

Popayán, 15 de mayo de 2025

Actividad volcánica del segmento central de Colombia

Del seguimiento de la actividad volcánica durante el mes de marzo, el **Servicio Geológico Colombiano (SGC)**, entidad adscrita al **Ministerio de Minas y Energía**, presenta el informe de la actividad de las estructuras volcánicas que conforman este segmento del país:



Durante el mes de marzo de 2025. la red de estaciones sismológicas del volcán Nevado del Huila (VNH) detectó un total de 1713 eventos sísmicos durante el periodo comprendido entre el 1 y el 31 de marzo de 2025, de los cuales 551 relacionados estuvieron con fracturamiento de roca y 1162 con la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos; de estos últimos 1089

fueron catalogados como sismos de Largo Periodo (tipo LP), 46 como pulsos de tremor de baja magnitud (tipo TR) y 27 estuvieron asociados tanto a fracturamiento de roca como a dinámica de fluidos, por lo que fueron clasificados como eventos híbridos (tipo HB). En la figura 1A se muestra el número de sismos registrados diariamente durante el presente año, observándose una prevalencia clara de la sismicidad LP. En comparación con lo registrado en meses anteriores, se observó que para noviembre continuó presentándose un leve aumento en la sismicidad de fluidos, especialmente en los eventos tipo LP, no obstante, estas variaciones en el número de eventos se mantienen dentro de lo usualmente observado en la línea base establecida para este volcán.





La energía sísmica liberada durante el periodo evaluado por los eventos VT y LP mostró estabilidad y niveles bajos, alcanzando 5.5E+13 ergios el 11 de marzo para la sismicidad LP y 1.1 E+16 el 4 de marzo para la sismicidad VT asociado a un evento de magnitud 3.4 M_L (figura 1B). En la figura 1C se observan las curvas de energía sísmica acumulada para el 2025 en ellas se aprecia que la pendiente de la sismicidad VT presento un cambio abrupto con una recuperación rápida, lo que obedece a procesos esporádicos de corta duración; mientras que la pendiente que acompaña la actividad LP es mucho más regular, conservando su tendencia en el último mes, indicando procesos más constantes en el tiempo.

En el mes de marzo se pudo localizar 39 sismos tipo VT en el VNH, de los cuales el evento de mayor magnitud alcanzó 3.4 ML el día 4 de marzo a las 17:22 hora local, (figura 1D). La distribución espacial de estos eventos mostró concentraciones epicentrales dentro de las fuentes sísmicas habituales (Figura 2): al NE del Pico Central, en un rango de distancia que osciló entre 12 y 22 km, se localizaron 18 sismos, de ellos el evento de mayor magnitud alcanzó 2.4 ML el día 11 de marzo, las profundidades de estos estuvieron entre 6 y 14 km. En la fuente sísmica ubicada entre 7 y 10 km hacia el sureste, también se localizaron 4 eventos, con profundidades que variaron de 6 a 10 km y valores de magnitud entre 0.9 y 1.4 M_L. La actividad sísmica localizada bajo los picos del edificio volcánico se caracterizó por generarse a profundidades inferiores a 2 km, las magnitudes de los seis (6) eventos registrados en este sector tuvieron magnitudes entre 1.2 y 3.4 M_L. En la fuente sísmica ubicada al este de la cima del volcán, a aproximadamente entre 4 y 11 km, se registraron ocho (8) sismos que pudieron ser localizados, con profundidades entre 5 y 11 km, y la máxima magnitud calculada de 2.3 ML. Por último, dos (2) sismos que se presentaron de manera dispersa al suroeste del volcán (8 km) con profundidades de 11 km y una magnitud máxima de 1.1 M_L.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Figura 1. A - Número de sismos registrados diariamente. B - Raíz cuadrada de la energía sísmica diaria. C - Raíz cuadrada de la energía sísmica acumulada. D – Magnitud local de los eventos VT localizados. Datos generados entre el 1 de marzo de 2024 y el 31 de marzo de 2025 en el volcán Nevado del Huila. Se resalta en un recuadro gris el mes evaluado.







Figura 2. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante el mes de marzo de 2025 en el volcán Nevado del Huila. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud calculada (M_L). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

En el mes de marzo la red de monitoreo de deformación del suelo del VNH no registró cambios. Tanto el inclinómetro electrónico y la estación GNSS Caloto permanecieron dentro de la tendencia usualmente observada durante el último año, lo cual se puede





observar en la Figura 3, en la que se grafican las series temporales de los datos detectados por dichas estaciones entre el 1 de marzo de 2024 y el 31 de marzo de 2025.



Figura 3. a) Serie temporal de la componente vertical de la estación GNSS permanente Caloto. b) serie temporal de la resultante del inclinómetro Caloto entre el 1 de marzo de 2024 y el 31 de marzo de 2025.

De igual forma, no fueron detectados cambios relacionados con la actividad superficial del VNH. Del análisis de las imágenes obtenidas por las cámaras web Caloto, Maravillas, La Palma y Tafxnú, no se observaron cambios morfológicos relacionados con la actividad volcánica ni se observaron aumentos destacados en los procesos de desgasificación (Figura 4). La actividad fumarólica emitida a través del sistema de grietas que atraviesan el Pico Central se caracterizó por mantener una coloración blanca, lo cual se relaciona con un predominio composicional de vapor de agua.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Figura 4. Fotografías de la parte alta del pico Central, se observa constante desgasificación del VNH. Imágenes obtenidas por las cámaras web Caloto (izquierda) y Maravillas (derecha) el día 11 de marzo de 2025.

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán nevado del Huila** continúa en estado de **ALERTA AMARILLA** (o III): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





actividad sísmica registrada La durante el mes de marzo en el volcán Puracé - cadena volcánica Los Coconucos (VP-CVLC) continuó asociándose principalmente а la dinámica de fluidos al interior de los conductos volcánicos; de los 4284 sismos registrados para el periodo evaluado, 3562 estuvieron relacionados con este tipo de procesos, y fueron catalogados como

eventos de Largo Periodo (2492 tipo LP), Baja frecuencia (51 tipo BF), sismos Tornillo (6 tipo TO) y pulsos de tremor de bajo aporte energético (771 tipo TR), de estos últimos, se destaca el registrado de manera continua entre las 11:44 y las 12:32 (UTC) del día 21 de marzo, con una duración de 47 minutos. En cuanto a la sismicidad relacionada tanto con fracturamiento de roca (732 eventos tipo VT) así como aquella generada por mecanismos compuestos que involucran tanto procesos de ruptura como de fluidos (242 tipo HB), se observaron valores diarios similares a los registrados en el mes inmediatamente anterior.

En la Figura 1 a y b se observa que la recurrencia de sismicidad registrada durante el mes de marzo presentó un comportamiento estable, en cuanto a número de eventos se refiere, destacándose solo un aumento discreto en la recurrencia de sismicidad LP el día 14 cuando se registraron 288 sismos -con una mayor tasa de recurrencia entre las 12:07 y 16:55 (UTC), los cuales se caracterizaron por ser de muy baja magnitud. En la Figura 1 c se grafican las curvas de energía para la sismicidad VT y LP durante el último año, y es posible notar, que, en términos generales, los aportes energéticos para este tipo de eventos no han mostrado variaciones importantes desde el periodo comprendido entre los meses de abril y mayo de 2024. En particular, para el mes evaluado, la energía liberada continuó reflejando cambios sutiles relacionados con variaciones en número de eventos (sismos LP) y magnitudes ligeramente mayores al promedio (sismos VT), tal como se observa en la Figura 1 d. En cuanto a las magnitudes de los eventos HB la Figura 1 e muestra que durante



SISMOLÓGICO DE POPAYÁN



el mes de marzo se registraron cuatro (4) eventos con magnitudes entre 1.0 M_L y 1.9 M_L , manteniéndose el predominio de sismicidad de bajo aporte energético. En la misma figura se ilustran as magnitudes de los eventos LP las cuales permanecieron dentro del rango usualmente observado.



Figura 5. (a) Número de eventos VT y HB, (b) Número de eventos LP, BF y TR, (c) curvas de energía liberada de manera acumulada para eventos VT y LP.







Figura 5 Continuación (d) Magnitudes locales eventos VT, (e) Magnitudes locales eventos LP y HB. Series de tiempo para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2024 y el 31 de marzo de 2025.

Dentro del registro sísmico del VP – CVLC obtenido para el mes de marzo se continuaron observando secuencias de eventos conformadas por "disparos sísmicos" en los que se registraron señales de fractura y fluidos en ventanas cortas de tiempo, así como sismos de fluidos con contenidos espectrales de alta y baja frecuencia -sismos LP y TR-. En la Figura



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN



2 se muestran los sismogramas y espectrograma como referencia de algunas de las señales sísmicas que mostraron mayor recurrencia durante el mes de marzo.



(b)

Figura 6. (a) Señal sísmica y espectrograma del disparo sísmico registrado el día 1de marzo de 2025 en dónde se puede observar al inicio de la ventana de tiempo un pulso de tremor con un amplio contenido frecuencial seguido de un tren de eventos de fractura. (b) Señal sísmica y espectrograma del pulso de tremor registrado el 7 de marzo de 2025 a las 06:06 (UTC) registrado en la componente Z de la estación Agua Blanca



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN



En cuanto al registro de señales sísmicas repetitivas, las cuales se vienen dando de manera recurrente en esta estructura volcánica, se observaron con una mayor recurrencia en tiempo y amplitud durante el día 14 de marzo.

En la Figura 3 se detallan algunas de las secuencias más representativas registradas en esta fecha: pulsos de tremor espasmódico conformados por señales con características espectrales similares y espaciamiento regular, (b) pulso de sismicidad repetitiva registrado entre las 10:26 y las 10:41 (UTC) en el que se mantienen las características espectrales observadas en el tremor de las 10:11 (UTC) con dos bandas de frecuencia, la de mayor energía entre 8 y 10 Hz, y otras de menor energía entre 12 y 16 Hz; y finalmente, la gráfica del literal (C) en dónde se muestra la parte final de la sismicidad repetitiva registrada el día 14, cuando se registraron los eventos que alcanzaron las mayores amplitudes -de hasta 1000 nm/s-, manteniendo las características espectrales ya descritas.









Figura 7. Características de forma de onda y contenido frecuencial de algunas de las señales repetitivas registradas en el VP-VCLC el 14 de marzo de 2025. (a) Pulsos de tremor de baja amplitud conformados por señales de características repetitivas. (b) secuencia de sismos repetitivos registrados entre las 10:26 y las 10:41. (c) Secuencia final de sismos repetitivos registrados el 14 de marzo entre las 14:27 y las 14:44.

De acuerdo a lo descrito hasta este momento, se evidencia que si bien la actividad sísmica registrada durante el mes de marzo se mantiene dentro de rangos observados durante los dos últimos años de monitoreo sísmico en cuanto a número de eventos y energía liberada se refiere, las características de las señales continúan mostrando una evolución constante. observándose relaciones complejas y variables entre procesos de fractura y fluidos, así como características frecuenciales y de forma de onda que indican procesos que permanecen activos por periodos de tiempo específicos, tal como lo indican los aumentos y descensos en la recurrencia de las señales sísmicas con características repetitivas en momentos específicos del mes. Las emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) registradas por las estaciones ScanDOAS continuaron mostrando valores moderados durante el mes de marzo; en la estación Vinagre los valores más altos de flujo se registraron del día 15 en adelante, alcanzando los máximos hacia finales del mes, mientras que en la estación Vinagre 2, se detectaron aumentos y descensos en diferentes momentos del periodo analizado (Figura 4 a y b). La evaluación en cuanto a masa y concentración del SO2 detectado a nivel satelital los días 11, 30 y 31 de marzo, así como la dirección de la pluma, se muestran en la Figura 5; la tendencia en la serie de datos muestra variaciones moderadas en los valores calculados, y una dispersion de la columna de gases preferencialmente hacia el noroccidente de la cadena volcánica, en un radio de emisión de 50 km.

Las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2) medidas en la estación Piñuelas durante el mes de marzo (Figura 4 d y e) se mantuvieron dentro de los rangos observados en lo que va corrido del año.





Monitoreo Geoquímico Volcán Puracé



Figura 8 Registro de las estaciones de monitoreo geoquímico multiparamétrico. a. Flujo de SO2 estación vinagre, b. Flujo SO2 estación Vinagre 2, c. Concentración máxima SO₂ estación Vinagre 2, d. Concentración CO₂ flujómetro Piñuelas u e. Flujo de CO₂ flujómetro Piñuelas marzo 2025 (sombreado).



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Figura 9 Registro satelital de SO2 Sentinel-5P/TROPOMI VP-CVLC. Marzo 2025 (sombreado)

La evaluación del proceso de deformación lenta a través de la red de estaciones GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), muestra que entre el 1 y el 31 de marzo se mantuvo la tendencia a la estabilización del mismo, la cual se ha identificado al analizar las series de tiempo a corto plazo, específicamente las registradas después de la emisión de ceniza del pasado 19 de enero cuando se detectaron cambios significativos en las componentes horizontales de las estaciones Curiquinga (1.3 cm en la componente N), Buena Vista (1.2 cm en la componente E) y Cocuy (1.3 en la componente N) (Figura 6), situación que contrasta con la disminución en la velocidad del proceso de deformación detectado post-evento, el cual es comparable con las mínimas deformaciones observadas en la componente vertical de las estaciones GNSS (Figura 7). Esta tendencia a la estabilidad en la deformación volcánica se apreció también en el comportamiento de los





datos detectados por el inclinómetro Guañarita, en los que se refleja una correlación entre los picos térmicos y los cambios en las componentes de inclinación (Figura 8).



Figura 10 A la izquierda, series temporales de la componente Norte de las estaciones: a) Buena Vista, b) Curiquinga, c) Cocuy2 y d) Agua Blanca. A la derecha, series temporales de la componente Este de las mismas estaciones. El período de análisis abarca del 1 de marzo de 2024 al 31 de marzo de 2025.

La distribución de las fuentes sísmicas en las que se concentró la sismicidad de marzo conservó las características de los meses de enero y febrero: los sismos de fractura ocurrieron principalmente debajo de los edificios de los volcanes Puracé y Piocollo en un rango de profundidad que osciló entre los 0.5 km y 2 km; para la sismicidad que se ubicó debajo de Piocollo, la profundidad conservó un rango ligeramente mayor -entre 1.5 y 2 kmque el observado para los eventos generados bajo el flanco NE y el cráter del volcán Puracé, los cuales mostraron una profundidad inicial desde 0.5 km hasta 1.8 km, aproximadamente. Si bien las magnitudes fueron en su mayoría inferiores a 1 M_L, siete (7) de los eventos localizados bajo el volcán Puracé alcanzaron magnitudes entre 1.5 M_L y 1.8 M_L, los cuales se generaron a profundidades cercanas a los 2 km. En la Figura 9 se muestra el mapa de localización de eventos VT para el mes de marzo, específicamente los localizados en inmediaciones de la CVLC; en el se puede apreciar que la sismicidad de fractura continúa estando concentrada en el extremo NW de la misma, y que continúan





ocurriendo, aunque de manera dispersa, sismos hacia el suroccidente de estos edificios volcánicos, así como hacia Curiquinga y Calambás,



Figura 11 Series temporales de la componente Vertical de las estaciones: a) Buena Vista, b) Curiquinga, c) Cocuy2 y d) Agua Blanca. A la derecha. El período de análisis abarca del 1 de marzo de 2024 al 31 de marzo de 2025.



Figura 12 Serie temporal de la componente Este, Norte y Temperatura del inclinómetro de Guañarita2. El período de análisis abarca del 1 de marzo de 2024 al 31 de marzo de 2025.







Figura 13. Mapa de localización de la sismicidad relacionada con el fracturamiento de roca ocurrida durante el mes de marzo de 2024 – detalle del volcán Puracé – cadena volcánica Los Coconucos.

En la Figura 10 se muestran las localizaciones obtenidas para los eventos de fractura generados en áreas distales a la CVLC, los cuales fueron de bajo nivel energético y se generaron a niveles más profundos, oscilando entre los 6 y 12 km para los sismos ocurridos en el sector del valle de Paletará, y entre 9 y 17 km para los generados al NW de la estructura volcánica.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Figura 14. Sismicidad de fractura localizada en la zona de influencia de la CVLC durante el mes de marzo. Se puede apreciar la ocurrencia de sismos VT profundos al NW de la cadena volcánica y hacia el SE en el valle de Paletará.

De igual forma, la sismicidad relacionada con la dinámica de fluidos continuo exhibiendo dos zonas de concentración: la primera, a niveles muy superficiales bajo el sector occidental del cráter del volcán Puracé, en donde se localizaron principalmente sismos LP y pulsos de tremor de baja magnitud, y en menor proporción sismos HB, y una segunda zona a niveles





un poco más profundos -entre 1 y 3 km-, en dónde se generó principalmente sismicidad de tipo Hibrido, la cual mostró una distribución epicentral tanto debajo del cráter del volcán Puracé, así como hacia el borde este y sureste del mismo, en límites con el edificio del volcán Piocollo.



Figura 15 Mapa de localizaciones de sismos relacionados con la dinámica de fluidos en la CVLC ocurridos entre el 1 y el 31 de marzo de 2025.

Las manifestaciones de actividad superficial captadas por las cámaras de espectro visible e infrarrojo, continuaron evidenciando altas descargas de gases desde el campo fumarólico lateral y desde el interior del cráter del volcán Puracé. Las columnas observadas durante





el mes, se caracterizaron por ser densas y de color blanco, con alturas que llegaron a superar los 1500 m medidos sobre el cráter del volcán Puracé (Figura 12). Las imágenes captadas con la cámara infrarroja, muestran que la zona en la que se continua observando una manifestación de calor en suelo corresponde al campo fumarólico lateral (Figura 13).



Figura 16 Fotografías de la fumarola lateral del VP, obtenidas por las cámaras web de Lavas Rojas (Izquierda), Mina2 (Derecha) y campo visual que cubre la web de Cerro Sombrero (Inferior), durante el 10 de marzo de 2025.

Teniendo en cuenta las variaciones observadas durante el mes de marzo en el registro sísmico, la alta desgasificación desde el campo fumarólico lateral y desde el interior del cráter la cual está acompañada de descargas de SO₂ a la atmosfera, así como la persistencia del proceso lento de deformación, aunque a una menor velocidad, es posible concluir la interacción entre los sistemas magmático e hidrotermal continua evolucionando y generando una alta dinámica a nivel superficial, favoreciendo, por ejemplo, la persistencia de zonas con emisión de calor en el suelo, así como la formación de columnas de desgasificación con alturas destacadas. Las emisiones de CO₂ mantienen igualmente valores moderados, manteniéndose una oscilación entre aumentos y descensos





sucesivos, lo que muestra igualmente variaciones en los procesos que controlan las descargas de este gas en superficie.



Figura 17. Imágenes Infrarrojas volcán Puracé. Se resaltan zonas de mayor emisión de calor campo fumarólico lateral, zona enmarcada con el rectángulo en cada imagen. Marzo 2025

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán Puracé -CVLC** continúa en estado de **ALERTA AMARILLA** (o III): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Entre el 1 y el 31 de marzo de 2025 se registraron 44 sismos en la zona de influencia del **volcán Sotará**, 41 de ellos estuvieron relacionados con procesos de fracturamiento de roca (tipo VT), y 3 tuvieron origen en la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos, los cuales fueron catalogados como pulsos de tremor de bajo aporte energético.

En la Figura 12a se muestra el número de eventos sísmicos registrados diariamente entre el 1 de marzo de 2024 y el 31 de marzo de 2025; para el período evaluado continúa la baja actividad registrada desde los meses de enero y febrero de 2025. La energía sísmica liberada diaria y acumulada (Figura 12b) refleja el período de baja actividad caracterizado por los aportes energéticos bajos. Las magnitudes calculadas para los sismos de fractura (Figura 12d) alcanzaron un valor máximo de 2.1 M_L, la cual corresponde a un evento localizado a 12 km al N de la cima volcánica, el día 31 de marzo.

La estabilidad observada en el comportamiento sísmico del volcán durante el mes de marzo se presenta conforme a la tendencia de los datos obtenidos con la red de deformación de la superficie volcánica, la red de monitoreo de deformación del volcán Sotará no detectó cambios significativos, con valores que se mantuvieron con una tendencia estable, lo cual es consistente con el registro de los últimos tres años. En la Figura 14 se presenta en detalle, la serie temporal de la componente vertical de la estación GNSS Danta. Del mismo modo, las imágenes obtenidas por las cámaras web Cerro Crespo y Majúas-Sotará tampoco evidenciaron cambios a nivel superficial.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Figura 18. Series de tiempo para los parámetros sismológicos analizados en el volcán Sotará entre marzo de 2024 y marzo de 2025. (a) Número de sismos registrados diariamente. (b) Energía sísmica liberada diariamente. (c) Energía sísmica acumulada. (d) Magnitud local de los eventos VT localizados. Se resalta en recuadro gris el mes de diciembre. La barra horizontal representa la temporalidad del nivel de alerta emitido.



Figura 19 Serie temporal de la componente Vertical de la estación GNSS permanente Danta, periodo entre el 1 de marzo de 2024 y el 31 de marzo de 2025.





Las localizaciones de los eventos VT mostraron que esta sismicidad se mantuvo concentrada principalmente en el sector del valle de Paletará, los cuales se generaron en el rango de profundidad usual para esta fuente sísmica – entre 6 y 12 km-, y a distancias de la cima del volcán que varían entre 8 y 18 km.



Figura 20. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante marzo de 2025 en el volcán Sotará. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud local calculada (ML). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán Sotará** continúa en **ALERTA AMARILLA** (o III): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN





Durante el mes de marzo no se registraron eventos sísmicos en el **volcán Sucubún**. Mediante la cámara web Majúas-Sucubún no se apreciaron cambios superficiales.

El nivel de actividad volcánica del volcán Sucubún se mantiene en ALERTA VERDE O (o IV): volcán activo en reposo.

El **SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO** permanece atento a la evolución del fenómeno volcánico y continuará informando de manera oportuna los cambios que se puedan presentar; así mismo seguirá participando activamente de procesos de socialización y acompañamiento técnico a las autoridades y comunidades.

Para más información se sugiere visitar la página web en el siguiente enlace: <u>https://www.sgc.gov.co/volcanes/index.html</u>

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS



OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE POPAYÁN