

Informe Técnico N° A 6770

EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS CANTERAS

Distrito Alto Selva Alegre
Provincia Arequipa
Región Arequipa



POR:
MARCO RIVERA

**AGOSTO
2017**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Ubicación	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Objetivos	3
2. EL VOLCÁN MISTI Y LA GEOLOGÍA EN EL SECTOR LAS CANTERAS.....	3
3. EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS.....	6
3.1 Peligros volcánicos.....	6
Caídas de ceniza o lapilli de pómez	6
Peligros por lahares o flujos de lodo	8
Flujos piroclásticos.....	10
3.2 Peligros por movimiento en masa u otros	10
Caída de rocas o desprendimiento de bloques.....	11
4. EL PDM AREQUIPA Y EL MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI	12
CONCLUSIONES	14
RECOMENDACIONES	14
REFERENCIAS	16
ANEXO 1: Mapa de peligros del volcán Misti	17
ANEXO 2: Ordenanza Nro. 658-MPA-2015.	18

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es el servicio geológico de nuestro país. Según el Reglamento de Organizaciones y Funciones del INGEMMET (Decreto Supremo Nro. 035-2007-EM, Anexo 1), en el ámbito de competencia y funciones, tiene como misión “*Identificar, estudiar y monitorear los peligros asociados a movimientos en masa, actividad volcánica, aluviones, tsunamis y otros*”. Al interior del INGEMMET, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico es el órgano de línea que realiza investigaciones, programas y proyectos Geoambientales, Geotécnicos, y de Evaluación y Monitoreo de Peligros Geológicos del territorio nacional, brindando asistencia técnica a gobiernos locales y regionales en materia de peligros geológicos, con el objetivo de reducir el riesgo de desastres en nuestro país.

Por otro lado, el INGEMMET a través del Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI), creado por Resolución de Presidencia Nro. 037-2013-INGEMMET/PCD elabora los mapas de peligros volcánicos. El OVI es un centro de estudio y vigilancia permanente de volcanes activos en el sur de Perú, de carácter interdisciplinario, cuyo fin es determinar la naturaleza y probabilidad de ocurrencia de una erupción volcánica. Así mismo realiza la evaluación de los tipos de peligros volcánicos en base a estudios geológicos; proporciona alertas oportunas a la sociedad sobre peligro de actividad volcánica inminente, a fin de reducir el riesgo de desastre en el área de influencia de los volcanes activos o con crisis volcánica. La elaboración del mapa de peligros volcánicos es responsabilidad de profesionales geólogos-vulcanólogos de INGEMMET, con amplia experiencia técnico-científica.

El presente informe fue realizado por los geólogos Rigoberto Aguilar y Jessica Vela en base a una inspección de campo del día 09 de febrero del presente año, y presenta una evaluación de peligros volcánicos del Asentamiento Humano “Las Canteras”, tomando como referencia la información geológica existente y el mapa de peligros del volcán Misti. Este documento fue solicitado por la Subgerencia de Gestión de Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre, mediante Oficio N° 009-2017-SGGRD-GDU/MDASA, pidiendo el esclarecimiento de incongruencias entre el Plan de Desarrollo Metropolitano y el límite urbano indicado en el Mapa de peligros del volcán Misti que muestra un área de expansión urbana hasta el año 2011.

1.1 Ubicación

El Asentamiento Humano “Las Canteras”, está ubicado en la jurisdicción del Distrito Alto Selva Alegre, provincia y Región Arequipa, aproximadamente a 13.8 km al suroeste del cráter del volcán Misti (Fig. 1), sobre los 2560 msnm. Las coordenadas: 230045 E, 8191475 N, tomados de referencia para el área de evaluación.

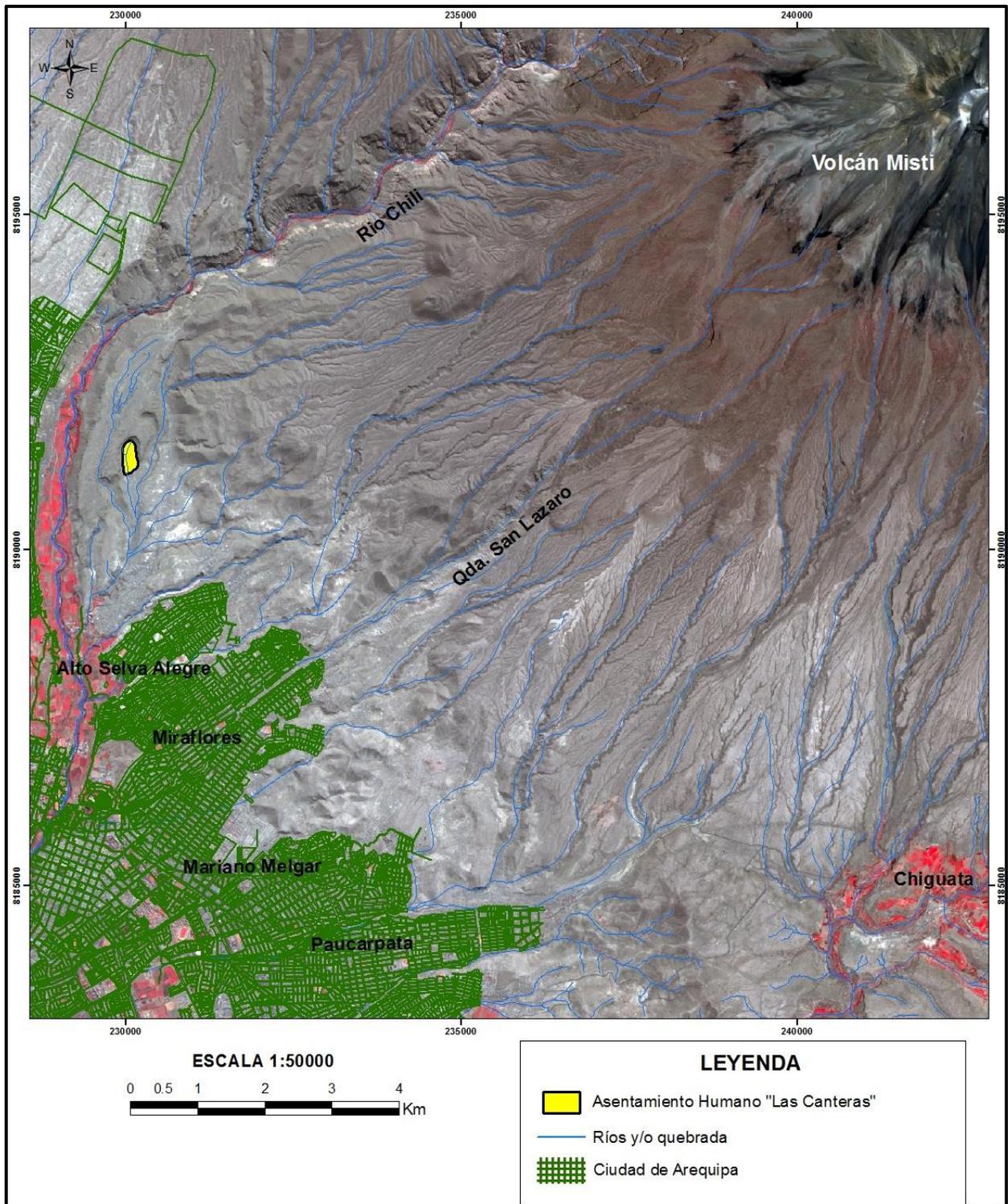


Figura 1. Ubicación del Asentamiento Humano “Las Canteras” respecto al volcán Misti y la ciudad de Arequipa.

1.2 Antecedentes

El mapa de peligros volcánicos del volcán Misti publicado por el INGEMMET en el año 2008 muestra zonas de peligros basados en escenarios eruptivos de hasta un IEV 6 (Índice de Explosividad Volcánica) e incluye zonas de peligro por flujos piroclásticos, caídas piroclásticas y lahares o flujos de barro (Mariño et al., 2008, Anexo 1). Posteriormente, en el año 2016 el INGEMMET publicó el boletín sobre la geología y mapa de peligros del volcán Misti (Mariño et al., 2016), que contienen información geológica y sustento técnico del mapa de peligros. Debemos mencionar que este trabajo fue elaborado con el apoyo de instituciones extranjeras cooperantes, siendo este un documento que sirve para:

- Formulación de planes de contingencia y evacuación frente a una crisis o erupción volcánica del Misti.
- Implementación de políticas de reducción del riesgo volcánico.
- Ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo de la ciudad de Arequipa.
- Implementar acciones de educación y sensibilización de la población frente al riesgo volcánico.

La Municipalidad Provincial de Arequipa, a través de la Ordenanza Municipal N° 658-MPA (Anexo 2), estableció el mapa de peligros del volcán Misti elaborado por el INGEMMET, como “*Documento oficial de Gestión de la Municipalidad Provincial de Arequipa*”, para que dicho mapa “*sea un documento cartográfico de consulta obligada en la implementación del ordenamiento territorial y planificación del desarrollo de la ciudad de Arequipa*”.

1.3 Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los tipos de peligros geológicos, principalmente volcánicos, al cual está sujeto el Asentamiento Humano “Las Canteras”, del Distrito de Alto Selva Alegre (Arequipa), así como establecer en qué zona de peligrosidad se encuentra el mencionado centro poblado, respecto al mapa de peligros del volcán Misti.

2. EL VOLCÁN MISTI Y LA GEOLOGÍA EN EL SECTOR LAS CANTERAS

Los volcanes en el sur del Perú, como el Misti, presentan una historia eruptiva compleja, cuya información acerca de todos los tipos de erupciones presentadas y los fenómenos asociados son registrados a través de las características de sus productos emitidos o depósitos visibles en áreas cercanas a los volcanes.

El volcán Misti ha sido construido a través de muchas erupciones consecutivas que emplazaron flujos de lava, flujos piroclásticos (flujos incandescentes), caídas piroclásticas e intrusiones de domos; los cuales estuvieron alternados con eventos de colapso del edificio volcánico que generaron depósitos de avalanchas y a veces con el emplazamiento de lahares (huaycos con material volcánico). Según Thouret et al. (2001) el Misti se construyó en cuatro

etapas: “Misti 1” (833 000 a 112 000 años), “Misti 2” (120 000 a 40 000 años), “Misti 3” (40 000 a 11 000 años) y “Misti 4” (menos de 11 000 años).

El Asentamiento Humano “Las Canteras” se encuentra asentada al pie de una pequeña depresión que tiene forma de herradura, cuyas paredes están constituidas de lava depositadas sobre depósitos de ignimbritas o flujos de pómez y ceniza. Esta zona se encuentra entre la Quebrada Peral y el cañón del río Chili que discurren paralelamente hacia el sur y cortan diversos depósitos volcánicos generados por erupciones del volcán Misti, el Complejo Volcánico Chachani y erupciones volcánicas más antiguas (Fig. 2).

De acuerdo al mapa geológico a escala 1/25000 elaborado por INGEMMET (Mariño et al., 2016; Fig. 3), el Asentamiento Humano “Las Canteras” está asentada sobre tres unidades litológicas principales, mencionadas en orden cronológico:

- Ignimbritas “Aeropuerto de Arequipa”, constituido por un depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza, masivo de color blanco, con disyunción columnar; cubiertas por otro depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza que constituye una unidad masiva poco consolidada de color rosado (Paquereau et al., 2006).
- Secuencia de flujos de lava andesítica de color gris, masiva, proveniente del complejo volcánico Chachani datada en 883 ka (Thouret et al., 2001).
- Secuencia de depósito de flujo piroclástico de bloques y cenizas, cubierto por caídas piroclásticas que tienen edades entre 33 000 a 2 000 años AP. (e.g. Harpel et al., 2011).



Figura 2. Unidades litológicas y tipos de depósitos visibles en el área de estudio.

Además de estos depósitos, se pueden apreciar secuencias volcano-sedimentarias generadas por la avenida de lahares (huaycos con material volcánico) cuyos depósitos se encuentran cubriendo todas las unidades antes mencionadas, cuyos afloramientos cubren áreas pequeñas rellenando paleo-relieves, no cartografiables a escala del mapa geológico. Estos depósitos evidencian varios eventos de huaycos que afectaron las zonas en distintos periodos de tiempo.

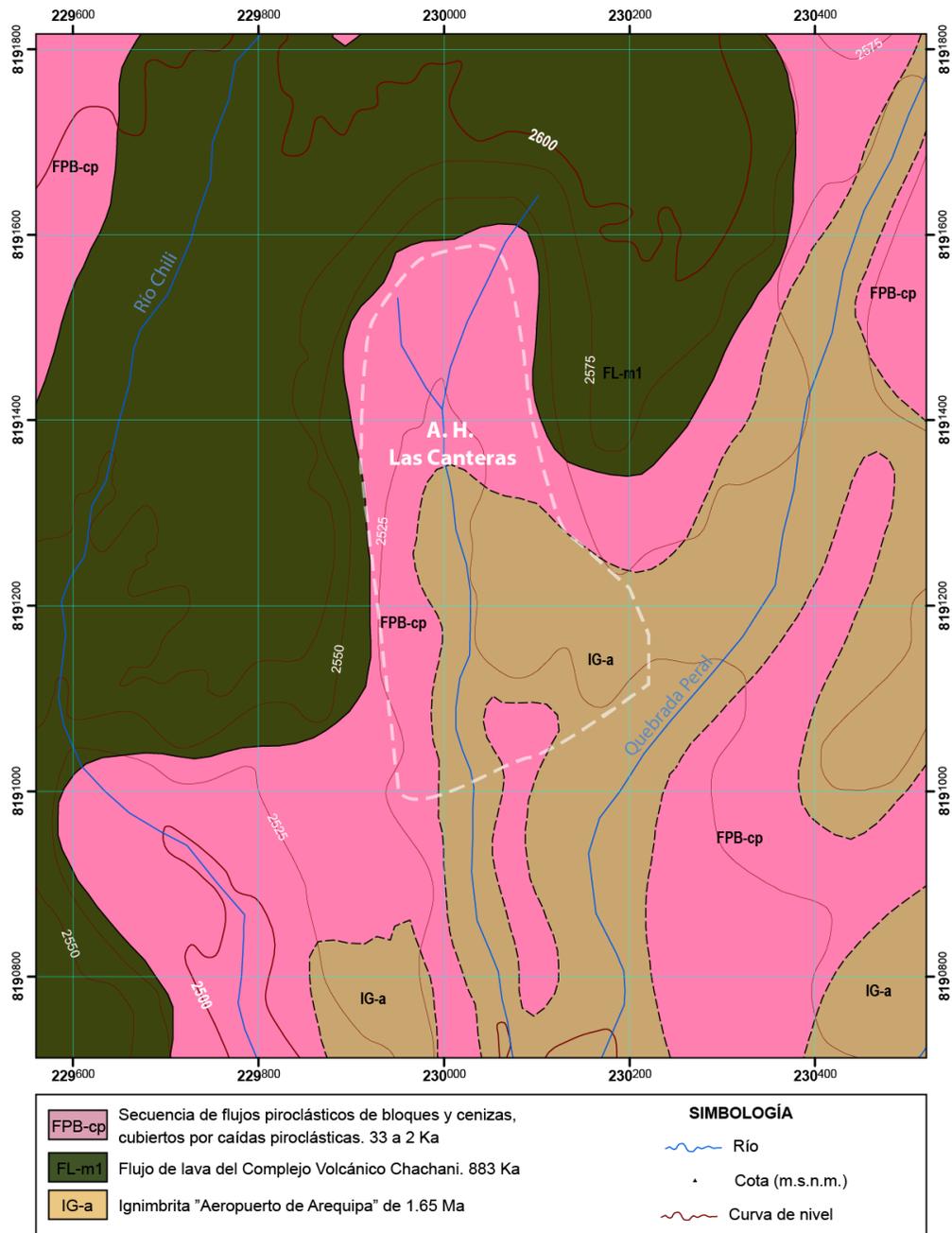


Figura 3. Mapa geológico del área de estudio mostrando los depósitos volcánicos emitidos por los volcanes (flujos de lava) Chachani y Misti (caídas de cenizas).

3. EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS

En base a resultados de estudios geológicos y al modelamiento de procesos volcánicos, el INGEMMET elaboró el mapa de peligros del volcán Misti (Figura 4), el cual tiene como objetivo mostrar a las autoridades, dirigentes y población en general las zonas de alto (rojo), moderado (naranja) y bajo (amarillo) peligros volcánicos al que están expuestos los habitantes de la ciudad de Arequipa. Representa un documento oficial que ayudará a las autoridades en el manejo de crisis volcánicas, así como establecer políticas de ordenamiento territorial y para la planificación del desarrollo en zonas de expansión urbana.

Según este mapa de peligros volcánicos el Asentamiento Humano “Las Canteras” se encuentra en la zona de moderado peligro (*Figura 1*), el cual, en caso de una erupción del volcán Misti, este puede ser severamente afectado por caída de ceniza, caída de pómez, lahares o huaycos; en menor medida por flujos piroclásticos (flujos incandescentes) y avalanchas de escombros. En caso que el Misti presente erupciones explosivas violentas de gran magnitud ($IEV \geq 4$) estos últimos pueden alcanzar el Asentamiento Humano “Las Canteras”. Además se debe mencionar que la zona está expuesta a algunos peligros de movimientos en masa como será descrito más adelante.

3.1 Peligros volcánicos

El Asentamiento Humano “Las Canteras” se localiza a 13.8 km al suroeste del volcán Misti, asentada sobre depósitos de caída de lapilli de pómez, flujos de lava y flujos piroclásticos de pómez y ceniza generadas durante erupciones explosivas pasadas que presento el complejo volcánico Chachani; así como por depósitos de caída piroclástica de erupciones del volcán Misti ocurridas hace varios miles de años atrás.

En el caso que ocurriese una erupción explosiva del volcán Misti, el Asentamiento Humano “Las Canteras” y sus alrededores se verían afectados principalmente por los siguientes procesos:

Caídas de ceniza o lapilli de pómez

Se generan cuando los fragmentos de roca son expulsados por un volcán hacia la atmósfera de manera violenta, formando una pluma de gases y ceniza de varios kilómetros de altura que posteriormente, al cao de minutos u horas caen sobre la superficie terrestre por gravedad. Según los estudios geológicos efectuados sobre el Misti por Thouret et al. (2001) y otros, en caso de una reactivación del volcán Misti, el evento más probable a generarse sería una erupción explosiva leve con Índice de Explosividad Volcánica (IEV) 1-2; como la que presentó el Misti en el siglo XV (1440-1470 d.C.) o una actividad similar al volcán Ubinas (Moquegua) ocurrida entre los años 2006-2009; 2013-2017, caracterizada por la emisión de ceniza que afectarían el distrito de Alto Selva Alegre, y por ende el Asentamiento Humano Las Canteras.

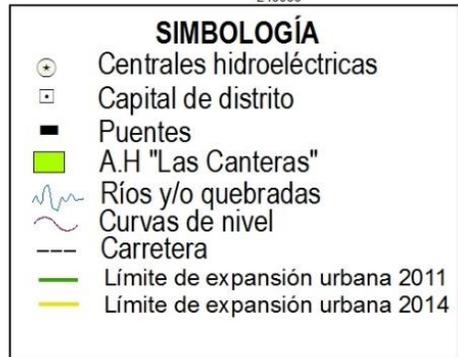
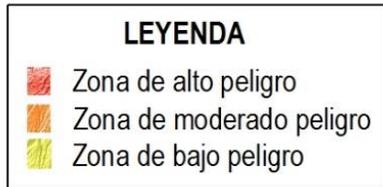
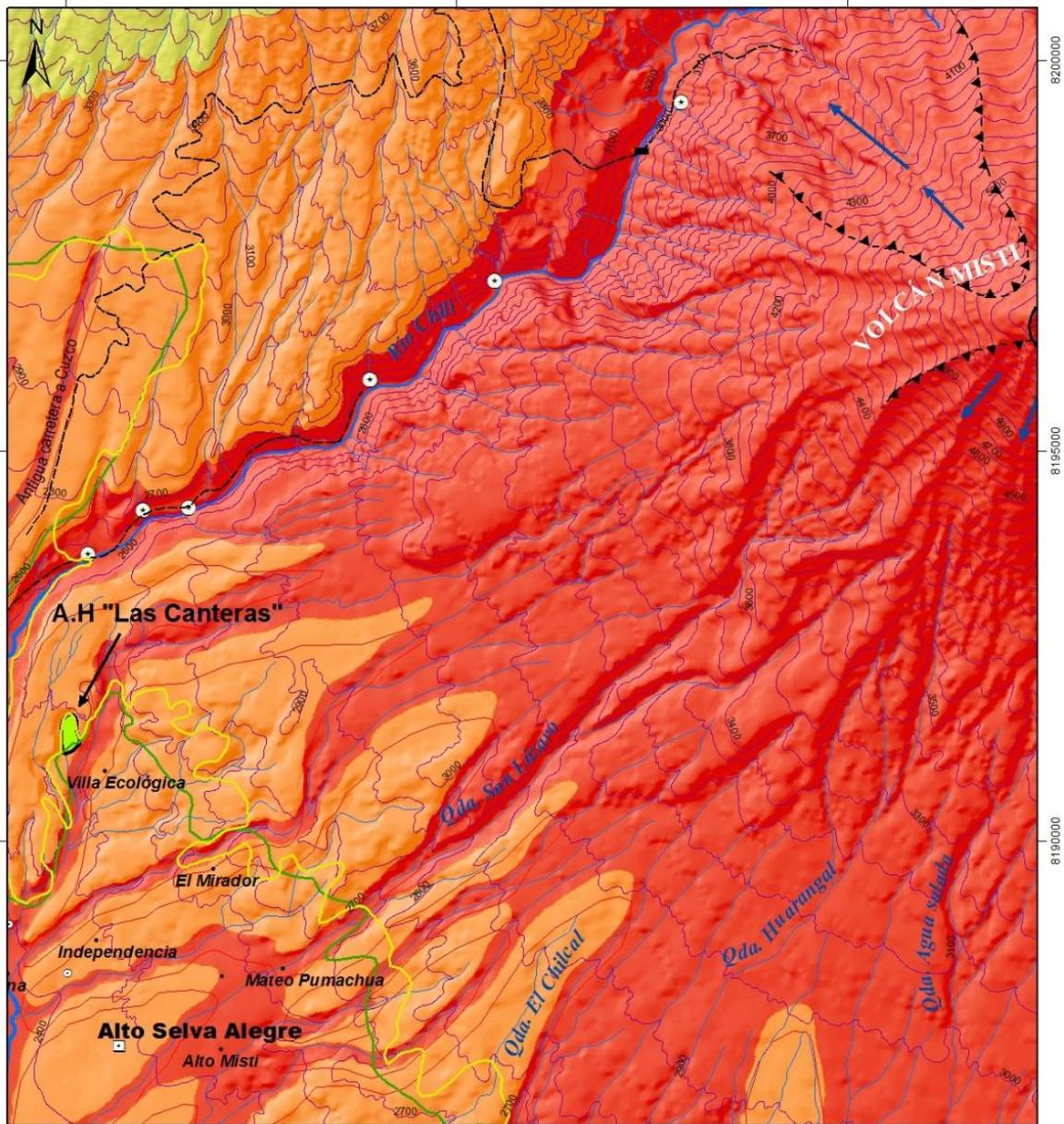


Figura 4. Mapa de peligros del volcán Misti, donde se muestra la ubicación del asentamiento humano “Las Canteras”.

Parte del Asentamiento Humano “Las Canteras” se ha construido sobre depósitos de caída de lapilli de pómez de más de 1 m de espesor, emitidos por el volcán Misti, visible en la parte más superficial del terreno (Fig. 5), lo cual evidencia la ocurrencia de dicho fenómeno en este sector. Por otro lado, es necesario resaltar que, ante la ocurrencia de caída de ceniza o lapilli de pómez, esta zona se vería seriamente afectada, debido a que el asentamiento humano se encuentra en una zona de depresión, rodeada de frentes de roca muy empinados, que impedirían una buena ventilación que limpie fácilmente las cenizas que causan varios problemas de salud cuando el tiempo de exposición a ellas es prolongado.



Figura 5. Potentes secuencias de caída de lapilli de pómez.

Peligros por lahares o flujos de lodo

En los alrededores del Asentamiento Humano “Las Canteras” se han observado depósitos de lahares antiguos adosados en las paredes de las ignimbritas y en los frentes de flujos de lavas. En la margen derecha del asentamiento, se encuentra una quebrada sin nombre, que tiene un cauce de aproximadamente 10 m de ancho, en la cual se distingue sedimentos constituidos de bloques de rocas, cascajo y arena fina (Fig. 6). Los bloques poseen litología heterogénea y son principalmente de tipo volcánico que fueron incorporados durante el transporte de los lahares o huaycos. También se puede ver material de relleno o desmonte acumulado en el cauce y las riberas de la quebrada (Fig. 7). En casi todo su recorrido este material está disponible para ser acarreado por los flujos de agua en caso de fuertes precipitaciones pluviales. Estos procesos naturales pueden generarse ante la ocurrencia de lluvias intensas durante erupciones, e incluso en periodos no eruptivos, pudiendo generar voluminosos lahares o flujos de detritos. Los lahares podrían descender

preferentemente por las quebradas o torrenteras que drenan por el flanco sur del volcán Misti, como San Lázaro, Huarangal, Pastores, Agua Salada, Honda, entre otras. Es necesario mencionar, que algunas viviendas se encuentran localizadas dentro de las quebradas, y serían afectadas en caso de avenidas de flujos de lodo o lahares, principalmente en tiempo de lluvias.



Figura 6. Margen derecha del Asentamiento Humano las Canteras. Quebrada sin nombre. Se observa bloques de rocas, cascajo y arena fina, además de depósitos de desmonte y basura en sus riberas.



Figura 7. Margen derecha del Asentamiento Humano “Las Canteras”. Quebrada si nombre, el cauce ha sido relleno por material de desmonte y basura.

Flujos piroclásticos

Son masas secas y muy calientes, constituidos por una mezcla de cenizas, piedra pómez, gases y fragmentos de roca que fluyen rápidamente por los flancos de los volcanes calcinando todo lo que encuentran a su paso. El Asentamiento Humano “Las Canteras” podría ser afectado por este tipo de peligro, solo en caso de erupciones explosivas de moderada a gran magnitud que presente el Misti, como una erupción subpliniana o pliniana con un IEV mayor o igual 3. Un ejemplo es la erupción pliniana del volcán Misti ocurrida hace 2000 años antes del presente que tuvo un IEV igual a 4 (Harpel et al., 2011). Cabe mencionar que el 60% de los productos emitidos por esta erupción corresponden a flujos piroclásticos que descendieron por el flanco sur del Misti y se canalizaron en las quebradas San Lázaro, Huarangal y Agua Salada. La probabilidad de ocurrencia de fenómenos de este tipo es baja, y se mide en miles de años, aproximadamente un evento cada 2000 a 4000 años.

3.2 Peligros por movimiento en masa u otros

En inmediaciones del Asentamiento Humano “Las Canteras” se distinguen flujos de detritos (huaycos), derrumbes, y otros procesos asociados. En cuanto a la reactivación de estos tipos de procesos en la zona evaluada, se debe mencionar que por lo observado en el terreno y por la geomorfología presentada, es muy probable que se produzcan eventos de este tipo. El Asentamiento Humano “Las Canteras” se encuentra asentada en una depresión y es rodeada de escarpas de roca, con cortes que tienen una altura aproximada de 50 m y con pendiente entre 60° y 70°. Los buzamientos de las diaclasas o fracturas en estas rocas son favorables a

la inestabilidad. Por tal motivo, hay desprendimientos de bloques que miden hasta 1.2 m (Fig. 8).

Caída de rocas o desprendimiento de bloques.

Es un tipo de movimiento en masa que viene ocurriendo constantemente en esta zona, la cual puede afectar a sus habitantes. Esto ocurre debido a la presencia de rocas fracturadas, fuerte pendiente del macizo rocoso, la gravedad, etc. Además, podría ocurrir volcamiento de bloques ya que las rocas presentan discontinuidades y se encuentran densamente diaclasadas.

Por otro lado, muchas viviendas del Asentamiento Humanos “Las Canteras” se hallan construidas en zonas de ladera y sobre un suelo poco consolidado, las cuales pueden verse seriamente afectadas durante la ocurrencia de sismos de moderada a gran intensidad, que son comunes en la región Arequipa (Fig. 9).

Otro tipo de peligro hidrometeorológico al que está sometido la zona, son las inundaciones. Este fenómeno podría ocurrir en temporada de lluvias fuertes o excepcionales. El agua podría ser represada en la parte alta o en la cima del talud y luego podría ser liberada bruscamente, afectando a las viviendas y a los pobladores.



Figura 8. Derrumbes o desprendimientos de bloques de rocas en el Asentamiento Humano “Las Canteras”.

También se debe mencionar que se han distinguido procesos de erosión de laderas de tipo surcos, que se producen de manera recurrente debido a las intensas precipitaciones pluviales.



Figura 9. Viviendas en el Asentamiento Humano “Las Canteras” asentadas al pie de laderas empinadas.

4. EL PDM AREQUIPA Y EL MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI

El Plan de Desarrollo Metropolitano aprobado con Resolución Municipal Provincial Municipal N° 961-2016 del 03 de febrero del 2016; en el Anexo 2: “Prevención y Reducción de Riesgos en el Desarrollo Urbano; PDM de Arequipa) 2013-2023”, considera la identificación, evaluación y localización de los peligros de origen natural o generados por la actividad humana, y dentro de éstos, considera los peligros volcánicos en base a información publicada por INGEMMET. En cumplimiento de la Ordenanza Municipal N° 658 (15/11/2010), donde se aprueba el mapa de peligros del volcán Misti elaborado por el INGEMMET (2008) como documento oficial de gestión de desastres para esa ciudad. El PDM de Arequipa *“recoge íntegramente los postulados de este estudio, manteniendo su zonificación y niveles de peligro, clasificados en alto, moderado y bajo según distintos escenarios posibles”*. En consecuencia, el mapa de peligros del volcán Misti es utilizado como documento cartográfico de consulta obligada en la implementación del ordenamiento territorial y planificación de desarrollo de la ciudad.

En el Oficio N°009-2017-SGGRD-GDU/MDASA enviado por la Sub Gerencia de Gestión de Riesgo de Desastres de la Municipalidad Alto Selva Alegre, menciona la existencia de incongruencias entre el PDM y el límite urbano de Arequipa 2011 trazado en el mapa de peligros del volcán Misti. Respecto a estas observaciones se menciona lo siguiente:

- El mapa de peligros del volcán Misti publicado por INGEMMET el 2008, el cual es referido por el PDM de Arequipa, no ha tenido ninguna modificación con respecto a las zonas delimitadas como de Alto, Mediano y Bajo peligro. Así, este mapa se encuentra completamente vigente hasta la fecha.
- Como ente técnico-científico, el INGEMMET no tiene atribución administrativa ni política para determinar o establecer zonas de la expansión urbana, sin embargo, brinda información técnica de las zonas que pueden presentar la ocurrencia de un determinado tipo peligro geológico, así como indicar el grado de peligro al cual está sujeto una determinada zona.
- El trazo marcado en el mapa de peligro como “límite urbano de Arequipa 2011” al cual hace referencia el mencionado oficio (y la supuesta incongruencia), indica el área de crecimiento urbano hasta el cual se encontraban asentadas las viviendas en el año 2011. Desde luego, con el crecimiento desordenado y no planificado de la ciudad, este límite ha ido variando con el pasar de los años, debido a que cada vez más personas van estableciéndose en las zonas periféricas de la ciudad. En tal sentido, dicho límite no indica que sean zonas aptas para el asentamiento de las personas, es simplemente una línea de referencia área de crecimiento urbano en un determinado año.

CONCLUSIONES

- a) El Asentamiento Humano “Las Canteras” pertenece a la jurisdicción del Distrito Alto Selva Alegre, y está localizado a menos de 14 km del volcán Misti, siendo uno de los asentamientos humanos más próximos al cráter de dicho volcán.
- b) Las construcciones del Asentamiento Humano “Las Canteras” están asentadas sobre depósitos volcánicos provenientes del Complejo Volcánico Chachani (principalmente flujos de lava) y del volcán Misti. Depósitos de caída de pómez y cenizas pertenecientes al Misti evidencian erupciones explosivas violentas de dicho volcán registrados en distintos tiempos. Una de las últimas corresponde a una erupción explosiva violenta ocurrida hace 2050 años AP. y la más reciente corresponde a la erupción registrada entre 1440-1470 d.C. (Thouret et al., 2001). El gran número de depósitos de lahares distinguidos en la zona de estudio, nos indica que estos fenómenos son muy recurrentes; el volumen del material y el tamaño de los bloques son el registro de la movilización de grandes volúmenes de flujos de lodo que tuvieron mucha energía.
- c) De acuerdo al mapa de peligros volcánicos del Misti elaborado por el INGEMMET, el Asentamiento Humano “Las Canteras” se encuentra asentada en una zona de MODERADO PELIGRO VOLCÁNICO (color naranja). Por su cercanía al cráter del volcán, en una erupción del Misti, esta zona puede ser severamente afectada por caídas de ceniza y pómez, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de barro (lahares) y avalanchas de escombros.
- d) El Asentamiento Humano Las Canteras se encuentra en zona color naranja (moderado peligro) en base al mapa de peligros del volcán Misti. Sin embargo, se encuentra fuera de los límites de expansión urbana permitidos en la Ordenanza Municipal N.º 658-MPA (Anexo 3), contraviniendo los alcances del Plan Metropolitano de Arequipa.
- e) La línea de “límite urbano de Arequipa 2011” trazada en el mapa de peligros del volcán Misti representa solo el límite de crecimiento urbano de la ciudad de Arequipa registrada hasta el año 2011. En ningún caso representa el límite de crecimiento o expansión urbana.

RECOMENDACIONES

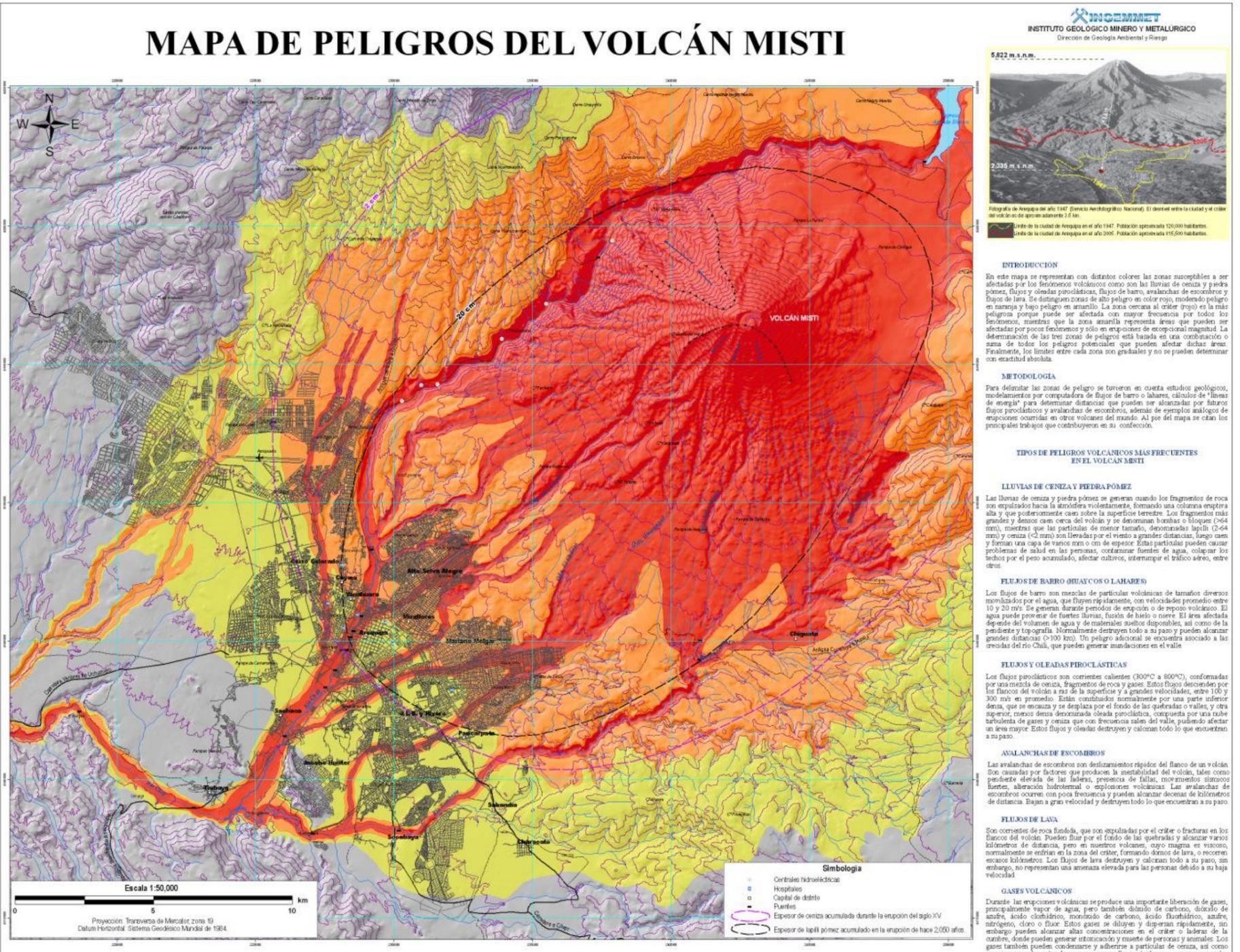
En base a la evaluación de campo y la información del mapa de peligros volcánicos elaborado por INGEMMET, y las conclusiones expuestas, se recomienda lo siguiente:

- a) Hacer respetar las Ordenanzas Municipales que prohíben la expansión urbana hacia zonas de alto y moderado peligro volcánico, señaladas en color rojo y naranja, respectivamente en el mapa de peligros del volcán Misti;
- b) Las autoridades e instituciones competentes, deberían evitar la consolidación de asentamientos humanos en las zonas de peligro como el Asentamiento Humano “Las Canteras” (distrito Alto Selva Alegre);

- c) Las autoridades e instituciones competentes deben implementar o gestionar la reubicación de viviendas que se han construido parcialmente en el sector Las Canteras;
- d) La Municipalidad Distrital Alto Selva Alegre debe implementar el proyecto de difusión del mapa de peligros del volcán Misti, el cual debe ejecutarse a la brevedad posible, para que la población conozca las zonas de peligro volcánico que deberían tratar de ocupar;
- e) Los alcaldes distritales deberán implementar en su jurisdicción, lo dispuesto en la Ordenanza Municipal N.º 658-MPA (Anexo 3), que establece que el mapa de peligros del volcán Misti “sea un documento cartográfico de consulta obligada en la implementación del ordenamiento territorial y planificación del desarrollo en la ciudad de Arequipa”;
- f) La población debe mantenerse informada sobre la actividad del volcán Misti, en base a la información proporcionada por el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI).

REFERENCIAS

- Harpel, C., de Silva S. L., Salas, G. (2011). The 2 ka eruption of Misti Volcano, southern Peru - the most recent plinian eruption of Arequipa's iconic volcano. *Geological Society of America, Special Papers*, vol. 484, p. 1-72.
- Mariño, J., Rivera, M., Cacya, L., Thouret, J.-C., Macedo, L., Salas, G., Siebe, C., Tilling, R., Sheridan, M., Chavez, J.A. and Zuñiga, S. (2008). Mapa de peligros del volcán Misti: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú; Mapas a escalas variadas.
- Mariño, J.; Rivera, M.; Jean-Claude Thouret & Macedo, L. (2016). Geología y mapa de peligros del volcán Misti, INGEMMET. *Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 60, 170 p., 2 mapas.
- Paquereau-Lebti, P., Thouret, J.C., Wörner, G., Fornari, M. (2006). Neogene and Quaternary ignimbrites in the area of Arequipa, Southern Peru: Stratigraphical and petrological correlations. *Journal of Volcanology and Geotherm Research*, 154, 251–275. DOI 10.1016/j.jvolgeores.2006.02.014
- Thouret, J.-C., Finizola, A., Fornari, M., Suni, J., Legeley-Padovani, A., Frechen, M., (2001). Geology of El Misti volcano nearby the city of Arequipa, Peru. *Geological Society of America Bulletin* 113 (12): 1593–1610.



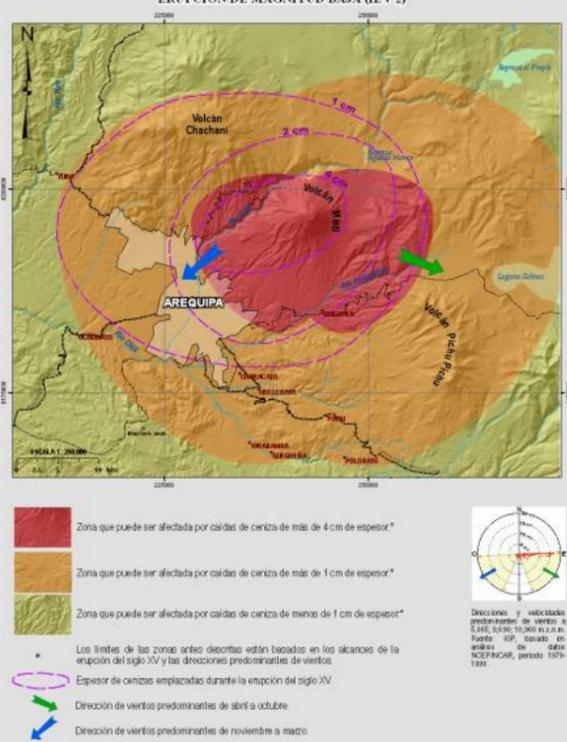
Zona de alto peligro: Puede ser severamente afectada por lluvias de ceniza y piedra pómez, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de barro, avalanchas de escorrios y/o flujos de lava generados durante una erupción del Misti, aunque estos últimos no llegarán a la ciudad debido a su cercanía al volcán y sus características geomorfológicas, en la zona de mayor peligro. Cualquier tipo de erupción lo pueden afectar, inclusive las de baja magnitud, como la ocurrida en el Siglo XV que tuvo un IEV 2, y que se estima suceden cada 500 a 1,500 años.

Zona de moderado peligro: Puede ser afectada prácticamente por todos los peligros que alcanzarían la zona anterior a excepción de flujos de lava que por su viscosidad aún no llegarán a esta zona. Esta zona es de menor peligro que la zona de alto peligro, pero puede ser afectada durante erupciones de magnitud alta (IEV 3 a 6), como las erupciones producidas hace 2,000 y 11,000 años. Erupciones de esta magnitud suceden cada 2,000 a 4,000 años.

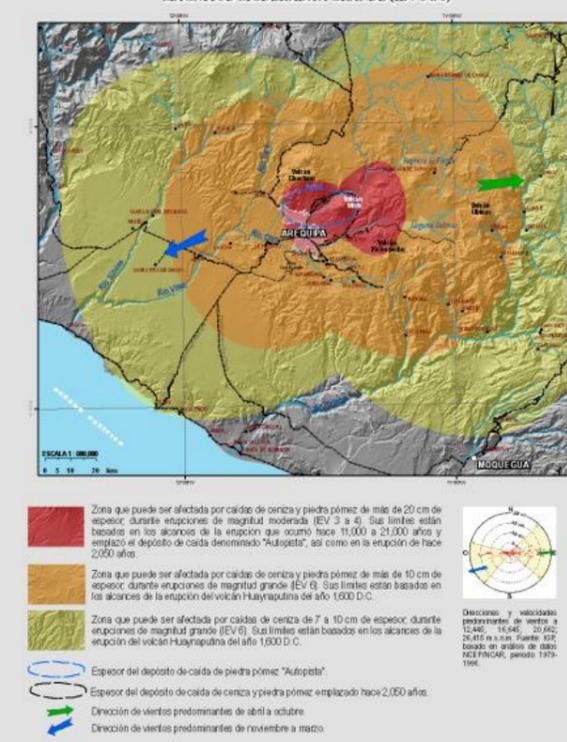
Zona de bajo peligro: Es la zona más alejada del volcán y por tanto la de menor peligro. Puede ser afectada por flujos, oleadas y caídas piroclásticas de menor tamaño, pero sólo en erupciones de magnitud muy alta (IEV igual o mayor de 5), como las ocurridas hace 12,500 y 30,000 años, que implicaron voluminosos flujos piroclásticos (granadas). La frecuencia de este tipo de eventos es baja y se estima que ocurren cada 7,000 a 15,000 años.

Zona que puede colapsar y generar avalanchas de escorrios que descenderán por los flancos del volcán. El colapso puede estar asociado a una erupción volcánica, sismo fuerte o precipitaciones intensas. Si el colapso fuera del flanco noroeste impactaría al río Chichí, cuyo desmoronamiento genera flujos de barro que se desplazarán a lo largo del río. La posibilidad de ocurrencia de este fenómeno es alta. Si el colapso fuera del flanco sur los lavahares afectarían el área de Chiquiza y las aldeas de Fúcarayta y Mariano Mejía. La distancia que alcanzaría es variable y dependerá del volumen del material involucrado.

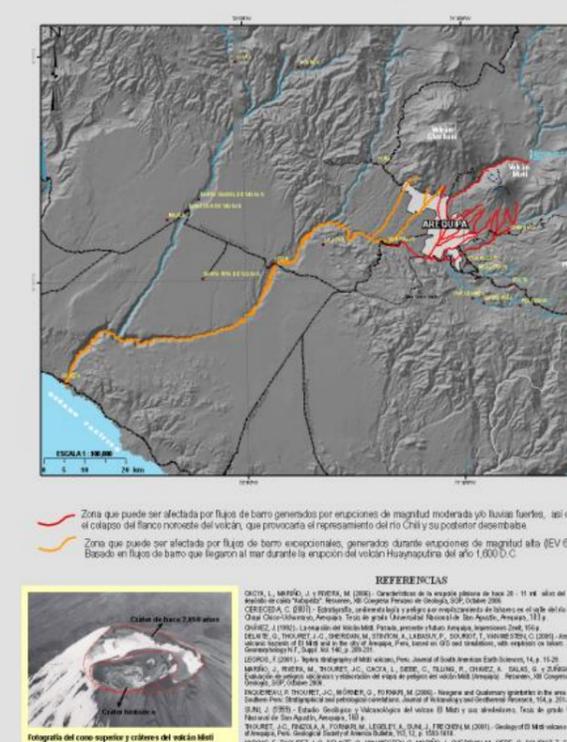
MAPA DE PELIGROS POR CAÍDAS DE CENIZA PARA UNA ERUPCIÓN DE MAGNITUD BAJA (IEV 2)



MAPA DE PELIGROS POR CAÍDAS DE CENIZA PARA UNA ERUPCIÓN DE MAGNITUD MODERADA A GRANDE (IEV 3 a 6)



MAPA DE PELIGROS POR FLUJOS DE BARRO (HUAYCOS O LAHARES)



AUTORES
Jersy Marino¹, Marco Rivera², Lourdes Cayta³, Jean-Claude Thourat⁴, Luisa Macedo⁵, Guido Satas⁶, Claus Siebe⁷, Robert Tilling⁸, Mike Sheridan⁹, Antonio Chávez¹⁰, Sebastian Zuñiga¹¹.

¹Instituto Geológico y Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
²Universidad Blas Pascal, Francia (UEP)
³Instituto de Investigación Para el Desarrollo de Francia (IRD)
⁴Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)
⁵Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
⁶Proyecto Multinacional Andino, Geodencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA)
⁷Departamento de Geología, Universidad de Buffalo, New York, USA
⁸Universidad Católica de Santa María de Arequipa (UCSM)
⁹Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (PNU)

Logos: planetaterra, INGEMMET, IRD, Universidad Blas Pascal, Universidad Nacional Autónoma de México, GEOFISICA, Instituto de Geofísica UNAM, Universidad Católica de Santa María, INDEC, GOBIERNO REGIONAL de Arequipa, Muestreo Ciudad, CERRO VERDE, predes, Sunamhi.

caico
2


ORDENANZA MUNICIPAL
Nº 658

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE AREQUIPA

Arequipa, 2010 Noviembre 15

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA

POR CUANTO:

El Concejo Municipal Provincial de Arequipa en Sesión Ordinaria realizada el 10 de noviembre de 2010;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 191° de la Constitución Política del Perú, los Gobiernos Locales tienen autonomía económica, política y administrativo en los asuntos de su competencia;

Que, de conformidad con lo dispuesto por el inciso 5) del artículo 192° de la Constitución Política del Perú, es competencia de las Municipalidades la planificación del desarrollo urbano y rural de sus circunscripciones, y de ejecutar los planes y programas correspondientes;

Que, debido al crecimiento sin planificación de la ciudad, se han ocupado terrenos expuestos a peligros para fines habitacionales, creando sectores urbanos de Alto Riesgo para la vida y la salud de sus pobladores;

Que, de conformidad con lo dispuesto por el inciso d) del artículo 73° de la Ley 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, la Municipalidad Provincial de Arequipa es competente para emitir las normas técnicas generales, en materia de organización del espacio físico y uso del suelo así como sobre protección y conservación del ambiente;

Que, el numeral 1.1 del inciso 1) del artículo 79° de la Ley 27972 establece que es función específica exclusiva de las Municipalidades Provinciales la aprobación del Plan de Acondicionamiento Territorial de nivel provincial, que identifique las áreas urbanas y de expansión urbana, así como las áreas de protección o de seguridad por riesgos originados por fenómenos naturales peligrosos; las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental, siendo posible determinar los sectores de la ciudad donde los efectos de los fenómenos naturales ocasionaran menores daños, dado que nuestra provincia se encuentra ubicada en la parte baja del Volcán Misti, es necesario considerar el peligro volcánico, dado que durante los últimos 2000 años ha presentado erupciones importantes que han afectado el área donde actualmente se encuentra ubicada la ciudad de Arequipa;

Que, los Mapas de Peligro, constituyen elementos muy importantes para la preparación de programas de prevención y mitigación de desastres, concordante con lo dispuesto en el Decreto Ley 19338 Ley del Sistema Nacional de Defensa Civil, los Decretos Legislativos 442 y 735 D.S. Nº 005-84-SGMD-Reglamento del SINADECI en salvaguarda de la vida humana y patrimonio de la población;

Que, durante los años 2005, 2006 y 2007, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), elaboró estudios geológicos y vulcanológicos en el Volcán Misti, orientados a la elaboración de un nuevo Mapa de Peligros del Volcán Misti. Dicho trabajo fue realizado en cooperación con especialistas de la Universidad Blaise Pascal (FRANCIA), instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD), Universidad Autónoma de México (UNAM), Proyecto Multinacional Andino (PMA-GCA), Universidad de Buffalo (USA), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa y Universidad Católica Santa María de Arequipa, Gobierno Regional de Arequipa, la Dirección Regional INDECI – Sur y la Municipalidad Provincial de Arequipa;

Que, el nuevo Mapa de Peligros del Volcán Misti presentado públicamente en enero del 2008 por el señor Alcalde de la Municipalidad Provincial de Arequipa don Simón Balbuena Marroquín, ha puesto en evidencia zonas de alto riesgo volcánico en la ciudad de Arequipa, las mismas que se encuentran principalmente en áreas aledañas al cauce del río Chili y el río Andamayo, así como de las quebradas San Lázaro, Pastores, Huarangal y otras quebradas que descienden del volcán Misti y pasan por la zona urbana de la ciudad;

Que, la adecuada implementación de la Gestión de Riesgo de Desastres, permitirá salvar vidas humanas de manera que se evite el sufrimiento y dolor;

153
09/33
123

caico

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA
Gerente General Municipal

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA
Gerente General Municipal

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA
Gerente General Municipal

Municipalidad Provincial de Arequipa
Alcalde



ORDENANZA MUNICIPAL N° 658

cont. v. 10

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE AREQUIPA

Arequipa, 2010 Noviembre 15

En ejercicio de las facultades conferidas al Concejo Provincial de Arequipa por la Ley 27972, con el Informe N° 073-2010-MPA/GM/SGDCN/JVA y el Dictamen Legal N° 806-2010-MPA-GAJ y con el voto unánime de los señores Regidores, se aprobó la siguiente:

ORDENANZA:

ARTÍCULO PRIMERO.- Apruébese el **MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI**, elaborado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), y publicado el 2008, como documento oficial de Gestión de la Municipalidad Provincial de Arequipa.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Dispóngase, que el **MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI**, sea un documento cartográfico de consulta obligada en la implementación del ordenamiento territorial y planificación del desarrollo de la ciudad de Arequipa. Asimismo, debe ser utilizado en la elaboración de políticas de prevención, mitigación de riesgos y la posible atención de una crisis volcánica futura del Misti.

ARTÍCULO TERCERO.- Declárese de necesidad y seguridad pública la correcta aplicación de lo dispuesto por la presente Ordenanza Municipal, encargando a la Gerencia de Desarrollo Urbano la ejecución, supervisión, fiscalización y evaluación del cumplimiento del Plan de Usos de Suelo, comprometiéndose a todas las autoridades de la ciudad de Arequipa a realizar las acciones pertinentes necesarias, con el fin de salvaguardar la vida y salud humana.

ARTÍCULO CUARTO.- Encargar al Alcalde Provincial la promulgación de las disposiciones que fueran necesarias para el mejor cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ordenanza Municipal; así como los Estudios Complementarios.

ARTÍCULO QUINTO.- Precisar que la presente Ordenanza entrará en vigencia al día siguiente de su publicación.

POR TANTO:

Mando se registre, comuniqué, publique y cumpla.



JOSE MARIN TORANZO CONCHA
SECRETARIO GENERAL

SIMON BALBUENA MARROQUÍN
ALCALDE DE AREQUIPA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE AREQUIPA
19 NOV. 2010
TRAMITE DOCUMENTARIO
Y ARCHIVO