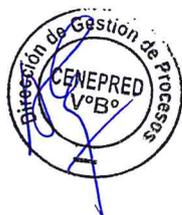


**CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES - CENEPRED**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROCESOS
SUBDIRECCIÓN DE NORMAS Y LINEAMIENTOS**



**MANUAL PARA LA EVALUACIÓN
DE RIESGOS ORIGINADOS POR
FENÓMENO VOLCÁNICO**

LIMA - PERÚ

2014

Equipo Técnico Responsable:

Arq. María Mercedes de Guadalupe Masana García
*Jefa (e) del Centro Nacional de Estimación, Prevención y
Reducción del Riesgo de Desastres*

Arq. Luis Fernando Sabino Málaga Gonzáles
Responsable de la Dirección de Gestión de Procesos.

Ing. Rafael Campos Cruzado
Secretario General del CENEPRED.

Ing. Agustín Simón Eladio Basauri Arámbulo
Responsable de la Subdirección de Normas y Lineamientos

Especialistas de la Subdirección de Normas y Lineamientos:

Ing. Wilder Hans Caballero Haro
Ing. Ena Jaimes Espinoza
MSc. Ing. Juan Carlos Montero Chirito
MSc. Ing. Neil Alata Olivares
Mg. Lic. Octavio Fashé Raymundo
Econ. Marycruz Flores Vila
Econ. José Rodríguez Ayala

Arq. Timoteo Milla Olórtégui
Responsable de la Subdirección de Políticas y Planes

Especialistas de la Subdirección de Políticas y Planes

Ing. Adelaida Prado Naccha
Ing. Elías Gregorio Lozano Salazar



Ing. Aleksandr López Juárez
Responsable de la Subdirección de Gestión de la Información.

Especialista de la Subdirección de Gestión de la Información:

Ing. Oscar Aguirre Gonzalo
Ing. José Luis Epiquien Rivera
Ing. Reinerio Vargas Santa Cruz
Ing. Luis Alberto Vílchez Cáceda
Ing. Alfredo Zambrano Gonzales
Geog. Henry Alberto Jesus Matos
Ing. José Antonio Zavala Aguirre
Ing. Rene Huamani Aguilar
Bach. Ing. Leyna Karin Callirgos Mondragón
Bach. Ing. Rinat Giosue Solorzano Palero
Bach. Ing. Eduardo J. Portugués Barrientos
Bach. Ing. Chrisna Karina Obregón Acevedo
Bach. Ing. Nestor John Barbarán Tarazona
Bach. Ing. Maryssusan Disa' Celis Gómez

Contenido

PRESENTACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Objetivo General
- 1.2 Alcance
- 1.3 Justificación

2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

- 2.1. Recopilación y análisis de la información
- 2.2. Identificación de probable área de influencia del fenómeno volcánico
- 2.3. Parámetros de evaluación del fenómeno
- 2.4. Susceptibilidad del territorio
 - 2.4.1. Factores condicionantes
 - 2.4.2. Factores desencadenantes
- 2.5. Análisis de elementos expuestos en zonas de susceptibilidad
 - 2.5.1. Social
 - 2.5.1.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno volcánico
 - 2.5.1.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno volcánico
 - 2.5.2. Económico
 - 2.5.2.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno volcánico
 - 2.5.2.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno volcánico
 - 2.5.3. Ambiental
 - 2.5.3.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno volcánico
 - 2.5.3.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno volcánico
- 2.6. Definición de escenarios
- 2.7. Estratificación del nivel de peligrosidad
 - 2.7.1. Nivel de peligrosidad social
 - 2.7.2. Nivel de peligrosidad económica
 - 2.7.3. Nivel de peligrosidad ambiental
- 2.8. Mapa de niveles de peligrosidad

3. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

- 3.1. Vulnerabilidad
- 3.2. Factores de la vulnerabilidad
- 3.3. Flujograma para determinar los niveles de vulnerabilidad
- 3.4. Análisis de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico
 - 3.4.1. Dimensión social
 - 3.4.1.1. Fragilidad social
 - 3.4.1.2. Resiliencia social
 - 3.4.2. Dimensión económica
 - 3.4.2.1. Fragilidad económica
 - 3.4.2.2. Resiliencia económica
 - 3.4.3. Dimensión ambiental
 - 3.4.4. Fragilidad ambiental
 - 3.4.5. Resiliencia ambiental



- 3.5. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad
- 3.6. Niveles de vulnerabilidad
- 3.7. Mapa de niveles de vulnerabilidad

- 4. NIVELES DE RIESGOS
 - 4.1. Identificación de áreas de riesgo potencial
 - 4.2. Niveles de riesgo
 - 4.3. Matriz de riesgo
 - 4.4. Estratificación de riesgo
 - 4.5. Mapa de riesgo

- 5. CONTROL DE RIESGOS
 - 5.1. Aceptabilidad/tolerabilidad

6. Bibliografía

7. Anexos



PRESENTACION

Los impactos sociales, económicos y ambientales son ocasionados por la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa e interna, los fenómenos volcánicos por su magnitud, intensidad, su probable área de influencia y los peligros asociados a ella como la avalancha de escombros, flujos de piroclásticos, flujos de lava, flujos de lodo o lahares y caída de tefras, generan desastres que no pueden ser gestionados de manera similar que otros fenómenos de origen natural.

Con la finalidad de contribuir a prevenir y reducir los impactos negativos que puedan ocasionar los peligros asociados al fenómeno volcánico en la dimensión social, económico y ambiental, se ha elaborado el presente manual que constituye una de las herramientas básicas para la evaluación de riesgos originados por fenómeno volcánico, aporte técnico que servirá de consulta en los diferentes ámbitos jurisdiccionales de nuestro país, recalcando que es de importancia coordinar siempre con la entidad técnica científica competente para la validación de dicho documento.

El contenido del presente manual se sustenta en información generada por las instituciones técnico científicas, lo que permitió identificar los parámetros de evaluación y los factores de la susceptibilidad para determinar los niveles de peligrosidad, así como la información proporcionada por los sectores y/o ministerios para identificar los elementos expuestos y el análisis de la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia), así como determinar los niveles de riesgos. Esto ayudara a priorizar las medidas estructurales y no estructurales, en el marco de los procesos de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres.

La elaboración, organización, compilación, edición y publicación de este manual estuvo bajo la responsabilidad del equipo técnico de la Dirección de Gestión de Procesos del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres - CENEPRED.



1. INTRODUCCIÓN

Nuestro país se encuentra ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, y debido a sus características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas, entre otras (factores condicionantes), está expuesto a la ocurrencia de fenómenos de origen natural como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masas, descenso de temperatura (heladas y friajes) y erosión de suelos (factores desencadenantes); cada uno con sus propias características como magnitud, intensidad, distribución espacial, periodo de retorno, etc. (parámetros de evaluación).

Esta realidad obliga a la generación de conocimientos y metodologías que ayuden a estratificar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo y la zonificación de riesgos en los ámbitos geográficos expuestos al fenómeno natural.

Los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural, sino de los niveles de vulnerabilidad de los centros urbanos y rurales como, por ejemplo, su localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, rellenos sanitarios, cercanía a fallas geológicas, etc. (exposición), así como el tipo de infraestructura de material precario o noble utilizada como vivienda (fragilidad), y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural (resiliencia).

La zonificación de los riesgos servirá como un instrumento de gestión territorial para los gobiernos regionales y locales con miras a implementar el plan de acondicionamiento territorial, plan de desarrollo urbano, ordenamiento territorial, etc., que ayudarán a lograr un desarrollo sostenible.

Este manual se constituye en el instrumento técnico orientador a la gran diversidad de profesionales que tienen relación directa o interés en el estudio y/o aplicación de los procedimientos metodológicos de evaluación de riesgos originados por fenómeno volcánico en un ámbito geográfico determinado.

Aquí, se describen los conceptos teóricos básicos, con gráficos e imágenes, que permiten entender el proceso de génesis del fenómeno. Para una mejor comprensión se ha evitado en lo posible el formalismo matemático, se indican los parámetros del fenómeno de origen natural, los factores de evaluación de la vulnerabilidad (incluye lo social, económico y ambiental), así como diagramas de flujo que muestran la metodología general para la generación de los mapas de peligrosidad y vulnerabilidad.

Se utiliza el método multicriterio (proceso de análisis jerárquico) para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Este método, que tiene un soporte matemático, permite incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riesgo, niveles de organización social, etc.), para lo que se requiere de la participación de un equipo multidisciplinario.



La ponderación, por su flexibilidad, permite incorporar nueva información generada en los ámbitos geográficos de interés, por su sencillez puede ser aprendida sin dificultad. Este procedimiento ha sido aplicado en diferentes ramas de las ciencias, incluida la gestión del riesgo de desastres.

La complejidad de la naturaleza y la diversidad de peligros, vulnerabilidades y riesgos que ocurren o se presentan en nuestro país, deben ser tomadas en cuenta para incorporar los criterios de prevención y reducción de riesgos en los diferentes procesos de planificación, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental, así como en los programas de inversión, de los distintos niveles (nacional, regional o local) y para horizontes determinados (corto, mediano y largo plazo).



Precisamente, el diseño de las medidas de prevención y reducción está basado en la evaluación de riesgos, a cargo de los organismos integradores de la función ejecutiva del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, como son la Presidencia del Consejo de Ministros - PCM en su conducción de Ente Rector, ministerios, gobiernos regionales y locales, entidades públicas y privadas a nivel nacional, bajo la normatividad emitida al respecto por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.

El procedimiento para la elaboración del presente manual, se basa en las experiencias de entidades tanto nacionales como extranjeras y especialmente en los datos científicos que generan las instituciones técnico científicas, y que a través de sus componentes permitirán determinar los peligros, análisis de las vulnerabilidades, calcular y controlar los riesgos, mediante la ejecución de medidas estructurales y no estructurales, para la reducción de los riesgos existentes, así como evitar la generación de nuevos riesgos originado por fenómeno volcánico.

1.1 Objetivo General

Orientar en los procedimientos técnicos para la evaluación de riesgos originados por fenómeno volcánico (así como sus peligros asociados) que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo.

1.2 Alcance

El manual está dirigido a los profesionales e investigadores de las diferentes entidades públicas y privadas de los tres niveles de gobierno del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, que ejecutan las evaluaciones de riesgos originados por fenómeno volcánico.

1.3 Justificación

El informe de evaluación de riesgos ayudaran a determinar la zonificación de los niveles de riesgos en el área de influencia del fenómeno volcánico, así como sustento técnico al Estado, para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, regionales y nacionales, ante acciones de prevención y/o reducción de riesgos y procesos de reasentamiento poblacional en caso de determinar zonas de muy alto riesgo no mitigable.

2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

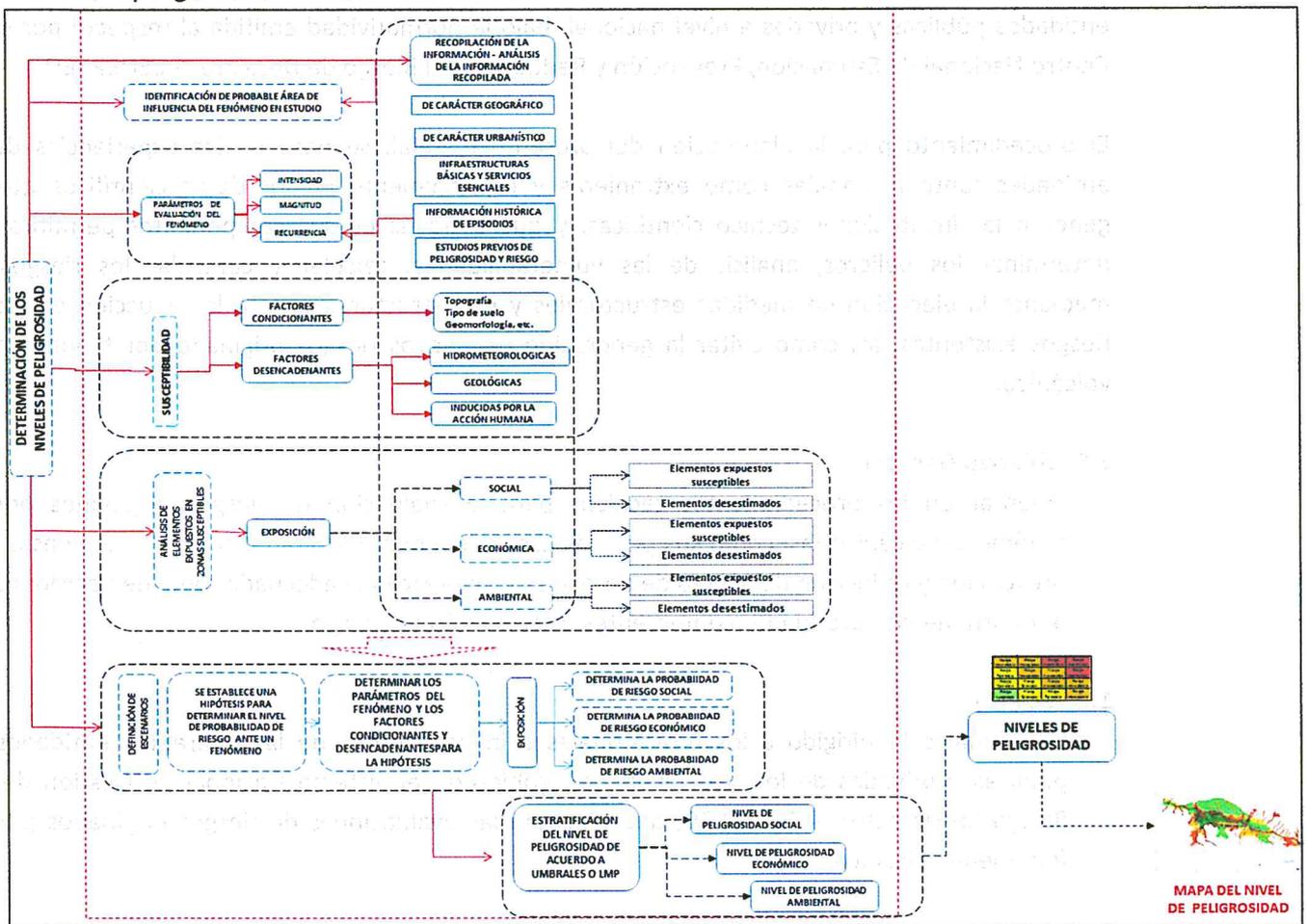
Se determina los niveles de peligrosidad del fenómeno volcánico para identificar las áreas que presentan niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo. Esto se inicia con la recopilación de información para la identificación de los parámetros de evaluación del fenómeno volcánico (y sus peligros asociados) y la susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y factores desencadenantes). Esto ayudara a cuantificar los elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico (y sus peligros asociados).

2.1. Flujograma general para determinar los niveles de peligrosidad

El procedimiento técnico (flujograma) indica paso a paso la obtención de los niveles de peligrosidad y la generación del mapa de peligrosidad. Ver imagen N° 001.



Imagen N° 001: Flujograma del procedimiento técnico para determinar los niveles de peligrosidad



Fuente: CENEPRED

2.2. Recopilación y análisis de la información

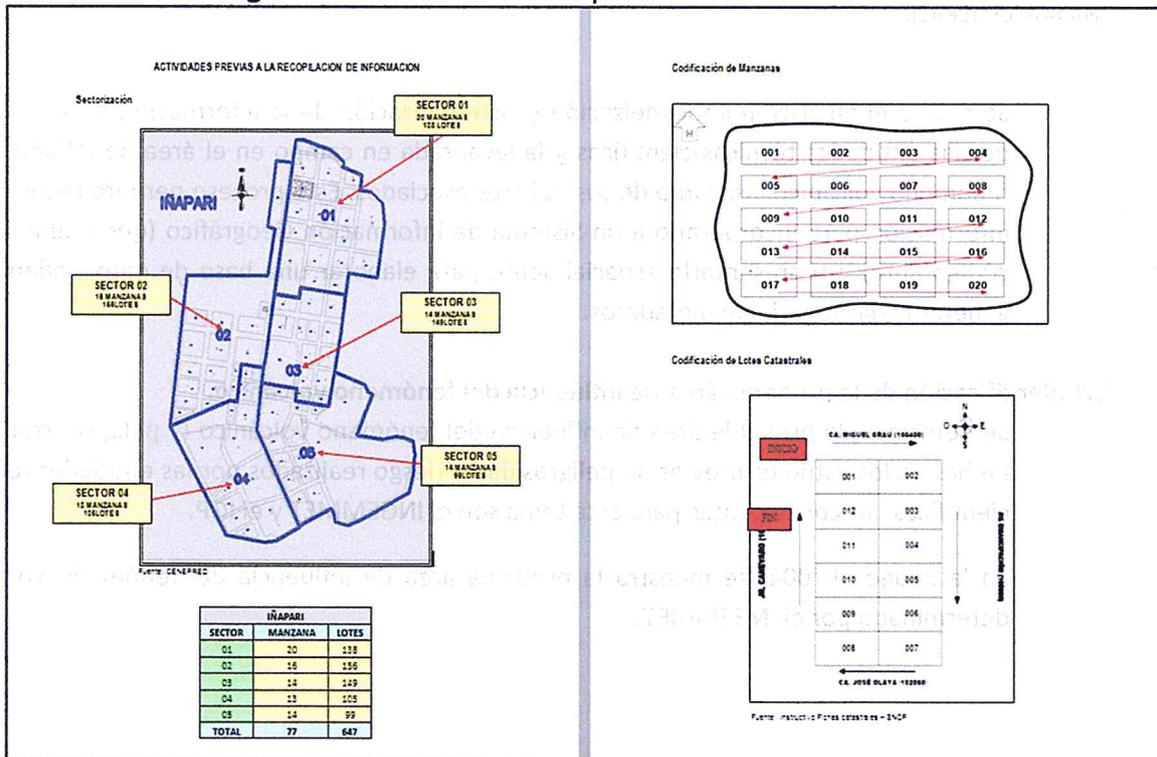
Se realiza la recopilación de información disponible: Estudios, informes e investigaciones publicadas por entidades técnico científicas que contribuyan a enriquecer el informe de evaluación de riesgos. Las entidades técnicas cuya competencia es directa para el estudio del fenómeno volcánico son el INGEMMET y el IGP. Otras entidades que permitan estudiar los peligros asociados al fenómeno de volcánico son SENAMHI, OEFA, ANA, MINSA, CONIDA, entre otros.

Esta información consistirá en registros históricos (estadística y/o reportes de emergencias), estudios técnicos con sus respectivos mapas de peligros (área probable de influencia del fenómeno volcánico y sus peligros asociados), topografía, hidrografía, climatología, geología, geomorfología, litología, etc., todos estos temáticos se deben tener en formato shapefile con sus respectivas fichas de metadatos.

Se complementa con información de primera mano recopilada en campo, por un equipo multidisciplinario en coordinación con los gobiernos locales y/o regionales. Esto se inicia con una planificación (actividades previas a la recopilación) de lo que se requiere levantar, como se ve en la imagen N° 002 Y N° 003.



Imagen N° 002: Proceso técnico para levantar información urbana



Fuente: CENEPRED

Imagen N° 003: Proceso técnico para levantar información por lote



Fuente: CENEPRED

Se realiza el análisis, homogeneización y sistematización de la información proporcionada por las entidades técnicas-científicas y la levantada en campo en el área de influencia del fenómeno volcánico, así como de sus peligros asociados. Este proceso permite tener listo la información para incorporarlo a un Sistema de Información Geográfico (que puede ser de código libre) y representarlo espacialmente para elaborar una base de datos, además de generar el diccionario de metadatos.

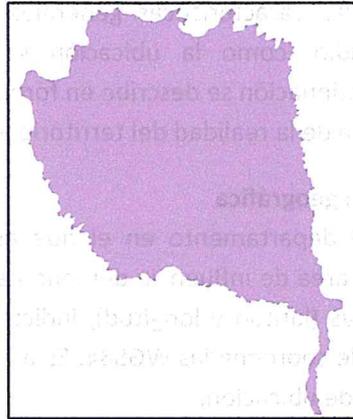


2.3. Identificación de la probable área de influencia del fenómeno volcánico.

Se determina la probable área de influencia del fenómeno volcánico (y peligros asociados) en base a los estudios previos de peligrosidad y riesgo realizados por las entidades técnicas científicas, las competentes para este tema son el INGEMMET y el IGP.

En la imagen N°004, se muestra la probable área de influencia del fenómeno volcánico determinado por el INGEMMET.

Imagen N° 004: Probable área de influencia del fenómeno volcánico



Fuente: INGEMMET

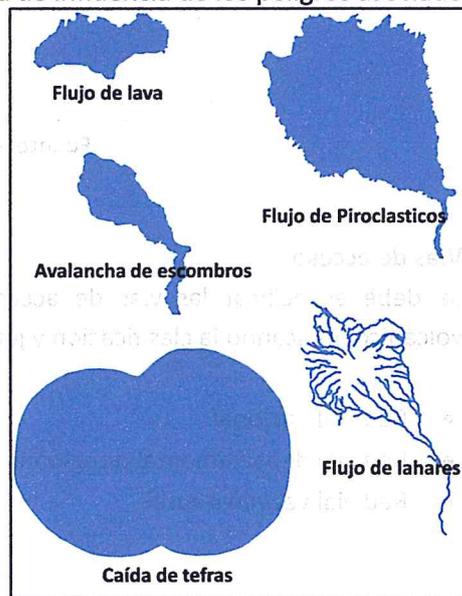
La priorización de los peligros asociados será definida por la entidad competente debido a que cada volcán es diferente. En la imagen N°005 y N°006 se muestran los peligros asociados el fenómeno volcánico, para el caso del volcán Ubinas y definidos por el INGEMMET.

Imagen N° 005: Peligros asociados al fenómeno volcánico



Fuente: INGEMMET

Imagen N° 006: Área de influencia de los peligros asociados al fenómeno volcánico



Fuente: INGEMMET

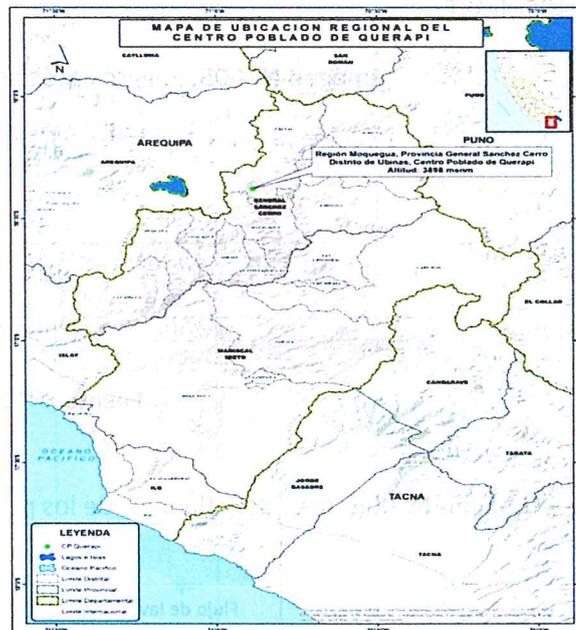
Luego se describe las características generales de la probable área de influencia del fenómeno en estudio, como la ubicación geográfica, vías de acceso, entre otras generalidades. A continuación se describe en forma resumida las descripciones a considerar que varían en función de la realidad del territorio y de la disponibilidad de información.

2.3.1. Ubicación geográfica

Ubicar el departamento en el que está situado el volcán en estudio, y la probable área de influencia del fenómeno volcánico. Se usaran las coordenadas geográficas (latitud y longitud), indicando además la altitud del volcán y en el sistema de coordenadas WGS84. Esta información debe ser complementada con un mapa de ubicación.

Un ejemplo es el caso del volcán Ubinas, y su mapa de ubicación, según la imagen N° 007.

Imagen N° 007: Mapa de ubicación del volcán Ubinas



Fuente: CENEPRED



2.3.2. Vías de acceso

Se debe especificar las vías de acceso al área de influencia del fenómeno volcánico, indicando la clasificación y jerarquización vial correspondiente:

- Red vial nacional
- Red vial departamental o regional
- Red vial vecinal o rural

Estas deben tener sus correspondientes códigos de rutas y al ser plasmadas en un mapa deben mostrar sus símbolos correspondientes. Se debe elaborar un cuadro que indique:

- Indicar si la superficie de rodadura es asfaltado, afirmado, sin afirmar, trocha y en proyecto.
- Si alguna vía de acceso pertenece a la red nacional, departamental o red vecinal.
- Debe indicar el código de ruta para cada vía de acceso.

2.3.3. Población

Se indican los datos de población urbana y rural que se encuentran dentro de la probable área de influencia del fenómeno volcánico tomando como referencia el último censo nacional a nivel de centro poblado, distrito y provincia, efectuada por el INEI. Se debe incorporar un cuadro resumen por género y grupo etario.

2.3.4. Climatología

Se debe describir las características generales de la climatología del área de influencia del fenómeno volcánico. Esta información estará en base de la información proporcionada por la red meteorológica del SENAMHI, se indican algunos parámetros físicos a considerar:

- Temperatura
- Precipitaciones pluviales
- Vientos

Estos pueden aumentar en función de la información disponible o generada para la evaluación de riesgos.

2.3.5. Geomorfología

Se describe en forma general el origen y desarrollo de la forma del relieve terrestre del área de influencia del fenómeno volcánico. Por ejemplo para el caso del volcán Ubinas está localizado en una zona comprendida entre los 2 800 y 5 670 m.s.n.m., y forma parte de la cordillera occidental de los andes peruanos. El valle de Ubinas se prolonga desde la quebrada Volcanmayo (pie del flanco sur del volcán Ubinas) hasta la confluencia del río Tambo.

2.3.6. Estratificación

Se describe en forma general la estratificación del terreno dando una idea de la variación en la velocidad de la deposición o la naturaleza del sedimento o a las pausas que se fueron produciendo en el proceso de sedimentación.



2.3.7. Características generales del volcán en estudio

Se describen las características específicas del volcán en estudio, por ejemplo para el caso del volcán Ubinas, según el INGEMMET, las laderas superiores del volcán, están compuestas principalmente por los flujos de lava andesíticos del Pleistoceno que tienen una inclinación de cerca de 45 grados. La caldera de la cumbre tiene paredes empinadas de 150 m de alto y un radio de a 1,4 km de ancho, contiene un cono de ceniza con unos 500 m de ancho, mientras que la chimenea de ventilación en forma de embudo se encuentra a 200 m de profundidad. Asimismo, se extienden depósitos de escombros y avalanchas del colapso del flanco SE de Ubinas a 10 km del volcán.

El volcán es un cono compuesto construido en una meseta formada a partir del Oligoceno -Mioceno (Neógeno) ignimbritas y rocas intrusivas. El volcán Ubinas se compone de dos estructuras geológicas que dividen a dos períodos principales de su comportamiento eruptivo.

El primero es el volcán más bajo de 600 m de altura llamado Ubinas 1, que colapsó y formó un depósito de escombros de avalancha en la medida de hasta 12 km aguas abajo de Río Ubinas. Este colapso fue seguido por una erupción de ignimbritas no soldadas, que formaron un encharcamiento de un espesor de 150 m por 5 km de diámetro en la cima, que fue cubierta por un grueso depósito de ceniza/pómez de 100 m de espesor. Ubinas 1 está cubierto por un cono empinado más de 900 m de altura llamado Ubinas¹.

Ubinas 2 formó la caldera de la cumbre, con paredes de hasta 300 m de altura, que consta de los flujos de lava de alteración hidrotermal. Esta morfología fue creada por frecuentes erupciones en el Holoceno tardío del cráter interno más joven. El cráter interior es de menos de 200 m de altura y muestra alteración hidrotermal penetrante y fracturas abundantes.



2.4. Parámetros de evaluación del fenómeno

Se identifican los parámetros de evaluación del fenómeno volcánico y sus peligros asociados (por ejemplo: flujo de piroclásticos, flujos de lava, flujos de lodo o lahares, caída de tefras y avalancha de escombros). Los peligros asociados serán priorizados por la entidad técnica competente o el equipo multidisciplinario del Gobierno Local o Regional (esto será validado por la entidad técnica competente) que realizar la evaluación de riesgos con la correspondiente sustentación técnica.

Se debe indicar y describir los parámetros de evaluación del fenómeno volcánico por ejemplo la magnitud, intensidad, frecuencia y retorno. No necesariamente son todos los parámetros que se utilizarán y los términos serán definidos por la entidad técnica competente o el equipo multidisciplinario (con sustentación), por ejemplo:

¹ Informe técnico N A6641: Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. INGEMMET 2014.

Intensidad

De acuerdo a Merriam Webster (2006), la cantidad de gases disueltos atrapado en el interior del magma afecta a la intensidad de una erupción volcánica. Los gases disueltos disminuyen la viscosidad del magma. En general, cuanto mayor sea la cantidad de gases calientes atrapados en el magma, más intensa será la erupción. Estos gases incluyen cloro, dióxido de carbono, vapor de agua, hidrógeno y nitrógeno.

Magnitud

De acuerdo al Instituto Smithsonian y al Global Volcanism Program (1994), la magnitud de las erupciones volcánicas es evaluada por el índice de explosividad volcánica, IEV es el producto de la combinación de varios factores mensurables y/o apreciables de la actividad volcánica. Se considera el volumen total de los productos expulsados por el volcán (lava, piroclastos, ceniza volcánica), altura alcanzada por la nube eruptiva, duración de erupción, inyección troposférica y estratosférica de emisiones expulsadas, y algunos otros factores sintomáticos del nivel de explosividad. Esta registra la cantidad de material volcánico expulsada, la altitud que alcanza la erupción, y cuánto tiempo dura.

La escala va de 0 a 8. Un aumento de 1 indica una erupción 10 veces más potente. La escala oscila entre los números 0 ó 1, que son las erupciones más pacíficas y pequeñas de lava y los números 2, 3, 4, que son las erupciones pequeñas a medianas que pueden suceder una vez al año. El número 5 de la escala son erupciones que suceden cada 10 años, más o menos. El número 6 son erupciones que suceden cada 100 años. Cuando llega a 7, suceden cada 1.000 años aproximadamente y son muy destructivas. El número 8 remata la escala y éstas son erupciones que ocurrieron hace cerca de 73.000 a 1 millón de años.

Frecuencia/retorno

No hay un patrón fijo sobre la frecuencia en que un volcán puede entrar en erupción, mientras algunos permanecen inactivos durante siglos y otros permanecen en erupción muchas veces en la misma cantidad de años. La última avalancha de escombros por erupción del Volcán Ubinas ocurrió hace aproximadamente 3760 años A.P.

Probabilidad

Este peligro tiene baja probabilidad, de acuerdo a TOURET (1995).

2.5. Susceptibilidad del territorio

2.5.1. Factores condicionantes

Indicar los factores condicionantes propios del área de influencia del fenómeno volcánico que son definidos por el equipo multidisciplinario del Gobierno local o Regional (validado por la entidad técnica competente) o definido por un estudio realizado por la entidad técnica competente. Como ejemplo se indican algunos factores condicionantes:

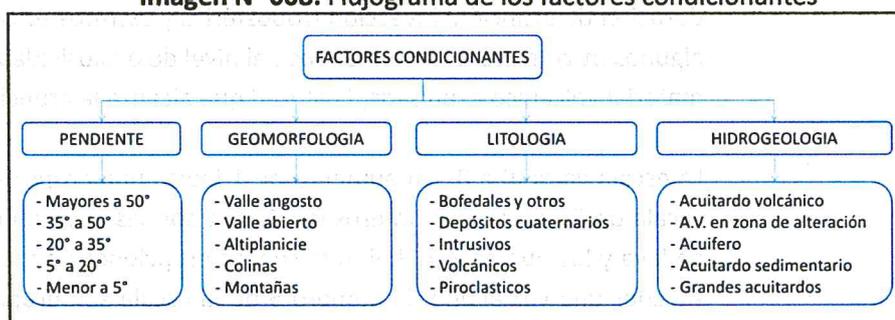


- Pendiente
- Geomorfología
- Litología
- Hidrogeología

Los factores condicionantes pueden aumentar o disminuir en función de la información existente o generada para la evaluación de riesgos, recordando que será validado por la entidad técnica competente.

Por ejemplo en el caso del Volcán Ubinas el INGEMMET definió los factores condicionantes y sus correspondientes pesos ponderados². Ver imágenes N° 008 y N° 009.

Imagen N° 008: Flujograma de los factores condicionantes



Fuente: INGEMMET

Imagen N° 009: Factores condicionantes y su ponderación

Factor condicionante	Ponderación
Pendiente	0.25
Geomorfología	0.25
Litología	0.35
Hidrogeología	0.15

Fuente: INGEMMET



2.5.2. Factores desencadenantes

Indicar el o los factores desencadenantes del fenómeno volcánico y de los peligros asociados. Estos serán definidos por el equipo multidisciplinario del Gobierno Local o Regional (validado por la entidad técnica competente) o definido por un estudio realizado por la entidad técnica competente (INGEMMET o IGP). Como ejemplo se indican algunos factores desencadenantes propuestos por las entidades técnicas competentes:

- Sismicidad
- Intrusión de magma
- Energía de explosiones

² Informe técnico N A6641: Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. INGEMMET 2014.

- Precipitaciones pluviales
- Composición química del magma
- Contenido de gases
- Volumen de material emitido

Los factores desencadenantes pueden aumentar o disminuir en función de la información existente o generada para la evaluación de riesgos, recordando que será validado por la entidad técnica competente.

2.6. Análisis de elementos expuestos en zonas de susceptibilidad

Se identifican los elementos expuestos susceptibles al área de influencia del fenómeno volcánico y lo mismo para sus peligros asociados (flujo de piroclásticos, flujos de lava, flujos de lodo o lahares, avalancha de escombros y caída de tefras). Por ejemplo algunos elementos expuestos como las viviendas pueden ser susceptibles al peligro de lavas al ubicarse en el fondo de los valles, pero otras viviendas ubicadas en las cumbres solo serán susceptibles por caídas de tefras pero no por flujos de lava.

2.6.1. Dimensión social

3.1.1.1 Elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico.

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadros N° 001, N° 002, N° 003 y N° 004.



Cuadro N° 001: Centros poblados susceptibles al fenómeno volcánico

Departamento(s)	Provincia(s)	Distritos	Centros poblados	Población total

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 002: Población total susceptible al fenómeno volcánico

Centro poblado									
N° Familias									
Grupos etario por centro poblado susceptible									
Genero	<1	1 a 5	6 a 12	13 a 20	21 a 30	31 a 50	51 a 64	>64	Total
Hombres									
Mujeres									
Total									

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 003: Instituciones educativas susceptibles al fenómeno volcánico

N°	Código modular	I.E.	Nivel	Total de alumnos					Total personal	Total
				Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 004: Establecimientos de salud susceptibles al fenómeno volcánico

N°	Centro poblado	Nivel del establecimiento de salud	Total personal	Atención		
				Por horas	Por semana	Permanente

Fuente: CENEPRED

3.1.1.2 Elementos expuestos desestimados al fenómeno volcánico

Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 005, N° 006, N° 007 y N° 008.



Cuadro N° 005: Centros poblados no susceptibles al fenómeno volcánico

Departamento(s)	Provincia(s)	Distritos	Centros poblados	Población total

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 006: Población total no susceptible al fenómeno volcánico

Centro poblado									
N° Familias									
Grupos etario por centro poblado no susceptible									
Genero	<1	1 a 5	6 a 12	13 a 20	21 a 30	31 a 50	51 a 64	>64	Total
Hombres									
Mujeres									
Total									

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 007: Instituciones educativas no susceptibles al fenómeno volcánico

N°	Código modular	I.E.	Nivel	Total de alumnos					Total personal	Total
				Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 008: Establecimientos de salud no susceptibles al fenómeno volcánico

N°	Centro poblado	Nivel del establecimiento de salud	Total personal	Atención		
				Por horas	Por semana	Permanente

Fuente: CENEPRED

2.6.2. Dimensión económica

3.1.1.3 Elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico.

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadros N° 009, N° 010, N° 011, N° 012 y N° 013.



Cuadro N° 009: Servicios susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Servicio susceptible al peligro	% de red susceptible al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Red de electricidad			
		Red de agua potable			
		Red de desagüe			
		Red de alcantarillado			
		Red de gas			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 010: Vías de comunicación susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Vías de comunicación	% de red (o elementos) susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Vía pavimentada			
		Vía asfaltada			
		Vía afirmada			
		Vía sin afirmar			
		Trocha			
		Puentes vehiculares			
		Puentes peatonales			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 011: Infraestructura susceptible al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Infraestructura	% de elementos susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Canales de regadío				
		Reservorios de agua				
		Terminales terrestres				
		Sub estaciones eléctricas				
		Puertos				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 012: Áreas de cultivo susceptible al fenómeno volcánico



Distrito	Centro poblado	Áreas de cultivo	Susceptible al peligro (Ha)
		Catastrado	
		Sin catastrar	
		Otros:.....	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 013: Viviendas susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Número de viviendas	Número de familias

Fuente: CENEPRED

3.1.1.4 Elementos expuestos desestimados ante el fenómeno volcánico

Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 014, N° 015, N° 016, N° 017 y N° 018.

Cuadro N° 014: Servicios no susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Servicio No susceptible al peligro	% de red No susceptible al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Red de electricidad			
		Red de agua potable			
		Red de desagüe			
		Red de alcantarillado			
		Red de gas			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 015: Vías de comunicación no susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Vías de comunicación	% de red (o elementos) No susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Vía pavimentada				
		Vía asfaltada				
		Vía afirmada				
		Vía sin afirmar				
		Trocha				
		Puentes vehiculares				
		Puentes peatonales				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 016: Infraestructura no susceptible al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Infraestructura	% de elementos No susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Canales de regadío				
		Reservorios de agua				
		Terminales terrestres				
		Sub estaciones eléctricas				
		Puertos				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED



Cuadro N° 017: Áreas de cultivo no susceptible al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Áreas de cultivo	No susceptible al peligro (Ha)
		Catastrado	
		Sin catastrar	
		Otros:.....	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 018: Viviendas no susceptibles al fenómeno volcánico

Distrito	Centro poblado	Número de viviendas	Número de familias

Fuente: CENEPRED

2.6.3. Dimensión ambiental

3.1.1.5 Elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico.

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadro N° 019.

Cuadro N° 019: Recursos naturales susceptibles al fenómeno volcánico

Elementos expuestos	Cantidad (Ha o km ²)	Estado o condición actual
Suelo erosionado		
Deforestación		
Erosión del litoral		
Zonas intangibles		
Cuerpos de agua		
Otros		

Fuente: CENEPRED



3.1.1.6 Elementos expuestos no susceptibles ante el fenómeno volcánico.

Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadro N° 020.

Cuadro N°020: Recursos naturales no susceptibles al fenómeno volcánico

Elementos no susceptibles	Cantidad (Ha o km ²)	Estado o condición actual
Suelo erosionado		
Deforestación		
Erosión del litoral		
Zonas intangibles		
Cuerpos de agua		
Otros		

Fuente: CENEPRED

2.7. Definición de escenarios

Se establece una hipótesis para determinar el nivel de probabilidad de riesgo ante el fenómeno volcánico, utilizando los parámetros y los factores condicionantes y desencadenantes, así como indicando los elementos expuestos susceptibles correspondientes a la dimensión social, económica y ambiental.

Un ejemplo de definición de escenario es el caso del volcán Ubinas, se ha planteado un escenario en función de su Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de acuerdo al mapa de peligros del INGEMMET:

Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas pueden ser severamente afectados por flujos de piroclásticos durante una erupción volcánica. Cualquier tipo de erupción podría afectar, inclusive las de baja magnitud como las ocurridas los últimos 500 años con un Índice de Explosión Volcánica de 1 a 3, entre ellos la erupción de 1667 o la erupción del 2006 - 2009.

2.8. Estratificación del nivel de peligrosidad

2.8.1. Niveles de peligrosidad

Cuadro N° 021: niveles de peligrosidad

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$1.04 \leq R \leq 2.515$
ALTO	$0.402 \leq R < 1.04$
MEDIO	$0,136 \leq R < 0,402$
BAJO	$0.035 \leq R < 0.136$

Fuente: CENEPRED



2.8.2. Estratificación de la peligrosidad

Cuadro N° 022: Estratificación de los niveles de peligrosidad

NIVEL	DESCRIPCION
MUY ALTO	La pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud mayor a 7.
ALTO	La pendiente de terreno está entre 35° a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser colinas. La litología corresponde a compuestos volcánicos. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo sedimentario. La sismicidad es de magnitud entre 6 y menor a 7.
MEDIO	La pendiente de terreno está entre 20° a 35°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser altiplanicie. La litología corresponde a intrusivos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud entre 5 y menor a 6.
BAJO	La pendiente de terreno está entre 5° a 20°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser valle abierto. La litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo volcánico y en zona de alteración. La sismicidad es de magnitud menor a 4.

Fuente: CENEPRED

2.8.2.1. Nivel de peligrosidad social

Al generar el mapa de niveles de peligrosidad con su correspondiente área de influencia del fenómeno volcánico, determinamos los elementos de la dimensión social (grupo etario, servicios educativos, servicios de salud, en cada uno de los niveles de peligrosidad.

2.8.2.2. Nivel de peligrosidad económica

Como en el caso anterior, teniendo en consideración los elementos expuestos susceptibles (localización de edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de las empresas expuestas, servicio de las empresas de distribución de combustible y gas, servicio de empresas de transporte expuesto, área agrícola, servicio de telecomunicaciones) se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles.

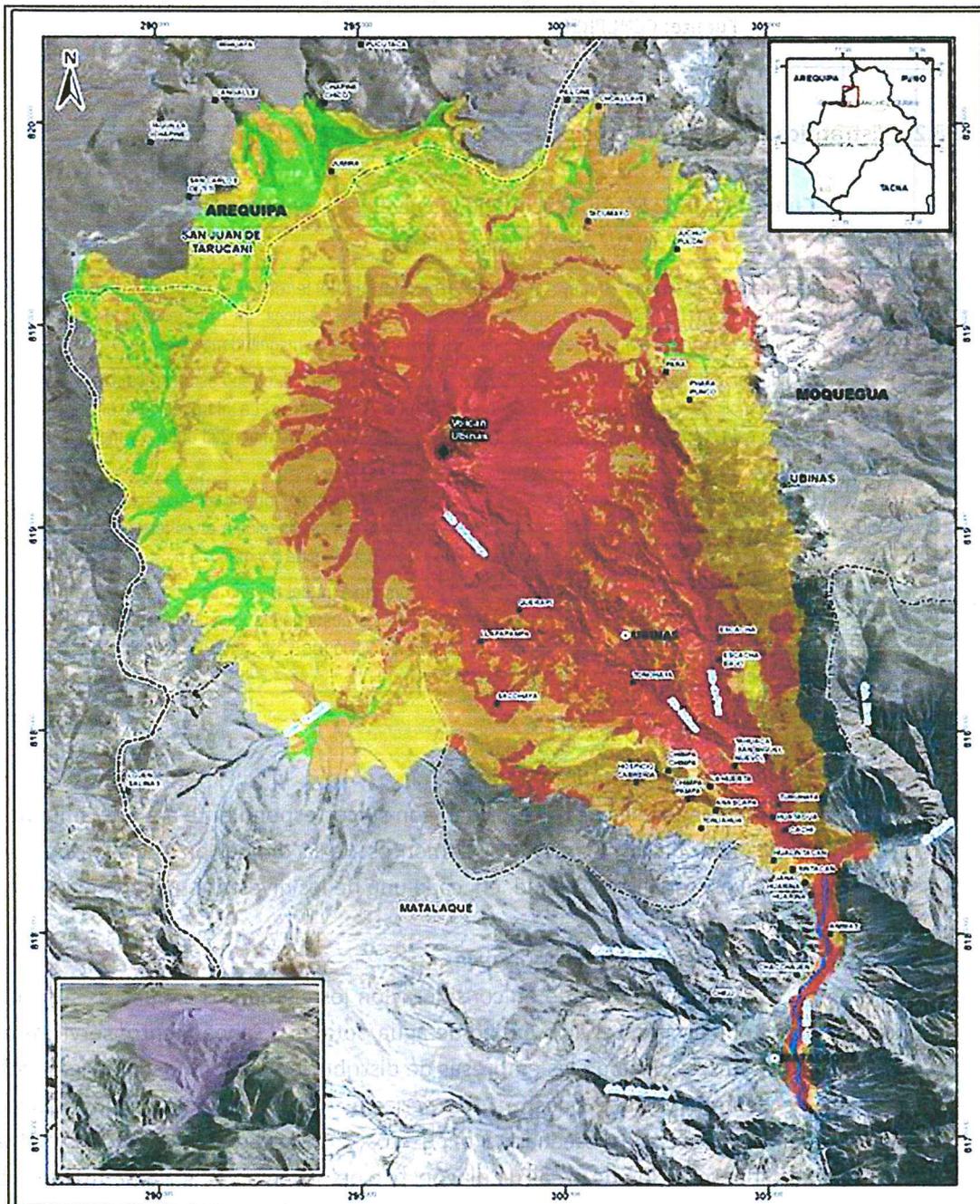


2.8.2.3. Nivel de peligrosidad ambiental

Finalmente, considerando los elementos expuestos susceptibles ambientales (deforestación especies de flora y fauna por área geográfica, pérdida de suelo, pérdida de agua) se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles.

2.9. Mapa de niveles de peligrosidad

Imagen N° 010: mapa de peligrosidad por flujos piroclásticos - Caso Volcán Ubinas



Fuente: CENEPRED

3. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

3.1. Vulnerabilidad

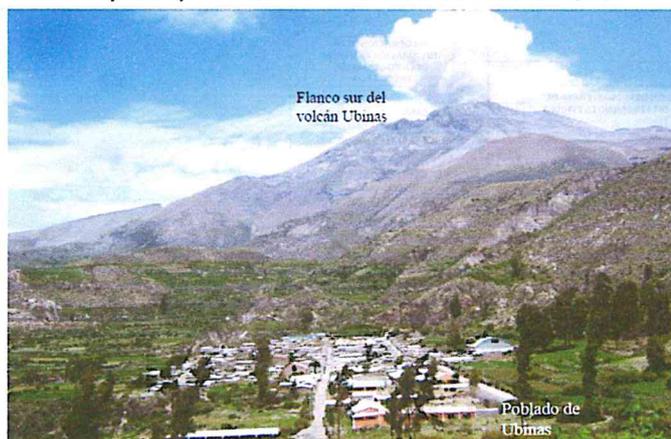
En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

3.1.1. Factores de la vulnerabilidad

3.1.1.1. Exposición

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

Imagen N° 011: Centro poblado de Ubinas expuesto (elemento susceptible) a caída de tefras del volcán Ubinas



Fuente: INGEMMET

3.1.1.2. Fragilidad

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.



3.1.1.3. Resiliencia

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

Imagen N° 012: Institución educativa organizándose ante un peligro

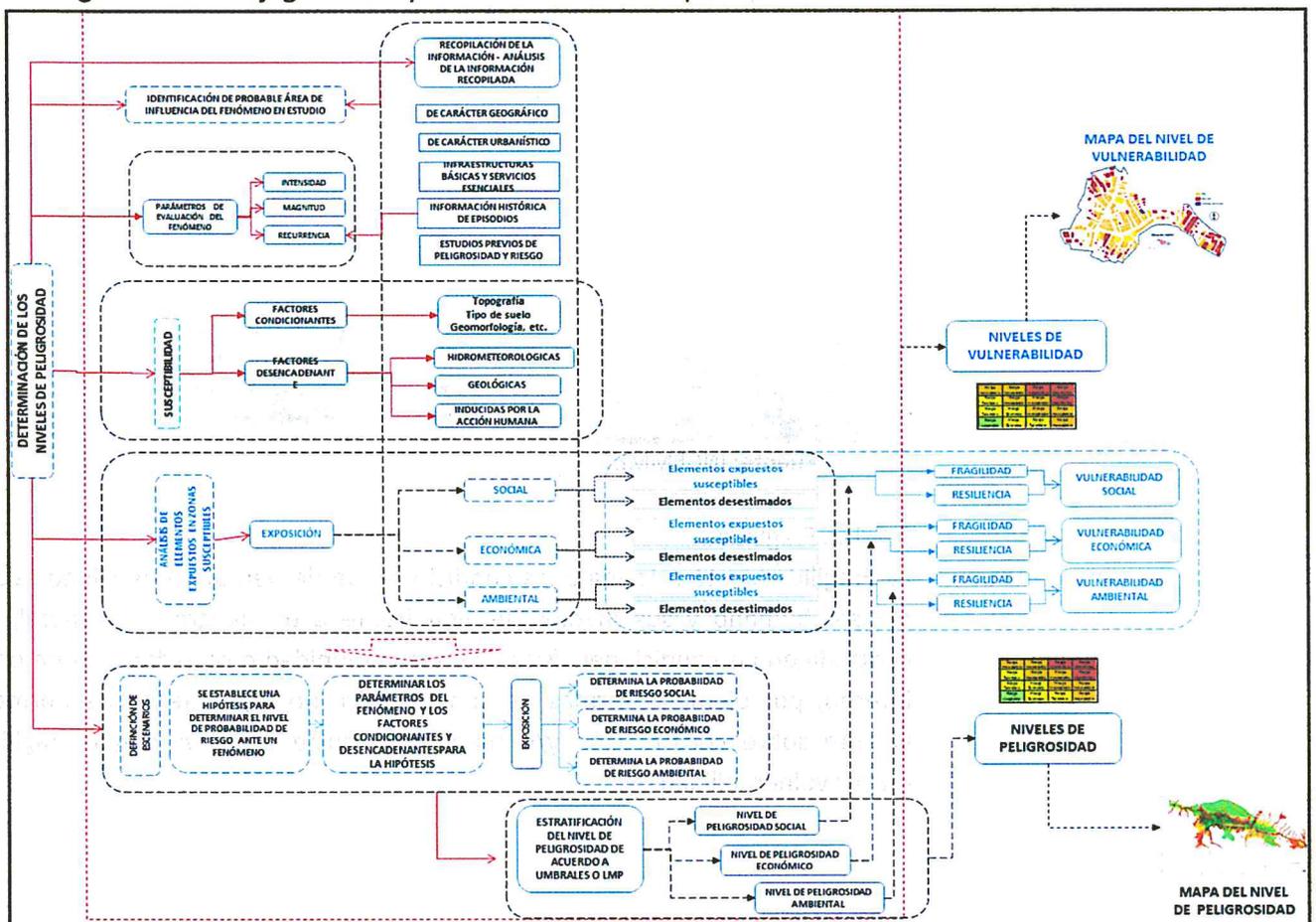


Fuente: Peru21 (2014)

3.2. Flujograma general para determinar los niveles de vulnerabilidad

El procedimiento técnico (flujograma) indica paso a paso la obtención de los niveles de vulnerabilidad y la generación del mapa de peligrosidad. Ver imagen N° 013.

Imagen N° 013: Flujograma del procedimiento técnico para determinar los niveles de vulnerabilidad



Fuente: CENEPRED

3.3. Análisis de los elementos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico

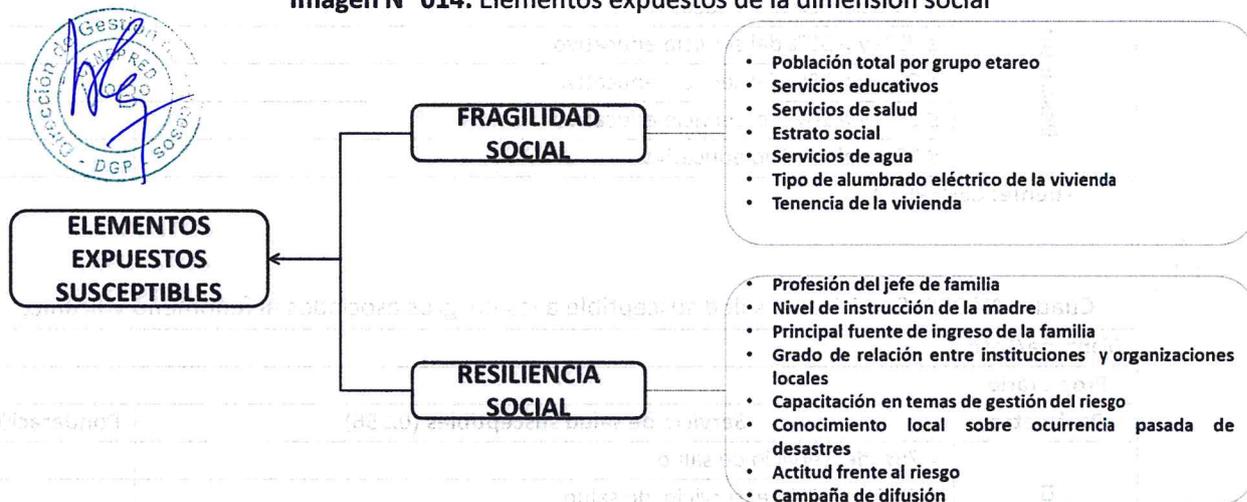
Para el análisis de la vulnerabilidad lo primero es determinar por parte del equipo multidisciplinario los elementos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico, para luego definir los parámetros de evaluación y sus descriptores con sus correspondientes ponderaciones. Los parámetros y descriptores se definirán por parte del equipo multidisciplinario.

El proceso para obtener la ponderación se describe en el anexo A.

3.3.1. Dimensión social

Se indican como ejemplos parámetros a considerar en el análisis de la vulnerabilidad social, estos pueden variar en función de las necesidades del equipo multidisciplinario que realizara la evaluación de riesgos o de la disponibilidad de la información. Ver imagen N° 014.

Imagen N° 014: Elementos expuestos de la dimensión social



Fuente: CENEPRED

3.3.1.1. Fragilidad social

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la fragilidad social de los elementos susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 023, N° 024, N° 025, N° 026, N° 027, N° 028 y N° 029. Ver anexo A para cálculo de ponderación.

Cuadro N° 023: Población total susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Grupo etario susceptibles (0.382)	Ponderación
Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.459
	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.259
	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.150
	De 16 a 30 años	0.085
	De 30 a 50 años	0.047

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 024: Servicios educativos susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicios educativos susceptibles (0.230)	Ponderación
Descriptor	> 75% del servicio educativo	
	≤ 75% y > 50% del servicio educativo	
	≤ 50% y > 25% del servicio educativo	
	≤ 25% y > 10% del servicio educativo	
	≤ 10% del servicio educativo	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 025: Servicios de salud susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicio de salud susceptibles (0.156)	Ponderación
Descriptor	> 75% del servicio de salud	
	≤ 75% y > 50% del servicio de salud	
	≤ 50% y > 25% del servicio de salud	
	≤ 25% y > 10% del servicio de salud	
	≤ 10% del servicio de salud	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 026: Estrato social susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Estrato social (0.102)	Ponderación
Descriptor	La mayoría de la población pertenece al estrato social E	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social D	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social C	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social B	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social A	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 027: Servicios de agua susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicio de agua de la vivienda (0.065)	Ponderación
Descriptor	Red pública dentro de la vivienda	
	Red pública fuera de la vivienda	
	Pilón de uso público	
	Camión cisterna u otro similar	
	Pozo, río, otro	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 028: Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Tipo de alumbrado de la vivienda (0.041)	Ponderación
Descriptor	Electricidad	
	Generador	
	Mechero / lámpara (kerosene o gasolina)	
	Vela	
	Leña	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 029: Tenencia de la vivienda susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Tenencia de la vivienda (0.025)	Ponderación
Descriptor	Propia, totalmente pagada	
	Propia, parcialmente pagada	
	Alquilada	
	Propia por invasión	
	Otra forma:	

Fuente: CENEPRED

3.3.1.2. Resiliencia social

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la resiliencia social de los elementos susceptibles al fenómeno volcánica, ver cuadros N° 030, N° 031, N° 032, N° 033, N° 034, N° 035, N° 036 y N° 037.

Cuadro N° 030: Profesión del jefe de familia

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Profesión del jefe de familia	Ponderación
Descriptor	Profesión superior, de alta productividad, oficiales de la fuerzas armadas (si tiene un rango de educación superior)	
	Profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores	
	Empleados sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores.	
	Obreros especializados y parte de los trabajadores del sector informal (con primaria completa)	
	Obreros no especializados y otra parte del sector informal de la economía (sin primaria completa)	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández



Cuadro N° 031: Nivel de instrucción de la madre

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Nivel de instrucción de la madre	Ponderación
Descriptor	Enseñanza superior o su equivalente	
	Técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media	
	Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior	
	Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria)	
	Analfabeta	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández

Cuadro N° 032: Principal fuente de ingreso de la familia

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Principal fuente de ingreso de la familia	Ponderación
Descriptor	Fortuna heredada o adquirida	
	Ganancias o beneficios, honorarios profesionales	
	Sueldo mensual	
	Salario mensual, por día, entrada a destajo	
	Donaciones de origen público o privado	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández

Cuadro N° 033: Grado de relación entre instituciones y organizaciones locales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Grado de relación entre instituciones y organizaciones locales	Ponderación
Descriptor	No hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Poca coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal y participan en los espacios de concertación.	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 034: Capacitación en tema de gestión del riesgo de desastres

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capacitación en temas de gestión del riesgo	Ponderación
Descriptor	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo	
	La población esta escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	
	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	
	La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total	
	La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 035: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres	Ponderación
Descriptor	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los de	
	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 036: Actitud frente al riesgo

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Actitud frente al riesgo	Ponderación
Descriptor	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	
	Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población	
	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	
	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir el riesgo	
	Actitud previsora de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 037: Campaña de difusión

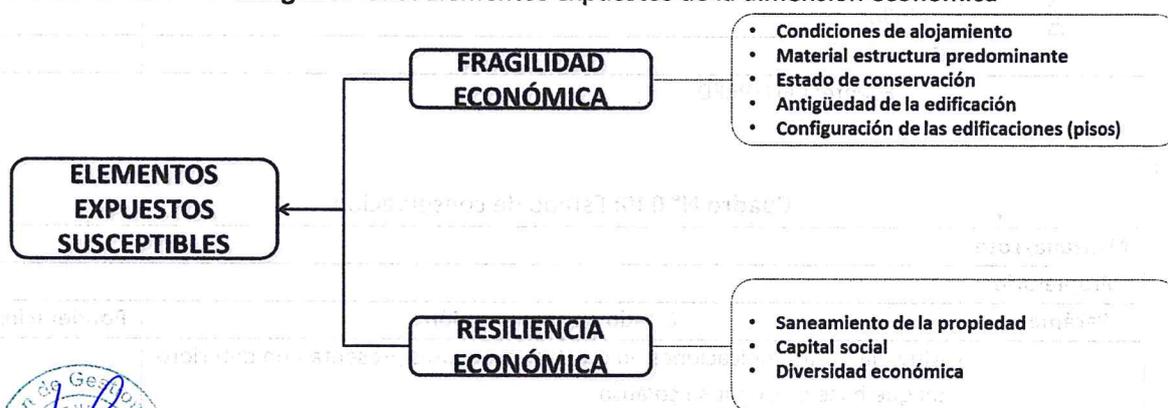
Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Campaña de difusión	Ponderación
Descriptor	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo para la población local	
	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población	
	Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población	
	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento total de la población	
	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades	

Fuente: CENEPRED

3.3.2. Dimensión económica

Se indican como ejemplos parámetros a considerar en el análisis de la vulnerabilidad económica, estos pueden variar en función de las necesidades del equipo multidisciplinario que realizara la evaluación de riesgos o de la disponibilidad de la información. Ver imagen N° 015.

Imagen N° 015: Elementos expuestos de la dimensión económica



Fuente: CENEPRED

3.3.2.1. Fragilidad económica

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la fragilidad económica de los elementos susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 038, N° 039, N° 040, N° 041 y N° 042.

Cuadro N° 038: Condiciones de alojamiento

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Condiciones de alojamiento	Ponderación
Descriptor	Viviendas con óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo	
	Viviendas con óptimas condiciones sanitarias en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios.	
	Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1 y 2	
	Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias	
	Rancho o vivienda con condiciones sanitarias marcadamente inadecuadas	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 039: Material estructura predominante

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Material estructura predominante	Ponderación
Descriptor	Estera/cartón	
	Madera	
	Adobe (Quincha)	
	Ladrillo	
	Concreto	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 040: Estado de conservación

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Estado de conservación	Ponderación
Descriptor	Muy malo: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso	
	Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos	
	Regular: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.	
	Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal	
	Muy bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 041: Antigüedad de la edificación

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Antigüedad de la edificación	Ponderación
Descriptor	Más de 30 años	
	De 20 a 29 años	
	De 10 a 19 años	
	De 1 a 9 años	
	Menos de 1 año	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 042: Configuración de elevación de las edificaciones (pisos)

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Configuración de elevación de las edificaciones (pisos)	Ponderación
Descriptor	5	
	4	
	3	
	2	
	1	

Fuente: CENEPRED



3.3.2.2. Resiliencia económica

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la resiliencia económica de los elementos susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadros N°043, N°044 y N°045.

Cuadro N° 043: Saneamiento de la propiedad

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Saneamiento de la propiedad	Ponderación
Descriptor	Ninguna propiedad cuenta con saneamiento físico – legal	
	La menor parte de las propiedades cuenta con saneamiento físico – legal.	
	La mitad de las propiedades cuenta con saneamiento físico – legal	
	La mayor parte de las propiedades cuentan con saneamiento físico – legal	
	Todas las propiedades cuentan con saneamiento físico - legal	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 044: Capital social

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capital social	Ponderación
Descriptor	Las organizaciones sociales tienen bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión interna.	
	No hay organizaciones sociales	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 045: Diversidad económica

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Diversidad económica	Ponderación
Descriptor	Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva	
	Los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva.	
	Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas	
	Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas, en diferentes sectores económicos	
	Los ingresos domésticos se basan en un gran número de actividades productivas, en diferentes sectores económicos de forma equilibrada	

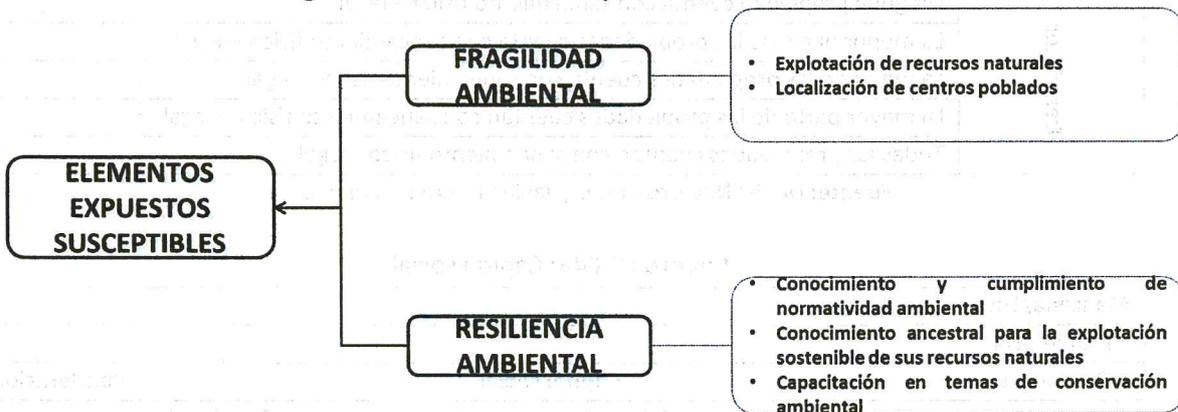
Fuente: CENEPRED



3.3.3. Dimensión ambiental

Se indican como ejemplos parámetros a considerar en el análisis de la vulnerabilidad ambiental, estos pueden variar en función de las necesidades del equipo multidisciplinario que realizara la evaluación de riesgos o de la disponibilidad de la información. Ver imagen N°016.

Imagen N° 016: Elementos expuestos de la dimensión ambiental



Fuente: CENEPRED

3.3.3.1. Fragilidad ambiental

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la Fragilidad ambiental de los elementos susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 046 y N° 047.

Cuadro N° 046: Explotación de recursos naturales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Explotación de recursos naturales	Ponderación
Descriptor	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar en estudio	
	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación de cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales)	
	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	
	Prácticas de conservación / uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelos y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad	
	Prácticas de consumo / uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental	

Fuente: CENEPRED



Cuadro N° 047: Localización de centros poblados

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Localización de centros poblados	Ponderación
Descriptor	Muy cercano < 1 km	
	Cercana 1 km a 5km	
	Medianamente cerca 5 a 10 km	
	Alejada 10 a 12 km	
	Muy alejada > 12 km	

Fuente: CENEPRED

3.3.3.2. Resiliencia ambiental

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la Fragilidad ambiental de los elementos susceptibles al fenómeno volcánico, ver cuadros N° 048, N° 049 y N° 050.

Cuadro N° 048: Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	Ponderación
Descriptor	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental	
	Solo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	
	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola parcialmente	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente	

Fuente: CENEPRED



Cuadro N° 049: Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales	Ponderación
Descriptor	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales	
	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 050: Capacitación en temas de conservación ambiental

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capacitación en temas de conservación ambiental	Ponderación
Descriptor	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental	
	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	
	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial	
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total	

Fuente: CENEPRED



3.4. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Cuadro N° 051: Matriz de vulnerabilidad – Caso Ubinas (CCPP Querapi)

MATRIZ DE VULNERABILIDAD	
MUY ALTO	Vivienda de estera, madera o cartón, estado de construcción: en ruinas; con pozo ciego ó sin servicio de desagüe; sin conexión a agua potable, agua procedente de río, acequia, manantial o similar; con habitantes sin conocimiento de gestión de riesgos sin difusión, con actitud fatalista, conformista y con desidia, escasamente previsor, sin medidas de prevención.
ALTO	Vivienda de adobe o quincha, estado de construcción: inconclusa, con estado de conservación : malo; con servicio de luz por motor propio, con pozo séptico, con agua de pilón de uso público, con difusión parcial y poco frecuente en gestión del riesgo, parcialmente previsor sin implementar medidas para prevenir.
MEDIO	Vivienda de ladrillo, estado de construcción: bueno y en construcción; con servicio de luz fuera de vivienda; con conexión a desagüe fuera de vivienda; con conexión a agua potable fuera de vivienda; con habitantes con conocimiento de gestión de riesgos con difusión masiva y poco frecuente, parcialmente previsor, con escasas medidas de prevención.
BAJO	Vivienda de concreto, estado de construcción: muy bueno y terminado; con servicio de luz dentro de vivienda; con conexión a desagüe dentro de vivienda; con conexión a agua potable dentro de vivienda; con habitantes con conocimiento de gestión de riesgos por difusión masiva, previsor, con medidas de prevención.

Fuente: CENEPRED

3.5. Niveles de vulnerabilidad

3.5.1. Niveles de vulnerabilidad

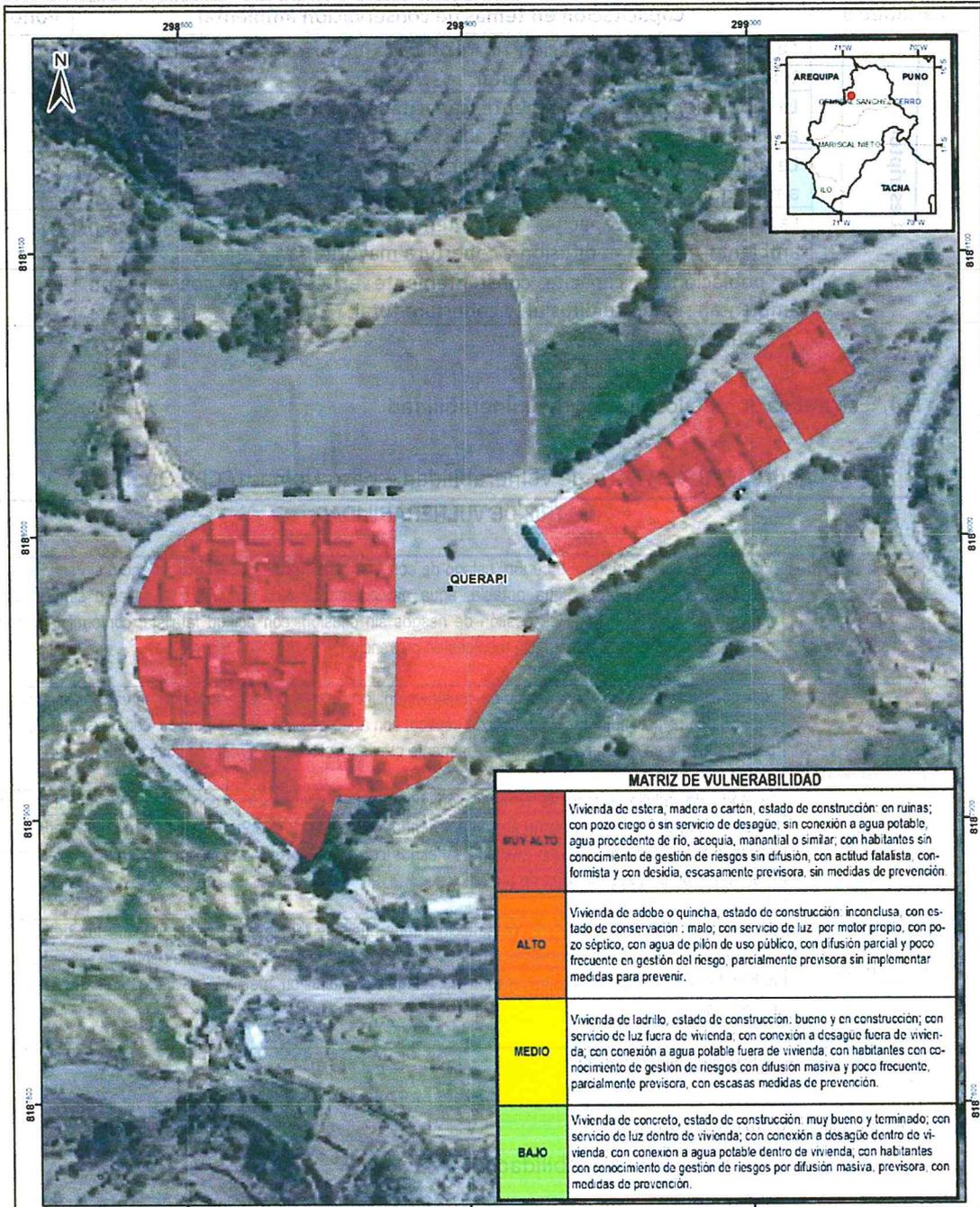
Cuadro N° 052: Niveles de vulnerabilidad – Caso volcán Ubinas (CCPP Querapi)

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0,253 \leq R \leq 0,495$
ALTO	$0,156 \leq R < 0,253$
MEDIO	$0,061 \leq R < 0,156$
BAJO	$0,034 \leq R < 0,061$

Fuente: CENEPRED

3.6. Mapa de niveles de vulnerabilidad

Imagen N° 017: Mapa de niveles de vulnerabilidad – Caso Volcán Ubinas



Fuente: CENEPRED



4. NIVELES DE RIESGOS

4.1. Identificación de áreas de riesgo potencial

Se comienza asociando los datos bibliográficos obtenidos de los estudios de riesgos previos del fenómeno volcánico a los daños históricos (registros) a su probable área de influencia.

4.2. Niveles de riesgo

Cuadro N° 053: Niveles de riesgo – Caso volcán Ubinas (CCPP Querapi)

NIVEL	RANGO
MUY ALTO NO MITIGABLE	$0.255 \leq R \leq 1.225$
ALTO	$0.073 \leq R < 0,255$
MEDIO	$0.007 \leq R < 0.073$
BAJO	$0,001 \leq R < 0.007$

Fuente: CENEPRED



4.3. Matriz de riesgo

Cuadro N° 054: Matriz de riesgo – Caso volcán Ubinas (CCPP Querapi)

PELIGROSIDAD	MUY ALTO	2.515	0.153	0.392	0.636	1.245
	ALTO	1.040	0.063	0.162	0.263	0.515
	MEDIO	0.402	0.025	0.063	0.102	0.199
	BAJO	0.136	0.008	0.021	0.034	0.067
			0.061	0.156	0.253	0.495
			BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VULNERABILIDAD						

Fuente: CENEPRED



4.4. Estratificación de riesgo

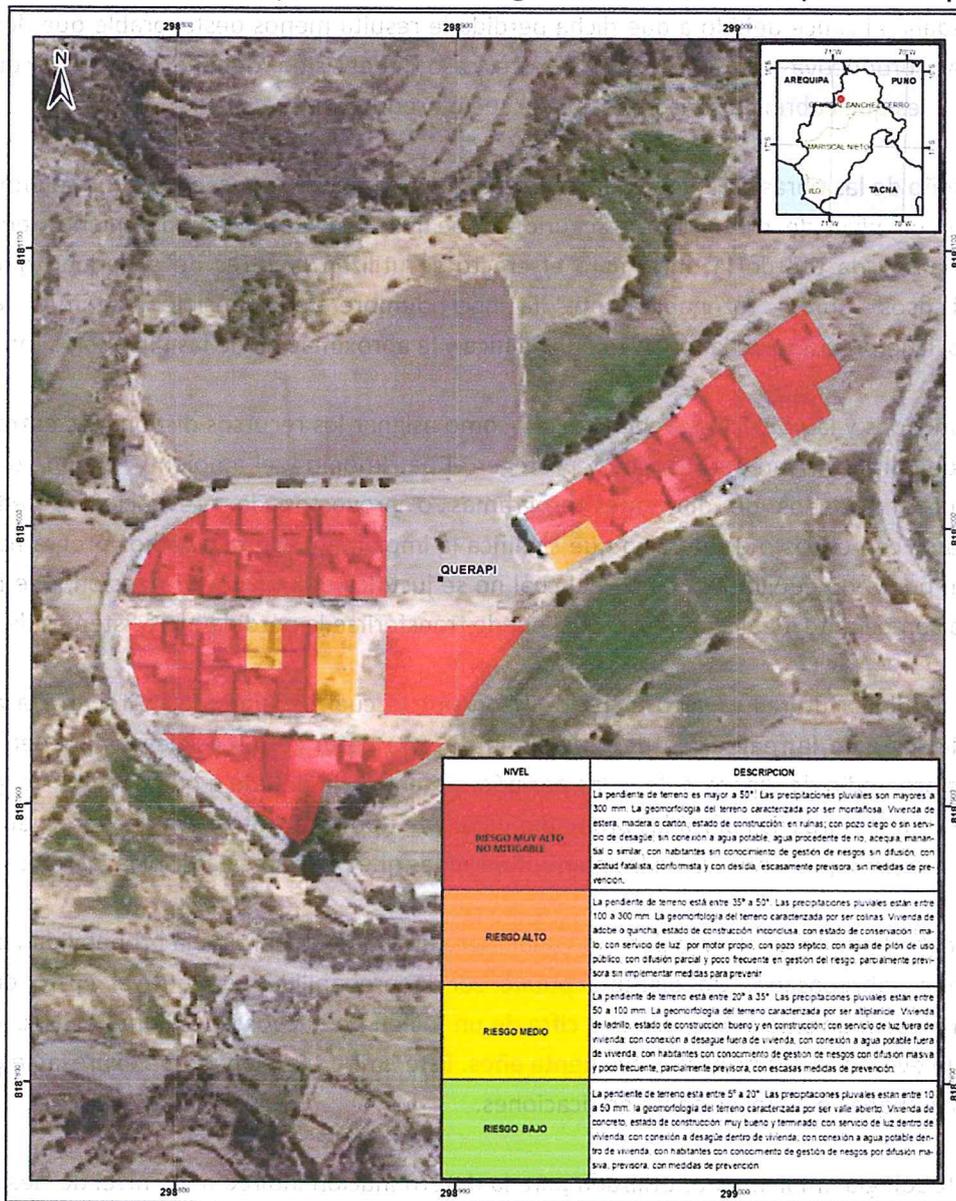
Cuadro N° 055: Estratificación de riesgo – Caso volcán Ubinas (CCPP Querapi)

MUY ALTO NO MITIGABLE	<p>Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad tiene una magnitud mayor a 7. Para caída de tefras: Severamente afectados por caída de ceniza hasta 3 cm de grosor durante una erupción volcánica. Con direcciones de vientos Noreste predominantes de abril a noviembre y con direcciones de vientos Suroeste predominantes de diciembre a marzo. Vivienda de estera, madera o cartón, estado de construcción: en ruinas; con pozo ciego ó sin servicio de desagüe; sin conexión a agua potable, agua procedente de río, acequia, manantial o similar; con habitantes sin conocimiento de gestión de riesgos sin difusión, con actitud fatalista, conformista y con desidia, escasamente previsora, sin medidas de prevención.</p>
ALTO	<p>Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: La pendiente de terreno está entre 35° a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser colinas. La litología corresponde a compuestos volcánicos. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo sedimentario. La sismicidad tiene una magnitud entre 6 a menor a 7. Para caída de tefras: Moderadamente afectados por caída de ceniza de más de 1 cm de grosor durante una erupción volcánica. Con direcciones de vientos Noreste predominantes de abril a noviembre y con direcciones de vientos Suroeste predominantes de diciembre a marzo. Vivienda de adobe o quincha, estado de construcción: inconclusa, con estado de conservación : malo; con servicio de luz por motor propio, con pozo séptico, con agua de pilón de uso público, con difusión parcial y poco frecuente en gestión del riesgo, parcialmente previsora sin implementar medidas para prevenir.</p>
MEDIO	<p>Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: La pendiente de terreno está entre 20° a 35°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser altiplanicie. La litología corresponde a intrusivos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad tiene una magnitud entre 5 a menor a 6. Para caída de tefras: Ligeramente afectados por caída de ceniza de menos de 1 cm de grosor durante una erupción volcánica. Con direcciones de vientos Noreste predominantes de abril a noviembre y con direcciones de vientos Suroeste predominantes de diciembre a marzo. Vivienda de ladrillo, estado de construcción: bueno y en construcción; con servicio de luz fuera de vivienda; con conexión a desagüe fuera de vivienda; con conexión a agua potable fuera de vivienda; con habitantes con conocimiento de gestión de riesgos con difusión masiva y poco frecuente, parcialmente previsora, con escasas medidas de prevención.</p>
BAJO	<p>Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: La pendiente de terreno está entre 5° a 20°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser valle abierto. La litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo volcánico y en zona de alteración. La sismicidad tiene una magnitud menor a 4. Para caída de tefras: Ligeramente afectados por caída de ceniza de menos de 1 cm de grosor durante una erupción volcánica. Con direcciones de vientos Noreste predominantes de abril a noviembre y con direcciones de vientos Suroeste predominantes de diciembre a marzo. Vivienda de concreto, estado de construcción: muy bueno y terminado; con servicio de luz dentro de vivienda; con conexión a desagüe dentro de vivienda; con conexión a agua potable dentro de vivienda; con habitantes con conocimiento de gestión de riesgos por difusión masiva, previsora, con medidas de prevención.</p>

Fuente: CENEPRED

4.5. Mapa de riesgo

Imagen N° 018: Mapa de niveles de riesgo – Caso volcán Ubinas (CCPP Querapi)



Fuente: CENEPRED

5. CONTROL DE RIESGO

5.1. Aceptabilidad/Tolerabilidad

A pesar de los esfuerzos de especialistas de diferente disciplinas para estimar o valorar el riesgo, cualquiera que sea el enfoque de concepción del riesgo que se tenga, es necesario tener un referente para efectos de estimar cuándo unas consecuencias sociales, económicas o ambientales pueden considerarse graves, importantes o insignificantes y si son o no aceptables por quien tiene la posibilidad de sufrirlas o afrontarlas (Douglas 1986).



Este concepto lo ilustra por ejemplo la decisión de una comunidad, una vez conocido el mapa de riesgos de crecientes de un río, de aceptar la posible pérdida de una cosecha al utilizar para la agricultura cierta zona aledaña al cauce debido a que dicha pérdida le resulta menos desfavorable que desaprovechar la capacidad productiva de la misma. En este caso la decisión depende de la recurrencia de las inundaciones que cubren la zona y del tipo de suelo productivo.

En el diseño de las obras de ingeniería ha sido común utilizar este concepto en forma implícita con el fin de lograr un nivel de protección y seguridad que justifique la inversión teniendo en cuenta como referencia la vida útil de la obra. Para el efecto se utilizan factores de seguridad que en términos probabilísticos cubren "razonablemente" la incertidumbre de la posible magnitud de las acciones externas, la imprecisión de la modelación analítica y la aproximación de las hipótesis simplificadoras.

Las autoridades y la población, deben decidir como asignar los recursos disponibles entre las diferentes formas de dar seguridad para la vida y proteger el patrimonio y el ambiente. De una u otra forma los beneficios anticipados de diferentes programas o proyectos de prevención o reducción deben compararse con el costo económico que significa la implementación de dichos programas o proyectos. Existe un punto de equilibrio a partir del cual no se justifica una mayor protección, que bien puede ser utilizado como límite ideal a partir del cual puede transferirse la pérdida a los sistemas de seguros.

Evaluar pérdidas futuras es algo incierto, razón por la cual usualmente se recurre a alguna medida probabilística para la realización de un estudio de esta naturaleza. Los riesgos pueden expresarse en pérdidas promedio de dinero o de vidas por año, sin embargo debido a que eventos de gran intensidad son hechos muy raros, las pérdidas promedio para este tipo de eventos, tan poco frecuentes, pueden no dar una imagen representativa de las grandes pérdidas que podrían estar asociadas a los mismos.

Esta dificultad puede resolverse determinando para un límite de pérdida la probabilidad de que éste sea igualado o sobrepasado. Un ejemplo puede ser la probabilidad de que el costo de los daños y reparaciones en un sitio sobrepase una cifra de un millón de nuevos soles como consecuencia de por lo menos un evento en los próximos cincuenta años. Este límite también puede expresarse en términos de víctimas humanas o de fallas en las edificaciones.

Una metodología ampliamente utilizada para la determinación indirecta del nivel de riesgo es el análisis de costo – beneficio o costo – efectividad, en el cual se relaciona el daño con el peligro para la vida. En áreas altamente expuestas donde ocurren con frecuencia eventos de dimensiones moderadas, cualquier aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la reducción en los costos causados por daños.

Sin embargo, en áreas menos expuestas los requisitos de mitigación se pueden justificar sólo en términos de seguridad para la vida, pues los ahorros esperados en daños por eventos que ocurren con muy poca frecuencia no son lo suficientemente cuantiosos para justificar un aumento en los costos de la mitigación.

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que

sea, nunca será nulo; por lo tanto siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

Los siguientes cuadros describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de ocurrencia de un fenómeno natural, las medidas cualitativas de consecuencia y daño, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y las correspondientes matrices, indicando los niveles que ayudaran al control de riesgos.



Cuadro N° 056: Niveles de consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRD

Cuadro N° 057: Niveles de frecuencia de ocurrencia

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: CENEPRD

Cuadro N° 058: Matriz de consecuencias y daños

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
ALTA	3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
MEDIA	2	Medio	Medio	Alta	Alta
BAJO	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJO	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: CENEPRD

Cuadro N° 059: Medidas cualitativas de consecuencias y daño

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieros
3	ALTA	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	MEDIA	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.
1	BAJO	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 060: Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	TOLERABLE	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1		El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 061: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo



Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

Para realizar la evaluación de la consecuencia y daño se debe tener en cuenta la posición del mismo en la matriz de medidas cualitativas de consecuencia y daño, según la celda que ocupa, aplicando los siguientes criterios:

- ✓ Si las consecuencias se ubican en la zona de daño bajo, significa que su Frecuencia es baja, es decir los posibles daños por el riesgo es **Aceptable**, lo cual permite al Gobierno Regional o Local o Institución, asumirlo, es decir, el riesgo se encuentra en un nivel que puede aceptarlo sin necesidad de tomar otras medidas de control diferentes a las que se poseen.
- ✓ Si el daño se ubica en la zona de daño muy alta, su consecuencia es muy alta y su frecuencia muy alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Inadmisible**, por tanto es aconsejable reducir la actividad que genera el riesgo en la medida que sea posible, de lo contrario se deben implementar controles de prevención para evitar la probabilidad del riesgo, de protección para disminuir el Impacto o compartir o transferir el riesgo si es posible a través de pólizas de seguros u otras opciones que estén disponibles.

- ✓ Si el Daño se sitúa en cualquiera de las otras zonas (medio o alto) se deben tomar medidas para llevar los daños a la zona de menor nivel en lo posible. Las medidas dependen de la celda en la cual se ubica el daño, así: los daños de frecuencia baja y consecuencia alta se previenen; los daños con frecuencia media y consecuencia alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Tolerable**, se reduce o se comparte el daño, si es posible; también es viable combinar estas medidas con evitar el daño cuando éste presente una consecuencia alta y media, y la frecuencia sea media o alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Inaceptable**.
- ✓ Cuando la probabilidad del daño sea media y su frecuencia baja, se debe realizar un análisis del costo - beneficio o costo - efectividad con el que se pueda decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.
- ✓ Cuando el daño tenga una consecuencia baja y frecuencia muy alta se debe tratar de compartir el riesgo y evitar la emergencia en caso de que éste se presente. Siempre que el riesgo sea calificado con impacto frecuente el Gobierno Regional o Local o institución debe diseñar planes de operaciones o de contingencia, para protegerse en caso de su ocurrencia.

Así pues, desarrollada la primera etapa de identificación, se procede a estimar la frecuencia de ocurrencia del riesgo inherente y los daños, frente a cada uno de los eventos o escenarios de riesgo, lo mismo que el impacto en caso de materializarse mediante los riesgos asociados.

Esta etapa de medición, tiene como objetivo conceptuar sobre la racionalidad del riesgo o riesgos identificados, proceder a listarlos con el criterio de mayor a menor puntaje, con lo cual se dispondrá de una base para decidir sobre la prioridad de tratamiento. Posteriormente se hará un compendio con los riesgos identificados en la zona de estudio, el cual constituirá el soporte y priorización de las actividades, acciones y proyectos de inversión para el Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres. Ver siguiente cuadro.



Cuadro N° 062: Nivel de priorización

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACION
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED

6. BIBLIOGRAFIA

1. ADM-UNAL - Alcaldía de Manizales - Universidad Nacional de Colombia. (2005). Gestión de Riesgos en Manizales. http://idea.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos/
2. Aguarón, J. and Moreno-Jiménez, J. M., (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research* 147 (1), 137–145.
3. Aceves – Quesada, Fernando; López – Blanco, Jorge; Martín del Pozzo, Ana Lillian. (2006). Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y SIG en el área del nevado de Toluca, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 23, núm. 2, p. 113-124.
4. Asociación Solidaridad Países Emergentes. (2014). Diagnóstico cualitativo de las comunidades de Querapi y Tonohaya ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable afectadas por el volcán Ubinas en el departamento de Moquegua. (Informe de Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales). ASPeM.
5. Autoridad Nacional del Agua. (2014). Consolidado de reportes de monitoreo de la calidad del agua superficial en el ámbito de influencia del volcán Ubinas. (Informe). Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos.
6. Campos, O. y Peraza, Z. (1994). Características geotécnicas para el control de las cuencas de los ríos Santa Bárbara, San Rafael y Buena Vista. Trabajo de Grado, Escuela de Ciencias de la tierra, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.
7. Cardona O.D. (1985). "Hazard, Vulnerability and Risk Assessment", unedited working paper, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology IZIS, Skopje, Yugoslavia.
8. Carreño M.L., Cardona O.D. y Barbat A.H. (2005). Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos. Colección de Monografías. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería – CIMNE, Barcelona, España.
9. CENAPRED. (2008). Volcanes. Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie de Fascículos. Diciembre, Primera Edición. México.
10. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED (2013). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. Lima.
11. Centro Nacional de Prevención de Desastres - CENAPRED. (1996). Estimación del riesgo volcánico en términos de la distribución estadística de erupciones explosivas. México.
12. Centro Nacional de Prevención de Desastres - CENAPRED. (2008). Volcanes. Peligro y Riesgo volcánico en México. Serie Fascículos. México.
13. Dirección Regional de Salud de Moquegua. (2014). Diagnóstico de la Calidad del Aire en la zona circundante al volcán San Pedro del distrito de Ubinas.
14. Dirección Regional de Salud de Moquegua. (2014). Plan de Monitoreo de Calidad del Aire frente a la Calidad Volcánica del Ubinas.
15. EduAmbiental. (2014). Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. <http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/contenidos/docpdf/capitulo22.pdf>
16. EIRD (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS.
17. Flickr. (2011) Derechos Reservados. www.lovebigisland.com
<https://m.flickr.com/#/photos/bigislandhawaiianvacation/5854505564/>
18. GRM - Gobierno Regional de Moquegua. (2014). Informe de evaluación de riesgos en el área de influencia del volcán Ubinas. 187 pp.
19. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CENEPRED/EVAR%20UBINAS%202014.pdf>
20. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2014). Metodología para la elaboración de mapas de peligros volcánicos.



21. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2014). Evaluación de Peligros Geológicos en el valle de Ubinas-Moquegua. Informe Técnico N° A6641.
22. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2014). Reporte especial sobre productos emitidos por el volcán Ubinas.
23. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). Diccionario de variables del Censo Nacional.
24. Inza Callupe, Alonso. (2013). Indicadores desencadenantes de erupciones volcánicas. INGEMMET.
25. Jiménez, César. (2008). Cálculo de la trayectoria de flujos del volcán Misti mediante modelado numérico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ciencias Físicas.
26. IGP - Instituto Geofísico del Perú (2012). Boletín Institucional. 3. 6. Julio-Diciembre. 28pp.
27. ISDR - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2009). UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. UNISDR-20-2009 Geneva. Naciones Unidas. 38pp.
28. Llinares, M. A.; Ortiz, R. y Marrero J. M. (2004). Riesgo Volcánico. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Ministerio del Interior. España. NIPO 126-04-026-6.
29. MacDonald, G. A. (1972). Volcanoes. A discussion of volcanoes, volcanic products, and volcanic phenomena. Prentice-Hall, International, New Jersey.
30. Ministerio de Agricultura y Pesquería. (2010). D.S. 261-69-AP, mod. por D.S. 007-83-SA y D.S.003-2003-SA. Estándares de Calidad Ambiental – Aguas.
31. Ministerio del Ambiente. (2010). Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. Lima.
32. Navarro Cueto, D. y Tejera Fernández, J. 2014. Diagnóstico de vulnerabilidad a los riesgos naturales en la micro cuenca Camino Real de la ciudad de Cusco. Centro Guamán Poma de Ayala.
33. OEA - Organización de los Estados Americanos. (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado.
<http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea65s/begin.htm#Contents>
34. OPS - Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas. Módulo 4: Salud ambiental y el riesgo volcánico. ISBN 9978-44-054-2. Quito, Ecuador.
35. OVI - Observatorio Vulcanológico INGEMMET. (2009). Erupción del volcán Ubinas, marzo 2009.
<http://ovi.ingemmet.gob.pe>
36. Presidencia del Consejo de Ministros. (2001). Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
37. Rivera, Marco; Mariño, Jerzy; Thouret, Jean – Claude; Cacya, Lourdes; Aceves – Quesada, Fernando; López – Blanco, Jorge; Martín del Pozzo, Vicentina, Cruz; Zúñiga, Sebastián. (2006). Mapa preliminar de peligro volcánico del volcán Ubinas. XIII Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú.
38. Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
39. Toskano G. B. (2005). El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Facultad de Ciencias Matemáticas. UNMSM – Perú.



7. ANEXOS

ANEXO: A

Para el proceso de ponderación de los parámetros y descriptores, se tomara como ejemplo solo la dimensión social (fragilidad). Este proceso de ponderación y selección de parámetros y descriptores variara en función del área de estudio y de la información disponible o existente.

1° Se identifican los parámetros y descriptores de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico, como se muestra en la imagen N° 019.

Imagen N° 019: Elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico - dimensión social



2° Se construye la matriz de comparación de pares, para la fragilidad social y la resiliencia social. En el caso de la fragilidad la matriz es de 7x7, por tener 7 parámetros. Los valores de importancia relativa al comparar dos parámetros se obtienen de la tabla de Saaty (imagen N°063)

Cuadro N° 063: Tabla de ponderación de Saaty

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las comparaciones anteriores.	

Cuadro N° 064: Matriz de comparación de pares para la fragilidad social - parámetros

PARAMETRO	Población total por grupo etareo	Servicios de agua	Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	Estrato social	Tenencia de la vivienda	Servicios de salud	Servicios educativos
Población total por grupo etareo	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
Servicios de agua	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	5.000	6.000
Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Estrato social	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000
Tenencia de la vivienda	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
Servicios de salud	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Servicios educativos	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000
SUMA	2.218	5.093	8.950	13.783	19.583	25.333	33.000
1/SUMA	0.451	0.196	0.112	0.073	0.051	0.039	0.030

La matriz de normalización permite obtener valores de ponderación de 0 a 1 (en porcentaje de 0% a 100%).



Cuadro N° 065: Matriz de normalización para la fragilidad social

PARAMETRO	Población total por grupo etareo	Servicios educativos	Servicios de salud	Estrato social	Servicios de agua	Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	Tenencia de la vivienda	Vector Priorización
Población total por grupo etareo	0.451	0.589	0.447	0.363	0.306	0.276	0.242	0.382
Servicios educativos	0.150	0.196	0.335	0.290	0.255	0.197	0.182	0.230
Servicios de salud	0.113	0.065	0.112	0.218	0.204	0.197	0.182	0.156
Estrato social	0.090	0.049	0.037	0.073	0.153	0.158	0.152	0.102
Servicios de agua	0.075	0.039	0.028	0.024	0.051	0.118	0.121	0.065
Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	0.064	0.033	0.022	0.018	0.017	0.039	0.091	0.041
Tenencia de la vivienda	0.056	0.028	0.019	0.015	0.013	0.013	0.030	0.025
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Cuadro N° 066: Ponderación de parámetros para la fragilidad social

Parámetros	Peso ponderado
Población total por grupo etario	0.382
Servicios educativos	0.230
Servicios de salud	0.156
Estrato social	0.102
Servicios de agua	0.065
Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	0.041
Tenencia de la vivienda	0.025

Relación de Consistencia = 0.080

Ejemplo para obtener las ponderaciones de los descriptores para el parámetro de grupo etario.

Cuadro N° 067: Matriz de comparación de pares para la fragilidad social - descriptores

Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	De 16 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
De 16 a 30 años	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
De 30 a 50 años	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.78	8.58	13.33	19.00
1/SUMA	0.51	0.21	0.12	0.08	0.05

Cuadro N° 068: Matriz de normalización para la fragilidad social

Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	De 16 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector Priorizacion
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.513	0.627	0.466	0.375	0.316	0.459
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.171	0.209	0.350	0.300	0.263	0.259
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.128	0.070	0.117	0.225	0.211	0.150
De 16 a 30 años	0.103	0.052	0.039	0.075	0.158	0.085
De 30 a 50 años	0.085	0.042	0.029	0.025	0.053	0.047



Cuadro N° 069: Ponderación de parámetros para la fragilidad social

Descriptor	Vector Priorizacion
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.459
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.259
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.150
De 16 a 30 años	0.085
De 30 a 50 años	0.047

Relación de Consistencia = 0.072