



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



EVALUACIÓN DEL PROCESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN UBINAS DURANTE MAYO A JULIO, 2023

Informe Técnico N°014-2023/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Julio, 2023

Instituto Geofísico del Perú
Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera
Director Científico: Edmundo
Norabuena

Informe Técnico

Evaluación del proceso eruptivo del volcán Ubinas durante mayo a julio, 2023

Autores

José Del Carpio Calienes
Riky Centeno Quico
Katherine Vargas Alva

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

**EVALUACIÓN DEL PROCESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN
UBINAS DURANTE MAYO A JULIO, 2023**

Lima Perú
Julio 2023

RESUMEN

El actual proceso eruptivo está caracterizado por: (i) el registro de señales sísmicas de tipo VT, asociadas a la fractura de rocas, (ii) señales LP, relacionadas con el aporte y ascenso de magma hacia la superficie, (iii) detecciones satelitales de anomalías térmicas que indicarían la proximidad de un cuerpo de magma a la superficie del cráter y (iv) emisiones de cenizas y gases observadas desde el 22 de junio de 2023 que alcanzaron alturas menores a 2 km desde la cima del volcán y fueron dispersadas hacia los sectores norte, oeste, noroeste, suroeste, sur, este y noreste del volcán, en dirección de los distritos de San Juan de Tarucani en Arequipa y Ubinas, Coalaque, Lloque y Yunga en Moquegua.

El peligro por caída de ceniza es el producto volcánico que con mayor recurrencia afecta a los pobladores y medios de vida de los distritos adyacentes y alejados al volcán Ubinas (>10km). Otros peligros volcánicos como colapso del flanco sur y flujos piroclásticos se presentarían si la erupción alcanzara un Índice de Explosividad Volcánica mayor a 3.

Se plantean dos posibles escenarios eruptivos para los siguientes días o semanas: (1) que dicha actividad continúe con el nivel actual, es decir, con explosiones y emisiones leves a moderadas de ceniza que afecten a localidades ubicadas próximas al volcán; o (2) mayor incremento de la actividad explosiva, con la consecuente generación de erupciones explosivas que alcancen alturas mayores a 5 km sobre la cima de volcán y que emitan mayor cantidad de ceniza que afecten localidades ubicadas en un radio superior a 20 km.

INDICE

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ANTECEDENTES

3.- RED GEOFÍSICA DEL VOLCÁN UBINAS

4.- DATOS Y ANÁLISIS DE MONITOREO: ERUPCIÓN 2023

4.1.- Monitoreo Multiparamétrico

4.2.- Morfología actual del cráter del volcán Ubinas

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y ESCENARIOS ERUPTIVOS

5.1.- Peligro potencial de colapso del flanco sur

5.2.- Peligro por descenso de Lahares

5.3.- Peligro por Flujos Piroclásticos (FP)

5.4.- Peligro por caída de ceniza

5.5.- Escenarios eruptivos

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geofísico del Perú (IGP), según Ley de Creación N° 31733, es la entidad responsable y oficial de las investigaciones, monitoreo y la emisión de alertas sobre el comportamiento dinámico de volcanes en nuestro país. Según nuestra Ley, nuestra información contribuye con la toma de decisiones de los integrantes del SINAGERD.

El Ubinas, que desde el año 1550 ha presentado el desarrollo de 28 erupciones volcánicas, considerando la actual que inició el 22 de junio de 2023, mantiene en constante exposición a aproximadamente 12 722 personas, ubicadas en los distritos de Ubinas, Yunga, Ichuña, Lloque, Chojata, Matalaque, Omate, Coalaque de la región Moquegua y San Juan de Tarucani de la región Arequipa, debido a sus frecuentes erupciones. Dichos distritos están ubicados dentro de un radio de 15 km del volcán (Figura 1), y tienen como actividades socioeconómicas principales la ganadería y agricultura. El último proceso eruptivo, desarrollado entre junio y septiembre de 2019, registró intensas emisiones de cenizas, principal peligro volcánico, que afectaron todo el valle de Ubinas, así como distritos alejados de las regiones de Tacna y Puno e, incluso, el país vecino de Bolivia.

Ante la recurrencia eruptiva del Ubinas, que afectan la salud de las personas y de sus medios de vida, se hace indispensable que las autoridades implementen y mantengan en constante evaluación los planes de contingencia necesarios en caso de reactivación volcánica y posterior desarrollo de procesos eruptivos.

La actual erupción volcánica de 2023, fue exitosamente pronosticada por el IGP que, a través del Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), reporto, el 17 de mayo, un incremento en la actividad sísmica del volcán y, el 24 de mayo, emitió el boletín vulcanológico n°. 2023-0011, que informaba de dicha intranquilidad y recomendaba a las autoridades elevar el nivel de alerta

volcánica a color amarillo. El 2 de junio, en atención del oficio circular n° 045-2023-GRM/GGR/GRRNGMA, el IGP es convocado por el Gobierno Regional de Moquegua a realizar el sustento técnico sobre el estado de intranquilidad sísmica del volcán Ubinas y la recomendación de elevar el nivel de alerta a color amarillo que, finalmente, fue aprobada mediante el acta n° 006-2023-PDC-GRM, por la Plataforma Regional de Defensa Civil encabezada por la Gobernadora Regional.

Posteriormente, el día 20 de junio el Gobierno Regional de Moquegua decreta el cambio de nivel de alerta volcánica de color verde a Amarillo mediante la Resolución Ejecutiva Regional n.° 301-2023-GR/MOQ. El 22 de junio, el IGP informa mediante el boletín n.° 2023-0015, que siendo las 00:11 HL (hora local), el volcán Ubinas inicia un nuevo proceso eruptivo al presentar las primeras emisiones de ceniza y gas. Finalmente, el 30 de junio, el IGP recomienda elevar la alerta amarilla a color naranja, debido al incremento permanente y sostenido de los parámetros sísmicos y superficiales (térmico y fumarólico) del volcán Ubinas; el 1 de julio, mediante Resolución Ejecutiva Regional de Moquegua n° 323-2023-GR/MOQ, es oficializado.

El presente informe se elabora a solicitud del gobierno regional de Moquegua, en atención del Oficio Circular n° 060-2023-GRM/GGR-GRRNGMA y a solicitud del Gobierno Regional de Arequipa, en atención del Oficio N° 413-2023-GRA/ORGRDDN, con el fin de brindar detalles sobre el actual proceso eruptivo del volcán Ubinas, los peligros potenciales asociados y los escenarios eruptivos posibles.

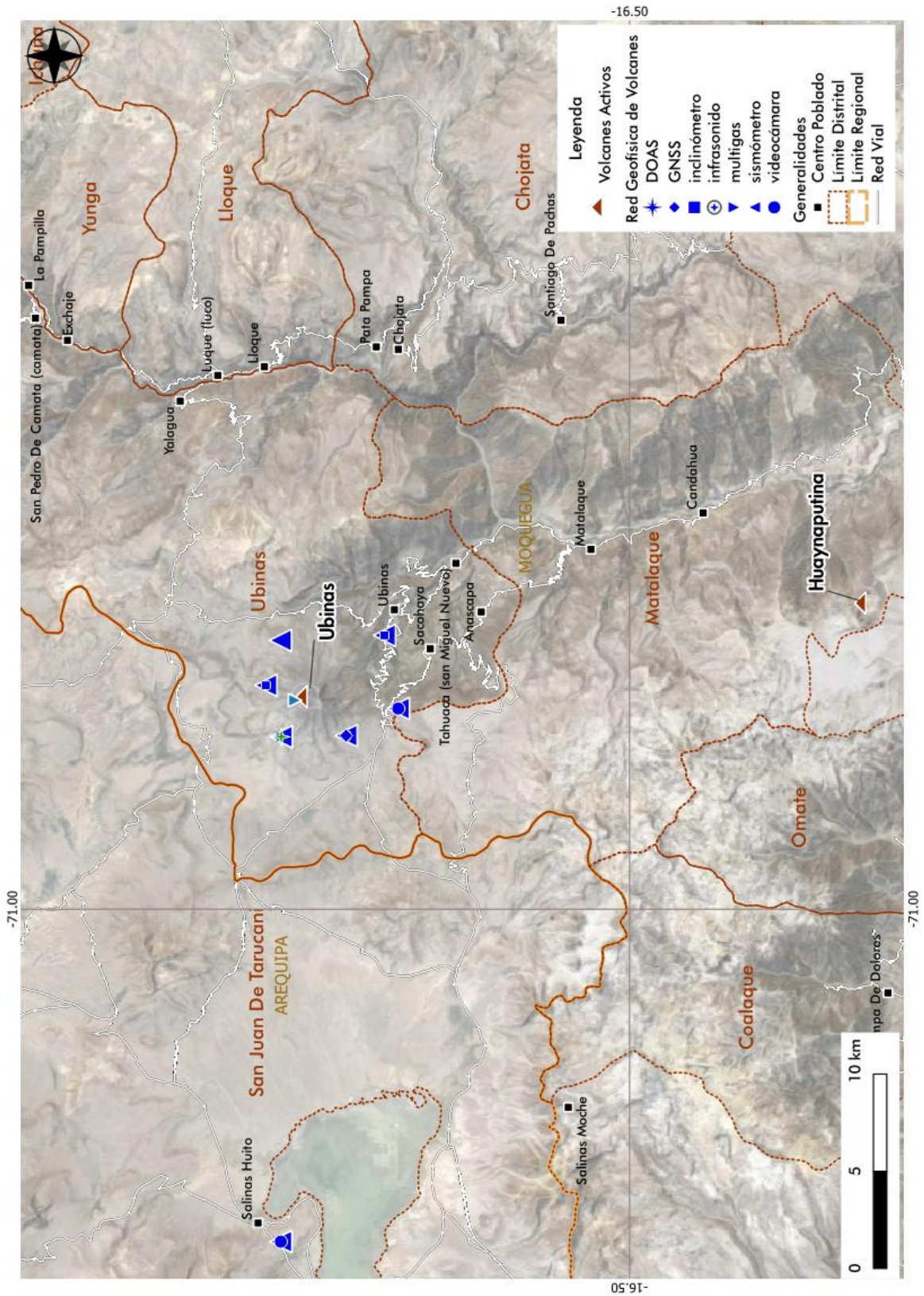


Figura 1.- Mapa de Ubicación de la Red Geofísica del Ubinas y Distritos y centros poblados ubicados dentro del radio de influencia del volcán.

2. ANTECEDENTES

De acuerdo a Del Carpio & Rivera (2019), el monitoreo multidisciplinario en tiempo real es un aspecto importante que permite al IGP, a través del CENVUL, generar alertas oportunas por erupciones volcánicas y realizar un pronóstico acertado y oportuno utilizando el conocimiento científico. En ese sentido, el IGP, de acuerdo a investigaciones geofísicas realizadas desde el año 2013, ha reconocido un patrón de eventos sísmicos que se registran antes del inicio de las explosiones o erupciones volcánicas. Esta secuencia de señales sísmicas ha permitido a los especialistas realizar pronósticos de erupciones volcánicas, anticipándose al inicio de los episodios explosivos del volcán Ubinas en los años 2014, 2015, 2016 (proceso eruptivo 2013-2017), 2019 y actualmente 2023.

Del Carpio et al (2020) realiza, entre octubre de 2019 y mayo de 2020, el análisis de los parámetros sísmicos, geodésicos, y sensores remotos registrados en el volcán Ubinas evidenciando la disminución gradual del número de sismos, altura de las emisiones de gases y la estabilización de la deformación cortical. Esta información es corroborada con el seguimiento visual del comportamiento dinámico del volcán. A pesar de que entre junio y octubre del 2020, se observó un corto incremento de ocurrencia de eventos sísmicos, especialmente del tipo Volcano-Tectónico (VT), la actividad volcánica desde noviembre de 2020 hasta mayo de 2023 se encontraba con debajo del nivel promedio de actividad durante etapas de reposo volcánico.

Vargas et al. (2022), con ayuda de un modelo de elevación digital (DEM) de alta precisión y en base al modelamiento numérico elaboro tres escenarios de peligro por descenso de lahares (flujos de lodo). En el escenario más frecuente, serían afectadas las vías de acceso a Ubinas, Tonohaya, Huarina, Matalaque. En otros escenarios, se suman áreas de cultivo, canales de agua, puentes peatonales, y obras de infraestructura de Tonohaya, San Miguel y

Huatagua, así como la generación de derrumbes en ambas márgenes del río Ubinas, ocasionando eventualmente el represamiento del río Tambo en inmediaciones de la localidad de Huarina. Asimismo, la información del DEM ha permitido identificar una zona de potencial colapso en la parte superior del flanco sur del volcán Ubinas abarcando una área de 292,000 m² y un volumen aproximado de 3.7x10⁷ m³. De producirse uno de los tres detonantes considerados en el informe, se generaría una avalancha de escombros que se emplazaría en el valle de Ubinas a lo largo de 8 km, afectando a las localidades de Querapi (con población reasentada), Ubinas, Tonohaya y San Miguel.

En 2023, el volcán Ubinas, luego de 4 años de reposo, inicia un nuevo proceso eruptivo el 22 de junio, casi un mes después de que el IGP, a través del CENVUL, informara sobre el desarrollo de un episodio de intranquilidad sísmica, recomendando cambiar el nivel de alerta volcánica a color amarillo, según consta en los boletines vulcanológicos n°. 2023-0011, n°. 2023-0012 y n°. 2023-0013 (Figura 2).



Figura 2.- Boletines vulcanológicos que recomendaban elevar el nivel de alerta volcánica a color amarillo, emitidos desde el 24 de mayo de 2023. (<https://www.igp.gob.pe/servicios/centro-vulcanologico-nacional/productos-boletines>)

3. RED GEOFÍSICA DEL VOLCÁN UBINAS

La red de monitoreo geofísico instalada sobre el volcán Ubinas está compuesta por 8 estaciones multiparamétricas constituidas por: 7 sismómetros de banda ancha y de tres componentes, 1 sensor de infrasonido, 3 inclinómetros, 2 receptores GNSS, 2 videocámaras científicas y 1 estación multigas (Figura 1). Equipos que hoy en día se emplean para realizar el seguimiento y análisis en tiempo real de la dinámica interna y externa del Ubinas. Asimismo, se emplean sistemas satelitales que permiten obtener datos de tipo térmico y geoquímico (flujo de SO_2). Además, de manera temporal, especialistas del IGP realizan trabajos in-situ para la adquisición de datos de tipo geoquímico, geotérmico, de deformación superficial y reconocimiento geológico (Figura 3).

Gracias a esta red y a su capacidad de transmisión de los datos en tiempo real, hace posible la emisión oportuna de avisos sobre procesos de reactivación y/o erupción volcánica, así como, el probable desarrollo de peligros asociados, a las instituciones que conforman el SINGERD.



Figura 3.- Trabajos de campo realizados en el volcán Ubinas en junio de 2023.

4. DATOS Y ANÁLISIS DE MONITOREO: ERUPCIÓN 2023

Previo al 17 de mayo de 2023, la actividad sísmica estaba caracterizada por el registro de menos de 5 eventos de tipo volcano-tectónico (VT) y menos de 2 señales de tipo Largo Periodo (LP) por día. Asimismo, se registraban esporádicas emisiones de gases y vapor de agua de hasta 600 m de altura sobre la cima del volcán. Otros parámetros de monitoreo no mostraban anomalías. A continuación, se detalla la información comprendida entre el 17 de mayo de 2023 a la actualidad.

4.1. Monitoreo Multiparamétrico

Durante el periodo de intranquilidad sísmica: entre el 17 de mayo al 1 de junio de 2023, la actividad interna predominante estaba asociada al fracturamiento de rocas, sismos VT que incrementaron su promedio de ocurrencia a 42 sismos por día, generando una energía máxima de 4.6 MegaJoules (>0.1 MJ previo a la intranquilidad); los sismos localizados se ubicaron entre 3.0 km y 5.4 km de profundidad por debajo del cráter. Asimismo, durante dicho periodo se registraron 365 señales sísmicas de tipo LP, Tornillo e Híbrido (Figura 4), asociadas con el movimiento y aporte de magma y el 1 de junio se empiezan a observar emisiones fumarólicas de mayor densidad alcanzando alturas de hasta 100 m sobre la cima del volcán. Lo expuesto indicaba el desarrollo probable de un proceso de reactivación volcánica, razón por la cual, el 24 de mayo de 2023, **el IGP recomendó elevar el nivel de alerta volcánica de color verde a color amarillo.**

Entre el 2 y 22 de junio, la actividad interna continuaba estando representada por sismos LP, que generó hasta 18 eventos por día. Asimismo, se mantenía registrando señales sísmicas de tipo VT, con un promedio de 39 sismos por día y una energía máxima de 0.13 MegaJoules (Figura 4). Durante dicho periodo, el registro señales de tipo Tornillo o Híbrido fue nulo o escaso. **El 22 de junio a las 00:11 h inicia la erupción** con el registro de una señal

sísmica asociada con la emisión de cenizas (Figura 5). Dichas emisiones alcanzaron una altura máxima de hasta 1200 m sobre la cima del volcán, el flujo del gas SO₂ presento un máximo de 337 Ton/día.

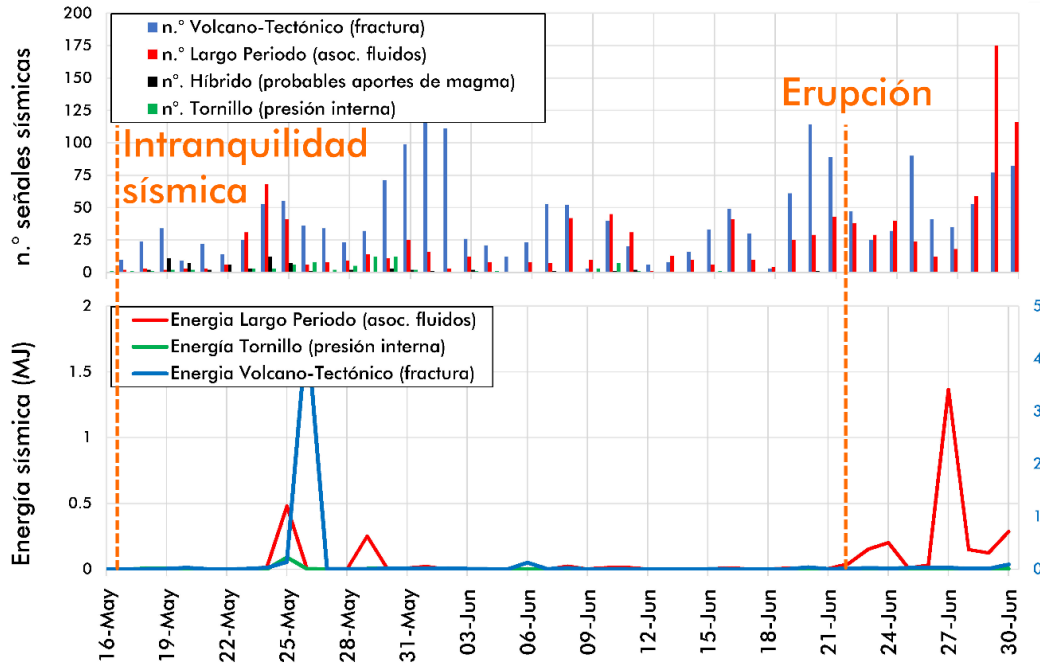


Figura 4.- Numero y energía de las señales sísmicas registradas entre el 16 de mayo al 30 de junio de 2023 en el volcán Ubinas.

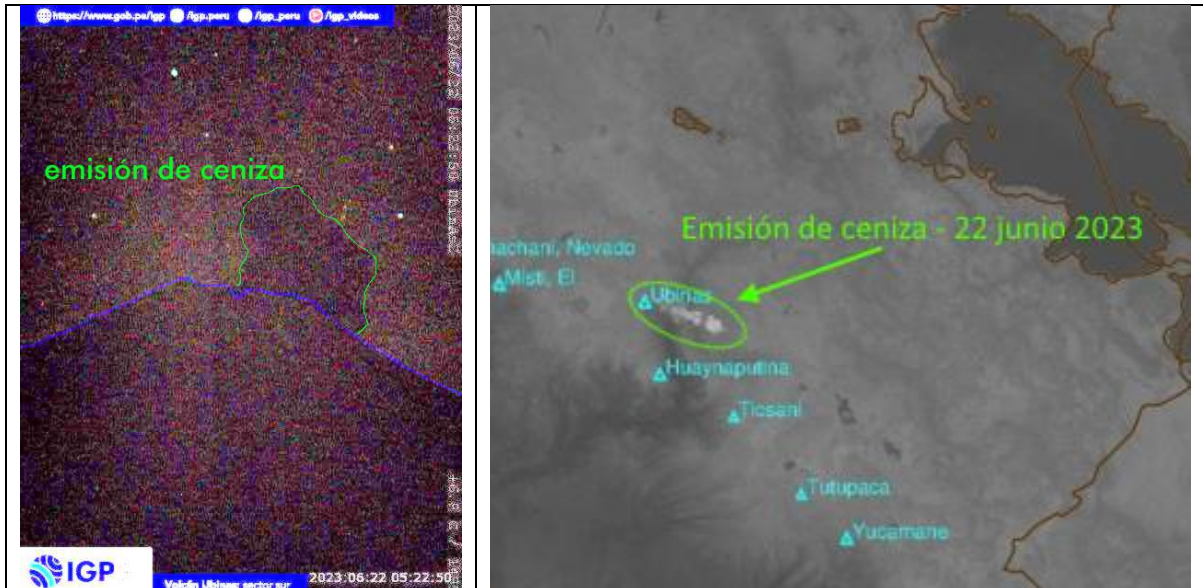


Figura 5.- Inicio del actual proceso eruptivo, representado por las emisiones de ceniza del día 22 de junio de 2023.

Entre el 23 y 30 de junio, se incrementa de manera permanente y sostenida el número de señales sísmicas de tipo LP, a razón promedio de 63 eventos por día y picos de energía de hasta 1.4 MJ (Figura 4). Por su parte, la ocurrencia de sismos VT alcanzo valores de 50 eventos por día y una magnitud máxima de M1.9. Aproximadamente 235 señales sísmicas con características de Tremor, fueron asociadas a las constantes emisiones de ceniza y gas expulsadas desde el cráter. El día 30 de junio, luego de un reproceso de los registros sísmicos, se observa por primera vez 2 señales de tipo drumbeats, que estarían asociadas con el crecimiento de domos de lava. Las emisiones de ceniza y gases alcanzaron una altura máxima de 1500 m sobre la cima y fueron dispersadas hacia los sectores norte, oeste, noroeste, suroeste, sur, este y noreste, en dirección de los distritos de San Juan de Tarucani en Arequipa y Ubinas, Coalaque, Lloque y Yunga en Moquegua; así también, se reportaron valores del flujo del gas SO₂ de entre 600 Ton/día y 1150 Ton/día; los sistemas satelitales para el registro de anomalías térmicas realizaron sus primeras detecciones desde el 26 de junio con un valor máximo de 8 MW, el calor irradiado desde el cráter indicaría la proximidad de un cuerpo de magma acercándose a la superficie. Ante este escenario, el 30 de junio de 2023, **el IGP realizo la recomendación de elevar el nivel de alerta volcánica de color amarillo a color naranja y la fase explosiva inicia el día 4 de julio a las 03:16 am (Figura 6).**

Cabe señalar que, desde el inicio de la intranquilidad sísmica hasta el 30 de junio, el monitoreo de la deformación de la estructura volcánica evidencio variaciones menores a 5 mm de desplazamiento (dentro del rango de error instrumental), mostrando una tendencia positiva en la componente vertical (inflación).

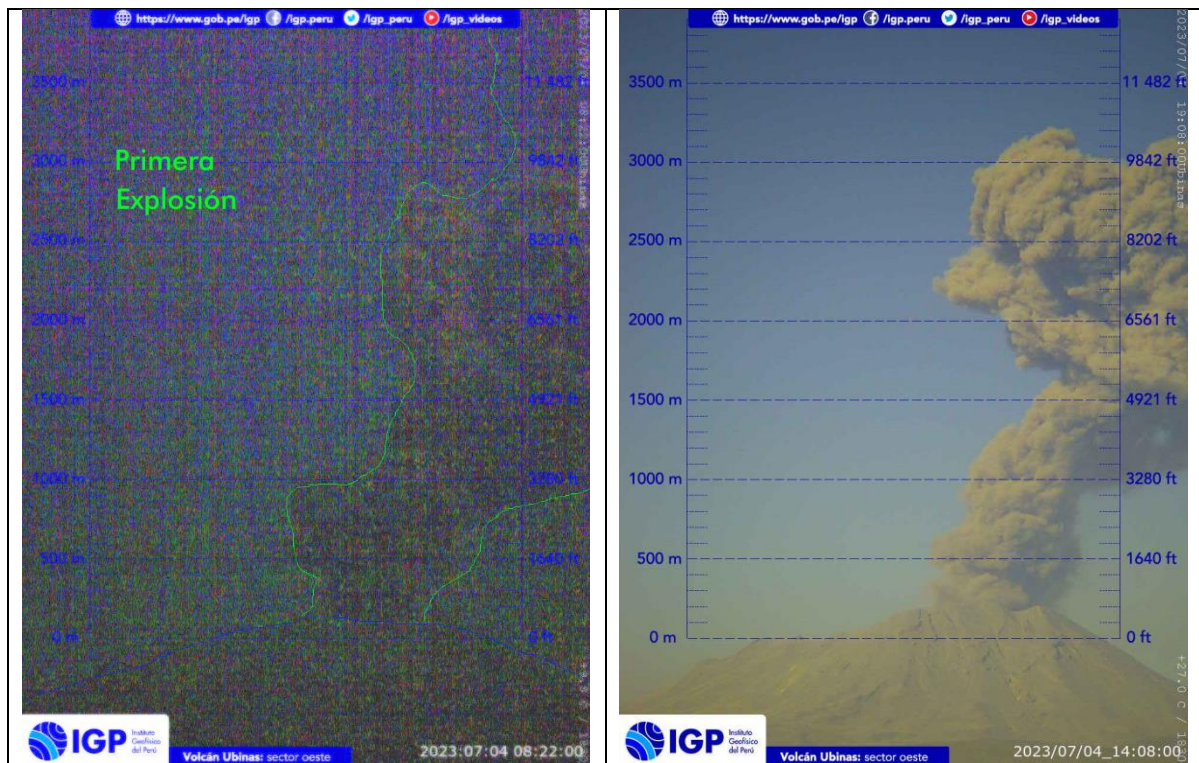


Figura 6.- Fase explosiva iniciada desde las 03:16 am del 4 de julio de 2024.

4.2. Morfología actual del cráter del volcán Ubinas

En la actualidad, las imágenes satelitales evidencian que no han ocurrido cambios significativos en el cráter ni caldera del volcán Ubinas. Luego del proceso eruptivo del año 2019 (Figura 7a), se puede observar mayor contenido de ceniza en el fondo del cráter del volcán Ubinas (Figuras 7b, 7c, y 7d). El espesor de este nuevo material fue calculado en aproximadamente 100 m a partir de levantamiento fotogramétrico (Vargas et al., 2022).

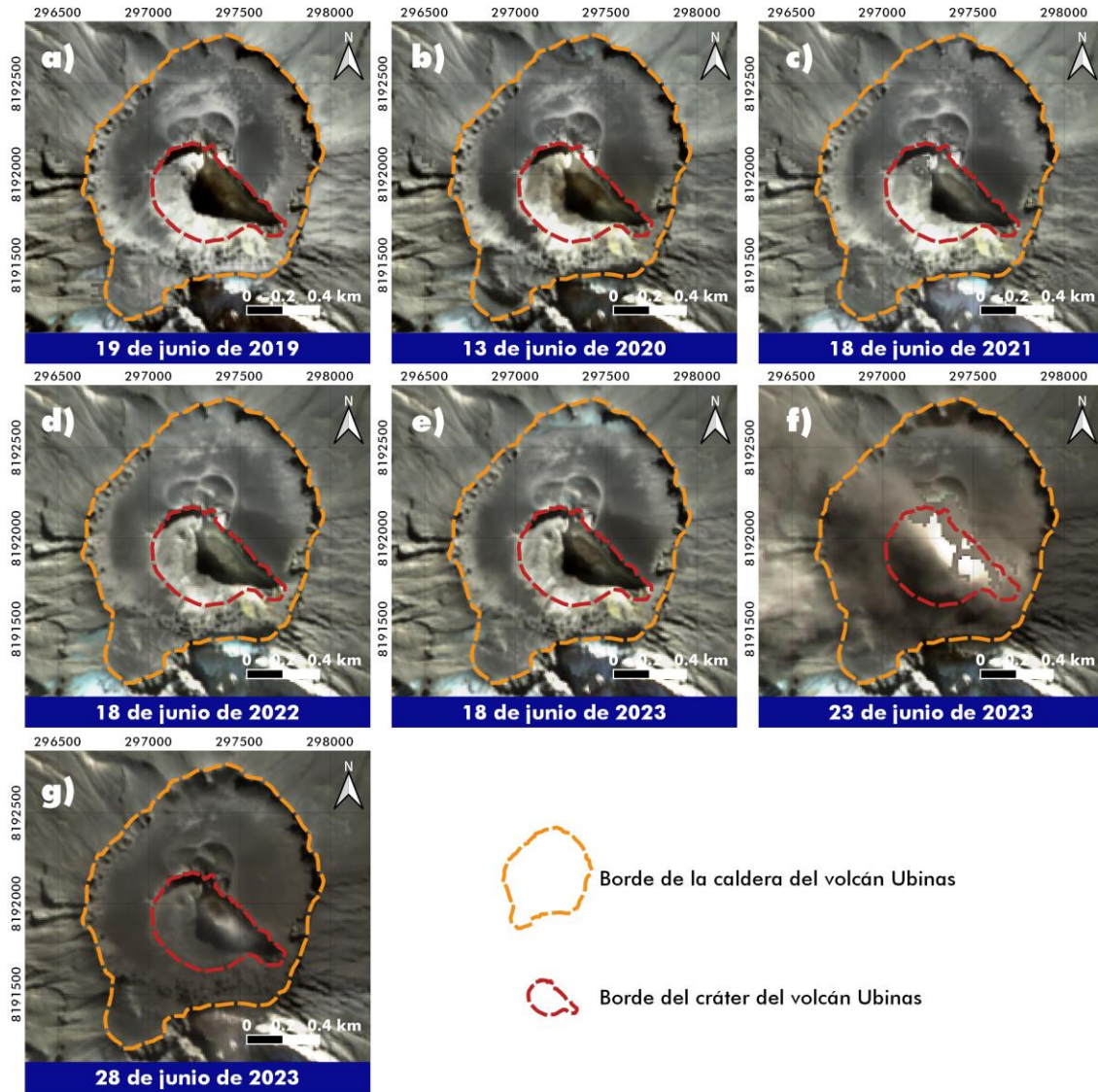


Figura 7.- Morfología del cráter y caldera del volcán Ubinas de los años: a) 2019, b) 2020, c) 2021, d) 2022, e), f) y g) 2023.

El 18 de junio de 2023, previo a las emisiones de ceniza en el volcán Ubinas (Figura 7e), el cráter y caldera mantenían su morfología habitual. Las emisiones contantes de ceniza iniciaron en la madrugada del 22 de junio de 2023, lo cual es evidenciado en la imagen del 23 de junio (Figura 7f), donde se puede apreciar la emisión de ceniza volcánica hacia el sector noroeste. En la imagen del 28 de junio de 2023 (Figura 7g) se observa una coloración más oscura de la caldera del volcán, debido a la caída constante de ceniza volcánica. En general, con los datos recabados no se observan cambios significativos de la morfología de la caldera del volcán Ubinas.

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y ESCENARIOS ERUPTIVOS

5.1. Peligro potencial de colapso del flanco sur

El volcán Ubinas presenta en su flanco sur una morfología característica producto de colapsos (caldera de avalancha en forma de herradura), debido a que este flanco se ha derrumbado al menos dos veces durante su historia evolutiva, siendo la más reciente la ocurrida hace 3600 años (Thouret et al., 2005).

Vargas et al. (2022), ha construido 9 escenarios críticos, desde un tiempo en donde el bloque inestable está en reposo, hasta el momento en que llega, valle abajo, a inmediaciones de la localidad de Ubinas (Figura 8). De acuerdo a estos escenarios, el alcance de esta avalancha superaría los 8 km del volcán. Las localidades de Querapi (con población reasentada), Ubinas, Tonohaya y San Miguel serían las más afectadas en caso de presentarse este escenario. En consecuencia, es necesario prever una zona elevada ubicada a más de 12 km al sureste del cráter donde se pueda evacuar a la población. El refugio de Sirahuaya, actualmente habilitado, podría ser considerado como una opción.

El escenario de colapso del flanco sur del volcán Ubinas puede presentarse considerando los siguientes detonadores:

- Si el volcán Ubinas desarrolla un proceso eruptivo con Índice de Explosividad Volcánica (IEV) mayor a 3.
- A la ocurrencia de un sismo de considerable magnitud con epicentro en la región sur.
- Al crecimiento de un domo de lava al interior del volcán.

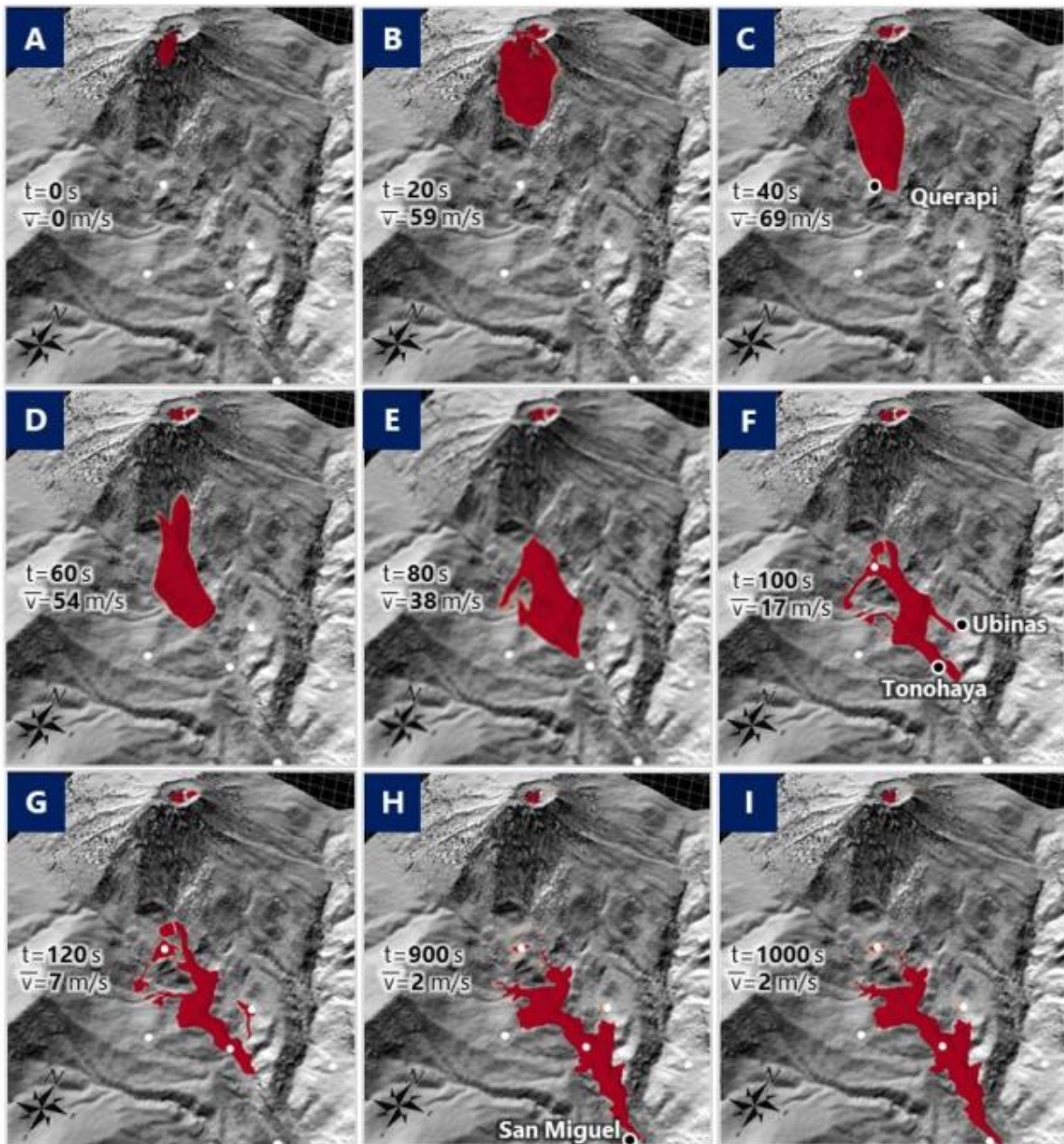


Figura 8.- Resultados de los modelamientos realizados por Vargas et al. (2022) y escenarios críticos construidos para la avalancha a producirse en el flanco sur del volcán Ubinas. La imagen muestra 9 estadios de tiempo y velocidades.

5.2. Peligro por descenso de Lahares

Los lahares o flujos de lodo son mezclas de partículas volcánicas de tamaños diversos movilizados por agua a velocidades de 20 a 60 km/h por valles y quebradas que drenan de los volcanes. Se generan en periodos de erupción o de tranquilidad volcánica (Tilling, 1989) y en este caso, debido a la ocurrencia de fuertes lluvias, fusión de hielo o nieve, ríos o lagunas cratéricas.

En la zona del volcán Ubinas, los lahares se presentan de forma recurrente, sobre todo, durante el verano (diciembre a marzo) donde se registran precipitaciones pluviales.

Rivera et al. (2021) ha elaborado el mapa de escenarios críticos por descenso de lahares empleando volúmenes de flujos de 0.3 Mm^3 , 5 Mm^3 y 10 Mm^3 , de acuerdo a los sugerido por Rivera et al. (2011). Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 9.

- **Escenario 1** (sobre las quebradas, áreas de color rojo). En este escenario se considera la generación de lahares o flujos de barro con volúmenes de 0.3 Mm^3 que discurren por las quebradas que drenan del volcán, entre ellas Volcanmayo, Tambillo, río Para y otras, siendo su probabilidad de ocurrencia alta, sobre todo en periodos de lluvia. Si estos lahares se producen, podrían afectar un tramo de la carretera Arequipa-Ubinas-Huarina, terrenos de cultivos, canales de agua, etc.
- **Escenario 2** (sobre las quebradas, áreas de color naranja). Considera la ocurrencia de lahares con volúmenes de 5 Mm^3 que discurren por las quebradas y valles al pie del volcán hasta distancias de 16 km desde el cráter del volcán. Si estos lahares se producen, podrían afectar tramos de la carretera Arequipa-Ubinas-Huarina, terrenos de cultivos, canales de agua, poblado de Tonohaya, puentes peatonales, etc.
- **Escenario 3** (sobre las quebradas, áreas de color amarillo). Considera la ocurrencia de lahares con volúmenes mayores a 10 Mm^3 que discurren por las quebradas y valles hasta alcanzar distancias mayores de 20 km desde el volcán. Si estos lahares se producen afectarían varios tramos de la carretera Arequipa-Ubinas-Huarina, terrenos de cultivos, poblados de Tonohaya, San Miguel y Huatagua, puentes peatonales, canales de agua, etc. La posibilidad de ocurrencia de lahares de alto volumen es baja a muy baja

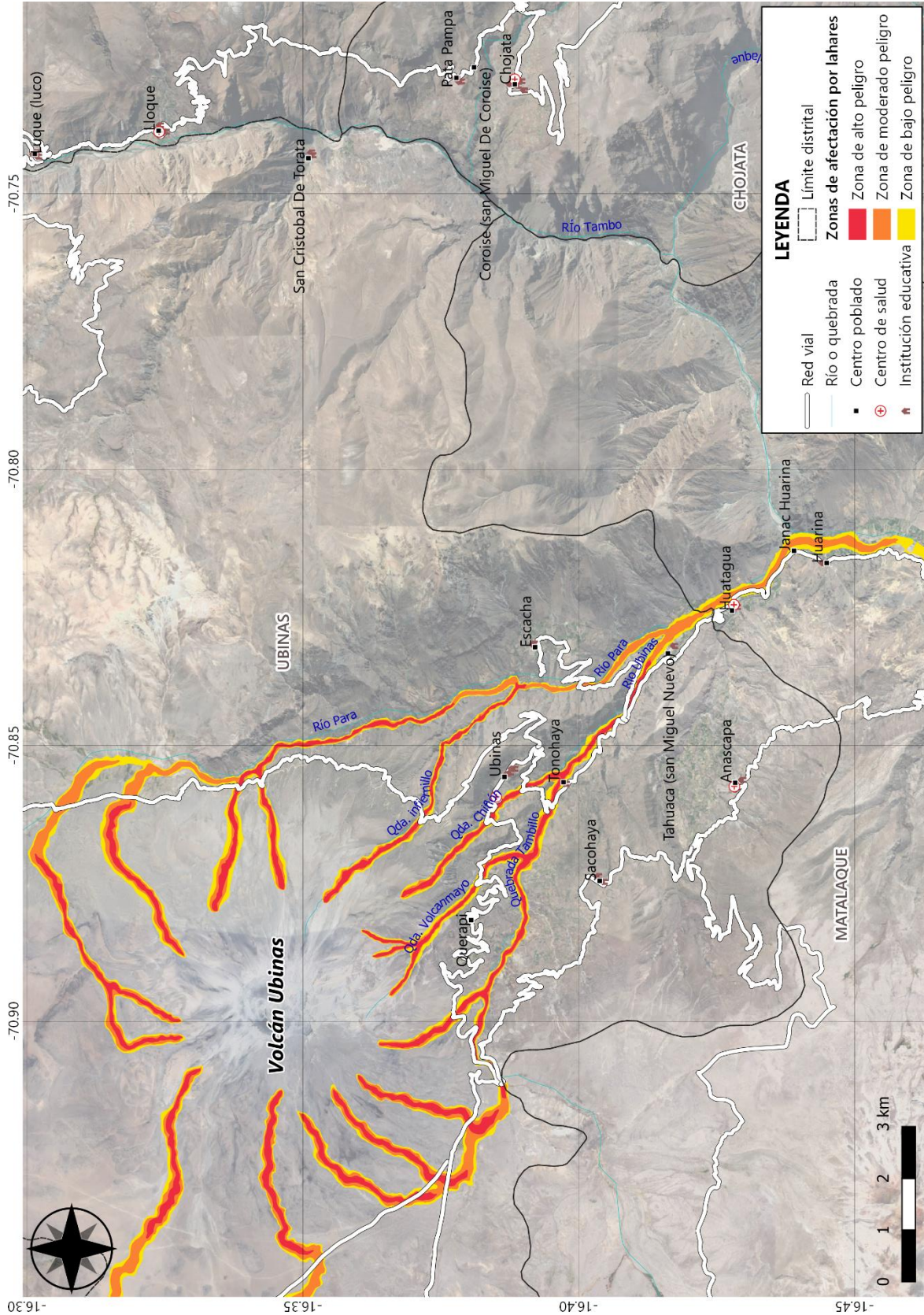


Figura 9.- Mapa de zonificación de escenarios críticos por descenso de lahares en el volcán Ubinas (Tomado de Rivera et al, 2021).

5.3. Peligro por Flujos Piroclásticos (FP)

Los FP son masas de gases y rocas extremadamente calientes (200 a 800 °C) que descienden a alta velocidad por las laderas del volcán, generalmente siguiendo el curso de las quebradas y valles.

Durante un evento explosivo moderado a alto (erupción vulcaniana), la posibilidad de ocurrencia de flujos piroclásticos en el volcán Ubinas es moderada; la zona de mayor riesgo, que podría ser afectada por estos flujos, comprende un radio de 6 km alrededor del cráter. Se considera dentro de esta categoría de amenaza, las quebradas Sacohaya, Volcanmayo, Chillón, Infiernillo, la cabecera del valle de Ubinas y del valle de Para (Rivera et al., 2011).

5.4. Peligro por caída de ceniza

Son fragmentos de roca, cristales y vidrio (menores a 2 mm de diámetro) o magma pulverizado que son eyectados hacia la atmosfera durante las erupciones explosivas del Ubinas. Son dispersadas por el viento a varias decenas de kilómetros. Pueden causar problemas a la salud de las personas, contaminar reservorios de agua, canales de regadío, cultivos y pastizales.

La actividad explosiva del volcán Ubinas del 19 de julio de 2019, evidencio que una erupción con $IEV \geq 2$ puede afectar a poblaciones ubicadas a más de 250 km de distancia del cráter. Por tal motivo, la afectación por ceniza es el peligro volcánico de mayor recurrencia en cada proceso eruptivo del Ubinas (Figura 10).

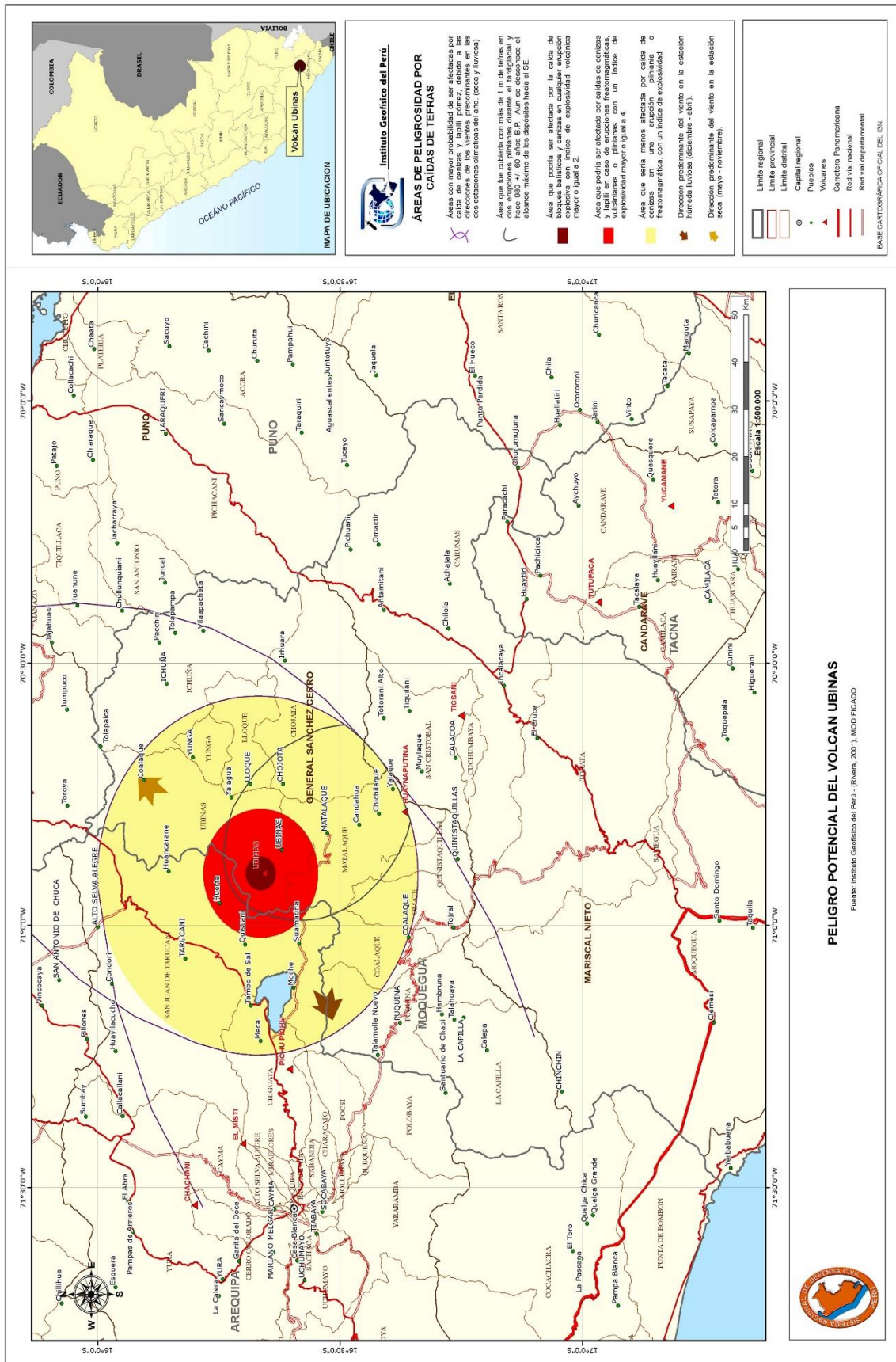


Figura 10.- Mapa de zonificación de peligros volcánicos por caídas de tefras del volcán Ubinas (Tomado de Rivera, 1998).

5.5. Escenarios eruptivos

La actual erupción del volcán Ubinas plantea dos posibles escenarios para los próximos días y semanas:

Primer escenario: actividad explosiva moderada

La actividad explosiva puede continuar con un nivel leve a moderado. Actualmente, el volcán Ubinas viene generando explosiones que consecuentemente emiten ceniza y gases que alcanzan hasta 5 km de altura sobre la cima del Ubinas y afectan áreas próximas al volcán, típico de una actividad vulcaniana. Eventualmente se puede generar la expulsión de bloques balísticos que caen en áreas próximas al volcán.

Segundo escenario: ligero incremento de la actividad

Mayor incremento de la actividad explosiva, por la sobrepresurización del sistema magmático, con la consecuente generación de erupciones explosivas que alcancen alturas mayores a 5 km sobre la cima de volcán y que emitan mayor cantidad de ceniza que afecten localidades ubicadas en un radio superior a 20 km.

CONCLUSIONES

La Red Geofísica del volcán Ubinas, implementada por el IGP y administrada por el CENVUL, permite la emisión oportuna de avisos sobre procesos de reactivación y/o erupción volcánica, así como, el probable desarrollo de peligros asociados. Información que contribuye en la gestión de riesgo de desastres y que es entregada a las instituciones que conforman el SINGERD. Tal como se ha realizado en el actual proceso eruptivo, brindado un pronóstico de erupción con hasta 30 días de anticipación.

De acuerdo a los datos analizados de dicha red, el actual proceso eruptivo está caracterizado por el registro de señales sísmicas de tipo VT, asociadas a la fractura de rocas, señales LP, relacionadas con el aporte y ascenso de magma hacia la superficie, detecciones satelitales de anomalías térmicas que indicarían la proximidad de un cuerpo de magma a la superficie del cráter y emisiones de cenizas y gases observadas desde el 22 de junio que alcanzaron alturas menores a 2 km desde la cima del volcán y dispersada en las direcciones norte, oeste, noroeste, suroeste, sur, este y noreste, en dirección de los distritos de San Juan de Tarucani en Arequipa y Ubinas, Coalaque, Lloque y Yunga.

El peligro por caída de ceniza es el producto volcánico que con mayor frecuencia afecta y afectara a los pobladores y medios de vida de los distritos adyacentes al volcán Ubinas, ubicados a más de 10 km de distancia del cráter. Otros peligros como colapso del flanco sur y por flujos piroclásticos se presentarían si la erupción alcanzara un IEV > 3, principalmente.

Se plantean dos posibles escenarios eruptivos para los siguientes días o semanas:

- (1) Que dicha actividad continúe con el nivel actual, es decir, con explosiones y emisiones leves a moderadas de ceniza que afecten a localidades

ubicadas próximas al volcán;

- (2) Mayor incremento de la actividad explosiva, con la consecuente generación de erupciones explosivas que alcancen alturas mayores a 5 km sobre la cima de volcán y que emitan mayor cantidad de ceniza que afecten localidades ubicadas en un radio superior a 20 km.

RECOMENDACIONES

- Mantener el nivel de alerta volcánica en color naranja.
- Implementar a la máxima brevedad posible los planes de contingencia previamente establecidos.
- No acercarse al volcán en un radio de 4 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/>).

REFERENCIAS

Del Carpio, J., & Rivera, M. (2019). *Aportes del monitoreo geofísico en el manejo de crisis del volcán Ubinas, actividad eruptiva 2019*. Lima.

Del Carpio, J., Rivera, M., Vargas, K., Lazarte, I., & Concha, J. (2020). *Evaluación geofísica del volcán Ubinas (octubre, 2019 – julio, 2020)*. Informe técnico n° 002-2020/IGP, Instituto Geofísico del Perú, Lima. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4830>

Rivera, M., Del Carpio, J., Tavera, H., Cruz, J., Vargas, K., Torres, J., & Concha, J. (2021). *Análisis y evaluación de escenarios críticos por descenso de lahares en volcanes peruanos*. Instituto Geofísico del Perú, Lima. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4927>

Rivera, M., Mariño, J., & Thouret, J. (2011). *Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas*. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, INGEMMET.

Thouret, J., Rivera, M., Wörner, G., Gerbe, M., Finizola, A., Fornari, M., & Gonzales, K. (2005). Ubinas: the evolution of the historically most active volcano in southern Perú. *Bulletin of Volcanology*, 67, 557-589.

Tilling, R. (1989). Volcanic hazards and their mitigation: progress and problems. *Reviews of Geophysics*, 27(2), 237-269.

Vargas, K., Cruz, J., Villegas, J., Rivera, M., & Tavera, H. (2022). *Morfología del cráter del volcán Ubinas y peligro potencial de colapso en su flanco sur – Región Moquegua*. Instituto Geofísico del Perú, Lima. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/5080>

