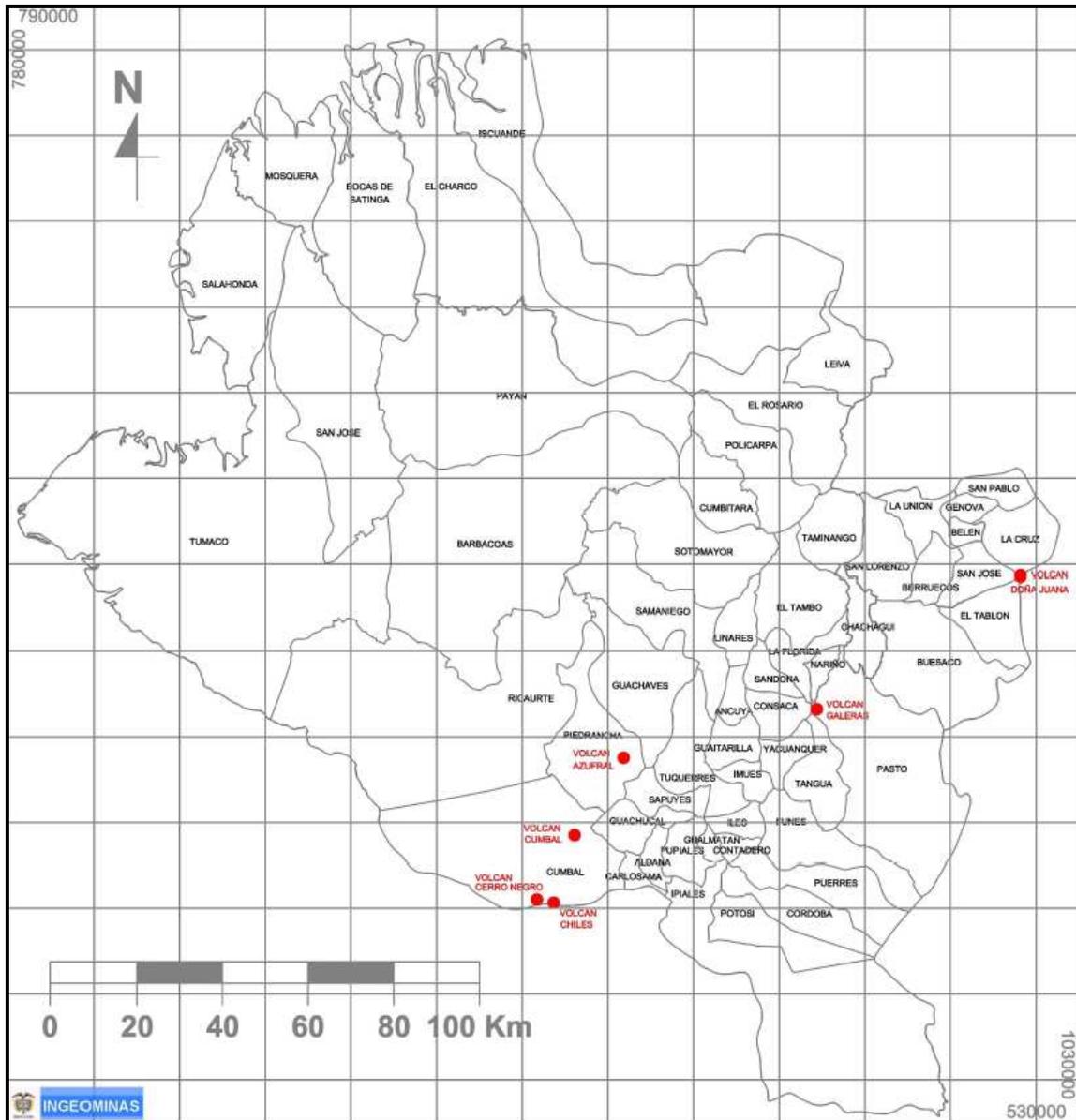


Figura 2.8. Localización geográfica de los principales volcanes activos en el departamento de Nariño.



Figura 2.9. Sistemas de protección tipo para estaciones sismológicas y de inclinometría electrónica instaladas en los volcanes Doña Juana, Cumbal y Azufra, 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).

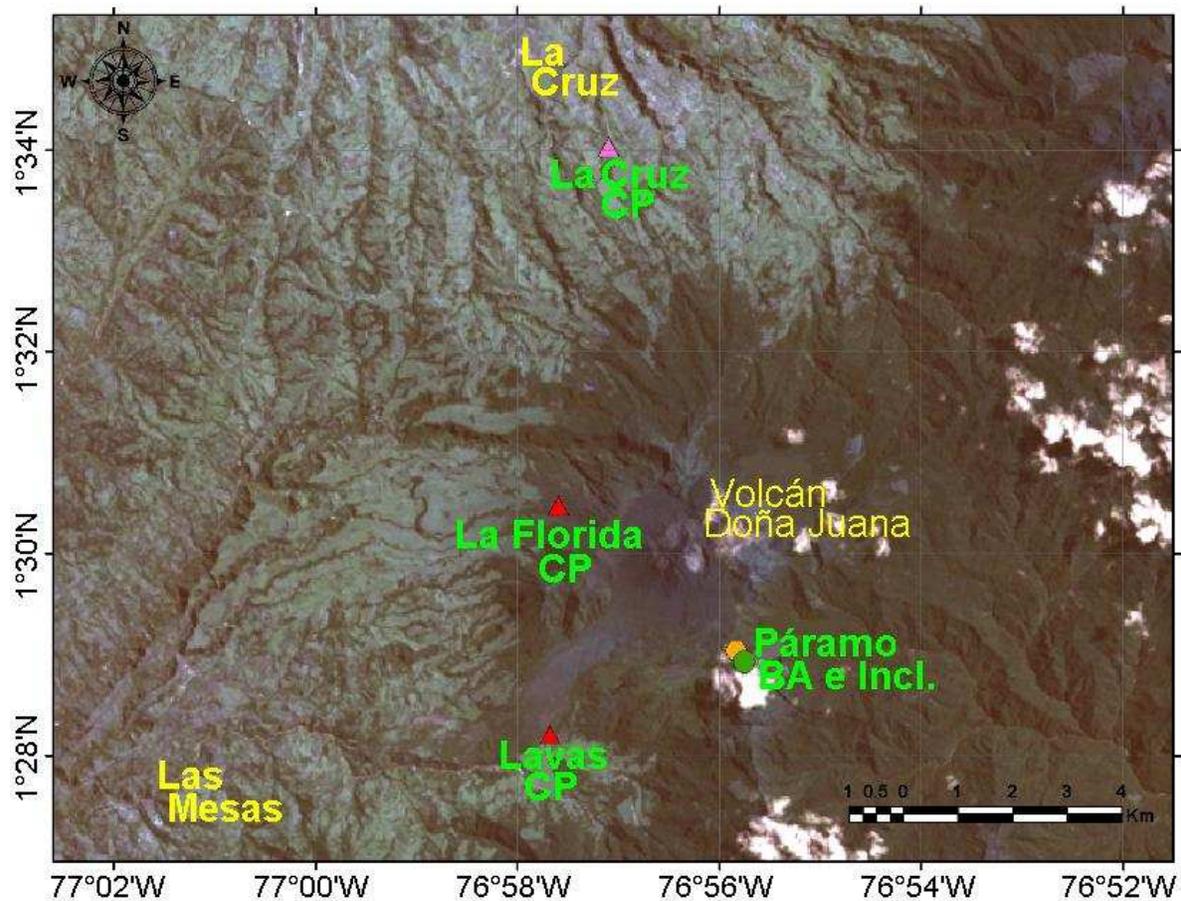


Figura 2.10. Mapa de la región de influencia del volcán Doña Juana en el que se señala la red instrumental conformada por estaciones sismológicas y de inclinometría electrónica instaladas en el 2008. Adicionalmente, en el mapa se encuentra la estación sismológica de corto período La Cruz de la RSNC.

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-suroriente del cráter Mundo Nuevo. La estación Limones se instaló el 12 de octubre de 2008, ubicada a 2.0 km al sur-oriente del cráter Mundo Nuevo.

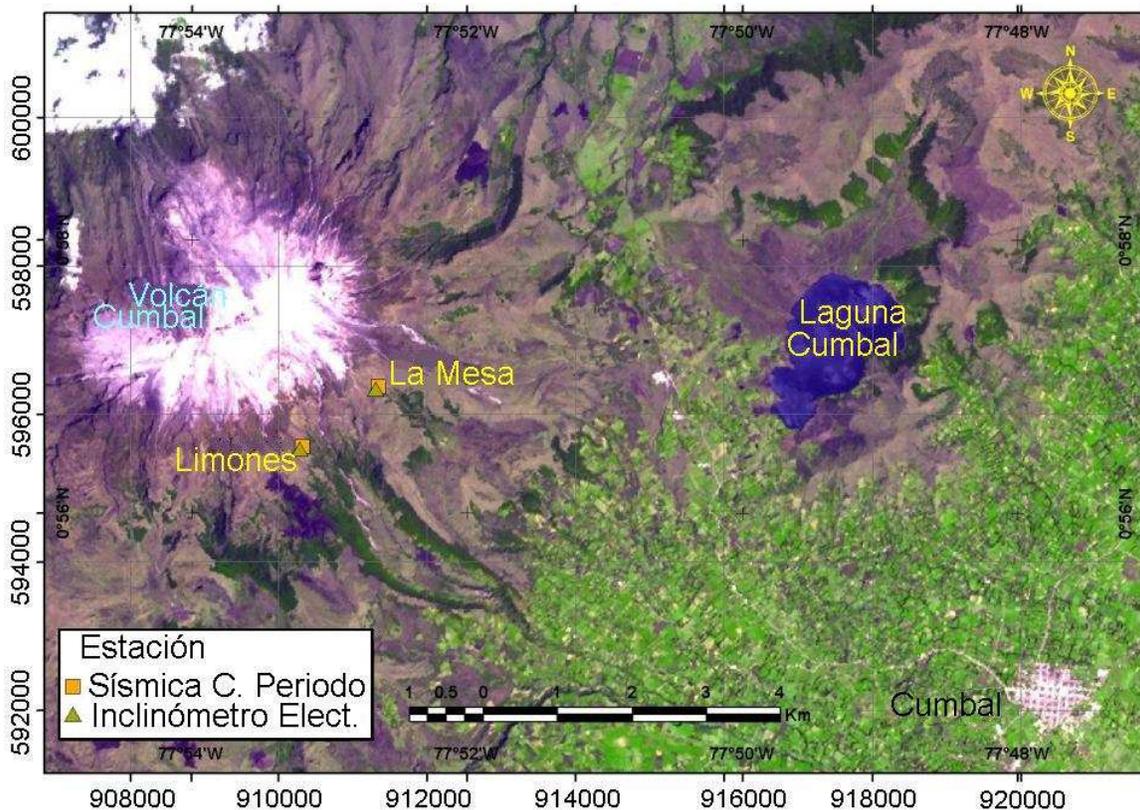


Figura 2.11. Mapa de localización de las estaciones instaladas en el volcán Cumbal durante el segundo semestre de 2008.

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. LIMO, 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 ella (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 Período (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.

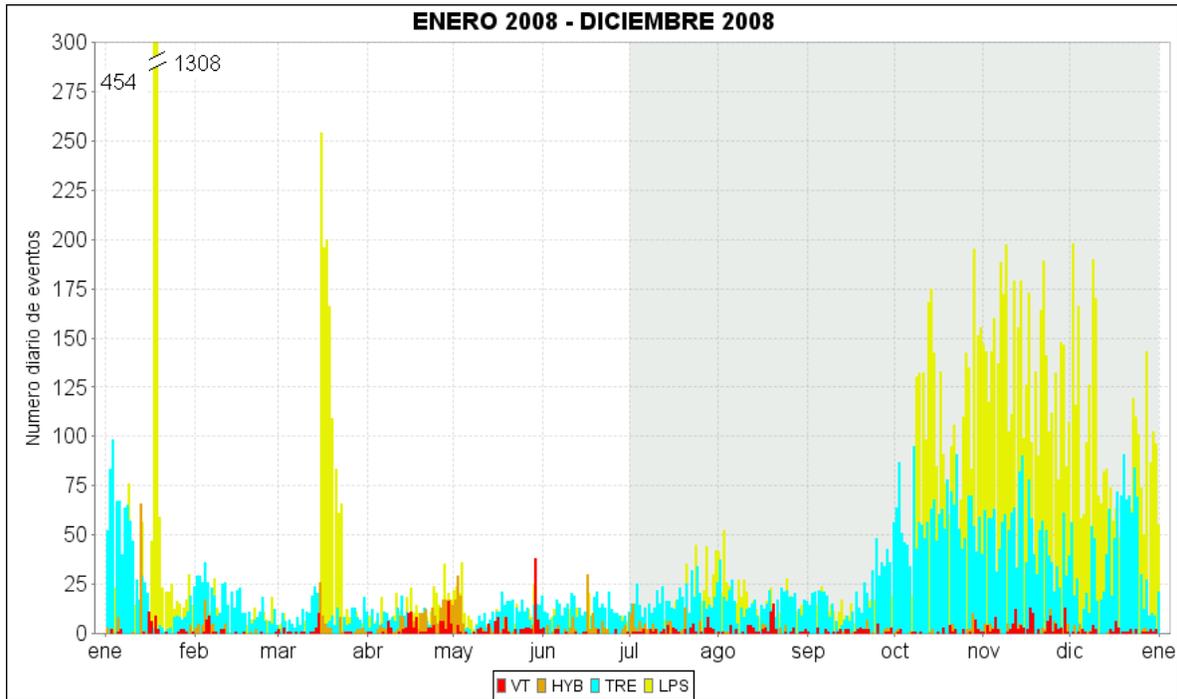


Figura 2.14. Histograma de número diario de eventos volcánicos por tipo durante 2008. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

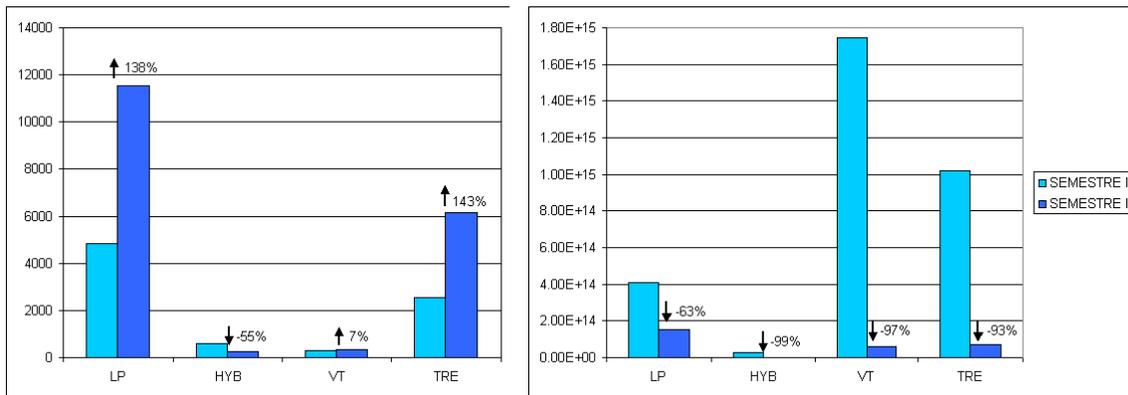


Figura 2.15. Relaciones porcentuales de la variación de la sismicidad del segundo semestre en comparación con la del primer semestre de 2008. Al lado izquierdo, la ocurrencia de sismos y a la derecha, la energía sísmica liberada.

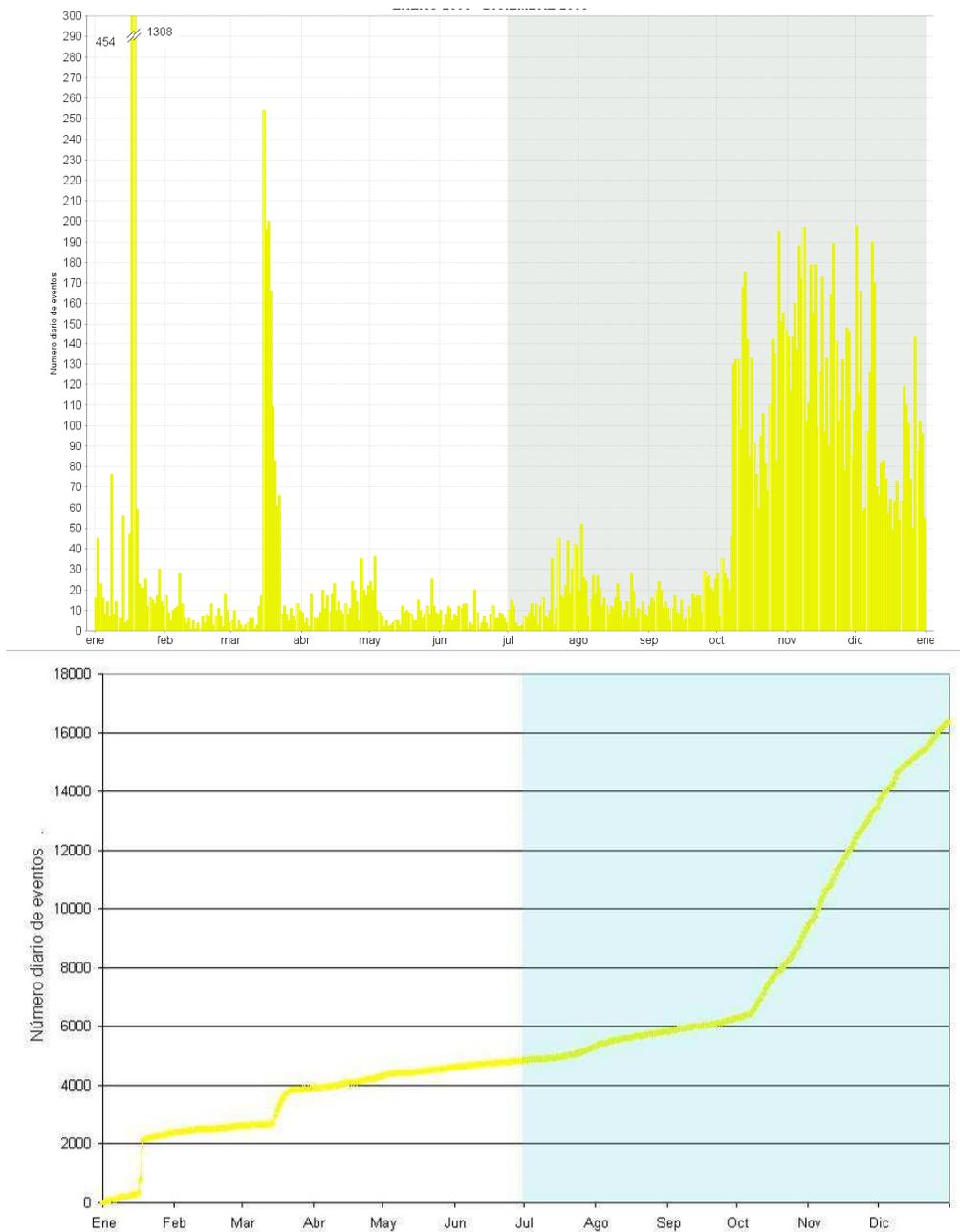


Figura 2.17. Histograma de número diario de sismos LP (arriba) y acumulado de sismos LP (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

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 otras 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).

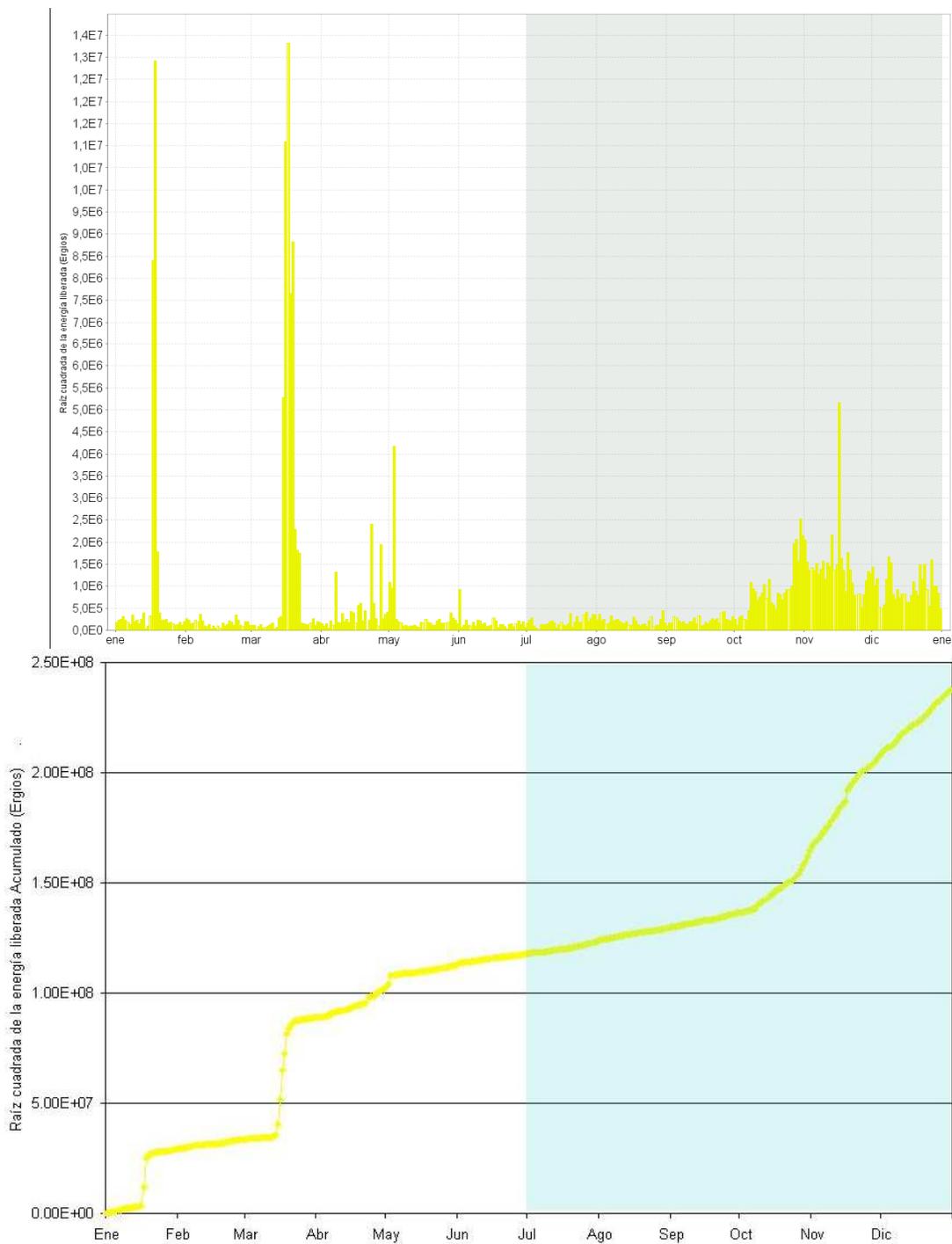


Figura 2.18. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos LP (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

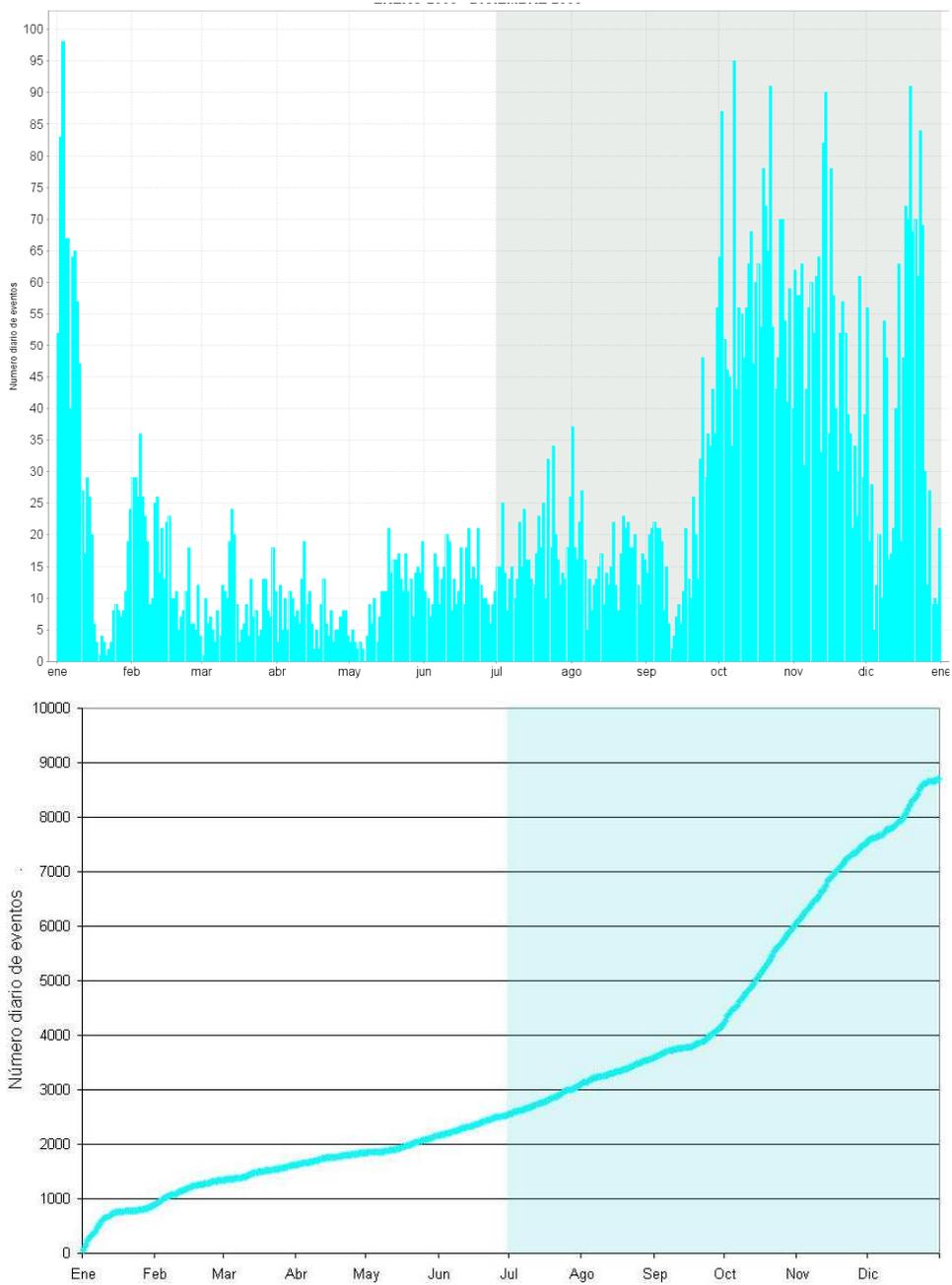


Figura 2.19. Histograma de número diario de episodios TRE (arriba) y acumulado de episodios TRE (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

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).

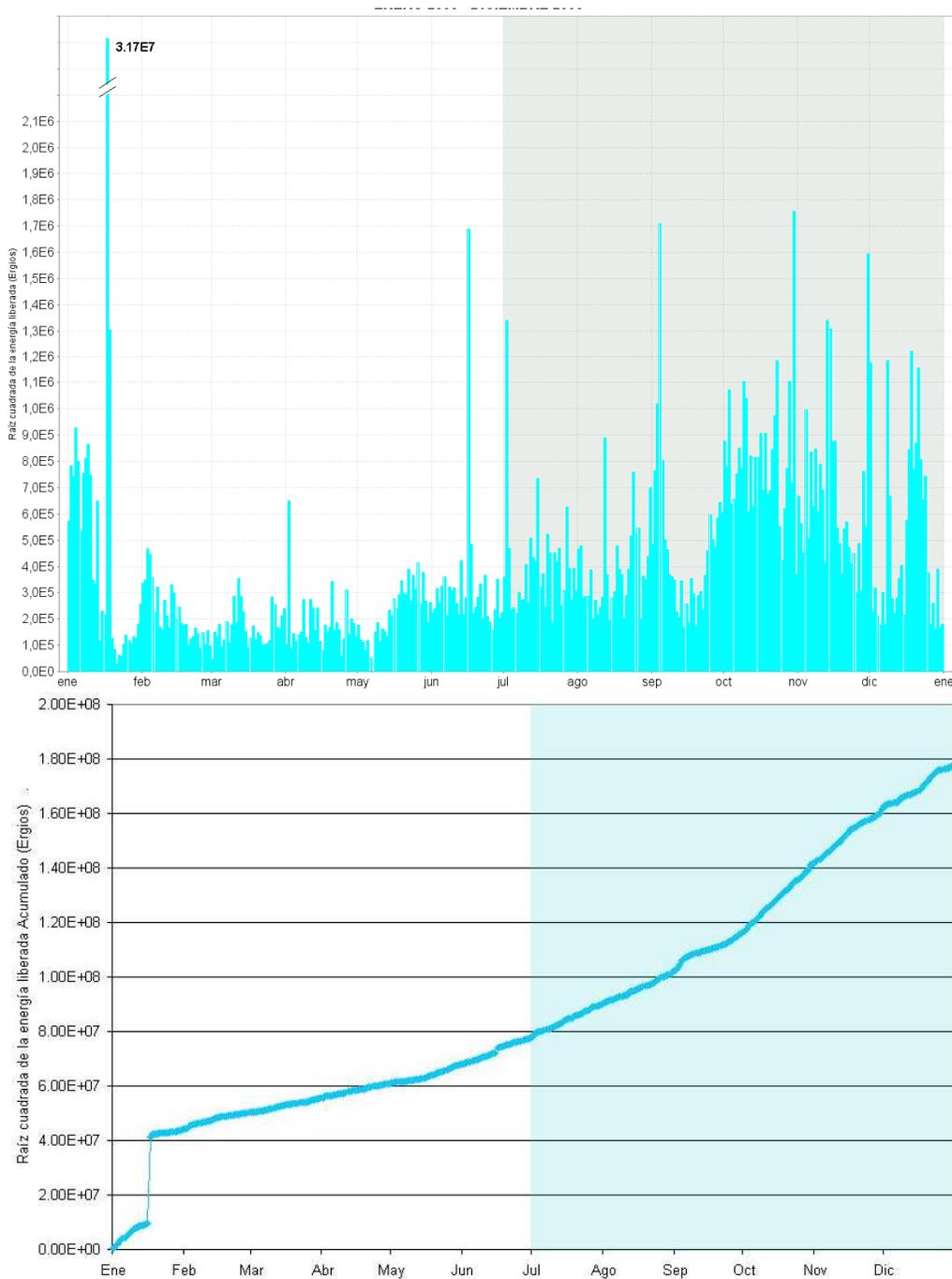


Figura 2.20. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos TRE (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

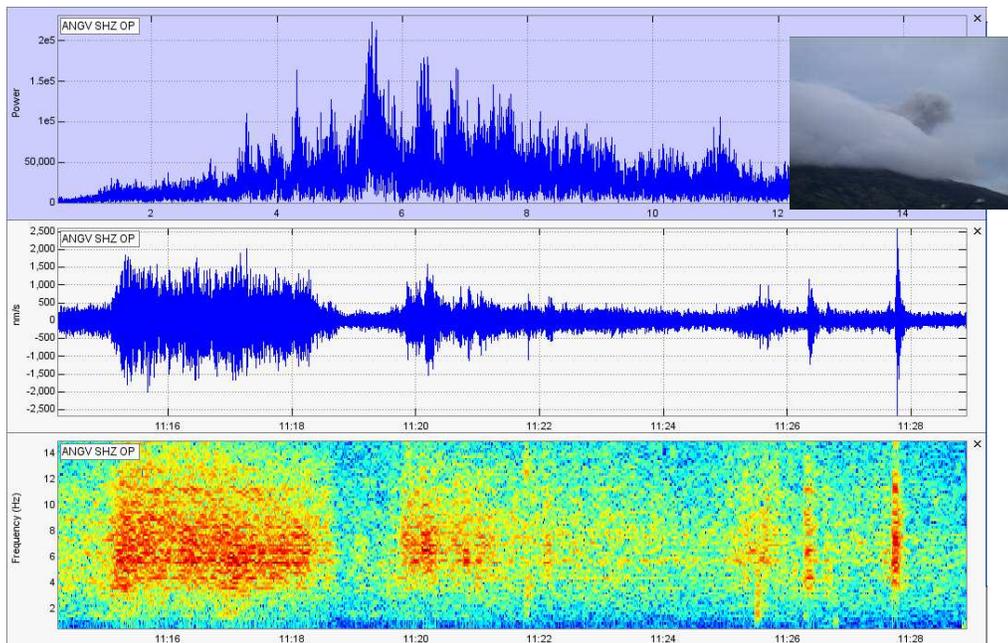


Figura 2.21. Espectro en frecuencia (arriba), sismograma (centro) y espectrograma (abajo) del registro en la estación Anganoy (sismómetro de corto periodo ubicado a 0.9 km del cráter principal), de un segmento del episodio espasmódico TRE asociado a una emisión de cenizas el 3 de julio de 2008 (el tiempo 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.

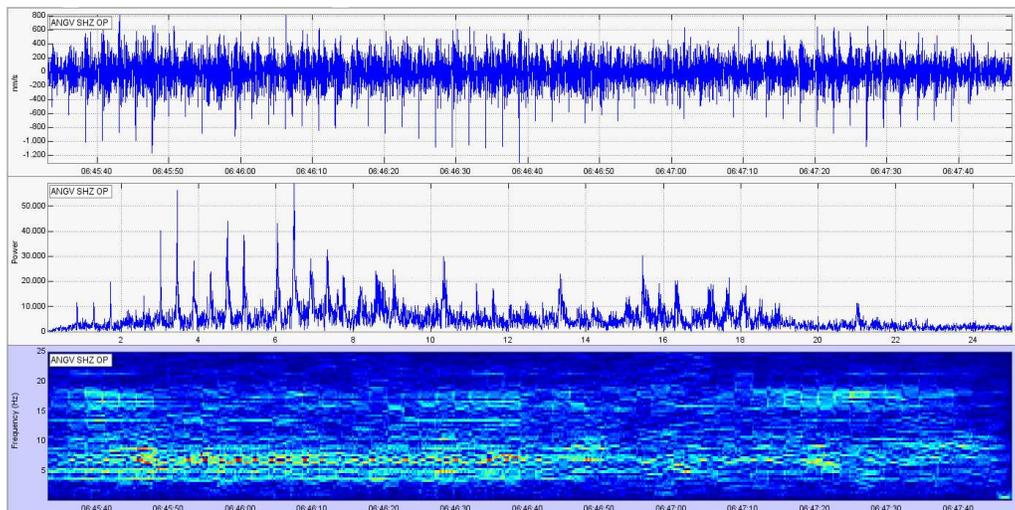


Figura 2.22. Sismograma (arriba), espectro en frecuencia (medio) y espectrograma (abajo) registrado en la estación Anganoy del episodio de tremor armónico, ocurrido a manera de enjambre de eventos tipo LP, el día 17 de septiembre de 2008 entre la 1:45 a.m. y la 1:48 a.m. La ventana corresponde a un intervalo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

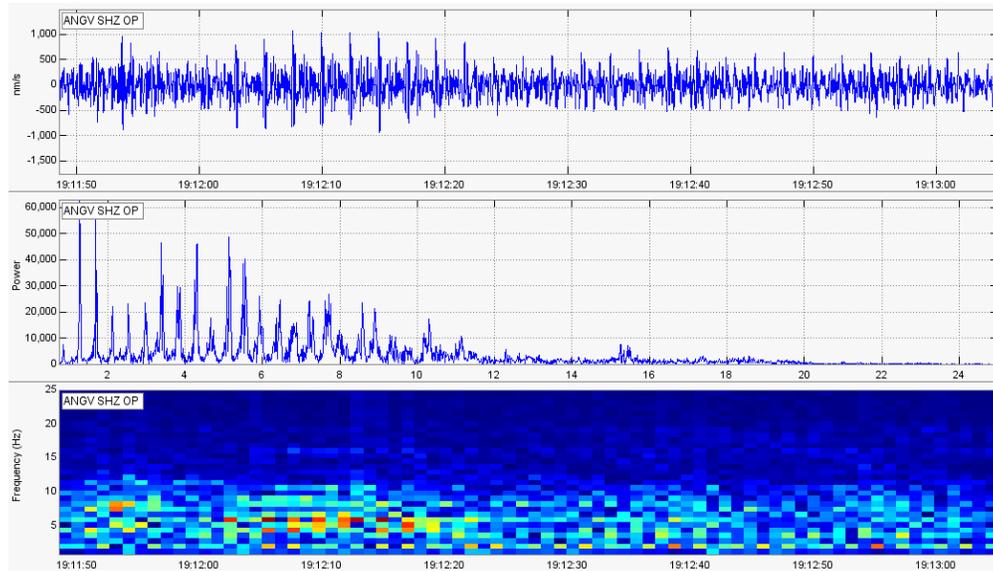


Figura 2.23. Registro sísmico (arriba), espectro (centro) y espectrograma (abajo) de una ventana del episodio de tembor armónico registrado el 18 de diciembre a las 2:05 p.m.

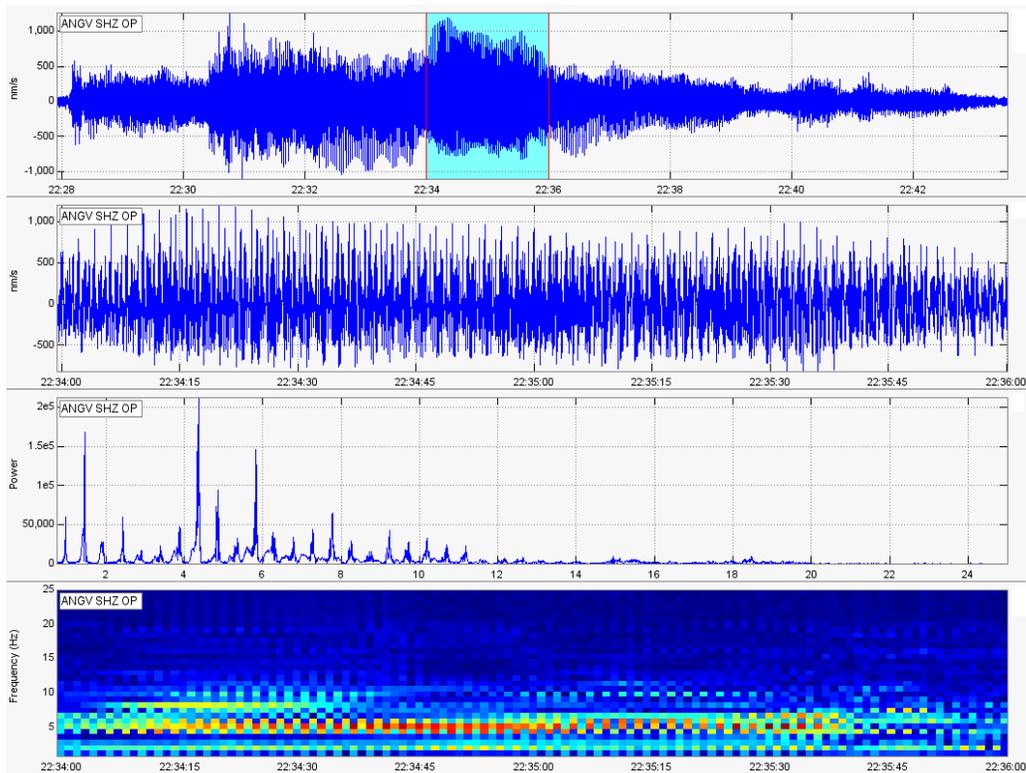


Figura 2.24. Registro sísmico (arriba), ventana de dos minutos del registro sísmico (arriba-centro), espectro (abajo-centro) y espectrograma (abajo) de un episodio TRE armónico registrado el 21 de diciembre a las 5:28 p.m.

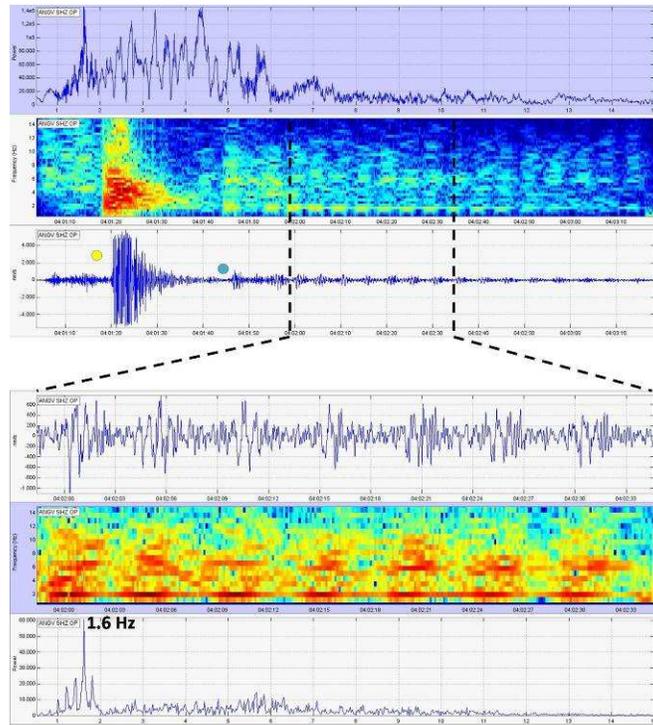


Figura 2.25. Sismograma, espectrograma y espectro de amplitudes de un registro en la estación Anganoy de un LP y su consecutivo TRE armónico registrados el 15 de noviembre de 2008 a las 11:01 p.m.

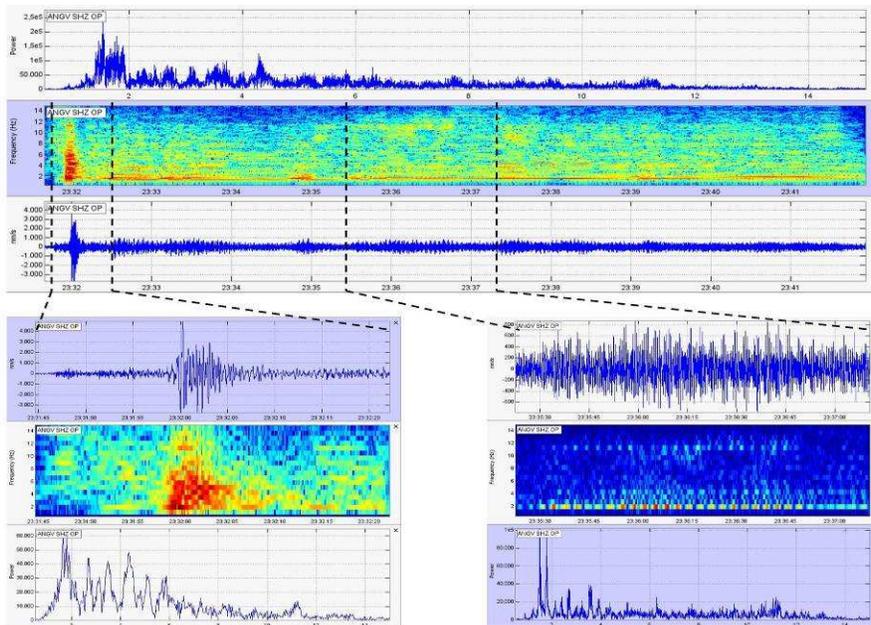


Figura 2.26. Evento LP, registrado por la estación Anganoy el 4 de noviembre a las 6:32 p.m., y sucedido por un episodio TRE armónico. De arriba a abajo se muestra: el espectro en frecuencia, el espectrograma y el sismograma para el LP y los primeros 10 minutos del TRE. En la parte inferior, a la izquierda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

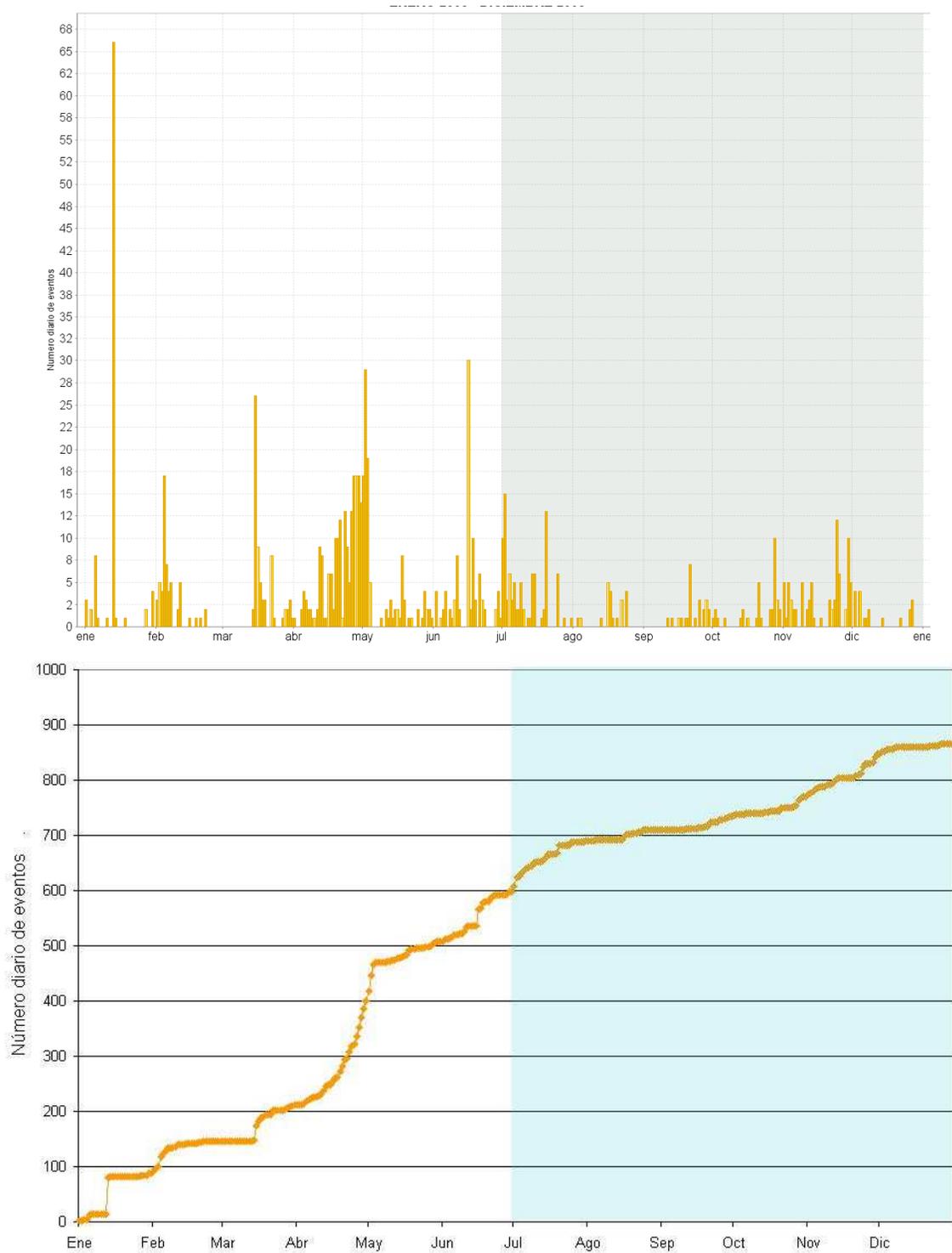


Figura 2.27. Histograma de número diario de sismos HYB (arriba) y acumulado de sismos HYB (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

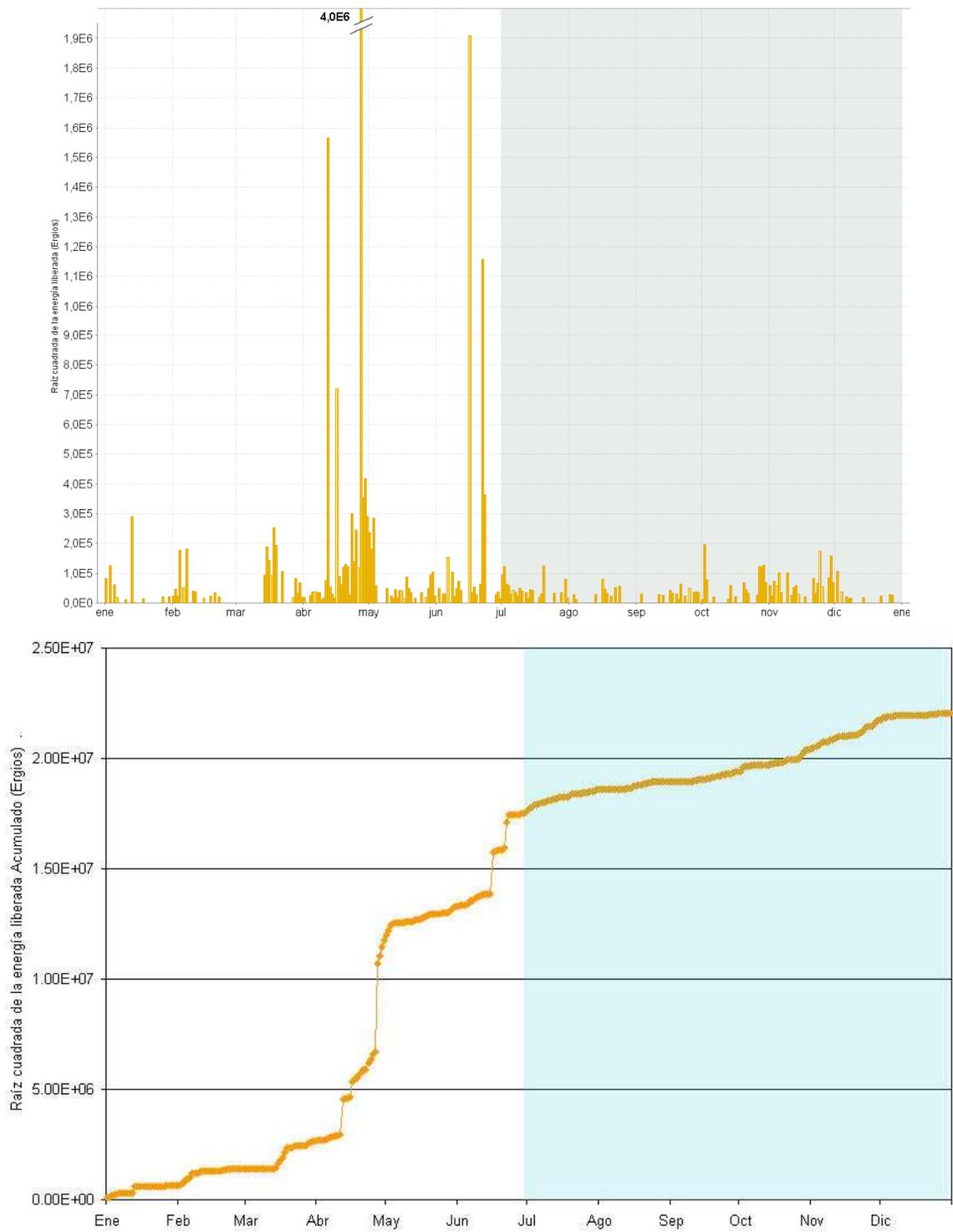


Figura 2.28. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos HYB (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

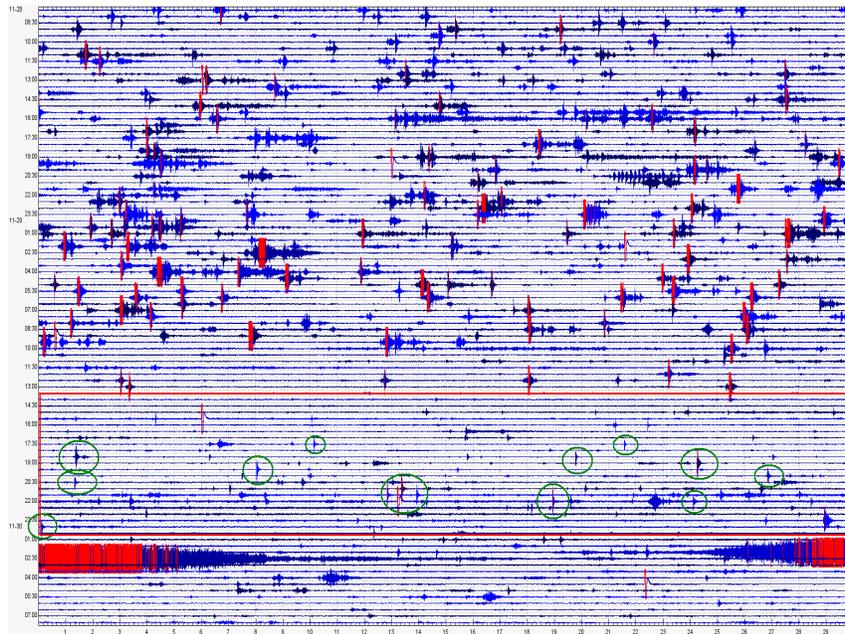


Figura 2.29. Sismograma registrado por la estación Anganoy entre las 08:00 a.m. del 28 de noviembre hasta las 07:00 a.m. del 30 de noviembre de 2008. En el recuadro rojo se observa la clara disminución en la ocurrencia de la sismicidad asociada con dinámica de fluidos y la aparición de sismos asociados 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.

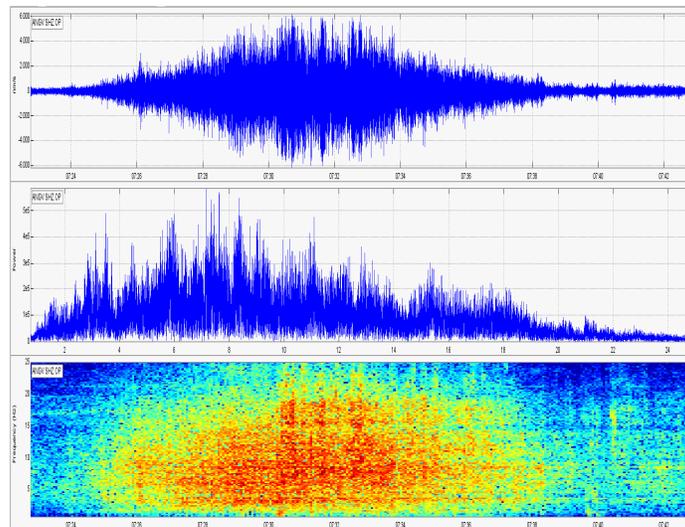


Figura 2.30. Sismograma, espectro de Fourier y espectrograma registrado por la estación Anganoy de la señal sísmica ocurrida el día 30 de noviembre de 2008 a las 02:25 a.m. y que estuvo asociada a emisión de ceniza.

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.

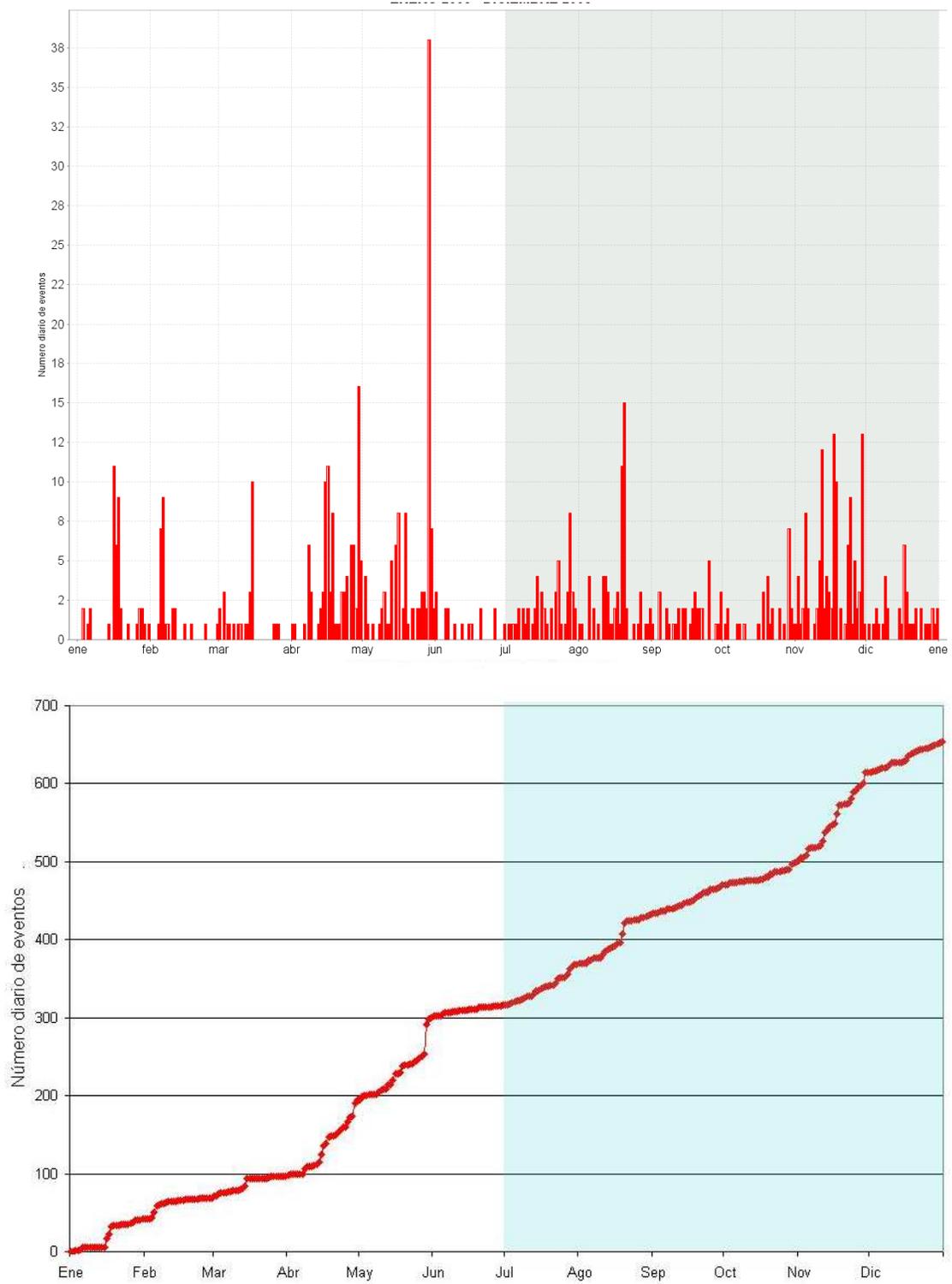


Figura 2.31. Histograma de número diario de sismos VT (arriba) y acumulado de sismos VT (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

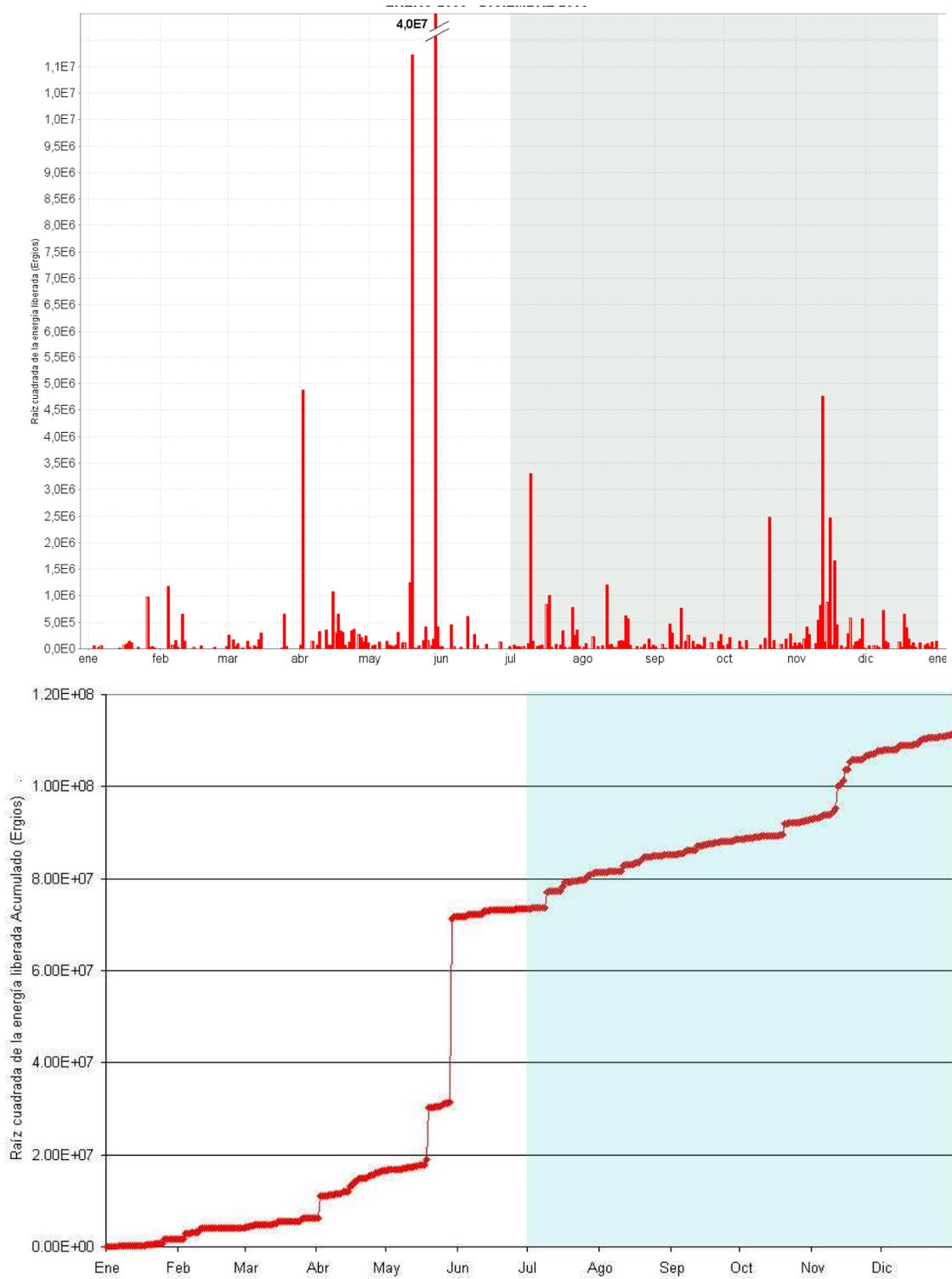


Figura 2.32. Histograma de energía sísmica liberada diaria de sismos VT (arriba) y acumulado de la energía (abajo) durante el año 2008. La región sombreada corresponde al segundo semestre.

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.

