



***INFORME MENSUAL DE ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES
GALERAS, CHILES – CERRO NEGRO, CUMBAL,
LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL
JUNIO 2017***

San Juan de Pasto, Julio de 2017



***INFORME MENSUAL DE ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES
GALERAS, CHILES – CERRO NEGRO, CUMBAL,
LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL
JUNIO 2017***

Por:

GRUPO DE TRABAJO OBSERVATORIO PASTO

San Juan de Pasto, julio de 2017

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	17
1.2 SISMOLOGÍA	23
1.3.1 Inclinometría Electrónica	29
1.3.2. Estaciones GNSS Permanentes	33
1.3.3. Medición Electrónica de Distancias - EDM	39
1.4 ELECTROMAGNETISMO	39
1.5 GEOQUÍMICA	42
1.5.1 MUESTREO DE GASES DE ORIGEN VOLCÁNICO EN VOLCÁN GALERAS.....	42
1.5.1.1 Emisión del flujo de dióxido de azufre (SO₂) a la atmósfera - Estaciones SCANDOAS	42
1.6 Actividad superficial	44
1.7 CONCLUSIONES	47
2 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN CUMBAL – JUNIO DE 2017	48
2.1 RED DE VIGILANCIA	48
2.2 SISMOLOGÍA	50
2.3 DEFORMACIÓN	53
2.4 GEOQUÍMICA	55
2.5 ACTIVIDAD SUPERFICIAL	55
2.6 CONCLUSIONES	58
3. ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES CHILES Y CERRO NEGRO JUNIO DE 2017	59
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	59
3.2 RED DE VIGILANCIA	59
3.3. SISMOLOGÍA	61
3.4. DEFORMACIÓN	65
3.5 GEOQUÍMICA	66
3.6 ACTIVIDAD SUPERFICIAL	67
3.7 CONCLUSIONES	67
4 ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL – JUNIO DE 2017	68
4.1 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN LAS ÁNIMAS	69
4.1.1 Ubicación Geográfica	69
4.1.2 Red de vigilancia	69

4.1.3 Sismología	71
4.1.4 Deformación	72
4.1.4.1. Inclinometría Electrónica	72
4.1.4.2. Estaciones GNSS Permanentes	73
4.1.5 Geoquímica	74
4.1.6 Actividad Superficial	74
4.1.7 Conclusiones	74
4.2 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DOÑA JUANA	75
4.2.1 Red de Vigilancia	75
4.2.2 Deformación.	76
4.2.2.1. Inclinometría Electrónica	76
4.2.2.2. Estaciones GNSS Permanentes	78
4.2.3 Geoquímica	79
4.2.5 Actividad Superficial	79
4.2.6 Conclusiones	79
4.3 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN AZUFRAL	80
4.3.1 Red de vigilancia	80
4.3.2 Sismología	82
4.3.3 Deformación	83
4.3.3.1. Inclinometría Electrónica	83
4.3.3.2. Estaciones GNSS Permanentes	85
4.3.3.3. Medicion electrónica de Distancias –EDM.....	86
4.3.4 Electromagnetismo	87
4.3.5 Geoquímica	87
4.3.5.1 Muestreo de temperatura en aguas y gases – Volcán Azufral	87
4.3.6 Actividad Superficial	92
4.3.7 Conclusiones	95

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización de las estaciones sísmicas y sensores de infrasonido que conformaron la red de vigilancia de Galeras en junio de 2017.	19
Figura 2. Localización de las estaciones para el seguimiento de la deformación (inclinómetros, EDM y GNSS) que conformaron la red de vigilancia de Galeras en junio de 2017.	20
Figura 3. Localización de las estaciones de campo magnético y eléctrico, Trampa Alcalina, ScanDOAS y fuentes termales que conformaron la red de vigilancia de Galeras en junio de 2017.	22
Figura 4. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras en junio de 2017.	23
Figura 5. Relación porcentual de ocurrencia sísmica por tipo de sismos en el volcán Galeras, entre los meses de marzo y junio de 2017.	24
Figura 6. Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. La región sombreada corresponde al mes de junio de 2017.	24
Figura 7. 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).	25
Figura 8. Energía sísmica diaria liberada por los eventos volcánicos según su tipo (en términos de su raíz cuadrada), registrados entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.	26
Figura 9. Comparación porcentual de la energía liberada por tipo de evento para junio de 2017 (barras de la derecha) respecto a mayo de 2017 (barras de la izquierda).	26
Figura 10. Relación porcentual mensual de la energía sísmica liberada para cada tipo de sismos entre los meses de marzo y junio de 2017.	27
Figura 11. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 30 de junio de 2017. 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)	28
Figura 12. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cráter, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.	29
Figura 13. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Cóndor, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2012 y el 30 de junio de 2017.	29
Figura 14. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Huairatola, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.	30

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

Figura 15. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cobanegra, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017..... 31

Figura 16. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Arlés, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017..... 31

Figura 17. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Calabozo, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017..... 32

Figura 18. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Peladitos, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero 2010 y el 30 de junio de 2017. 33

Figura 19. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Barranco instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 26 de octubre de 2011 y el 9 de junio de 2017. 34

Figura 20. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cráter instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 4 de agosto de 2011 y el 9 de junio de 2017..... 34

Figura 21. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS San Cayetano instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de noviembre de 2012 y el 9 de junio de 2017. 35

Figura 22. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Chiguaco instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 7 de mayo de 2014 y el 9 de junio de 2017..... 35

Figura 23. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Ingenio instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 16 de mayo de 2014 y el 9 de junio de 2017..... 36

Figura 24. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cóndor instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017. 36

Figura 25. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cóndor instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017. 37

Figura 26. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cóndor instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017. 37

Figura 27. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS CONP (Cóndor Pasto) instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 4 de abril y el 9 de junio de 2017. 38

Figura 28. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cobanegra instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 26 de abril y el 9 de junio de 2017. 38

Figura 29. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Quill instalada en el aeropuerto Antonio Nariño, en el Municipio de Chachagui, Departamento de Nariño, para el periodo comprendido entre el 2 de marzo de 2010 y el 9 de junio de 2017..... 39

Figura 30. Campo magnético total (F), registrado en las estación de Frailejón (arriba) y la estación Cráter (abajo), perteneciente a la red de monitoreo del volcán Galeras, entre los meses de marzo y junio de 2017. La zona sombreada corresponde al mes evaluado, junio de 2017. La escala de medición está dada en nano Teslas (nT)..... 40

Figura 31. Campo magnético total (F), registrado en las estaciones de Kourou (Fucsia) y Frailejón (Negro), para el mes de junio de 2017, donde se resalta la correspondencia en la ocurrencia de las tormentas magnéticas. La escala de medición para las dos series de tiempo está dada en nano Teslas (nT)..... 41

Figura 32. Campo magnético total (F), registrado en las estaciones de Kourou (Fucsia) y Cráter (Negro), para el mes de junio de 2017, donde se resalta la correspondencia en la ocurrencia de las tormentas magnéticas. La escala de medición para las dos series de tiempo está dada en nano Teslas (nT). 41

Figura 33. Variaciones de la componente horizontal del campo eléctrico en la estación Frailejón, perteneciente a la red de monitoreo del volcán Galeras, para el periodo comprendido entre marzo y junio de 2017. La escala de medición del campo eléctrico está en mV 42

Figura 34. Resultante horizontal del campo eléctrico para las estación Frailejón (Negro), en comparación con el comportamiento del régimen de lluvias (estación geónica en azul), en la zona de estudio, para el periodo comprendido entre los meses de marzo y junio de 2017..... 42

Figura 35. Flujo de dióxido de azufre (SO₂) Volcán Galeras –junio de 2017. 43

Figura 36. Flujo de dióxido de azufre (SO₂), velocidad y dirección del viento – junio de 2017. 43

Figura 37. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco el 6 de Junio de 2017 (izquierda) y el 7 de junio de 2017 (derecha). 44

Figura 38. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Bruma el 8 de Junio de 2017 a las 8:22 a.m. (izquierda) y el 9 de junio de 2017 a las 2:57 p.m. (derecha). 45

Figura 39. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Bruma el 10 de Junio de 2017 a las 5:08 a.m. (izquierda) y el 11 de junio de 2017 a las 6:09 p.m. (derecha). 45

Figura 40. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde las cámaras ubicadas en el sector de Bruma (izquierda), el 13 de junio de 2017 y Barranco (Derecha) el 14 de junio de 2017 en horas de la tarde. 45

Figura 41. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 16 de Junio de 2017 a las 5:16 p.m. (izquierda) y el 17 de junio de 2017 a las 6:08 a.m. (derecha). 46

Figura 42. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 20 de Junio de 2017 a las 7:10 a.m. (izquierda) y el 23 de junio de 2017 a las 8:57 a.m. (derecha). 46

Figura 43. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 24 de Junio de 2017 a las 6:12 a.m. (izquierda) y el 26 de junio de 2017 a las 6:14 a.m. (derecha).....	47
Figura 44. Mapa de localización de las estaciones telemétricas y no telemétricas que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal durante el mes de junio de 2017.	48
Figura 45. Mapa de localización de las estaciones de deformación volcánica, inclinómetros electrónicos que conformaron la red de vigilancia del Complejo Volcánico de Cumbal durante el mes de junio de 2017.....	49
Figura 46. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal en junio de 2017.....	49
Figura 47. Ocurrencia diaria de sismos por tipo de evento en el CVC, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. El recuadro gris resalta el periodo evaluado en este informe.	51
Figura 48. Relación porcentual de ocurrencia sísmica mensual por tipo de evento en el volcán Cumbal entre marzo y junio de 2017. En la Figura el valor de los porcentajes se aproxima a valores enteros.....	51
Figura 49. Sismogramas y espectros en frecuencia del evento TOR, registrado el 1 de junio de 2017 a las 8:32 p.m., el evento tuvo una duración de 137 segundos en la estación sísmica La Mesa.....	52
Figura 50. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 30 de junio de 2017. 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 4760 msnm)	53
Figura 51. Componentes de inclinación Norte y Este (μ rad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico La Mesa, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2013 y el 30 de junio de 2017.	54
Figura 52. Componentes de inclinación Norte y Este (μ rad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Limones, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2013 y el 30 de junio de 2017.	54
Figura 53. Componentes de inclinación Norte y Este (μ rad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Punta Vieja, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.	55
Figura 54. Imagen de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal (sector El Verde), el 6 de junio de 2017 a las 7:27 a.m., capturada desde la cámara ubicada en el casco urbano de Cumbal.....	56
Figura 55. Imágenes de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal presentada el 9 de junio de 2017 a las 6:36 p.m. (izquierda) y el 10 de Junio de 2017 a las 6:36 a.m. (derecha), capturadas por la cámara ubicada en el municipio de Cumbal.....	56
Figura 56. Imágenes de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal presentada el 13 y 18 de junio de 2017, capturadas desde la cámara ubicada en el municipio de Cumbal.	57

Figura 57. Imagen de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal (sector El Verde), el 19 de junio de 2017 a las 6:23 a.m., capturada desde la cámara ubicada en el casco urbano de Cumbal.....	57
Figura 58. Imagen satelital térmica (nocturna) de la zona del Complejo Volcánico Cumbal el junio 28 de 2017 a las 10:36 p.m.	57
Figura 59. Localización de los volcanes Chiles y Cerro Negro (izquierda) e imágenes de los mismos (derecha).....	59
Figura 60. Estaciones telemétrica y no telemétricas que conformaron la red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro en el mes de junio de 2017.....	60
Figura 61. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro en junio de 2017.....	61
Figura 62. Enjambre de sismos VT, ocurridos en la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro entre el 25 y 26 de junio de 2017.....	62
Figura 63. Número diario de sismos VT, ocurridos en la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro entre los meses de marzo y junio de 2017.	63
Figura 64. 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 junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 3 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.	64
Figura 65. Raíz de la Energía diaria liberada expresada en Ergios, calculada con la ML de los eventos volcánicos tipo VT ocurridos en Chiles – Cerro Negro entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.	65
Figura 66. Componentes de inclinación Norte y Este (μ rad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Chiles, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 30 de junio de 2017.....	66
Figura 67. Componentes de inclinación Norte y Este (μ rad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cerro Negro, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 30 de junio de 2017.	66
Figura 68. 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.	68
Figura 69. Localización del volcán Las Ánimas (izquierda) e imagen del costado occidental del volcán (derecha).....	69
Figura 70. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante el mes de junio de 2017. Adicionalmente se cuenta con una red de muestreo de aguas en fuentes termales y fuentes frías, resaltadas con rombos.....	70
Figura 71. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas en junio de 2017.....	71
Figura 72. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, en el mes de junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea	

representa 3,0 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad..... 72

Figura 73. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Altamira, instalado en el límite entre los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017. .. 73

Figura 74. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS Pradera instalada sobre la superficie del volcán Las Ánimas, para el periodo comprendido entre el 16 de diciembre de 2015 y el 9 de junio de 2017. 74

Figura 75. Localización de las estaciones que conforman la red de monitoreo de los volcanes Doña Juana y Las Animas. 75

Figura 76. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Doña Juana durante junio de 2017. 76

Figura 77. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Lavas, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 28 de mayo de 2013 y el 30 de junio de 2017. 77

Figura 78. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Páramo, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. 77

Figura 79. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS La Palma instalada sobre la superficie del volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 27 de febrero de 2016 y el 9 de junio de 2017 78

Figura 80. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo sísmico y geoquímico del volcán Azufral durante el mes de junio de 2017..... 80

Figura 81. Mapa de localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo en deformación y cámara web del volcán Azufral en el mes de junio de 2017. 81

Figura 82. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante junio de 2017. (Cambiar la imagen) 81

Figura 83. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Azufral entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. 82

Figura 84. 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 junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 3,0 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad. 83

Figura 85. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro La Roca, instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 1 de julio de 2015 y el 30 de junio de 2017. 84

Figura 86. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro Chaitán, instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2016 y el 30 de junio de 2017. 84

Figura 87. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS La Roca instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 23 de mayo de 2015 y el 9 de junio de 2017. 85

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

Figura 88. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Lobo instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 28 de mayo de 2016 y el 9 de junio de 2017.	86
Figura 89. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS Laguna instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 14 de junio de 2016 y el 9 de junio de 2017.	86
Figura 90. Variación de temperatura fuente termal LV N°1 – junio de 2017.	88
Figura 91. Variación de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.	88
Figura 92. Material hidrotermal sector “La Playita”– junio de 2017.	89
Figura 93. Imagen térmica sector “La Playita”– junio de 2017.	89
Figura 94. Imagen térmica Base Domo Mallama, entre fuentes termales LV N°2 y LV N°3 – junio de 2017.	90
Figura 95. Imagen térmica Domo Mallama – junio de 2017.	90
Figura 96. Medición de temperatura fuente termal LV N°1 – junio de 2017.	91
Figura 97. Medición de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.	91
Figura 98. Medición de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.	92
Figura 99. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 6 de junio de 2017 a las 7:21 a.m. (izquierda) y 8 de junio de 2017 a las 7:50 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.	93
Figura 100. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 10 de junio de 2017 a las 7:11 a.m. (izquierda) y 9 de junio de 2017 a las 11:51 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.	93
Figura 101. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 11 de junio de 2017 a las 7:06 a.m. (izquierda) y 12 de junio de 2017 a las 8:36 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.	94
Figura 102. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 13 de junio de 2017 a las 3:59 p.m. (izquierda) y 16 de junio de 2017 a las 7:01 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.	94
Figura 103. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 18 de junio de 2017 a las 6:06 a.m., capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.	95

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estaciones sísmicas y sensores acústicos de la red de monitoreo de Galeras en junio de 2017.	20
Tabla 2. Inclínómetros electrónicos telemétricos que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en junio de 2017.	21
Tabla 3. Estaciones GNSS telemétricas que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en junio de 2017.	21
Tabla 4. Estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras en junio de 2017.	22
Tabla 5. Estaciones que monitorean las variaciones del campo de potencial eléctrico y magnético ocasionadas por la actividad del volcán Galeras.	22
Tabla 6. Estaciones para el monitoreo de gas Radón instaladas sobre la vía de acceso a Galeras.	23
Tabla 7. Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos en el volcán Galeras entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.	24
Tabla 8. Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en color verde el mes evaluado.	25
Tabla 9. Emisión dióxido de azufre a la atmósfera volcán Galeras – mes de junio 2017.	44
Tabla 10. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del complejo volcánico de Cumbal en junio de 2017.	49
Tabla 11. Número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el CVC entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.	50
Tabla 12. Estaciones que conforman la red de vigilancia de la actividad de los volcanes Chiles y Cerro Negro.	60
Tabla 13. Ubicación geográfica (WGS84) de las fuentes termales y frías del área de influencia del volcán Chiles.	61
Tabla 14. Número de eventos volcánicos por tipo para el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro ocurridos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.	62
Tabla 15. Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos en los volcanes Chiles y Cerro Negro entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en color verde el mes evaluado.	65
Tabla 16. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Las Ánimas en junio de 2017.	70
Tabla 17. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Doña Juana en junio de 2017.	76
Tabla 18. Estaciones que conformaron la red de vigilancia del volcán Azufral en el mes de junio de 2017.	81
Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017	

Tabla 19. Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Azufral ocurridos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. Se resalta en verde el último mes objeto de evaluación.	82
Tabla 20. Medición de temperatura fumarola Domo Mallama – junio 2017.	87
Tabla 21. Temperatura estación térmica Mallama – junio 2017.....	92

RESUMEN

Durante el mes de junio de 2017, la ocurrencia sísmica del volcán Galeras mantuvo niveles bajos con valores similares a los registrados en el mes de mayo, la energía sísmica liberada por los eventos ocurridos también mostro niveles bajos. La mayoría de los sismos registrados estuvieron relacionados a fracturamiento de material cortical (VT).

Los sismos relacionados a fracturamiento de roca (VT) se localizaron de manera dispersa sobre el edificio volcánico y sus alrededores a distancias epicentrales de hasta 13 km respecto al cráter principal de Galeras y profundidades menores a 13 km respecto a la cima del volcán – 4276 msnm. Las magnitudes calculadas fueron menores a 1.

Los sensores que monitorean las deformaciones volcánicas no muestran mayores variaciones en el periodo evaluado, y aquellas variaciones observadas pueden estar asociadas a cambios de temperatura en la zona de instalación de los equipos.

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 para los días 6, 9, 13, 14, 16, 17, 18 y 19 de junio de 2017, 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 relativamente bajas sobre la cima de Galeras.

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 un leve descenso en ocurrencia respecto al mes anterior, la mayoría de los eventos registrados se asocian a movimiento de fluidos de fuente transitoria al interior del volcán (LPS) seguidos por aquellos eventos asociados con tránsito de fluidos de fuente permanente o episodios de Tremor (TRE) y en menor cantidad por sismos asociados a fracturamiento de roca (VT) y a procesos conjunto de fracturamiento de roca y movimiento de fluidos(HYB).

Servicio Geológico Colombiano

Respecto a los sismos VT e HYB, para el periodo evaluado fue posible localizar 58, ubicados en su mayoría en inmediaciones del cráter La Plazuela y Mundo Nuevo, a profundidades inferiores a 4 km respecto de la cima y distancias menores a 4 km. Las magnitudes locales de los eventos localizados no fueron mayores a 1 en la escala de Richter.

Los sensores que monitorean las deformaciones volcánicas muestran tendencias estables, con variaciones que probablemente están asociadas con la temperatura ambiente.

Condiciones de clima favorables los días 6, 9, 10, 13, 18 y 19 de junio permitieron a través de imágenes capturadas por las cámaras instaladas en el Municipio de Cumbal y el sector de Punta Vieja, observar emisiones de gases de color blanco de baja altura, provenientes principalmente desde los campos fumarólicos El Verde y Rastrojo

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, en el mes de junio de 2017 incremento en un 64% en comparación al mes de mayo, pasando de 467 a 767 sismos, estos eventos se relacionaron en su mayoría a fractura de roca al interior del volcán, y se localizaron de manera preferencial hacia el Sur y Sureste del volcán Chiles, a distancias entre 3 y 15 km, profundidades entre 0.8 y 10.2km respecto a los 4700 msnm (valor cercano a la cima del volcán Chiles) y magnitudes de hasta 3.0 en la escala de Richter. Se resalta el sismo de magnitud 3.0 registrado el día 25 de junio a las 12:14, ubicado a 6.3 km al sur-este del volcán, con una profundidad de 7.9 km respecto a la cima, el cual fue reportado como sentido por habitantes de la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro.

Respecto a la deformación, continúan registrándose los cambios observados en los inclinómetros Chiles y Cerro Negro.

La evaluación del proceso volcánico para los volcanes Chiles – Cerro Negro en junio de 2017 permitió mantener el NIVEL AMARILLO ■ (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”.

En el volcán Azufral se tuvo el registro de 15 sismos asociados a fracturamiento de roca, que se localizaron de manera dispersa, a distancias epicentrales entre 0.4 y 9 km

Servicio Geológico Colombiano

respecto al centro de la Laguna Cratérica, con profundidades entre 2 y 15 km respecto a la cima (4070 msnm) y magnitudes locales por debajo de 1.9 en la escala de Richter. En los volcanes Doña Juana y Las Animas se registraron 59 sismos asociados con fractura de roca (VT), los cuales se localizaron hacia el sector nor-noreste de la cima del volcán Las Ánimas a distancias epicentrales entre 2 y 4 km con profundidades hasta 14 km. El sismo de mayor magnitud local fue de 2.9 y ocurrió a las 9:36 a.m. del 19 de junio a 2.4 km al nor-noreste con una profundidad de 14 km.

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 Azufra, se mantiene en NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”.

INTRODUCCIÓN

Durante el mes de junio de 2017, 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, Azufral, Doña Juana, y Las Ánimas, mediante el monitoreo continuo 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.

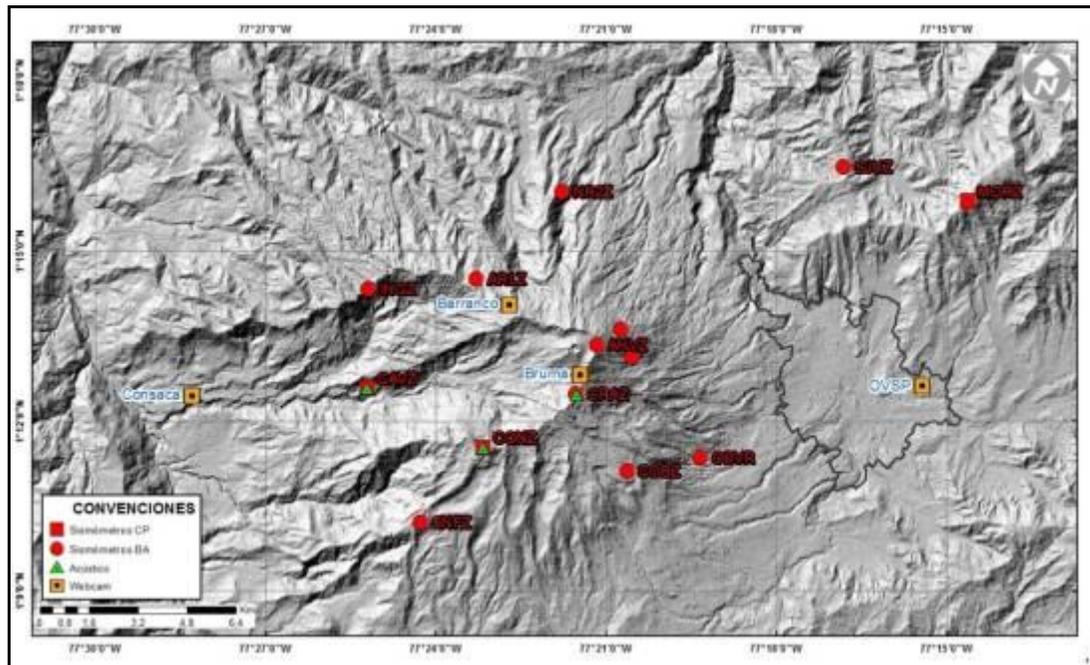
1. ACTIVIDAD DEL VOLCÁN GALERAS – JUNIO DE 2017

1.1 RED DE VIGILANCIA

En junio de 2017 la red de vigilancia del volcán Galeras estuvo conformada por:

- Catorce estaciones sísmicas telemétricas triaxiales: tres de corto periodo y once de banda ancha (Figura 1, Tabla 1).
- Tres sensores de infrasonido, ubicados en los sitios de las estaciones sísmicas Calabozo al occidente, Cráter-2 y Cóndor al sur - suroccidente (Figura 1, Tabla 1).
- Cuatro cámaras de video telemétricas para registro de la actividad superficial, una instalada en la sede del OVSP, otra en la población de Consacá al occidente, otra al noroccidente en Barranco Alto y Bruma al sur del cono activo (Figura 1).
- Ocho inclinómetros electrónicos con transmisión telemétrica (Figura 2, Tabla 2)
- Once estaciones GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) telemétricas, la última instalada en el sector de Caba Negra al suroriente del volcán Galeras, instalada entre el 24 y 25 de abril. (Figura 2, Tabla 3).
- Cinco bases de EDM (Medición Electrónica de Distancias) y 8 prismas reflectores (Figura 2).
- 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 localizada al sur del cono activo (Figura 2).
- Dos estaciones telemétricas para monitoreo de flujos de lodos, compuestas por un geófono y un pluviómetro, instaladas en la cuenca del río Mijitayo (Figura 2).
- Tres estaciones DOAS telemétricas para detección de dióxido de azufre (SO₂) localizadas en el cuadrante noroccidental del edificio volcánico (Figura 3, Tabla 4).
- Tres estaciones de medición de campo Magnético, Cráter, Frailejón y Barranco y dos estaciones de medición de campo eléctrico en Frailejón y Barranco (Figura 3, Tabla 5).

- Tres estaciones telemétricas para la medición de emisiones del isótopo de gas Radón ($Rn-222$) proveniente del suelo denominadas Lavas 1, Parques y Lirios ubicadas hacia el sector oriental del volcán (Figura 3, Tabla 6).



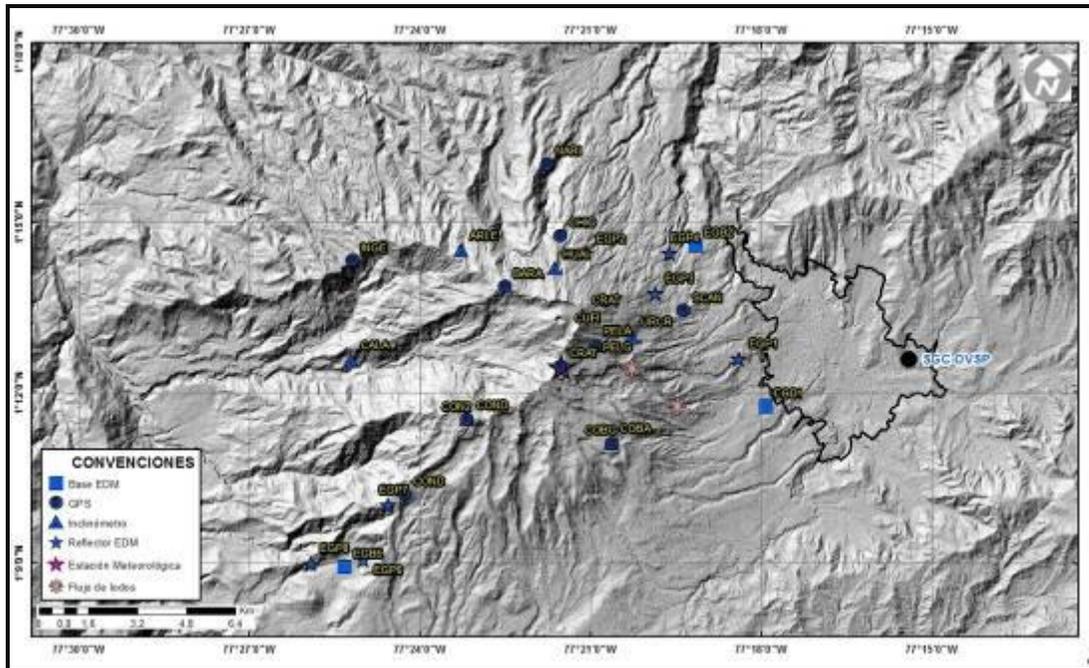


Figura 2. Localización de las estaciones para el seguimiento de la deformación (inclinómetros, EDM y GNSS) que conformaron la red de vigilancia de Galeras en junio de 2017.

Tabla 1. Estaciones sísmicas y sensores acústicos de la red de monitoreo de Galeras en junio de 2017.

Estación	Código	Transmisión de Datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al Cráter (Km)	Dirección Respecto al Cráter	Altitud (msnm)
Cóndor	COND	Digital	Sismómetro Corto periodo	Triaxial	4,4	SW	3977
Calabozo	CAVZ	Digital	Sismómetro Corto Periodo	Triaxial	6,9	WSW	2313
Morasurco	MORZ	Digital	Sismómetro Corto Periodo	Triaxial	13,7	ENE	3504
Anganoy	ANGV	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	0,7	E	4227
Cutiño	CUVZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1,4	ENE	3828
Cráter	CRAZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	1,5	S	4032
Urcunina	URCR	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	2,4	ESE	3494
Arlés	ARLZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	4	WNW	3450
Cobanegra	COB3	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	4,3	SSE	3625
Nariño-2	NR2Z	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	5,2	NNW	2856
Oboonuco	OBVR	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	5,4	SE	3021
Ingenio	INGZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7	WNW	2890
San Felipe	SNFZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	7,6	SW	3491
San Juan	SIUZ	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	10,6	ENE	2898
Cóndor	CONA	Digital	Sensor de Presión Acústica	4 Entradas	4,4	SW	3977
Cráter	CRAC	Digital	Sensor de Infrasonido	4 Entradas	1,5	S	4032
Calabozo	CAMI	Digital	Sensor de infrasonido	4 Entradas	6,9	WSW	2313

Servicio Geológico Colombiano

Tabla 2. Inclínómetros electrónicos telemétricos que conformaron parte de la red de vigilancia en deformación del volcán Galeras en junio de 2017.

Inclínómetros 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 junio de 2017.

Estaciones GNSS Permanentes	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Cráter	1.5	S	4048
Cóndor	7.6	SW	3985
Barranco	2.6	NW	3904
San Cayetano	4.1	E	3035
Ingenio	7.0	WNW	2907
Chiguaco	2.8	NNE	3513
Cufiño	1.4	E	3827
Peladitos	1.4	SE	3850
Nariño	5.0	N	2870
Cóndor Pasto	4.9	SW	3985
Cobanegra	3.9	SSE	3625

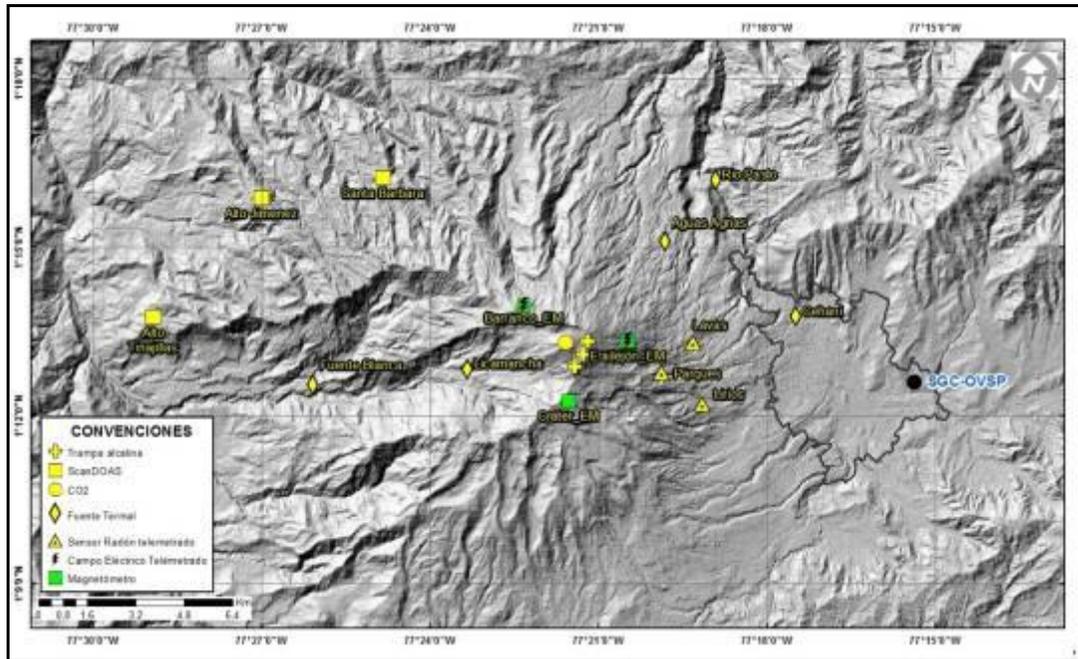


Figura 3. Localización de las estaciones de campo magnético y eléctrico, Trampa Alcalina, ScanDOAS y fuentes termales que conformaron la red de vigilancia de Galeras en junio de 2017.

Tabla 4. Estaciones que conforman la red de instrumentos ScanDOAS del proyecto NOVAC en el volcán Galeras en junio de 2017.

Estación	Distancia al cráter (km)	ángulo 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

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

Estación	Distancia al Cráter (Km)	Ubicación Respecto al Cráter Principal	Altitud (msnm)
Parques	3,6	ESE	3358
Lava1	4,5	E	3053
Lirios	4,7	SE	3000

Durante junio de 2017, la operatividad de la red instrumental de Galeras fue del 92 %, garantizando la obtención de información confiable para la evaluación de la actividad volcánica. La Figura 4, muestra el histograma con el porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo volcánico.

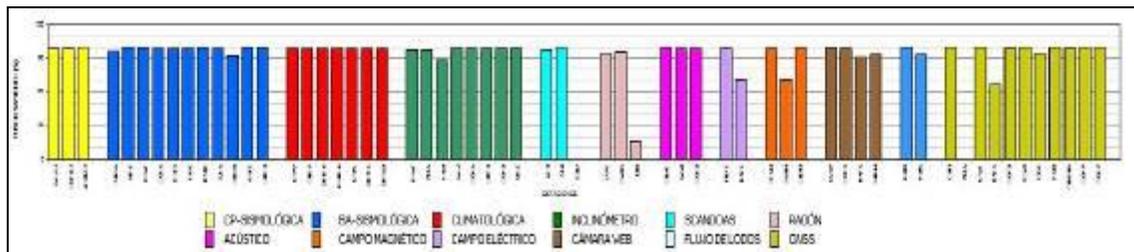


Figura 4. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron las redes de monitoreo del volcán Galeras en junio de 2017.

1.2 SISMOLOGÍA

Durante junio de 2017, la actividad sísmica mantuvo niveles bajos de actividad, registrando una disminución del 22% respecto al mes de mayo de 2017 pasando de 44 a 36 eventos. La sismicidad se caracterizó por el predominio de eventos asociados con fracturamiento de roca al interior de la estructura volcánica (sismos tipo VT) con un 97,2% del número total de sismos registrados. El porcentaje restante de la sismicidad, estuvo asociada a la dinámica de fluidos de carácter esencialmente hidrotermal con fuente transitoria (Eventos Tipo LP). Para éste periodo no se tuvo registro de eventos asociados a movimiento de fluidos de fuente persistente (TRE) ni de eventos asociados a fracturamiento de roca con el consiguiente movimiento de fluido (eventos tipo HYB) (Tabla 7, Figuras 5, 6 y 7). La Figura 5 muestra la distribución de ocurrencia en porcentaje de los diferentes tipos de sismos.

Tabla 7. Número de eventos volcánicos por tipo ocurridos en el volcán Galeras entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					NO CLASIFICABLES
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL	
01-mar-17 a 31-mar-17	39	2	3	8	52	293
01-abr-17 a 30-abr-17	25	6	1	8	40	176
01-may-17 a 31-may-17	30	8	0	6	44	141
01-jun-17 a 30-jun-17	35	1	0	0	36	110

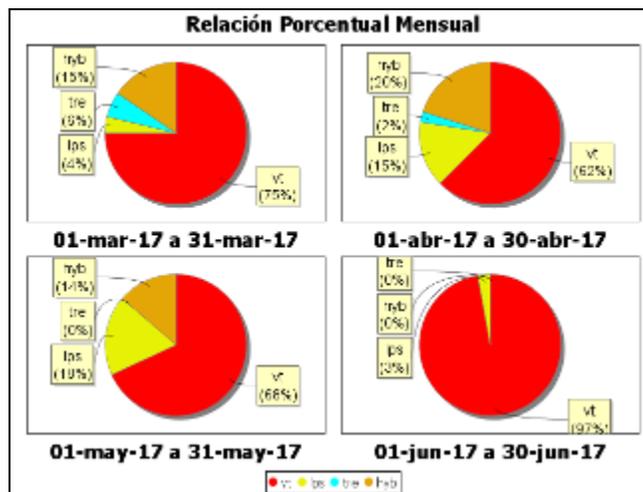


Figura 5. Relación porcentual de ocurrencia sísmica por tipo de sismos en el volcán Galeras, entre los meses de marzo y junio de 2017.

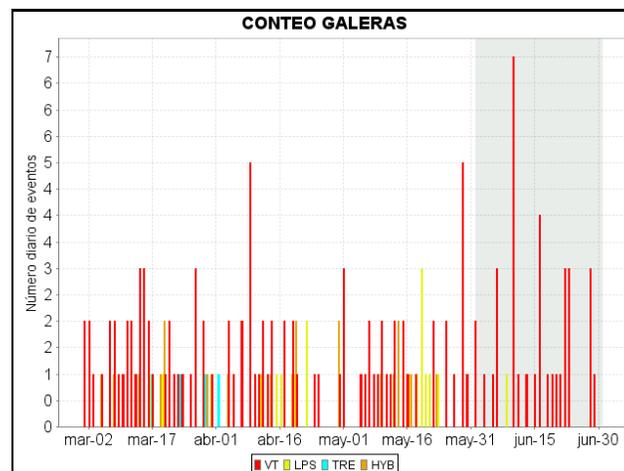


Figura 6. Conteo diario de los diferentes tipos de sismicidad volcánica, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. La región sombreada corresponde al mes de junio de 2017.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

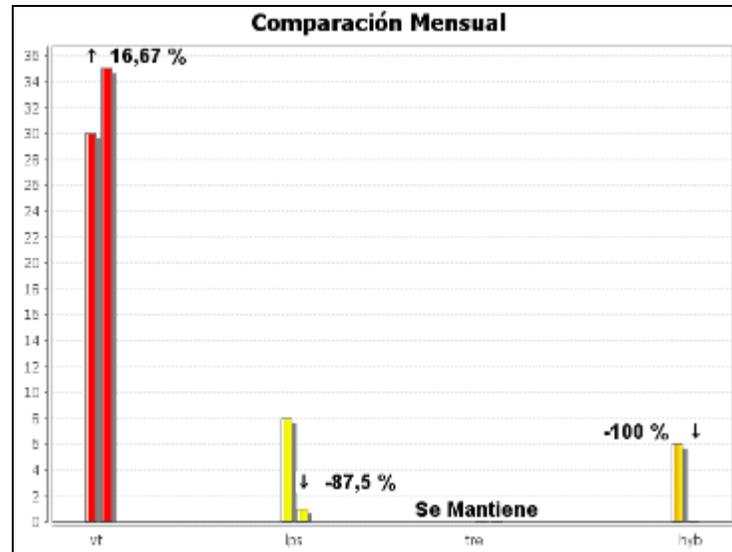


Figura 7. Comparación porcentual del número de eventos volcánicos por tipo ocurridos durante el mes en evaluación (barras de la derecha) respecto al mes anterior (barras de la izquierda).

Para el periodo evaluado, el valor total de la energía sísmica liberada aumentó en comparación al valor registrado en mayo de 2017, pasando de $6,20 \times 10^{10}$ ergios a $2,04 \times 10^{11}$ ergios. Los eventos que aportaron la mayor energía fueron los sismos VT con un 99,8%, mientras que los eventos tipo LPS aportaron con un 0,2% (Tabla 8, Figuras 8, 9 y 10).

Tabla 8. Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en color verde el mes evaluado.

Periodo Evaluado	Energía liberada por tipo de Evento [ergios]				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-mar-17 a 31-mar-17	7,00E+11	2,89E+08	8,42E+09	2,29E+09	7,11E+11
01-abr-17 a 30-abr-17	6,47E+11	1,30E+10	9,44E+10	9,64E+08	7,55E+11
01-may-17 a 31-may-17	5,74E+10	3,45E+09	0,00E+00	1,16E+09	6,20E+10
01-jun-17 a 30-jun-17	2,03E+11	4,66E+08	0,00E+00	0,00E+00	2,04E+11

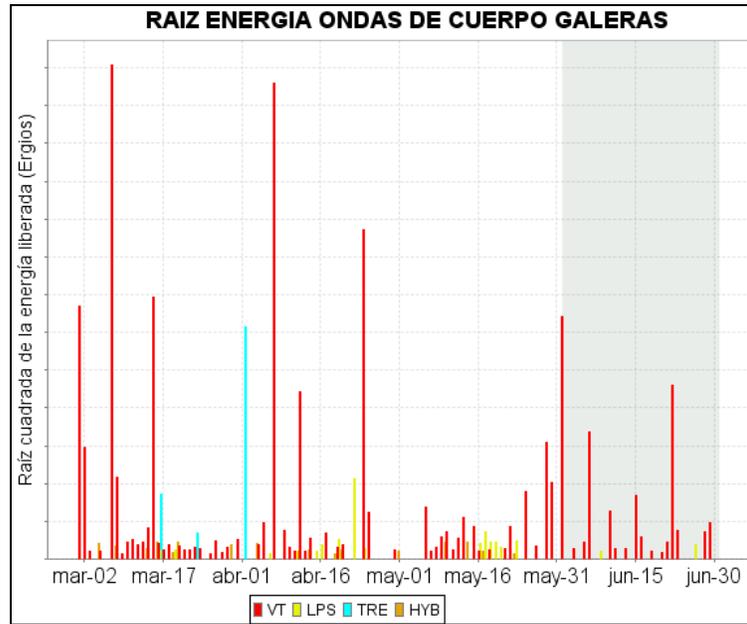


Figura 8. Energía sísmica diaria liberada por los eventos volcánicos según su tipo (en términos de su raíz cuadrada), registrados entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.

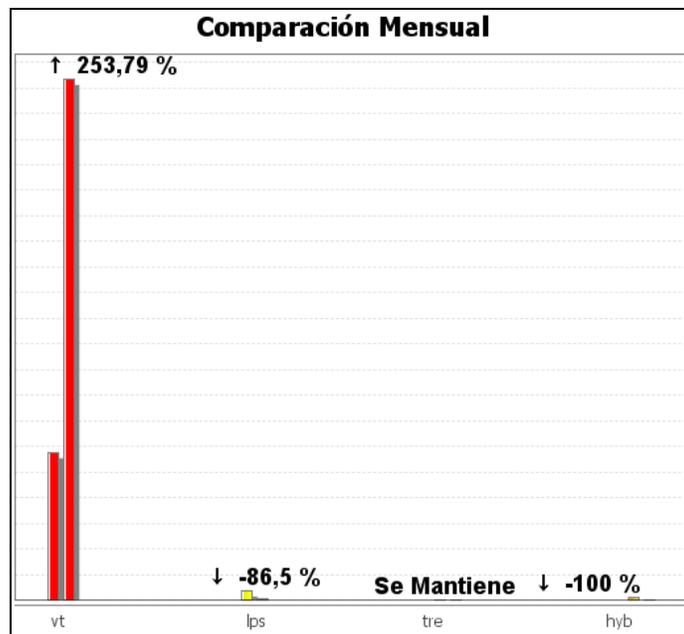


Figura 9. Comparación porcentual de la energía liberada por tipo de evento para junio de 2017 (barras de la derecha) respecto a mayo de 2017 (barras de la izquierda).

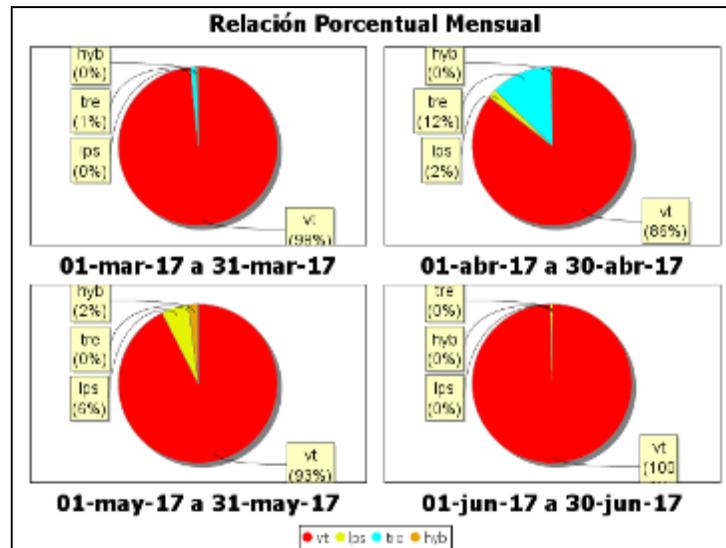


Figura 10. Relación porcentual mensual de la energía sísmica liberada para cada tipo de sismos entre los meses de marzo y junio de 2017.

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 tipo VT. De las localizaciones obtenidas se identifica que la mayoría de sismos se ubicaron de manera dispersa sobre el edificio volcánico, a distancias epicentrales comprendidas entre 0,5 y 12,5 km respecto al cono de Galeras y profundidades entre 0,5 y 12,5 km respecto a la cima volcánica – 4276 msnm. Las magnitudes calculadas fueron menores a 1,9 en la escala de Richter, sin embargo la mayoría de sismos presentó magnitudes locales menores a 1 (Figura 11).

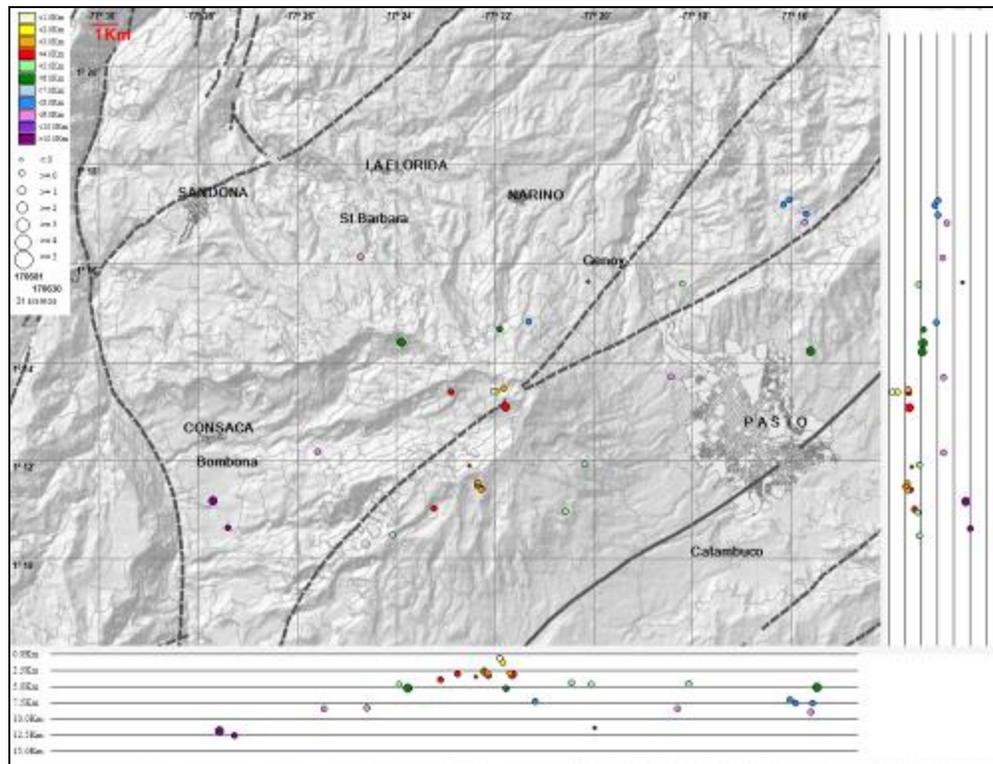


Figura 11. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 30 de junio de 2017. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 2,5 km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4270 msnm)

1.3 DEFORMACIÓN

Para el periodo junio de 2017, la red de deformación estuvo conformada por 8 inclinómetros electrónicos (Cráter, Peladitos, Huairatola, Urcunina, Calabozo, Cóndor, Cobanegra y Arlés), una red de EDM, medición electrónica de distancias (para el mes en evaluación no se realizó ocupación) y 11 estaciones GNSS Permanentes telemétricas (Cráter, Barranco, San Cayetano, Chiguaco, El Ingenio, Cóndor, Cufiño, Peladitos, Nariño, Cóndor-2 (CONP) y Cobanegra); recordando que Nariño, Cóndor-2 y Cobanegra se instalaron en el presente año, marzo 15, marzo 29 y abril 25, respectivamente.

Teniendo en cuenta que los procesos deformativos en la superficie del volcán se pueden dar en un tiempo considerable, en este informe se presenta el análisis del comportamiento registrado por los sensores para periodos de cambio que van entre 2 y 6 años.

1.3.1 Inclinometría Electrónica

El registro de los inclinómetros Cráter y Cóndor continúa estable, con algunas fluctuaciones que se asocian a los cambios de temperatura imperantes en la zona y al sistema de alimentación eléctrico (Figuras 12 y 13).

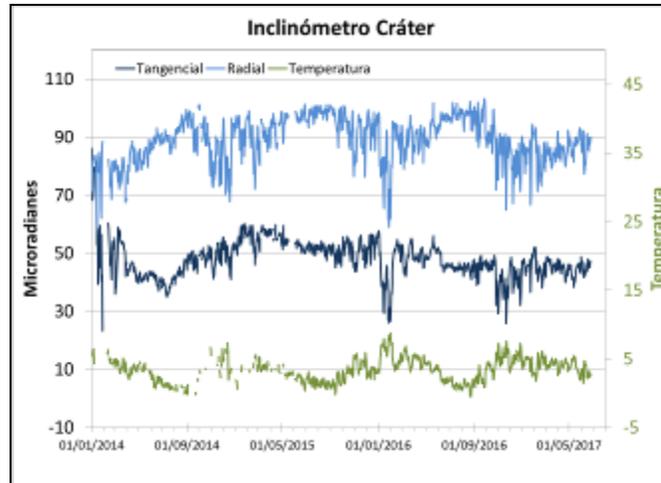


Figura 12. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cráter, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

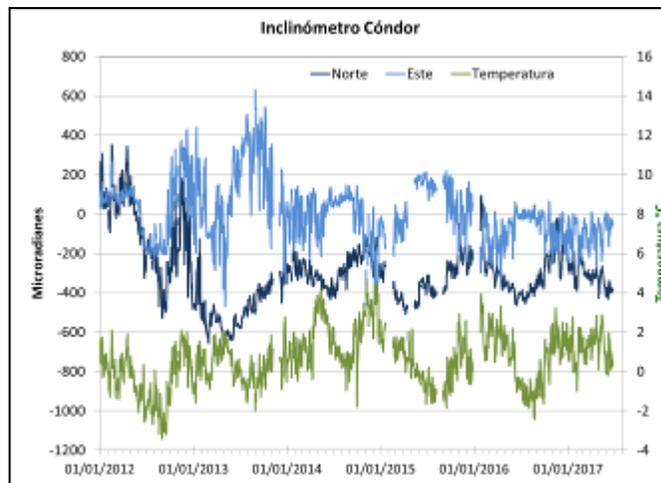


Figura 13. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Cóndor, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2012 y el 30 de junio de 2017.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

Los inclinómetros Peladitos, Huairatola, Cobanegra, Arlés y Calabozo, vienen mostrando cambios en sus componentes, que se ven afectadas por las variaciones de temperatura, pero la tendencia en sus registros puede estar asociada con actividad volcánica.

Desde el 13 de octubre de 2016 se observa un comportamiento estable en la componente de inclinación Radial de la estación Huairatola, mientras que la Tangencial continua con la tendencia ascendente, registrando cerca de 40 μrad desde el pasado 26 de septiembre de 2016 (Figura 14). Para Cobanegra (Figura 15) continua el comportamiento descendente en la componente Norte, cambio reportado desde el 15 de diciembre de 2015, descenso cercano a los 86 μrad , así mismo se observa una tendencia descendente en la Este desde el 14 de abril de 2017, registrando 18 μrad .

El inclinómetro electrónico Arlés (Figuras 16), desde julio de 2014 indica en su componente Norte una leve tendencia ascendente que acumula hasta la fecha cerca de 51 μrad y su componente Este, para el mismo periodo de tiempo una tendencia descendente de algunos 84 μrad , algunas de estas fluctuaciones en el registro pueden estar asociadas a los cambios de temperatura ambiente. Continúan los comportamientos descendentes en los registros de las componentes Norte y Este del inclinómetro electrónico Calabozo, acumulando 176 μrad , la Este y 208 μrad la Norte, variaciones observadas desde el pasado mes de septiembre de 2015 (Figura 17).

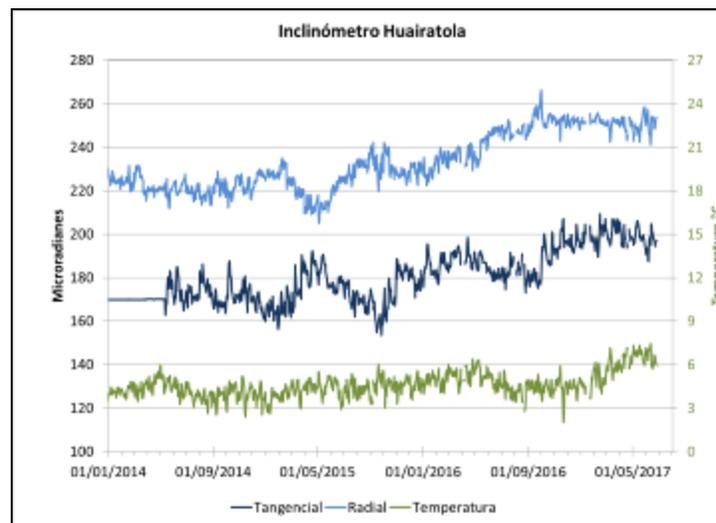


Figura 14. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Huairatola, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.



Figura 15. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cobanegra, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

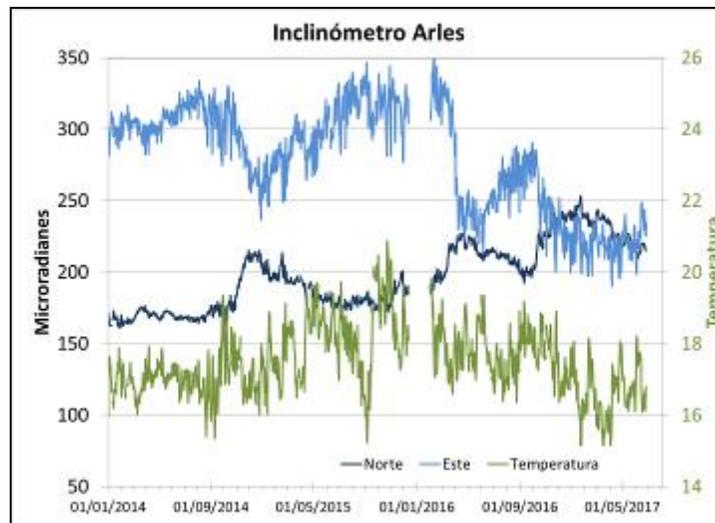


Figura 16. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Arlés, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

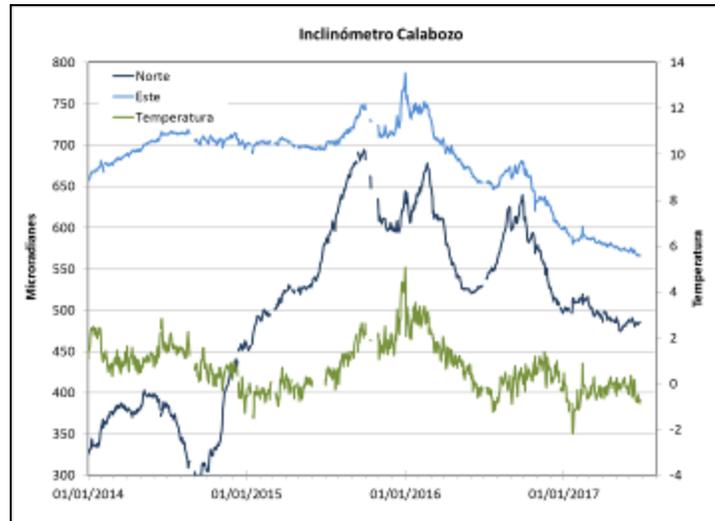


Figura 17. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Calabozo, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

Para el inclinómetro electrónico Peladitos (Figura 18) se evidencia estabilidad en la componente Tangencial, con variaciones menores a 5 μrad , continua el comportamiento ascendente en la componente Radial, con 54 μrad desde el mes de mayo de 2011.

El inclinómetro Urcunina, desde el 4 de marzo del 2017, muestra problemas en sus registros, variaciones en las componentes de inclinación que pueden obedecer a problemas electrónicos.

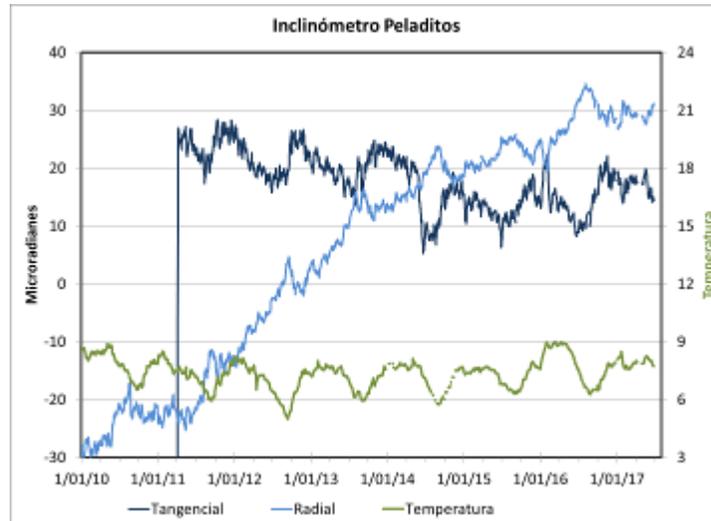


Figura 18. Componentes de inclinación Radial y Tangencial (μrad) y registro de la temperatura del inclinómetro electrónico Peladitos, instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de enero 2010 y el 30 de junio de 2017.

1.3.2. Estaciones GNSS Permanentes

Las estaciones GNSS Permanentes Cráter y Barranco se instalaron en agosto y octubre de 2011 respectivamente, San Cayetano, en octubre de 2012, las estaciones Chiguaco e Ingenio se instalaron en abril de 2014, Cónдор se reinstaló en febrero de 2015, Cufiño y Peladitos se instalaron en octubre de 2016, Nariño y Condor-2, en marzo de 2017 y Cobanegra en abril de 2017.

Para el análisis se contempló un procesamiento absoluto, el cual se está realizando a través del Sistema de Referencia Espacial Canadiense (CSRS). Los datos en formato RINEX, son enviados por separado para cada día y cada estación y posteriormente el resultado es almacenado en hojas de cálculo. El CSRS, utiliza las efemérides finales, correcciones que se deben hacer al dato de posición, por lo cual el proceso se presenta con 15 días de retraso. En las Figuras 19 a 28, se indica el comportamiento de las direcciones Norte, Este y Altura de los GNSS instalados en Galeras. Para el periodo evaluado no se tiene registro de la estación GNSS Peladitos, debido a problemas en campo, al parecer se apagó la estación.

En general, se observa un comportamiento estable en el desplazamiento. La estación de referencia para la red de Galeras es el GNSS QUILL (Figura 29), ubicado fuera del edificio volcánico de Galeras, en el aeropuerto Antonio Nariño a 20.6 km de distancia respecto al cráter, instalado por el Proyecto Geored, del Servicio Geológico Colombiano; la dirección Norte de esta estación indica el movimiento de la Placa

Tectónica Suramericana en la cual se encuentra situada Colombia, con un desplazamiento acumulado cercano a los 20 mm por año. Esta tendencia se remueve de los registros de la dirección Norte de las estaciones GNSS de la red en Galeras.

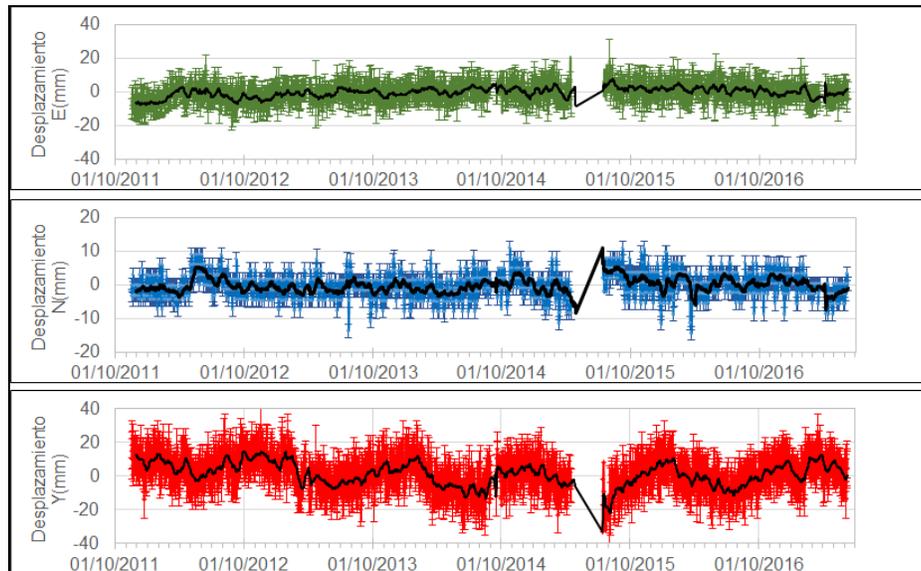


Figura 19. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Barranco instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 26 de octubre de 2011 y el 9 de junio de 2017.

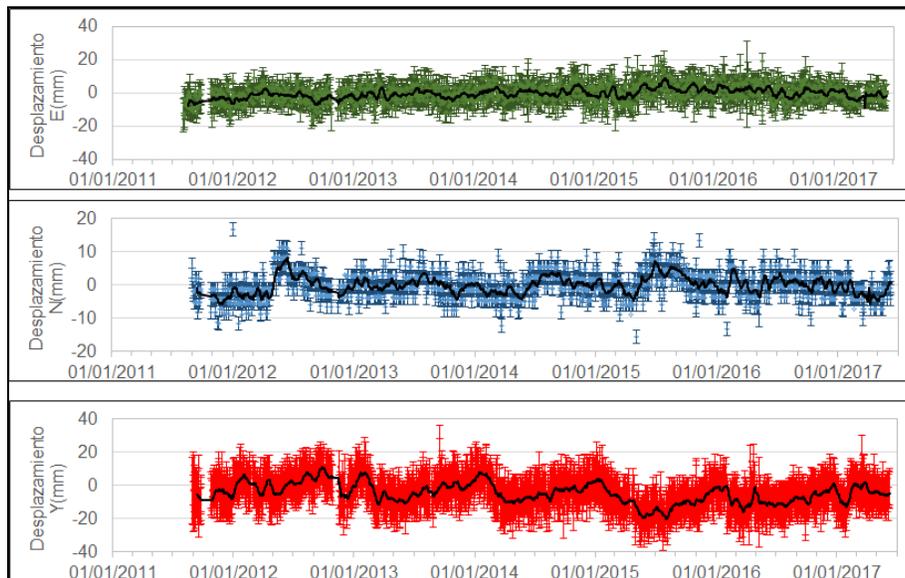


Figura 20. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cráter instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 4 de agosto de 2011 y el 9 de junio de 2017.

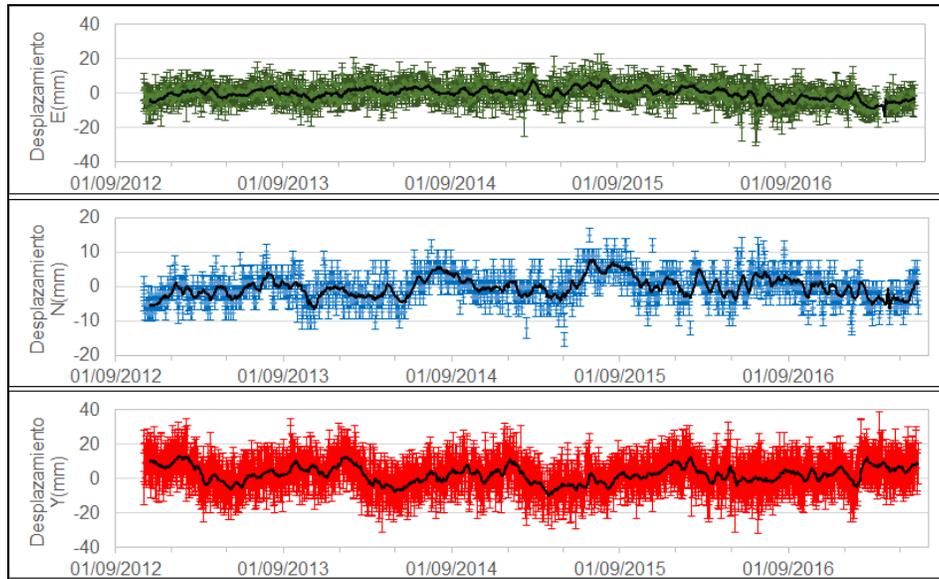


Figura 21. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS San Cayetano instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 1 de noviembre de 2012 y el 9 de junio de 2017.

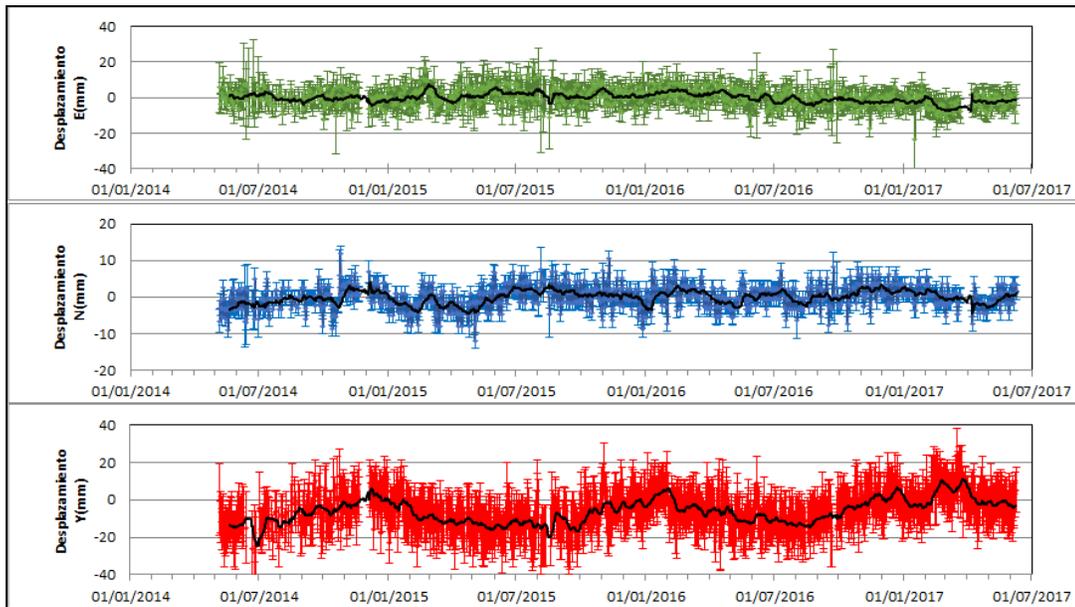


Figura 22. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Chiguaco instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 7 de mayo de 2014 y el 9 de junio de 2017.

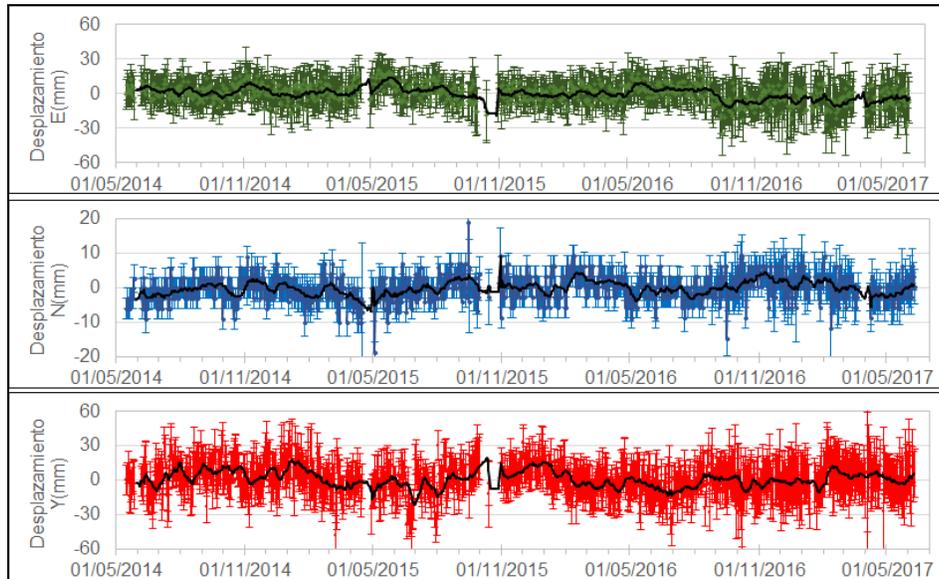


Figura 23. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Ingenio instalado en Galeras, para el periodo comprendido entre el 16 de mayo de 2014 y el 9 de junio de 2017.

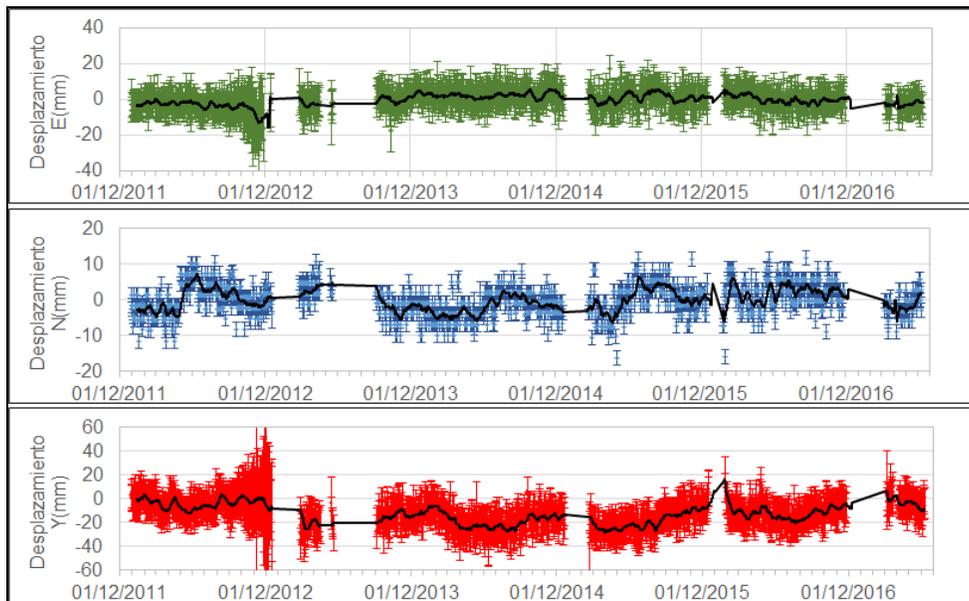


Figura 24. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cóndor instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017.

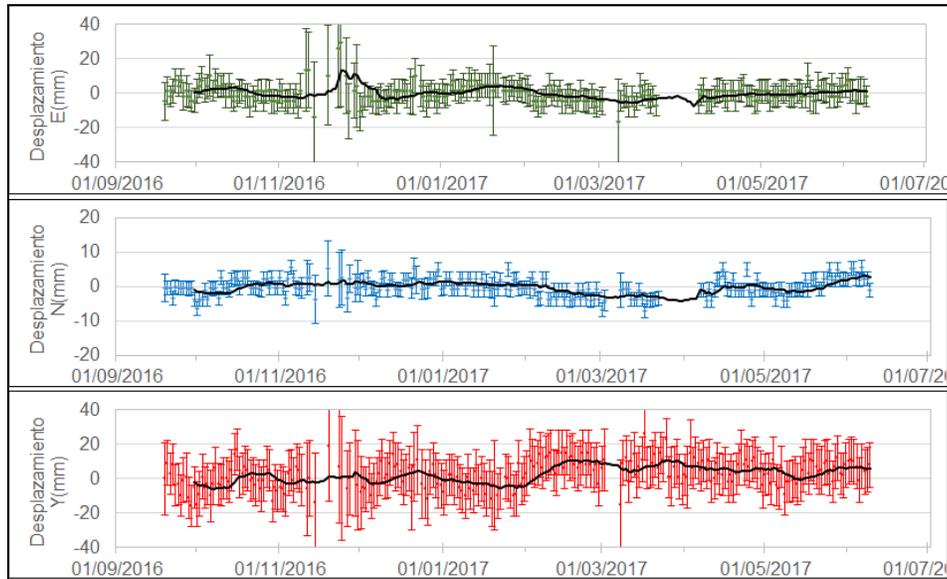


Figura 25. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cónдор instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017.

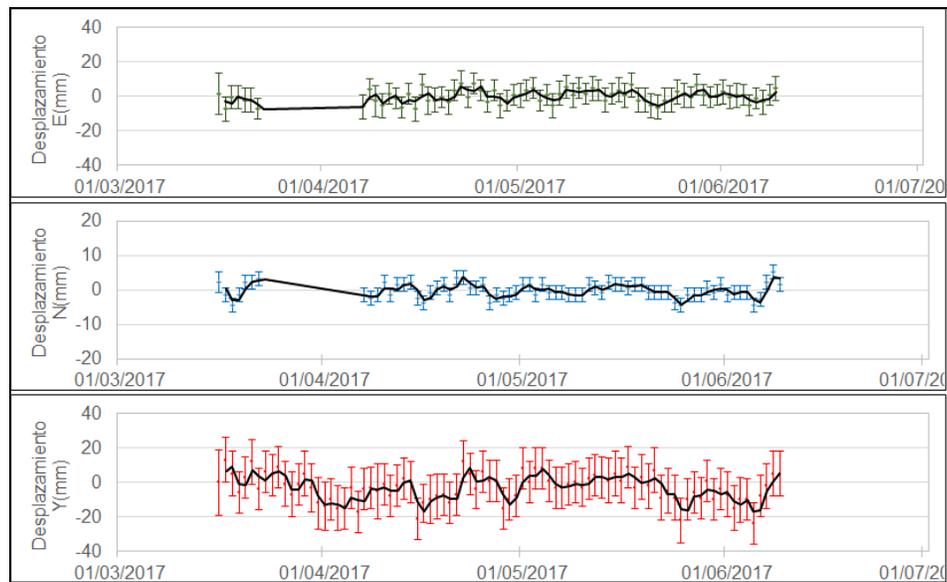


Figura 26. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Cónдор instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 30 de diciembre de 2011 y el 9 de junio de 2017.

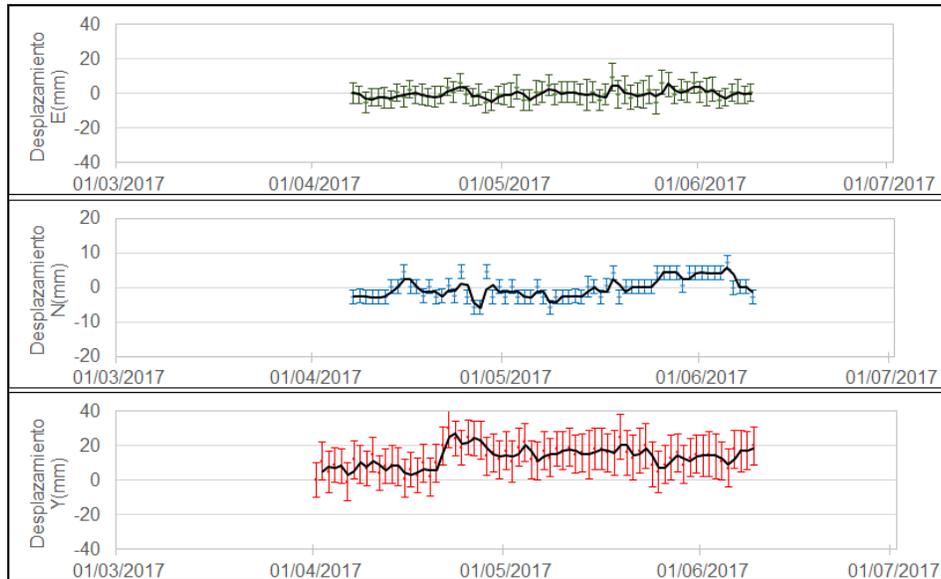


Figura 27. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNS CONP (Cóndor Pasto) instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 4 de abril y el 9 de junio de 2017.

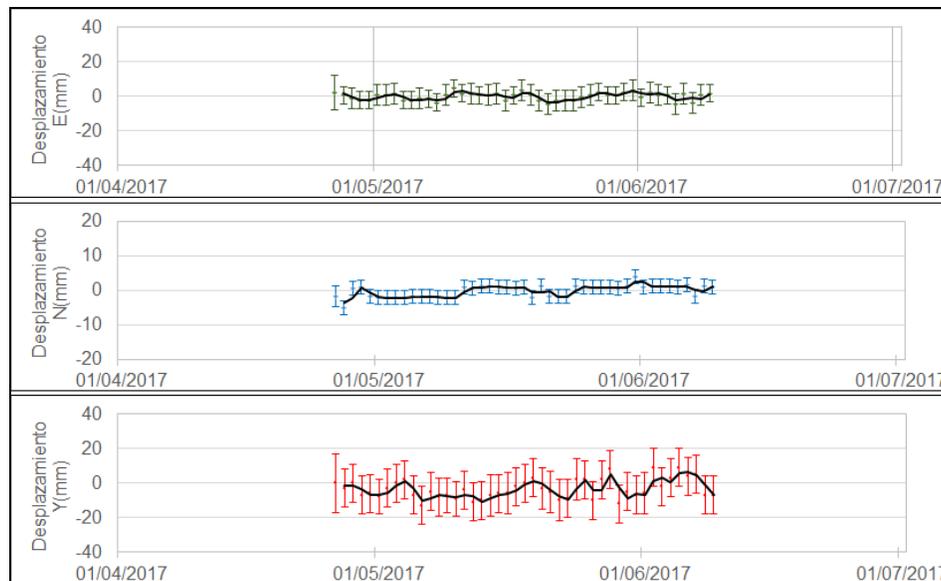


Figura 28. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNS Cobanegra instalada en Galeras, para el periodo comprendido entre el 26 de abril y el 9 de junio de 2017.

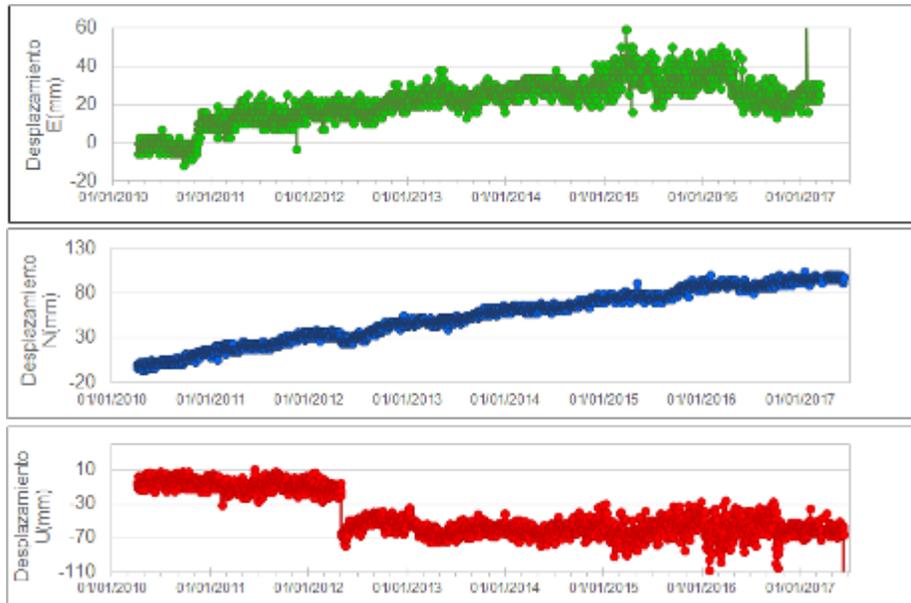


Figura 29. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Quill instalada en el aeropuerto Antonio Nariño, en el Municipio de Chachagui, Departamento de Nariño, para el periodo comprendido entre el 2 de marzo de 2010 y el 9 de junio de 2017.

1.3.3. Medición Electrónica de Distancias - EDM

En el periodo evaluado no se realizó ocupación de las bases de medición.

1.4 ELECTROMAGNETISMO

El monitoreo electromagnético durante el mes de junio de 2017, para el volcán Galeras se realizó con los registros de la estación Frailejón, en los campos: eléctrico y magnético y, la estación Cráter, en el campo magnético. La estación Barranco campo eléctrico y magnético entró nuevamente en funcionamiento a partir del 19 de junio, luego de estar por fuera cerca de dos meses debido a una tormenta eléctrica.

La información del Campo Magnético Terrestre total (F), registrado en el sensor magnético ubicado en la estaciones Frailejón y Cráter, permiten identificar variaciones asociadas principalmente con los efectos día-noche (Figura 30), haciendo evidente la influencia de la actividad del Campo Magnético Terrestre, de acuerdo con la comparación realizada con los registros de la estación magnética de Kourou (Figuras 31 y 32), perteneciente a la red de monitoreo magnético global, del Instituto Central de Magnetismo Terrestre, ubicado en Francia, (La estación se ubica en Guayana Francesa).

En la Figura 30; se resaltan predominantemente las variaciones magnéticas periódicas, que se originan por la influencia de campos externos, y se logran identificar periodos del campo geomagnético de 12 horas, 1 día y 27 días, relacionadas con la rotación de la Tierra y la influencia del Sol y la Luna.

En el mes de junio de 2017, no se destaca actividad asociada con procesos volcánicos relevantes, por cuanto la actividad de Galeras se mantuvo en bajos niveles. La estación magnética de Frailejón varió en un rango de 100 nT, y tuvo un valor promedio del campo total, para el mes de mayo de 28.475 nT (Figura 30). La estación magnética Cráter varió en un rango de 125 nT, con un valor promedio del campo total, para el mes de noviembre de 33.350 nT (Figura 30). Se resalta la correspondencia en la ocurrencia de la tormenta magnética registrada entre el 27 y 28 de mayo (Figura 31 y 32).

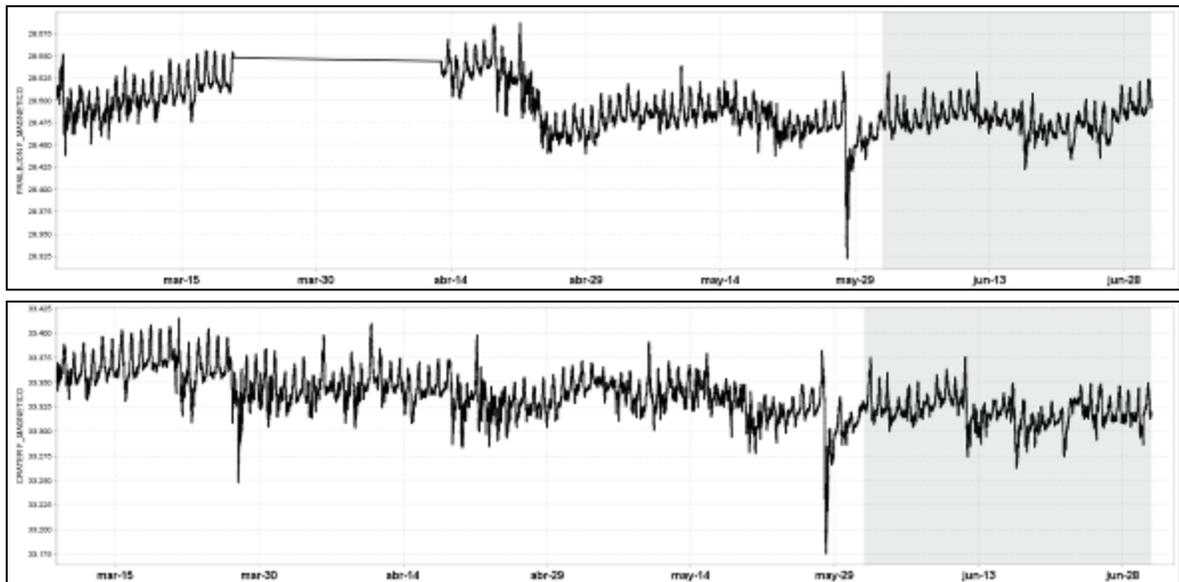


Figura 30. Campo magnético total (F), registrado en las estación de Frailejón (arriba) y la estación Cráter (abajo), perteneciente a la red de monitoreo del volcán Galeras, entre los meses de marzo y junio de 2017. La zona sombreada corresponde al mes evaluado, junio de 2017. La escala de medición está dada en nano Teslas (nT).

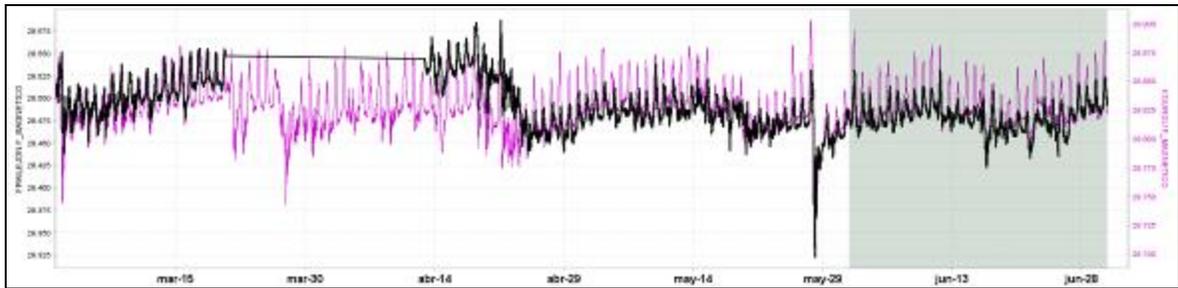


Figura 31. Campo magnético total (F), registrado en las estaciones de Kourou (Fucsia) y Frailejón (Negro), para el mes de junio de 2017, donde se resalta la correspondencia en la ocurrencia de las tormentas magnéticas. La escala de medición para las dos series de tiempo está dada en nano Teslas (nT).

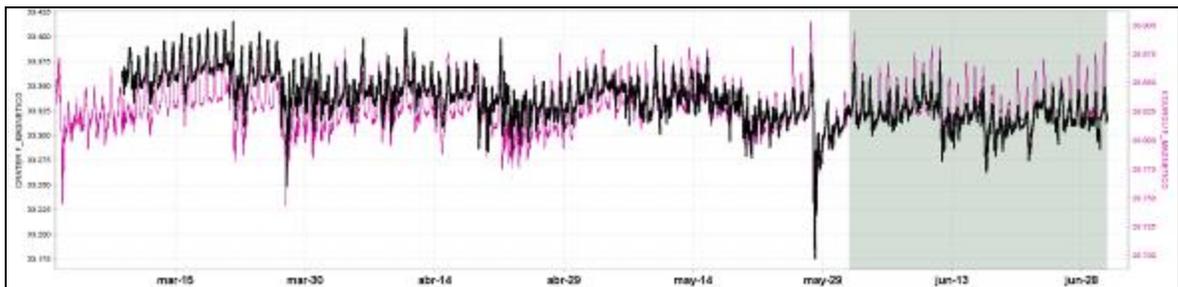


Figura 32. Campo magnético total (F), registrado en las estaciones de Kourou (Fucsia) y Cráter (Negro), para el mes de junio de 2017, donde se resalta la correspondencia en la ocurrencia de las tormentas magnéticas. La escala de medición para las dos series de tiempo está dada en nano Teslas (nT).

El campo eléctrico horizontal medido en la estación Frailejón, desde mediados de abril mostró una tendencia levemente ascendente asociada posiblemente con las condiciones de lluvia en la zona, con un rango de variación acumulada de 50 mV, que se considera como bajo, para una zona volcánica activa, y un valor promedio de campo de 270 mV (Figura 33). Adicionalmente, se evidencia que en los casos cuando la pendiente del acumulado de la lluvia muestra un cambio, en general, el comportamiento de las componentes eléctricas muestra también variaciones, y principalmente se identifica el cambio en la tendencia de la resultante horizontal del campo eléctrico (Figura 34).

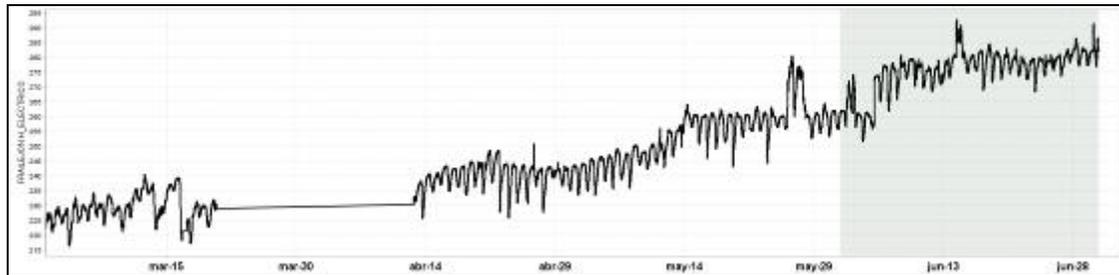


Figura 33. Variaciones de la componente horizontal del campo eléctrico en la estación Frailejón, perteneciente a la red de monitoreo del volcán Galeras, para el periodo comprendido entre marzo y junio de 2017. La escala de medición del campo eléctrico está en mV

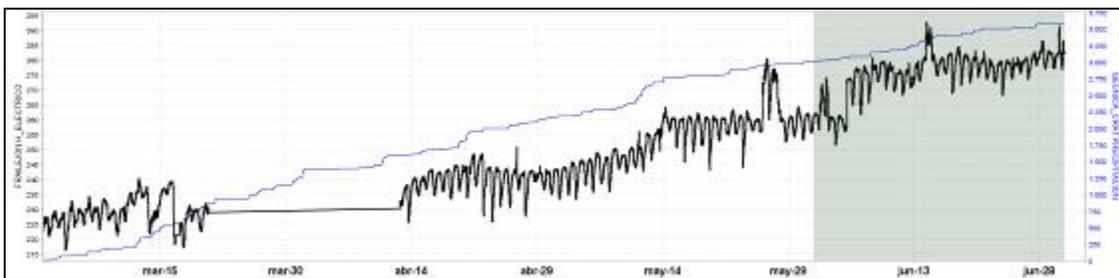


Figura 34. Resultante horizontal del campo eléctrico para la estación Frailejón (Negro), en comparación con el comportamiento del régimen de lluvias (estación geónica en azul), en la zona de estudio, para el periodo comprendido entre los meses de marzo y junio de 2017.

1.5 GEOQUÍMICA

1.5.1 MUESTREO DE GASES DE ORIGEN VOLCÁNICO EN VOLCÁN GALERAS

1.5.1.1 Emisión del flujo de dióxido de azufre (SO₂) a la atmósfera - Estaciones SCANDOAS

En volcán Galeras se encuentran ubicadas tres estaciones telemétricas de SCANDOAS (Figura 3, tabla 4 en red de vigilancia): Alto Jiménez, Alto Tinajillas y Santa Bárbara para la medición del flujo de dióxido de azufre (SO₂) emitido a la atmósfera, el SO₂ proviene de la desgasificación del magma, propio del sistema volcánico de Galeras.

El SCANDOAS es un sistema de espectroscopia de absorción UV que funciona mediante absorción óptica diferencial, diseñado para medir la emisión de gas SO₂, convirtiendo la luz ultravioleta detectada en señales digitales, éstas señales son el espectro para la evaluación del gas dióxido de azufre.

Se registran escaneos durante todos los días del mes de junio de 2017 (Figura 35 y 36), área sombreada), para las estaciones Alto Jiménez y Alto Tinajillas, de la estación Santa Bárbara aún no se tiene registro de escaneos; los valores para emisión de SO₂ a la atmósfera se encuentran entre los 58 y 314 Ton/día, valores considerados como bajos para el volcán Galeras (Figura 35 y 36, Tabla 9).

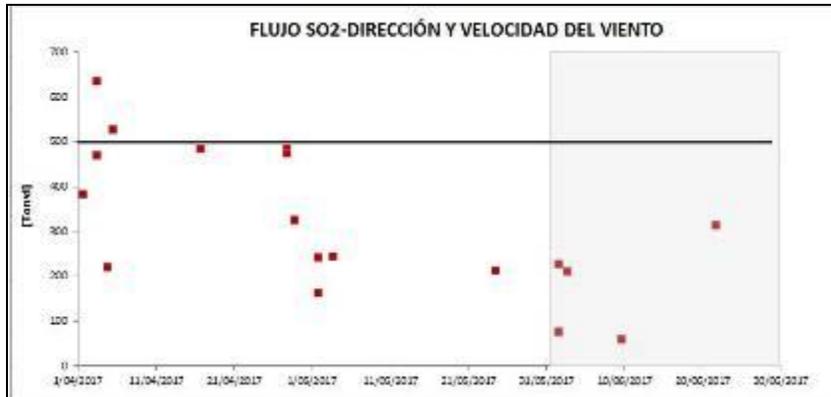


Figura 35. Flujo de dióxido de azufre (SO₂) Volcán Galeras –junio de 2017.

Para este periodo (área sombreada) se sigue evidenciando proceso de desgasificación, tal y como se observa en la gráfica (Figuras 35 y 36), también fue posible observar actividad superficial en Galeras desde las cámaras web instaladas en cercanías al volcán. Se presentaron valores fluctuantes de velocidad del viento durante el periodo evaluado, alcanzando un máximo de 10 m/s.

La dirección del viento durante el mes de junio, presentó un promedio de 285° en azimut, (en dirección noroeste). El mayor flujo de SO₂ registrado para el volcán Galeras durante el mes, se presenta el día 21 de junio de 2017 con un valor de 314 Ton/día, considerado valor bajo para el volcán Galeras.



Figura 36. Flujo de dióxido de azufre (SO₂), velocidad y dirección del viento – junio de 2017.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

Tabla 9. Emisión dióxido de azufre a la atmósfera volcán Galeras – mes de junio 2017.

FECHA	HORA LOCAL	DIRECCIÓN AZIMUT	VELOCIDAD [m/s]	Flujo SO ₂ diario [Ton/d]	Estación de registro	Instrumento
1/06/2017	15:17:01	283.2	10.0	76	Alto Tinajillas	SCANDOAS
1/06/2017	16:34:20	283.2	9.0	226	Alto Tinajillas	SCANDOAS
2/06/2017	18:49:59	278.4	7.0	211	Alto Tinajillas	SCANDOAS
9/06/2017	19:27:07	281.1	1.0	58	Alto Tinajillas	SCANDOAS
21/06/2017	18:42:08	299.0	5.3	314	Alto Tinajillas	SCANDOAS

*Valores de flujo de SO₂ para Galeras: Bajo (0<500 Ton/d); Moderados (>500<1000 Ton/d); Alto (>1000<3000 Ton/d); Muy alto (> 3000 Ton/d).

1.6 Actividad superficial

La actividad superficial se documentó a partir de observaciones directas hacia la cima desde el OVSP, por reportes de las comisiones de personal de campo y por videos e imágenes de las cámaras instaladas en el OVSP, Consacá, Barranco y Bruma.

Días 6, 9, 13, 14, 16, 17, 18 y 19 de junio de 2017, se observó emisión de gases desde las cámaras web de Barranco y Bruma. La emisión sale en poca cantidad desde el cráter principal y desde los campos fumarólicos de Las Chavas al occidente y El Paisita al Norte del cono activo, con columnas de color blanco, poca altura y dispersión variable por acción del viento. Se nota un leve aumento en la altura y la cantidad del gas el 8 de junio, probablemente asociado con el incremento de las lluvias en la zona.

En las Figuras 37 a 43 se presentan algunas imágenes asociadas a procesos de emisión de gases de Galeras.



Figura 37. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco el 6 de Junio de 2017 (izquierda) y el 7 de junio de 2017 (derecha).



Figura 38. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Bruma el 8 de Junio de 2017 a las 8:22 a.m. (izquierda) y el 9 de junio de 2017 a las 2:57 p.m. (derecha).



Figura 39. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Bruma el 10 de Junio de 2017 a las 5:08 a.m. (izquierda) y el 11 de junio de 2017 a las 6:09 p.m. (derecha).



Figura 40. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde las cámaras ubicadas en el sector de Bruma (izquierda), el 13 de junio de 2017 y Barranco (Derecha) el 14 de junio de 2017 en horas de la tarde.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

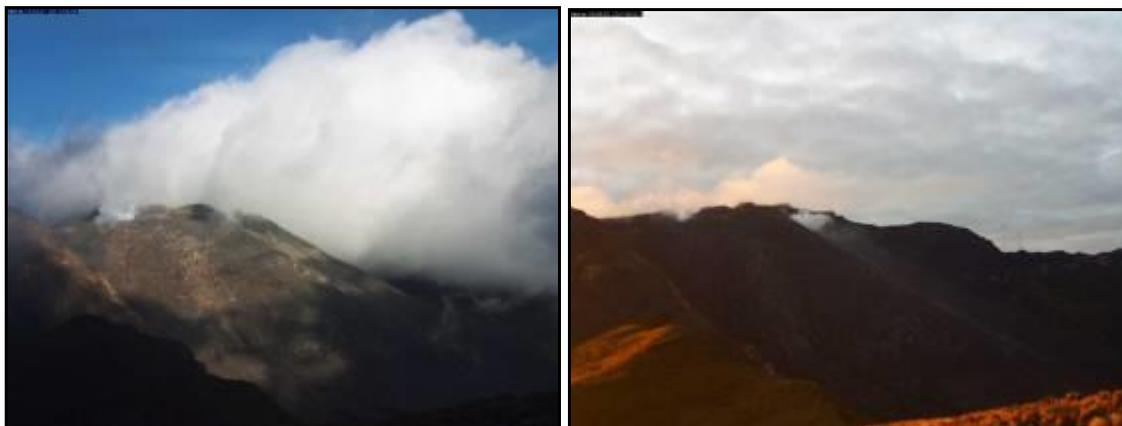


Figura 41. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 16 de Junio de 2017 a las 5:16 p.m. (izquierda) y el 17 de junio de 2017 a las 6:08 a.m. (derecha).

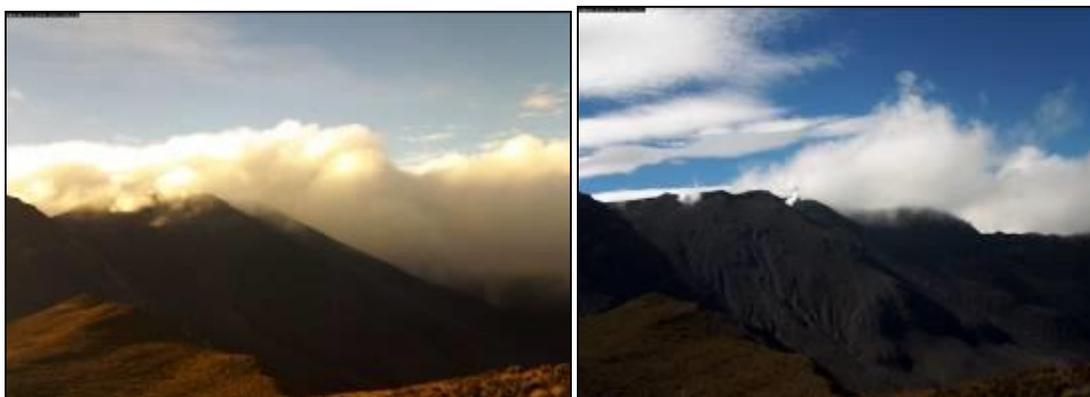


Figura 42. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 20 de Junio de 2017 a las 7:10 a.m. (izquierda) y el 23 de junio de 2017 a las 8:57 a.m. (derecha).



Figura 43. Registro fotográfico de la emisión de gases observada desde la cámara ubicada en el sector de Barranco 24 de Junio de 2017 a las 6:12 a.m. (izquierda) y el 26 de junio de 2017 a las 6:14 a.m. (derecha).

1.7 CONCLUSIONES

El volcán Galeras mantiene los bajos niveles de emisión de SO₂ a la atmósfera, relacionado directamente con la baja actividad volcánica. Se continuará monitoreando y evaluando los datos de dióxido de azufre adquiridos desde las estaciones SCANDOAS.

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 fracturamiento de material cortical.

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 – JUNIO DE 2017

2.1 RED DE VIGILANCIA

En junio de 2017 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 44, Tabla 10).
- Un sensor de presión acústico ubicado en el sitio de la estación sismológica La Mesa (Figura 44).
- Dos cámaras de video permanente para observación y seguimiento de la actividad superficial, una instalada en el municipio de Cumbal y otra en el sitio de la estación Punta Vieja (Figura 44).
- Cuatro inclinómetros electrónicos, dispuestos para el seguimiento de los cambios en superficie asociados a la deformación volcánica (Figura 45, Tabla 10)

Para este periodo la estaciones sísmicas, de inclinometría, presión acústica tuvieron en promedio un porcentaje de funcionamiento del **71 %** (Figura 46).

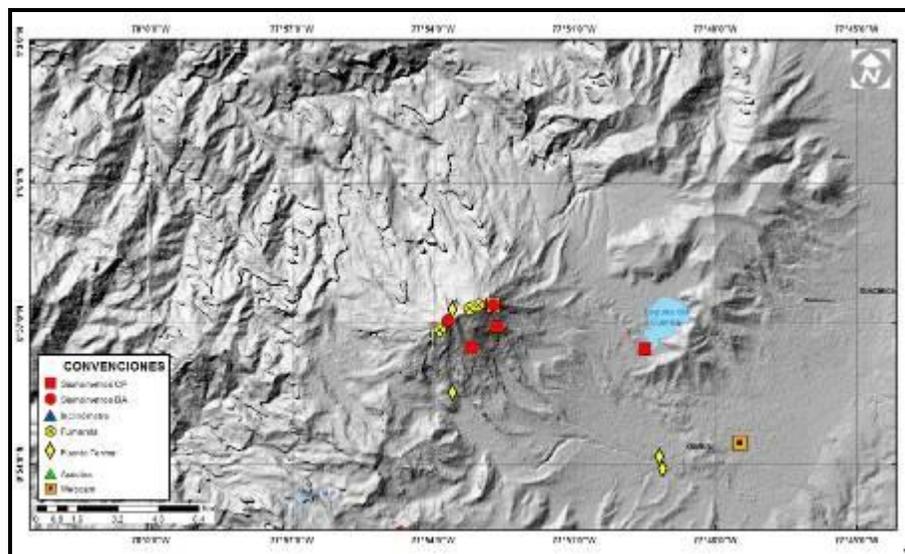


Figura 44. Mapa de localización de las estaciones telemétricas y no telemétricas que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal durante el mes de junio de 2017.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

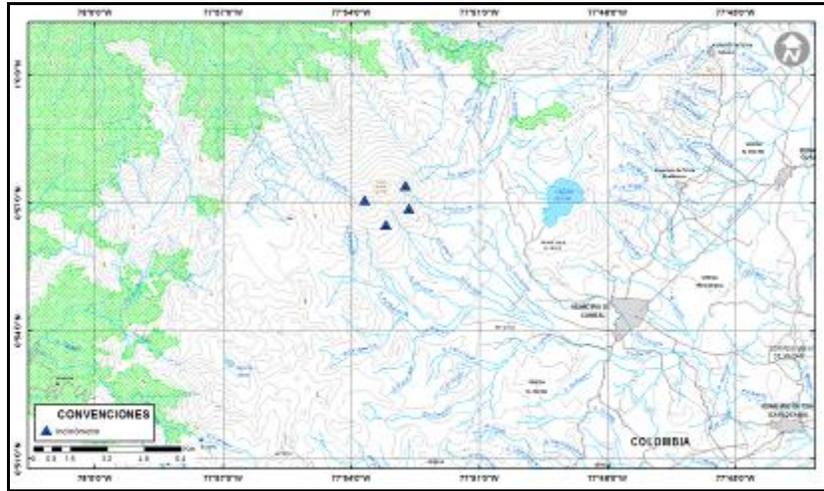


Figura 45. Mapa de localización de las estaciones de deformación volcánica, inclinómetros electrónicos que conformaron la red de vigilancia del Complejo Volcánico de Cumbal durante el mes de junio de 2017.

Tabla 10. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del complejo volcánico de Cumbal en junio de 2017

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

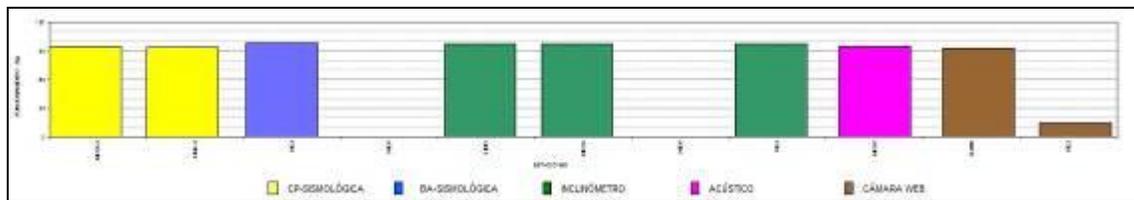


Figura 46. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del complejo volcánico de Cumbal en junio de 2017.

2.2 SISMOLOGÍA

En comparación con el mes de mayo, la sismicidad en el complejo volcánico de Cumbal (CVC) disminuyó en un 25,5%, pasando de 2834 a 2111 eventos en junio de 2017. La sismicidad dominante fue la asociada con movimiento de fluidos de fuente transitoria al interior del volcán (LPS) con 1498 eventos que representan el 71% del total (de éste número, uno corresponde al registro de un evento tipo TOR), seguida por los eventos asociados con tránsito de fluidos de fuente permanente o episodios de tremor (TRE) con el 22,4% del total de eventos. La sismicidad restante, con un 5% estuvo asociada con eventos de fractura en roca (VT) como consecuencia de propagación de esfuerzos en la estructura volcánica por una posible interacción con la actividad del sistema hidrotermal y 1,6 % con eventos de fractura en roca ocasionada por interacción directa de procesos dinámicos (HYB) debido al movimiento de fluidos de componente hidrotermal. (Tabla 11, Figura 47 y 48).

Tabla 11. Número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el CVC entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en verde el mes objeto de evaluación.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					
	VT	LPS	TRE	HYB	TOR	TOTAL
01-mar-17 a 31-mar-17	119	291	64	286	16	760
01-abr-17 a 30-abr-17	109	1465	607	320	4	2501
01-may-17 a 31-may-17	239	1890	527	178	7	2834
01-jun-17 a 30-jun-17	107	1498	472	34	1	2111

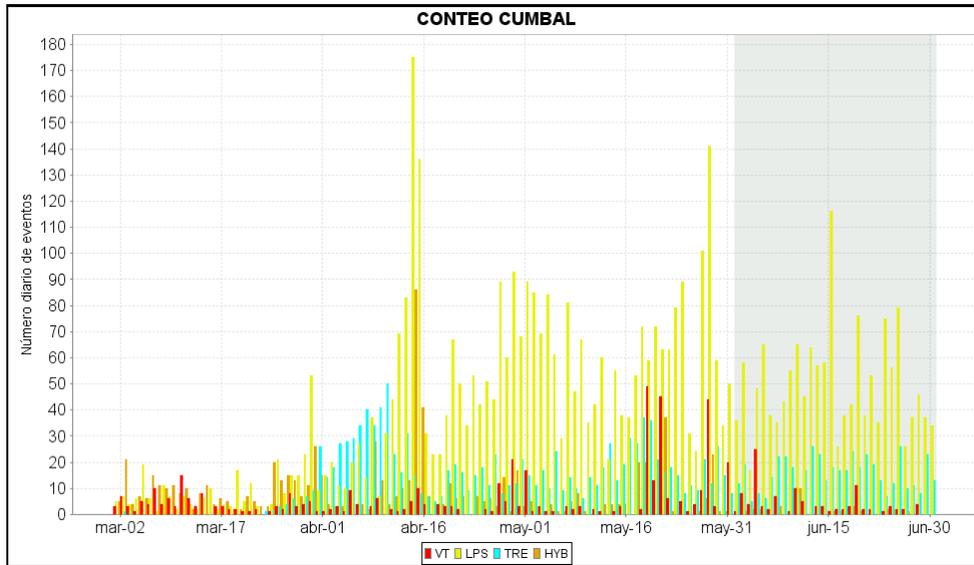


Figura 47. Ocurrencia diaria de sismos por tipo de evento en el CVC, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. El recuadro gris resalta el periodo evaluado en este informe.

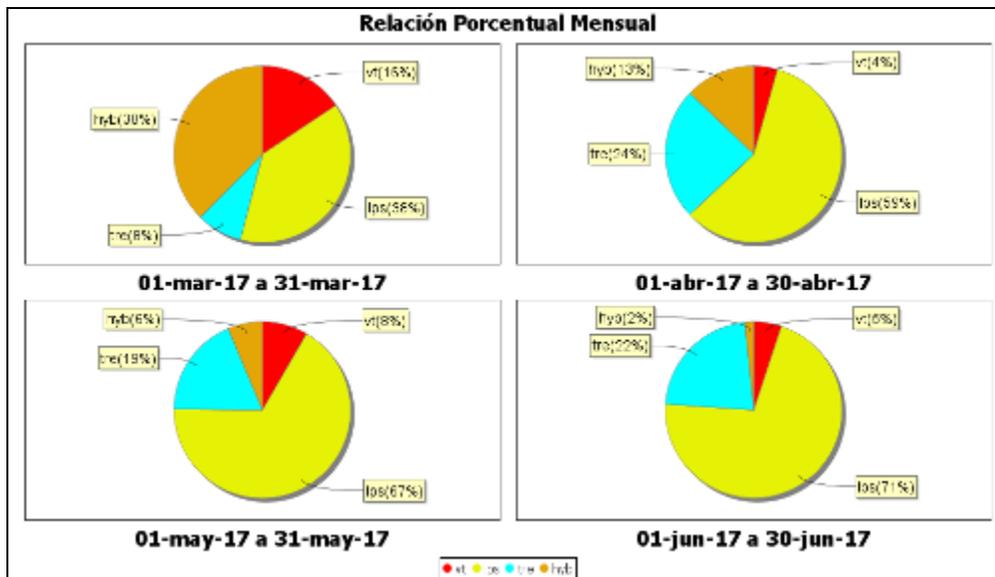


Figura 48. Relación porcentual de ocurrencia sísmica mensual por tipo de evento en el volcán Cumbal entre marzo y junio de 2017. En la Figura el valor de los porcentajes se aproxima a valores enteros.

Se destaca el registro de 1 sismo tipo tornillo TOR, que se caracteriza por el decaimiento lento de su coda y espectro en frecuencia con uno o varios picos dominantes. La Figuras 49 muestra el registro de éste evento asociado con Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

movimiento de fluidos registrado el 2 de junio de 2017 a las 8:32 p.m. hora local, con frecuencia dominante de 4,98 Hz. Las señales sísmicas y los componentes espectrales de los eventos tipo TOR del CVC indican que están asociados con movimiento de fluidos, en donde los conductos volcánicos que los contienen se comportan como cavidades resonantes y están relacionados principalmente con el sistema hidrotermal del CVC. Se resalta que a diferencia del volcán Galeras, los eventos TOR del CVC no muestran en sus parámetros evaluados una correlación con procesos de presurización del sistema.

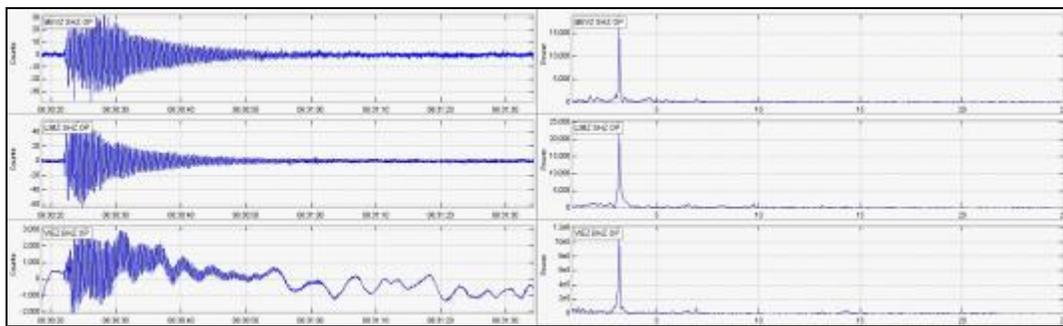


Figura 49. Sismogramas y espectros en frecuencia del evento TOR, registrado el 1 de junio de 2017 a las 8:32 p.m., el evento tuvo una duración de 137 segundos en la estación sísmica La Mesa.

Las localizaciones de 47 VT y 9 HYB, mostraron que la mayoría de las fuentes se hallan en inmediaciones del cráter La Plazuela al nororiente del CVC, a distancias epicentrales menores a 4 km con respecto a este cráter, profundidades inferiores a 4 km en relación a los 4700 msnm (aproximadamente al cima del CVC) y con magnitudes hasta 1,0 en la escala de Richter. Unos pocos sismos se ubicaron de manera dispersa a distancias no mayores de 13 km tomando en consideración el cráter La Plazuela, con profundidades hasta 15 km y magnitudes locales hasta 1,4 en la escala de Richter (Figura 50). La energía de los sismos localizados en junio de 2017 disminuyó en un 68,4% en comparación al valor registrado en mayo de 2017, pasando de 2.06×10^{13} ergios a 6.50×10^{12} ergios.

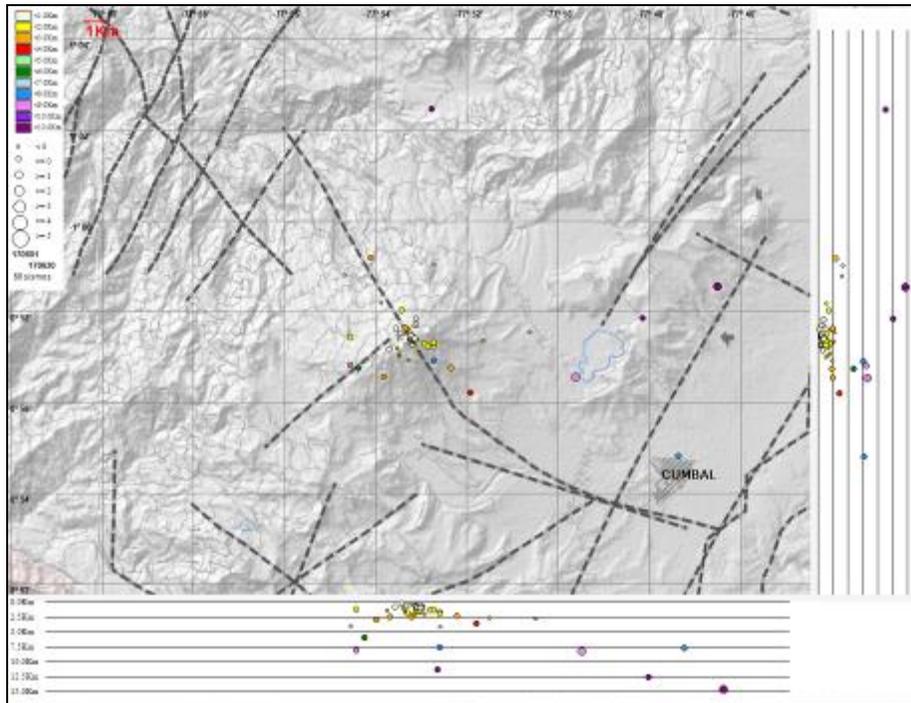


Figura 50. Localización epicentral e hipocentral de sismos VT e HYB registrados entre el 1 y 30 de junio de 2017. En los cortes Norte-Sur (derecha) y Este-Oeste (abajo) cada línea de división representa 2,5 Km de profundidad respecto a la cima volcánica (aproximadamente 4760 msnm)

2.3 DEFORMACIÓN

Las componentes de inclinación de las estaciones La Mesa, Limones y Punta Vieja, muestran tendencias estables, con variaciones en los registros que probablemente están asociadas con la temperatura imperante en la zona (Figuras 51, 52 y 53). Para el periodo evaluado no se tiene registro del inclinómetro La Nieve.

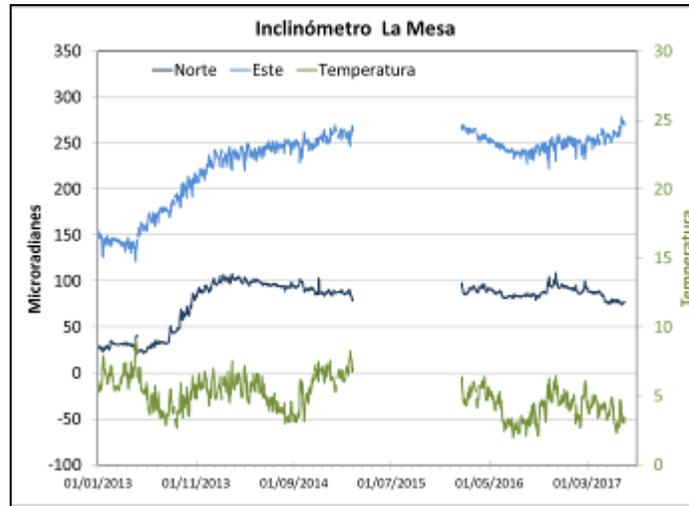


Figura 51. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico La Mesa, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2013 y el 30 de junio de 2017.

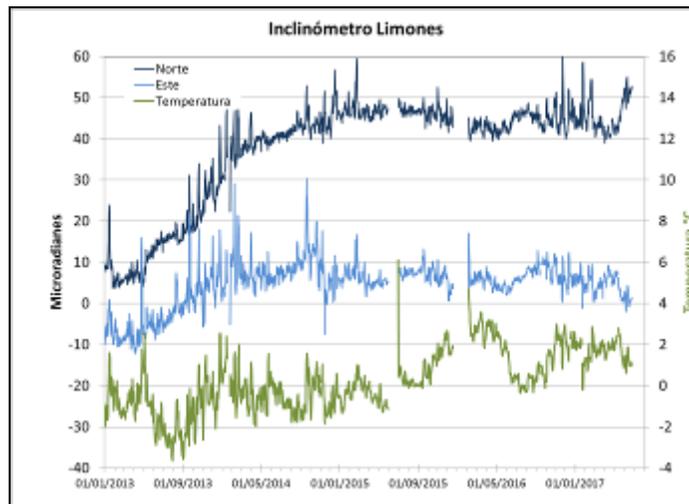


Figura 52. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Limones, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2013 y el 30 de junio de 2017.

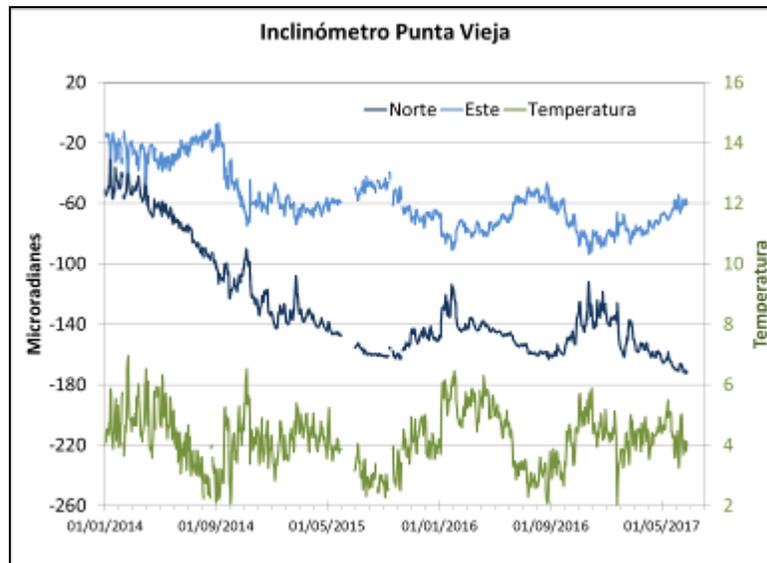


Figura 53. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Punta Vieja, instalado en el complejo volcánico de Cumbal, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

2.4 GEOQUÍMICA

En el mes de mayo no se realizaron muestreos en fuentes termales ni en gases en el volcán Cumbal.

2.5 ACTIVIDAD SUPERFICIAL

Los días 6, 9, 10, 13, 18 y 19 de junio con la cámara web de Cumbal se observó emisiones de gases desde el campo fumarólico El Verde con pequeñas columnas de gas de color blanco, con dispersión variable por acción del viento. La cámara web de Punta Vieja no está funcionando, personal del grupo de electrónica intentó reiniciarla remotamente pero no fue posible, por lo cual es necesario ir a la estación para su mantenimiento.

En las Figuras 54 a 57 se presentan algunas imágenes asociadas a procesos de emisión de gases del complejo volcánico de Cumbal.

El sensor satelital ASTER (acoplado al satélite Terra de la NASA de los Estados Unidos), captó una imagen térmica nocturna de la zona del Complejo Volcánico Cumbal, para el 28 de junio de 2017, a las 10:36 p.m. En la imagen (Figura 58), los píxeles más claros corresponden a temperaturas más altas (las máximas, aproximadamente superiores a

los 50 grados centígrados). En términos relativos, las mayores anomalías térmicas se observan en el volcán Cumbal, en los campos fumarólicos El Verde, Desfondada y Humeros-Fogones; mientras que para el volcán Mundo Nuevo, se resaltan las anomalías térmicas asociadas a los campos fumarólicos Boca Vieja, Rastro Alto y Las Bandas.

Esta información satelital es coherente con las observaciones de actividad superficial en campo y para el caso de El Verde, a través de la cámara web instalada en Punta Vieja.



Figura 54. Imagen de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal (sector El Verde), el 6 de junio de 2017 a las 7:27 a.m., capturada desde la cámara ubicada en el casco urbano de Cumbal.



Figura 55. Imágenes de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal presentada el 9 de junio de 2017 a las 6:36 p.m. (izquierda) y el 10 de Junio de 2017 a las 6:36 a.m. (derecha), capturadas por la cámara ubicada en el municipio de Cumbal.



Figura 56. Imágenes de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal presentada el 13 y 18 de junio de 2017, capturadas desde la cámara ubicada en el municipio de Cumbal.



Figura 57. Imagen de la emisión de gases ocurrida en el Complejo Volcánico de Cumbal (sector El Verde), el 19 de junio de 2017 a las 6:23 a.m., capturada desde la cámara ubicada en el casco urbano de Cumbal.

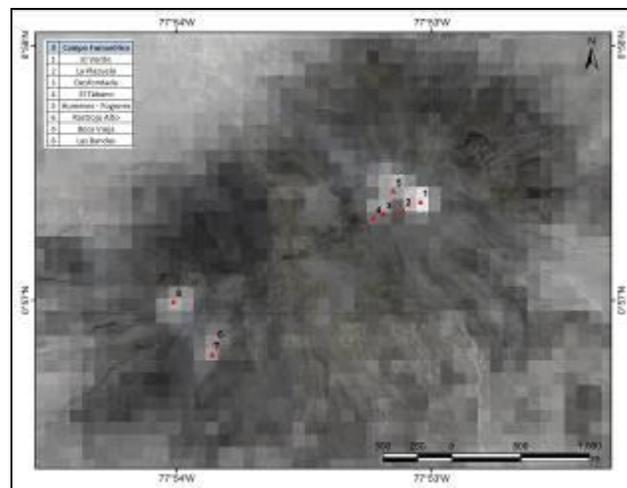


Figura 58. Imagen satelital térmica (nocturna) de la zona del Complejo Volcánico Cumbal el junio 28 de 2017 a las 10:36 p.m.

2.6 CONCLUSIONES

La actividad que viene mostrando el Complejo Volcánico de Cumbal se caracteriza por un descenso en los niveles de ocurrencia sísmica y registro de sismicidad asociada con actividad hidrotermal. Los sismos de fractura e híbridos localizados se ubicaron principalmente en inmediaciones del cráter Plazuelas, a profundidades menores de 4 km.

La evaluación del proceso volcánico durante el mes de junio de 2017 permitió mantener para la actividad del volcán Cumbal, en NIVEL AMARILLO  (III): “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”.

3. ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES CHILES Y CERRO NEGRO JUNIO DE 2017

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los volcanes Chiles y Cerro Negro se ubican al suroeste del país, en el departamento de Nariño, en la frontera entre Colombia y Ecuador. Con una altura de 4748 msnm, Chiles se localiza a unos 15.5 Km al suroeste del Complejo Volcánico Cumbal y el volcán Cerro Negro, con una altura de 4470 msnm se localiza a 16.5 km al suroeste del complejo volcánico Cumbal (Figura 59).

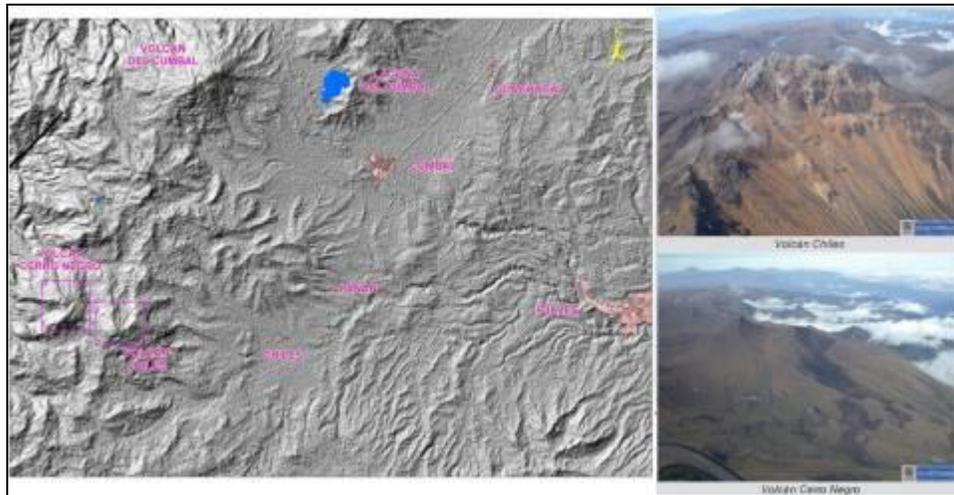


Figura 59. Localización de los volcanes Chiles y Cerro Negro (izquierda) e imágenes de los mismos (derecha).

3.2 RED DE VIGILANCIA

La red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro está conformada por seis estaciones sísmicas de banda ancha y 2 inclinómetros electrónicos estaciones dispuestas para el seguimiento de los cambios de superficie, un sensor de infrasonido, una cámara WEB y una estación permanente de temperatura en fuente termal. Las estaciones se ubican así: una estación en la cima volcánica en el costado occidental de Chiles (sismómetro e inclinómetro), otra en el sector nororiente denominada Canguil (sismómetro, Cámara web y sensor de infrasonido), otra al noroccidente en el volcán Cerro Negro (sismómetro e inclinómetro), la estación Panán, a 7,4 km al nororiente del volcán Chiles, la estación Laguna ubicada al nor-nororiente del volcán Chiles y la estación Termales (Sismómetro y Termocupla en fuente termal), ubicada en el sector

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

de Baño Grande. Además se cuenta con una red de muestreo de aguas en fuentes termales y fuentes frías (Figura 60, Tablas 12 y 13).

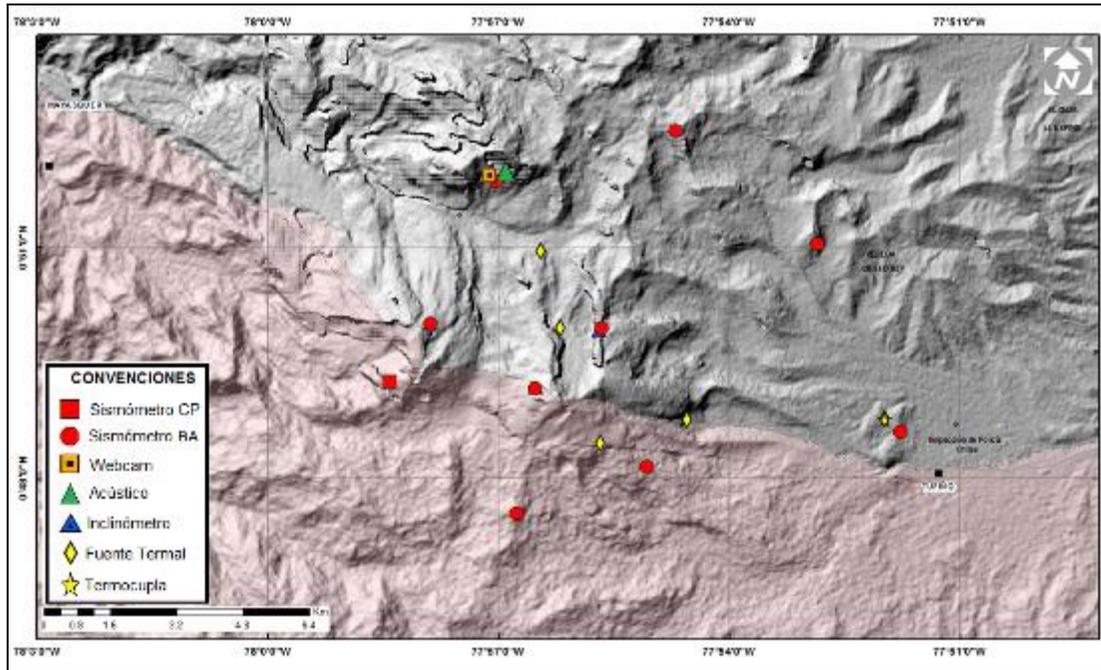


Figura 60. Estaciones telemétrica y no telemétricas que conformaron la red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro en el mes de junio de 2017.

Tabla 12. Estaciones que conforman la red de vigilancia de la actividad de los volcanes Chiles y Cerro Negro.

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
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
Termales	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	9,3	E	3329

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 90 % (Figura 62).

Tabla 13. Ubicación geográfica (WGS84) de las fuentes termales y frías del área de influencia del volcán Chiles.

FUENTE TERMAL	IMAGEN	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (msnm)
(A) BAÑO GRANDE		0.81282°	77.86624°	3318
(B) AGUAS HEDIONDAS		0.81256°	77.90923°	3613
(C) LAGUNAS VERDES		0.80758°	77.92791	3894
(D) RÍO BLANCO		0.84928°	77.94092°	3611
(E) EL HONDÓN		0.832535	-77.936713	3948

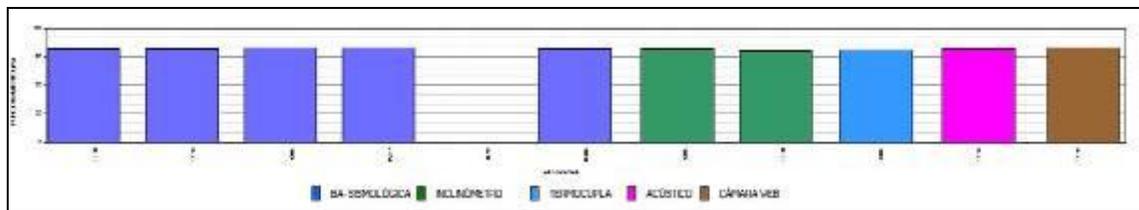


Figura 61. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo de los volcanes Chiles y Cerro Negro en junio de 2017.

3.3. SISMOLOGÍA

En junio y en comparación con el mes de mayo d 2017, se registró un incremento en la actividad sísmica de 64,2 % en la región de los volcanes Chiles - Cerro Negro, pasando de 467 a 767 eventos. El 97,4% de los sismos corresponden a eventos de fractura en roca (VT) como consecuencia de propagación de esfuerzos en la estructura cortical por una posible interacción de la actividad de los sistemas hidrotermal-magmático con el

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

estado regional de esfuerzos de la corteza en la zona. Se destacan los sismos ocurridos el 25 de junio a las 8:41 pm (tiempo local) con una magnitud de 2.2 y el 26 de junio con magnitudes de 2.3, 2.7, 3.0 y 2.4 grados a las 6:01, 6:09 am, 12:14 y 12:30 pm respectivamente (Figura 62). El evento de las 12:14 pm fue reportado como sentido por habitantes de la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro. Estos sismos se ubicaron hacia el Sureste de los volcanes en distancias comprendidas entre 3 y 12 km de la cima de Chiles con profundidades entre 0.8 y 10.2 km respecto a los 4700 msnm (valor cercano a la cima del volcán Chiles). Las localizaciones de otros 230 sismos VT, mostraron epicentros hacia el suroccidente, sur y suroriente del volcán Chiles, aunque algunos epicentros alcanzaron distancias de 17 km, la mayoría estuvo a distancias menores a 11 km. Las profundidades de los hipocentros estuvieron comprendidas entre los 0,7 y 15 km, estando la mayoría alrededor de los 8 km de profundidad. Aunque la magnitud máxima fue de 3,0, la mayoría de eventos tuvieron magnitudes por debajo de 1,0 (Tabla 14, Figura 63).

Tabla 14. Número de eventos volcánicos por tipo para el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro ocurridos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-mar-17 a 31-mar-17	312	8	0	4	324
01-abr-17 a 30-abr-17	911	19	0	1	931
01-may-17 a 31-may-17	450	14	0	3	467
01-jun-17 a 30-jun-17	747	20	0	0	767

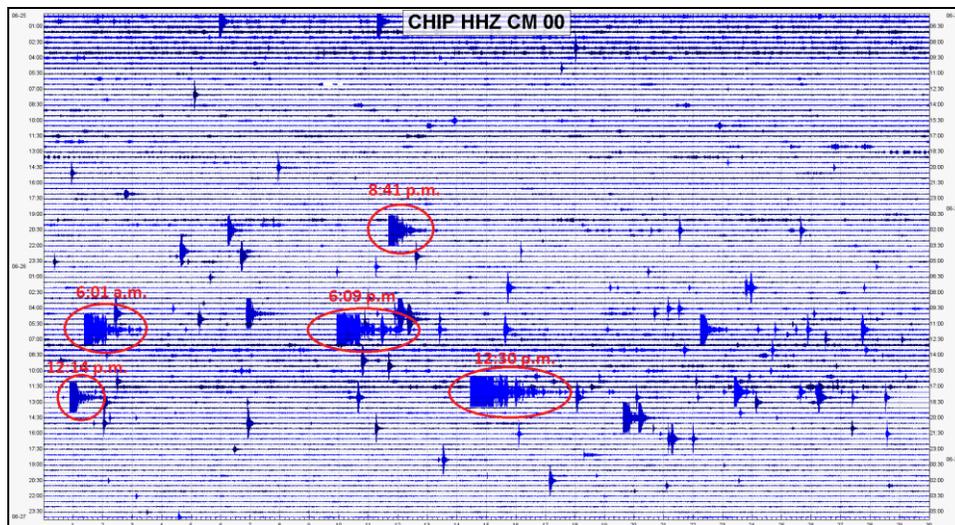


Figura 62. Enjambre de sismos VT, ocurridos en la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro entre el 25 y 26 de junio de 2017.

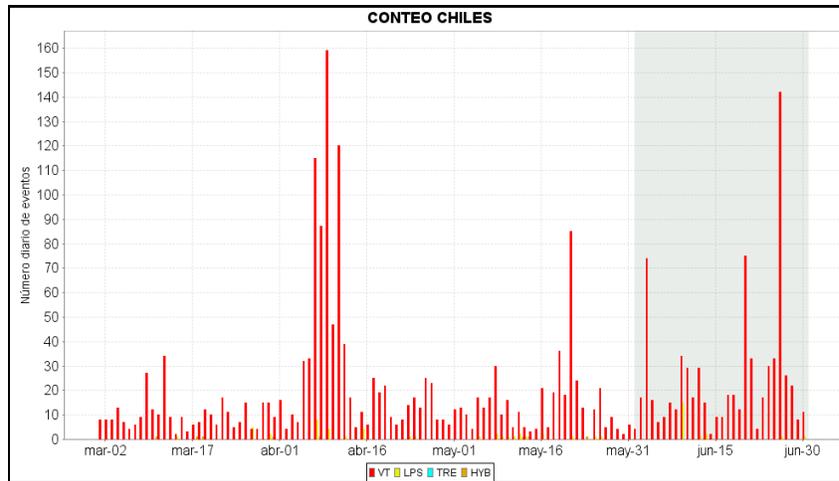


Figura 63. Número diario de sismos VT, ocurridos en la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro entre los meses de marzo y junio de 2017.

Del total de sismos VT, se localizaron 238 eventos, que se ubicaron epicentralmente hacia el suroccidente, sur y sur-oriente del volcán Chiles que en su mayoría se localizaron a distancias epicentrales menores a 10,5 km respecto al centro del volcán (algunos a distancias que alcanzaron los 17 km), y profundidades comprendidas entre los 0,7 y 15 km respecto a la cima volcánica (4.700 msnm), la mayoría a 8 km de profundidad. Los sismos localizados presentaron magnitudes menores a 3,0 en la escala de Richter, sin embargo la mayoría de eventos tuvo magnitudes por debajo de 1 en la escala de Richter (Figura 64).

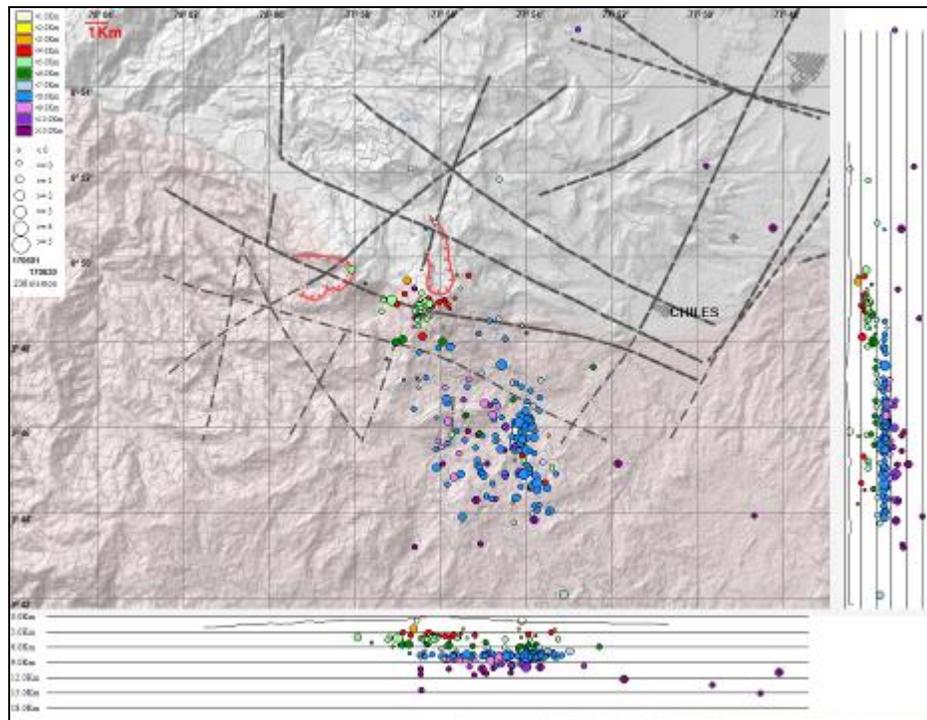


Figura 64. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo de Chiles y Cerro Negro, en el mes de junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 3 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

Teniendo en cuenta la magnitud local presentada por los eventos localizados, se logró obtener un estimativo de la energía liberada en términos de su raíz cuadrada (Figura 65). Como consecuencia del incremento en el número y magnitud de los sismos, la energía sísmica liberada también mostró un incremento, aumentando en 85 veces en relación con el mes de mayo, pasando de pasando de $5,25 \times 10^{13}$ ergios a $4,46 \times 10^{15}$ ergios (Tabla 15).

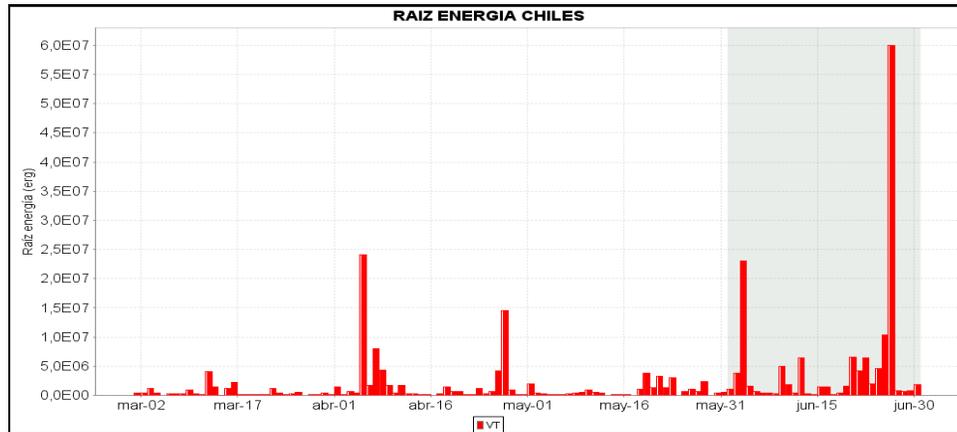


Figura 65. Raíz de la Energía diaria liberada expresada en Ergios, calculada con la ML de los eventos volcánicos tipo VT ocurridos en Chiles – Cerro Negro entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.

Tabla 15. Energía sísmica liberada evaluada a partir de ondas de cuerpo para los diferentes tipos de eventos volcánicos en los volcanes Chiles y Cerro Negro entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017, resaltando en color verde el mes evaluado.

Periodo Evaluado	Energía liberada por tipo de Evento [ergios]	
	VT	TOTAL
01-mar-17 a 31-mar-17	3,03E+13	3,03E+13
01-abr-17 a 30-abr-17	9,12E+14	9,12E+14
01-may-17 a 31-may-17	5,25E+13	5,25E+13
01-jun-17 a 30-jun-17	4,46E+15	4,46E+15

3.4. DEFORMACIÓN

Las componentes del inclinómetro Chiles para el último año mostraron estabilidad, con cambios asociados a la temperatura ambiente (Figura 66).

De los dos inclinómetros instalados en la superficie del Volcán Cerro Negro, solamente uno de ellos está en funcionamiento, el inclinómetro Cerro Negro, el cual muestra comportamiento similar al reportado en el anterior mes, continúa la tendencia descendente en la componente Norte registrando 104 μ rad desde el 23 de diciembre de 2016, mientras que en la Este se evidencia un cambio de tendencia, de descendente a ascendente desde el 22 de abril de 2017, ascenso de 28 μ rad (Figura 67).

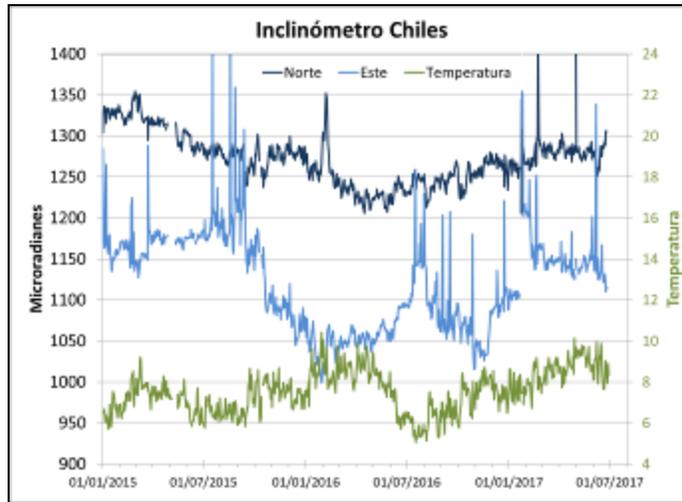


Figura 66. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Chiles, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 30 de junio de 2017.

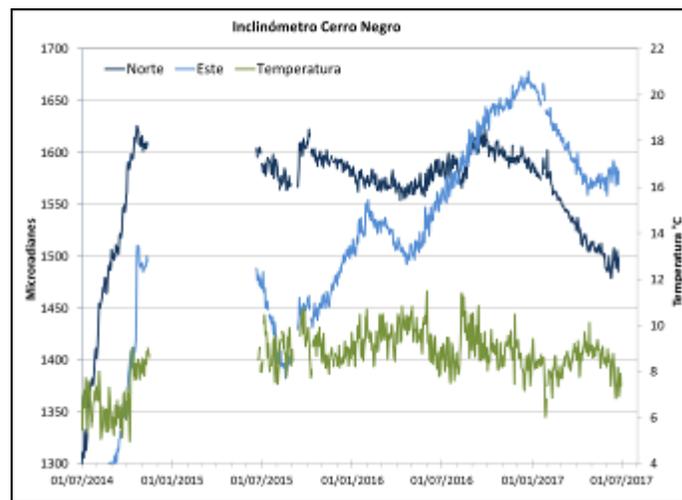


Figura 67. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Cerro Negro, instalado en el volcán del mismo nombre, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 30 de junio de 2017.

3.5 GEOQUÍMICA

En el mes de junio no se realizaron muestreos en fuentes termales en los volcanes Chiles Y cerro Negro.

3.6 ACTIVIDAD SUPERFICIAL

Durante el mes de junio de 2017 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del Complejo Volcánico Chiles – Cerro Negro.

3.7 CONCLUSIONES

Aunque hasta el momento no se han observado cambios en las manifestaciones de actividad superficial, la sismicidad muestra una posible intrusión de magma en profundidad, por lo cual 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 junio 2017 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 ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES LAS ÁNIMAS, DOÑA JUANA Y AZUFRAL – JUNIO DE 2017

Como parte de la misión institucional, el Servicio Geológico Colombiano a través del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto (OVSP), tiene como función el estudio de los volcanes activos de Nariño. Para el cumplimiento de esta tarea el OVSP continuó con el monitoreo permanente de los volcanes Las Ánimas, Doña Juana y Azufral (Figura 68).

Las estaciones instaladas hasta el momento cuentan con un sistema de telemetría de datos tipo análoga y de tipo digital con registro continuo y en tiempo real de la información proveniente de estos volcanes.

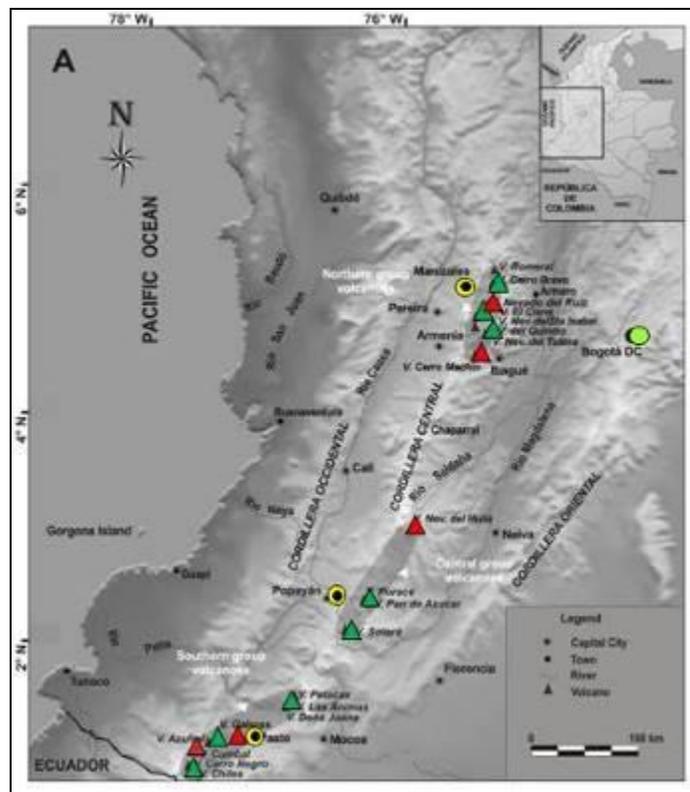


Figura 68. Localización de algunos volcanes del sur de Colombia, entre ellos están Galeras, Doña Juana, Azufral, Cumbal, Las Ánimas, Chiles y Cerro Negro monitoreados por el OVSP - Servicio Geológico Colombiano.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

La información obtenida por los diferentes métodos geofísicos y geoquímicos de vigilancia, se viene analizando de manera periódica con el propósito de obtener un conocimiento básico del fenómeno volcánico e identificar de manera oportuna un posible cambio en la actividad y realizar el diagnóstico del nivel de actividad.

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 de 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 69).

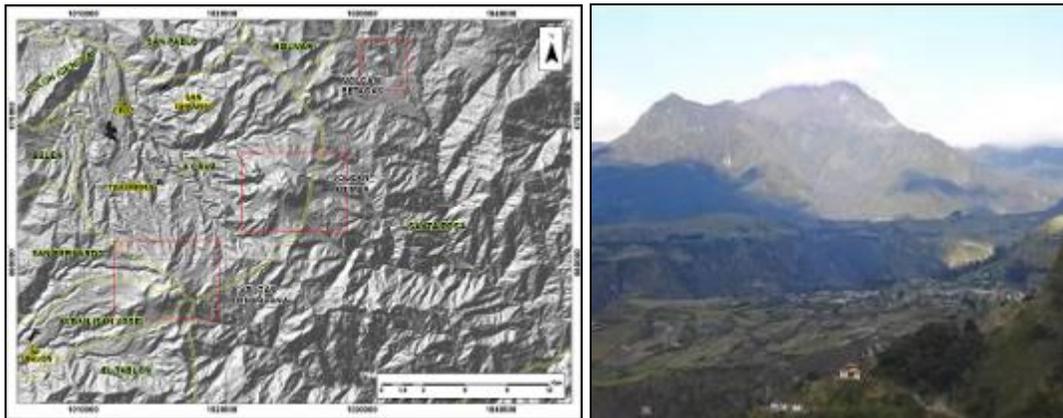


Figura 69. Localización del volcán Las Ánimas (izquierda) e imagen del costado occidental del volcán (derecha).

4.1.2 Red de vigilancia

La red de monitoreo del volcán Las Ánimas está conformada por tres estaciones sísmicas, dos inclinómetros electrónicos localizados en las zonas conocidas como Altamira, Petroglifo y El Troje sobre su costado occidental, y desde finales del mes de noviembre de 2015, se cuenta con una estación GNSS permanente encargada de detectar los cambios sobre la superficie volcánica. Es de resaltar que la estación

Servicio Geológico Colombiano

multiparámetro Altamira (sísmica y de deformación), se encuentra ubicada en los límites de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas.

En la Figura 70 se muestra la disposición de las estaciones para monitoreo de la actividad sísmica y de deformación cortical del volcán Las Ánimas. En la Tabla 16 se consignan sus características.

En el periodo evaluado, las estaciones de la red instalada para el monitoreo del volcán Las Ánimas tuvo un funcionamiento del 96 % (Figura 71).

Tabla 16. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Las Ánimas en junio de 2017

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
Pradera	Digital	GNSS	Triaxial	4,0	WSW	2995

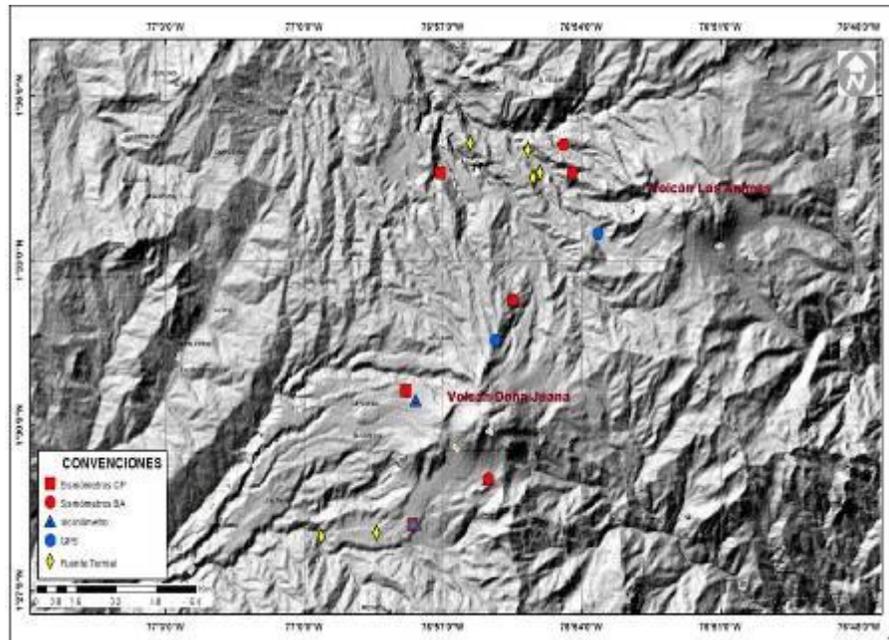


Figura 70. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas durante el mes de junio de 2017. Adicionalmente se cuenta con una red de muestreo de aguas en fuentes termales y fuentes frías, resaltadas con rombos.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufral – junio 2017

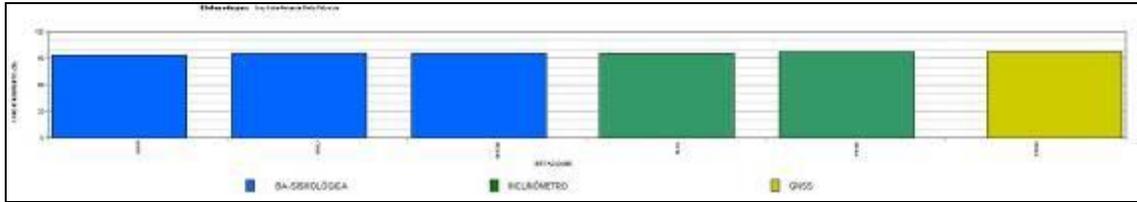


Figura 71. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Las Ánimas en junio de 2017.

4.1.3 Sismología

Las principales manifestaciones de actividad correspondientes a los volcanes Doña Juana y Las Ánimas tienen que ver con la ocurrencia de sismos en la región de estos volcanes, contabilizándose un total de 79 sismos que es un número significativo teniendo en cuenta que en el mes de mayo tan sólo se registraron 5 eventos. En junio se destaca la ocurrencia de un enjambre de sismos asociados con fractura de roca (VT) como consecuencia de propagación de esfuerzos en la estructura cortical contabilizando 59 eventos para el día 19 entre las 9:25 a.m. y las 10:00 p.m. hora local. Los focos de 34 de estos eventos se localizaron en su mayoría en el sector nor-noreste de la cima del volcán Las Ánimas a distancias epicentrales entre 2 y 4 km con profundidades hasta 14 km respecto a la cima volcánica. El sismo de mayor magnitud local julio fue de 2.9 en la escala de Richter y ocurrió a las 9:36 a.m. del 19 de julio ubicándose a 2,4 al nor-noreste con una profundidad de 14 km (Figura 72).

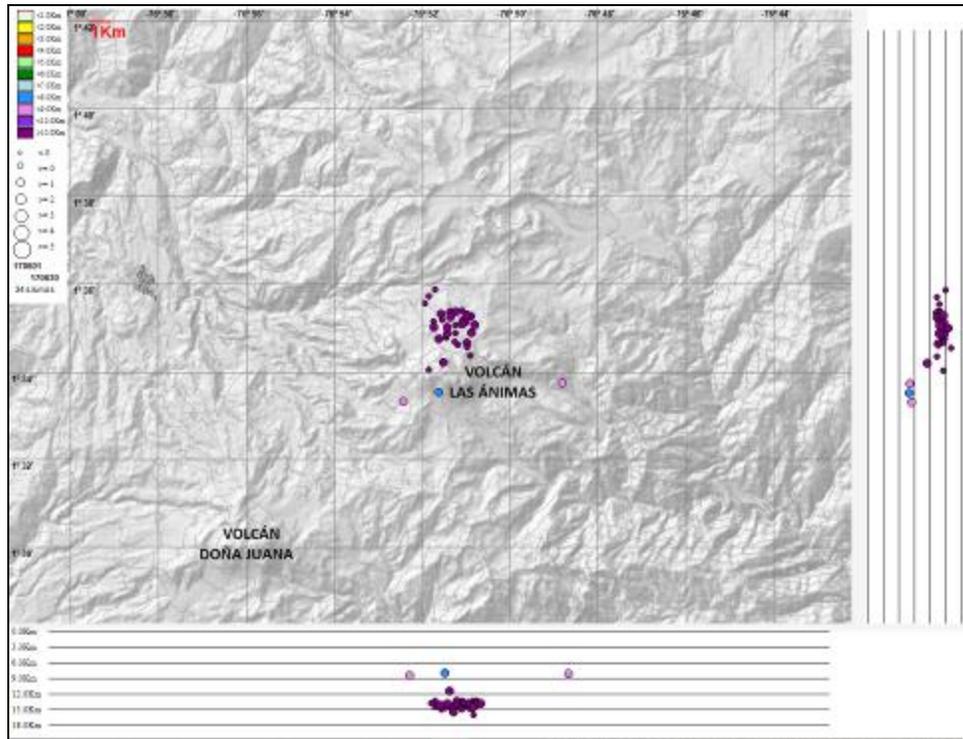


Figura 72. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, en el mes de junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 3,0 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

4.1.4 Deformación

4.1.4.1. Inclínometría Electrónica

El inclinómetro electrónico Altamira, desde 2014, y hasta mediados del 2016, mostró una tendencia ascendente en su componente Norte, acumulando unos 150 μ rad, posteriormente desde noviembre de 2016 y hasta la fecha muestra una tendencia estable. La componente Este mantiene la tendencia estable desde el mes de febrero de 2017 (Figura 73). El inclinómetro Petroglifo, muestra variaciones en su registro que pueden estar asociados más a problemas en el sensor, es necesario realizar mantenimiento correctivo.

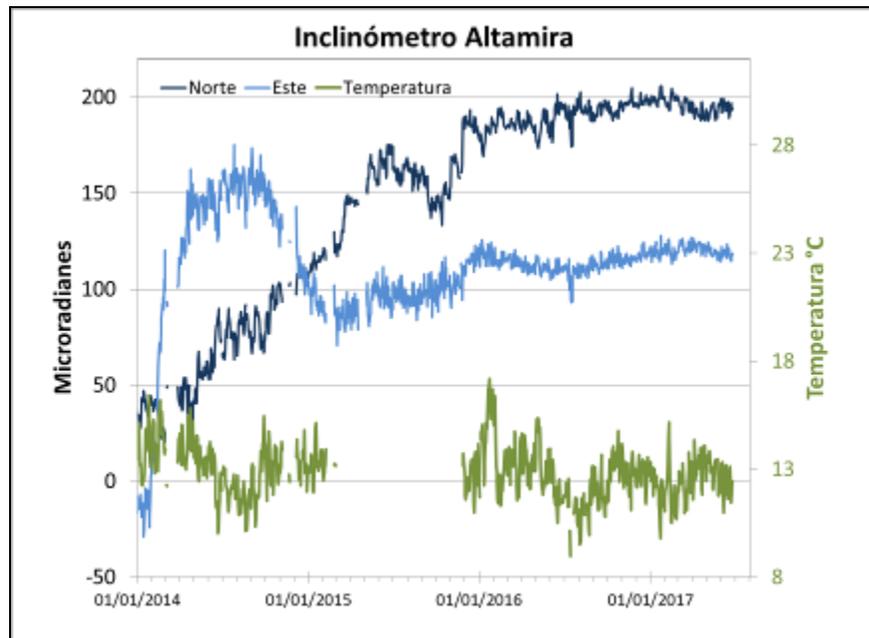


Figura 73. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Altamira, instalado en el límite entre los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 30 de junio de 2017.

4.1.4.2. Estaciones GNSS Permanentes

Para el análisis de la estación GNSS Permanente se contempló un procesamiento absoluto, el cual se está realizando a través del Sistema de Referencia Espacial Canadiense (CSRS). Los datos en formato RINEX, son enviados por separado para cada día y cada estación y posteriormente el resultado es almacenado en hojas de cálculo. El CSRS, utiliza las efemérides finales, correcciones que se deben hacer al dato de posición, por lo cual el proceso se presenta con 15 días de retraso. En la Figura 74, se indica el comportamiento de las direcciones del GNSS Pradera, instalado en el volcán Las Ánimas. En general, se observa un comportamiento estable en lo indicado por las direcciones Este, Norte y Altura.

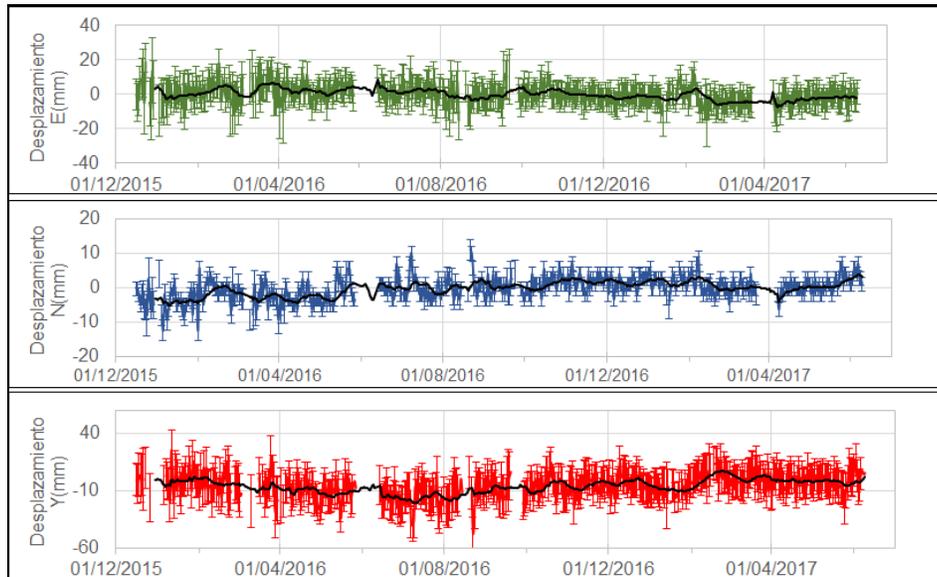


Figura 74. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS Pradera instalada sobre la superficie del volcán Las Ánimas, para el periodo comprendido entre el 16 de diciembre de 2015 y el 9 de junio de 2017.

4.1.5 Geoquímica

Durante el mes de junio de 2017 no se realizó análisis relacionados con estudios geoquímicos en el volcán Las Ánimas

4.1.6 Actividad Superficial

Durante el mes de junio de 2017 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del volcán Las Ánimas.

4.1.7 Conclusiones

Con base en la información disponible del mes de junio de 2017 el nivel de los volcán Las Ánimas permaneció en NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”.

4.2 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DOÑA JUANA

4.2.1 Red de Vigilancia

Para el mes de junio de 2017, la red de vigilancia del volcán Doña Juana estuvo conformada por:

- Tres estaciones sísmicas telemétricas triaxiales: dos de Corto Periodo y una de Banda Ancha (Figura 75, Tabla 19).
- La red de deformación del volcán Doña Juana cuenta con tres inclinómetros electrónicos telemétricos (Figura 75, Tabla 17).
- Dos estaciones GNSS permanente La Palma, instalada hacia el sector nororiente del volcán Doña Juana Y Lavas en el sector suroccidental (Figura 75, Tabla 17).

Adicionalmente se cuenta con la señal digital de la estación La Cruz que pertenece a la Red Sismológica Nacional de Colombia, RSNC (Figura 75, Tabla 17).

En el periodo evaluado, las estaciones de la red instalada para el monitoreo del volcán Doña Juana tuvo un funcionamiento promedio del 93 % (Figura 76).

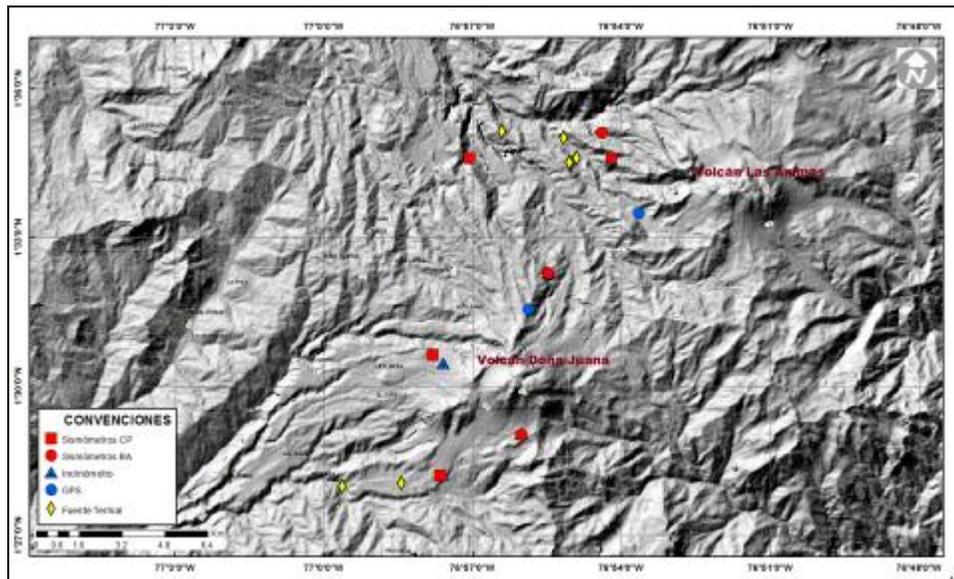


Figura 75. Localización de las estaciones que conforman la red de monitoreo de los volcanes Doña Juana y Las Animas.

Tabla 17. Estaciones que conformaron la red de vigilancia de la actividad del volcán Doña Juana en junio de 2017.

Estación	Transmisión de datos	Tipo de Sensor	Componente	Distancia al centro del Volcán (Km)	Dirección respecto al volcán	Altitud (msnm)
Páramo	Digital	Sismómetro Banda Ancha	Triaxial	2,1	SE	3533
I. Páramo	Digital	Sismómetro 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
La Palma	Digital	GNSS	Triaxial	2,7	NNS	3478
Lavas	Digital	GNSS	Triaxial			2970

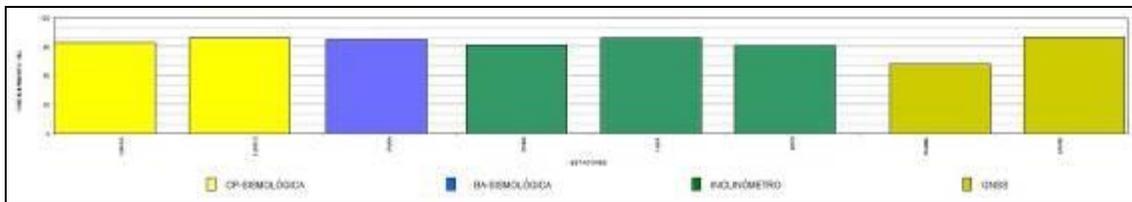


Figura 76. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Doña Juana durante junio de 2017.

4.2.2 Deformación.

4.2.2.1. Inclinometría Electrónica

Con respecto a los inclinómetros electrónicos instalados sobre la superficie del Volcán Doña Juana, se resalta que fueron nuevamente nivelados, Páramo el 1 de junio, Lavas el 4 de abril y Florida el 29 de junio de 2017.

El inclinómetro Lavas, entre septiembre de 2014 y hasta el 29 de marzo de 2017, mostró tendencias ascendentes en sus dos componentes, posteriormente se observa un cambio de tendencia, descenso en la Norte, registrando 24 μ rad, al parecer la Este tiende a estabilizarse (Figuras 77). En la Figura 78 se presenta el registro del inclinómetro Páramo, sin resaltar ninguna tendencia clara luego del proceso de nivelación del sensor. De Florida no se muestra debido a que fue nivelado a finales del periodo evaluado, es muy poco tiempo para evidenciar algún cambio.

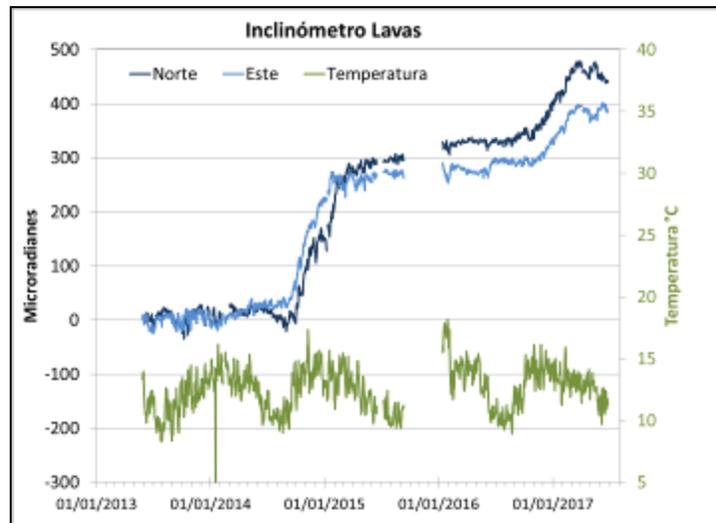


Figura 77. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Lavas, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 28 de mayo de 2013 y el 30 de junio de 2017.

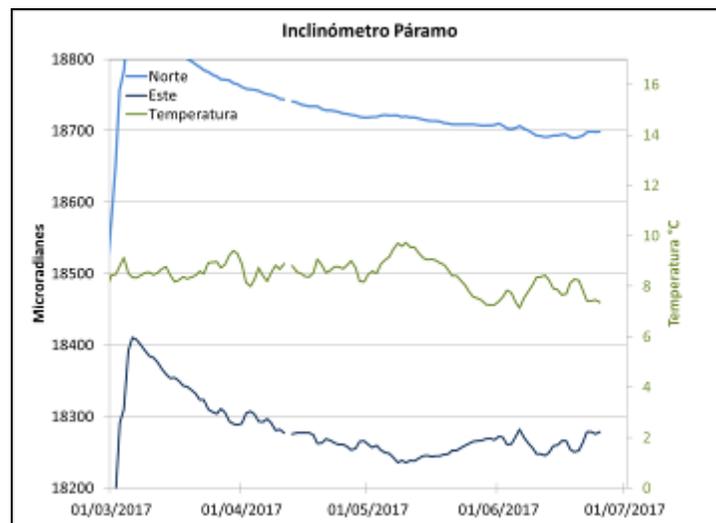


Figura 78. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro electrónico Páramo, instalado en el volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.

4.2.2.2. Estaciones GNSS Permanentes

Se resalta que el 28 de junio, se instaló una nueva estación GNSS Permanente en el mismo sitio de emplazamiento de los sensores sísmico e inclinómetro de la estación multiparamétrica Lavas, hacia el sector suroccidental del volcán Doña Juana. Por lo cual se tendrían para el periodo evaluado dos estaciones GNSS Permanentes, La Palma y Lavas.

Para el análisis se contempló un procesamiento absoluto, el cual se está realizando a través del Sistema de Referencia Espacial Canadiense (CSRS). Los datos en formato RINEX, son enviados por separado para cada día y cada estación y posteriormente el resultado es almacenado en hojas de cálculo. El CSRS, utiliza las efemérides finales, correcciones que se deben hacer al dato de posición, por lo cual el proceso se presenta con 15 días de retraso. En la Figura 79, se indica el comportamiento de las direcciones del GNSS La Palma, instalado en Doña Juana. En general se observa un comportamiento estable en el desplazamiento indicado por las direcciones Este, Norte y Altura.

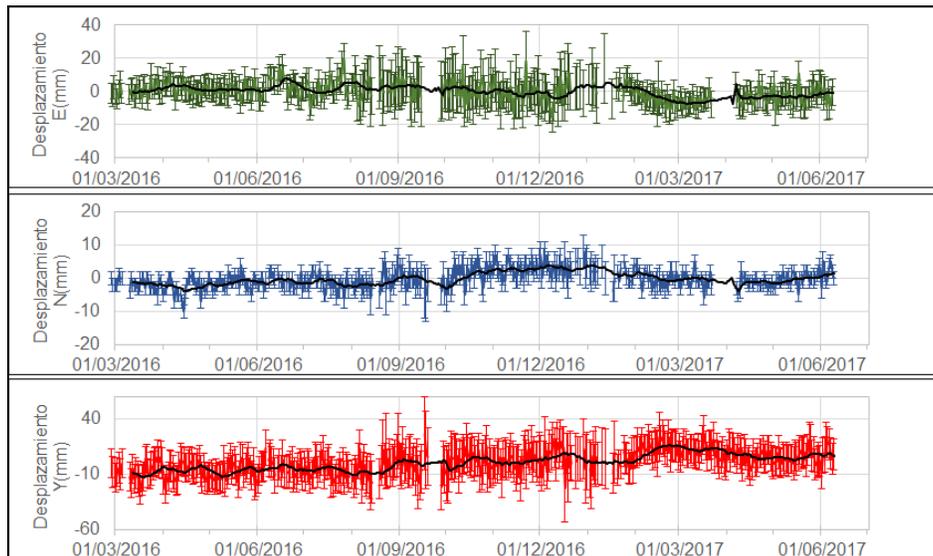


Figura 79. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS La Palma instalada sobre la superficie del volcán Doña Juana, para el periodo comprendido entre el 27 de febrero de 2016 y el 9 de junio de 2017

4.2.3 Geoquímica

Durante el mes de junio de 2017 no se realizó análisis relacionados con estudios geoquímicos en el volcán Doña Juana.

4.2.5 Actividad Superficial

Durante el mes de junio de 2017 no se tuvo reportes relacionados con actividad superficial del volcán Doña Juana.

4.2.6 Conclusiones

Con base en la información disponible del mes de junio de 2017 el nivel del volcán Doña Juana permaneció en NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”.

4.3 ACTIVIDAD DEL VOLCÁN AZUFRAL

4.3.1 Red de vigilancia

En la Figura 80 se muestra la disposición 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 18 se consignan sus características. Adicionalmente se cuenta con una estación meteorológica 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. Adicionalmente se instaló un sensor de Temperatura en una de las fumarolas del domo Mallama hacia el nororiente de la Laguna cratérica.

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. Para el periodo evaluado se cuentan con 4 estaciones GNSS permanentes, La Roca, Lobo, Laguna y Ventana (Figura 81).

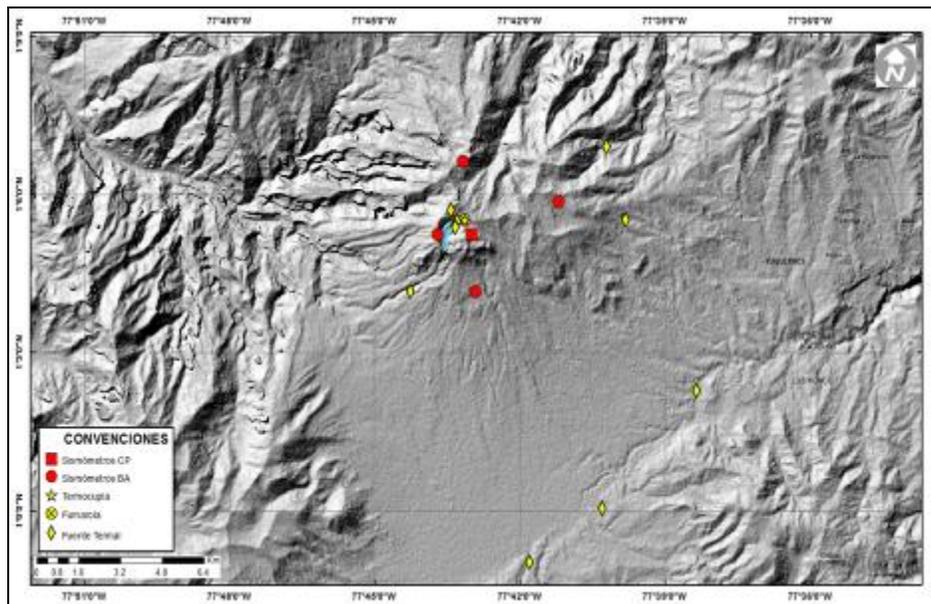


Figura 80. Localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo sísmico y geoquímico del volcán Azufral durante el mes de junio de 2017.

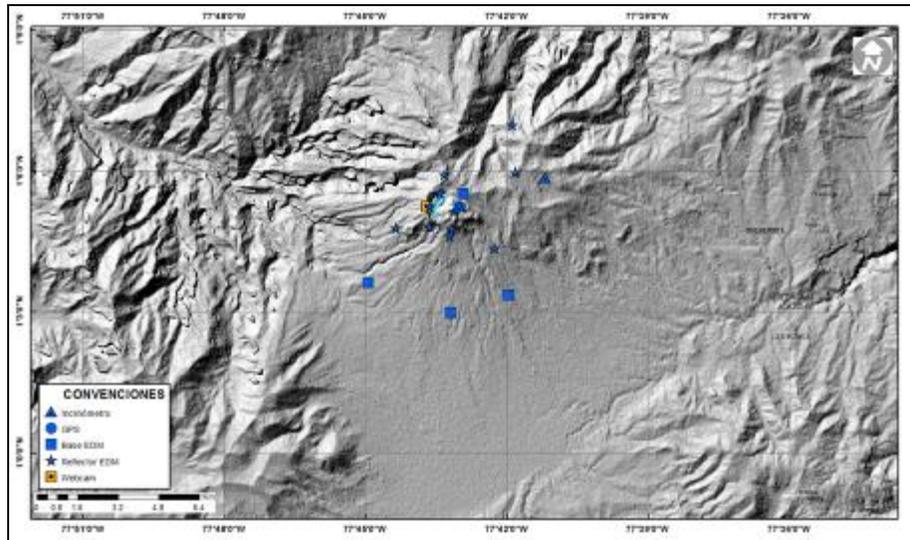


Figura 81. Mapa de localización de las estaciones que conformaron la red de monitoreo en deformación y cámara web del volcán Azufral en el mes de junio de 2017.

Tabla 18. Estaciones que conformaron la red de vigilancia del volcán Azufral en el mes de junio de 2017.

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

En general, la red de monitoreo del volcán Azufral alcanzó un porcentaje promedio de operación del 85 % para este mes (Figura 82).

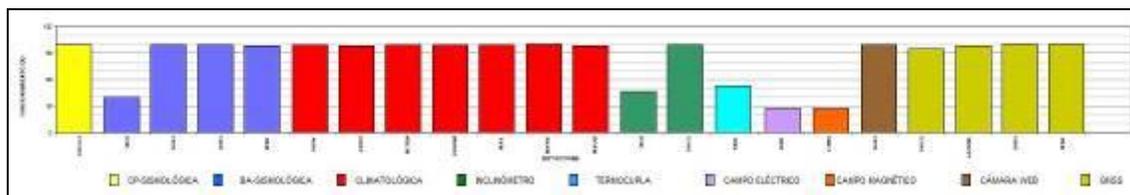


Figura 82. Histograma del porcentaje de funcionamiento de las estaciones que conformaron la red de monitoreo del volcán Azufral durante junio de 2017. (Cambiar la imagen)

4.3.2 Sismología

La sismicidad procedente de la región del volcán Azufral continúa enmarcada en niveles bajos. El número de sismos registrados permaneció estable en comparación a lo registrado en mayo, contabilizándose 15 sismos asociados con eventos de fractura en roca (VT) como consecuencia de propagación de esfuerzos en la estructura volcánica por una posible interacción con el sistema hidrotermal (Tabla 19, Figura 83). Doce Estos eventos se ubicaron de manera dispersa sobre el edificio volcánico, a distancias comprendidas entre 0,4 y 9 km respecto al centro de la Laguna Cratérica y profundidades entre 2,0 y 15 km respecto a la cima (4070 msnm). La magnitud local de los eventos estuvo por debajo de 1,9 en la escala de Richter (Figura 84).

Tabla 19. Número de eventos volcánicos por tipo para el volcán Azufral ocurridos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017. Se resalta en verde el último mes objeto de evaluación.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo				
	VT	LPS	TRE	HYB	TOTAL
01-mar-17 a 31-mar-17	21	0	0	0	21
01-abr-17 a 30-abr-17	3	0	0	0	3
01-may-17 a 31-may-17	14	0	0	0	14
01-jun-17 a 30-jun-17	15	0	0	0	15

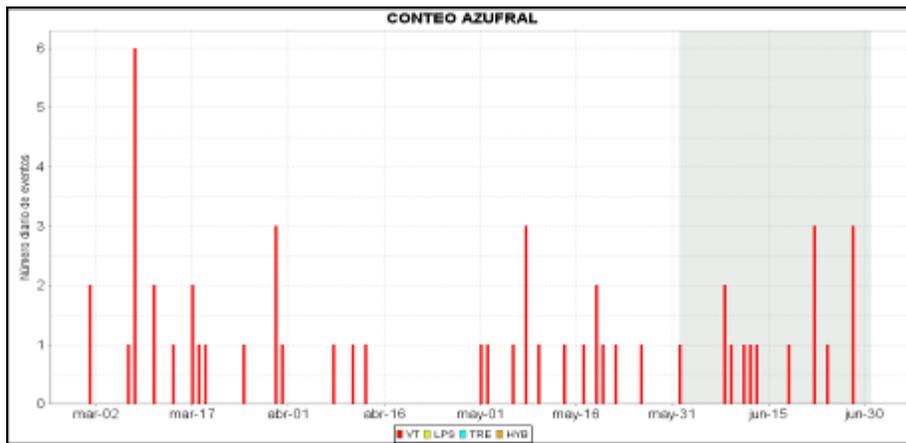


Figura 83. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en el volcán Azufral entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2017.

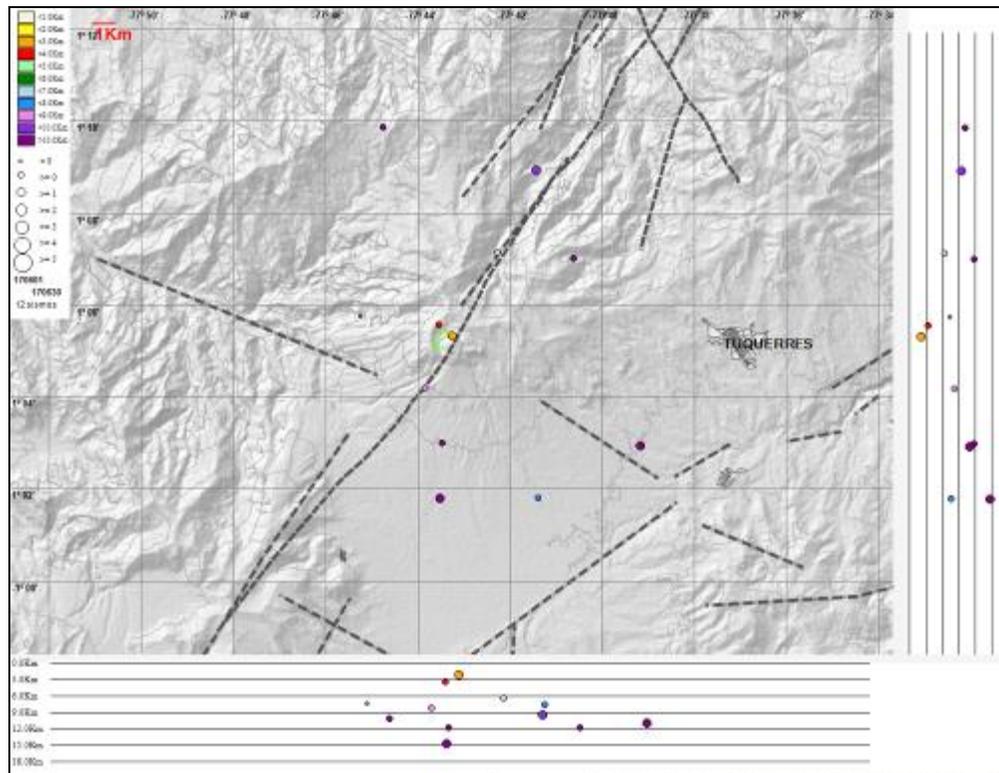


Figura 84. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura registrados por las estaciones de la red de monitoreo del volcán Azufral, en el mes de junio de 2017, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 3,0 km de profundidad con respecto a la cima volcánica, el color de los círculos depende de su profundidad.

4.3.3 Deformación

4.3.3.1. Inclímetro Electrónica

En el inclinómetro la Roca durante el 2016, se presentó un cambio en la pendiente de la componente Este, mostrando una tendencia descendente que continúa hasta la fecha, registrando cerca de 234 μrad , por su parte la Norte presenta estabilidad en su registro desde septiembre de 2016 (Figura 85).

Desde el 16 de junio se restableció la señal del inclinómetro electrónico Chaitán, recordando que desde el 26 de marzo de 2017, se dejó de recibir datos, el sensor fue nuevamente nivelado, en la Figura 86 se presenta el registro.

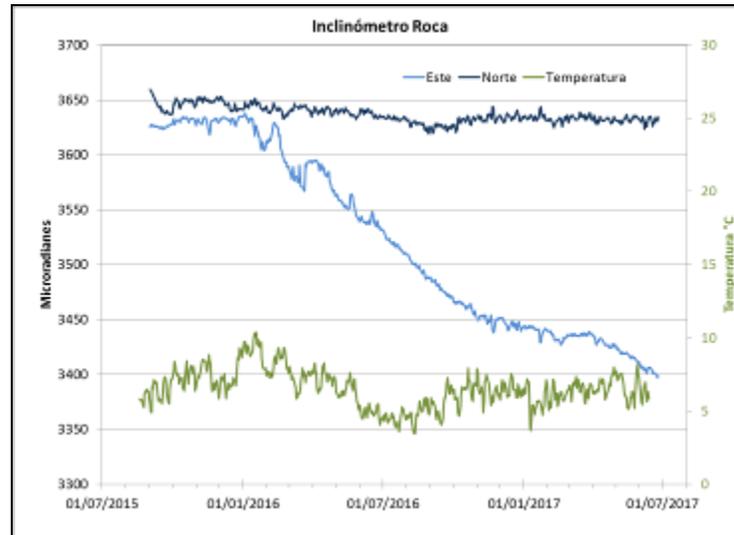


Figura 85. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro La Roca, instalado en el volcán Azufra, para el periodo comprendido entre el 1 de julio de 2015 y el 30 de junio de 2017.

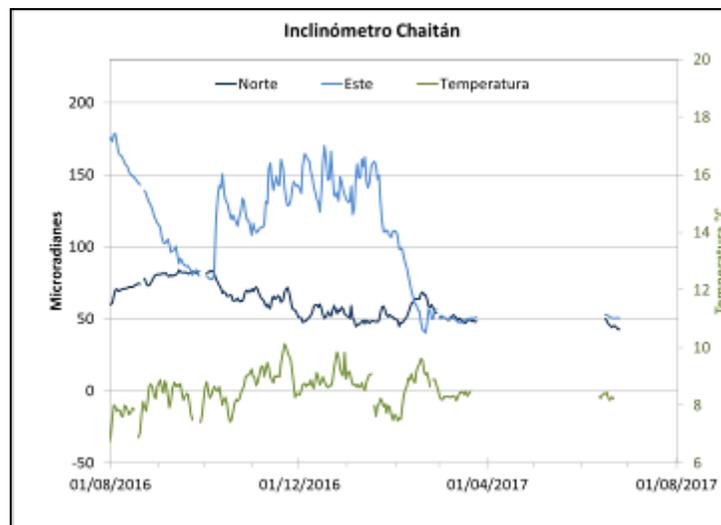


Figura 86. Componentes de inclinación Norte y Este (μrad) y registro de temperatura del inclinómetro Chaitán, instalado en el volcán Azufra, para el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2016 y el 30 de junio de 2017.

4.3.3.2. Estaciones GNSS Permanentes

Se resalta que el 23 de junio de 2017, se instaló una nueva estación GNSS Permanente, en el sector de la estación sísmica Ventana, al noroccidente del volcán Azufra. Por lo cual se tendrían para el periodo evaluado cuatro estaciones GNSS Permanentes, La Roca, Laguna, Lobo y Ventana.

Para el análisis se contempló un procesamiento absoluto, el cual se está realizando a través del Sistema de Referencia Espacial Canadiense (CSRS). Los datos en formato RINEX, son enviados por separado para cada día y cada estación y posteriormente el resultado es almacenado en hojas de cálculo. El CSRS, utiliza las efemérides finales, correcciones que se deben hacer al dato de posición, por lo cual el proceso se presenta con 15 días de retraso. En las Figuras 87, 88 y 89, se muestra el comportamiento de las direcciones Norte, Este y Altura de los GNSS La Roca, Lobo y Laguna. En general el comportamiento de las direcciones muestra estabilidad.

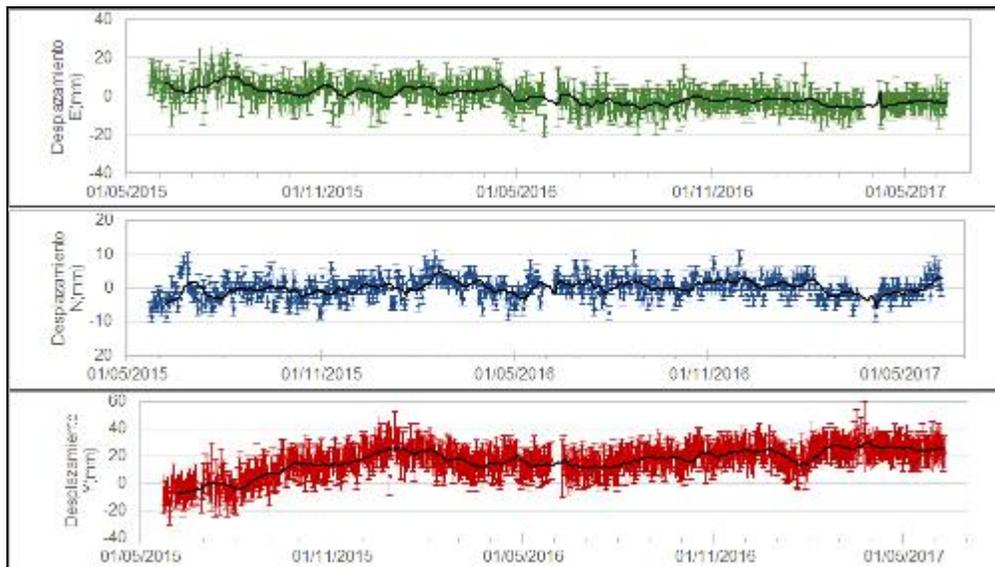


Figura 87. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS La Roca instalado en el volcán Azufra, para el periodo comprendido entre el 23 de mayo de 2015 y el 9 de junio de 2017.

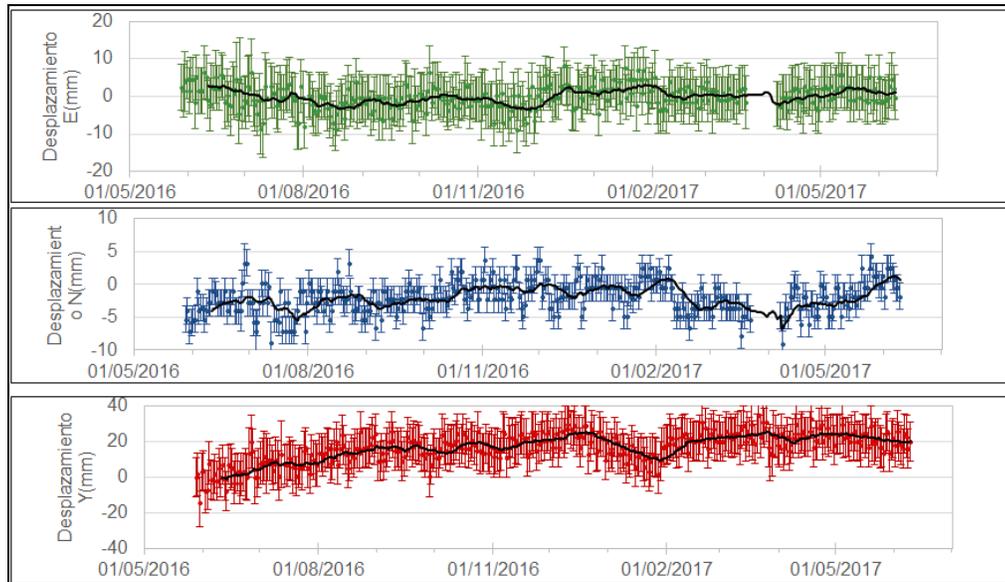


Figura 88. Variaciones en las direcciones Norte, Este y Altura de la estación GNSS Lobo instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 28 de mayo de 2016 y el 9 de junio de 2017.

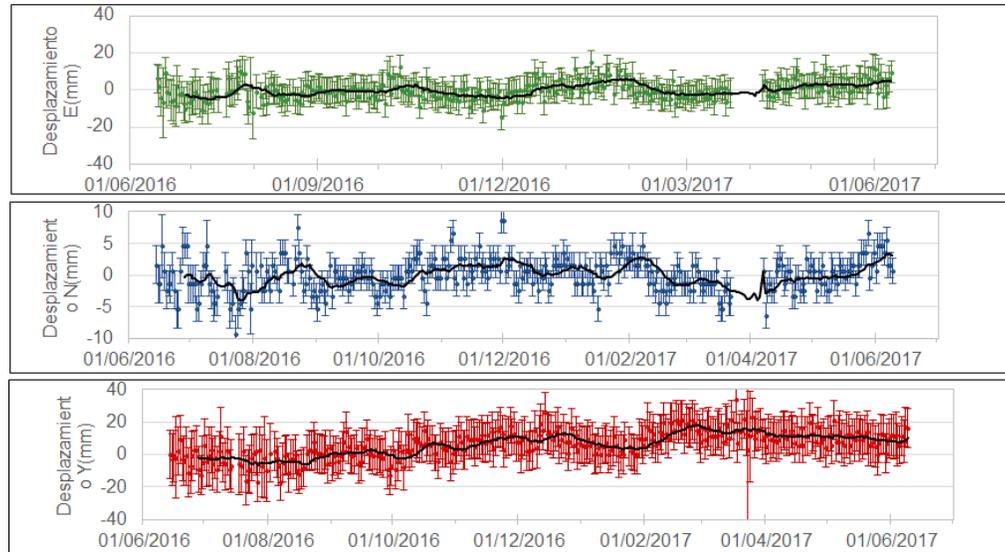


Figura 89. Variaciones en las direcciones Norte, Este y altura de la estación GNSS Laguna instalado en el volcán Azufral, para el periodo comprendido entre el 14 de junio de 2016 y el 9 de junio de 2017.

4.3.3.3. Medición electrónica de Distancias –EDM

En el periodo evaluado no se realizó ocupación de las bases de medición.

4.3.4 Electromagnetismo

La estación electromagnética LOBO entro nuevamente en funcionamiento a partir del 23 de junio. No se muestran gráficas del comportamiento de sus componentes puesto que no se observan mayores variaciones en la semana que tuvo registro.

4.3.5 Geoquímica

4.3.5.1 Muestreo de temperatura en aguas y gases – Volcán Azufra

Durante labores de campo realizadas el día 15 de junio de 2017, se efectuaron mediciones de temperatura en el campo fumarólico del Domo Mallama y las fuentes termales LV N° 1 y 4 con el fin de evaluar los cambios de actividad superficial que se han evidenciado a través de la cámara web instalada en la estación Laguna, de esta manera se describe a continuación los datos registrados:

Se realizaron mediciones en el sitio donde actualmente está ubicado el sensor (termocupla tipo K) de la estación telemétrica térmica Mallama, utilizando tres sensores diferentes, arrojando los siguientes promedios.

Tabla 20. Medición de temperatura fumarola Domo Mallama – junio 2017.

TERMOCUPLA N°1	TERMOCUPLA N°2	TERMOCUPLA N°3
76.8°C	83.5°C	92.9°C

Las mediciones realizadas con la termocupla N° 1 presentaron datos fluctuantes, mientras que con la termocupla N° 2 se registraron datos más estables durante el tiempo de medición (longitud sensores 30 cm, razón por la cual no fue posible profundizar en la fumarola). Se realizó el mismo ejercicio usando la termocupla N°3 con lector digital (longitud de 90 cm, instalada actualmente de manera permanente en ésta estación), para el cual fue posible evidenciar fluctuaciones de hasta 5°C en intervalos de tiempo cortos.

También se realizó medición de temperatura en fumarolas cercanas y con mayor emisión en el domo Mallama, empleando la termocupla N°2, obteniendo temperaturas de 85.1°C, 85.6°C, 82.7°C, 85.4°C, 85.8°C y 84.2°C.

Servicio Geológico Colombiano

En cuanto al registro de temperatura en la fuente termal N°1, el valor máximo encontrado el día 15 de junio de 2017 (Figura 82, red de vigilancia) fue de 68.2°C, a continuación se presentan las variaciones de éste parámetro en el tiempo (Figura 90).

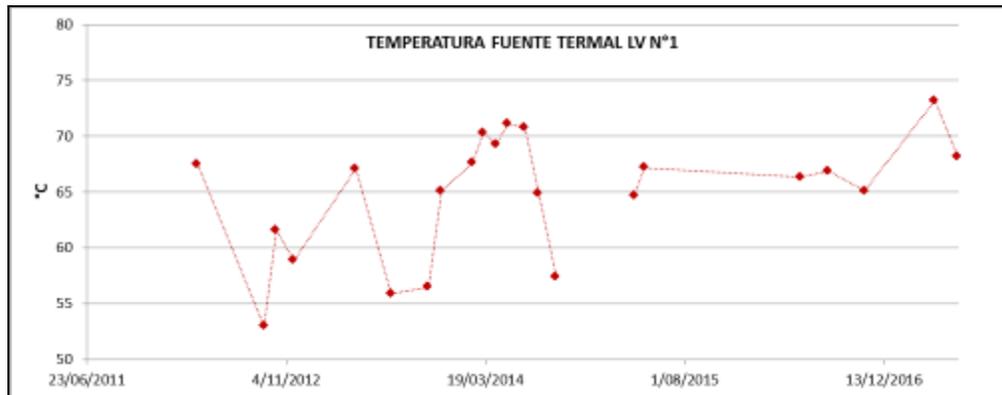


Figura 90. Variación de temperatura fuente termal LV N°1 – junio de 2017.

Para la fuente termal N°4 (Sector la Playita), la temperatura máxima, registró una temperatura máxima de 68.8°C el día 15 de junio de 2017 (Temperatura máxima registrada hasta el momento) en la siguiente figura se pueden observar las variaciones de éste parámetro en el tiempo (Figura 91).

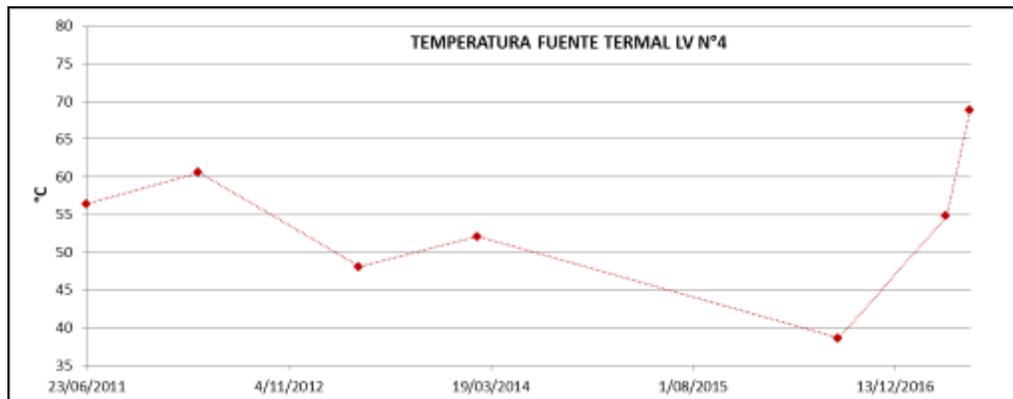


Figura 91. Variación de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.

A continuación se adjuntan imágenes y se describen las observaciones realizadas, durante el trabajo de campo.

En el sector La Playita se observó un depósito de nuevo material de origen hidrotermal, como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.

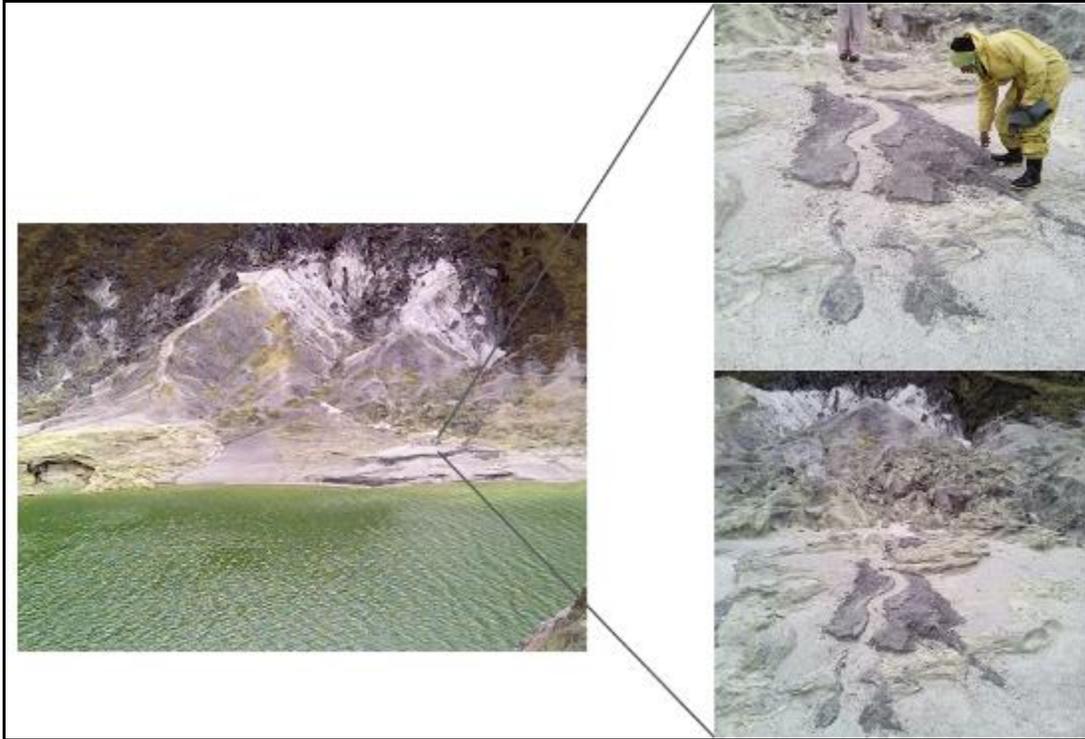


Figura 92. Material hidrotermal sector “La Playita”– junio de 2017.

Se observaron en las siguientes imágenes térmicas, anomalías en el sector la Playita dónde se encuentra la fuente termal LV N°4 (Figuras 93, 94, 95, 96 y 97).

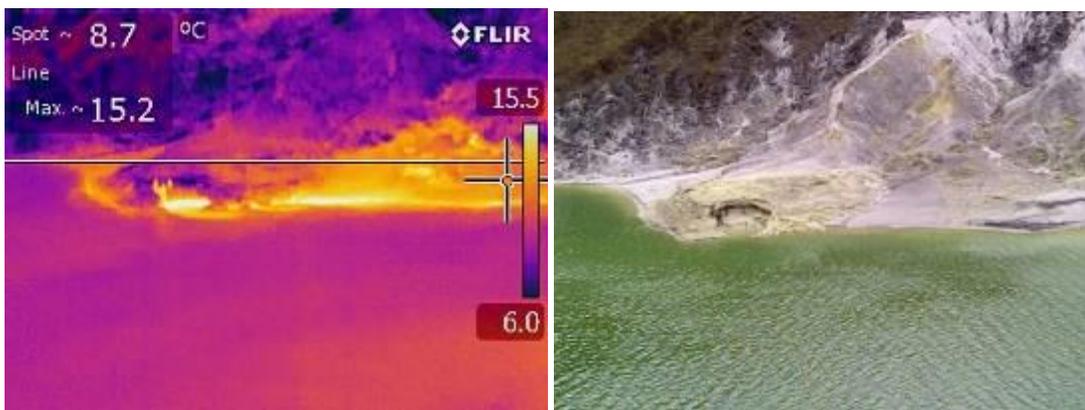


Figura 93. Imagen térmica sector “La Playita”– junio de 2017.

En la siguiente imagen se observa una anomalía térmica significativa en la base del domo (Entre las fuentes termales LV N°3 y LV N°2).

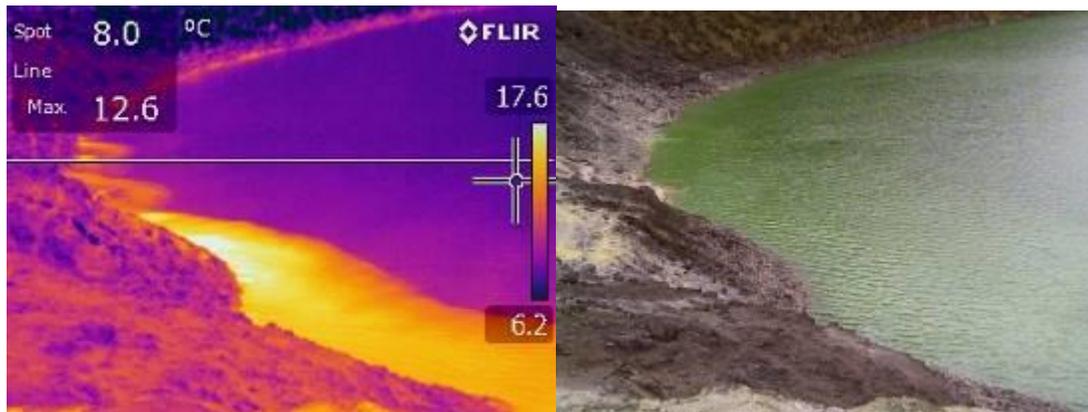


Figura 94. Imagen térmica Base Domo Mallama, entre fuentes termales LV N°2 y LV N°3 – junio de 2017.

Las siguientes imágenes térmicas del Domo Mallama se registraron desde el sector La Playita (frente al domo).

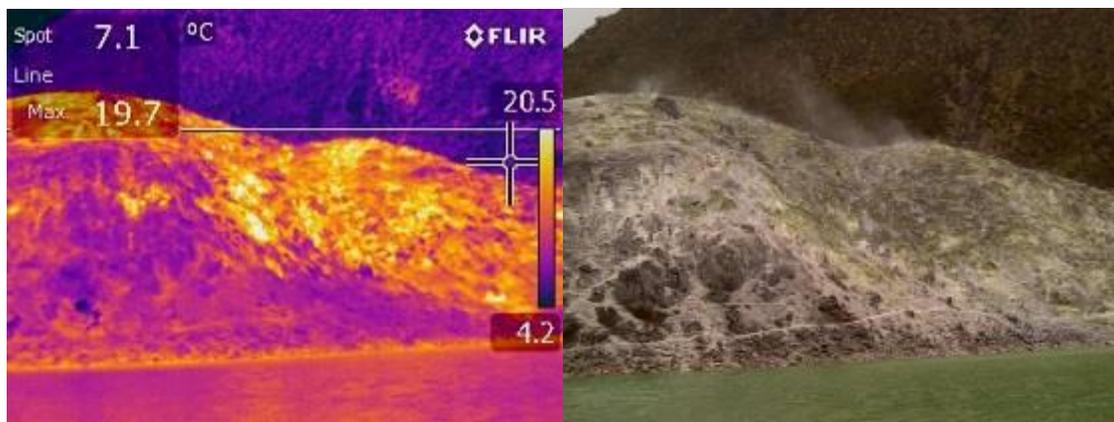


Figura 95. Imagen térmica Domo Mallama – junio de 2017.

En las siguientes imágenes se puede observar las mediciones de temperatura realizadas en las fuentes termales N°1 y N° 4



Figura 96. Medición de temperatura fuente termal LV N°1 – junio de 2017.



Figura 97. Medición de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.

4.3.5.2 Registro de temperatura-Estación térmica telemétrica Mallama-volcán Azufra

Los datos sobre la variación de temperatura en el campo fumarólico del volcán Azufra, se obtienen a partir de una estación telemétrica ubicada en el Domo activo “Mallama”, lugar donde se realizan mediciones de temperatura y muestreo de gases. Los datos de temperatura se registran diariamente, sin embargo la estación presentó algunos problemas técnicos que fueron solucionados por el grupo de electrónica el 15 de junio de 2017.

Informe mensual de actividad de los volcanes Galeras, Chiles – Cerro Negro, Cumbal, Las Ánimas, Doña Juana y Azufra – junio 2017

En la figura 98 se registran las variaciones de temperatura que corresponden a valores medidos en continuo, arrojando un promedio de 82.9°C (Tabla 21) durante el periodo evaluado (Figura 98), área sombreada).

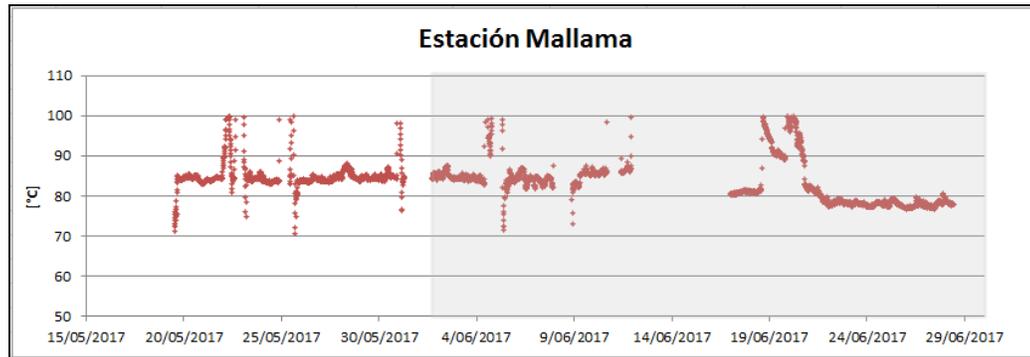


Figura 98. Medición de temperatura fuente termal LV N°4 – junio de 2017.

Tabla 21. Temperatura estación térmica Mallama – junio 2017.

TEMPERATURA [°C]	
Promedio	82.9
Máximo	99.9
Mínimo	71.4

El grupo de Geoquímica del OVS Pasto continuará con el monitoreo de esta variable, registrando el comportamiento y operación de la estación para detectar cambios que puedan estar relacionados con la actividad del volcán.

4.3.6 Actividad Superficial

Días 6, 8, 10, 9, 11 y 12 de junio, se observó emisiones de gases con la cámara web de Laguna. La emisión sale desde los campos fumarólicos del domo Mallama, en poca cantidad, con columnas tenues de color blanco y poca altura. Se destaca el brillo en un punto del domo Mallama los días 10 y 11 de junio alrededor de las 7 de la mañana, muy probablemente sea el reflejo del sol en el contenedor de la estación térmica de Mallama.

Toda la semana entre el 13 y 19 de junio, se observó emisiones de gases con la cámara web de Laguna. La emisión sale desde los campos fumarólicos del domo Mallama, en poca cantidad, con columnas tenues de color blanco y poca altura.

Servicio Geológico Colombiano

Se sugiere a CORPONARIÑO y Parques Nacionales de Colombia tomar las medidas preventivas que se estimen pertinentes, dada la alta afluencia de turistas y visitantes que suele tener el cráter del Volcán Azufral.

En las Figuras 99 a 103 se presentan algunas imágenes relacionadas con procesos de emisión de gases en el volcán Azufral.



Figura 99. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 6 de junio de 2017 a las 7:21 a.m. (izquierda) y 8 de junio de 2017 a las 7:50 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.



Figura 100. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 10 de junio de 2017 a las 7:11 a.m. (izquierda) y 9 de junio de 2017 a las 11:51 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.



Figura 101. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufra, registradas el 11 de junio de 2017 a las 7:06 a.m. (izquierda) y 12 de junio de 2017 a las 8:36 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.

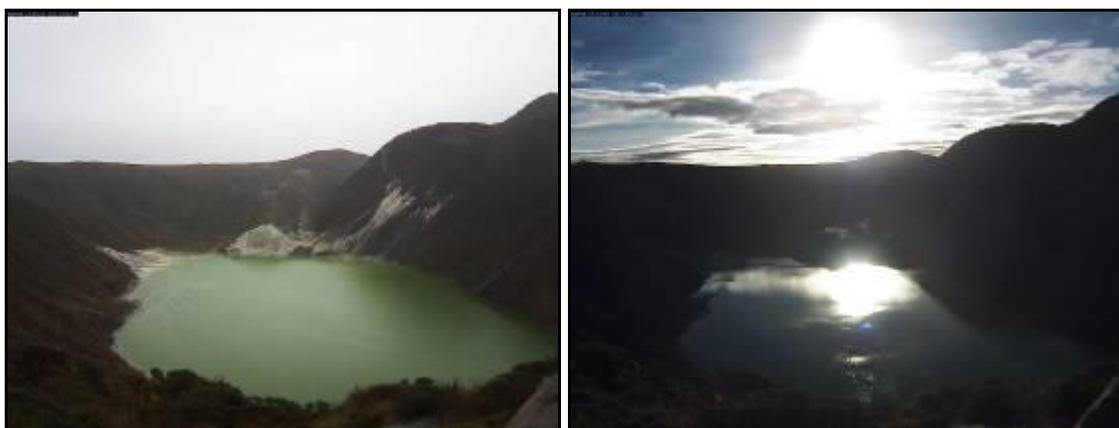


Figura 102. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufra, registradas el 13 de junio de 2017 a las 3:59 p.m. (izquierda) y 16 de junio de 2017 a las 7:01 a.m. (derecha), capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.



Figura 103. Imágenes de la emisión de gases del domo Mallama –Volcán Azufral, registradas el 18 de junio de 2017 a las 6:06 a.m., capturadas desde la cámara web ubicada al suroccidente del volcán.

4.3.7 Conclusiones

De acuerdo a los registros de temperatura realizados en la fumarola del domo Mallama con diferentes sensores, no se evidenciaron cambios relevantes asociados a la actividad volcánica.

Dos de las fuentes termales que hacen parte de la red de monitoreo de aguas de origen volcánico asociadas a los volcán Azufral, LV N°1 y LV N°4, presentaron valores máximos de temperatura de 68.2 °C y 68.8°C respectivamente.

Se registró un importante aumento de temperatura para la fuente termal LV N°4.

Se evidenció el depósito de material hidrotermal en el sector de “La Playita” de volumen pequeño, se desconoce la fecha exacta de su expulsión, sin embargo por su textura, color y ubicación se trata de un material reciente (material no existente en marzo de 2017, el cual se realizó trabajo de campo en el mismo sector).

La evaluación de la actividad volcánica de Azufral durante junio de 2017 permitió establecer el NIVEL VERDE ● (IV): “Volcán activo y comportamiento estable”.

