

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOMINIO
IDENTIFICACIÓN		
Información de la citación		
CITACIÓN		
Nombre del responsable	Nombre de la organización	Servicio Geológico Colombiano
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		Edgar Antonio Muñoz Hidalgo
Fecha	De publicación/disposición tres primeras letras del mes/año	Feb/2015
Título		Informe Mensual de Actividad del volcán Galeras y los volcanes Cumbal, Doña Juana, Azufral, Las Ánimas, Chiles y Cerro Negro. Enero de 2015.
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 los datos obtenidos del monitoreo continuo a la actividad de los volcanes Galeras, Doña Juana, Las Ánimas, Cumbal, Azufral, Chiles y Cerro Negro en diferentes aspectos como son el funcionamiento de estaciones, la actividad sísmica, la actividad superficial, las medidas geoquímicas 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	
Nombre del programa/Proyecto	Nombre del proyecto	Investigación y Monitoreo de la Actividad Volcánica (AME13-06).
Periodo de tiempo	Lapso de tiempo que corresponde a la información contenida en el conjunto de datos	Enero de 2015.
Dominio Espacial		
Extensión geográfica	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. Zona de influencia del Volcán Cumbal. Zona de influencia del Volcán Doña Juana. Zona de influencia del Volcán Azufral. Zona de influencia del Volcán Las Ánimas. Zona de influencia de los volcanes

		Chiles y Cerro Negro.
Coordenadas /limites		
Oeste		No aplica.
Este		No aplica.
Norte		No aplica.
Sur		No aplica.
Nivel de resolución	Escala	No aplica.
Descriptor de tema		
Descriptor de tema	Palabra o frase común que describe aspectos temáticos del conjunto de datos	<p>Descriptor primarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Actividad Sísmica -Número diario -Energía diaria -Frecuencia -Localizaciones -Deformación -Electromagnetismo -Geoquímica -Emisiones -Actividad Superficial -Temperaturas
Descriptor de lugar	Nombre de lugares geográficos cubiertos por el conjunto de datos. Nombre de zonas, regiones, municipios	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de influencia del Volcán Galeras, cono activo, municipios de la carretera Circunvalar a Galeras, Pasto. - Zona de influencia del Volcán Cumbal - Zona de influencia del Volcán Doña Juana - Zona de influencia del Volcán Azufral - Zona de influencia del Volcán Las Ánimas -Zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro
Código temático		Capas de información
Restricción de acceso	Limitaciones para acceso al conjunto de datos incluye restricciones que aseguren protección de privacidad o propiedad intelectual o limitaciones en 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 de Archivos Principal en el directorio: V:\informes\informes_finales\VIGILANCIA\informes_tecnicos_mensuales\2015\ene
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 de los Volcanes Galeras, Cumbal, Doña Juana, Las Ánimas, Azufral, Chiles y Cerro Negro para acercarse al entendimiento de 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	Informe Técnico
Proceso estándar 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 DOC y PDF
Opción de transferencia digital		

Dirección en línea	Dirección electrónica donde se puede obtener el conjunto de datos	http://www.sgc.gov.co/Pasto/Publicaciones/Informes-tecnicos/Informe-Mensual/2015.aspx
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	Servicio Geológico Colombiano.
Cargo/persona	Nombre e identificación del cargo o persona asociado al conjunto de datos	John Makario Londoño, Jefe de Proyecto Ame09-42
Sede		Bogotá
Dirección		Diag. 53 No. 34-53
Ciudad		Bogotá, D.C.
Departamento		Cundinamarca
País		Colombia
Teléfono		(57+1)2 20 02 00 - 2 20 01 00 - 2 22 18 11 (57+1) 01-8000-110842
Fax		(57+1) 222 07 97
Correo electrónico		cliente@sgc.gov.co



**INFORME MENSUAL DE ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES
GALERAS, CHILES – CERRO NEGRO, CUMBAL,
LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL
ENERO DE 2015**

Edición:

GRUPO DE TRABAJO OBSERVATORIO PASTO

San Juan de Pasto, febrero de 2015

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

CONTENIDO

		Pág.
	RESUMEN	8
	INTRODUCCION	10
1.	ACTIVIDAD DEL VOLCAN GALERAS – ENERO DE 2015	11
1.1.	RED DE VIGILANCIA	11
1.2.	SISMOLOGÍA	18
1.3.	DEFORMACIÓN	23
1.3.1.	Estaciones de Inclinometría Electrónica	23
1.3.2.	Medición Electrónica de Distancias - EDM en Galeras	27
1.4.	ELECTROMAGNETISMO	27
1.5.	GEOQUÍMICA	32
1.5.1.	Mediciones de flujo de emisión de SO ₂ con instrumentos ScanDOAS y MovilDOAS	32
1.5.2.	Mediciones del isótopo de gas Radón 222 – (Rn ₂₂₂)	34
1.5.3.	Muestreo de aguas en fuentes termales.	36
1.6.	ACTIVIDAD SUPERFICIAL Y CAMBIOS GEOMORFOLOGICOS	36
1.7.	CONCLUSIONES	38
2.	ACTIVIDAD DEL VOLCÁN CUMBAL – ENERO DE 2015	39
2.1.	RED DE VIGILANCIA	39
2.2.	SISMOLOGÍA	40
2.3.	DEFORMACIÓN	44
2.4.	ACTIVIDAD SUPERFICIAL	47
2.5.	CONCLUSIONES	48
3.	ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES CHILES Y CERRO NEGRO – ENERO DE 2015	49
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	49
3.2.	RED DE VIGILANCIA	49
3.3.	SISMOLOGÍA	51
3.4.	DEFORMACIÓN	54
3.5.	GEOQUÍMICA	55
3.5.1.	Muestreo de aguas en fuentes termales del volcán Chiles	55
3.5.2.	Registro de temperatura – Estación Térmica Chiles	55
3.6.	ACTIVIDAD SUPERFICIAL	56
3.7.	CONCLUSIÓN	56
4.	ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL – ENERO DE 2015	57
4.1.	ACTIVIDAD DEL VOLCAN LAS ANIMAS	58
4.1.1.	Ubicación Geográfica	58
4.1.2.	Red de Vigilancia	58
4.1.3.	Sismología	59
4.1.4.	Deformación	61
4.1.5.	Actividad Superficial	61
4.1.6.	Conclusión	61
4.2.	ACTIVIDAD DEL VOLCAN DOÑA JUANA	62
4.2.1.	Red de vigilancia	62
4.2.2.	Sismología	63
4.2.3.	Deformación	63
4.2.4.	Actividad Superficial	65
4.2.5.	Conclusión	65

4.3.	ACTIVIDAD DEL VOLCAN AZUFRAL		66
4.3.1.	Red de vigilancia		66
4.3.2.	Sismología		68
4.3.3.	Deformación		70
4.3.3.1.	Inclinometría Electrónica		70
4.3.3.2.	Medición Electrónica de Distancias E.D.M.		70
4.3.4.	Geoquímica		70
4.3.5.	Actividad Superficial		70
4.3.6.	Conclusión		71

FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Localización de las estaciones sísmicas y sensores de presión acústicos que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.	12
Figura 2.	Localización de las estaciones para el seguimiento de la deformación (inclinómetros y GNSS) que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.	13
Figura 3.	Localización y orientación de las estaciones de inclinometría electrónica instaladas en Galeras. Los catetos de los triángulos muestran las direcciones de las componentes de cada sensor.	14
Figura 4.	Localización de las estaciones campo magnético y eléctrico, detectores de flujos de lodos, ScanDOAS, climática y cámaras web que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.	15
Figura 5.	Localización de las estaciones instaladas en Galeras para el monitoreo de gas Radón.	16
Figura 6.	Localización de los puntos materializados para mediciones EDM en el volcán Galeras. Los triángulos de color naranja indican la ubicación de las Bases de medición 1, 2, 3, 4 y 5, los círculos de color verde indican la ubicación de los prismas reflectores.	17
Figura 7.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras en enero de 2015.	18
Figura 8.	Relación porcentual de ocurrencia sísmica por tipo de sismos en el volcán Galeras, entre los meses de octubre de 2014 y enero de 2015.	19
Figura 9.	Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015. La región sombreada corresponde al mes de enero.	19
Figura 10.	Comparación porcentual del número de eventos volcánicos por tipo ocurridos durante el mes en evaluación (barras de la derecha) respecto al mes anterior (barras de la izquierda).	20
Figura 11.	Energía sísmica diaria liberada por los eventos volcánicos según su tipo (en términos de su raíz cuadrada), registrados entre el 1 de octubre y el 31 de enero de 2015.	21
Figura 12.	Comparación porcentual de la energía liberada por tipo de evento para enero de 2015 (barras de la derecha) respecto a diciembre de 2014 (barras de la izquierda).	21
Figura 13.	Relación porcentual mensual de la energía sísmica liberada para cada tipo de sismos desde octubre de 2014 a enero de 2015.	22
Figura 14.	Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 31 de enero de 2015. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 2,5 km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4270 msnm).	23
Figura 15.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	24
Figura 16.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro Arlés para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	24
Figura 17.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Cráter, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	25
Figura 18.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	25
Figura 19.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro Cóndor para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	26
Figura 20.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de	26

	abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	
Figura 21.	Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	27
Figura 22.	Localización de las estaciones de monitoreo de variaciones electromagnéticas, que conforman la red de vigilancia del volcán Galeras.	28
Figura 23.	Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Frailejón, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.	28
Figura 24.	Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.	29
Figura 25.	Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo TRE (verde).	29
Figura 26.	Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo LPS (verde).	30
Figura 27.	Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo VT (verde).	30
Figura 28.	Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Frailejón, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.	31
Figura 29.	Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Barranco, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.	31
Figura 30.	Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Cráter, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.	32
Figura 31.	Flujo de emisión de SO ₂ registrado entre noviembre de 2014 y enero de 2015 por los equipos ScanDOAS en Galeras. Se resalta en gris el mes evaluado.	33
Figura 32.	Flujo de dióxido de azufre (cuadros rojos), velocidad (líneas azules) y dirección acimutal del viento (líneas grises) para el periodo comprendido entre noviembre de 2014 y enero de 2015.	34
Figura 33.	Concentración radón en suelo - Estación telemétrica Lavas - enero 2015.	35
Figura 34.	Concentración radón en suelo - Estación telemétrica Parques - Enero 2015.	35
Figura 35.	Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en Bruma (Izquierda) y Barranco (Derecha) el 16 de enero de 2015 a las 8:58 a.m. y 9:17 a.m. respectivamente.	36
Figura 36.	Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en Bruma el 16 de enero a las 6:42 p.m.	37
Figura 37.	Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en la sede del OVSP el 17 de enero a las 5:13 p.m.	37
Figura 38.	Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara web ubicada en Bruma el 23 y 26 de enero a las 6:18 p.m. y 4:37 p.m. respectivamente.	37
Figura 39.	Mapa de localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal durante el mes de enero de 2015.	39
Figura 40.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal en enero de 2015.	40
Figura 41.	Relación porcentual de ocurrencia sísmica mensual por tipo de evento en el volcán Cumbal entre octubre de 2014 y enero de 2015. En la Figura el valor de los porcentajes se aproxima a valores enteros.	41
Figura 42.	Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.	41
Figura 43.	Sismograma y espectro en frecuencia del evento TOR, registrado el 12 de enero de 2015 a las 10:08 p.m., el evento tuvo una duración de 54 segundos en la estación sísmica La Mesa.	42
Figura 44.	Sismograma y espectro en frecuencia del evento TOR, registrado el 21 de enero de 2015 a las 6:00 p.m., el evento tuvo una duración de 118 segundos en la estación sísmica La Mesa.	42

Figura 45.	Evolución temporal de las frecuencias dominantes de los eventos tipo TOR registrados entre el 28 de julio de 2010 y el 31 de enero de 2015.	43
Figura 46.	Duración en segundos de los eventos tipo TOR registrados entre el 28 de julio de 2010 y el 31 de enero de 2015.	43
Figura 47.	Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 31 de enero de 2015. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 3 Km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4760 msnm).	44
Figura 48.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro La Mesa, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	45
Figura 49.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Limones, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	45
Figura 50.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Punta Vieja, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	46
Figura 51.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Nieve, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	46
Figura 52.	Registro fotográfico de las emisiones de gases observadas el 13 y 17 de enero a las 5:16 p.m. y a las 5:46 p.m. desde la cámara Web instalada en la cabecera municipal de Cumbal.	47
Figura 53.	Registro fotográfico de la emisión de gases observada el 19 de enero a las 7:17 a.m., desde la cámara Web instalada en la cabecera municipal de Cumbal.	47
Figura 54.	Localización de los volcanes Chiles y Cerro Negro (izquierda) e imágenes de los mismos (derecha).	49
Figura 55.	Estaciones sísmicas definidas (círculos rojos) y de deformación (Triángulos verdes) para los volcanes Chiles y Cerro Negro del lado Colombiano.	50
Figura 56.	Mapa de localización de las fuentes termales pertenecientes a la zona de influencia del Volcán Chiles.	51
Figura 57.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro durante enero de 2015.	51
Figura 58.	Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Chiles y Cerro Negro entre el 1 de noviembre de 2013 y el 31 de enero de 2015.	52
Figura 59.	Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo de Chiles y Cerro Negro, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 1,5 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.	53
Figura 60.	Energía diaria liberada calculada con la ML de los eventos volcánicos tipo VT ocurridos en Chiles – Cerro Negro entre el 1 de noviembre de 2013 y el 31 de enero de 2015. La ordenada se muestra en términos de la raíz cuadrada del valor de la energía en ergios.	54
Figura 61.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Chiles, instalado en el volcán Chiles, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2015. El salto en la gráfica fue debido al sismo VT de magnitud 5,6 registrado el 20 de octubre de 2014.	54
Figura 62.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Cerro Negro – 2, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre junio de 2014 y el 31 de enero de 2015.	55
Figura 63.	Variación de temperatura FT Baño Grande perteneciente a la zona de influencia del Volcán Chiles. Periodo comprendido entre el 28 de junio de 2014 y el 31 de enero de 2015.	56
Figura 64.	Localización de algunos volcanes del sur de Colombia, entre ellos están Galeras, Doña Juana, Azufral, Cumbal, Las Ánimas, Chiles y Cerro Negro monitoreados por el OVSP - Servicio Geológico Colombiano.	57
Figura 65.	Localización del volcán Las Ánimas (izquierda) e imagen del costado occidental del volcán (derecha).	58
Figura 66.	Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante el mes de enero de 2015. En el mapa se distinguen también los volcanes Doña Juana y Petacas.	59

Figura 67.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante enero de 2015.	59
Figura 68.	Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo del volcán Las Ánimas, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2,5 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.	60
Figura 69.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Altamira, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	61
Figura 70.	Localización de las estaciones que conforman la red de monitoreo de los volcanes Doña Juana y Las Animas.	62
Figura 71.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Doña Juana durante el mes de enero de 2015.	63
Figura 72.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Lavas instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	64
Figura 73.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Florida, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	64
Figura 74.	Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Páramo, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015	65
Figura 75.	Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante el mes de enero de 2015.	66
Figura 76.	Localización de los puntos materializados para mediciones EDM en el volcán Azufral. Los triángulos de color amarillo indican la ubicación de las Base 1, 2, 3 y 4, los círculos de color verde indican la ubicación de los prismas reflectores.	67
Figura 77.	Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante el mes de enero de 2015.	68
Figura 78.	Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Azufral entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.	69
Figura 79.	Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo del volcán Azufral, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.	69
Figura 80.	Componentes de inclinación Radial y Tangencial del inclinómetro La Roca instalado en el volcán Azufral para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.	70
Figura 81.	Imagen de la Laguna Verde, laguna cratérica del volcán Azufral, registrada el día 22 de enero a las 6:03 p.m., mediante la cámara instalada en el costado sur. En la fotografía se observan las zonas de emisión de gas, desde el Domo Mallama.	71

TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Estaciones sísmicas y sensores acústicos de la red de monitoreo de Galeras en enero de 2015.	13
Tabla 2.	Inclinómetros electrónicos telemétricos que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en enero de 2015.	14
Tabla 3.	Estaciones GNSS telemétricas que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en enero de 2015.	14
Tabla 4.	Estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras en enero de 2015.	15
Tabla 5.	Estaciones que monitorean las variaciones del campo de potencial eléctrico y magnético ocasionadas por la actividad del volcán Galeras.	15
Tabla 6.	Estaciones para el monitoreo de gas Radón instaladas sobre la vía de acceso a Galeras (Línea Galeras).	16
Tabla 7.	Estaciones para el monitoreo de gas Radón instaladas en el sector denominado Barranco (Línea Barranco).	17
Tabla 8.	Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.	18
Tabla 9.	Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos entre el 1 de octubre y el 31 de enero de 2015 resaltando en color verde el mes evaluado.	20
Tabla 10.	Emisiones de SO ₂ del volcán Galeras (cuantificadas en términos de flujo de emisión) registradas durante el mes de enero de 2015, por las estaciones ScanDOAS (Proyecto NOVAC).	33
Tabla 11.	Registro de mayores valores de concentración de radón en estación Lavas – Volcán Galeras - Enero 2015.	35
Tabla 12.	Registro de mayores valores de concentración de radón en estación Parques – Volcán Galeras – Enero 2015.	36
Tabla 13.	Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del complejo volcánico de Cumbal durante enero de 2015.	40
Tabla 14.	Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015 (resaltado en color verde).	40
Tabla 15.	Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad de los volcanes Chiles y Cerro Negro durante enero de 2015.	50
Tabla 16.	Número de eventos volcánicos por tipo para el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.	52
Tabla 17.	Variación de temperatura en FT Baño Grande del volcán Chiles – Enero 2015.	55
Tabla 18.	Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Las Ánimas en enero de 2015.	58
Tabla 19.	Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Las Ánimas ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.	60
Tabla 20.	Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Doña Juana en enero de 2015.	63
Tabla 21.	Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Azufral durante enero de 2015.	67
Tabla 22.	Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Azufral ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015. Se resalta en verde el último mes objeto de evaluación.	68

RESUMEN

Durante el mes de enero de 2015, la actividad sísmica en el volcán Galeras presentó estabilidad en la ocurrencia sísmica, mientras que el valor de energía liberada disminuyó en dos órdenes de magnitud respecto a los valores registrados en diciembre de 2014. Los sismos asociados con movimiento de fluidos de fuente transitoria (LP) fueron los que aportaron el mayor número, y los asociados con movimiento de fluidos de fuente persistente en los conductos o grietas del volcán (tremor volcánico, TRE) aportaron la mayor fracción de energía liberada.

Respecto a la localización de sismos relacionados con fracturamiento de roca (VT) e (HYB), la mayoría se ubicaron en inmediaciones del Cráter, a menos de 1 km de distancia y con profundidades menores a 3 km respecto a la cima volcánica. Las magnitudes locales de los eventos estuvieron por debajo de 1,7 en la escala de Richter.

Teniendo en cuenta el registro de los sensores utilizados para el monitoreo de la deformación del edificio volcánico, tres de ellos, ubicados hacia el costado occidental muestran cambios simultáneos desde el mes de septiembre de 2014, correspondientes a tendencias ascendentes en una de las componentes de inclinación.

En cuanto a la actividad superficial con base en la información que aportan las imágenes capturadas del cráter activo, fue posible evidenciar emisiones de gases durante la mayor parte del mes, en su mayoría de coloración blanca; los principales focos de emisión continúan ubicados en el sector norte y occidental de la cima del cono volcánico con dispersión variable debido a la acción de los vientos y con alturas menores a los 700 m sobre sus centros de emisión.

El análisis de los diferentes parámetros para el monitoreo volcánico permitió mantener el nivel de actividad en **AMARILLO ■ (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

Con relación al monitoreo del Complejo volcánico de Cumbal, la evaluación de los registros sísmicos en la estaciones instaladas en este volcán muestran que la mayoría de eventos ocurridos se asocian con movimiento de fluidos de fuente transitoria (eventos tipo LPS) en el interior de la estructura volcánica. Comparando la actividad sísmica del periodo evaluado con la del mes anterior, se observa un leve incremento en los niveles de ocurrencia.

En relación con la sismicidad asociada con fracturamiento de material cortical al interior del Complejo Volcánico de Cumbal, para el periodo evaluado fue posible localizar 36 sismos, la mayoría se localizaron en inmediaciones del complejo volcánico Cumbal a menos de 2 km de distancia y profundidades menores a 3,5 km. Las magnitudes locales estuvieron por debajo de 1,3 en la escala de Richter.

El análisis de los diferentes parámetros para el monitoreo del complejo volcánico Cumbal permitió mantener el nivel de actividad en **AMARILLO ■ (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

La ocurrencia sísmica de los Volcanes Chiles y Cerro Negro, disminuyó en un 39,2% respecto a la registrada en diciembre de 2014. De esta sismicidad fue posible localizar 252 eventos, ubicados en su mayoría a menos de 6 km de distancia al suroccidente del volcán Chiles, con profundidades de hasta 9 km respecto a la cima volcánica. Las magnitudes locales estuvieron por debajo de 4,8 en la escala de Richter. 4 de los eventos fueron reportados como sentidos, principalmente por pobladores de los Resguardos Indígenas del Municipio de Cumbal (Chiles, Mayasquer, Panán y Cumbal) con magnitudes entre 2,8 y 4,8 en la escala de Richter.

Adicionalmente, cabe mencionar que continúan cambios registrados en la deformación cortical del edificio del volcán Cerro Negro.

La evaluación del proceso volcánico para los volcanes Chiles – Cerro Negro durante enero de 2015 permitió mantener el **NIVEL AMARILLO ■ (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

En el volcán Las Doña Juana no se tuvo registro de actividad sísmica.

En los volcanes Las Ánimas y Azufral se tuvo registro de 2 y 7 eventos tipo VT respectivamente, los cuales fueron de bajo nivel energético.

Condiciones de clima favorables durante la mayor parte del mes, permitieron evidenciar a través de la cámara instalada en el costado suroccidental del volcán Azufral, emisiones de gas de color blanco de baja altura, provenientes principalmente de uno de los domos ubicados al nororiente de la Laguna Verde.

Con base en el análisis de la información suministrada por las redes de vigilancia, instaladas alrededor de los volcanes monitoreados, se concluye que el nivel de actividad de los volcanes Las Ánimas, Doña Juana y Azufral, se mantiene en **NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”**.

INTRODUCCION

Durante el mes de enero de 2015, el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO - Observatorio Vulcanológico y sismológico de Pasto (OVSP), continuó con la tarea institucional de vigilar la actividad de los volcanes Galeras, Cumbal, Chiles y Cerro Negro, Doña Juana, Azufral, Las Ánimas mediante el monitoreo en forma continua y en tiempo real durante las 24 horas del día. Esto permitió evaluar el estado de actividad de cada uno de estos volcanes.

El estado y características de un volcán pueden variar a través del tiempo y es por ello que surge el monitoreo volcánico, el cual consiste en la vigilancia y estudio de los cambios ocurridos en diferentes fases de un volcán, mediante la aplicación de una serie de disciplinas geofísicas y geoquímicas. Cambios en el comportamiento de la actividad son el reflejo de distintos procesos al interior del sistema volcánico y que pueden ser provocados por procesos hidrotermales o magmáticos que conllevan a variaciones de presión-temperatura en el sistema volcánico, cambios en el estado de esfuerzos de la corteza, movimiento de material fluido (magma, volátiles o gases) desde niveles más profundos a reservorios más someros o a la superficie misma.

El análisis presentado en este informe corresponde a los resultados preliminares derivados a partir del procesamiento de los datos instrumentales y de las observaciones directas de algunas manifestaciones de la actividad volcánica. Se realiza también una recopilación del funcionamiento de los equipos que conforman la red de monitoreo volcánico en sus diferentes áreas.

1. ACTIVIDAD DEL VOLCÁN GALERAS – ENERO DE 2015

1.1. RED DE VIGILANCIA

En enero de 2015 la red de vigilancia del volcán Galeras estuvo conformada por:

- Catorce estaciones sísmicas telemétricas: ocho de corto periodo (cinco triaxiales y tres de componente vertical) y seis de banda ancha triaxiales (Figura 1, Tabla 1).
- Tres sensores de presión acústicos, uno ubicado en el sector occidental en el sitio de la estación sísmica de corto periodo Calabozo, otro en el sitio de la estación sísmica de banda ancha Cráter-2 y el último ubicado en el sitio de la estación sísmica Cóndor (Figura 1, Tabla 1).
- Ocho inclinómetros electrónicos con transmisión telemétrica (Figuras 2 y 3, Tabla 2)
- Seis estaciones GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) telemétricas, ubicadas en el sitio de la estación sísmica Cráter-2, sector de Barranco Alto, San Felipe al noroccidente, otro hacia el sector de San Cayetano hacia el oriente de Galeras, en el sector de la estación sísmológica Ingenio y el último instalado en el sector nororiente de Galeras (Figura 2, Tabla 3).
- Tres estaciones de detección de emisiones de dióxido de azufre (SO₂) con transmisión telemétrica localizadas en el cuadrante noroccidental del edificio volcánico (Figura 4, Tabla 4).
- Tres sistemas de medición de variación del campo Magnético, Cráter, Frailejón y Barranco. Adicionalmente, las estaciones EM-Frailejón y EM-Barranco cuentan con sistemas de medición de variación de campo eléctrico Cráter (Figura 4, Tabla 5).
- Cuatro cámaras de video permanentes para observación y seguimiento de la actividad superficial, una instalada en la sede del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto, otra en el municipio de Consacá, otra instalada en el flanco norte de la cima de Galeras, en el sitio denominado Barranco Alto y la última Bruma, hacia el sector suroccidental del cono (Figura 4).
- Dos estaciones para monitoreo constante de flujos de lodos, con transmisión telemétrica, compuestas por un geófono y un pluviómetro, instaladas en la cuenca del río Mijitayo (Figura 4).
- Una estación meteorológica, conformada con sensores para medición de velocidad y dirección del viento, pluviometría, radiación solar, presión atmosférica, humedad relativa, punto de rocío y temperatura ambiente. Esta estación se encuentra emplazada en el sitio de la estación sísmica Cráter-2 (Figura 4).
- Veinte estaciones para la medición de emisiones del isótopo de gas Radón (Rn-222) proveniente del suelo, distribuidas en dos líneas, una hacia el sector oriental del volcán, por la vía de acceso a la cima del volcán y la segunda hacia el sector norte del volcán (Figura 5, Tablas 6 y 7). Las estaciones Lavas 1 y Parques de la línea Galeras, desde septiembre 24 y 25 respectivamente,

cuenta con equipo de transmisión digital por lo que su registro a partir de estas fechas es continuo.

- Con el fin de monitorear los cambios en la superficie del edificio volcánico de Galeras se tiene instalada una red de Medición Electrónica de Distancia (EDM), compuesta por 5 bases y 8 prismas reflectores (Figura 6).

Durante enero de 2015, la operatividad de la red instrumental de Galeras fue del 81,2%, garantizando la obtención de información confiable para la evaluación de la actividad volcánica. La Figura 7, muestra el histograma con el porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo volcánico. La estación Urcunina (sismómetro e Inclinómetro) se encuentra sin registro ya que dejó de funcionar el 18 de noviembre de 2014 debido a daños ocasionado por personas ajenas al OVSP. La estación Nariño-2 no funcionó debido a problemas en las repetidoras Morasurco 1, Morasurco 2 por daño del Gateway, sistema eléctrico y humedad en equipos. La estación Sismológica Morasurco tuvo un porcentaje de funcionamiento debido a problemas de transmisión de los datos. La estación Alto Tinajillas tuvo un porcentaje de funcionamiento equivalente al 3% por problemas de energía que deben solucionarse en campo. La estación de medición de concentración de Radón, Parques, presenta un funcionamiento del 35% por problemas con la tarjeta digitalizadora. La estación multiparámetro Córdor (Sismómetro, Acústico e Inclinómetro) tuvo un porcentaje de funcionamiento del 63% debido a una tormenta eléctrica registrada el 20 de enero. La cámara de web de Consacá presenta un porcentaje de funcionamiento del 30%, debido a problemas de funcionamiento en el equipo.

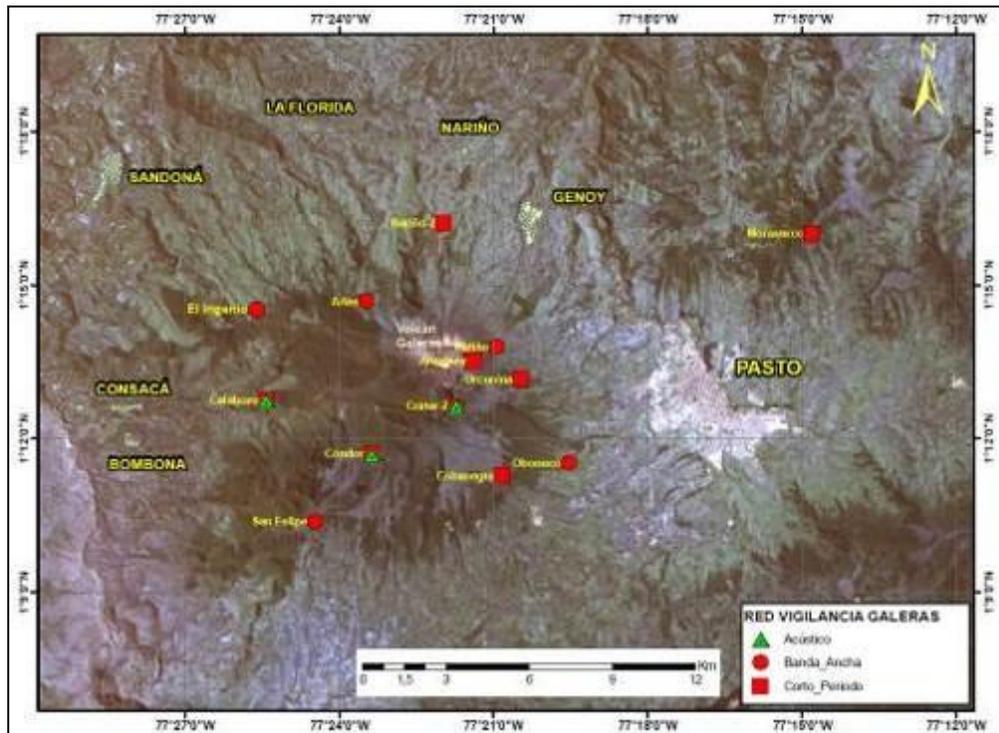


Figura 1. Localización de las estaciones sísmicas y sensores de presión acústicos que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.

Tabla 1. Estaciones sísmicas y sensores acústicos de la red de monitoreo de Galeras en enero de 2015.

Estación	Código	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al Cráter (Km)	Dirección Respecto al Cráter	Altitud (msnm)
Anganoy	ANGV	Analógica	Sismómetro Corto periodo	Vertical	0.8	E	4170
Cráter-2	CR2R	Digital	Sismómetro banda Ancha	Triaxial	1.5	S	4048
Cufiño-BB	CUVZ	Digital	Sismómetro banda Ancha	Triaxial	1.9	ENE	3800
Urcunina	URCR	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	2.3	ESE	3494
Cobanegra-3	COB3	Analógica	Sismómetro Corto periodo	Vertical	3.9	SSE	3625
Arlés	ARLZ	Digital	Sismómetro banda Ancha	Triaxial	4.0	NW	3450
Condor	COND	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	4.9	SW	3985
Obonuco	OBVR	Digital	Sismómetro banda Ancha	Triaxial	4.9	SE	3010
Nariño-2	NAR2	Analógica	Sismómetro Corto periodo	Vertical	5.0	N	2870
Calabozo	CAVZ	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	6.8	WSW	2353
Ingenio	INGZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7.0	WNW	2907
San Felipe	SNFZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7.6	SW	3491
San Juan	SJUZ	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	10.5	NE	2899
Morasurco	MORA	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	13.7	NE	3504
Cráter Acústico	CRAC	Digital	Sensor de Presión Acústica	Unidireccional	1.5	S	4048
Condor Acústico	CONA	Digital	Sensor de Presión Acústica	Unidireccional	4.9	SW	3985
Calabozo Acústico	CAMI	Digital	Sensor de Presión Acústica	Unidireccional	6.8	WSW	2353

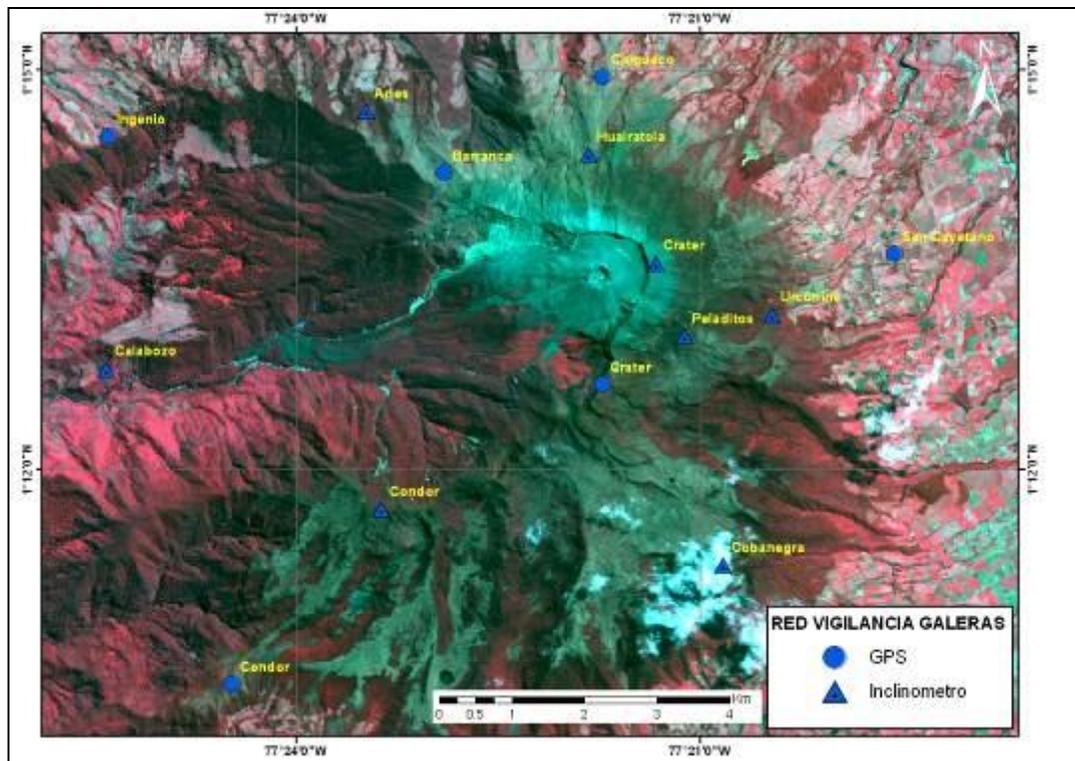


Figura 2. Localización de las estaciones para el seguimiento de la deformación (inclinómetros y GNSS) que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.

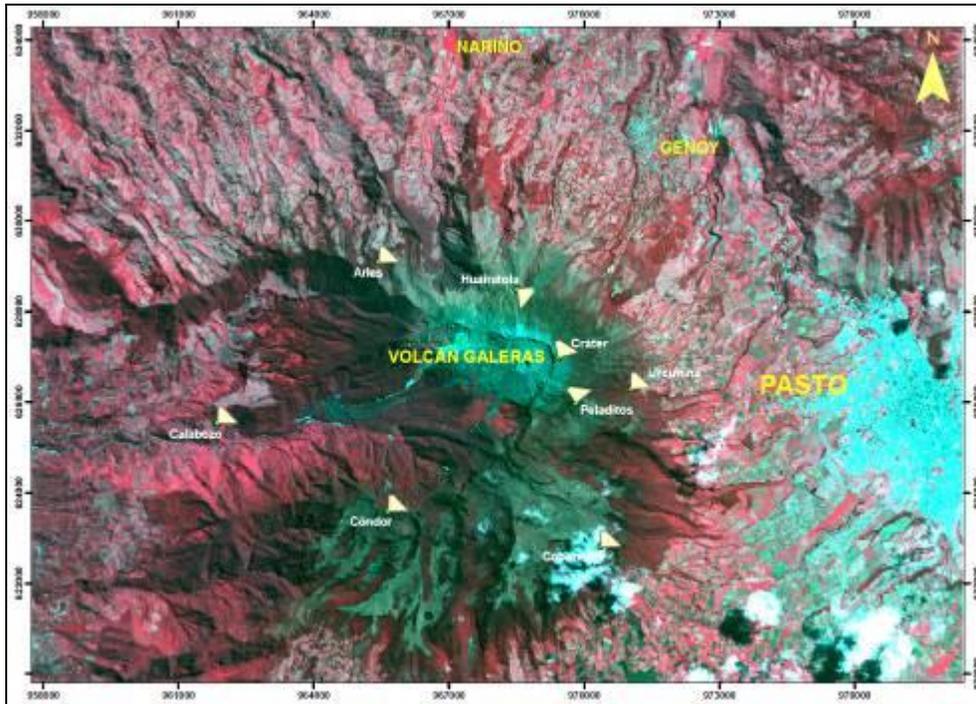


Figura 3. Localización y orientación de las estaciones de inclinometría electrónica instaladas en Galeras. Los catetos de los triángulos muestran las direcciones de las componentes de cada sensor.

Tabla 2. Inclinómetros electrónicos telemétricos que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en enero de 2015.

Inclinómetros Electrónicos	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Cráter	0,8	E	4060
Peladitos	1,4	SE	3850
Huairatola	1,7	N	3745
Urcunina	2,3	ESE	3494
Cobanegra	3,9	SSE	3625
Arlés	4,0	NW	3450
Condor	4,9	SW	3985
Calabozo	7,1	WSW	2350

Tabla 3. Estaciones GNSS telemétricas que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en enero de 2015.

Estaciones GNSS	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Cráter	1,5	S	4048
Barranco	2,6	NW	3904
San Cayetano	4,1	E	3035
Ingenio	7,0	WNW	2907
Chiguaco	2,8	NNE	3513
Cóndor	7,6	SW	3520

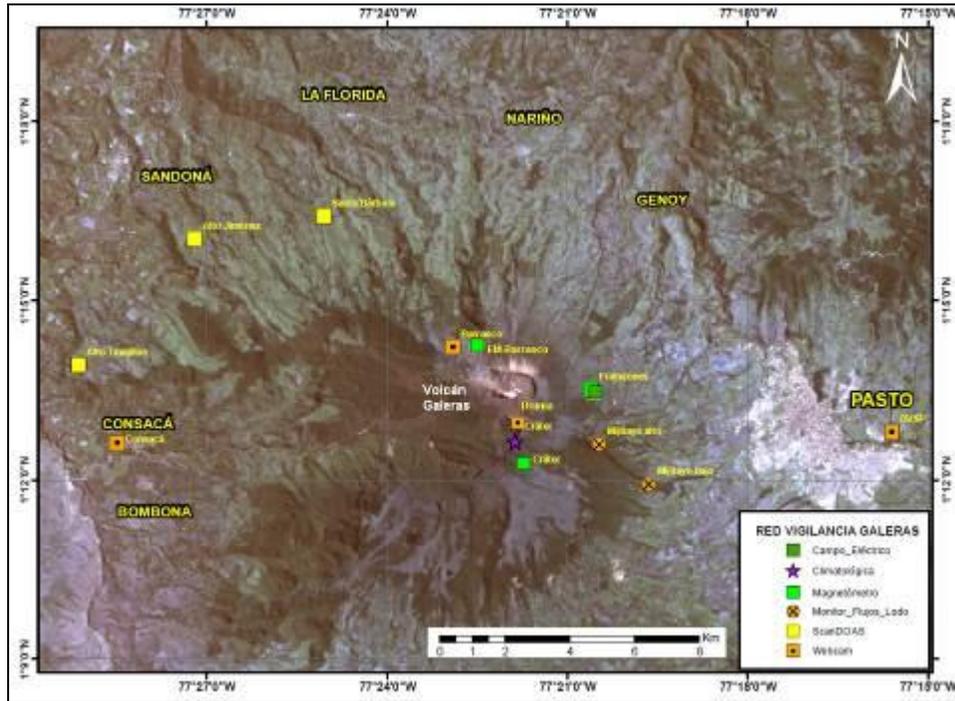


Figura 4. Localización de las estaciones campo magnético y eléctrico, detectores de flujos de lodos, ScanDOAS, climática y cámaras web que conformaron la red de vigilancia de Galeras en enero de 2015.

Tabla 4. Estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras en enero de 2015.

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	NW	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).

Tabla 5. Estaciones que monitorean las variaciones del campo de potencial eléctrico y magnético ocasionadas por la actividad del volcán Galeras.

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al Cráter (Km)	Dirección Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Frailejón	Digital	Eléctrico	Biaxial	2,7	E	3727
Frailejón	Digital	Magnético	Triaxial	2,7	E	3727
Barranco	Digital	Eléctrico	Biaxial	2.0	NW	3800
Barranco	Digital	Magnético	Triaxial	2.0	NW	3800
Cráter	Digital	Magnético	Triaxial	1,9	SSE	4001

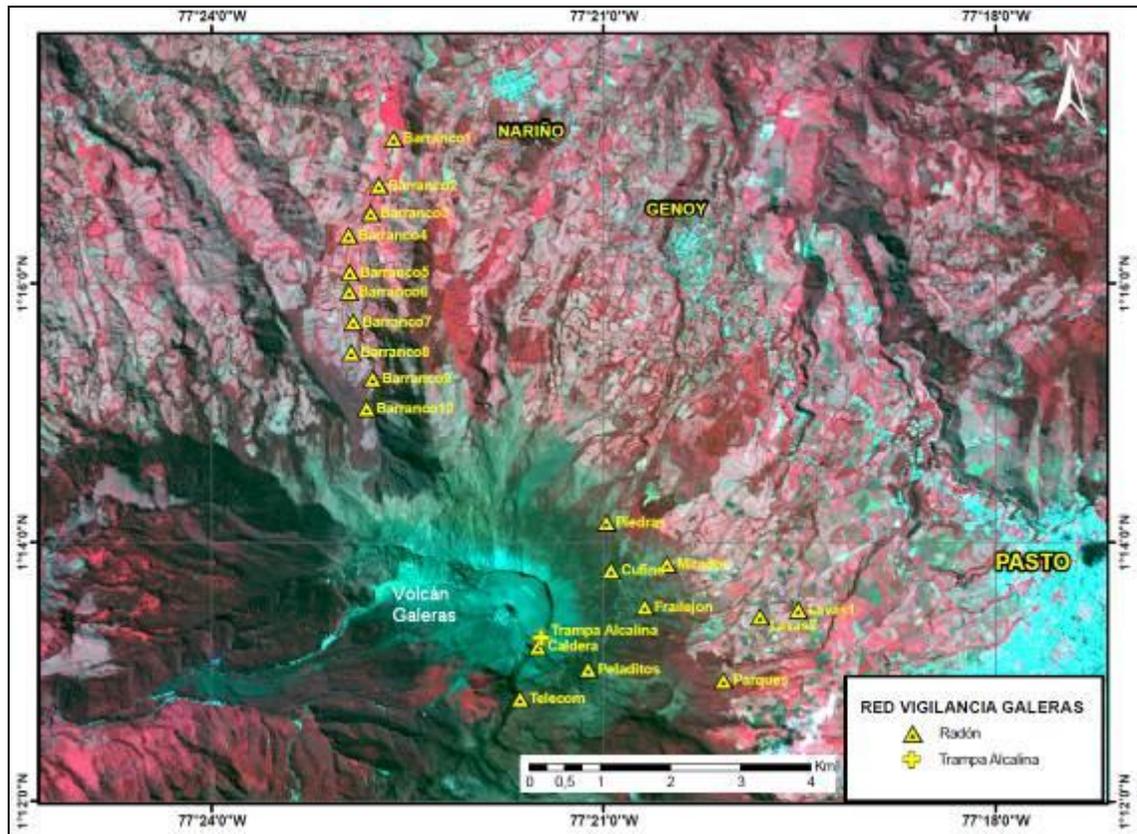


Figura 5. Localización de las estaciones instaladas en Galeras para el monitoreo de gas Radón.

Tabla 6. Estaciones para el monitoreo de gas Radón instaladas sobre la vía de acceso a Galeras (Línea Galeras).

Estación	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Caldera	1,1	SE	4238
telecom	1,6	SSE	4051
peladitos	1,9	SE	3927
Cufiño	1,9	ENE	3809
Frailejón	2,3	E	3730
Piedras	2,0	NE	3590
Mirador	2,7	ENE	3510
Parques	3,6	ESE	3358
Lava2	4,0	E	3166
Lava1	4,5	E	3000

Tabla 7. Estaciones para el monitoreo de gas Radón instaladas en el sector denominado Barranco (Línea Barranco).

Estación	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
BAR01	6,6	NNW	2318
BAR02	6,0	NNW	2504
BAR03	5,7	NNW	2599
BAR04	5,5	NNW	2669
BAR05	5,0	NNW	2644
BAR06	4,7	NNW	2516
BAR07	4,3	NNW	2646
BAR08	3,5	NNW	2947
BAR09	3,1	NNW	2966
BAR10	2,3	NNW	3180

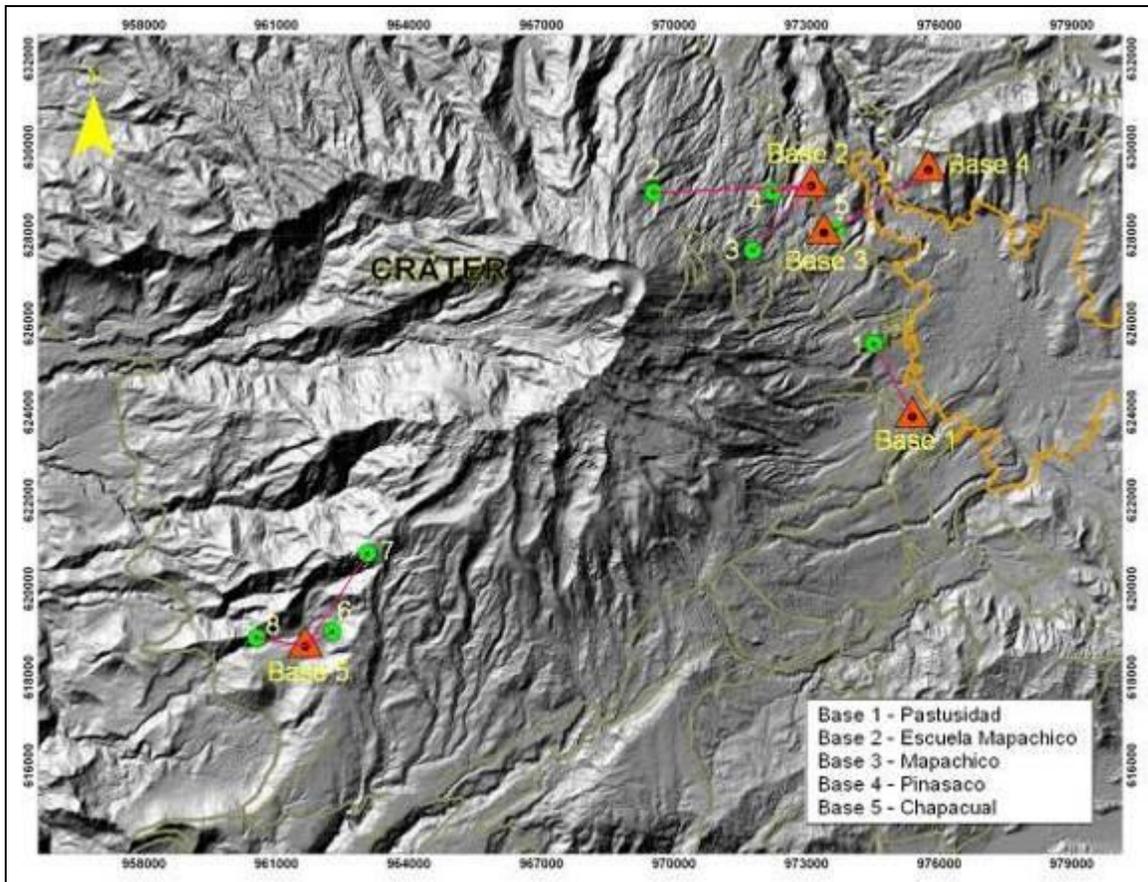


Figura 6. Localización de los puntos materializados para mediciones EDM en el volcán Galeras. Los triángulos de color naranja indican la ubicación de las Bases de medición 1, 2, 3, 4 y 5, los círculos de color verde indican la ubicación de los prismas reflectores.

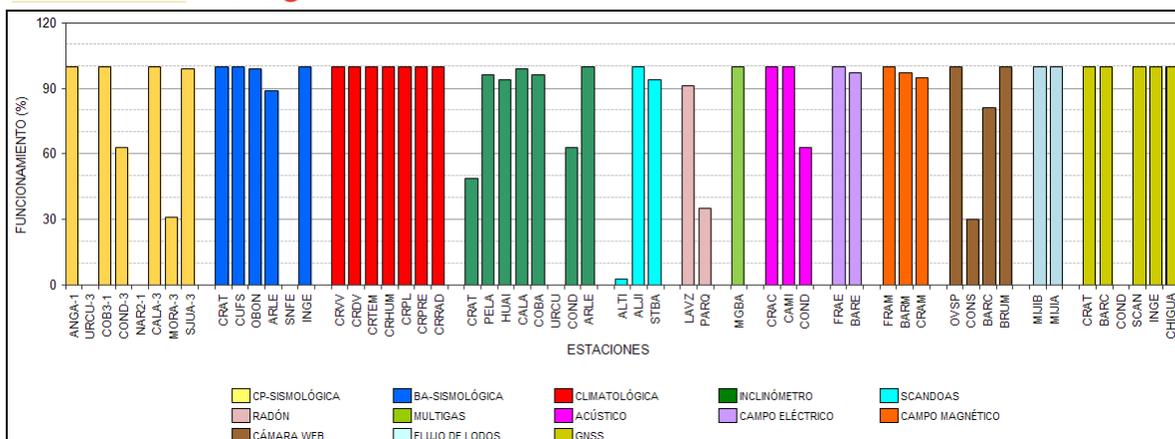


Figura 7. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras en enero de 2015.

1.2. SISMOLOGIA

En el mes de enero de 2015, la actividad sísmica de Galeras permaneció constante con relación al mes anterior (registrándose 267 sismos). La sismicidad se caracterizó por el predominio de eventos asociados con movimiento de fluidos de fuente transitoria (eventos tipo LP) con un 30,4% del número total de sismos registrados, seguidos en porcentaje de ocurrencia por eventos asociados a fracturamiento de roca al interior de la estructura volcánica (sismos tipo VT) con un 27,3%. Los sismos asociados con movimiento de fluidos de fuente persistente en los conductos o grietas del volcán (tremor volcánico, TRE) y los asociados a fracturamiento de material cortical con el consiguiente movimiento de fluidos (sismos tipo HYB) aportaron con el 23,2 y 19,1% respectivamente. La Figura 8 muestra la distribución de ocurrencia en porcentaje de los diferentes tipos de sismos.

En comparación con el mes anterior se evidencia que el número de eventos LP fue mayor en un 97,6%, los sismos VT disminuyeron en un 23,2%, los TRE aumentaron su número en casi 8 veces y los eventos tipo HYB disminuyeron en un 57,9% (Tabla 8, Figuras 9 y 10).

En este mes se registraron 62 episodios de tremor espasmódico, es decir, presentaron banda espectral en frecuencias amplia, con valores por debajo de los 20 Hz, y que totalizaron una duración de 39 minutos.

Tabla 8. Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					NO CLASIFICABLES	Duración TREMOR (min)
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL		
01-oct-14 a 31-oct-14	27	9	10	30	76	2703	25
01-nov-14 a 30-nov-14	146	93	15	988	1242	4940	38
01-dic-14 a 31-dic-14	95	41	8	121	265	2072	5
01-ene-15 a 31-ene-15	73	81	62	51	267	1297	39

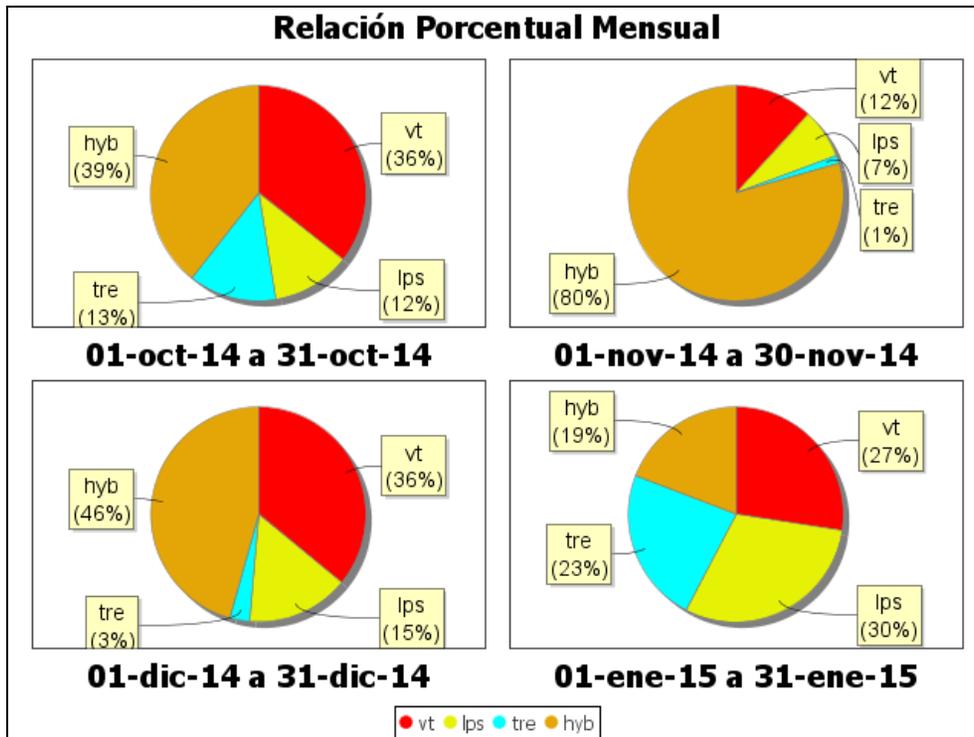


Figura 8. Relación porcentual de ocurrencia sísmica por tipo de sismos en el volcán Galeras, entre los meses de octubre de 2014 y enero de 2015.

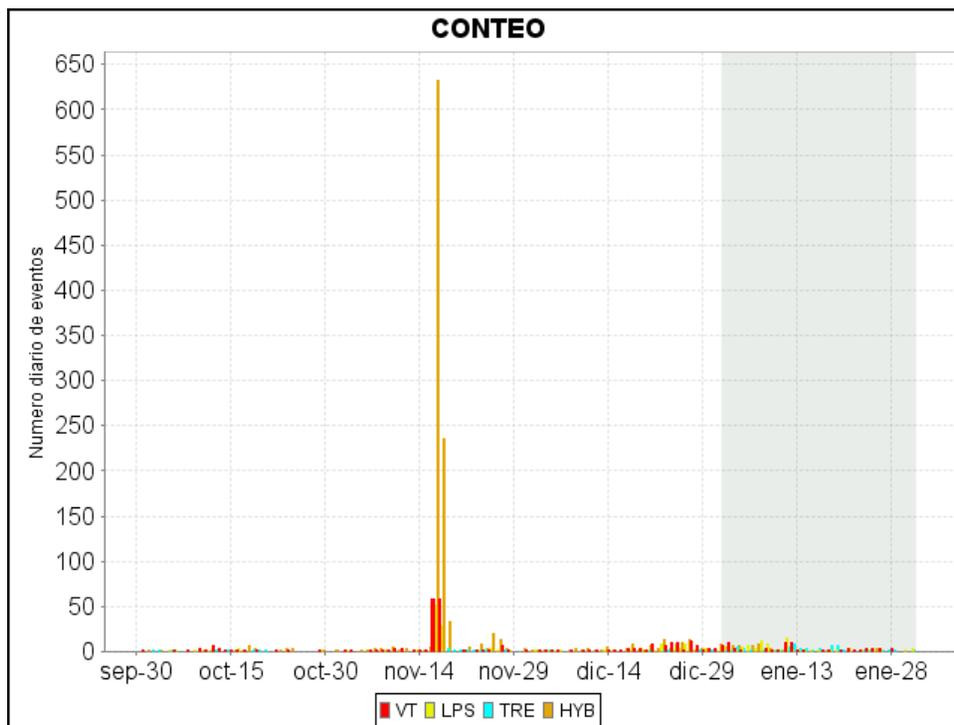


Figura 9. Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015. La región sombreada corresponde al mes de enero.

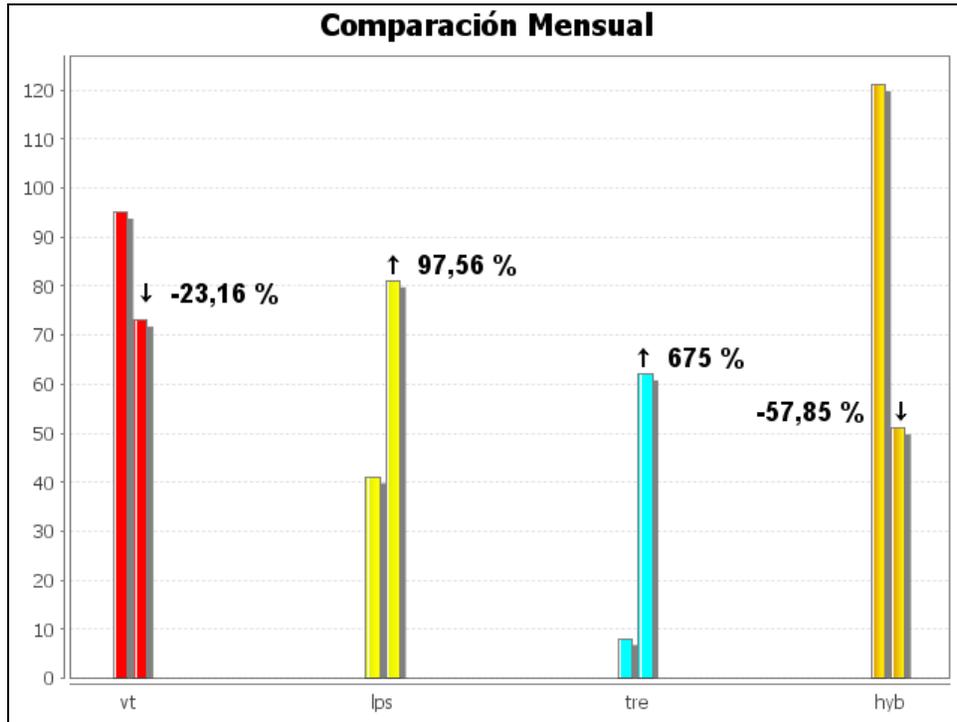


Figura 10. Comparación porcentual del número de eventos volcánicos por tipo ocurridos durante el mes en evaluación (barras de la derecha) respecto al mes anterior (barras de la izquierda).

Para el periodo evaluado, el valor total de la energía sísmica liberada fue 196 veces menor en comparación a lo registrado en diciembre de 2014, pasando de $2,83 \times 10^{16}$ ergios a $1,45 \times 10^{14}$ ergios. Los eventos que aportaron la mayor energía fueron los sismos TRE con un 91,4%, seguidos por los eventos tipo LP con un 5,5%, mientras que los eventos tipo VT e HYB aportaron con el 2,7% y 0,4% (Tabla 9, Figuras 11, 12 y 13).

Tabla 9. Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos entre el 1 de octubre y el 31 de enero de 2015 resaltando en color verde el mes evaluado.

Periodo Evaluado	Energía liberada por tipo de Evento [ergios]				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-oct-14 a 31-oct-14	6,31E+08	6,09E+10	6,32E+10	3,57E+10	1,60E+11
01-nov-14 a 30-nov-14	3,68E+12	1,17E+13	8,24E+10	2,17E+13	3,72E+13
01-dic-14 a 31-dic-14	2,83E+16	3,53E+12	1,82E+11	1,80E+13	2,83E+16
01-ene-15 a 31-ene-15	3,95E+12	7,89E+12	1,32E+14	5,47E+11	1,45E+14

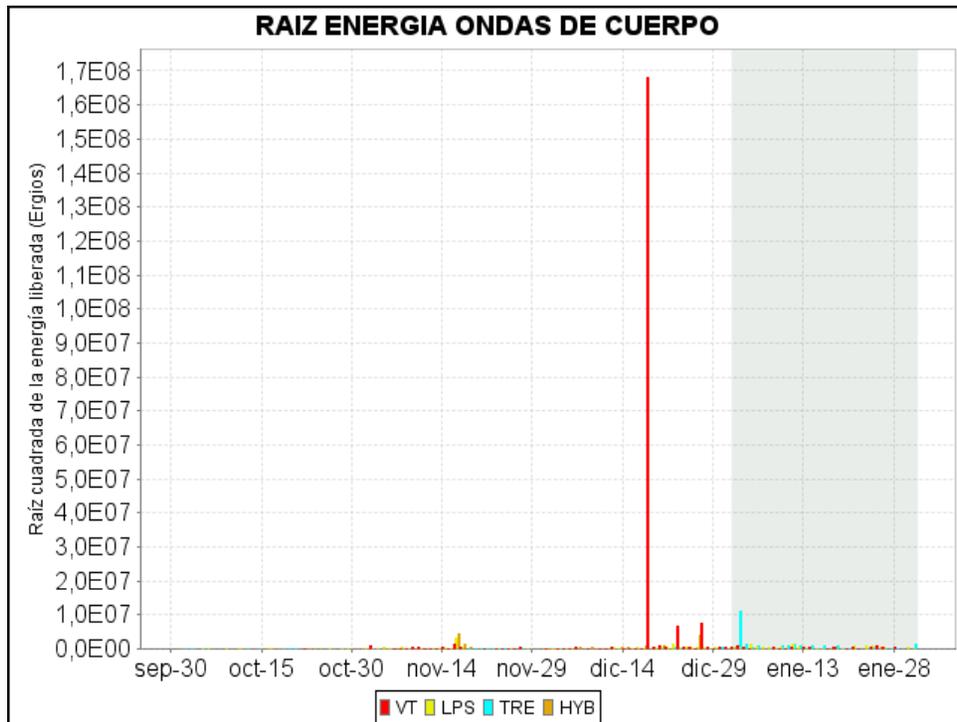


Figura 11. Energía sísmica diaria liberada por los eventos volcánicos según su tipo (en términos de su raíz cuadrada), registrados entre el 1 de octubre y el 31 de enero de 2015.

Comparación Mensual

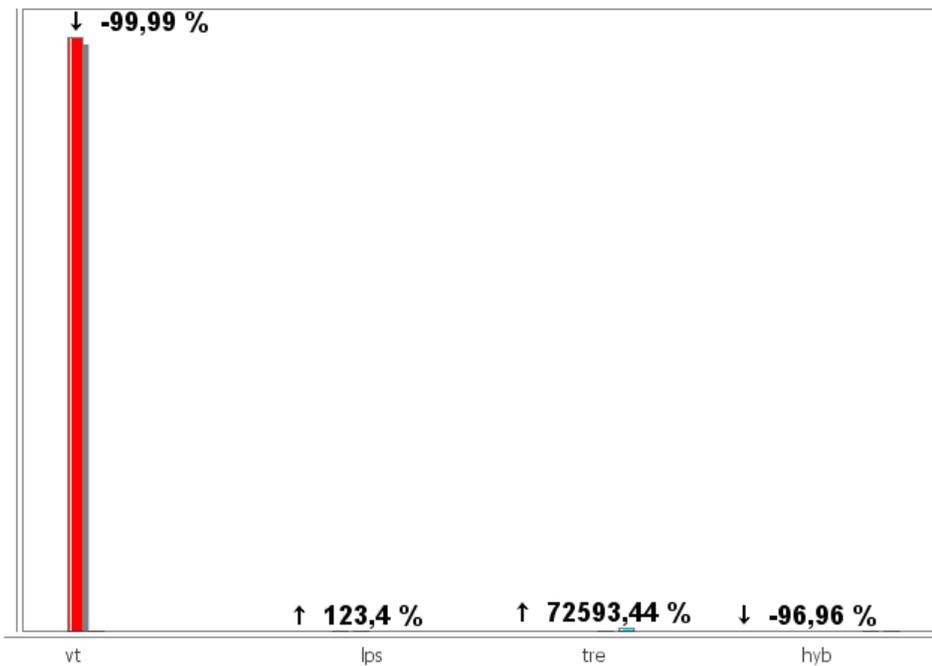


Figura 12. Comparación porcentual de la energía liberada por tipo de evento para enero de 2015 (barras de la derecha) respecto a diciembre de 2014 (barras de la izquierda).

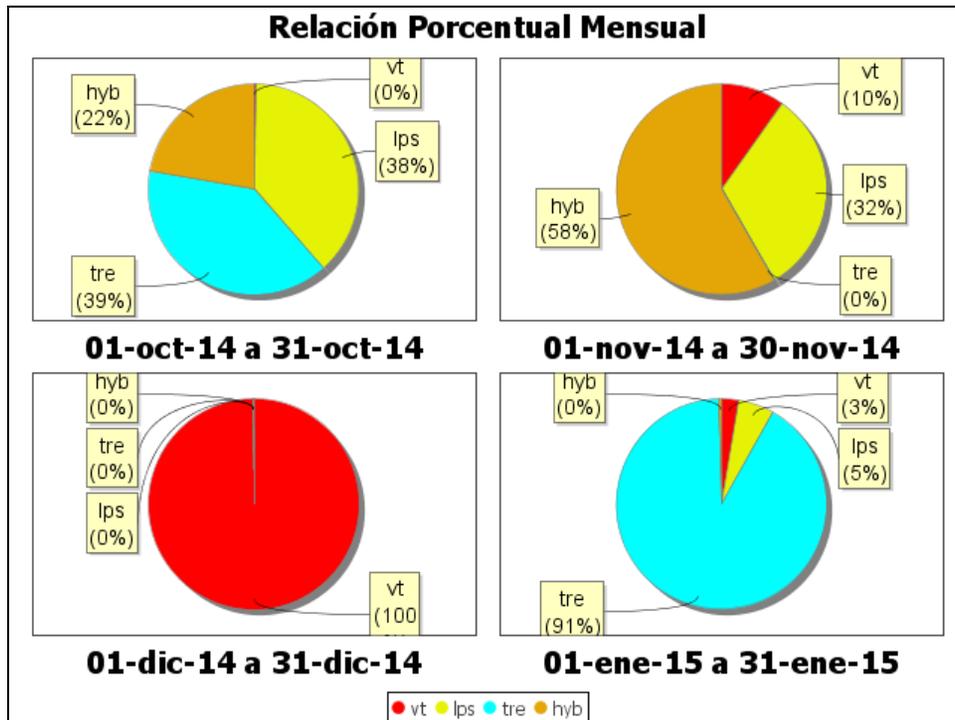


Figura 13. Relación porcentual mensual de la energía sísmica liberada para cada tipo de sismos desde octubre de 2014 a enero de 2015.

En este mes no se tuvo registro de enjambres sísmicos ni de eventos LPS tipo Tornillo.

La sismicidad asociada con fracturamiento de material cortical al interior del edificio volcánico fue localizada utilizando la minimización de los residuales de tiempos de arribo de las ondas P y S en las estaciones de monitoreo volcánico de la red de Galeras. Fue posible estimar la localización de 31 sismos, 29 de ellos tipo VT y 2 HYB, la mayoría de eventos se ubicaron en inmediaciones del cráter de Galeras, a menos de 1 km de distancia y con profundidades menores a 3 km respecto a la cima volcánica. Algunos eventos se localizaron hacia el nororiente de Galeras a menos de 7,5 km de distancia, con profundidades de hasta 6 km respecto a la cima. Unos cuantos sismos se localizaron de manera dispersa sobre el edificio volcánico a distancias menores a los 12 km y profundidades menores a los 13 km respecto a la cima. Las magnitudes locales de los eventos estuvieron por debajo de 1,7 en la escala de Richter (Figura 14).

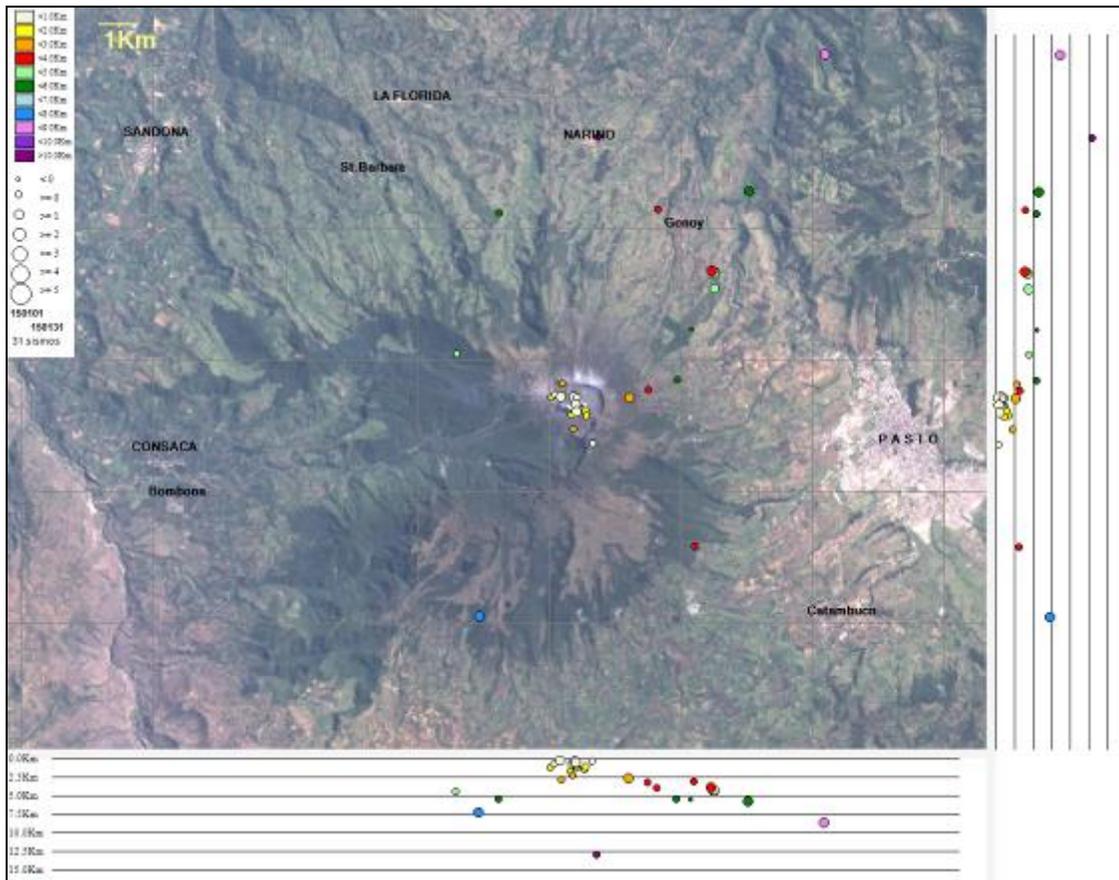


Figura 14. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 31 de enero de 2015. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 2,5 km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4270 msnm).

1.3. DEFORMACIÓN

1.3.1. Estaciones de Inclínometría Electrónica

De los procesos de deformación del edificio volcánico, con base en la evaluación de la información obtenida por medio de la red de inclinómetros electrónicos de Galeras, en enero de 2015 se resalta:

La componente Norte del inclinómetro Calabozo (localizado a 6,8 km al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 m.s.n.m.), continúa con el comportamiento ascendente registrado desde el 17 de septiembre, acumulando hasta el hasta el 31 de enero de 2015 una variación de 220 μ rad, por su parte la componente Este presenta un comportamiento relativamente estable (Figura 15).

Las componentes Norte y este del inclinómetro Arlés (4,0 km al noroeste del cráter principal, 3450 msnm), muestran desde mediados de diciembre de 2014 comportamientos descendente y ascendente respectivamente, acumulando hasta el 31 de enero de 2015 variaciones cercanas a los 20 y 30 μ rad respectivamente (Figura 16).

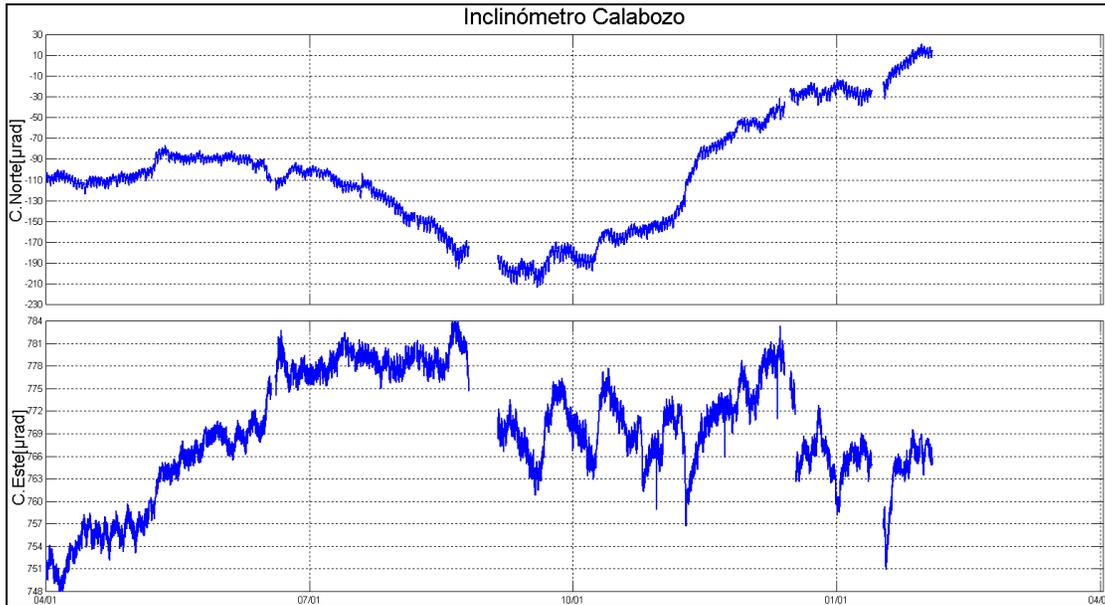


Figura 15. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

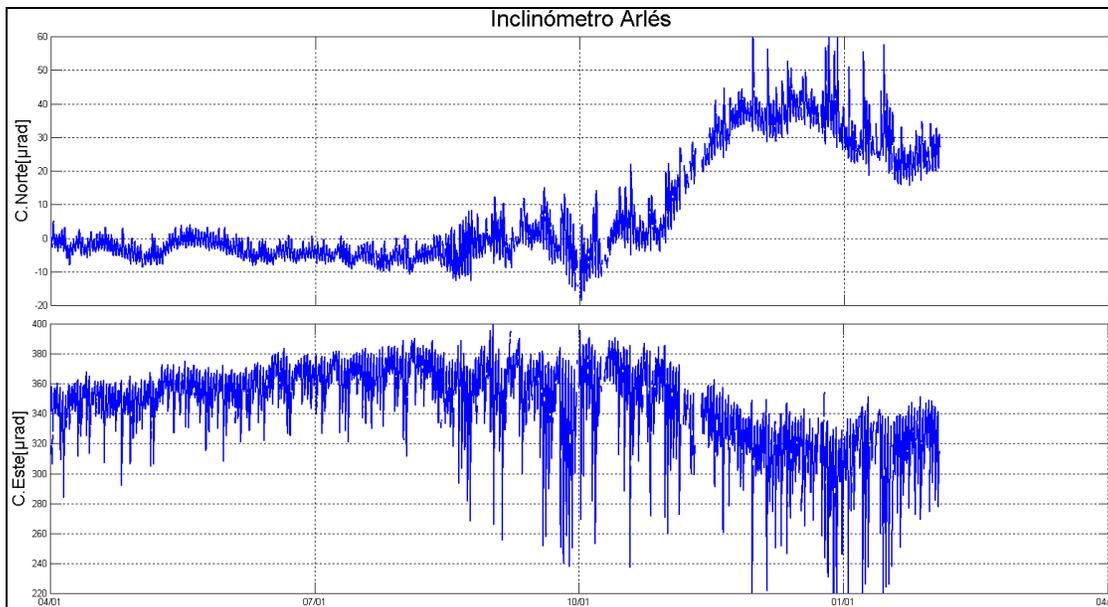


Figura 16. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro Arlés para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

Las componentes Tangencial y Radial del inclinómetro Cráter (ubicado a 0,8 km al este del cráter principal, 4060 msnm), presentan intermitencia en su registro, sin embargo para el periodo en evaluación no se evidencian mayores cambios (Figura 17).

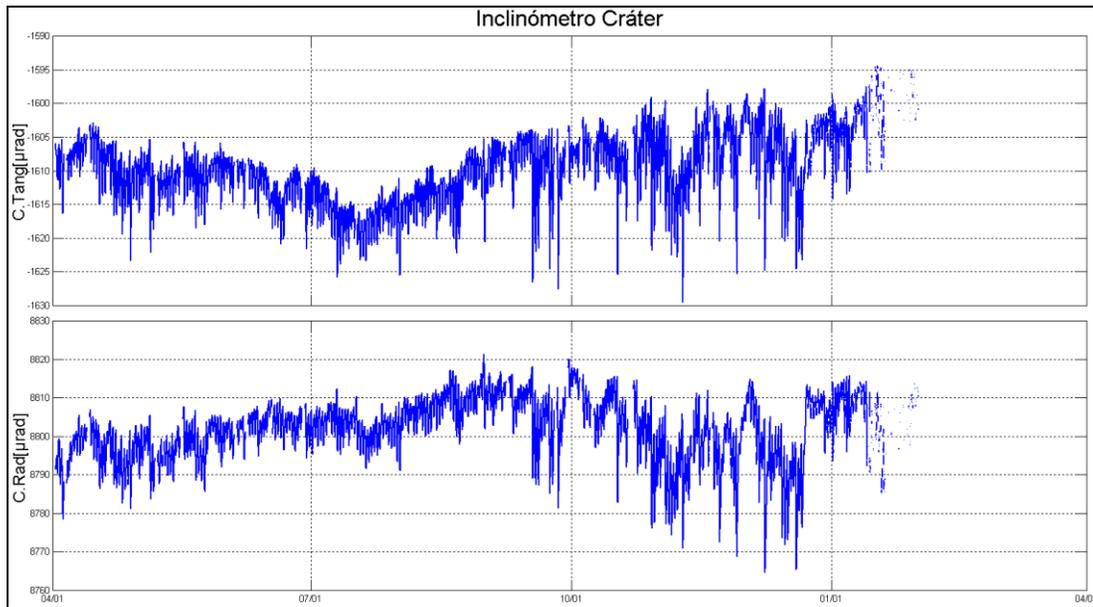


Figura 17. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Cráter, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

La componente Norte del inclinómetro Cobanegra (situado a 3,9 km al sur-sureste del cráter principal, a 3610 msnm), registra desde el 17 de junio de 2014 un comportamiento ascendente, acumulando hasta el 31 de enero de 2015 una variación cercana a los 43 μrad . Por su parte la componentes Este registra un comportamiento relativamente estable (Figura 18).

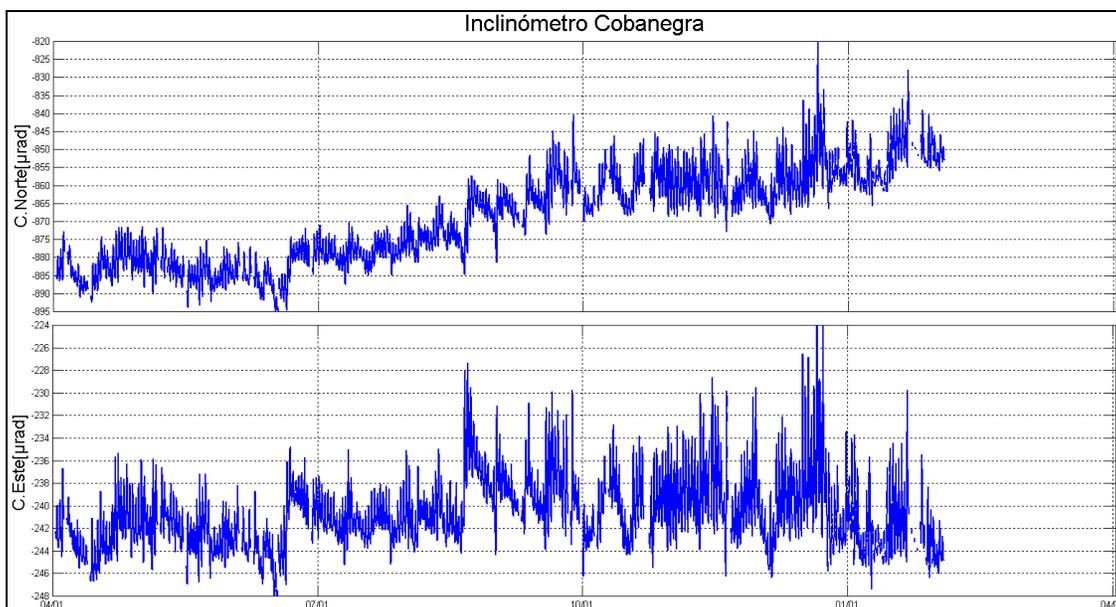


Figura 18. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

El inclinómetro Cónдор (4,9 Km al suroeste del cráter principal, 3985 msnm), muestra en la componente Norte un comportamiento descendente, acumulando entre el 3 de noviembre de 2014 y el 31 de enero de 2015 una variación cercana a los 100 μrad . Por su parte, la componente Este muestra variaciones posiblemente asociados a cambios en la temperatura (Figura 19).

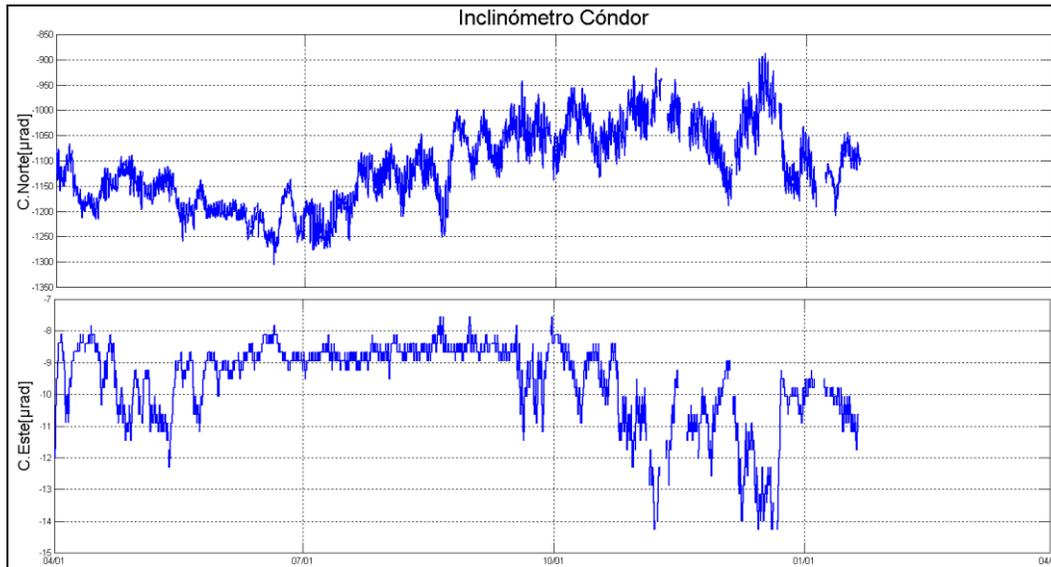


Figura 19. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Norte y Este del inclinómetro Cónдор para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

Los Inclinómetros Peladitos (1,4 km al sureste del cráter principal, 3850 msnm) y Huairatola (1,7 km al norte del cráter principal, 3745 msnm) muestran comportamientos relativamente estables (Figuras 20 y 21).



Figura 20. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

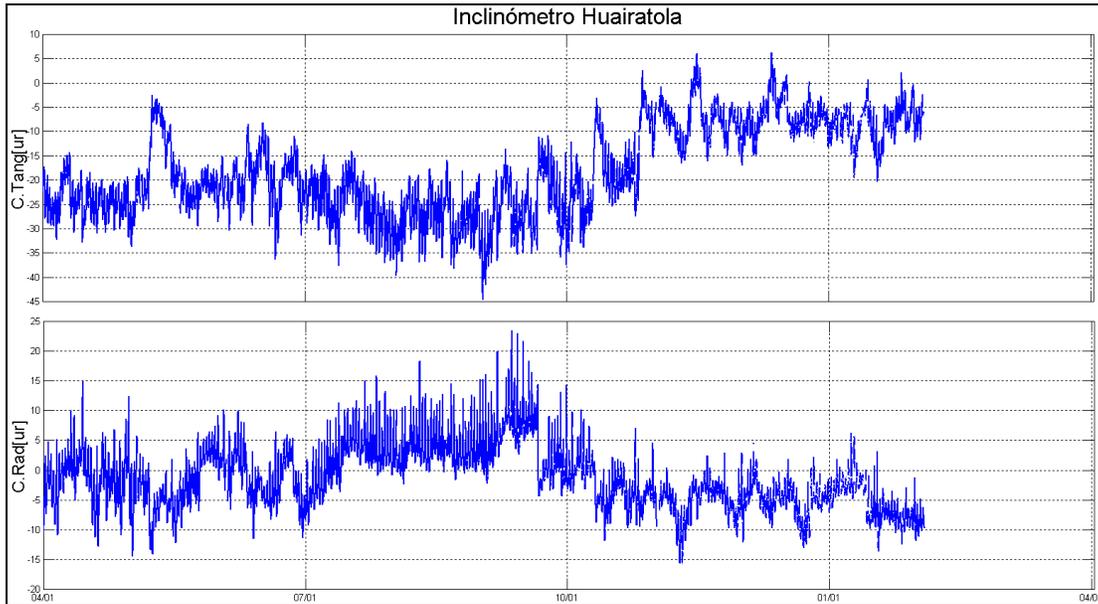


Figura 21. Inclinación del terreno medida en microradianes (μrad) de las componentes Radial y Tangencial del inclinómetro electrónico Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

1.3.2. Medición Electrónica de Distancias - EDM en Galeras

En este periodo no se realizaron medidas de EDM en la zona del volcán Galeras.

1.4. ELECTROMAGNETISMO.

La red de monitoreo de actividad volcánica para Galeras, en el área de electromagnetismo, cuenta con cuatro estaciones de muestreos periódicos de Potenciales Eléctricos Espontáneos: La Y, Peladitos, Urcunina y Lavas; tres estaciones telemétricas de monitoreo magnético: Barranco, Frailejón y Cráter; y dos estaciones telemétricas de monitoreo eléctrico: Frailejón y Barranco (Figura 22)

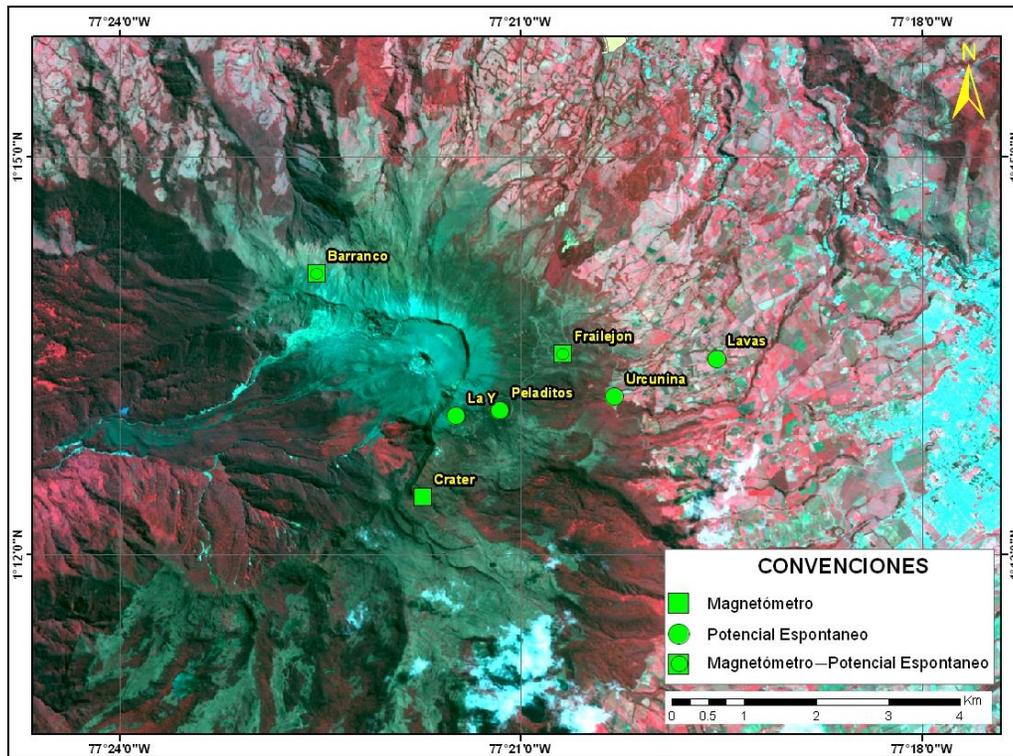


Figura 22. Localización de las estaciones de monitoreo de variaciones electromagnéticas, que conforman la red de vigilancia del volcán Galeras.

Los registros de las variaciones del campo eléctrico (CE), para el mes de enero de 2015, en la zona de influencia del volcán Galeras, mostraron variaciones inicialmente asociadas a los cambios del campo electromagnético día/noche; así como también cambios en la tendencia del comportamiento general de este parámetro (Figuras 23 y 24). Los cambios en la tendencia o comportamiento, en las variaciones del CE se identifican en las dos componentes, tanto de la estación de Frailejón como en la estación de Barranco, siendo más pronunciadas en la segunda.



Figura 23. Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Frailejón, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.

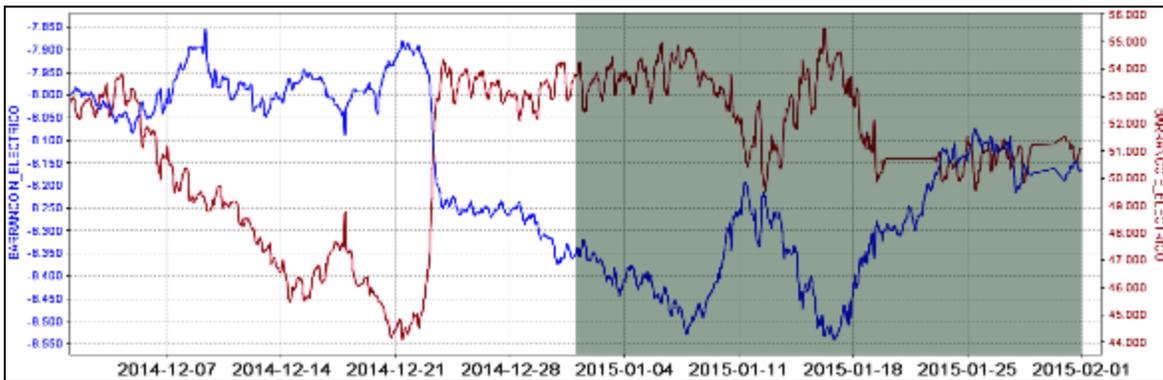


Figura 24. Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.

Teniendo en cuenta que entre los procesos que explican las variaciones de los campos eléctricos en zonas volcánicas se encuentran, tanto los procesos hidrotermales como la actividad electroquímica, los cuales están relacionados con la ionización y movimiento de fluidos debido a efectos térmicos, y a reacciones químicas al interior del sistema volcánico; se realizó una evaluación de la actividad sísmica dominante del mes, resultando que, aun cuando en términos de ocurrencia, el registro de la sismicidad de fractura así como la de tránsito de fluidos se mantiene en el mismo rango, durante el mes, en términos de la energía sísmica liberada, la sismicidad predominante correspondió a los procesos de fluido de fuente persistente (TRE) y su máximo pico de ocurrencia, así como sus fluctuaciones, coinciden con el comportamiento de las variaciones del campo eléctrico (TRE) (Figuras 25). En cuanto a la asociación de las variaciones eléctricas con la ocurrencia de los procesos de fuente transitoria (LPS), muestran también relación, especialmente, en los puntos de inflexión de las variaciones del CE con los máximos de ocurrencia de este parámetro (Figura 26).

En cuanto a la ocurrencia de los eventos tipo VT, que en general podrían relacionarse con procesos de generación o relajación de esfuerzos del edificio volcánico; para este mes, no muestra relación alguna con las variaciones del CE (Figuras 27)

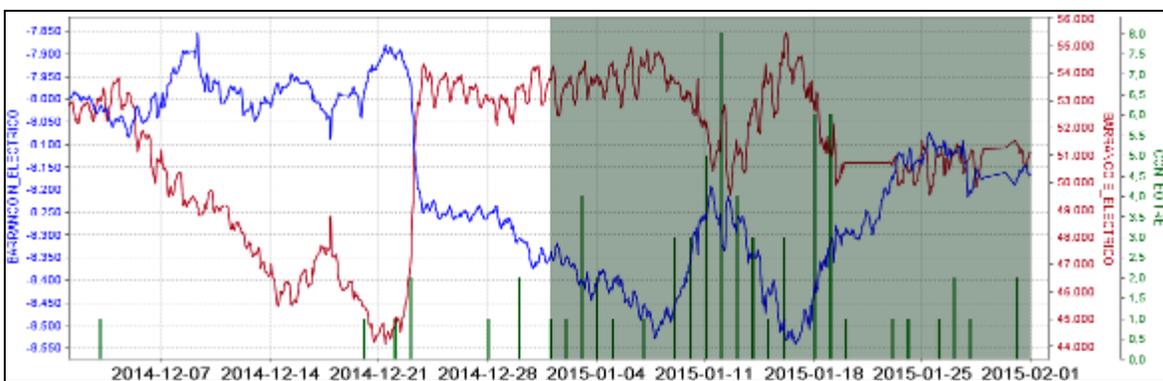


Figura 25. Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo TRE (verde).

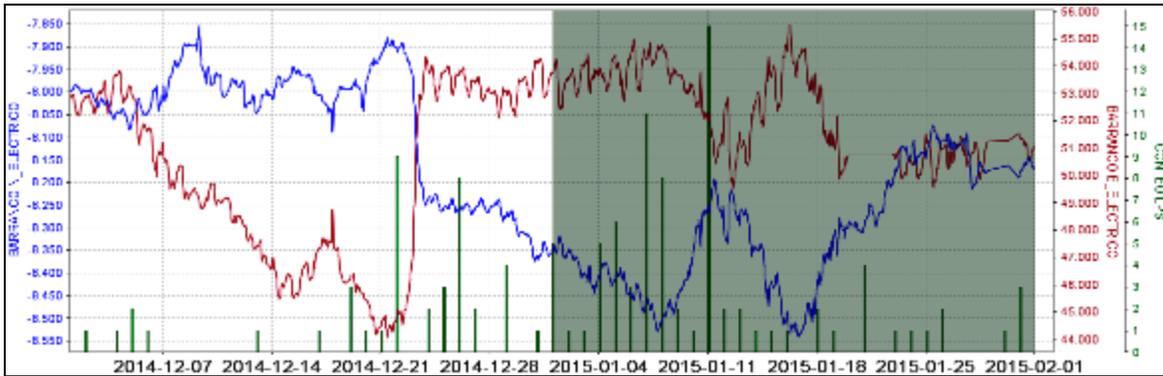


Figura 26. Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo LPS (verde).

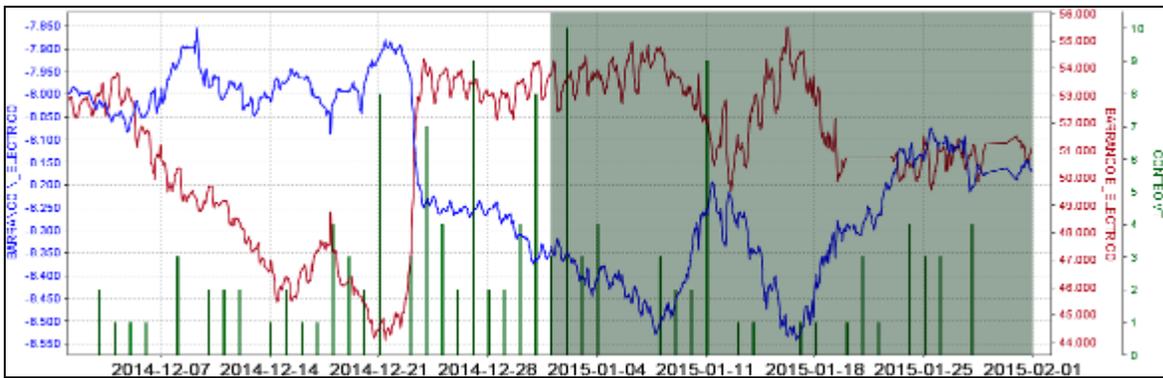


Figura 27. Variaciones del Campo eléctrico, en las dos componentes: NS (azul) y EW (rojo), de la estación de Barranco, en el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015 y su relación con la ocurrencia de sismicidad tipo VT (verde).

En cuanto a las variaciones del campo magnético, las estaciones de monitoreo permanente, muestran que, tanto en la estación de Frailejón, como en Barranco y Cráter, este parámetro tuvo variaciones promedio menores a 300 nT, incluidas las variaciones día/noche, lo que permite considerar que su comportamiento fue estable durante el mes de enero (Figuras 28, 29 y 30).

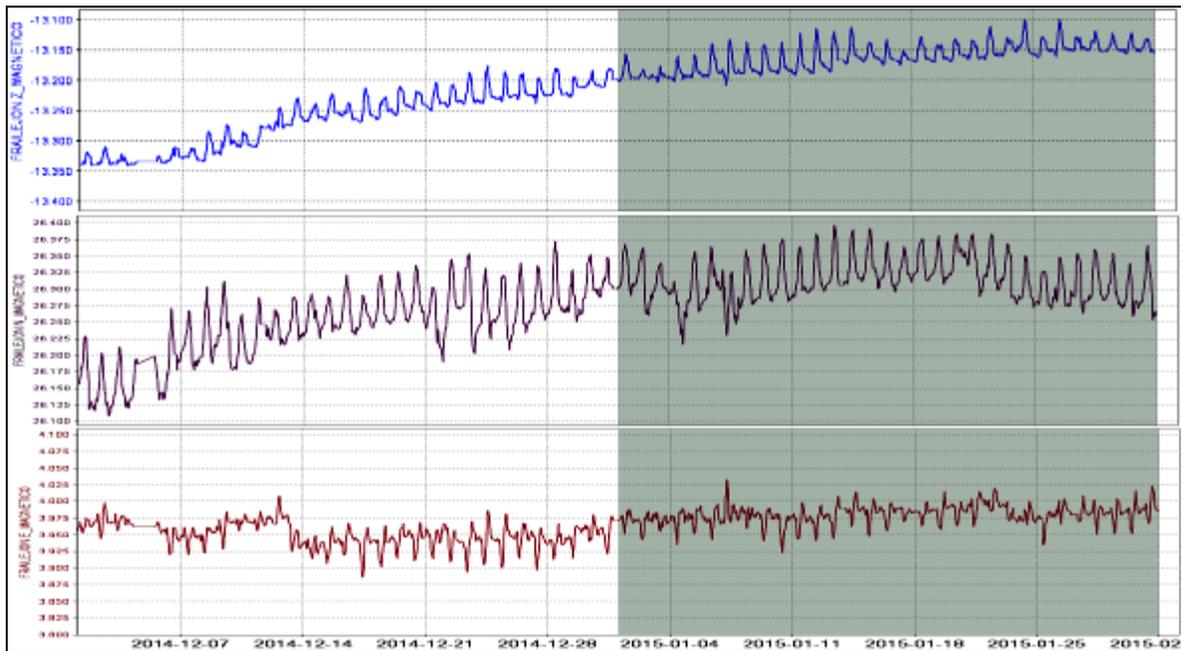


Figura 28. Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Frailejón, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.

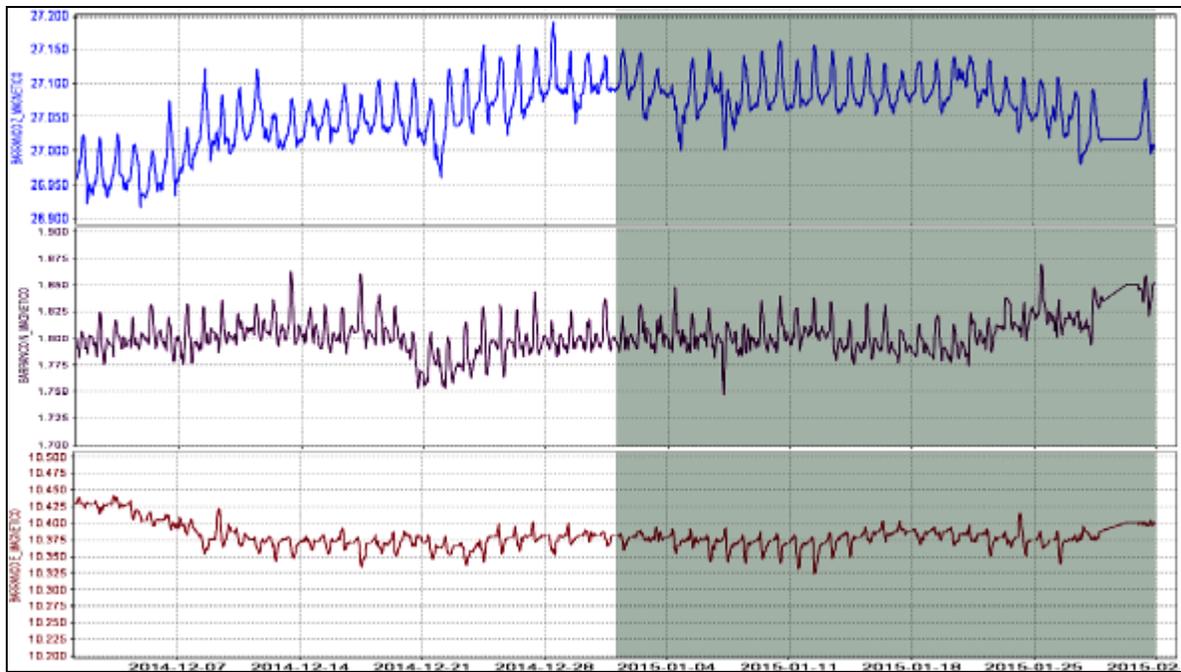


Figura 29. Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Barranco, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.

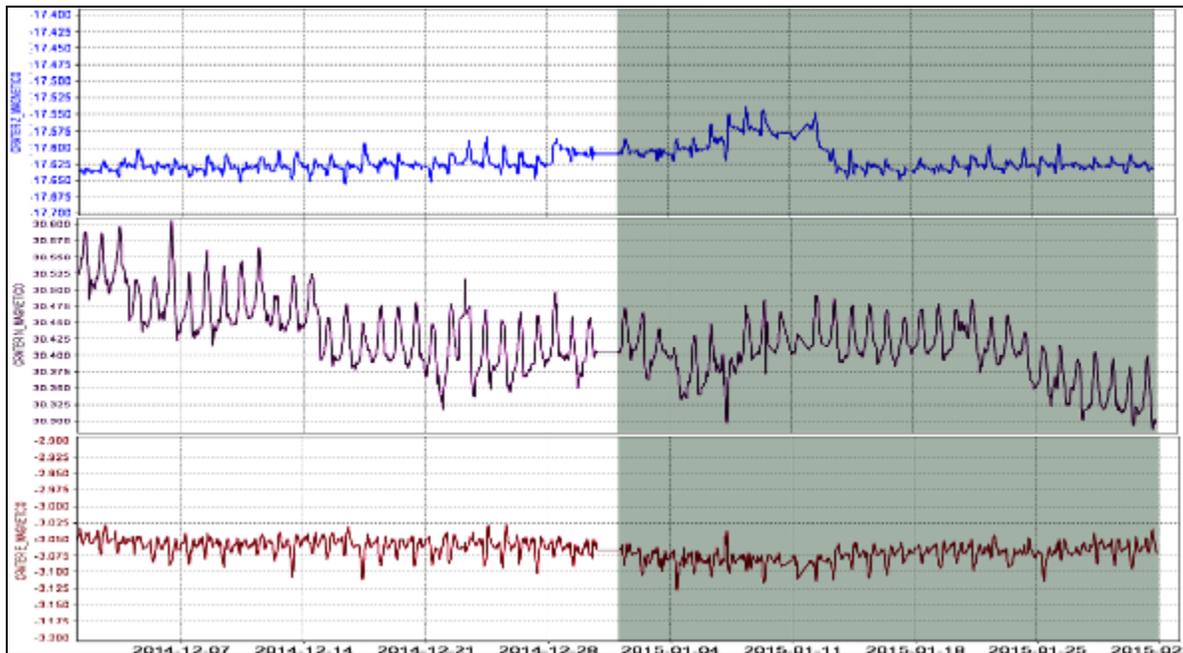


Figura 30. Variaciones del Campo Magnético, en las tres componentes: Z (azul), NS (magenta) y EW (rojo), de la estación de Cráter, para el periodo entre diciembre de 2014 y enero de 2015.

1.5. GEOQUIMICA.

1.5.1. Mediciones de flujo de emisión de SO₂ con instrumentos ScanDOAS y MovilDOAS

La intrusión de nuevos cuerpos de magma o ascenso del mismo, afecta el flujo de SO₂ hacia la superficie. Los valores estimados de flujo de Dióxido de azufre (SO₂) de Galeras, corresponden a los escaneos de tres estaciones telemétricas permanentes ScanDOAS, (Alto Jiménez, Alto Tinajillas y Santa Bárbara) localizadas en el cuadrante noroccidental de Galeras). Su funcionamiento parte de detectar la luz Ultravioleta (UV) dispersa, a través de un telescopio acoplado a una fibra óptica de cuarzo que transfiere la luz a un espectrómetro (OceanOptics S2000) y lo compara con un espectro de referencia dentro de una longitud de onda específica entre 280 a 420 nm con una resolución de 0,6 nm, un filtro en el telescopio bloquea la luz visible con longitudes de onda mayores a 360 nm, reduciendo efectivamente la luz difusa (Galle et al., 2002). Cada uno de los espectros obtenidos se traducen en escaneos que permiten conocer la absorbencia de la pluma de SO₂ en tiempo real (Euripides et al., 2012). Para el cálculo de flujo de SO₂ se tiene en cuenta los valores de velocidad del viento medidos por la estación climática instalada en la cima del volcán, los cuales se ajustan a la zona donde se genera la columna. A partir de los escaneos de SO₂, de las estaciones fijas, diariamente se realiza la evaluación de cada uno de ellos y se reporta el valor máximo del día y la estación donde se registró.

Se registran escaneos durante todos los días del mes de enero, para el día 10 de enero se obtiene el mayor flujo de SO₂ registrando 170 Ton/d. Los valores de escaneos estimados para presencia de pluma de dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera durante este mes y obtenidos de la estación Alto

Jiménez, y Santa Bárbara oscilaron entre las 33 Ton/d para el 15 de enero hasta las 170 Ton/d para el 10 de enero, valores considerados como bajos Galeras (Tabla 10, Figura 31).

Tabla 10. Emisiones de SO₂ del volcán Galeras (cuantificadas en términos de flujo de emisión) registradas durante el mes de enero de 2015, por las estaciones ScanDOAS (Proyecto NOVAC).

FECHA	HORA LOCAL	DIRECCION AZIMUT	VELOCIDAD [m/s]	Máximo flujo SO ₂ diario [Ton/día]	Estación de registro o recorrido	Equipo
06-ene-15	08:00 AM	347,7	1	56	Alto Jimenez	SCANDOAS
07-ene-15	02:13 PM	319,6	1	60	Alto Jimenez	SCANDOAS
08-ene-15	07:23 AM	24,6	1	44	Santa Barbara	SCANDOAS
10-ene-15	02:40 PM	354,7	3,73	170	Alto Jimenez	SCANDOAS
12-ene-15	09:01 AM	276,9	1	69	Alto Jimenez	SCANDOAS
15-ene-15	01:46 PM	42,1	1	33	Santa Barbara	SCANDOAS
17-ene-15	03:43 PM	292,7	1	58	Alto Jimenez	SCANDOAS
18-ene-15	10:39 AM	353,1	1	48	Alto Jimenez	SCANDOAS
22-ene-15	01:16 PM	338,6	1,1	61	Alto Jimenez	SCANDOAS
23-ene-15	07:28 AM	14,1	1,8	45	Alto Jimenez	SCANDOAS

* Flujo de emisión de SO₂ [Toneladas/día]. Bajo: ≤ 500; moderado: > 500 y ≤ 1000; alto: > 1000 y ≤ 3000; muy alto: > 3000.

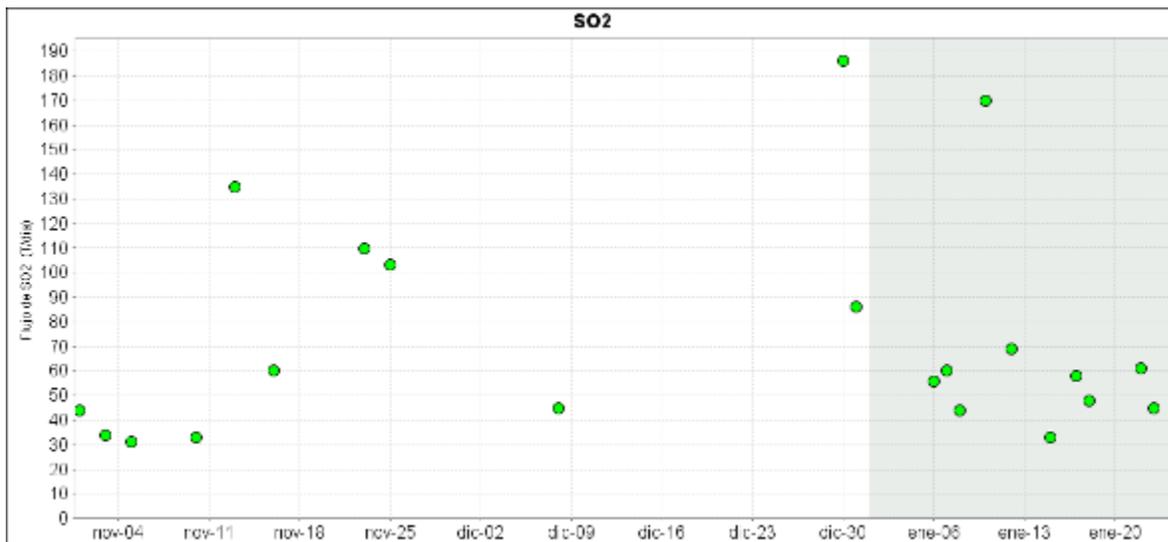


Figura 31. Flujo de emisión de SO₂ registrado entre noviembre de 2014 y enero de 2015 por los equipos ScanDOAS en Galeras. Se resalta en gris el mes evaluado.

En la figura 32 se encuentran los valores de flujo de SO₂, velocidad y dirección del viento, en el que se puede observar que existe una relación con estas dos últimas variables y la cantidad de partículas de SO₂ calculadas para el flujo total en el mes de noviembre, se observa que se mantiene una tendencia en la dirección del viento y se presenta variación en la velocidad registrada, lo que podría causar diferencias en el cálculo del flujo para SO₂.

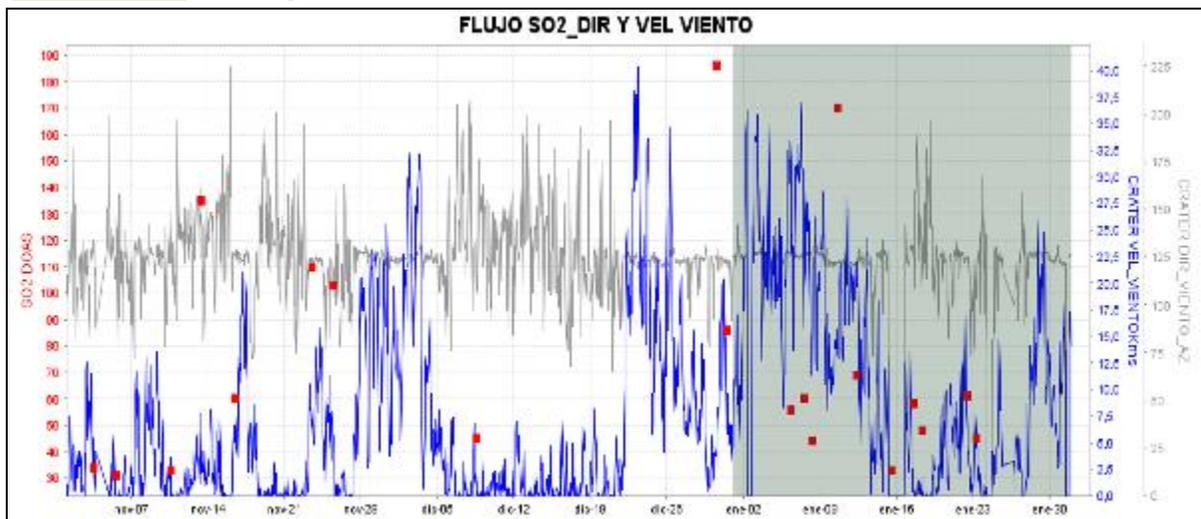


Figura 32. Flujo de dióxido de azufre (cuadros rojos), velocidad (líneas azules) y dirección acimutal del viento (líneas grises) para el periodo comprendido entre noviembre de 2014 y enero de 2015.

1.5.2. Mediciones del isótopo de gas Radón 222 – (Rn₂₂₂)

El radón 222, es un producto en la cadena de descomposición nuclear del uranio 235, tiene una vida media de 3,8 días y no se encuentra más allá de los 50 a 60 m de profundidad, entonces su difusión es la única responsable de su dispersión (Dyck y Smith 1969).

Los datos de flujo de gas radón en suelo para el mes de noviembre se calcularon según el instructivo IN-AME-OVS-025 (APLICATIVO ISOLUCIÓN V.3), a partir del muestreo realizado en las dos líneas de estaciones establecidas: línea Galeras y línea Barranco (cada una de ellas con 10 estaciones) permitiendo determinar la concentración de la removilización de los radionúclidos (U238, Rn 226) (Flexser et al., 1987 ; Wollenberg et al., 1984/85).

En las figuras 33 y 34 se grafica el comportamiento de la concentración de gas radón en el tiempo, observándose en la estación Lavas una concentración máxima de 127949 Bq/m³ para el 1 de enero, luego se evidencia oscilación en el comportamiento de la concentración de radón en la gráfica durante el periodo evaluado (Figura 33, tabla 11). La estación Parques presenta para los días 4 y 7 de enero un máximo de 88565 Bq/m³ (Figura 34, tabla 12).

En ambas estaciones se observa un comportamiento cíclico de incremento y descenso en la concentración a través del tiempo, y se espera tener un mayor tiempo de operación para observar las posibles tendencias.

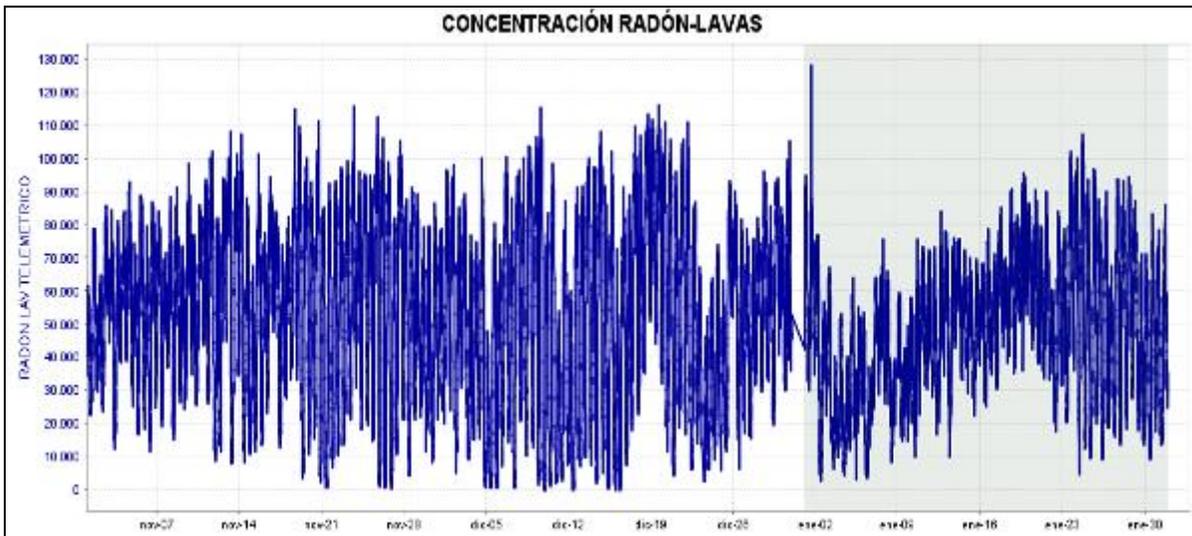


Figura 33. Concentración radón en suelo - Estación telemétrica Lavas - enero 2015.

Tabla 11. Registro de mayores valores de concentración de radón en estación Lavas – Volcán Galeras - Enero 2015.

FECHA Y HORA	Bq/m3
01/01/2015 16:40	127949
24/01/2015 18:00	106944
24/01/2015 17:30	104647
24/01/2015 18:50	103151
24/01/2015 19:00	103006

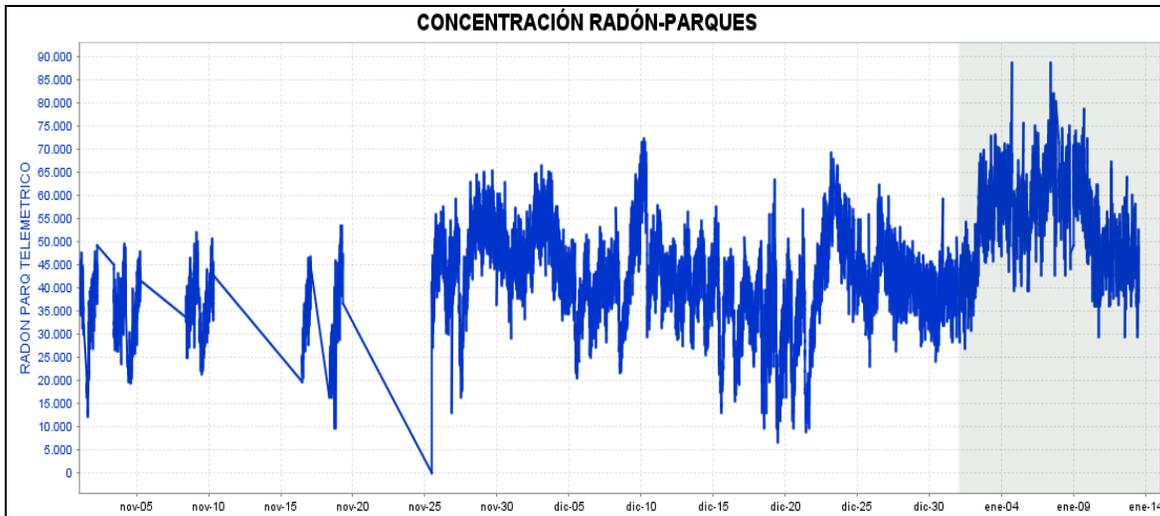


Figura 34. Concentración radón en suelo - Estación telemétrica Parques - Enero 2015.

Tabla 12. Registro de mayores valores de concentración de radón en estación Parques – Volcán Galeras – Enero 2015.

FECHA Y HORA	Bq/m3
04/01/2015 17:20	88565
07/01/2015 10:20	88565
07/01/2015 12:10	82001
07/01/2015 14:50	82001
07/01/2015 19:10	80125

1.5.3 Muestreo de aguas en fuentes termales

Para el periodo evaluado no se realizó muestreo en las fuentes termales ubicadas en área de influencia del volcán Galeras.

1.6. ACTIVIDAD SUPERFICIAL Y CAMBIOS GEOMORFOLÓGICOS

La actividad superficial se documentó a partir de observaciones directas a la cima de Galeras desde la sede del OVSP y por videos e imágenes de las cámaras Web instaladas en la sede del OVSP en Pasto (SE del volcán), en Consacá (W del volcán) y en la cima de Galeras en el sector denominado Barranco Alto y Bruma (NW del cono activo y S respectivamente). Condiciones de clima favorables permitieron observar emisiones de gases durante la mayor parte del mes, exceptuando los días 3, 4, 8, 9, 10, 11, 22, 29, 30 y 31 de enero. La altura máxima alcanzada por las columnas de gas estuvo por debajo de los 700 m sobre la cima volcánica. La dispersión de las columnas de gases, en su mayoría de color blanco fue variable debido a la acción de los vientos. Los principales focos de emisión continúan ubicados en el cráter principal, sector norte y occidente de la parte alta del cono volcánico, principalmente en los campos fumarólicos Chavas y El Paisita.

En las Figuras 35 a 38 se presentan algunas imágenes asociadas a procesos de emisión de gases en enero de 2015.



Figura 35. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en Bruma (Izquierda) y Barranco (Derecha) el 16 de enero de 2015 a las 8:58 a.m. y 9:17 a.m. respectivamente.



Figura 36. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en Bruma el 16 de enero a las 6:42 p.m.



Figura 37. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en la sede del OVSP el 17 de enero a las 5:13 p.m.



Figura 38. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara web ubicada en Bruma el 23 y 26 de enero a las 6:18 p.m. y 4:37 p.m. respectivamente.

1.7. CONCLUSIONES

- Continúa observándose cambios en el comportamiento de la actividad del volcán, reflejados en las fluctuaciones de la actividad sísmica, siendo la sismicidad dominante aquella asociada a movimiento de fluidos de fuente transitoria al interior de la estructura volcánica.
- Teniendo en cuenta el registro de los sensores utilizados para el monitoreo de la deformación del edificio volcánico, tres de ellos, ubicados hacia el costado occidental muestran cambios simultáneos desde el mes de septiembre de 2014, correspondientes a tendencias ascendentes en una de las componentes de inclinación.
- Los registros de flujo de Dióxido de Azufre (SO₂) reflejan valores que se encuentran en rangos considerados como bajos para Galeras.
- Por medio de la red de cámaras de video del OVSP y gracias a las condiciones climáticas, en la mayor parte del periodo evaluado se evidenció emisiones de gases con columnas de baja altura respecto a la cima de Galeras, las cuales se dispersaron de acuerdo a la dirección de los vientos. Los principales focos de emisión continúan siendo el Cráter principal y los cráteres secundarios El Paisita y Chavas ubicados en el sector norte y occidente de la cima del cono volcánico.

El análisis de los diferentes parámetros para el monitoreo del volcán Galeras permitió que el nivel de actividad continúe en **AMARILLO** ■ (III): **“Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

2. ACTIVIDAD DEL VOLCÁN CUMBAL – ENERO DE 2015

2.1. RED DE VIGILANCIA

En enero de 2015 la red de vigilancia del complejo volcánico de Cumbal estuvo conformada por:

- Cuatro estaciones sísmicas telemétricas: Dos de banda ancha y dos de corto periodo, todas ellas triaxiales (Figura 39, Tabla 13).
- Cuatro inclinómetros electrónicos telemétricos (Figura 39, Tabla 13).
- Un sensor de presión acústico ubicado en el sitio de la estación sismológica La Mesa (Figura 39).
- Una cámara de video permanente para observación y seguimiento de la actividad superficial instalada en el municipio de Cumbal (Figura 39).

Para este periodo las estaciones sísmicas, de inclinometría, presión acústica y la cámara web tuvieron en promedio un porcentaje de funcionamiento del 94,2% (Figura 40). La cámara tuvo un porcentaje equivalente al 62% debido a problemas con el internet en el sitio donde se encuentra instalada.

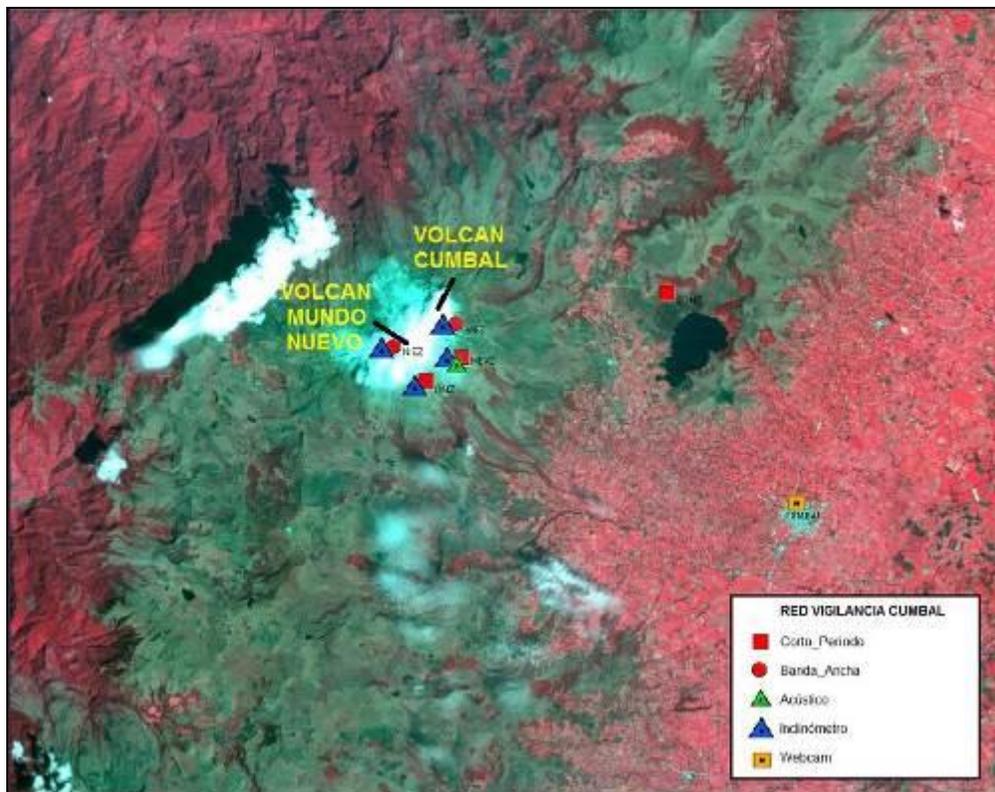


Figura 39. Mapa de localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal durante el mes de enero de 2015.

Tabla 13. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del complejo volcánico de Cumbal durante enero de 2015.

Estación	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al Cráter Mundo Nuevo (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Mundo Nuevo	Altitud (msnm)
La Nieve	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	0,2	E	4696
Limones	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	1,5	SE	4232
Punta Vieja	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	2,0	NE	4519
La Mesa	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	2,5	ESE	4270
La Nieve	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	0,2	E	4696
Limones	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	1,5	SE	4232
Punta Vieja	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2,0	NE	4519
La Mesa	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2,5	ESE	4270
La Mesa Acústico	Digital	Sensor de Presión Acústica	Unidireccional	2,5	ESE	4270

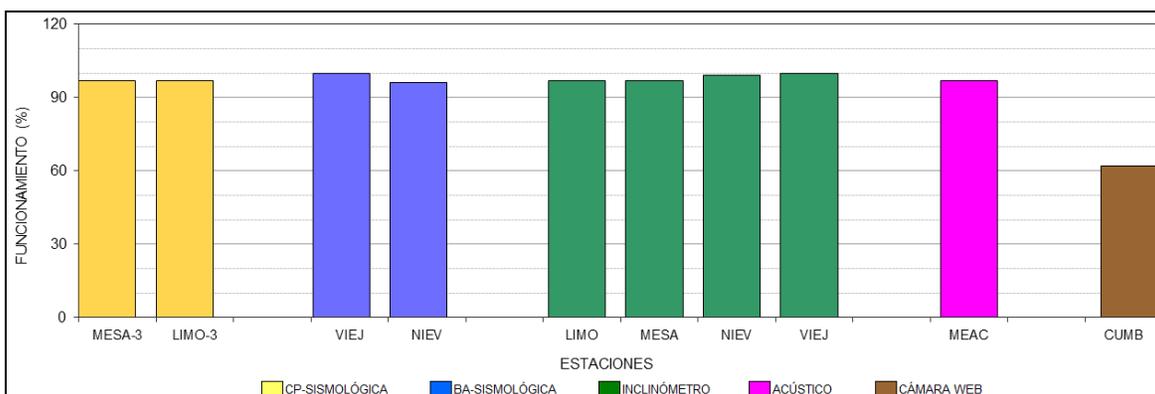


Figura 40. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal en enero de 2015.

2.2. SISMOLOGÍA

En general, en el mes de enero de 2015, no se observaron cambios importantes en los niveles de ocurrencia sísmica en comparación con el mes de diciembre de 2014, pasando de 697 a 740 eventos sísmicos. La sismicidad dominante fue de tipo LPS en un porcentaje del 48,6%, con el registro de 7 eventos tipo Tornillo – TOR, seguido por los eventos tipo HYB con un 33,2%. Por su parte, los eventos tipo VT y TRE aportaron con el 15,1% y 3,0% respectivamente (Tabla 14, Figuras 41 y 42).

Tabla 14. Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015 (resaltado en color verde).

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					
	VT	LPS	TRE	HYB	TOR	TOTAL
01-oct-14 a 31-oct-14	57	237	35	96	2	425
01-nov-14 a 30-nov-14	53	244	26	111	10	434
01-dic-14 a 31-dic-14	104	383	27	183	4	697
01-ene-15 a 31-ene-15	112	360	22	246	7	740

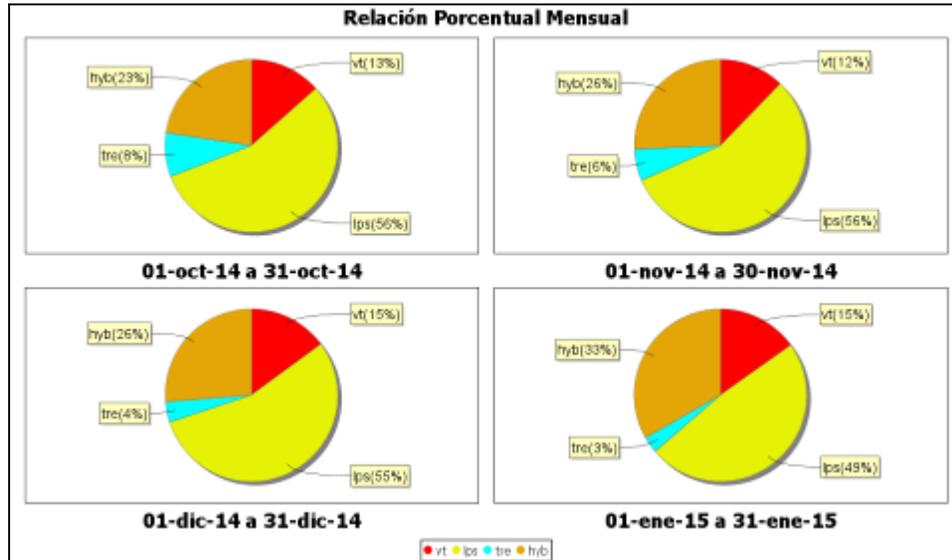


Figura 41. Relación porcentual de ocurrencia sísmica mensual por tipo de evento en el volcán Cumbal entre octubre de 2014 y enero de 2015. En la Figura el valor de los porcentajes se aproxima a valores enteros.

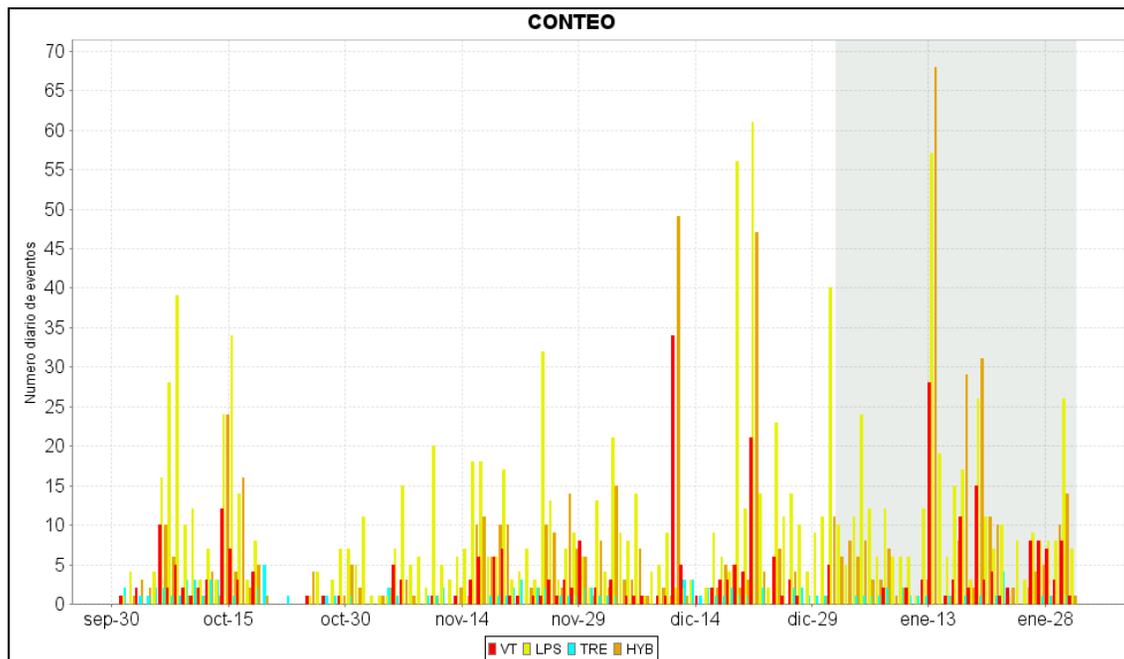


Figura 42. Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.

A manera de ejemplo, las Figuras 43 y 44 muestran el registro de dos eventos asociados con movimiento de fluidos tipo TOR registrados el 12 y el 21 de enero de 2015 a las 10:08 p.m. y 6:00 p.m., con frecuencias dominantes de 1,6 Hz y 2,0 Hz respectivamente.

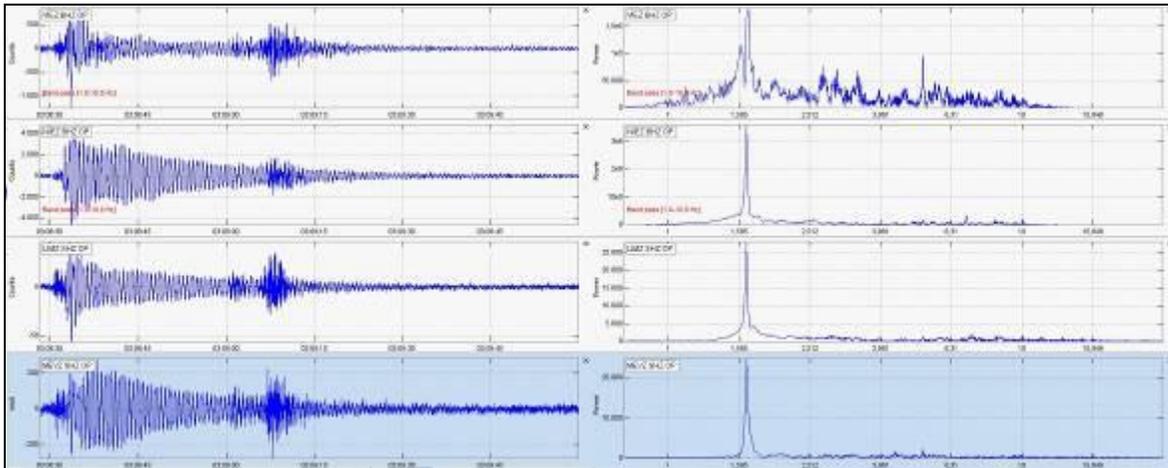


Figura 43. Sismograma y espectro en frecuencia del evento TOR, registrado el 12 de enero de 2015 a las 10:08 p.m., el evento tuvo una duración de 54 segundos en la estación sísmica La Mesa.

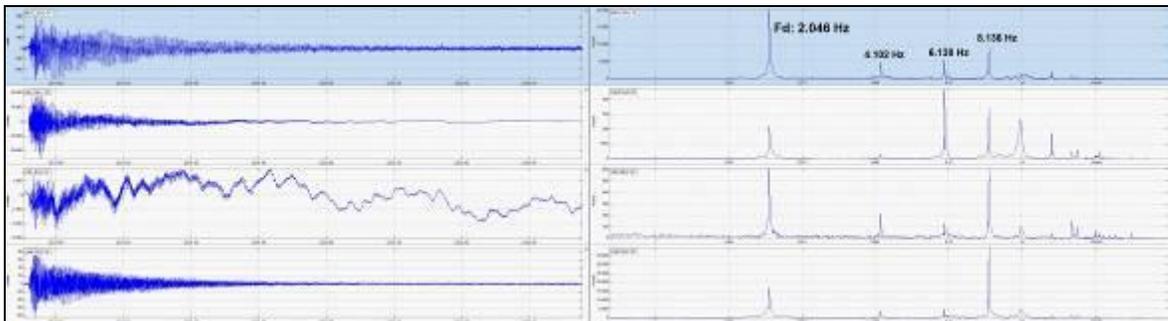


Figura 44. Sismograma y espectro en frecuencia del evento TOR, registrado el 21 de enero de 2015 a las 6:00 p.m., el evento tuvo una duración de 118 segundos en la estación sísmica La Mesa.

Las Figuras 45 y 46 muestran la evolución temporal de las frecuencias dominantes y la duración de los eventos clasificados como TOR registrados por la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal entre julio de 2010 y enero de 2015. Se resalta que, hasta la fecha este tipo de eventos no muestran en sus parámetros evaluados una tendencia clara así como tampoco una correlación con procesos de presurización del sistema.

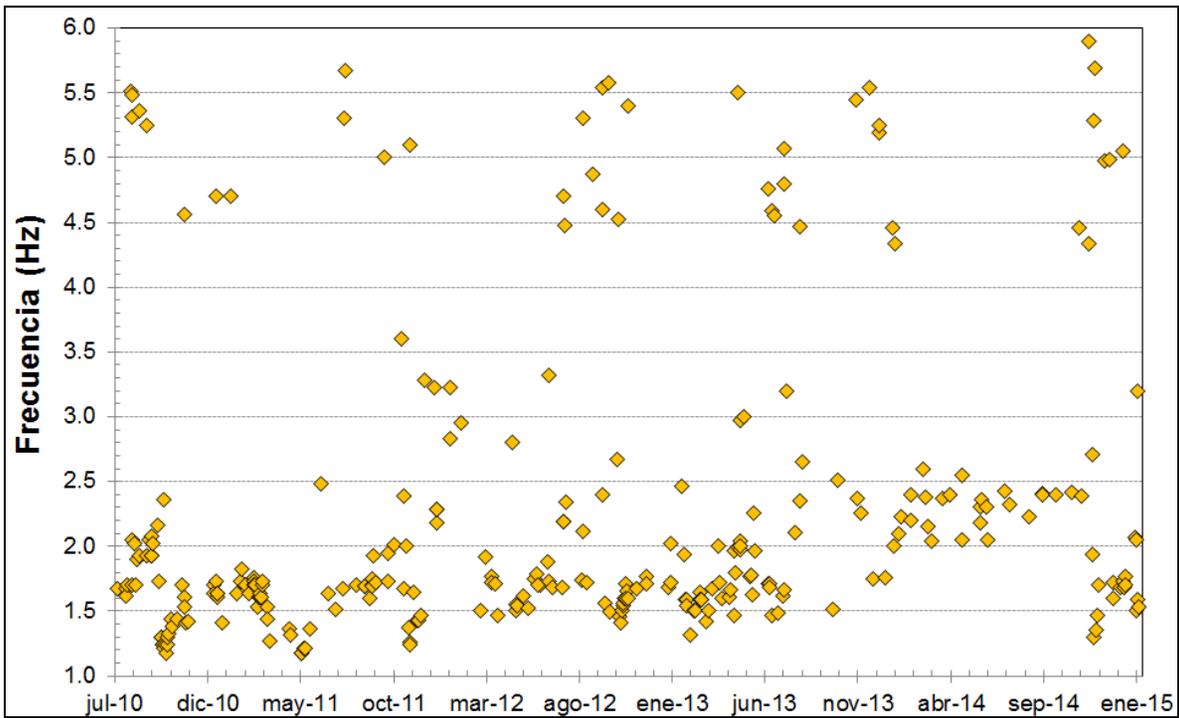


Figura 45. Evolución temporal de las frecuencias dominantes de los eventos tipo TOR registrados entre el 28 de julio de 2010 y el 31 de enero de 2015.

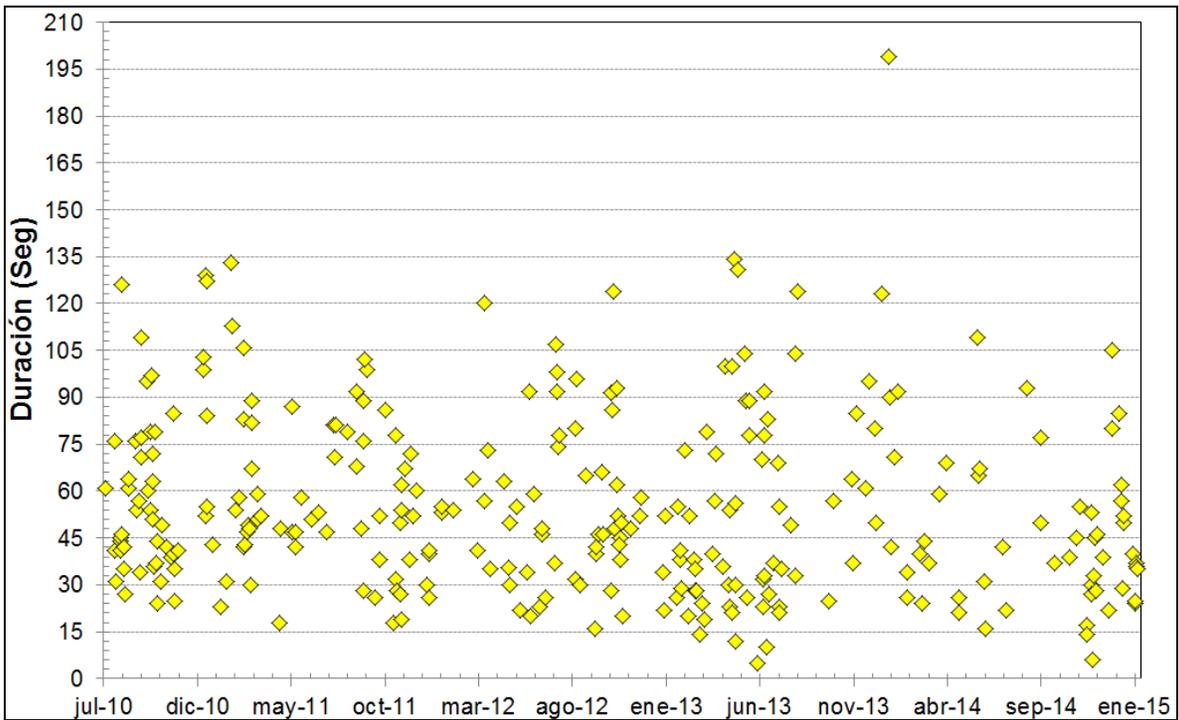


Figura 46. Duración en segundos de los eventos tipo TOR registrados entre el 28 de julio de 2010 y el 31 de enero de 2015.

En relación con la sismicidad asociada con fracturamiento de material cortical al interior del Complejo Volcánico de Cumbal, para el periodo evaluado fue posible localizar 36 sismos (21 VT y 15 HYB), la mayoría de eventos se localizaron en inmediaciones del complejo volcánico Cumbal a menos de 2 km de distancia y profundidades menores a 3,5 km respecto a la cima volcánica. Dos de los eventos se ubicaron hacia el norte del edificio volcánico a distancias menores a los 11 km respecto al centro del complejo y a profundidades de hasta 17 km respecto a la cima volcánica. Las magnitudes locales estuvieron por debajo de 1,3 en la escala de Richter (Figura 47).

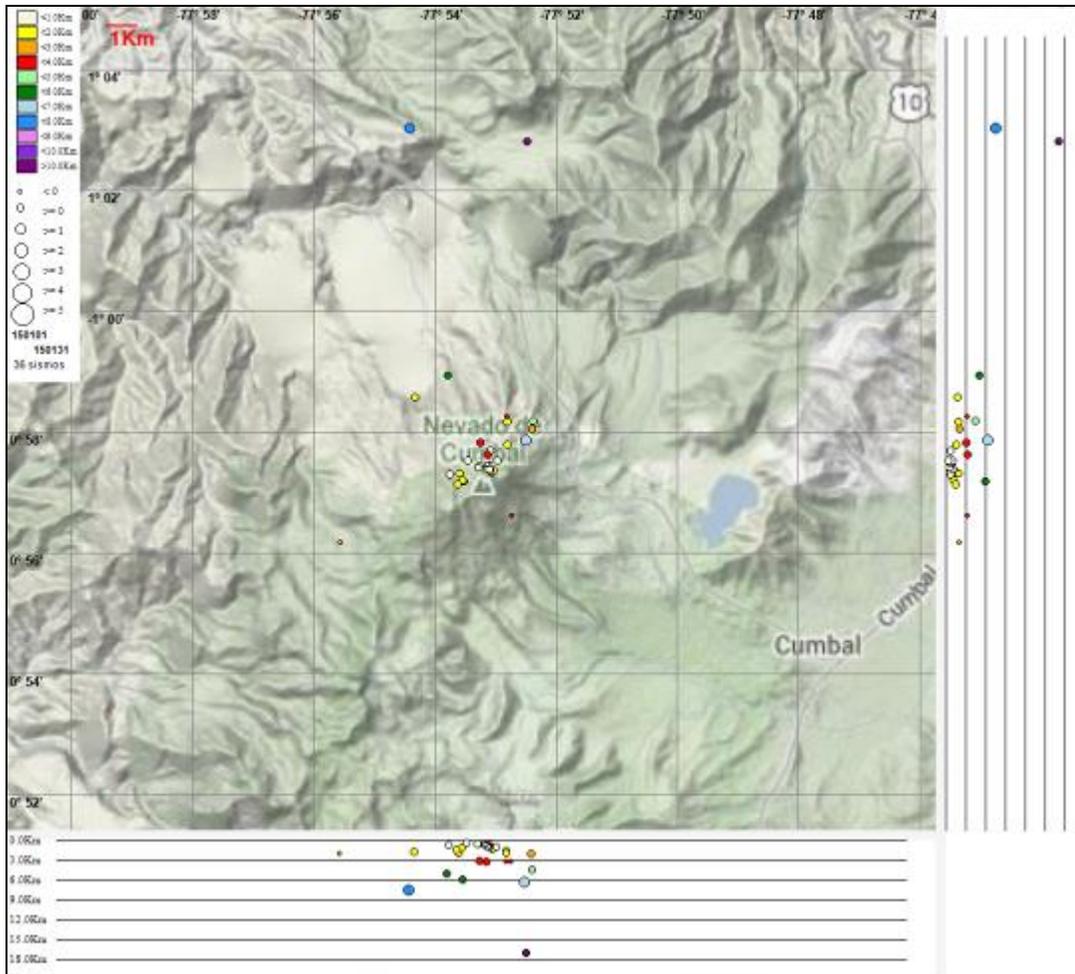


Figura 47. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 31 de enero de 2015. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 3 Km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4760 msnm).

2.3. DEFORMACIÓN

En relación a los procesos de deformación del edificio volcánico se observó las componentes Norte y Este de los inclinómetros La Mesa (localizado a 2,5 km al este-sureste del cráter La Plazuela del volcán Cumbal, 4270 m.s.n.m.), Limones (ubicado a 1,5 km al sureste del cráter La Plazuela del volcán Cumbal, 4232 m.s.n.m.), Punta Vieja (ubicado a 2 km al noreste del cráter La Plazuela del

volcán Cumbal, 4519 m.s.n.m.) y Nieve (ubicado a 0,2 km al este del cráter Mundo Nuevo del volcán Cumbal, 4696 m.s.n.m.) mantienen un comportamiento estable en los últimos dos meses (Figuras 48, 49, 50 y 51).

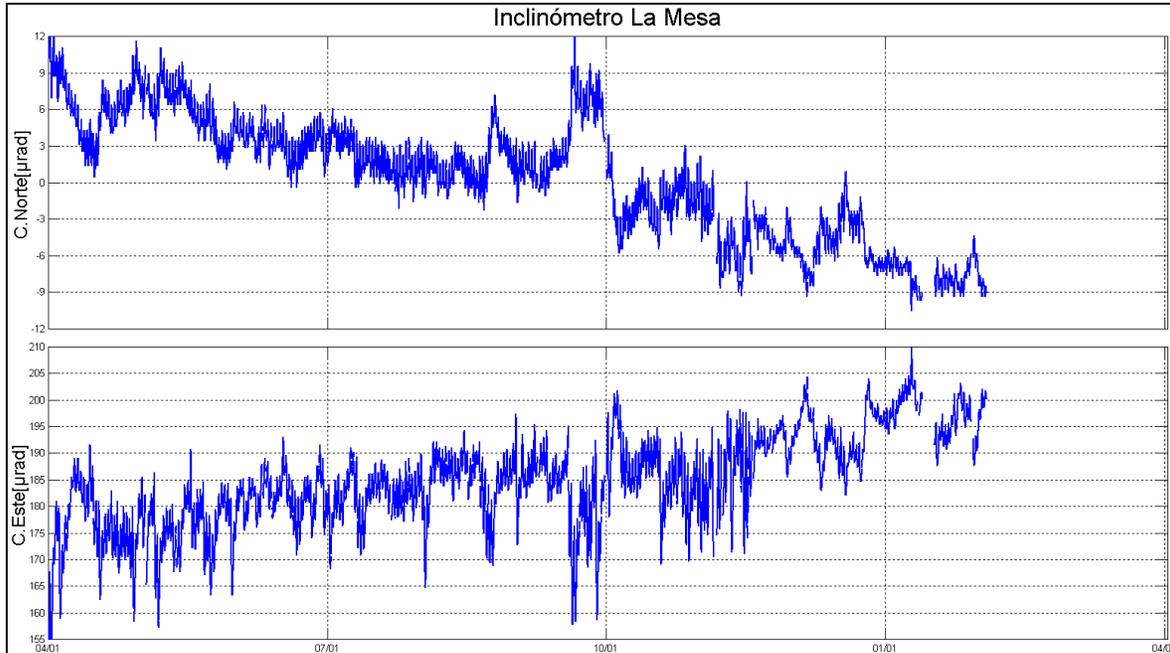


Figura 48. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro La Mesa, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

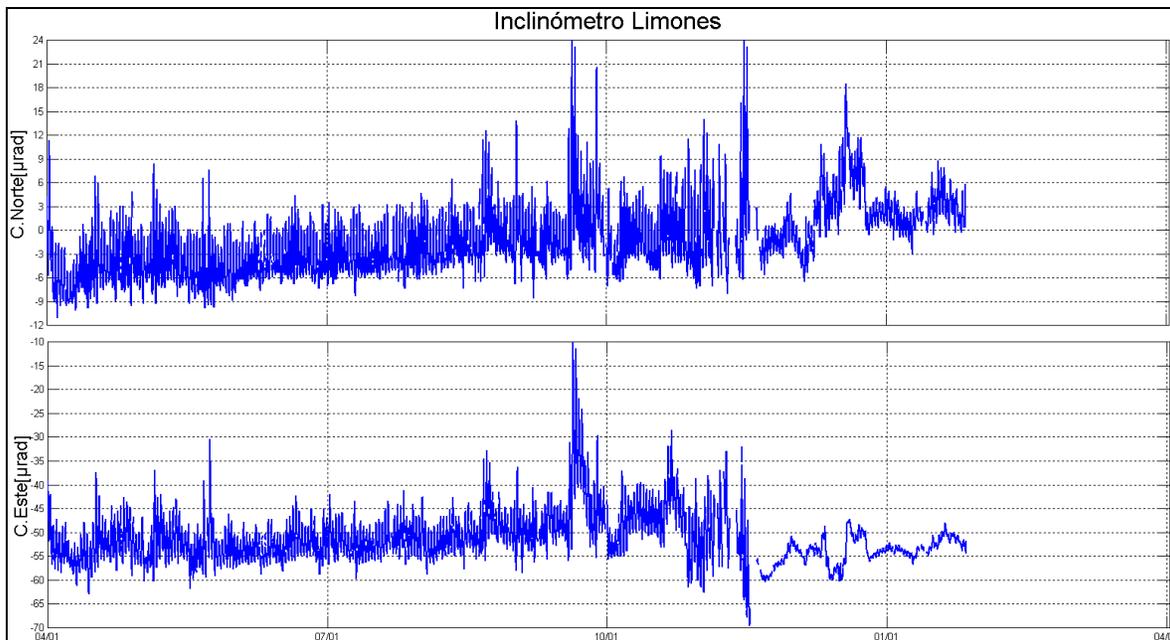


Figura 49. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Limones, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

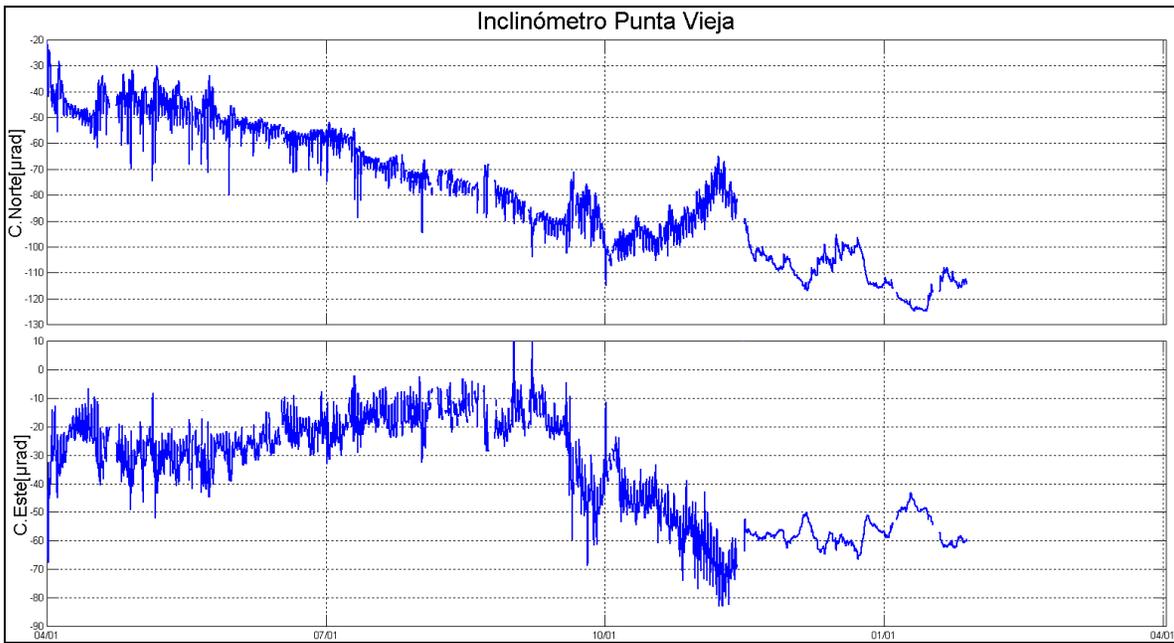


Figura 50. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Punta Vieja, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

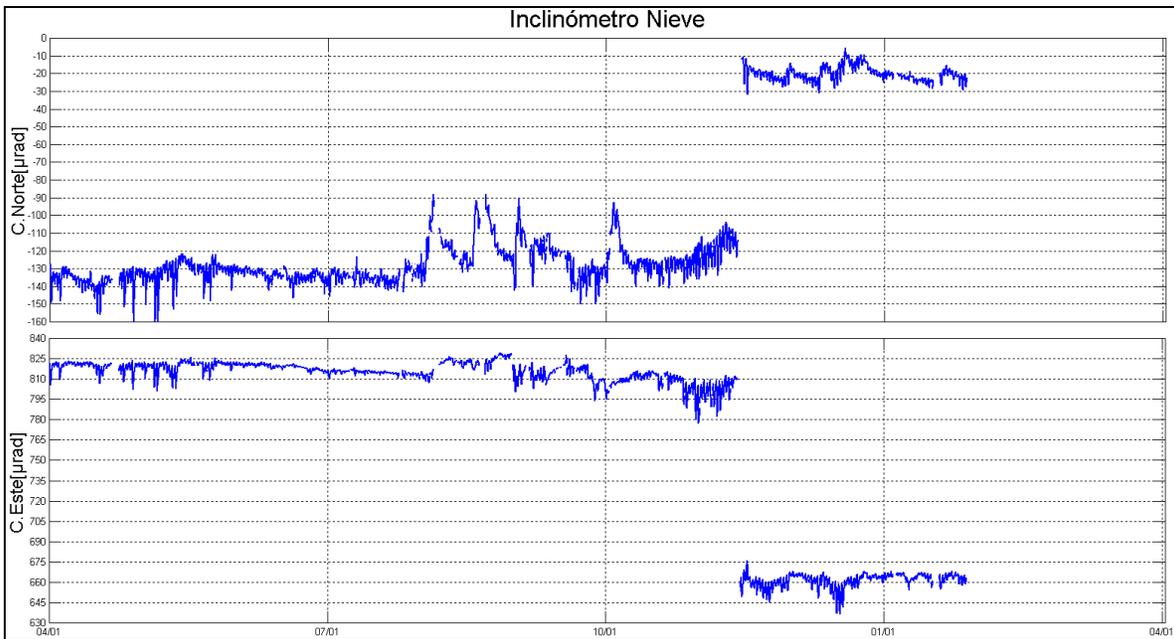


Figura 51. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Nieve, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

2.4. ACTIVIDAD SUPERFICIAL

En enero de 2015 la actividad superficial se documentó a partir de las observaciones realizadas a los videos e imágenes de la cámara Web instalada en el municipio de Cumbal. Condiciones de clima favorables durante los días 13, 17, 18 y 19 de enero, permitieron observar emisiones de gases de color blanco, provenientes principalmente de los campos fumarólicos El Verde (en Cumbal), Rastrojo y Boca Vieja (en Mundo Nuevo), las cuales fueron de baja altura y se dispersaron de acuerdo a la dirección de los vientos (Figuras 52 y 53).



Figura 52. Registro fotográfico de las emisiones de gases observadas el 13 y 17 de enero a las 5:16 p.m. y a las 5:46 p.m. desde la cámara Web instalada en la cabecera municipal de Cumbal.



Figura 53. Registro fotográfico de la emisión de gases observada el 19 de enero a las 7:17 a.m., desde la cámara Web instalada en la cabecera municipal de Cumbal.

2.1.5. CONCLUSIONES

- La actividad que viene mostrando el Complejo Volcánico de Cumbal se caracteriza por fluctuaciones en los niveles de ocurrencia sísmica y registro eventual de sismicidad asociada con actividad hidrotermal.

La evaluación del proceso volcánico durante el mes de enero de 2015 permitió mantener para la actividad del volcán Cumbal, en **NIVEL AMARILLO ■ (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

En el periodo evaluado, las estaciones de la red instalada para el monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro tuvo un funcionamiento promedio del 56,6% (Figura 57). Este bajo porcentaje se debe a que las estaciones Morro, Panán y Canguil se encuentran fuera de funcionamiento desde el 21 de diciembre de 2014.



Figura 55. Estaciones sísmicas definidas (círculos rojos) y de deformación (Triángulos verdes) para los volcanes Chiles y Cerro Negro del lado Colombiano.

Tabla 15. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad de los volcanes Chiles y Cerro Negro durante enero de 2015.

Estación	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia Respecto a Chiles (Km)	Dirección respecto al centro del volcán	Altitud (msnm)
Chiles	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1	WNW	4478
I. Chiles	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	1	WNW	4478
El Morro	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1,9	NNE	4068
I. El Morro	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	1,9	NNE	4068
Cerro Negro	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	4	WNW	4216
I. Cerro Negro	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	4	WNW	4216
Canguil	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	5,5	NNW	3788
Lagunas	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7,1	NNE	4003
Panan	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7,4	NE	3750

Tabla 16. Número de eventos volcánicos por tipo para el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-oct-14 a 31-oct-14	116364	0	0	0	116364
01-nov-14 a 30-nov-14	143436	0	0	0	143436
01-dic-14 a 31-dic-14	80780	0	0	0	80780
01-ene-15 a 31-ene-15	49079	0	0	0	49079

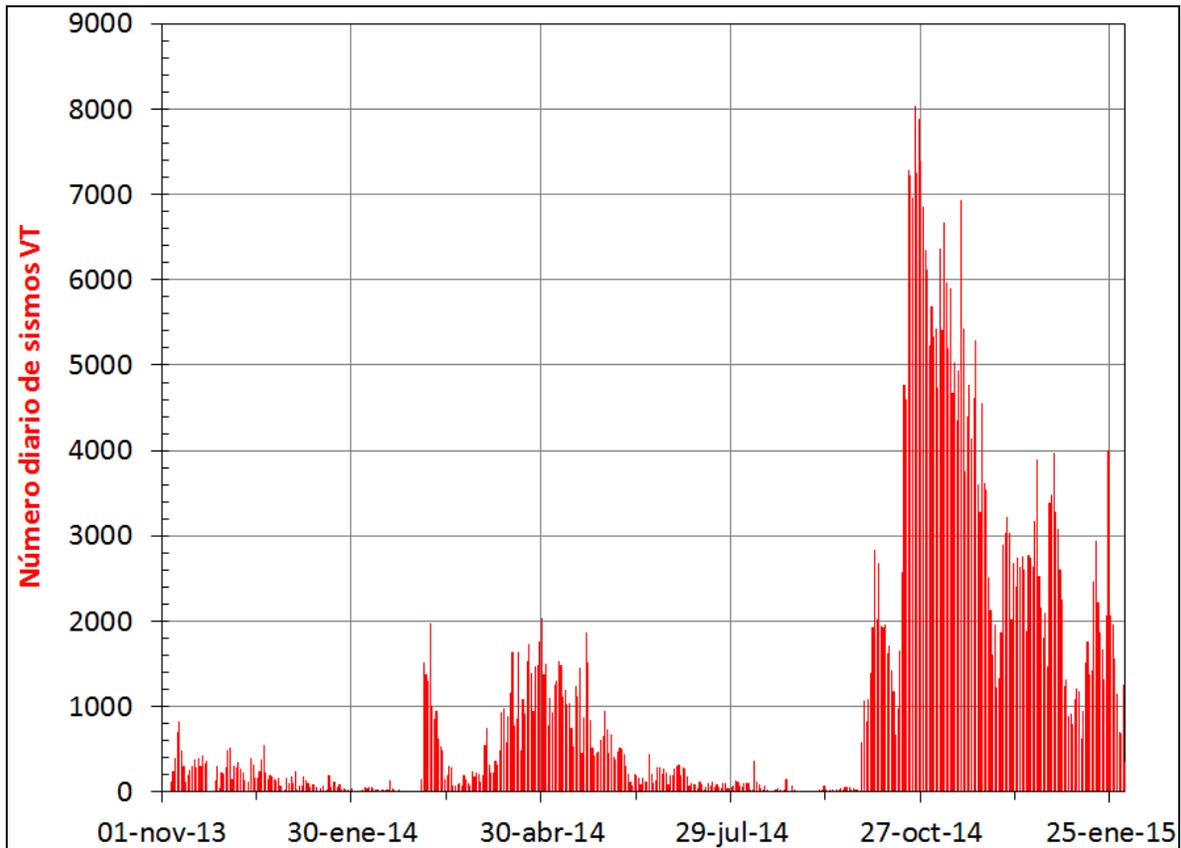


Figura 58. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Chiles y Cerro Negro entre el 1 de noviembre de 2013 y el 31 de enero de 2015.

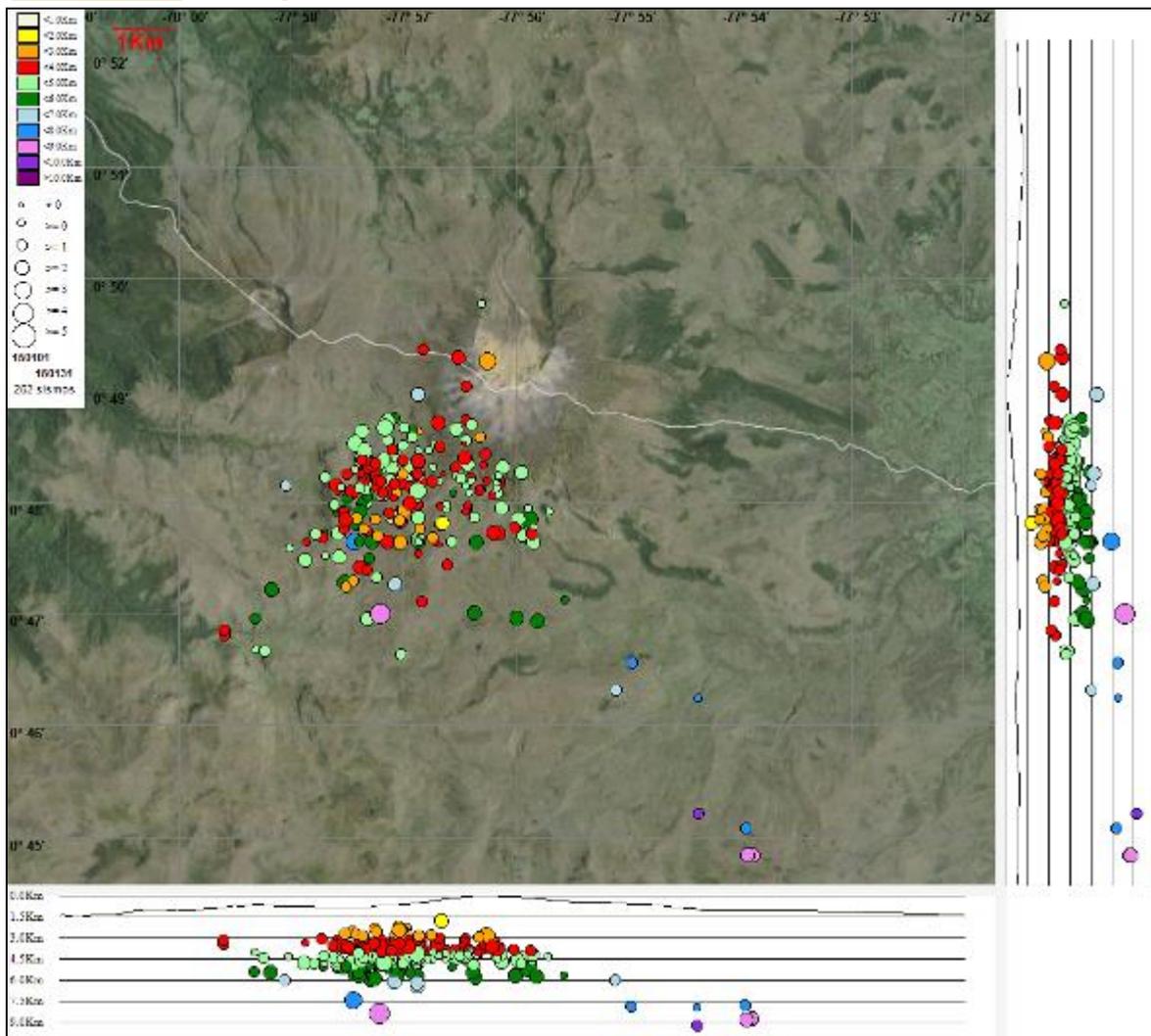


Figura 59. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo de Chiles y Cerro Negro, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 1,5 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

De la sismicidad registrada en este mes se tuvo reporte de 4 eventos como sentidos, principalmente por pobladores de los Resguardos Indígenas del Municipio de Cumbal (Chiles, Mayasquer, Panán y Cumbal) con magnitudes entre 2,8 y 4,8 en la escala de Richter. El sismo más energético se registró el día 24 de enero de 2015, a las 3:39 pm hora local.

Teniendo en cuenta la magnitud local presentada por los eventos localizados, se logró obtener un estimativo de la energía liberada, esta gráfica se representa en términos de la raíz cuadrada (Figura 60).

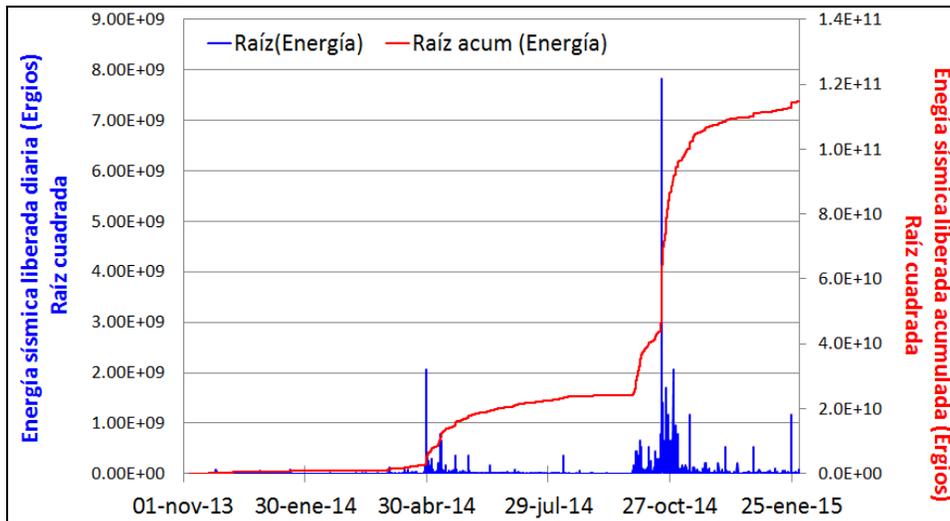


Figura 60. Energía diaria liberada calculada con la ML de los eventos volcánicos tipo VT ocurridos en Chiles – Cerro Negro entre el 1 de noviembre de 2013 y el 31 de enero de 2015. La ordenada se muestra en términos de la raíz cuadrada del valor de la energía en ergios.

3.4. DEFORMACIÓN

Con respecto al comportamiento de los inclinómetros instalados en Chiles-Cerro Negro nos permitimos informarles lo siguiente:

Las componentes Norte y Este del inclinómetro Chiles, muestran para los últimos tres meses un comportamiento relativamente estable (Figura 61).

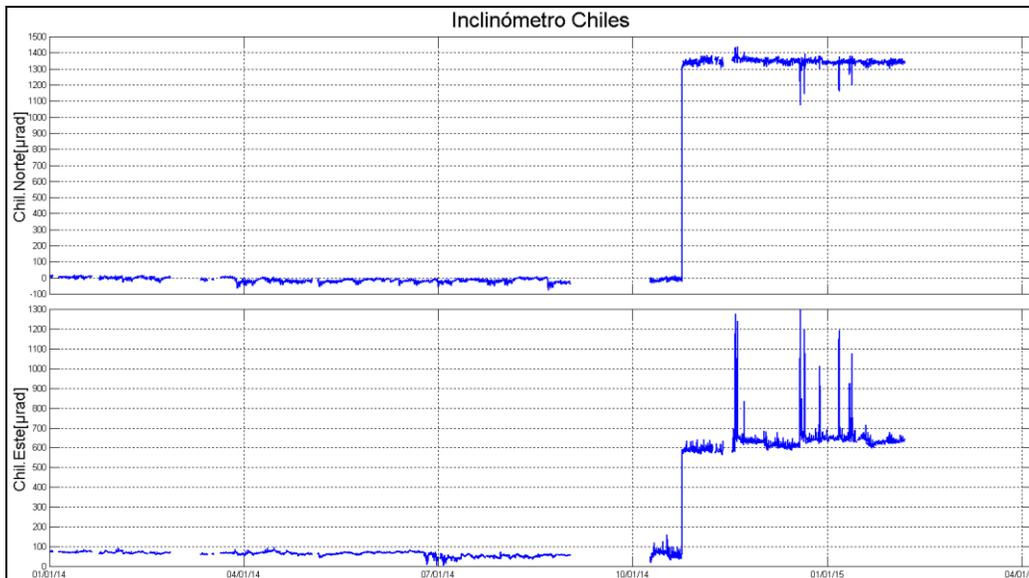


Figura 61. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Chiles, instalado en el volcán Chiles, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2015. El salto en la gráfica fue debido al sismo VT de magnitud 5,6 registrado el 20 de octubre de 2014.

La componente Este del Inclinómetro Cerro Negro – 2, instalado a finales de junio de 2014, continúa con el comportamiento ascendente registrado desde el 21 de agosto de 2014, acumulando hasta el 31 de enero de 2015 cerca de 480 μ rad. De otra parte, la componente Norte registra en los cuatro últimos meses un comportamiento relativamente estable (Figura 62).

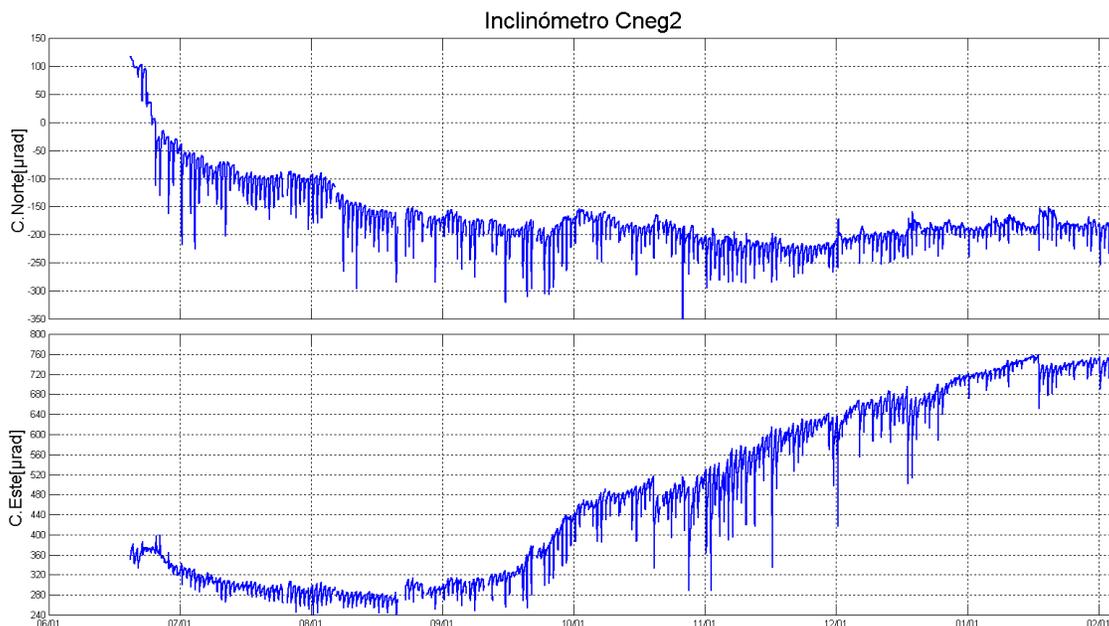


Figura 62. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Cerro Negro – 2, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre junio de 2014 y el 31 de enero de 2015.

3.5. GEOQUÍMICA

3.5.1 Muestreo de aguas en fuentes termales del Volcán Chiles.

Para el periodo evaluado no se realizó muestreo en las fuentes termales ubicadas en área de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro.

3.5.2. Registro de temperatura –Estación Térmica Chiles

La variación de temperatura en la FT Baño Grande del volcán Chiles, obtenida de la estación telemétrica ubicada en la fuente termal Baño Grande a partir de los datos diarios, con una tasa de muestreo cada 10 minutos se representan en la figura 63 y la tabla 17.

Tabla 17. Variación de temperatura en FT Baño Grande del volcán Chiles – Enero 2015.

VALOR	Temp (°C)	Fecha
Máximo	61	27/01/2015 12:39
Mínimo	34,3	04/01/2015 09:40
Promedio	47	-

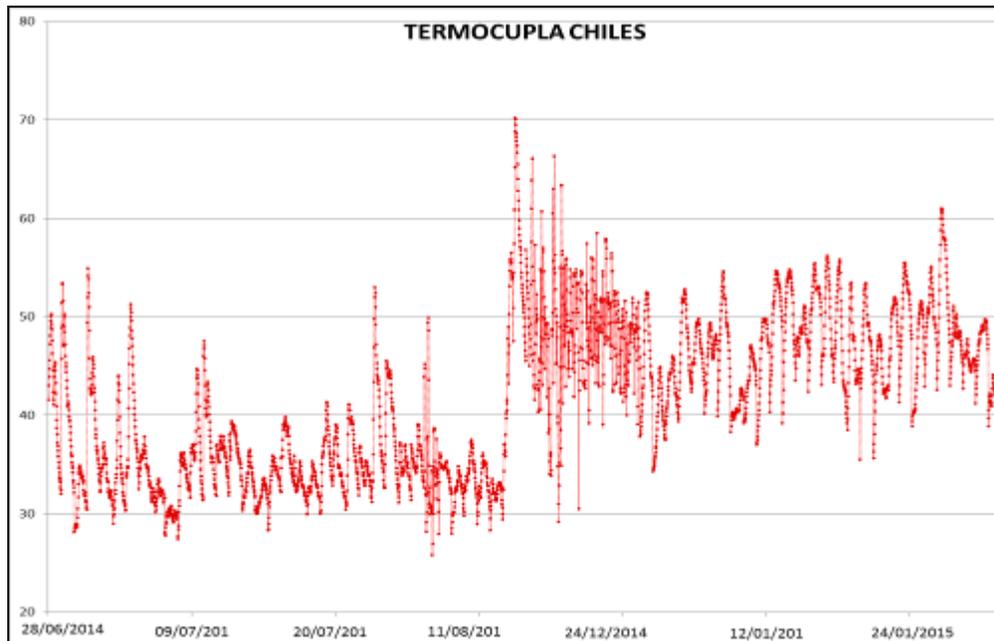


Figura 63. Variación de temperatura FT Baño Grande perteneciente a la zona de influencia del Volcán Chiles. Periodo comprendido entre el 28 de junio de 2014 y el 31 de enero de 2015.

3.6. ACTIVIDAD SUPERFICIAL

Durante el mes de enero de 2015 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del Complejo Volcánico Chiles – Cerro Negro.

3.7. CONCLUSIÓN

Aunque hasta el momento no se han observado cambios en las manifestaciones de actividad superficial, la actividad sísmica muestra que el sistema volcánico está lejos de retornar a un estado de equilibrio y es posible que vuelvan a suceder sismos de niveles energéticos importantes que sean sentidos por pobladores de la zona de influencia volcánica. Por tanto, se recomienda a las autoridades y comunidades mantener precaución, permanecer atentos a la información y a las recomendaciones dadas por las entidades oficiales.

La evaluación del proceso volcánico durante el mes de enero de 2015 permitió que la actividad en la región de los volcanes Chiles y Cerro Negro permaneciera en **NIVEL AMARILLO** ■ **(III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.

4.1 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN LAS ÁNIMAS

4.1.1. Ubicación Geográfica

El volcán Las Ánimas, que alcanza una altura de 4300 msnm, se encuentra situado al suroccidente Colombia en el departamento de Nariño en límites con el departamento del Cauca, más exactamente emplazado en el Macizo Colombiano a unos 11 Km al noreste del volcán Doña Juana y a 12 Km al suroeste del volcán Petacas. En su zona de influencia se ubican los municipios La Cruz, San Pablo, Las Mesas, La Unión, Colón, San Bernardo del Departamento de Nariño y Florencia, Bolívar y Santa Rosa en el Departamento del Cauca (Figura 65).

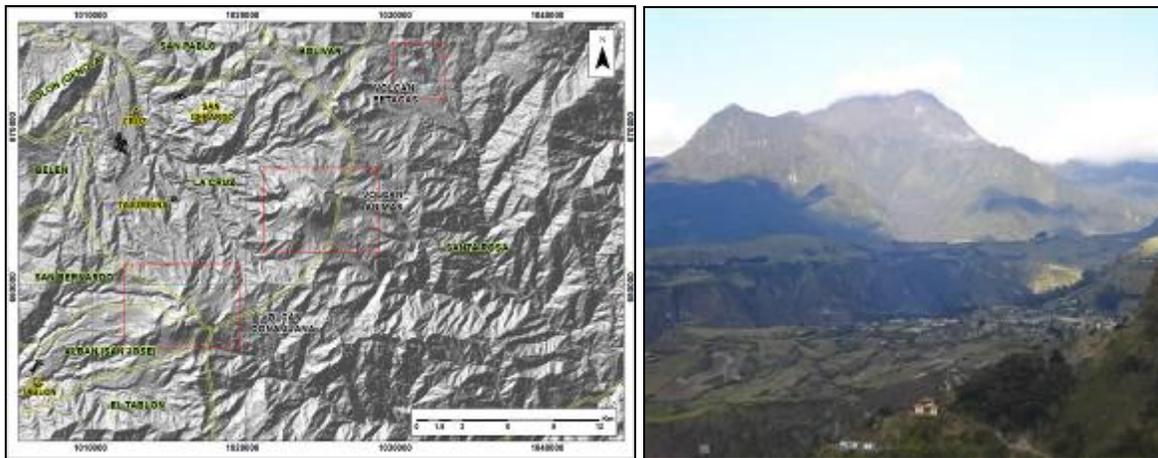


Figura 65. Localización del volcán Las Ánimas (izquierda) e imagen del costado occidental del volcán (derecha).

4.1.2. Red de vigilancia

La red de monitoreo del volcán Las Ánimas está conformada por tres estaciones sísmicas y dos inclinómetros electrónicos localizados en las zonas conocidas como Altamira, Petroglifo y El Troje sobre su costado occidental. Es de resaltar que la estación multiparámetro Altamira (sísmica y de deformación), se encuentra ubicada en los límites de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas.

En la Figura 66 se muestra la disposición de las estaciones para monitoreo de la actividad sísmica y de deformación cortical del volcán Las Ánimas. En la Tabla 18 se consignan sus características.

Tabla 18. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Las Ánimas en enero de 2015.

Estación	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al centro del volcán (Km)	Dirección respecto al centro del volcán	Altitud (msnm)
Altamira	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7,9	SW	3137
I. Altamira	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	7,9	SW	3137
Petroglifo	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	4,6	W	2905
I. Petroglifo	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	4,6	NW	2905
Troje	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	6,2	NW	2726

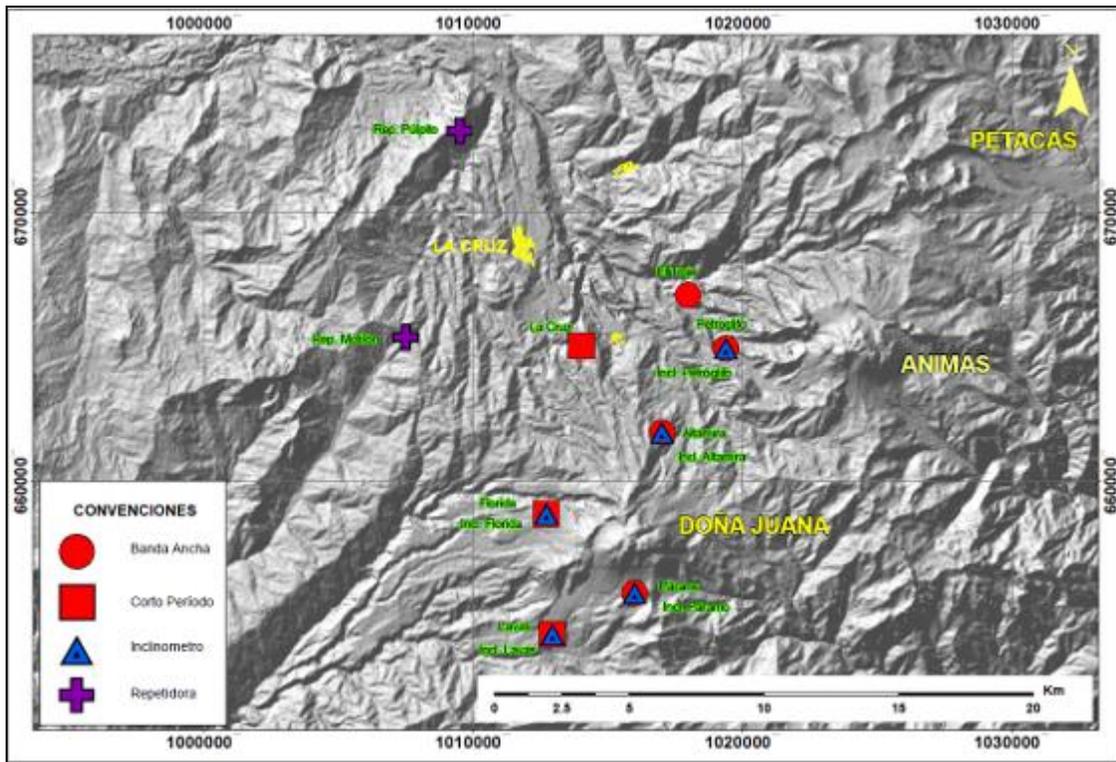


Figura 66. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante el mes de enero de 2015. En el mapa se distinguen también los volcanes Doña Juana y Petacas.

En el periodo evaluado, las estaciones de la red instalada para el monitoreo del volcán Las Ánimas tuvo un funcionamiento del 99% (Figura 67).



Figura 67. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante enero de 2015.

4.1.3. Sismología

Para el periodo evaluado en el volcán Las Ánimas se registraron dos eventos sísmicos tipo VT (Tabla 19), localizados, uno a 11 km al norte con magnitud local de 1,3 y profundidad 14 km respecto a la cima volcánica, el otro, se ubicó a 1 km al costado occidental del volcán, con magnitud de 0,5 y profundidad cercana a 10 km (Figura 68).

Tabla 19. Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Las Ánimas ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					
	VT	LPS	TRE	HYB	VOL	TOTAL
01-oct-14 a 31-oct-14	2	0	0	0	0	2
01-nov-14 a 30-nov-14	0	0	0	0	0	0
01-dic-14 a 31-dic-14	2	0	0	0	0	2
01-ene-15 a 31-ene-15	2	0	0	0	0	2

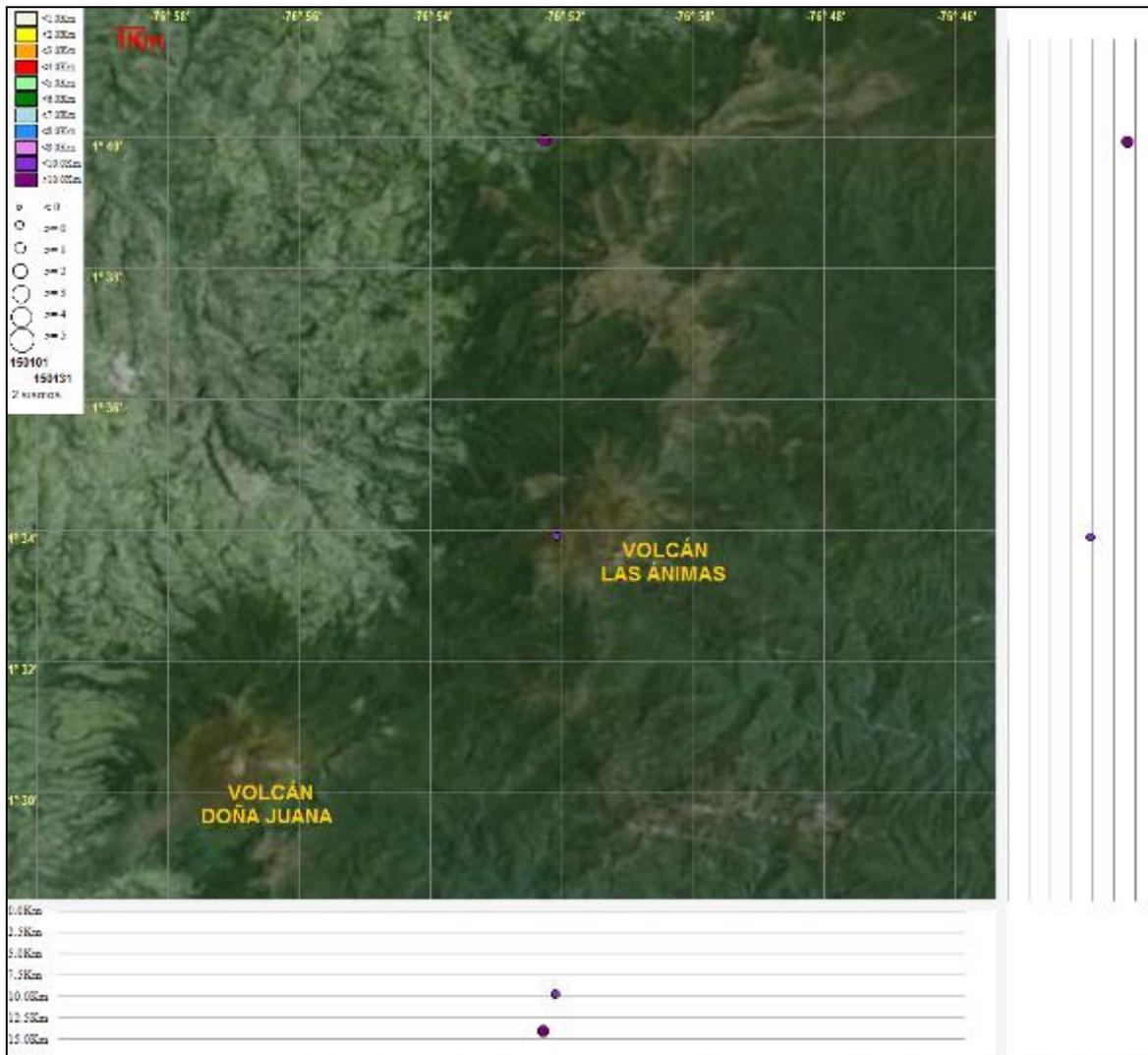


Figura 68. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo del volcán Las Ánimas, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2,5 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

4.1.4. Deformación

La componente del inclinómetro Altamira (ubicado a 4,6 km al oeste de Las Ánimas, 2905 m.s.n.m.) muestra desde mayo de 2014 un comportamiento ascendente, acumulando hasta el 31 de diciembre de 2015 una variación cercana a los 80 μrad , mientras que la componente Este muestra desde inicios de septiembre de 2014 un comportamiento descendente, acumulando hasta el 31 de enero de 2015 una variación de 75 μrad (Figura 69).

Para el inclinómetro Petroglifo (ubicado a 7,9 km al noroeste del volcán, 3137 m.s.n.m.) no se muestra la gráfica de comportamiento debido a que este presenta un comportamiento anómalo en sus componentes y por tanto es necesario una revisión del equipo.

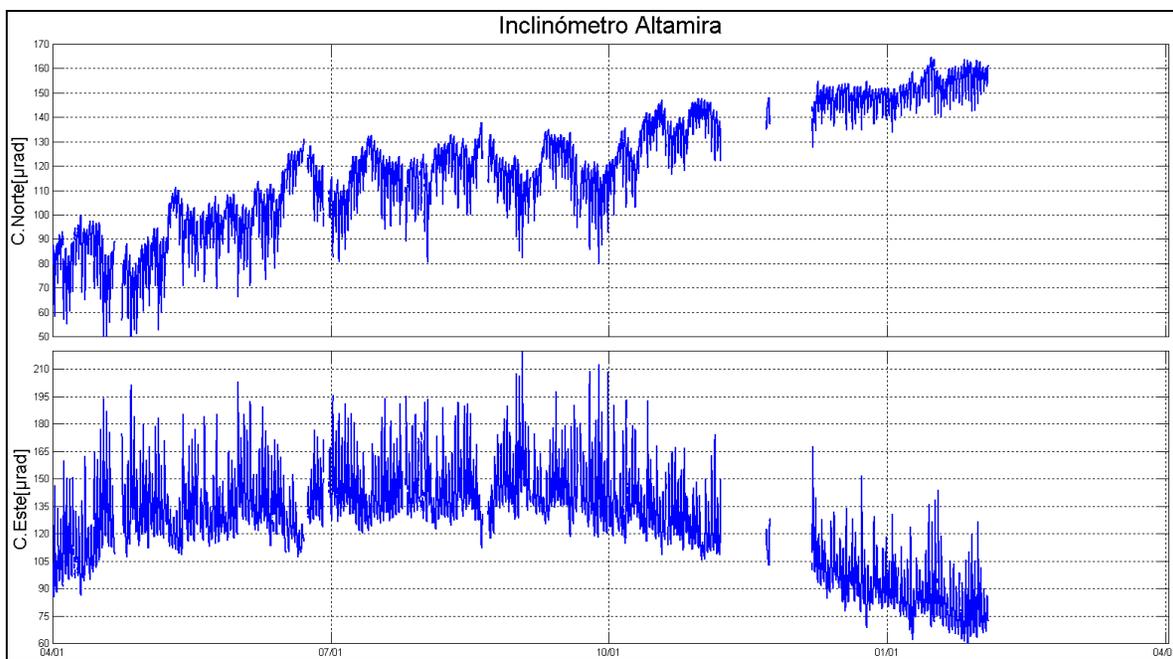


Figura 69. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Altamira, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

4.1.5. Actividad Superficial

Durante el mes de enero de 2015 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del volcán Las Ánimas.

4.1.6. Conclusión

Con base en la información disponible del mes de enero de 2015 el nivel del volcán permaneció en **NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”**.

Tabla 20. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Doña Juana en enero de 2015.

Estación	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia a los Domos (Km)	Dirección respecto a los Domos	Altitud (msnm)
Páramo	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	2,1	SE	3533
I. Páramo	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2,1	SE	3533
Florida	Digital	Sismómetro Corto Periodo	Triaxial	2,3	W	3140
I. Florida	Digital	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	2,3	W	3140
Lavas	Analógica	Sismómetro Corto Periodo	Triaxial	4,1	SW	3145
I. Lavas	Analógica	Inclinómetro Electrónico	Biaxial	4,1	SW	3145
La Cruz	Digital	Sismómetro Corto Periodo	Uniaxial	7,5	NNW	2761

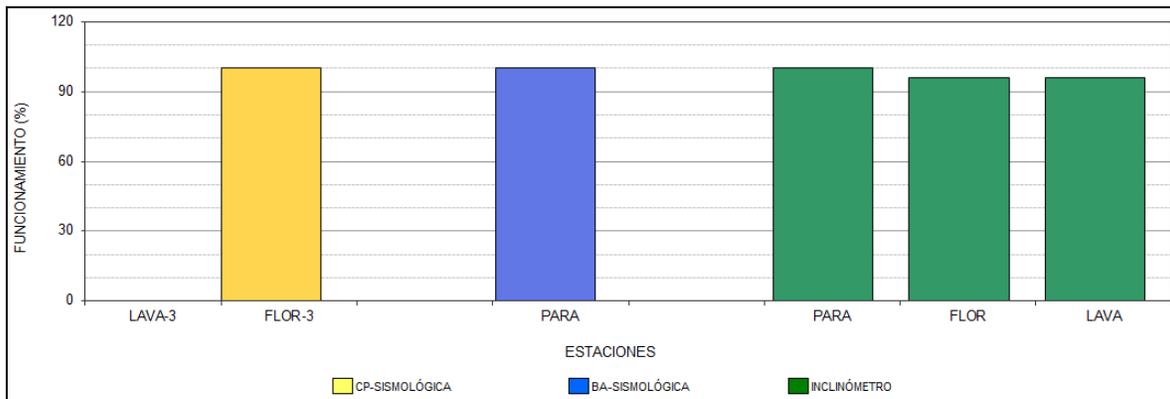


Figura 71. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Doña Juana durante el mes de enero de 2015.

4.2.2. Sismología

Para el periodo evaluado, en el volcán Doña Juana no se tuvo registro de actividad sísmica.

4.2.3. Deformación

El inclinómetro Lavas (ubicado a 4 km., al sur-oeste de los domos, 3145 m.s.n.m.), continúa registrando un comportamiento ascendente en sus componentes Norte y Este, acumulando entre el 1 de septiembre de 2014 y el 31 de enero de 2015 una variación cercana a los 230 y 240 μrad respectivamente (Figura 72).

Las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Florida (ubicado a 2.3 km., al Oeste de los domos del volcán Doña Juana, 3154 msnm) muestran un comportamiento ascendente, acumulando entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015 una variación cercana a los 100 μrad y 170 μrad (Figura 73).

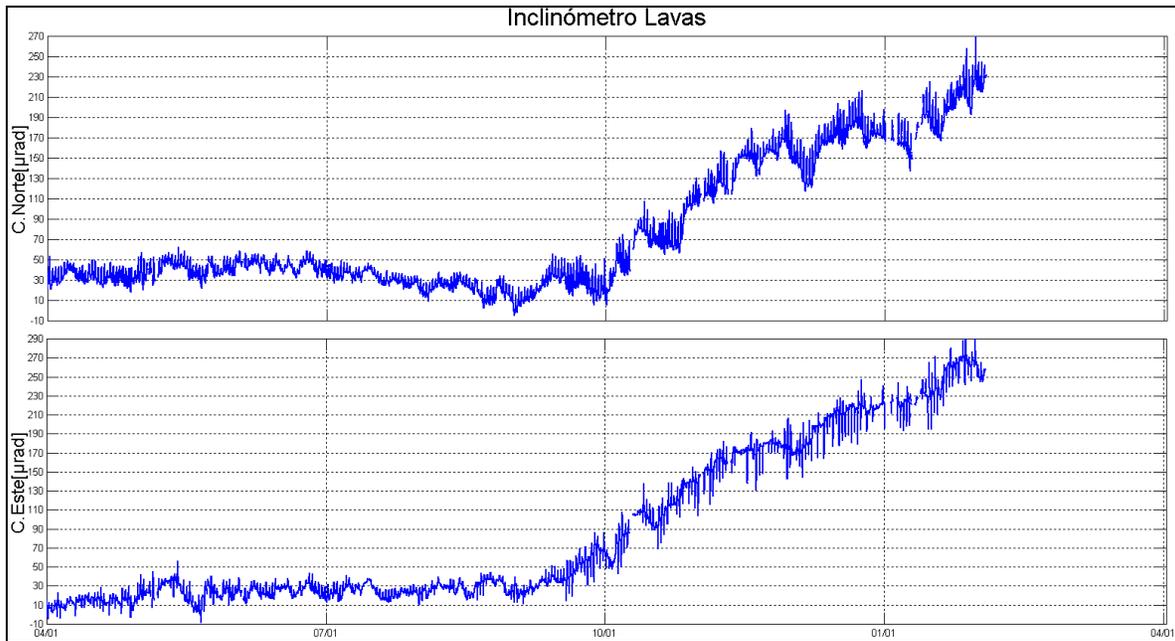


Figura 72. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Lavas instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

El del inclinómetro Páramo (ubicado a 2,1 km., al sur-este de los domos, 3533 m.s.n.m.), muestra un comportamiento estable en sus dos componentes (Figura 74).

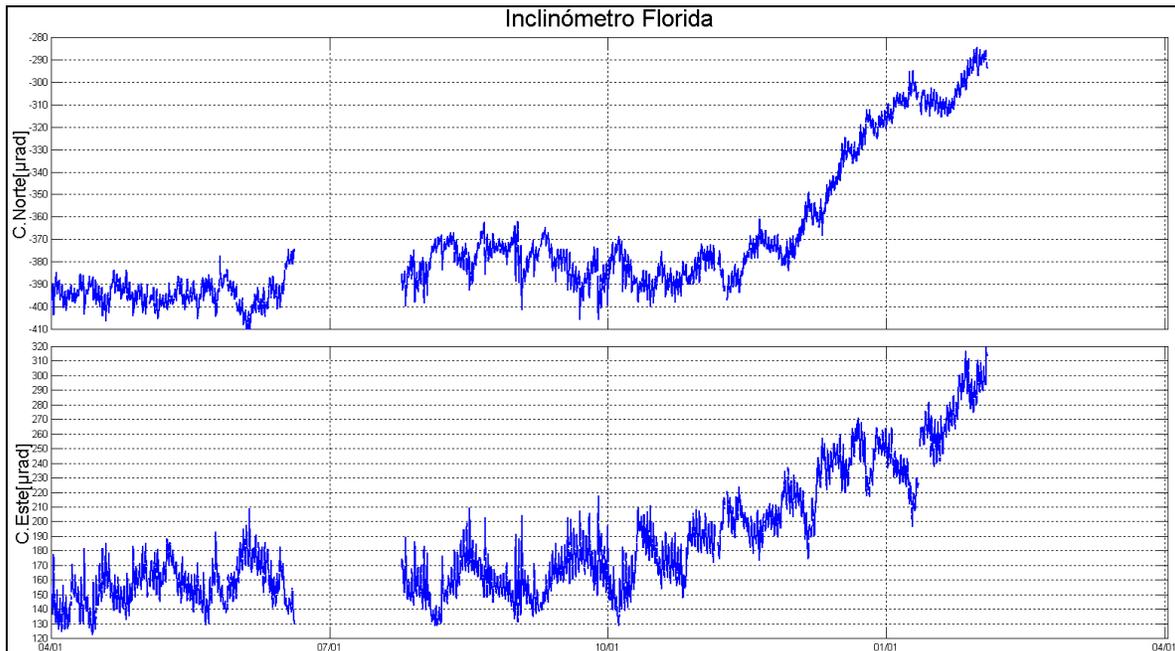


Figura 73. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Florida, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

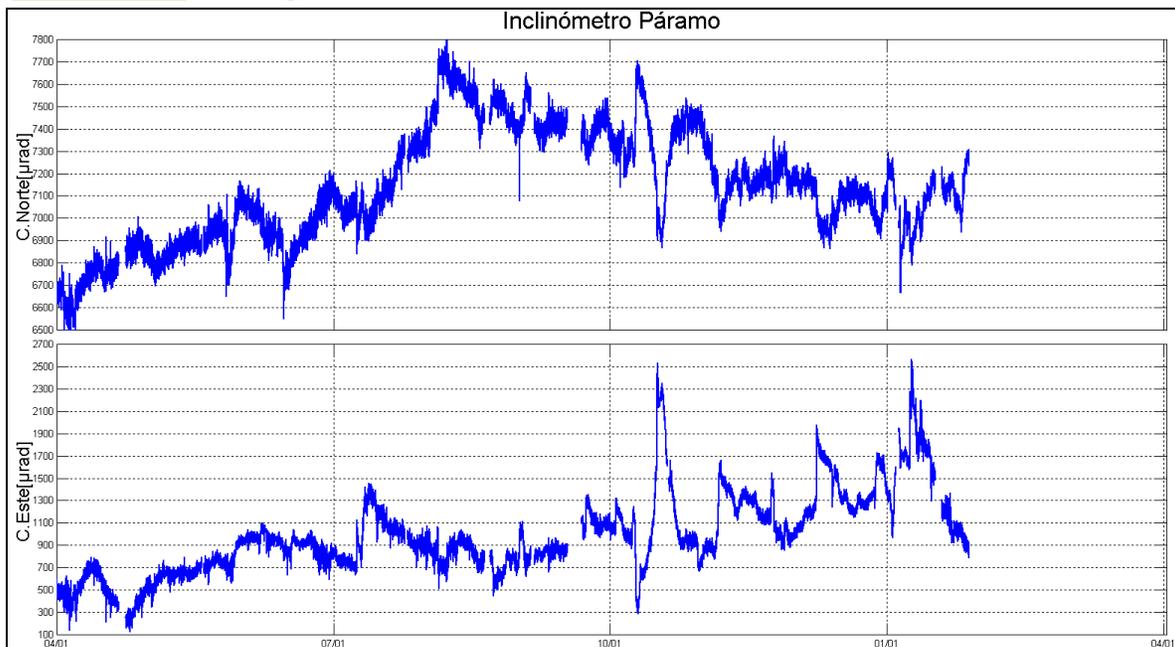


Figura 74. Componentes de inclinación Norte y Este del inclinómetro Páramo, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

4.2.4. Actividad Superficial

Durante el mes de enero de 2015 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del volcán Doña Juana.

4.2.5. Conclusión

La evaluación de los parámetros monitoreados durante el mes de enero de 2015, permiten mantener el **NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”**.

4.3. ACTIVIDAD DEL VOLCÁN AZUFRAL

4.3.1. Red de vigilancia

En la Figura 75 se muestra la distribución de las estaciones instaladas para el monitoreo de la actividad sísmica y de deformación cortical del volcán Azufral, las cuales son: La Roca, Chaitán, Laguna, Ventana y Lobo, las dos primeras cuentan con sensores sísmicos e inclinómetros electrónicos y Laguna con un sensor sísmico y una cámara web para el seguimiento de la actividad superficial. En la Tabla 21 están sus características. Adicionalmente se cuenta con una estación climatológica cerca a la estación La Roca, que consta de un anemómetro para medida de velocidad y dirección del viento, un sensor de temperatura, un sensor de humedad relativa, un pluviómetro, un sensor de presión atmosférica y uno para medidas de radiación solar. A partir del 14 de mayo se instaló un sensor de Temperatura en una de las fumarolas del domo Mallama hacia el nororiente de la Laguna craterica.

Adicionalmente, con el fin de monitorear cambios en la superficie del edificio volcánico de Azufral se tiene instalada una red de Medición Electrónica de Distancia (EDM), compuesta por 4 bases y 12 prismas reflectores (Figura 76).

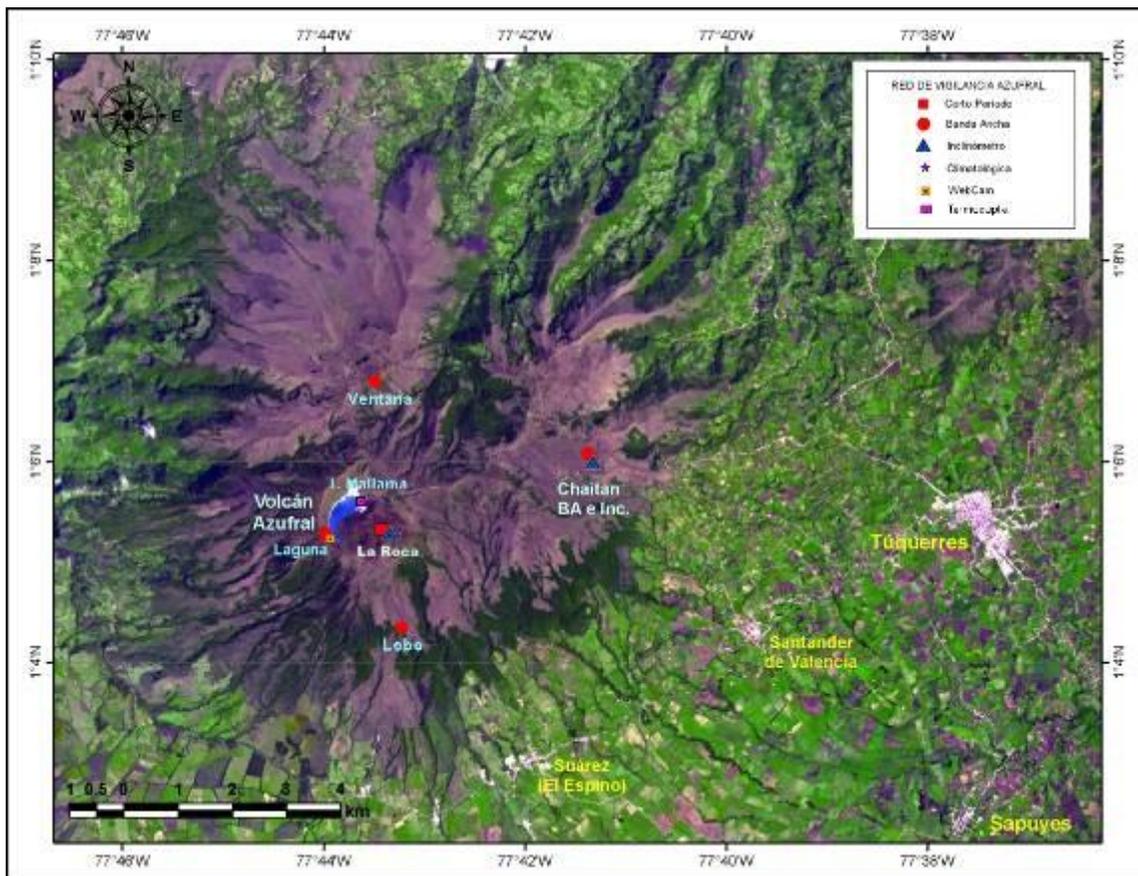


Figura 75. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante el mes de enero de 2015.

Tabla 21. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Azufral durante enero de 2015.

Estación	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia a la Laguna (Km)	Ubicación Respecto a la Laguna	Altitud (msnm)
La Roca	Analógica	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	1.2	E	4025
Chaitán	Digital	Sismómetro de Banda Ancha	Triaxial	4.3	ENE	3730
Laguna	Digital	Sismómetro de Banda Ancha	Triaxial	0.5	SW	3921
Lobo	Digital	Sismómetro de Banda Ancha	Triaxial	2.4	SE	3569
Ventana	Digital	Sismómetro de Banda Ancha	Triaxial	2.5	NE	3981
La Roca	Digital	Inclinómetro electrónico	Biaxial	1.2	E	4025
Chaitán	Digital	Inclinómetro electrónico	Biaxial	4.3	ENE	3730
Mallama	Digital	Termocupla		0.5	NE	3805

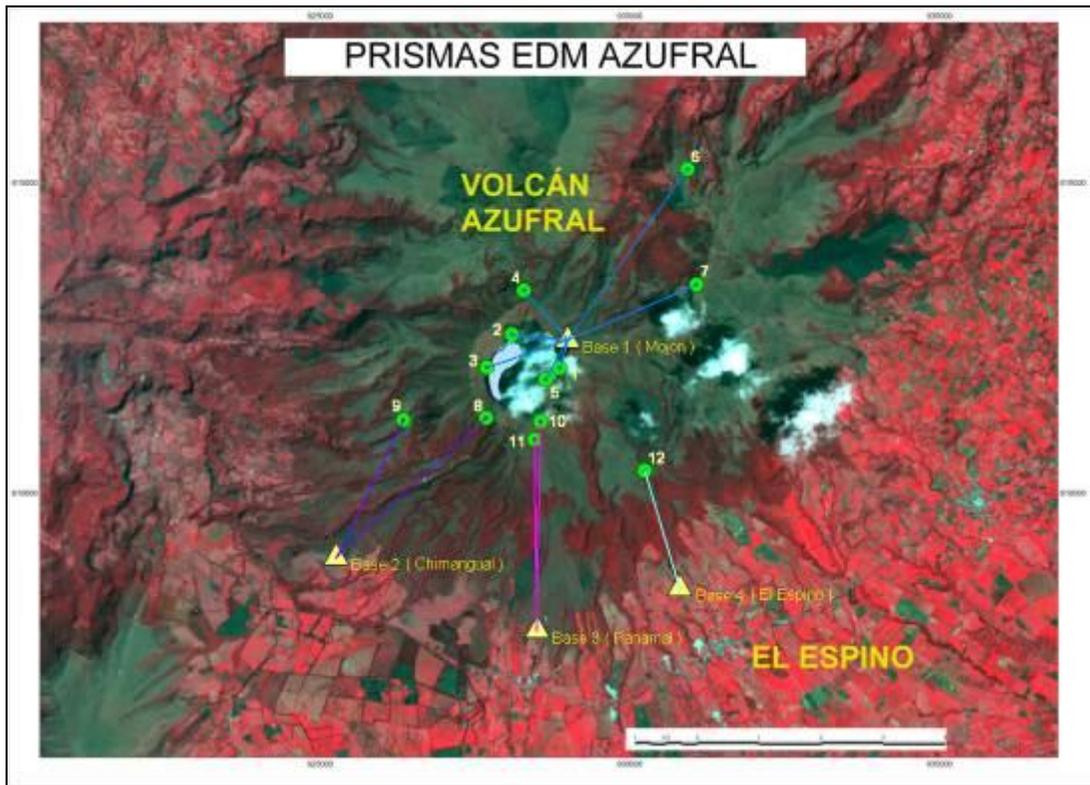


Figura 76. Localización de los puntos materializados para mediciones EDM en el volcán Azufral. Los triángulos de color amarillo indican la ubicación de las Base 1, 2, 3 y 4, los círculos de color verde indican la ubicación de los prismas reflectores.

En general, la red de monitoreo del volcán Azufral alcanzó en promedio un porcentaje de operación del 82,% para este mes (Figura 77).

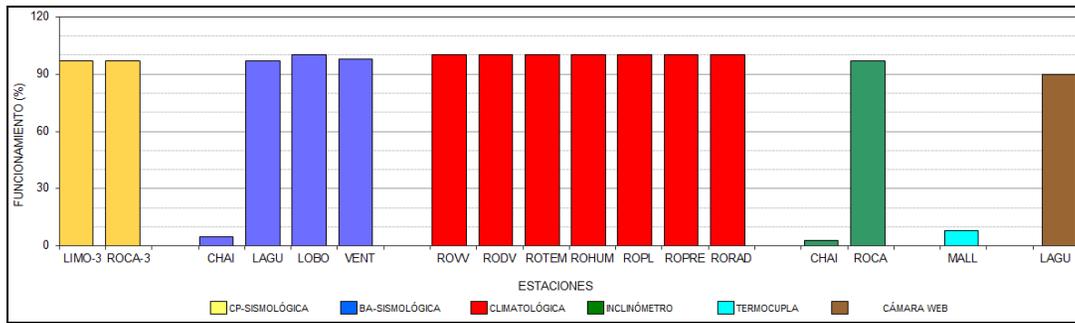


Figura 77. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante el mes de enero de 2015.

4.3.2. Sismología

Dentro de niveles bajos, la ocurrencia sísmica del volcán en enero de 2015 permaneció constante en comparación a la registrada en diciembre de 2014, con un total de 9 eventos sísmicos tipo VT (Tabla 22, Figura 78), de los cuales fueron localizados siete, cuatro de ellos se ubicaron a menos de 0,5 km hacia el costado occidental de la Laguna Verde (Laguna cratérica del volcán Azufral) y a menos de 3 km de profundidad respecto a la cima volcánica. Los otros tres eventos se ubicaron hacia el norte y nororiente del volcán a distancias menores a los 8,5 km y profundidades de hasta 10 km. Los valores de magnitud local fluctuaron entre 0,6 y 1,7 en la escala de Richter (Figura 79).

Tabla 22. Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Azufral ocurridos entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015. Se resalta en verde el último mes objeto de evaluación.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-oct-14 a 31-oct-14	7	0	0	0	7
01-nov-14 a 30-nov-14	14	0	0	0	14
01-dic-14 a 31-dic-14	8	0	0	0	8
01-ene-15 a 31-ene-15	9	0	0	0	9

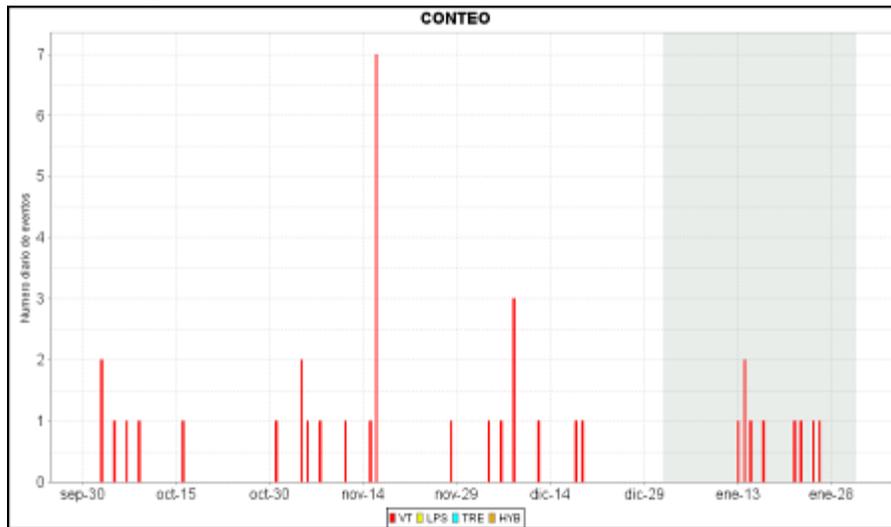


Figura 78. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Azufral entre el 1 de octubre de 2014 y el 31 de enero de 2015.

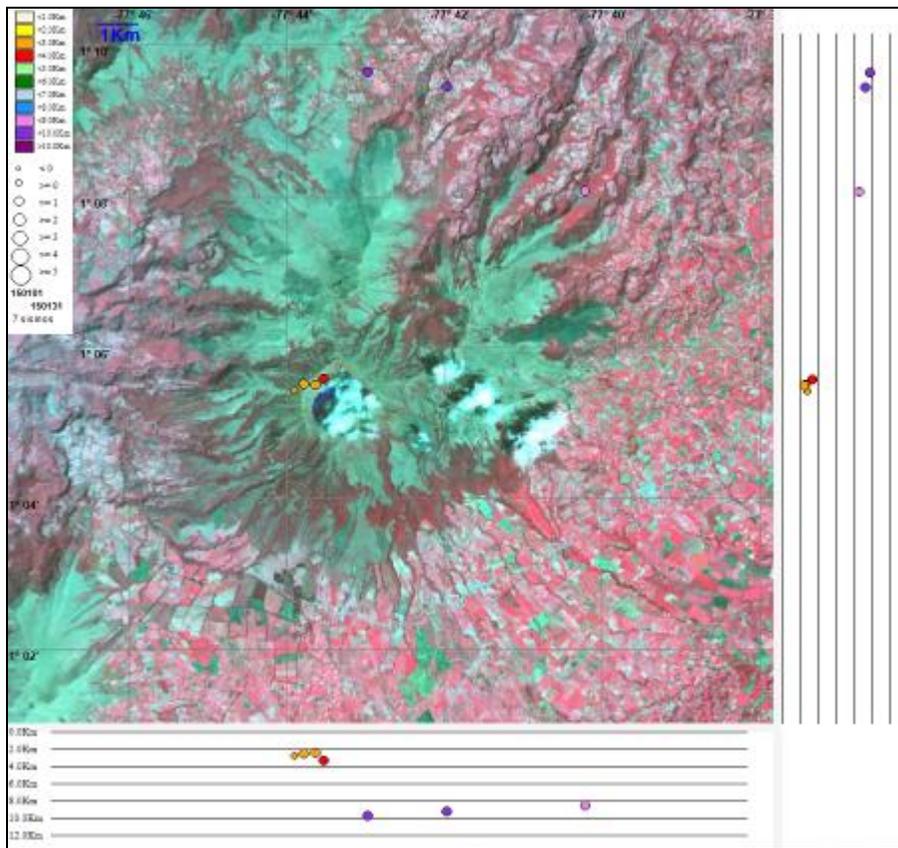


Figura 79. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo del volcán Azufral, en el mes de enero de 2015, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

4.3.3. Deformación

4.3.3.1. Inclínometría Electrónica

Por su parte, las componentes Norte y este del inclinómetro La Roca (ubicado a 1,2 km., al este de la laguna cratérica, 4025 msnm) muestran estabilidad (Figura 80).

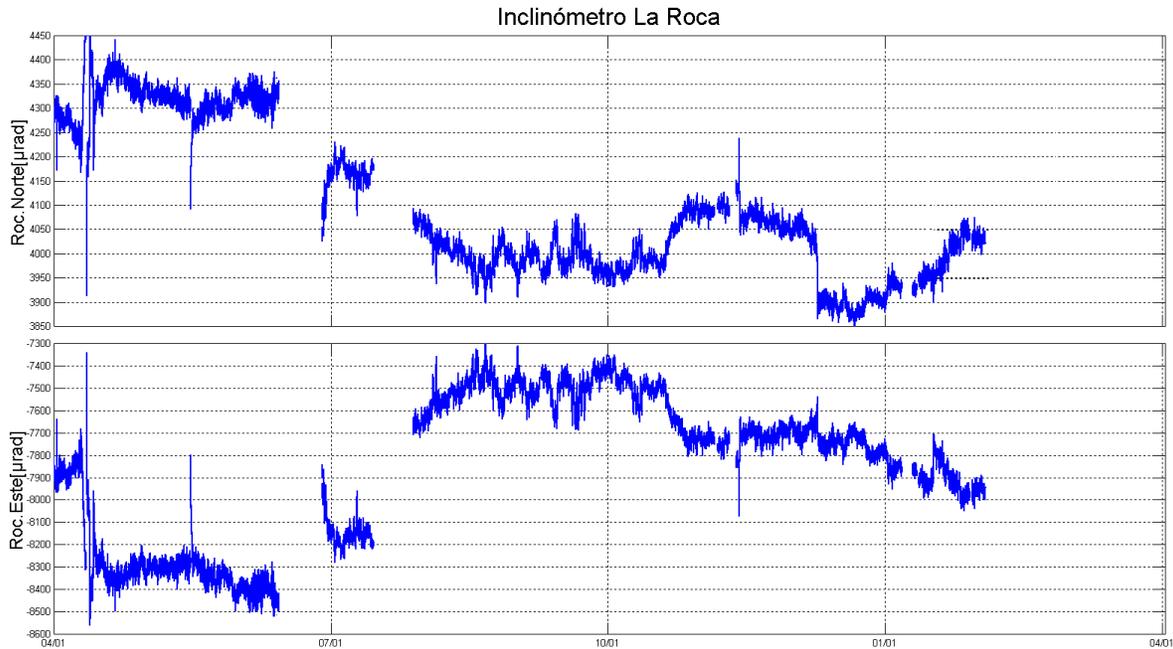


Figura 80. Componentes de inclinación Radial y Tangencial del inclinómetro La Roca instalado en el volcán Azufra para el periodo comprendido entre el 1 de abril de 2014 y el 31 de enero de 2015.

El inclinómetro Chaitán (ubicado a 4,3 km al este-noreste de la laguna cratérica, 3730 m.s.n.m.), se encuentra fuera de funcionamiento desde el pasado 8 de diciembre de 2014.

4.3.3.2. Medición Electrónica de Distancias - E.D.M.

En enero de 2015 no se realizaron medidas de EDM.

4.3.4. Geoquímica

En este periodo no se realizó muestreo de aguas en la Laguna ni se realizó muestreo de temperaturas en el domo Mallama del volcán Azufra.

4.3.5. Actividad Superficial

Condiciones de clima favorables durante la mitad del mes, permitieron a través de la cámara instalada en el costado suroccidental del volcán, observar emisiones de gases de color blanco de

baja altura provenientes principalmente del domo Mallama ubicado al nororiente de la Laguna Verde (Figuras 81).



Figura 81. Imagen de la Laguna Verde, laguna cratérica del volcán Azufral, registrada el día 22 de enero a las 6:03 p.m., mediante la cámara instalada en el costado sur. En la fotografía se observan las zonas de emisión de gas, desde el Domo Mallama.

4.3.6. Conclusión

- La evaluación de la actividad volcánica de Azufral durante enero de 2015 permitió establecer el **NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”**.