

# Difusión y sensibilización del INGEMMET para un mejor entendimiento de los peligros del volcán Misti

Marilyn Bautista<sup>1</sup>, David Valdivia<sup>1</sup> y Verónica Tito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Observatorio Vulcanológico del INGEMMET-OVI

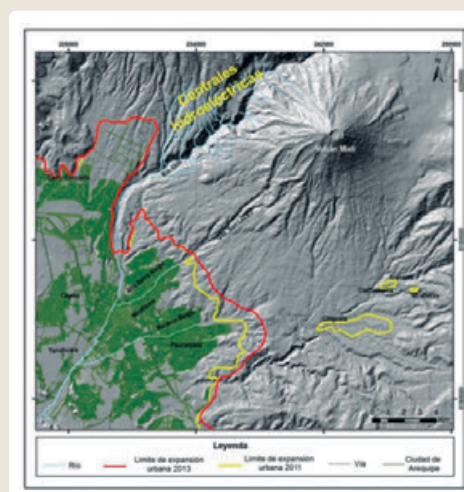
**Palabras clave:** Población, volcán Misti, Sensibilización, Erupción, Mapa de peligros, Caída de ceniza, Lahar

## INTRODUCCIÓN

El Misti es uno de los 10 volcanes activos del Perú. Limita por el sureste con el extinto estratovolcán Pichu Pichu y por el noroeste con el complejo volcánico Chachani, su cima alcanza una altura de 5822 msnm. Durante los últimos 2 mil años, el Misti ha presentado por lo menos cuatro erupciones. La última erupción se registró a mediados del Siglo XV, las cenizas emitidas en esta erupción poseen espesores de hasta 6 cm en el área de Arequipa (Chávez 1992). La mayoría de la población no se encuentra concientizada con respecto de los peligros que conlleva tenerlo a pocos kilómetros de distancia, en caso inicie un nuevo proceso eruptivo.

Desconocimiento y necesidad. Se tiene la errónea creencia que uno de sus principales peligros asociados a la actividad volcánica son los flujos de lava, sin embargo, el volcán se caracteriza por emitir caídas de ceniza, el peligro que más afectaría a la salud de las personas y animales, los recursos hídricos, la agricultura, la ganadería, la minería y el comercio, generando la contaminación en cada uno de estos, todo ello en relación al tiempo de exposición y proximidad al centro eruptivo. Cada vez se nota un mayor incremento de construcción de casas hacia el volcán y las razones son diversas ya sea por desconocimiento al habitar en zonas de alto peligro volcánico hasta la necesidad de tener un lugar donde podervivir (Fig. 1 y 2).

El Ingemmet se encarga de realizar el estudio de la geología, monitoreo y evaluación de peligros volcánicos, otorgando a la población y autoridades el mapa de peligros del volcán Misti con el propósito de contribuir con una adecuada gestión del territorio. Por esta premisa, nace la pregunta ¿Cómo evitar que continúe creciendo el catastro sin previa planificación e incrementar el conocimiento geo-científico con la ayuda de los mapas de peligros volcánicos proporcionados por el Ingemmet?



► Fig. 1 Mapa de límites de expansión urbana hacia el volcán Misti. Como se puede apreciar el crecimiento poblacional sigue manteniendo la tendencia de crecer hacia el volcán Misti, especialmente en la zona del distrito de Cayma, así como también en los distritos de Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata y Chiguata (Tomado de Macedo & Vela 2014).



► Fig. 2 Fotografía que muestra el crecimiento poblacional cada vez más cerca al volcán Misti en la parte alta del distrito de Paucarpata. Foto tomada en el 2021.

Es por ello que el rol que cumplen los difusores del conocimiento científico es fundamental para brindar herramientas edu-comunicativas de manera permanente a las autoridades, líderes y comunidades mediante estrategias de reducción del riesgo volcánico, las cuáles tomen en cuenta la cosmovisión de la población, con el fin de mejorar la comunicación y visibilizar los riesgos a los que está expuesta la población de manera conjunta con las autoridades, para una oportuna toma de decisiones y evitar grandes desastres.



► Fig. 3 Charlas de sensibilización realizadas en Paucarpata en 2022 como parte del proyecto “Preparados Ante Volcanes y Sismos”.

### El Misti; uno de los volcanes más riesgosos del mundo

El Misti es uno de los volcanes con mayor puntuación en el ranking de riesgo volcánico de Latinoamérica (Freitas et al. 2021), entre los factores más influyentes destaca la cantidad de personas que viven cerca de él. Su cumbre está localizado a 18 km del centro histórico de Arequipa. Siendo esta ciudad la segunda más poblada en el Perú, con 1 millón 316 mil habitantes (INEI 2017), de igual manera, en sus alrededores se asientan importantes infraestructuras y proyectos de inversión, que se verían seriamente afectados en caso este volcán entrase en erupción.

Mapa de peligros del volcán Misti. Los mapas de peligro volcánico son documentos cartográficos que muestran el grado de peligrosidad volcánica de las áreas adyacentes a un determinado volcán. El mapa de

peligros está basado en el estudio de erupciones pasadas, estratigrafía y evolución geológica del volcán (Mariño et al. 2016). Es una herramienta que permite el ordenamiento territorial y el desarrollo de mejores planes de prevención y reducción del riesgo de desastre. En el año 2010, en el marco del ordenamiento territorial y planificación de desarrollo, se emitió la ordenanza municipal Nro. 658-MPA, oficializando al mapa de peligros del volcán Misti (Ingemmet 2021).

### Principales peligros volcánicos en Arequipa

Uno de los principales peligros reconocidos, además de la ceniza y pómez son los lahares (flujos de detritos), flujos piroclásticos, flujos de lava y avalanchas de escombros (Mariño et al. 2016).

Según los escenarios eruptivos definidos para el volcán Misti, las erupciones pueden ser subplinianas (moderadas a grandes) y vulcanianas (pequeñas). La recurrencia del primer tipo de erupciones es de 2 mil años y en caso de las vulcanianas existe la posibilidad que se produzcan cada 500 años (Ingemmet 2020). Lo que resulta preocupante ya que la última gran erupción se presentó hace 2050 años y la de menor escala se reportó entre los años 1440 y 1470. Por lo tanto, actualmente el volcán Misti podría presentar cualquiera de estos dos escenarios.

Ceniza volcánica: Corresponde al magma pulverizado que es expulsado hacia la atmósfera formando una columna eruptiva alta, posteriormente los fragmentos caen sobre la superficie cubriendo las áreas en la dirección de los vientos predominantes. (Ingemmet 2021). En el mapa de peligros por caída de ceniza del volcán Misti se consideran tres zonas: alto peligro (rojo) con un radio de afectación de 15 km desde el centro emisor, zona de moderado peligro (naranja) entre 15 a 30 km y zona de bajo peligro (amarillo) de >30 km (Mariño et al. 2016).

La ceniza volcánica afectaría la salud de las personas y animales. Contaminaría las principales reservas de agua al no contar con una adecuada protección de este servicio elemental, como el caso de Aguada Blanca, lo que agravaría los problemas de salud en miles de familias arequipeñas. Otro punto a considerar es establecer un lugar dónde realizar la evacuación de más de 1 millón de personas.

Por ejemplo, el volcán Sabancaya localizado en la provincia de Caylloma de la región Arequipa, actualmente se encuentra en proceso eruptivo desde el año 2016, está asentada en un diámetro de 30 kilómetros de distancia del cráter. Pese a estar en el rango de magnitud pequeña (vulcaniana) lejana al cráter a comparación del Misti, se hacen visibles sus efectos a causa de la caída de ceniza. Se pudo identificar periodos donde la actividad eruptiva se correlaciona con el mayor número de casos de enfermedades de IRAS (infecciones respiratorias agudas), EDAS (enfermedades diarreicas agudas), conjuntivitis y dermatitis en diciembre del 2016, en los años 2017 y 2019 (Japura et al. 2022). Este escenario podría repetirse en la Ciudad Blanca, en caso de una erupción de pequeña magnitud del volcán Misti.

Por otro lado, dependiendo de la cantidad de ceniza, genera problemas en la infraestructura como en los reservorios de agua, canales de riego, centrales hidroeléctricas, generando a su vez, corte de suministro de energía eléctrica a la población. (Valdivia et al. 2020).

Lahares (huaycos): es la mezcla del agua con material volcánico, son los eventos más recurrentes que se dan en los volcanes del sur del Perú, son un peligro debido a su recurrencia, pudiendo ser primarios (ligados a una erupción volcánica), o secundarios (ligados a lluvias intensas en áreas volcánicas). Los lahares ocasionan, muerte por enterramiento o ahogo, obstrucción de drenajes generando aguas estancadas que ocasionan la proliferación de insectos y roedores, también pueden arrasar zonas de cultivo e impactar a infraestructuras (puentes, muros, viviendas cerca de los cauces de las quebradas).

### **Arequipa en el 2013**

En la ciudad de Arequipa, el 8 de febrero de 2013, aproximadamente a las 16:00 horas, ocurrió una lluvia inusual de 124.5 mm, generando lahares (flujos de lodo) en las quebradas San Lázaro, Av. Venezuela y Los Incas, que dieron lugar a desbordes e inundaciones. Estos eventos causaron la muerte de 6 personas y se reportaron severas afectaciones: 50 km de vías soterradas, el sistema de agua potable y desagüe impactados, la destrucción de 280 viviendas y daños en otras 10 mil, además, dañó centros comerciales, (Ettinger et al., 2015).

Dentro de los factores que amplificaron los efectos de los lahares fue la falta de limpieza de los cursos naturales (quebradas/torrenteras), falta de mantenimiento de los sistemas de drenaje y alcantarillado, y ocupación urbana de los espacios naturales (Cacya et al. 2013).

### **Trabajos de difusión realizados por Ingemmet en la ciudad de Arequipa - 2022**

Las partes altas donde se ubican los seis distritos de: Chiguata, Paucarpata, Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar y Cayma son los más expuestos a la actividad volcánica por su proximidad, ya que se han identificado viviendas asentadas a menos de 10 kilómetros de distancia al cráter, por lo que es necesario incrementar una adecuada cultura de prevención ante los peligros volcánicos.

Gracias a la alianza estratégica entre Ingemmet con el proyecto "Preparados Ante Volcanes y Sismos" que ejecutaron la Agencia Adventista para el Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA) y el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) con financiamiento de USAID, sirvió para trabajar de forma conjunta diferentes actividades de sensibilización a la población sobre peligros volcánicos, entre las cuales destacan: ferias de sensibilización con el nombre de Riesgo Landia dirigidas a todos los miembros de familia, charlas virtuales para estudiantes, docentes y padres de familia, encuentros de estudiantes de secundaria y capacitaciones para maestros pertenecientes a la Brigada de Educación Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastres de las Instituciones Educativas, con el lema: "Mi Cole y yo Preparados ante Volcanes y Sismos"; también se colaboró con la redacción del contenido sobre peligros Volcánicos en la: Guía del Maestro Brigadista, que será distribuida a 500 docentes de la región Arequipa (Fig. 3).

**Reuniones multisectoriales:** Para mejorar las relaciones interinstitucionales se visitó a la nueva jefa del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) de Arequipa Arq. Barbara Cuadros Quihue (Figura 4). Para lo cual se llevó material de difusión y explicó sobre los peligros geológicos existentes en la región, que son estudiados y monitoreados por investigadores del Observatorio Vulcanológico del Ingemmet (OVI). Además, se invitó a su equipo técnico,

para que conozca las instalaciones del Ingemmet, por lo que se realizó una visita guiada para profundizar la función del "panel view", en qué consiste el monitoreo multidisciplinario y la función del mapa de peligros volcánico geológico.



► Fig.4 Ingemmet informa sobre los peligros geológicos existentes en la región Arequipa a la nueva jefa del COER.

Por otro lado, se instaló la plataforma de visualización de monitoreo volcánico en tiempo real "panel view" en los distritos de Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata; así como en el COER- Arequipa y en la Municipalidad Provincial de Arequipa. En estos paneles se puede observar lo que sucede en el volcán las 24 horas del día. Esta actividad se pudo ejecutar gracias a la implementación de las salas de gestión de riesgo en cada municipalidad como parte del proyecto "Preparados Ante Volcanes y Sismos" (Fig. 5).



► Fig.5 Ingemmet pone a disposición plataforma de monitoreo volcánico en tiempo real para el COER Arequipa y distritos más próximos al volcán Misti.

El fin de estas reuniones multisectoriales es dar a conocer las labores que realiza el Ingemmet como servicio geológico del país, así como informar que el OVI es un centro de investigación y monitoreo de los volcanes activos del sur del Perú.

Ferias de sensibilización y visitas guiadas: El equipo de educación y difusión del OVI participó de 16 ferias de sensibilización los domingos en los distritos de Chiguata, Paucarpata, Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar, Cayma y cercado de Arequipa entre los meses de febrero a agosto. Estos eventos de sensibilización se realizaron en parques, estadios, locales sociales y en la misma Plaza de Armas de Arequipa. Se tuvo la participación de cerca de 3500 personas.

Asimismo, se realizaron 27 visitas guiadas al observatorio por parte del COER – Arequipa, Comités comunitarios de emergencias de los diferentes distritos de Arequipa, Colegio de Periodistas, estudiantes de Geografía de la universidad de San Marcos, estudiantes de geofísica de la UNSA, a los miembros del grupo Recuperando Valores Perú y a los miembros de Red Universitaria Ambiental.

**Otras actividades de difusión:**

- Ceremonia por aniversario del OVI, 18 de abril
- Taller "Sistemas de Gestión de Riesgo de Desastre en zonas volcánicas – Arequipa"
- Seminario "Nina y el Origen del Sillar"
- Ciclo de Conferencias "Geopatrimonio en zonas volcánicas, para promover el Geoturismo y la sensibilización ante peligros volcánicos"
- Salida de campo realizada a la Ruta del Sillar a las autoridades participantes por le mes de la vulcanología.
- Salida de campo realizada a la Ruta del Sillar a los miembros de los 31 comités comunitarios de emergencia.
- Charla de sensibilización con títeres a la E.I.E. Horacio Zeballos Gómez.
- Charla de sensibilización a la institución educativa Leónidas Bernedo Málaga en Yarabamba.

También se realizó un video animado titulado, "Nina y el origen del Sillar" el cual busca educar y sensibilizar a la población frente a los peligros volcánicos. El corto fue

realizado por los especialistas del OVI, en cooperación con la Universidad Clermont Auvergne (UCA) de Francia. Se estrenó en conmemoración del Mes de la Vulcanología (abril) en la región Arequipa.



► Fig. 6 El corto "Nina y origen del sillar" tuvo gran acogida por los diferentes medios de comunicación de Arequipa.

Otra destacada actividad es la realización del IX Foro Internacional de Peligros Volcánicos-FIPVO: "Volcanes y Sociedad: Riesgo y Prevención", tendrá lugar el 2, 3 y 4 de noviembre el cual será en dos modalidades virtual y presencial después del período de contingencia por la pandemia de COVID-19.

Dicha actividad goza de gran expectativa ya que desde el 2005 al 2018 se desarrollaron 8 ediciones. Y este año se va exponer los últimos estudios y avances de mapas de peligros, monitoreo volcánico, impacto y gestión de las erupciones volcánicas, experiencias de educación y difusión, geopatrimonio en áreas volcánicas y resiliencia ante los peligros. Además, congrega a la sociedad vulcanológica en la región de Arequipa.

## CONCLUSIONES

Como se ha podido identificar la población de Arequipa continúa creciendo más cerca al volcán Misti. El hacer hincapié sobre los peligros volcánicos que podrían afectar la ciudad no busca fomentar miedo, sino, sensibilizar a la población, así como a autoridades y a organizaciones arequipeñas a tomar acciones de prevención y mitigación de desastres para afrontar de la mejor manera eventos que van a ocurrir por la misma naturaleza de los volcanes activos. Por lo cual las actividades de difusión que realiza el INGEMMET son primordiales para tener una mejor comunicación y entendimiento de los temas técnicos y convertirlos en un lenguaje más sencillo que sea comprensible para la población.

## RECOMENDACIONES

Generar un plan de comunicación integral, realizado por especialistas en difusión de las entidades técnico científicas y autoridades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), con el fin de generar acciones de mayor impacto que ayuden aminorar los riesgos ante una eventual erupción del volcán Misti de manera conjunta e interinstitucional, considerando los temas de: planificación territorial, protección de las principales reservas de agua y concientización sobre los peligros volcánicos.

Utilizar el mapa de peligros del volcán Misti para elaborar planes de contingencia, establecer zonas de refugio y rutas de evacuación en Arequipa, así como respetar los límites territoriales para la construcción de viviendas en zonas de alto peligro volcánico. El mapa de peligros del volcán Misti debe constituir un primordial instrumento de planificación territorial en la ciudad de Arequipa.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal del Observatorio Vulcanológico del Ingemmet por su labor incansable de investigación y monitoreo volcánico; de manera especial al área de Difusión geocientífica y comunicación con comunidades; y a las instituciones: ADRA PERÚ, PREDES Y USAID que generaron nuevas propuestas comunicativas respecto a la Gestión del Riesgo de Desastres en la ciudad de Arequipa.

## REFERENCIAS

- ▶ Alfaro, G. (2010). La comunicación de la información geocientífica como estrategia para la planificación del territorio. XV Congreso Peruano de Geología. Lima, pp. 89-97.
- ▶ Chávez, J. (1992). La erupción del Volcán Misti. Pasado Presente y Futuro. Imprenta Zenit
- ▶ Ettinger, S., Mounaud, L., Magill C., Françoise, A., Lafourcade, Y., Thouret, J., Manville, Negulescu, Zuccaro, G., Luque, J., Arguedas, A., Macedo, L., Manrique, N. (2016). Building vulnerability to hydro-geomorphic hazards: Estimating damage probability from qualitative vulnerability assessment using logistic regression. Journal of Hydrology. Volume 541, Part A, Pp 563-581. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.04.017>
- ▶ Freitas, L., Nieto, A., Bonadonna, C. & Frischknecht, C. (2021). A New Inclusive Volcanic Risk Ranking, Part 2: Application to Latin America. Frontiers in Earth Science. Sec. Geohazards and Georisks. Pp. 24. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.757742>
- ▶ INEI, (2021). Arequipa alberga a 1 millón 316 mil habitantes. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/arequipa-alberga-a-1-millon-316-mil-habitantes-9903>
- ▶ Ingemmet. (2020). Evaluación de peligros geológicos en el distrito de Paucarpata. INGEMMET. Pp. 22. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2584>
- ▶ Ingemmet. (2021). ¿Estas preparado para una probable erupción del volcán Misti?. INGEMMET. Pp. 18. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3608>
- ▶ Ingemmet Perú (08 de julio del 2022). Impacto de la ceniza volcánica en la salud de la población asentada alrededores del volcán Sabancaya. Facebook GEOMIN. <https://web.facebook.com/INGEMMET/videos/364795472412034>
- ▶ Macedo, L. & Vela, J. (2014). Límites de expansión urbana hacia los volcanes Misti y Chachani, Informe Técnico N° A6658. INGEMMET. Lima pp. 12. [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1741/3/A6658-Limites\\_expansion\\_urbana\\_volcan\\_Misti\\_Chachani-Arequipa.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1741/3/A6658-Limites_expansion_urbana_volcan_Misti_Chachani-Arequipa.pdf)
- ▶ Mariño, J., Rivera, M., Thouret J.C. & Macedo, L. (2014). Geología y mapa de peligros del volcán Misti - Boletín, [Serie C], Lima, pp 81-149
- ▶ Valdivia, D., Japura, S., Paxi, R., Aguilar, R. & Taipe, E. (2020). Evaluación de caída de ceniza del volcán Sabancaya en el Valle del Colca y alrededores. Informe técnico N° 7104. Lima. Pp 23-38. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3027>