



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# EVALUACIÓN GEOFÍSICA DE LA ACTUAL ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN UBINAS: OCTUBRE 2023 - MAYO 2024

Informe Técnico N°020-2024/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú  
Mayo, 2024

**Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

**Informe Técnico**

Evaluación geofísica de la actual actividad eruptiva del volcán Ubinas:  
octubre 2023 – mayo de 2024

**Autores**

José Del Carpio  
Katherine Vargas  
Jorge Mamani  
Miguel Castro  
David Valdivia  
John Cruz  
Riky Centeno  
Marco Rivera

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú  
Calle Badajoz 169 Mayorazgo  
Teléfono: 51-1-3172300

## **Evaluación geofísica de la actual actividad eruptiva del volcán Ubinas: octubre 2023 – mayo de 2024**

**Lima – Perú  
Mayo - 2024**

## RESUMEN

El volcán Ubinas el más activo del Perú, inició un nuevo proceso eruptivo que se inicia en junio del 2023 y se prolonga hasta la actualidad. Sin embargo, entre el 23 de octubre de 2023 y 14 de marzo de 2024, su comportamiento dinámico disminuía de acuerdo a los parámetros geofísicos monitoreados, a excepción de la deformación volcánica que no ha variado, siendo los desplazamientos menores de 1 cm. Desde el 15 de marzo, se observan cambios en la sismicidad, asociados al incremento en el número y la energía de sismos Volcano-Tectónicos (VTs) y sismos de Largo Periodo (LPs), acompañados, desde el 21 de marzo, con la detección de anomalías térmicas en la zona del cráter, y un incremento en la concentración del gas CO<sub>2</sub>. La señal sísmica de mayor relevancia en el periodo evaluado corresponde a los sismos de tipo LP de bajas frecuencias, que estarían asociadas con el ascenso de magma y su proximidad a la superficie. Finalmente, se observa, desde el 6 de mayo, el reinicio de las emisiones de ceniza y gases con columnas que alcanzaron hasta 2100 m de altura. Debido a estas características, el nivel de alerta volcánica continúa en COLOR AMARILLO.

Debido a la reciente actividad del Ubinas, se proponen dos escenarios para las siguientes semanas: 1) Que la actividad eruptiva del volcán Ubinas continúe con el nivel actual (leve), o 2) Ligero incremento de actividad explosiva asociado al aporte continuo de magma, con la consecuente ocurrencia de explosiones que generen columnas de gases y cenizas con alturas mayores a 3 km sobre la cima de volcán, y que afecten localidades ubicadas en un radio superior a 20 km.

## **INDICE**

### **RESUMEN**

#### **1.- INTRODUCCIÓN**

#### **2.- RED GEOFÍSICA DEL VOLCÁN UBINAS**

#### **3.- MONITOREO VOLCÁNICO**

##### **3.1.- Monitoreo sísmico**

##### **3.2.- Monitoreo de la Deformación Superficial**

###### **3.2.1.- Sistema Global de Navegación por Satélite**

###### **3.2.2.- Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética**

##### **3.3.- Monitoreo mediante sensores remotos visuales y satelitales**

###### **3.3.1.- Monitoreo Visual**

###### **3.3.2.- Sobrevuelo de DRON**

###### **3.3.3.- Monitoreo Satelital**

##### **3.4.- Monitoreo Geoquímico**

###### **3.4.1.- Variación del gas SO<sub>2</sub>**

###### **3.4.2.- Variación del gas CO<sub>2</sub>**

###### **3.4.3.- Monitoreo de fuentes termales**

#### **4.- ESCENARIOS ERUPTIVOS FUTUROS**

##### **4.1.- Escenarios eruptivos**

###### **4.1.1.- Primer escenario: continuación del mismo nivel de actividad explosiva leve**

###### **4.1.2.- Segundo escenario: incremento de la actividad eruptiva**

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

## 1. INTRODUCCIÓN

El 22 de junio de 2023, el volcán Ubinas inició un nuevo proceso eruptivo de tipo explosivo, caracterizado inicialmente por la emisión de gases y la ocurrencia de actividad sísmica. La fase magmática se inició el 4 de julio de 2023, evidenciado por el registro de explosiones volcánicas que generaron columnas de gases y cenizas que alcanzaron alturas de hasta 5400 m sobre la cima del volcán, así como la expulsión de bloques lávicos incandescentes que cayeron en áreas próximas al cono volcánico.

Entre el 4 de julio y 22 de octubre de 2023, el monitoreo y análisis geofísico realizado evidenció el desarrollo de dos fases: 1) la primera ocurrida entre el 4 de julio y 24 de agosto, en la cual el Ubinas muestra un comportamiento dinámico muy activo, esto según los registros geofísicos, geoquímicos y visuales que indicaban aportes continuos de magma y actividad explosiva intermitente con continuas explosiones y emisiones de ceniza. 2) La segunda fase, desarrollada entre el 25 de agosto al 22 de octubre, la cual se caracterizó por un descenso del nivel de la actividad eruptiva, durante la cual todos los parámetros de monitoreo volcánico disminuyeron drásticamente, observándose la ocurrencia esporádica de explosiones volcánicas.

Durante la primera fase, las emisiones de cenizas volcánicas afectaron a las poblaciones de los distritos de Ubinas, Lloque, Yunga, Chojata, Matalaque, Quinistaquillas y Puquina de la región Moquegua, así como, el distrito de San Juan de Tarucani de la región Arequipa (Figura 1). Actualmente, la alerta volcánica de la erupción del Ubinas está en nivel amarillo.

El presente informe evalúa el comportamiento dinámico del volcán Ubinas, para el periodo comprendido desde el 23 de octubre de 2023 hasta el 12 de mayo de 2024, a fin de determinar posibles escenarios futuros que pueda presentar el volcán en el transcurso de las siguientes semanas o meses. Información útil para la gestión del riesgo de desastres.

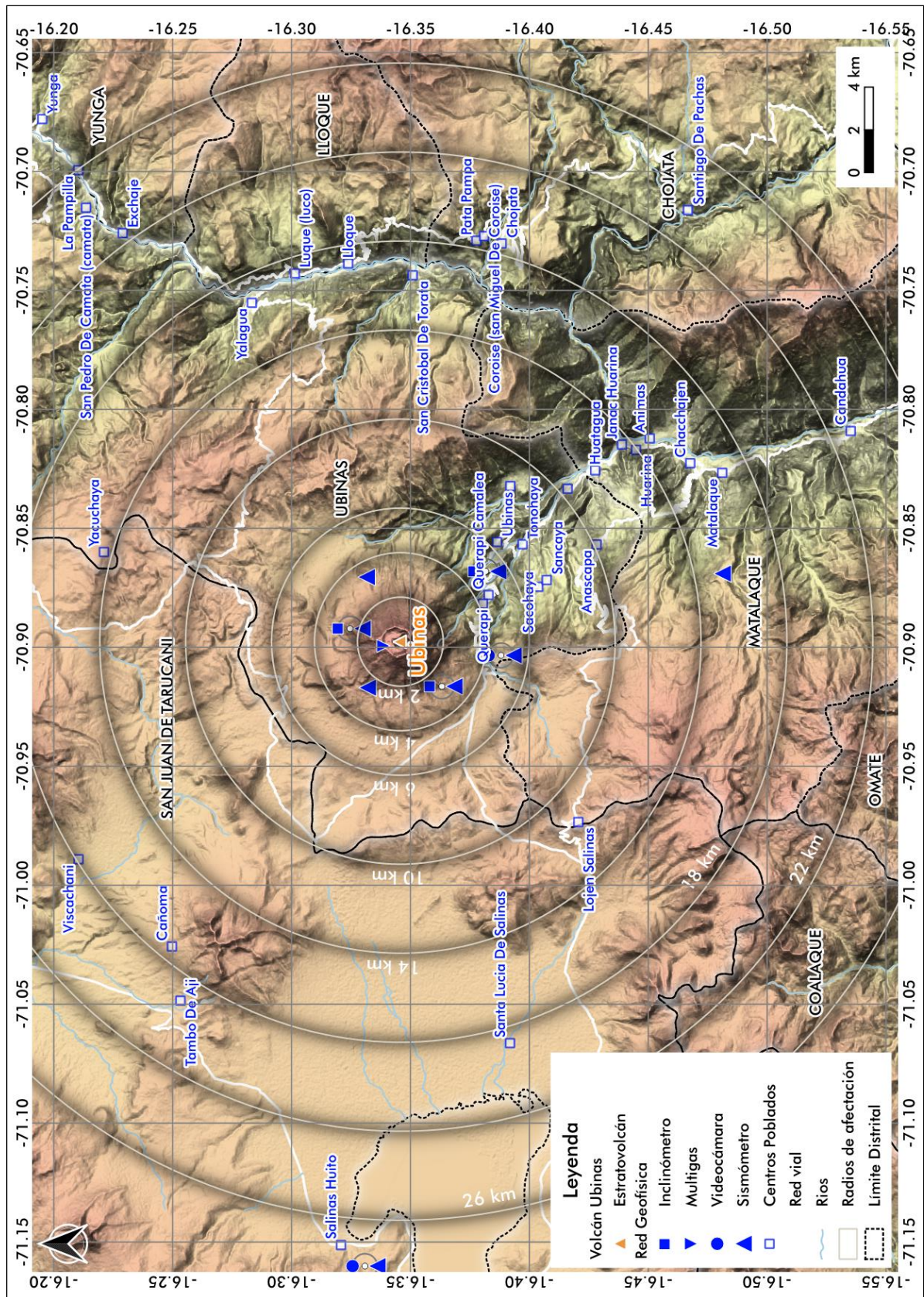


Figura 1.- Mapa de ubicación de centros poblados, distritos y radios respecto al volcán Ubinas; así como Red Geofísica del volcán Ubinas (símbolos azules).

## **2. RED GEOFÍSICA DEL VOLCÁN UBINAS**

La Red Geofísica instalada por el IGP sobre el volcán Ubinas está compuesta por 8 estaciones multiparamétricas que albergan: 7 sismómetros de banda ancha y de tres componentes, 3 inclinómetros, 2 receptores GNSS, 3 videocámaras científicas, 1 estación multigas y 1 sensor de infrasonido (Figura 1). Estos equipos son empleados para realizar el seguimiento y análisis en tiempo real y de manera permanente sobre la dinámica interna y externa del Ubinas. Asimismo, se emplean sistemas satelitales que permiten obtener datos de las anomalías térmicas e información sobre la emisión de gases, como el SO<sub>2</sub>.

Gracias a la red geofísica que opera de manera permanente y al trabajo de recolección de datos realizada de manera temporal es posible la emisión oportuna de boletines, reportes y avisos sobre la actividad explosiva del volcán Ubinas, así como, el probable desarrollo de peligros asociados, información dirigida a las instituciones y autoridades que conforman el SINAGERD.

### **3. MONITOREO VOLCÁNICO**

Desde el 14 de septiembre de 2023 a la fecha de la publicación del presente informe, la red geofísica del volcán Ubinas no ha registrado la ocurrencia de explosiones volcánicas importantes. En dicho periodo se han observado eventuales emisiones de cenizas, como las ocurridas entre el 10 y 17 de diciembre pasado, y más recientemente, emisiones observadas desde el 6 de mayo del presente año. Por otro lado, los parámetros geofísicos que denotan el comportamiento dinámico interno del Ubinas mostraron bajos valores entre el 23 de octubre y 14 de marzo de 2024. A partir de entonces se observa un claro incremento en el número y la energía de las señales sísmicas, así como en la concentración de los gases volcánicos ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) y en los valores de las anomalías térmicas detectadas en el fondo del cráter del volcán.

A continuación, se detalla la información comprendida entre el 23 de octubre de 2023 al 12 de mayo de 2024.

#### **3.1. Monitoreo sísmico**

Desde el 25 de agosto de 2023 se evidenciaba una disminución en los parámetros de monitoreo; a partir del 23 de octubre se detectaron señales sísmicas de tipo Volcano-Tectónico (VT), asociadas al fracturamiento de rocas, así como, señales sísmicas de tipo Largo Periodo (LP), asociadas al paso de fluidos volcánicos (gases y vapor de agua), que mostraban diariamente tendencia a la disminución en el número de eventos y en la energía que estos generaban (Figura 2a y b), presentado un registro promedio de 168 sismos VT y 42 sismos LP por día.

Dicho comportamiento dinámico se acentuó aún más desde el 30 de enero de 2024 y continuo con valores que fueron disminuyendo hasta el 14 de marzo, con promedios de 36 sismos VT y 5 sismos LP, diariamente.

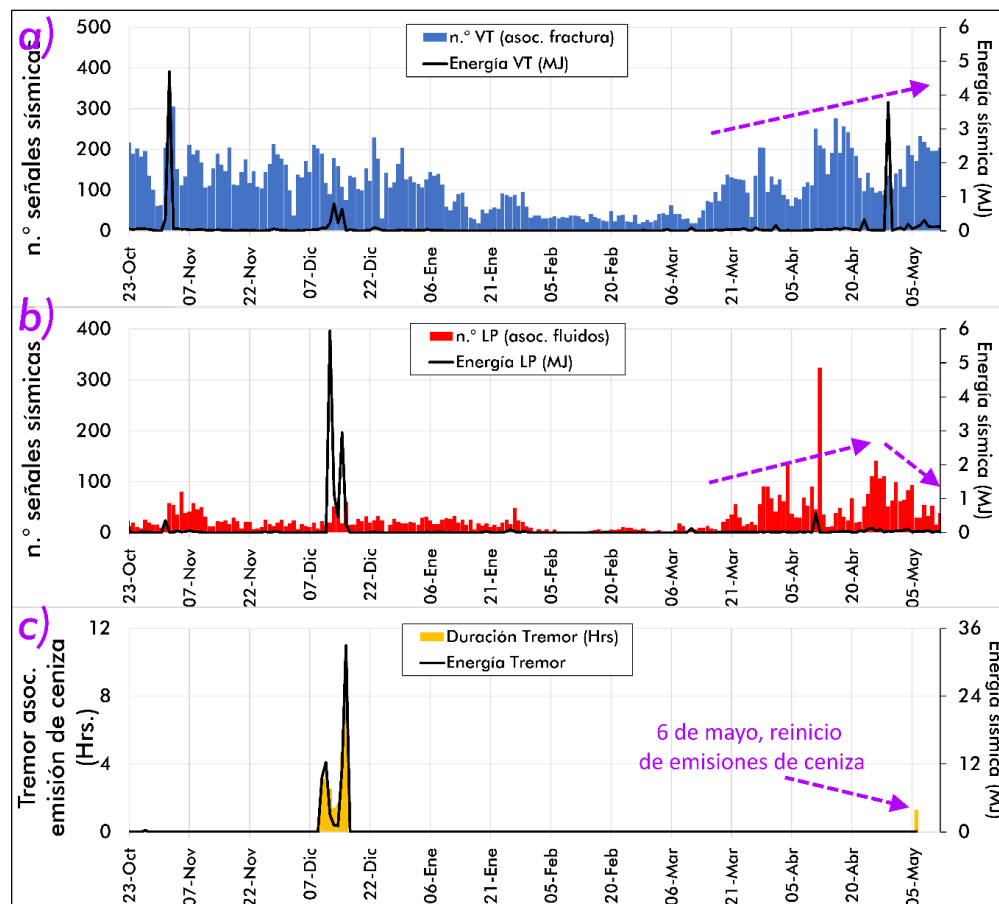
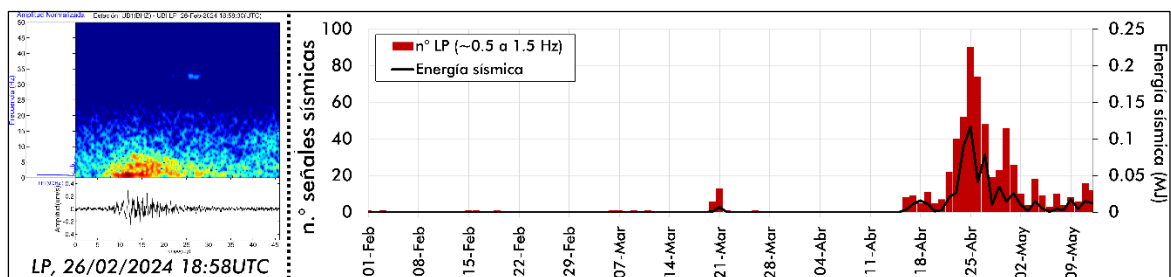


Figura 2.- Estadística de las señales sísmicas de tipo Volcano-tectónico (barras azules), Largo Periodo (barras rojas), tremor asociado a emisiones de ceniza (barras amarillas) y energía sísmica acumulada (línea negra).

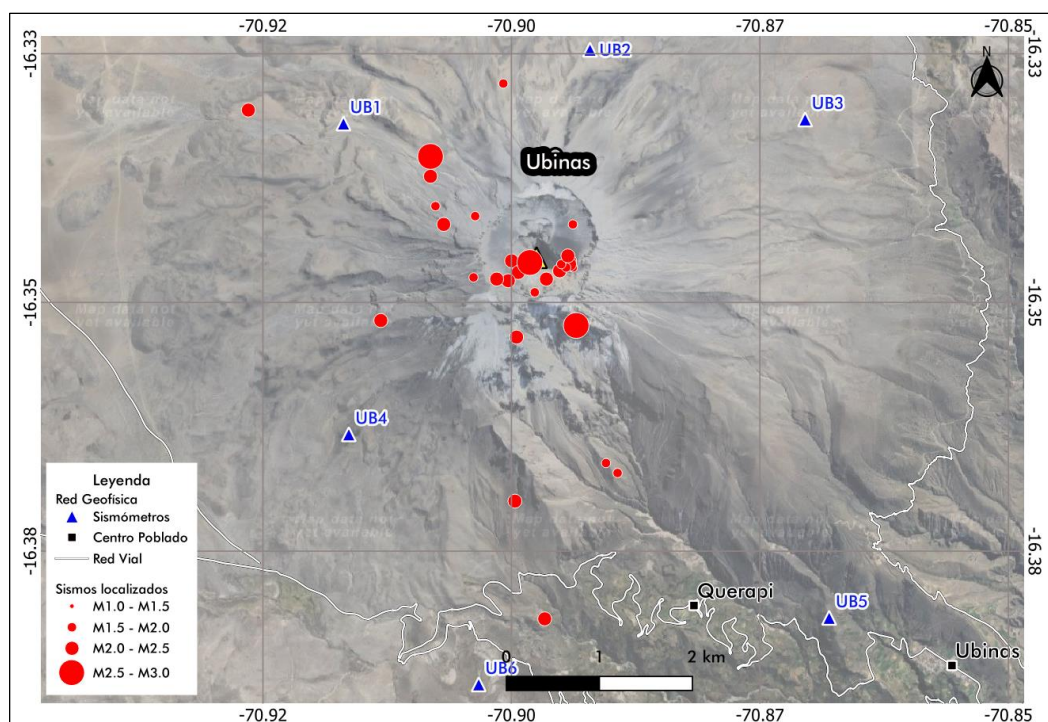
Asimismo, se observó actividad sísmica de tipo Tremor, asociada a emisiones de ceniza, los días 27 de octubre y entre el 10 y 17 de diciembre de 2024 (Figura 2c).

A partir del 15 de marzo y hasta el 12 de mayo de 2024 (cierre del periodo de análisis), se ha observado un incremento sostenido del número y la energía de las señales sísmicas de tipo VT, con promedios de 144 eventos por día y picos de energía de 3.8 Megajoules (Figura 2a), así como, 56 sismos de tipo LP/día y energías máximas de 0.7 MJ (Figura 2b). Dentro de este mismo periodo, se ha observado el incremento del número de sismos de tipo LP de muy baja frecuencia ( $\sim 0.5$  a  $1.5$  Hz) que podrían estar relacionadas con el ascenso de magma, el cual

se habría producido con mayor intensidad entre el 22 de abril al 1 de mayo de 2024 (Figura 3).



Por otro lado, la localización sísmica efectuada, muestra la distribución espacial de 31 señales de tipo VT, detectadas entre el 27 de octubre de 2023 al 10 de abril de 2024. Estos eventos denotan una ligera migración sísmica desde el flanco noroeste y sur del Ubinas, entre 1.5 km y 4 km de distancia del cráter del volcán, desarrollada entre enero y abril de 2024 (Figura 4). De acuerdo a los parámetros hipocentrales, la sismicidad ha ocurrido principalmente entre los 2 km y 5.6 km bajo la superficie, con magnitudes entre M1.8 y M2.8 (31 de marzo).



Finalmente, el 6 de mayo de 2024 desde las 05:16 am se observa el reinicio de la actividad eruptiva del volcán Ubinas, con el registro sísmico de tipo tremor, asociadas a emisiones de cenizas que tuvieron una duración de 4:30 horas (Figura 5). Es preciso mencionar que, en correlación con las imágenes de las cámaras de monitoreo, no se han detectado señales sísmicas asociadas a las emisiones de cenizas y gases observadas entre el 7 y 8 de mayo.

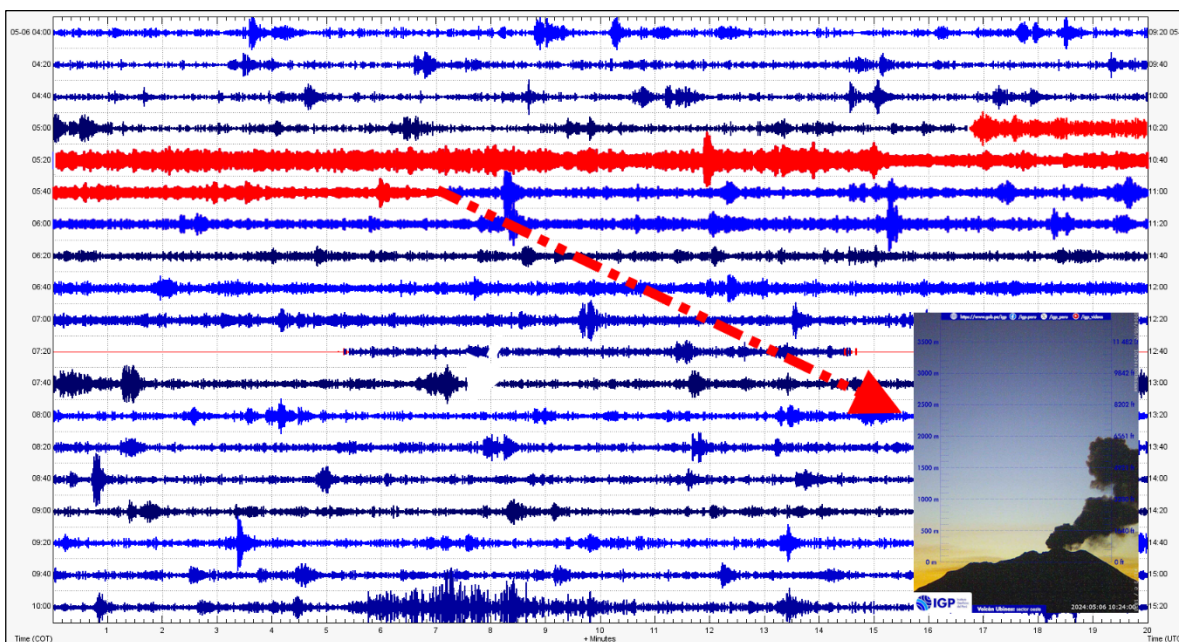


Figura 5.- Señal sísmica de tipo tremor asociada a las primeras emisiones de cenizas registrada el día 6 de mayo de 2024.

### 3.2. Monitoreo de la deformación superficial

El monitoreo de la deformación de la superficie del volcán se lleva a cabo utilizando las técnicas del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) e Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (DInSAR).

#### 3.2.1. Sistema global de navegación por satélite

A continuación, se presentan los datos de desplazamientos obtenidos entre el 23 de octubre de 2023 al 12 de mayo de 2024.

- GNSS UB01** (Figura 6a). – La estación GNSS UB01 se ubica en el flanco suroeste, a 2.8 km del cráter del volcán Ubinas. En este punto se ha cuantificado una velocidad de deformación de  $-0.93 \pm 0.9$  cm/año en la componente vertical, lo que sugiere que la superficie del volcán ha retornado a su nivel base (Figura 7b), luego del ligero levantamiento registrado en el periodo julio a octubre de 2023 (Del Carpio et al., 2023c). Asimismo, las velocidades registradas en las componentes horizontales fueron de  $+0.56 \pm 0.4$  cm/año en dirección Este y de  $+0.39 \pm 0.2$  cm/año en dirección Norte, lo que significa una velocidad de desplazamiento de  $+0.68 \pm 0.5$  cm/año en dirección Noreste (Figura 7a, variación aún dentro del margen de error).

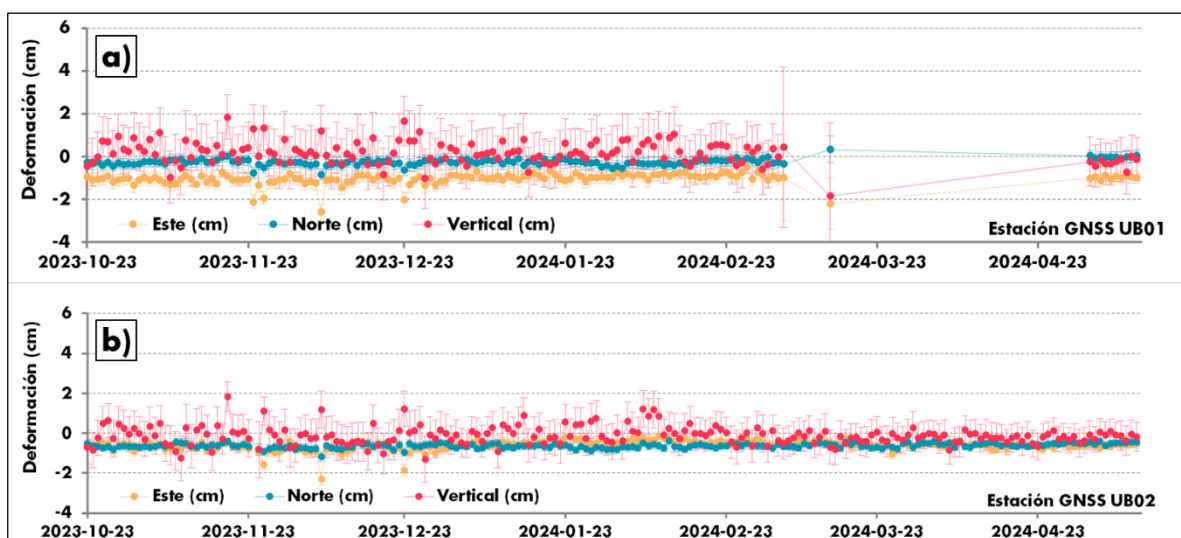


Figura 6.- Serie de tiempo de las estaciones GNSS: a) UB01 y b) UB02, para las componentes este (puntos amarillos), norte (puntos azules) y vertical (puntos magentas) registradas entre el 23 de octubre de 2023 y el 12 de mayo de 2024.

- GNSS UB02** (Figura 6b). – Estación ubicada a 4.7 km al sur del cráter del volcán Ubinas. En este punto, en promedio, se ha cuantificado una velocidad de deformación de  $-0.28 \pm 0.8$  cm/año en la componente vertical. En la dirección Norte se ha registrado una velocidad positiva de  $+0.35 \pm 0.4$  cm/año, mientras que en la dirección Este se muestra una velocidad de  $+0.25 \pm 0.2$  cm/año, lo que indica una velocidad de  $0.43 \pm 0.4$  cm/año en dirección Noreste (Figura 7a). En general los

desplazamientos detectados durante el periodo de análisis están dentro del margen de error de  $\pm 1$  cm (Figura 7b).

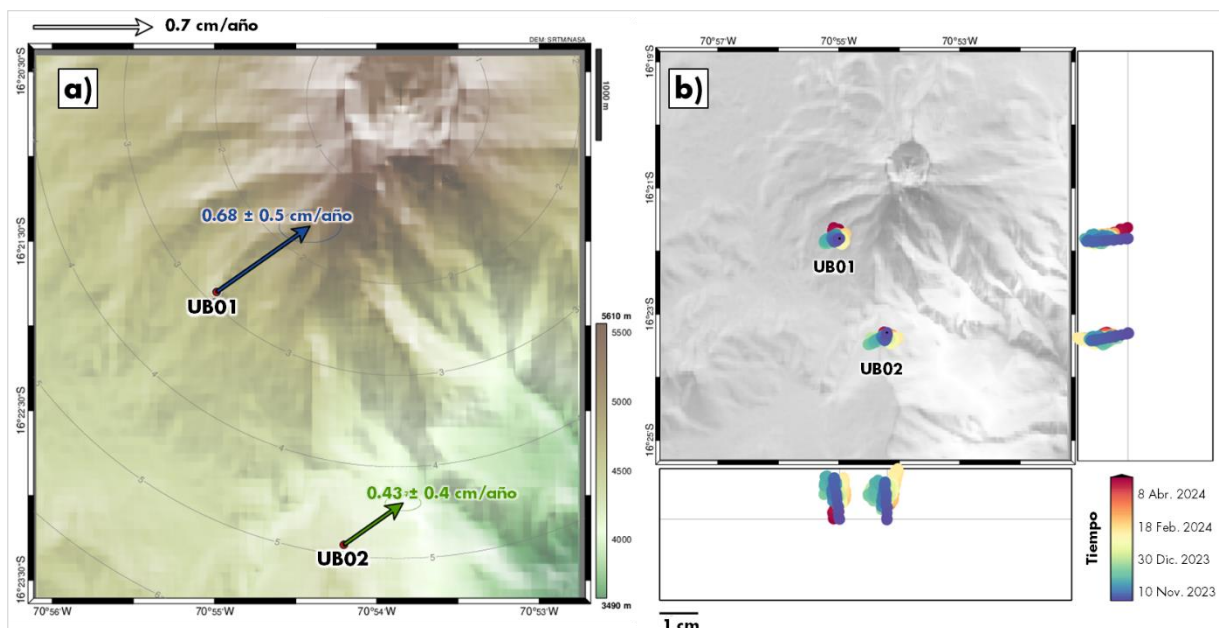


Figura 7.- a) Vectores de desplazamiento de las componentes horizontales de las estaciones GNSS UB01 y UB02 y b) Mapa del desplazamiento relativo de las estaciones GNSS a lo largo del tiempo. Gráficos generados en sistema web WebObs (<https://ipgp.github.io/webobs/>)

### 3.2.2. Interferometría diferencial de radar de apertura sintética

Para el análisis de la deformación volcánica se compararon imágenes de radar Sentinel-1. En la Figura 8 se muestran los interferogramas obtenidos con imágenes del 21 de octubre de 2023 y el 12 de mayo de 2024 en órbita ascendente (Figura 8a) y del 27 de octubre de 2023 y el 6 de mayo de 2024, en órbita descendente (Figura 8b). En general, en ambos interferogramas no se observa franjas de deformación significativas, sino un ruido relacionado a la topografía, por lo que en los mapas de desplazamiento en Línea de Vista del Satélite (LOS), la deformación es cuantificada por debajo de 1 cm (Figuras 8c y 8d, áreas con tonos rosados y azules claros), valor que se encuentra dentro del margen de error del equipo.

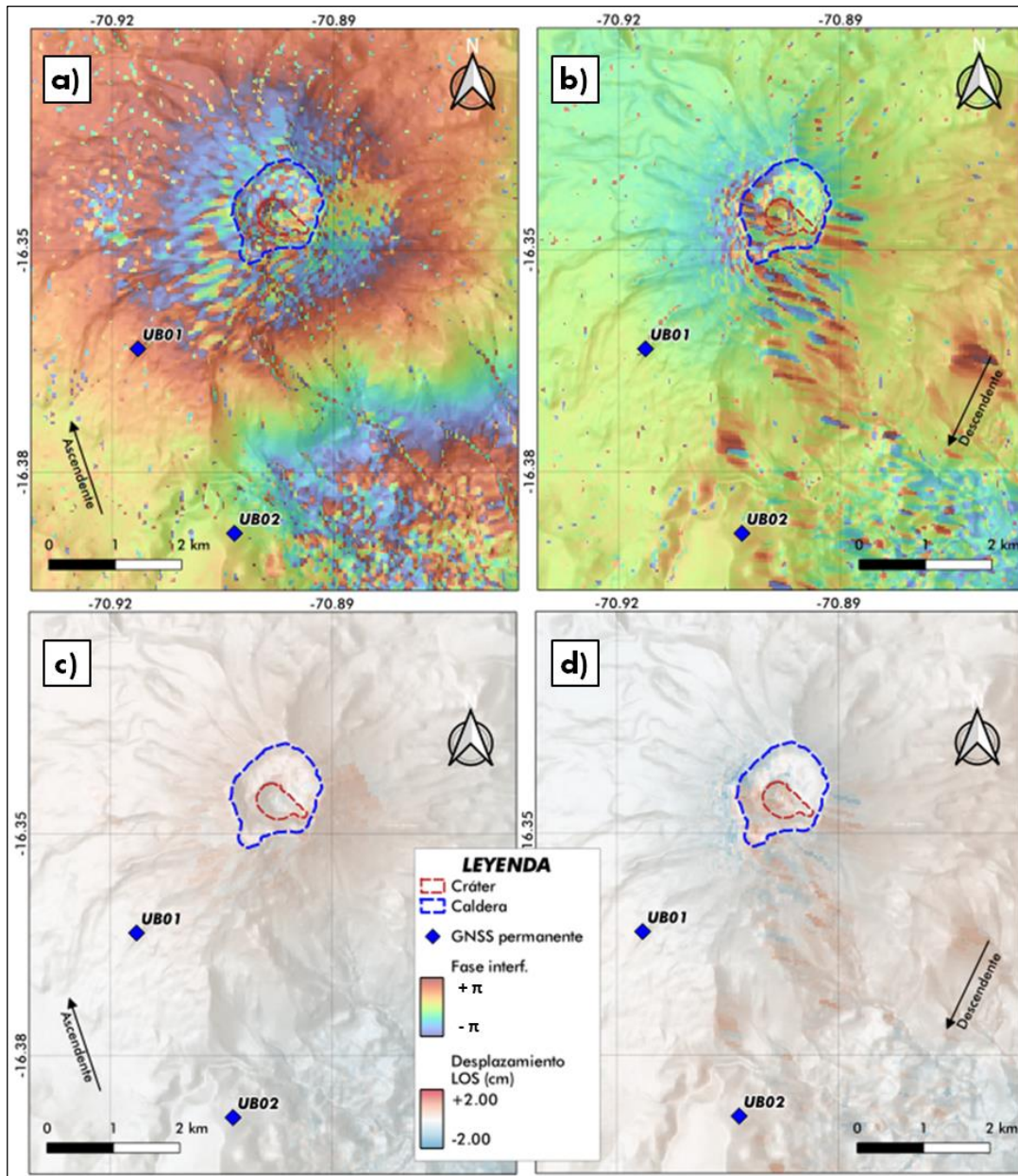


Figura 8.- Fase interferométrica y desplazamiento LOS en la zona del volcán Ubinas: a) y c) en órbita ascendente a partir de imágenes del 21 de octubre de 2023 y el 12 de mayo de 2024, b) y d) en órbita descendente a partir de imágenes del 27 de octubre de 2023 y el 6 de mayo de 2024.

### 3.3. Monitoreo mediante sensores remotos visuales y satelitales

#### 3.3.1. Monitoreo visual

El monitoreo de las emisiones de gases y ceniza, y la dinámica superficial, para el periodo de análisis, se ha realizado mediante la utilización de 3 cámaras de monitoreo, denominadas HSAL (UB01), UB02 y UB03 (Figura 1, círculos azules y Figura 9a, b y c).

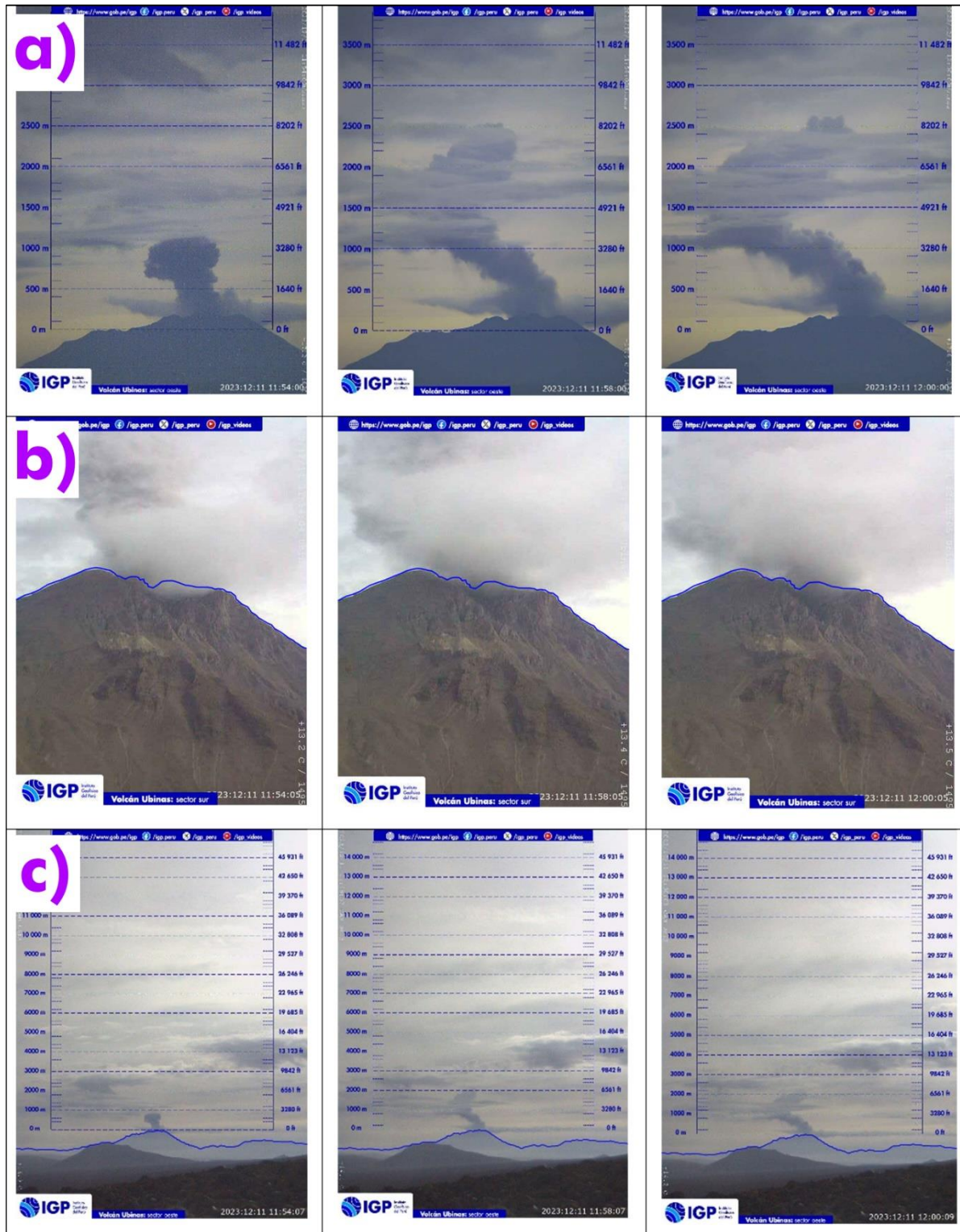


Figura 9. Imágenes de las cámaras de monitoreo instaladas en el volcán Ubinas: a) HSAL o UB01, b) UB02 y c) UB03; registran emisiones de ceniza ocurridas el día 11 de diciembre a las 11:54 hora local y que alcanzó una altura máxima de 2500 m sobre la cima del volcán.

Durante el periodo evaluado, desde el 23 de octubre de 2023 hasta el 12 de mayo de 2024, las columnas de cenizas y gases han alcanzado una altura máxima de 2580 m sobre la cima del volcán (día 11 de diciembre) y alturas promedio de 550 m (Figura 10). Asimismo, se han observado periodos de emisiones de ceniza con mayor concentración o abundancia de partículas volcánicas, sobre todo los días 10, 11, 13 y 16 de diciembre de 2023, así como, los días 6, 7 y 8 de mayo de 2024 (Figura 11). En este último episodio la dispersión de las partículas volcánicas fue principalmente hacia los sectores sur y sureste del Ubinas, en dirección de los distritos de Ubinas y Matalaque y centros poblados adyacentes al volcán. Mientras que las emisiones de gases y vapor de agua se mantienen hasta 1500 m de altura en el periodo de evaluación.

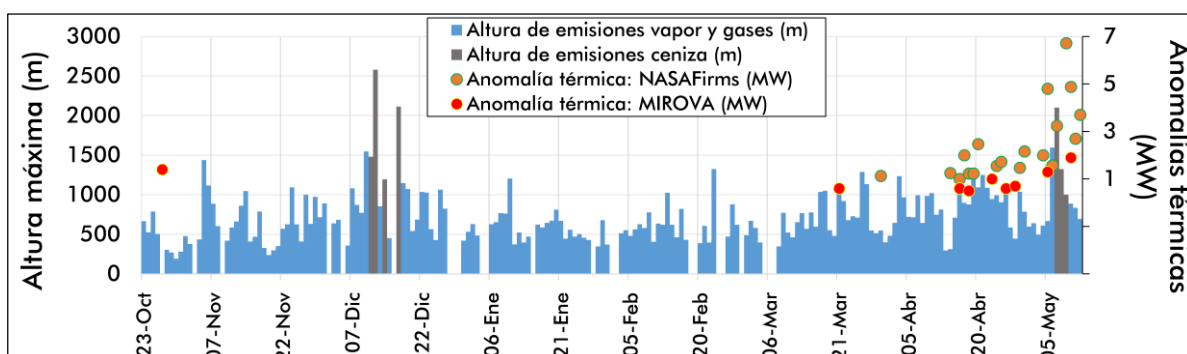


Figura 10.- Alturas máximas por día de las columnas de ceniza (barras grises), gases y vapor de agua (barras celestes) registradas por las cámaras de monitoreo del volcán Ubinas para el periodo evaluado. Por otro lado, se grafican las anomalías térmicas detectadas por el sistema MIROVA (círculos rojos) y NASAFirms (círculos naranjas).

El radio aproximado de dispersión de la ceniza producto de las emisiones volcánicas, ocurridas en el periodo evaluado, fue menor a 20 km del Ubinas. La afectación por caída de ceniza se produjo en un radio de 15 km del volcán, es decir en zonas donde están ubicados los centros poblados de los distritos de San Juan de Tarucani, Ubinas y Matalaque.

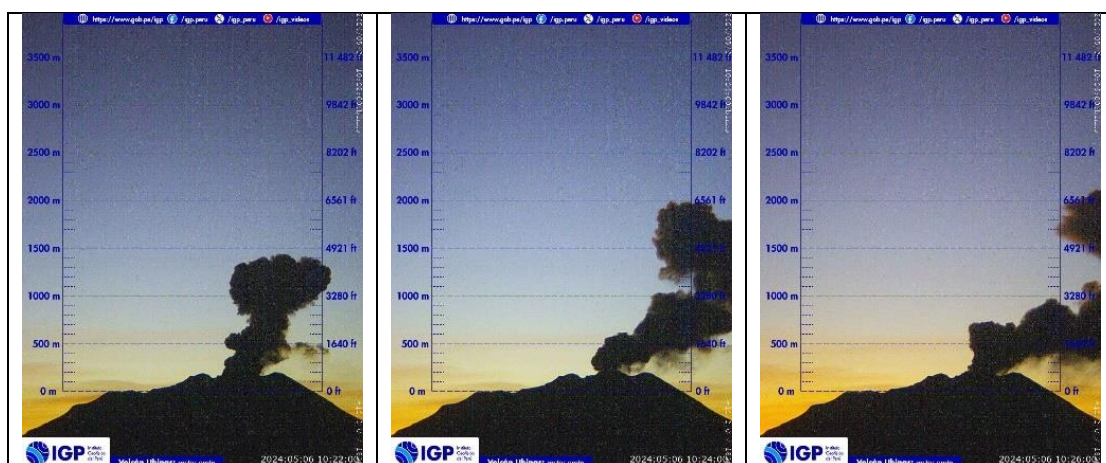


Figura 11.- Registro de las emisiones de ceniza ocurridas el 6 de mayo de 2024 observadas desde el sector oeste del volcán.

Asimismo, se ha realizado el análisis de la dirección de los vientos utilizando datos de velocidad de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) para un nivel de presión de 493 milibares (mb), que corresponde a la elevación máxima del volcán Ubinas, ubicada a 5672 m s.n.m. y que varía de acuerdo a la condición atmosférica del lugar. Con estos valores se calculó la velocidad promedio de viento, el cual fue usado para graficar la roseta de vientos.

En la figura 12, se muestra los resultados de la rosa de vientos con las direcciones predominantes de dispersión de ceniza y gases ocurridos en el periodo evaluado. Según el diagrama, un 30% de los vientos se dirigen hacia el sector sur en dirección del distrito de Ubinas, el 17% de los vientos se dirigen hacia el sector suroeste en dirección del distrito de San Juan de Tarucani, y el 17% de los vientos hacia el sector oeste, también en dirección del distrito de San Juan de Tarucani. La escala de colores nos indica las velocidades de los vientos en m/s. Las emisiones observadas el día 6 de mayo se dispersaron hacia los sectores sur y sureste del Ubinas, es decir, hacia los poblados de Ubinas y Matalaque.

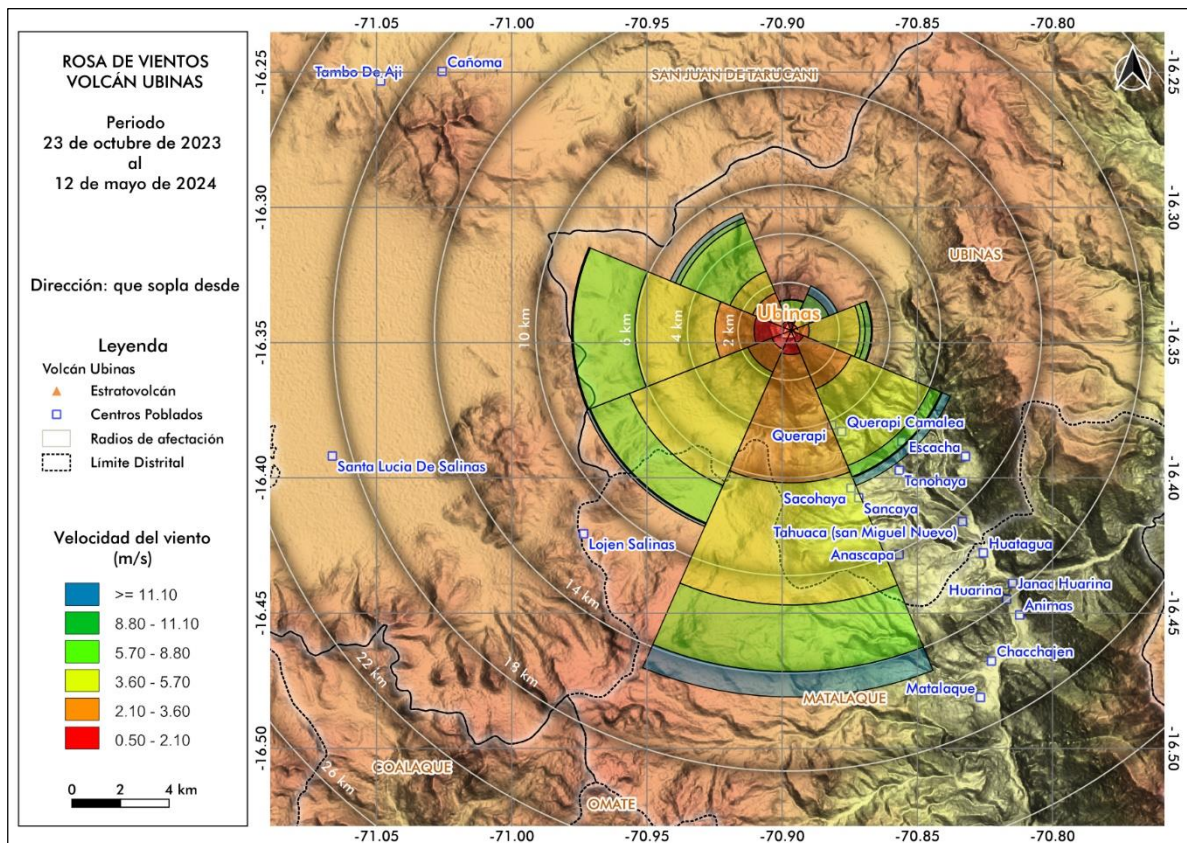


Figura 12. Rosa de vientos del volcán Ubinas, elaborado para el periodo del 23 de octubre de 2023 al 12 de mayo de 2024.

### 3.3.2. Sobrevuelo de DRON

El día 24 de abril de 2024, previo al reinicio de la actividad eruptiva, se realizó un sobrevuelo de DRON en la zona del cráter del volcán Ubinas, con el objetivo de determinar in-situ la presencia de lava en su superficie o detectar anomalía alguna. De acuerdo a las 102 imágenes adquiridas, georeferenciadas y analizadas, no se evidenció la formación de cuerpos de lava en el cráter del Ubinas. Las imágenes obtenidas nos han permitido elaborar un modelo digital de elevación de 0.33 m de resolución, una orto imagen de 0.45 m de resolución y realizar modelamientos 3D de su superficie que muestran características geométricas actuales del orificio o viento activo, asimismo, se identificaron más de cinco puntos de emisión de gases volcánicos y zonas hidrotermalizadas próximas a esta zona (Figura 13).

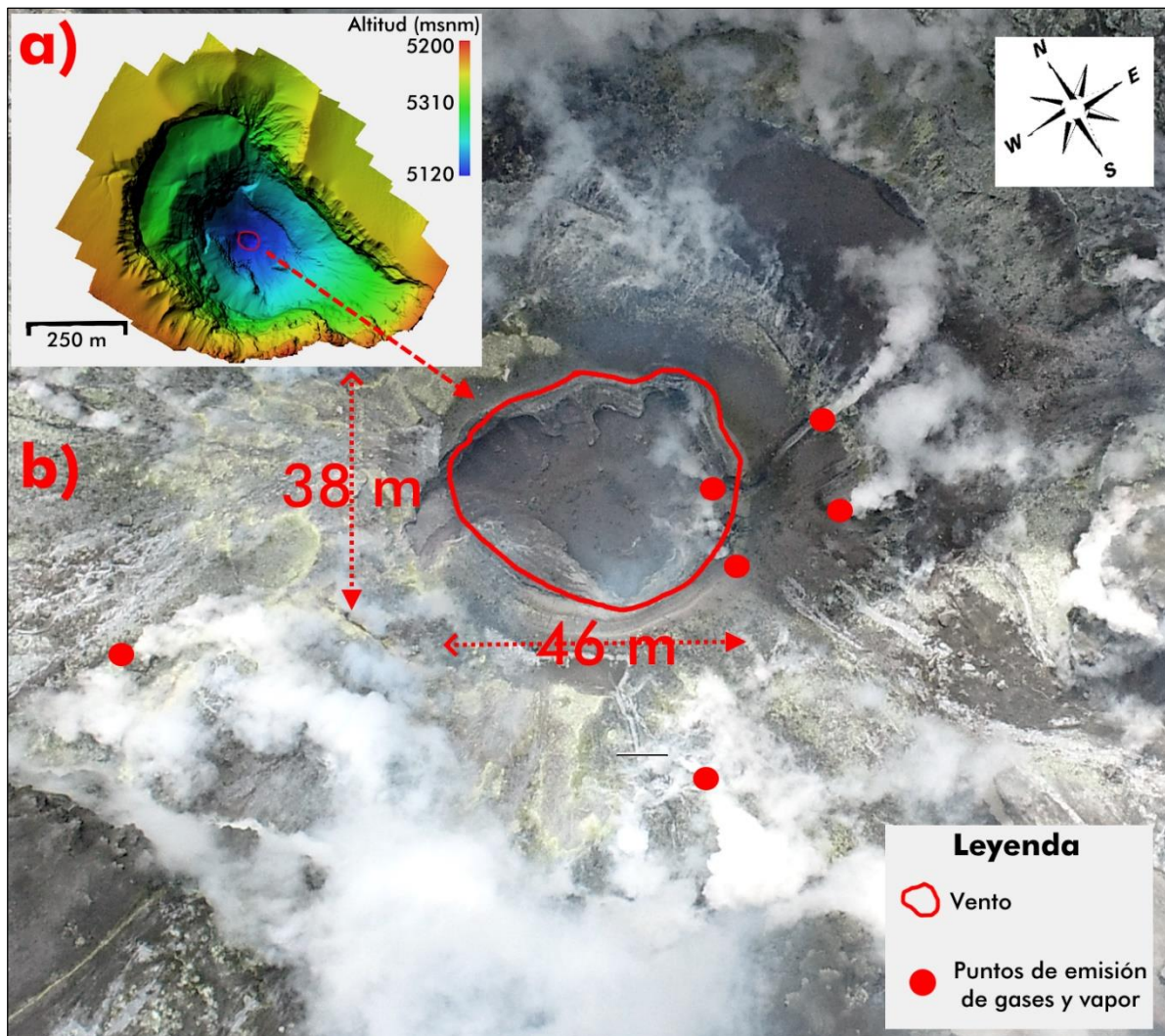


Figura 13.- a) Modelo digital de elevación de alta resolución; b) imagen del cráter del volcán Ubinas del 24 de abril, adquiridos mediante sobrevuelo de dron.

### 3.3.3. Monitoreo satelital

En cuanto a las anomalías térmicas, los sistemas satelitales de detección, como son MIROVA, desarrollado y operado por el departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Turin (Italia) y NASAFIRMS, desarrollado por la Universidad de Maryland, con fondos del Programa de Ciencias Aplicadas de la NASA y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, han detectado entre el 21 de marzo y 12 de mayo de 2024 un total de 26 anomalías térmicas, con valores de radiancia térmica de hasta 6.7 Megavatios (Figura 10, puntos

rojos), que indicarían la proximidad de un cuerpo de lava a la superficie del cráter.

### **3.4. Monitoreo Geoquímico**

Los datos geoquímicos de la concentración de gases, como el  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$ , emitidos por el Ubinas son recabados de manera permanente mediante la estación multigas UB01, ubicada en el borde oeste de la caldera del volcán Ubinas (Figura 1, triángulo invertido), además de estaciones temporales DOAS e información satelital. Asimismo, se realizan mediciones de los parámetros físico-químicos de las fuentes termales que existen al pie del flanco sur del volcán Ubinas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

#### **3.4.1. Variación del gas $\text{SO}_2$**

Para el periodo del 23 de octubre de 2023 al 12 de mayo del presente, los valores del gas  $\text{SO}_2$  variaron entre 0.1 ton/día y 2981 ton/día. Los valores más bajos indican una reducción significativa de la desgasificación del volcán o un proceso de obstrucción del conducto. Los valores más altos están relacionados con un aumento en la actividad volcánica luego de la ocurrencia de emisiones considerables de ceniza y gases. Para este periodo, el flujo promedio de gases  $\text{SO}_2$  es de 379 ton/día, mientras que los picos más importantes de 1736, 2083, 2031, 1980, 1594, 1562, 1696, 2478, 2981, 1690 y 2132 Ton/día, se detectaron los días 2, 14, 17 y 18 de diciembre de 2023, 10 de febrero, 21 de marzo, 17, 18, 19 y 30 de abril y 10 de mayo de 2024, respectivamente (Figura 14).

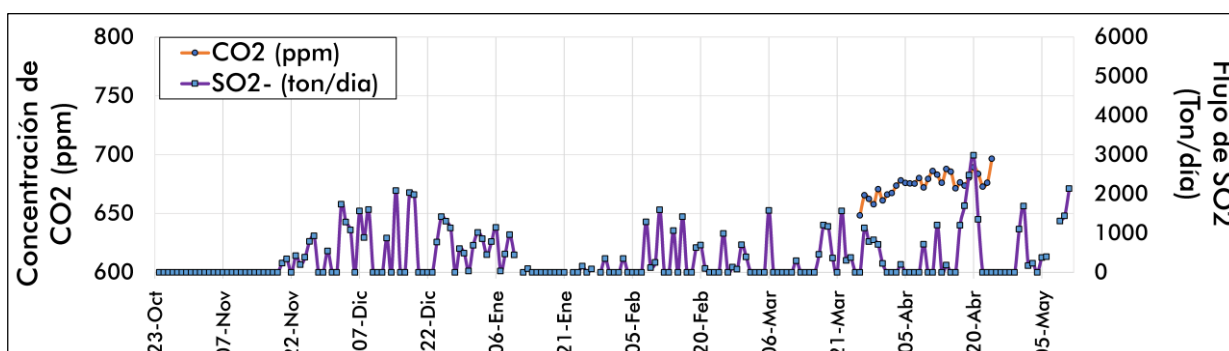


Figura 14.- Concentración de flujos de  $\text{SO}_2$  (líneas lilas) registrado entre el 23 de octubre de 2023 y 12 de mayo de 2024 y concentración de  $\text{CO}_2$  (línea naranja) registrado entre el 26 de marzo al 24 de abril de 2024 en el volcán Ubinas.

### 3.4.2. Variación del gas $\text{CO}_2$

La concentración del gas  $\text{CO}_2$  es un indicador importante del nivel de la actividad volcánica. De manera comparativa la concentración base de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, en ausencia de actividad volcánica fluctúa entre 400 ppm a 450 ppm. En ese sentido, para el periodo del 26 marzo al 24 de abril de 2024, observamos que los valores de  $\text{CO}_2$  en el volcán Ubinas se presentan en un promedio de 675 ppm (Figura 14, línea naranja). Durante este periodo de monitoreo podemos decir que el aumento en la concentración promedio de  $\text{CO}_2$  podría significar un ligero incremento en la actividad ligado al ascenso de magma.

### 3.4.3. Monitoreo de fuentes termales

Durante el período evaluado, se realizaron 2 mediciones de los parámetros físico-químicos (temperatura, TDS y conductividad) de la fuente termal UBT, ubicada al norte de la localidad de Ubinas. Los resultados muestran un ligero incremento de la temperatura y de los parámetros físico-químicos (TDS y conductividad) comparados con las medidas tomadas en el mes de septiembre del 2023 (Tabla 1).

Asimismo, las mediciones obtenidas en marzo de 2024 sobre dichos parámetros denotan una tendencia positiva, que se aproxima a los valores

observados en julio y agosto de 2023 (Tabla 1).

*Tabla 1.- Parámetros físico-químicos de la fuente UBT.*

| <b>FUENTE</b> | <b>FECHA</b> | <b>T</b> | <b>pH</b> | <b>Conductividad(us)</b> | <b>TDS(ppm)</b> |
|---------------|--------------|----------|-----------|--------------------------|-----------------|
| UBT           | 23/06/2023   | 28.1     | 6.08      | 2888                     | 1459            |
| UBT           | 27/06/2023   | 28.1     | 6.11      | 2884                     | 1459            |
| UBT           | 07/12/2023   | 28.2     | 6.49      | 3041                     | 1527            |
| UBT           | 26/07/2023   | 28.4     | 6.47      | 3172                     | 1558            |
| UBT           | 08/08/2023   | 28.4     | 6.46      | 3194                     | 1571            |
| UBT           | 09/09/2023   | 28.1     | 6.15      | 2980                     | 1562            |
| UBT           | 15/09/2023   | 28.4     | 6.38      | 3020                     | 1580            |
| UBT           | 19/03/2024   | 28.5     | 6.45      | 2922                     | 1580            |
| UBT           | 20/03/2024   | 28.4     | 6.35      | 2977                     | 1592            |

#### 4. ESCENARIOS ERUPTIVOS FUTUROS

El reciente proceso eruptivo del volcán Ubinas, iniciado el 22 de junio de 2023, continua hasta la actualidad. Entre el 23 de octubre de 2023 y 14 de marzo de 2024, el comportamiento dinámico del volcán Ubinas denotaba signos de disminución de la actividad, observados en los parámetros sísmicos, geoquímicos, satelitales y visuales, con el registro promedio de 36 sismos de tipo VT y 5 sismos de tipo LP por día, así como emisiones de gases  $\text{SO}_2$  de 550 m de altura y 314 Ton/día y con ausencia de anomalías térmicas (Figura 15: a.1, b.1 y c.1). Asimismo, y durante todo el periodo de análisis, la deformación volcánica presento desplazamientos menores de 1 cm (valor que está debajo del margen de error del equipo), lo cual indicaría que el aporte de magma es mínimo como para generar deformación en superficie y/o que el conducto volcánico aún continúa abierto desde el inicio del proceso eruptivo, por lo que no se estaría ejerciendo presión en su ascenso a la superficie (Figura 15d).

Desde el 15 de marzo de 2024, se vienen observando cambios en la sismicidad (incremento de sismos de tipo VTs y sismos de tipo LPs), acompañados, desde el 21 de marzo, con la detección de las primeras anomalías térmicas y el incremento de la concentración del gas  $\text{CO}_2$  (Figura 15: a.2, b.2 y c.2). Así también, se observa el incremento en la temperatura y variación de los parámetros físico-químicos de la fuente termal UBT con respecto a las mediciones obtenidas en septiembre de 2023 (Tabla 1). La señal sísmica de mayor relevancia en el periodo evaluado corresponde a sismos de tipo LP de bajas frecuencias (Figura 15a, línea negra), que estarían asociadas con el ascenso de magma y su proximidad a la superficie, sin alcanzar aún la base del cráter, tal como lo evidencian las imágenes de dron obtenidas el día 24 de abril (Figura 13), así como la presencia de bajos valores de radiancia térmica detectadas por MIROVA (Figura 15: b.2, círculos). Sin embargo, este tipo de sismos LP de bajas frecuencias preceden al reinicio de las emisiones de ceniza observadas desde el 6 de mayo (Figura 15b, barras grises), las cuales esporádicamente continúan hasta la

actualidad. En efecto, el 6 de mayo se detectaron columnas de cenizas que alcanzaron hasta 2100 m de altura y fueron dispersadas hacia los sectores sur y sureste del volcán, es decir, hacia Ubinas y Matalaque en la región Moquegua.

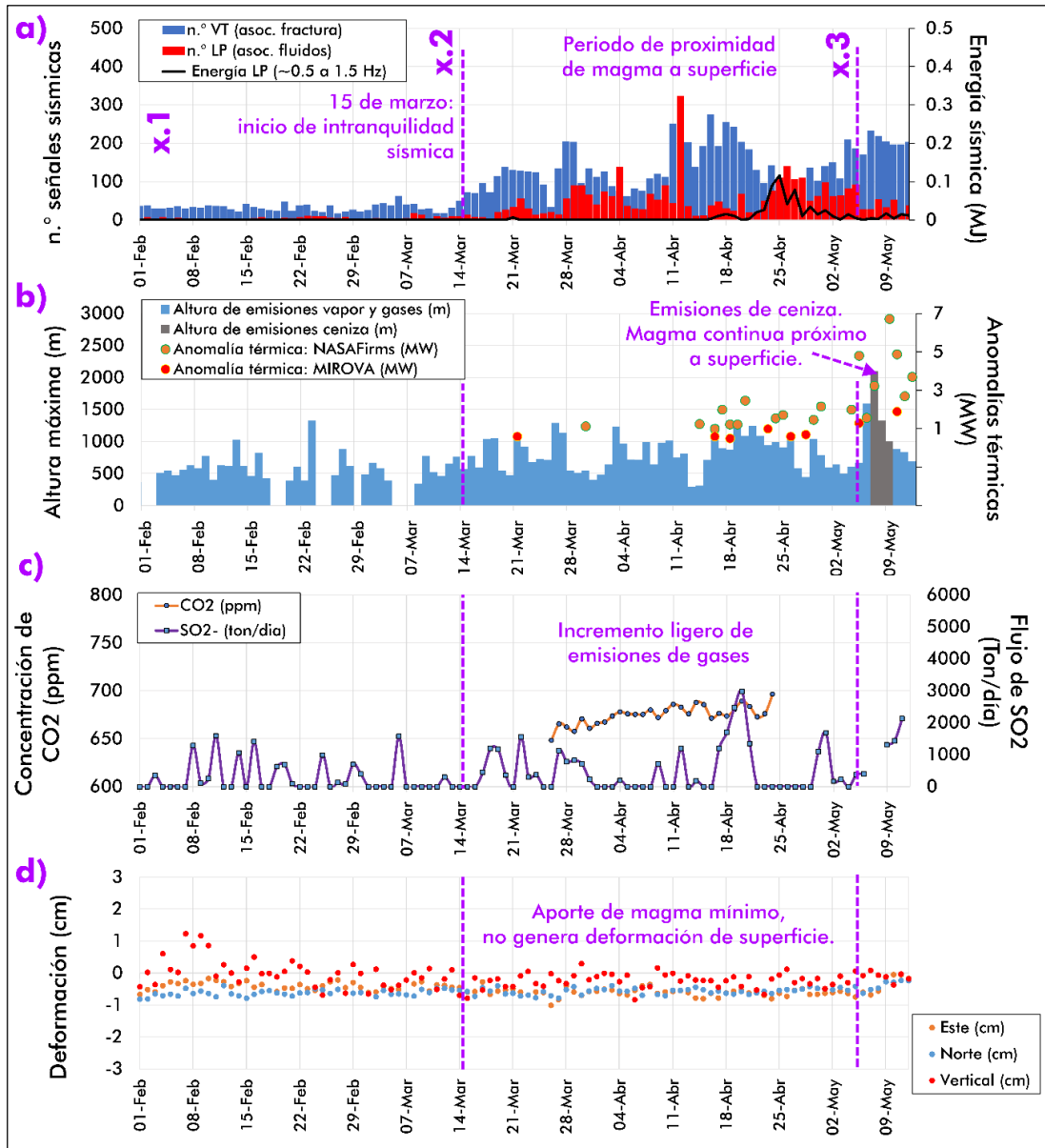


Figura 15.- Interpretación de los parámetros de monitoreo: a) n.º y energía de eventos sismovolcánica, b) emisiones de ceniza, gases y vapor de agua (barras de color) y anomalías térmicas (círculos de color), c) concentración de gas CO<sub>2</sub> y flujos de SO<sub>2</sub> y d) valores de deformación volcánica.

De acuerdo al análisis del periodo evaluado, las emisiones de cenizas se observan aleatoriamente en el tiempo, similar al comportamiento observado a finales de 2023, y en algunos casos no generan registros sísmicos asociados como

consecuencia, muy probablemente, de mantener un “sistema de conducto abierto”, que quiere decir, una mayor permeabilidad del conducto volcánico y por ende menor obstrucción para el ascenso de magma y/o material volcánico.

#### **4.1. Escenarios eruptivos**

Los datos de monitoreo multidisciplinario y las características de la actual erupción del volcán Ubinas plantea dos posibles escenarios para las próximas semanas:

##### **4.1.1. Primer escenario: continuación del mismo nivel de actividad explosiva leve**

Actualmente, el volcán Ubinas viene generando esporádicas emisiones de ceniza que afectan áreas próximas al volcán, típico de una actividad vulcaniana. En las próximas semanas la actividad eruptiva del Ubinas puede continuar con el mismo nivel de actividad, generando eventuales explosiones con emisiones de gases y ceniza que pueden ser dispersadas principalmente al sur y sureste del volcán.

##### **4.1.2. Segundo escenario: Incremento de la actividad eruptiva**

Que se registren continuos aportes o ascensos de magma hacia la superficie, con la consecuente generación de explosiones que generarían columnas de cenizas y gases que alcancen alturas mayores a 3 km sobre la cima de volcán, las cuales serían dispersadas a más de 20 km del volcán, influenciada por los vientos, afectando localidades ubicadas en áreas aledañas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos analizados de la Red Geofísica del volcán Ubinas operada por el IGP, la erupción iniciada en junio de 2023 continua hasta la actualidad. Durante el periodo comprendido entre el 23 de octubre de 2023 y 12 de mayo de 2024, se ha observado un proceso de cambios en el comportamiento dinámico del volcán Ubinas, denotado por un incremento de los parámetros de monitoreo (sísmico, geoquímico, visual y satelital) e intensificado desde el 15 de marzo, teniendo como consecuencia el reinicio de las emisiones de ceniza y gases, observadas desde el 6 de mayo hasta la actualidad. Debido a estas características, que no superan a la actividad explosiva desarrollada entre julio y agosto de 2023, el nivel de alerta volcánica se mantiene en COLOR AMARILLO.

La ceniza emitida por el Ubinas es el producto volcánico que más ha afectado a los pobladores y sus medios de vida de los distritos ubicados en un radio de 15 km de distancia del cráter del Ubinas, es decir, centros poblados de los distritos de San Juan de Tarucani, Ubinas, Matalaque y Chojata

Se proponen dos escenarios de ocurrencia para las siguientes semanas:

- a) Que la actividad eruptiva del volcán Ubinas continúe con el nivel actual (leve), es decir, con la generación de eventuales explosiones y emisiones de ceniza que afectarían áreas próximas al volcán.
- b) Que se registren continuos aportes o ascensos de magma a la superficie, con la consecuente generación de erupciones explosivas que generen columnas de gases y cenizas que alcancen alturas mayores a 3 km sobre la cima de volcán y que emitan mayor cantidad de ceniza afectando localidades ubicadas en un radio superior a 20 km del Ubinas.

## **RECOMENDACIONES**

- No acercarse al volcán en un radio de 2 km, los ascensos al cráter son considerados de alto riesgo.
- Ante la caída de ceniza, cubrirse la nariz y boca con paños húmedos o mascarillas. Mantener cerradas las puertas y ventanas de las viviendas.
- Recomendamos mantenerse informado en todo momento sobre la actividad volcánica del Ubinas mediante los boletines emitidos por el IGP: (<http://www.igp.gob.pe/servicios/centro-vulcanologico-nacional/>).

## **BIBLIOGRAFÍA**

Del Carpio, J., Vargas, K., Mamani, J., Soto, E., Valdivia, D., & Rivera, M. (2023c). *Evaluación geofísica sobre la actual actividad eruptiva del volcán Ubinas, periodo julio-octubre de 2023*. Informe Técnico N°025-2023/IGP, Instituto Geofísico del Perú, Lima.

