



**GOBIERNO
REGIONAL
MOQUEGUA**
Gestión concertada para el desarrollo

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL VOLCAN UBINAS. 2014

 **PCM** Proceso
del CDR
del BCR


CENEPRED

 **INDECI**
INSTITUTO NACIONAL DE OCU, LUCHA CIVIL

**GOBIERNO
REGIONAL
MOQUEGUA**
Gestión concertada para el desarrollo

**INGEMMET**
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

**IGP**
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

 **COFOPRI**
ORGANISMO DE FORMALIZACIÓN DE LA PROPIEDAD RUSTICAL

 **ANA**
Autoridad Nacional del Agua

**INEI**
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

 **OEFA**
OFICINA GENERAL DE INSPECCIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

**Ministerio de Salud**

 **Senamhi**

ELABORACION DEL INFORME TECNICO:

Luis Agapito Mamani- Gobierno Regional de Moquegua.
Ricardo Huacho Cuayla - Gobierno Regional de Moquegua.
Pablo Ernesto Herrera Rosales- Gobierno Regional de Moquegua.
Rocío Quispe Romero – Gobierno Regional de Moquegua

PARTICIPACION DE DIRECCIONES REGIONALES DE MOQUEGUA:

Carmen D. Farfán Obando – Dirección Regional de Salud Moquegua- DIRESA
Elmer Ticona Paucara- Dirección Regional de Salud Moquegua- DIRESA
Ricardo Lagunas Espada – Instituto Nacional de Estadística e Informática – Moquegua
Francisco Lizardo Holguin Quilla – Organismos de Formalización de la Propiedad Informal - Moquegua
Carlos Augusto Zeballos Rodriguez - Organismos de Formalización de la Propiedad Informal – Moquegua
Maritza Ramos Chicalla – Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Moquegua
Alfredo Gelber Cama Diaz - Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Moquegua
Ricardo Catacora del Carpio – Dirección Regional de Agricultura – Moquegua
Pedro Lopez Vargas – Dirección Regional de Agricultura – Moquegua

PARTICIPACION DE INSTITUCIONES TECNICO-CIENTIFICAS:

Lionel Virgilio Fidel Smoll- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET
Jersy Mariño Salazar- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico- INGEMMET
Marco Rivera Porras- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET
Luisa Macedo Franco- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

Orlando Macedo - Instituto Geofísico del Perú - IGP
Adolfo Inza Callupe - Instituto Geofísico del Perú - IGP
Victor Aguilar Puruhuaya- Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-IGP UNSA

Gabriela Rosas Benancio- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI
Gerardo Jacome Vergaray- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- SENAMHI
Martin Bonshoms Calvelo- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI
Felix Cubas S.- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI

Ronald Fernández Bravo- Autoridad Nacional del Agua- ANA
Juan Carlos Castro Vargas- Autoridad Nacional del Agua- ANA

Delia Morales Cuti – Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA
Pedro A. Sifuentes Amez- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA

Ginger Miriam Portocarrero García- Ministerio de Salud -MINSA

Edwin Somoza Vargas- -Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural- AGRORURAL
Juan León Tuya- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural-AGRORURAL

Carlos Santur Alberca- Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI

Elena Olimpia Delgadillo Castellanos- Organismo de formalización de la propiedad informal-COFOPRI
Manuel Jesus Olivera James –Organismo de formalización de la propiedad informal-COFOPRI

José Rojas Chávez- Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA

Andrei Darío Hermoza Vásquez – Dirección General de Salud- DIGESA
Luis Armando Apolo Arévalo– Dirección General de Salud- DIGESA

Roberto Jesus Ticona Calizaya – Autoridad Local del Agua/ALA – Moquegua

ASISTENCIA TECNICA Y ACOMPAÑAMIENTO DEL CENEPRED

Wilder Hans Caballero Haro
Neil Sandro Alata Olivares
José Luis Epiquién Rivera
EnaJaimes Espinoza
Luis Alberto VilchezCáceda
Juan Carlos Montero Chirito
Oscar Manuel Aguirre Gonzalo
Reynerio Vargas Santacruz
Alfredo Zambrano Gonzáles
Rinat Giosue Solorzano Palero
Henry Jesús Matos.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Objetivo	10
1.2. Finalidad	10
1.3. Justificación	10
1.4. Antecedentes	11
2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	13
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL VOLCÁN UBINAS	14
2.1.1 Recopilación de información disponible	14
2.1.2 Análisis de información recopilada	14
2.1.3 Ubicación geográfica	15
2.1.4 Características del volcán Ubinas	16
2.1.5 Características generales del área de estudio	17
2.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	21
2.2.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS	21
2.2.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – AVALANCHA DE ESCOMBROS	22
2.2.2.1 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD	22
2.2.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES	22
2.2.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	25
2.2.2.1.3 PARAMETROS DE EVALUACIÓN	26
2.2.3 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (riesgos potenciales existentes y los que se pueden generar)	27
2.2.4 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	27
2.2.4.1.1 SOCIALES	27
2.2.4.1.2 ECONOMICOS	29
2.2.4.1.3 AMBIENTALES	30
2.2.5 DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS	30
2.2.6 DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD	30
2.2.7 ESTRATIFICACION DE PELIGROSIDAD	30
2.2.8 ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR AVALANCHA DE ESCOMBROS	31
2.3 DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS PIROCLASTICOS	32
2.3.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS	32
2.3.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – FLUJOS PIROCLASTICOS	32
2.3.2.1 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD	32
2.3.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES POR FLUJOS PIROCLASTICOS	32
2.3.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE	35

2.3.2.1.3	PARAMETROS DE EVALUACION.....	36
2.3.3	SELECCIÓN DE LAS ZONAS (riesgos potenciales existentes y los que se pueden generar)	37
2.3.4	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	37
2.3.4.1	SOCIALES	37
2.3.4.1.1	ECONOMICOS.....	39
2.3.4.2	AMBIENTALES.....	40
2.3.5	DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS.....	41
2.3.6	DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD	41
2.3.7	ESTRATIFICACION DEL PELIGRO.....	41
2.3.8	ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS PIROCLASTICOS	42
2.4	DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS DE LODOS O LAHARES	43
2.4.1	PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS	43
2.4.2	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – FLUJOS DE LODOS O LAHARES	43
2.4.2.1	ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD.....	43
2.4.2.1.1	FACTORES CONDICIONANTES.....	43
2.4.2.1.2	FACTOR DESENCADENANTE	46
2.4.2.1.3	PARAMETROS DE EVALUACION.....	47
2.4.3	SELECCIÓN DE LAS ZONAS (riesgos potenciales existentes y los que se pueden generar)	48
2.4.4	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	48
2.4.4.1	SOCIALES	48
2.4.4.2	ECONOMICOS.....	50
2.4.4.3	AMBIENTALES.....	51
2.4.5	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	51
2.4.6	DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD.....	52
2.5	DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS DE LAVA	54
2.5.1	PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS	54
2.5.2	IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DEL PELIGRO – FLUJOS DE LAVA.....	54
2.5.2.1	ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD.....	54
2.5.2.1.1	FACTORES CONDICIONANTES.....	54
2.5.2.1.2	FACTOR DESENCADENANTE	57
2.5.2.1.3	PARAMETROS DE EVALUACION.....	58
2.5.3	SELECCIÓN DE LAS ZONAS (riesgos potenciales existentes y los que se pueden generar).....	59
2.5.4	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	59
2.5.4.1	SOCIALES	59

2.5.1.1.1	ECONOMICOS	60
2.5.4.2	AMBIENTALES	61
2.5.5	DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS	61
2.5.6	DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD	61
2.5.7	ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS DE LAVA.....	63
2.6	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE CAIDA DE TEFRAS	64
2.6.1	PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS	64
2.6.2	IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DEL PELIGRO – CAIDA DE TEFRAS.....	64
2.6.2.1	ANALISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD	64
2.6.2.1.1	FACTORES CONDICIONANTES.....	64
2.6.2.1.3	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	67
2.6.3	Resultados de análisis de concentraciones de elementos químicos en agua expuesta a cenizas emitidas por explosiones del volcán Ubinas.....	68
2.6.4	Resultados de diagnóstico de la calidad de aire en la zona circundante al Volcán Ubinas San Pedro del Distrito de Ubinas- análisis de concentraciones de partículas en suspensión en aire de cenizas emitidas por explosiones del volcán Ubinas	70
2.6.5	SELECCIÓN DE LAS ZONAS (riesgos potenciales existentes y los que se pueden generar)	72
2.6.6	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	72
2.6.6.1	SOCIALES	72
2.6.6.2	ECONOMICOS	74
2.6.6.3	AMBIENTALES	75
2.6.7	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS.....	76
2.6.8	DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD	76
2.6.9	ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	77
3.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	78
3.1	DEL CENTRO POBLADO QUERAPI	78
3.1.1	DIMENSION SOCIAL	79
3.1.1.1	Exposición Social:	79
3.1.1.2	Fragilidad Social:.....	80
3.1.1.3	Resiliencia Social:	82
3.1.2	DIMENSION ECONOMICA	83
3.1.2.1	Exposición Económica:	83
3.1.2.2	Fragilidad Económica:	84
3.1.3	DEFINICIÓN DE NIVELES DE VULNERABILIDAD	86
3.1.4	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	89

3.1.5	MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE QUERAPI	90
3.2	DEL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL	91
3.2.1	DIMENSIÓN SOCIAL	91
3.2.1.1	Exposición Social:	92
3.2.1.2	Fragilidad Social:.....	93
3.2.1.3	Resiliencia Social:	94
3.2.2	DIMENSION ECONOMICA	95
3.2.2.1	Exposición Económica:	95
3.2.2.2	Fragilidad Económica:	96
3.2.3	DEFINICIÓN DE NIVELES DE VULNERABILIDAD	98
3.2.4	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	100
3.3	DEL CENTRO POBLADO HUATAGUA.....	102
3.3.1	DIMENSION SOCIAL	102
3.3.1.1	Exposición Social:	103
3.3.1.2	Fragilidad Social:.....	104
3.3.1.3	Resiliencia Social:	106
3.3.2	DIMENSION ECONOMICA	107
3.3.2.1	Exposición Económica:	107
3.3.2.2	Fragilidad Económica:.....	109
3.3.3	DEFINICION DE NIVELES DE VULNERABILIDAD	111
3.3.4	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	114
3.3.5	MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE HUATAGUA	115
3.4	DEL CENTRO POBLADO TONOHAYA.....	116
3.4.1	DIMENSION SOCIAL	116
3.4.1.1	Exposición Social:	117
3.4.1.2	Fragilidad Social:.....	118
3.4.1.3	Resiliencia Social:	120
3.4.2	DIMENSION ECONOMICA	120
3.4.2.1	Exposición Económica:.....	121
3.4.2.2	Fragilidad Económica:	122
3.4.3	DEFINICION DE NIVELES DE VULNERABILIDAD	124
3.4.4	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	126
3.4.5	MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE TONOHAYA.....	127
4.	CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGOS	128

4.1	MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO QUERAPI	128
4.1.1	MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE FLUJO DE PIROCLASTOS.....	130
4.1.2	MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	131
4.1.3	MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE CAIDA DE TEFRAS	132
4.2	MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL	133
4.2.1	MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS	135
4.2.2	MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	136
4.2.3	MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE CAIDA DE TEFRAS	137
4.3	MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO TONOHAYA.....	138
4.3.1	MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS.....	140
4.3.2	MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS.....	141
4.3.3	MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE FLUJO DE LAHARES	142
4.3.4	MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE CAIDA DE TEFRAS	143
4.4	MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO HUATAGUA.....	144
4.4.1	MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS	146
4.4.2	MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS	147
4.4.3	MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE FLUJO DE LAHARES	148
4.4.4	MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE CAIDA DE TEFRAS	149
5.	CALCULO DE PROBABLES PÉRDIDAS ECONOMICAS ANTE LA OCURRENCIA DEL FENOMENO DE VULCANISMO.....	150
6.	ACEPTABILIDAD Y TOLERABILIDAD DEL RIESGO	156
7.	CONCLUSIONES	166
8.	RECOMENDACIONES.....	167
9.	BIBLIOGRAFIA.....	168

1. INTRODUCCIÓN

La Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres–SINAGERD y su reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 048–2011–PCM, el numeral 11.3 del artículo 11° del Reglamento de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres–SINAGERD, establece que los gobiernos regionales y locales son los encargados de: Identificar el nivel de riesgo existente en sus áreas de jurisdicción y asimismo, establecer un plan de gestión correctiva del riesgo en el cual se instituyan medidas de carácter permanente en el contexto del desarrollo e inversión.

Los artículos 14° y 16° de la Ley N° 29664 del SINAGERD, indican que los gobiernos regionales y gobiernos locales, al igual que las entidades públicas, ejecutan e implementan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus respectivos ámbitos de competencia. El numeral 11.1 del artículo 11° del Reglamento de la Ley N° 29664, indica que los gobiernos regionales y gobiernos locales incorporan en sus procesos de planificación, de ordenamiento territorial, de gestión ambiental y de inversión pública, la gestión del riesgo de desastres.

El literal a) numeral 6.2, del artículo 6° de la mencionada Ley N° 29664 del SINAGERD, define al proceso de estimación del riesgo de desastres, como aquel que comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, para analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres.

La Ley N° 29664 del SINAGERD y su reglamento, establecen que el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres –CENEPRED, es la institución que asesora y propone al ente rector la normatividad que asegure y facilite los procesos técnicos y administrativos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción a nivel nacional.

La Presidencia del Consejo de Ministros-PCM, reguló el proceso de estimación del riesgo de desastres a través de los “Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres”, el cual fue aprobado mediante Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM del 26 de diciembre de 2012. Los lineamientos técnicos, establecen los procedimientos técnicos y administrativos que permiten generar el conocimiento de los peligros, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que viabilicen la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres, así como los entes competentes para la ejecución de los informes y/o estudios de evaluación de riesgos a nivel de gobiernos regionales y locales (municipalidad provincial y distrital). Dichos lineamientos son de cumplimiento obligatorio para las instituciones de los tres niveles de gobierno miembros del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

El CENEPRED con Resolución Jefatural N° 058–2013–CENEPRED, del 29 de octubre de 2013, aprobó el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales y la Directiva N° 001-2013-CENEPRED/J Procedimientos Administrativos para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. El manual, presenta una metodología que analiza los parámetros de evaluación de los fenómenos y la susceptibilidad de los mismos, así como la vulnerabilidad de los elementos expuestos al fenómeno en función a la exposición, fragilidad y resiliencia, el cual permite determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de actividades y proyectos de inversión pública de prevención o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación. Dicha metodología semicuantitativa permite tener un porcentaje menor de incertidumbre para la determinación de los niveles de riesgos.

En este contexto, el Gobierno Regional de Moquegua es el ente responsable de realizar el informe de evaluación de los niveles de riesgos originados por el fenómeno de vulcanismo en el ámbito geográfico de influencia del volcán Ubinas, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento de

Moquegua, dado que es un peligro que afecta seriamente a la vida, la salud y el patrimonio de las poblaciones próximas al volcán.

El presente informe desarrolla la metodología establecida en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales elaborada por el CENEPRED, la cual ha permitido caracterizar cada peligro generado por el fenómeno de vulcanismo (flujo de piroclásticos, flujo de lava, flujo de lodo o lahares, avalancha de escombros y caída de tefras), asimismo, determinar los factores de susceptibilidad del territorio, determinar los escenarios de riesgos, los niveles de peligrosidad, la estratificación de peligro, la zonificación de peligrosidad, analizar los elementos expuestos, analizar la vulnerabilidad, los niveles de vulnerabilidad, la estratificación de la vulnerabilidad, la zonificación de la vulnerabilidad, cuantificar las posibles pérdidas y zonificar los riesgos de los centros poblados expuesto al área de influencia del volcán Ubinas.

1.1. Objetivo

Determinar los niveles de riesgos originados por el fenómeno de vulcanismo en el área de influencia del Volcán Ubinas.

1.2. Finalidad.

Este informe tiene por finalidad sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos en el área de influencia del Volcán Ubinas en el marco de la Ley de reasentamiento poblacional en zonas de muy alto riesgo no mitigable.

1.3. Justificación

La crisis eruptiva del volcán Ubinas se inició el 27 de marzo del 2006 (Mariño et. al. 2011) y duró hasta diciembre del 2009. En dicha fecha se reportaron emisiones de lava, proyectiles balísticos y caídas de cenizas en zonas cercanas al volcán. Las cenizas afectaron principalmente áreas situadas a menos de 12 km del volcán, donde se encuentran casi la totalidad de pueblos del valle de Ubinas.

El 01 de setiembre del 2013 se observó una mayor actividad eruptiva del volcán Ubinas que generó entre otros fenómenos asociados, la emisión de cenizas.

Las cenizas volcánicas actualmente afectan al medio ambiente del área de influencia del Volcán Ubinas. Estas contaminan al aire, de igual manera a los pastos naturales (los cuales son fuente de alimento para camélidos, ovinos y vacunos) provocándose pérdida y merma en el crecimiento, reproducción y rendimiento de la ganadería y economía en general de la zona; de igual manera, afectan las áreas de cultivo (papas, maíz, trigo, cebada, alfalfa entre otros productos de pan llevar) y asimismo, contaminan las fuentes de agua para uso en el ser humano, ganadería y cultivos.

Las cenizas volcánicas generan problemas de salud en los seres humanos de los poblados del área de influencia del volcán Ubinas, registrándose incremento de males respiratorios, dermatitis y afecciones estomacales. El efecto de las cenizas sobre la salud de la población es su propiedad acumulativa en el organismo, la cual conllevaría a disminución en el tiempo de vida de las personas.

La zonificación de los niveles de riesgos en el ámbito de influencia del volcán Ubinas ayudará a identificar las áreas geográficas con niveles de riesgos de muy alto no mitigable, muy alto, alto, medio y bajo. Dicho estudio servirá de sustento técnico al Estado, para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, regionales y nacionales, ante procesos de reasentamiento poblacional de la zona muy alta no mitigable.

1.4. Antecedentes.

Las investigaciones científicas confirman que las nubes de erupciones volcánicas como la del Chichón en México (1982), y la del Monte Pinatubo en Filipinas (1991) produjeron abundantes aerosoles de sulfato en la estratósfera que no permitieron el ingreso de luz solar, con lo que se afectó la temperatura global (OPS: Impacto de los desastres en la salud pública. Washington D.C., 2000. p.180). Se afirma también que, de repetirse una erupción de la magnitud del Tambora en Indonesia (1815), considerada la más mortífera de la historia causaría un número importante de muertes por hambre en muchas partes del mundo. Este problema sería el resultado de su impacto sobre el clima y de éste sobre los sistemas productivos agropecuarios.

El Servicio Geológico Colombiano-Pezi reportó que el 13 de noviembre de 1985, ocurrió una violenta explosión desde el cráter del Nevado del Ruiz en Armero, arrojando grandes flujos de material ardiente derritiendo rápidamente masas de nieve y generando sucesivos aludes de piedra y lodo que arrasaron en horas de la noche a la localidad de Armero sepultando a la mayor parte de sus 28,000 habitantes y otras pequeñas poblaciones a más de 80 kilómetros del volcán. El Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Centro de Formación Ambiental. Ecología de un desastre. Gonzalo Palomino Ortiz, Editor. Tolima en 1986, indicó que fue la mayor catástrofe natural sufrida por Colombia. Asimismo mencionó que los materiales volcánicos se acumularon en capas de 2 a 6 cm con cubrimiento del 75 al 100% de los pastos y provocaron daños irreversibles como reducción de la producción lechera entre el 50 y 100% y presentación de problemas digestivos.

Según Irma Fernández de UPLA en Chile, el 08 de mayo del 2008 el volcán Chaiten entró en su fase eruptiva, durante una semana arrojó piedras y cenizas incandescentes formando una columna eruptiva de 7,000 metros de altura obligando a evacuar rápidamente a la población de Chaiten y localidades aledañas. Las cenizas llevadas por los vientos a gran altura llegaron a casi 1,000 kilómetros de distancia sobre los lugares de Trelew y Puerto Madryn (costa Atlántica de Argentina).

El 16 de abril del 2010, la empresa Eurocontrol, organismo europeo encargado de la seguridad aérea, informó que debido a la presencia de las nubes de cenizas procedente del volcán Islandés, era necesario suspender los vuelos en el espacio aéreo europeo, esta disposición afectó a 11 países y a cientos de miles de viajeros; fueron cancelados entre 6, 000 y 8, 000 vuelos. Asimismo, 500 vuelos desde aeropuertos españoles con destino al norte de Europa fueron también cancelados. (Diario El Mundo, jueves 15/04/2010).

En marzo del 2006, la reactivación del volcán Ubinas, causó alarma y preocupación en los pobladores del valle de Ubinas y a sus autoridades quienes no disponían de planes ni estrategias para atender y/o evacuar a la población.

Posteriormente de abril a agosto del mismo año se produjo un importante incremento de la actividad volcánica que obligó a las autoridades a evacuar a más de 1,000 personas al refugio de Chacchagen (20 Km al SE del volcán). El valle de Ubinas cuenta actualmente con una población de 5, 000 habitantes y cuya principal actividad se basa en la agricultura y ganadería.

En el Perú existen más de 400 estructuras volcánicas (Fidel et al; 1997). Actualmente se consideran doce volcanes activos o potencialmente activos, entre ellos: Sara Sara, Solimana, Coropuna, Sabancaya, Chanchani, Misti, Ubinas, Huaynaputina, Ticsani, Yucamane, Tutupaca y Casiri (Simkim & Siebert, 1994).

Los documentos técnicos y científicos de relevancia considerados para la elaboración de este estudio son¹:

- En el año 2014, se elaboró el documento denominado: Metodología para la elaboración de mapas de peligros volcánicos. INGEMMET. Perú. por Mariño, J.; Rivera, M.; Macedo, L.

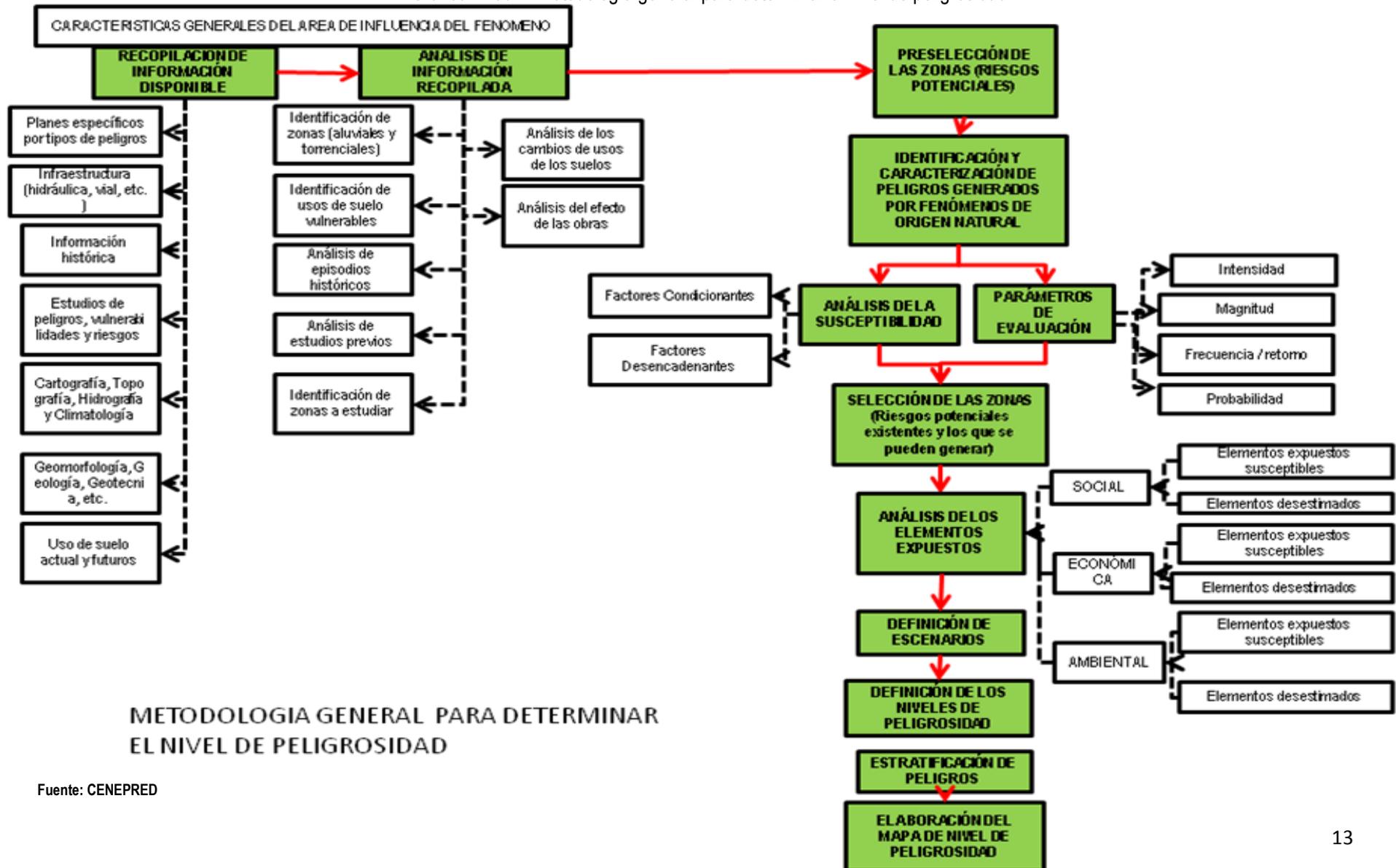
¹ Informe Técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

- En el año 2014, se elaboró el informe técnico N° A6641 denominado evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Lima – Perú, por Mariño, J.; Rivera, M.; Núñez, S.; Luque, G.
- En el año 2012, se elaboró el documento denominado Preparación ante emergencias de origen volcánico. Una guía para la reducción del riesgo volcánico en Perú. Boletín N° 49 serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. INGEMMET. Lima – Perú, por Macedo, L.
- En el año 2011, se elaboró por Mariño, J.; Rivera, M.; Cruz, V.; Thouret, J-C,
- En el año 2011, se elaboró el documento denominado geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. Boletín N° 46 serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. INGEMMET. Lima – Perú., por Mariño, J.; Rivera, M.; Macedo, O.; Cruz, V.; Thouret, J-C, el documento denominado Gestión de la crisis eruptiva del volcán Ubinas 2006 – 2008. Boletín N° 45 serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Lima – Perú.
- En el año 2007, se elaboró el documento volcán Ubinas: actividad eruptiva 2005 – 2007 y características de productos emitidos. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. por Rivera, M.; et. al.
- En el año 2006, se elaboró el informe de los trabajos efectuados por el INGEMMET durante la crisis volcánica del volcán Ubinas, periodo marzo a julio del 2006, informe técnico inédito. Lima – Perú, por Mariño, J.; Rivera, M.; Cruz, V.; Thouret, J-C.
- En el año 1998, se elaboró la tesis: El volcán Ubinas (sur del Perú): geología, historia eruptiva y evaluación de las amenazas volcánicas actuales. UNMSM por Rivera, M.
- En el año 1998, se elaboró el documento Ubinas, el volcán más activo del sur del Perú desde 1550: Geología y evaluación de amenazas volcánicas. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. por Rivera, M.; Thouret, J-C; Gourgaud A.

2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Para determinar el nivel de peligrosidad para cada peligro identificado por el fenómeno de vulcanismo, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico N° 001.

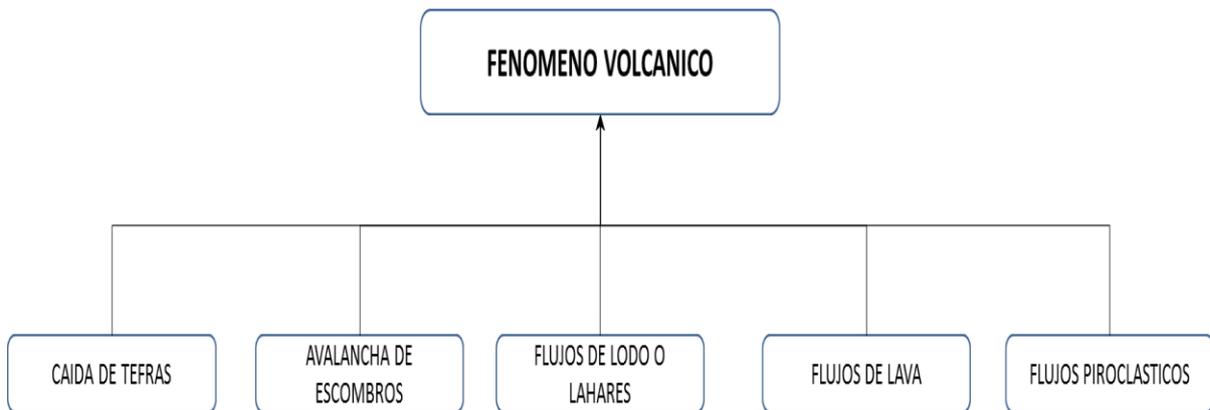
Gráfico N°001. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



Fuente: CENEPRED

Para determinar el nivel de peligrosidad de los fenómenos asociados al vulcanismo, se desarrollará el análisis y evaluación de cada peligro identificado por separado. Para la elaboración del presente informe, se han priorizado cinco peligros de acuerdo a los criterios proporcionados por el INGEMMET, el IGP y entidades técnico-científicas.

Gráfico. N°002. Peligros priorizados por el fenómeno de vulcanismo.



Fuente: CENEPRED

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL VOLCÁN UBINAS

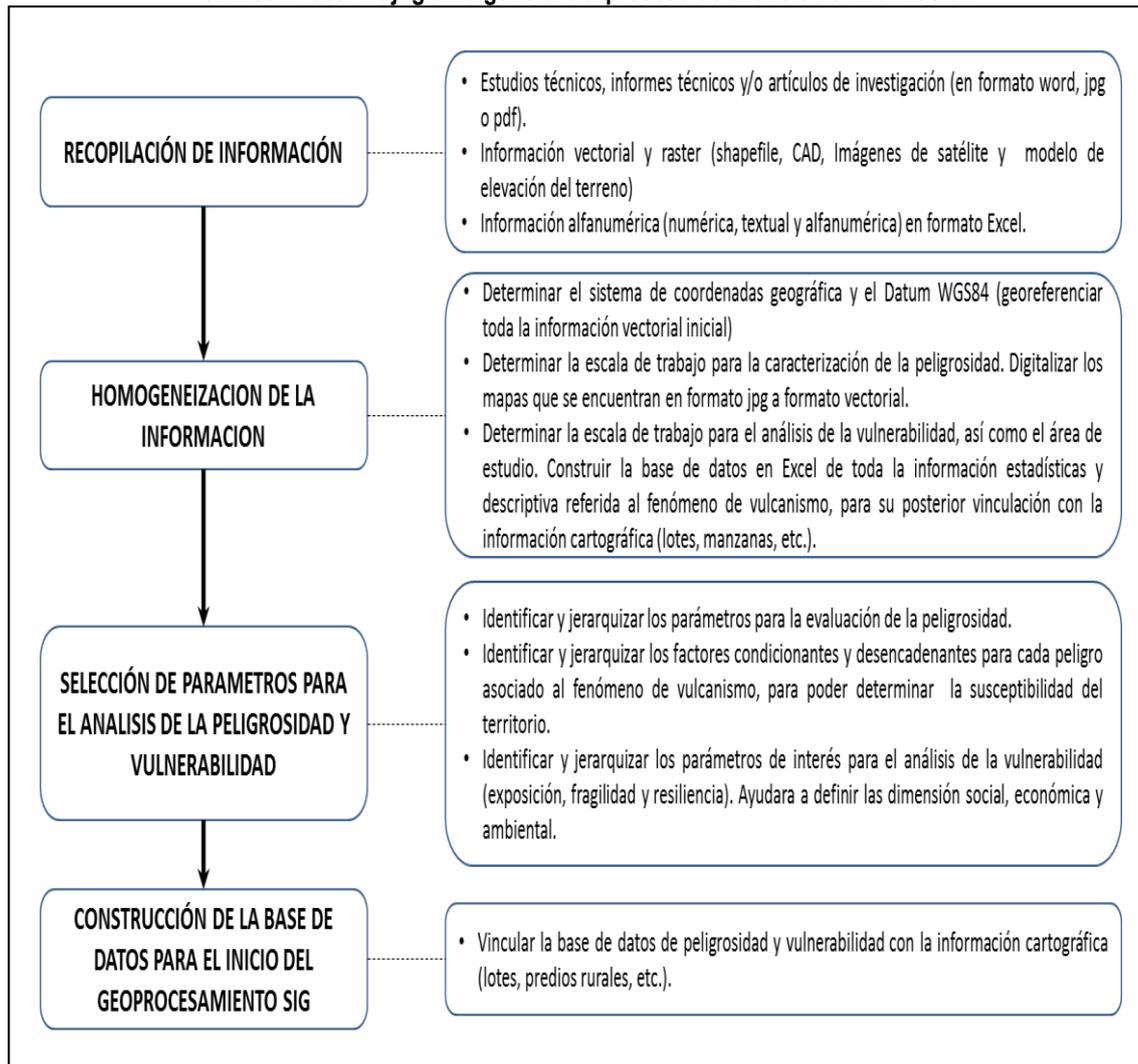
2.1.1 Recopilación de información disponible

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades responsables (INGEMMET, IGP, SENAMHI, OEFA, ANA, DIRESA Moquegua, INEI), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología, geomorfología del área de influencia del Volcán Ubinas.

2.1.2 Análisis de información recopilada

Se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados de las zonas del área de influencia del Volcán Ubinas. Se describe en el gráfico 003, el proceso de manera resumida:

Grafico N°003. Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED

2.1.3 Ubicación geográfica

El distrito de Ubinas se encuentra ubicado en la provincia General Sánchez Cerro, a 16°25'00' de longitud, a una altura de 3 ,376 m.s.n.m. con una extensión de 874 ,571.12 km² compuesto por las siguientes localidades: Ubinas (capital), Tonohaya, San Miguel, Escacha, Sacohaya, Querapi, Huatagua, Santa Lucia de Salinas, Santa Rosa de Phara, Quinsachata y Carmen de Chaclaya.

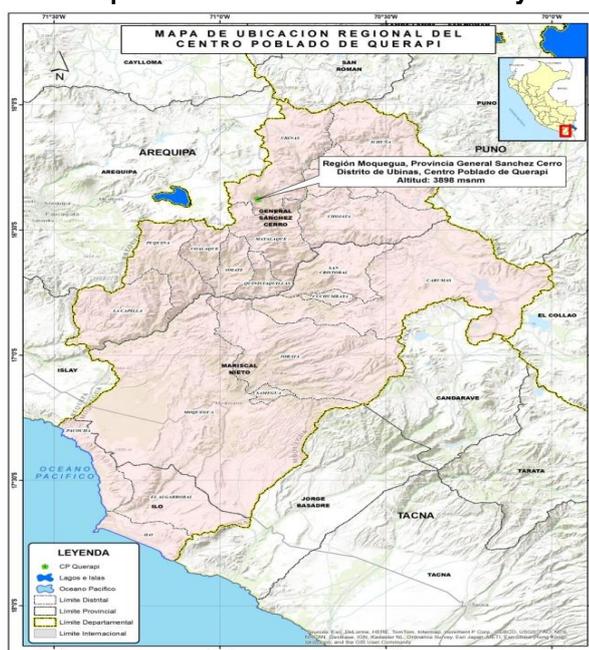
El volcán Ubinas se encuentra localizado a 90 km al Norte de la ciudad de Moquegua y a 65 km al Este de la ciudad de Arequipa (16°22'S, 70°54'O; y tiene una altura de 5 ,672 m.s.n.m.). Políticamente, pertenece al departamento de Moquegua, provincia General Sánchez Cerro, distrito de Ubinas. Al Sur y Sureste del volcán, se localizan los principales poblados. Así mismo, dentro del área de influencia del volcán existen terrenos de cultivos, carreteras carrozables y diversas obras de infraestructura (reservorios de aguas, canales, etc.). La población se dedica principalmente a actividades agrícola y ganadera.

Las distancias aproximadas de los poblados aledaños al volcán, en línea recta son: Ubinas 6.5 km al SE; Tonohaya 7.2 km al SE; San Miguel 10 km al SE; Huatahua 11.8 km al SE; Escacha 8.5 km al SE;

Anascapa 10 km al S; Sacohaya 5 km al S; Querapi 4 km al S; Huarina 14 km al SE; Matalaque 17 km al SE y Logen 17 km al SO.

De acuerdo al INGEMMET, la emisión de cenizas volcánicas es uno de los peligros que causa mayores impactos sobre el medio ambiente. Las cenizas perjudicarían la agricultura, contaminado pastos naturales y provocado malestares de salud en la personas. Este fenómeno no es nuevo, los centros poblados y áreas de cultivo desarrollados en el valle de Ubina se encuentran asentados sobre depósitos generados por la actividad del volcán Ubina. La actividad eruptiva del volcán en épocas históricas y recientes, afectó constantemente a los pobladores que viven en el valle de Ubina, sus terrenos de cultivo, actividad pecuaria, vías de accesos, canales y fuentes de agua².

Imagen 001. Mapa de Ubicación del volcán Ubina y alrededores.



Fuente: CENEPRED

2.1.4 Características del volcán Ubina

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 Ubina 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 Ubina 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 Ubina 1, que colapsó y formó un depósito de escombros de avalancha en la medida de hasta 12 km aguas abajo de Río Ubina. Este colapso fue seguido por una erupción de ignimbritas no soldadas, que formaron un encharcamiento de un espesor de

² Informe Técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubina – Moquegua. Marzo 2014

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 Ubinas 2.

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.

2.1.5 Características generales del área de estudio

2.1.5.1 Población

Los datos de población y vivienda del área de influencia del volcán de Ubinas han sido tomados tanto del censo sobre población y vivienda a nivel de distrito y provincia, efectuado por el INEI en el año 2005 (ver cuadro N°001). En estos distritos en total, existe una población de 8,604 habitantes. El número de viviendas de estos ocho distritos es de 2 930.

El Decreto Supremo N° 028-2014-PCM, del 14 de abril de 2014, declara en estado de emergencia a los distritos de Ubinas en la provincia General Sánchez Cerro, del departamento de Moquegua y en el distrito de San Juan de Tarucani, de la provincia y departamento de Arequipa, por peligro inminente, para la ejecución de medidas de excepción inmediatas y necesarias de reducción y minimización del muy alto riesgo existente

El Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, en cumplimiento de sus funciones, ha preparado los cuadros con las características de la población y viviendas de estos distritos, de acuerdo al Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda realizado el año 2013, en el área declarada en emergencia habitaban 3154 personas, de las cuales 1561 son hombres y 1593 mujeres; 509 niños menores de 12 años de edad y 522 adultos mayores de 65 años y más edad³. Tal como se muestra en cuadro N° 001.

Cuadro N°001. Población censada en los distritos declarados en estado de emergencia por la actividad del volcán Ubinas

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTROS POBLADOS	POBLACION CENSADA				
				TOTAL	HOMBRES	MUJERES	MENORES DE 12 AÑOS	MAYORES DE 65 AÑOS
AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	171	1160	565	595	183	172
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	101	1994	996	998	326	350

Fuente: Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda, Mayo Junio 2013 (INEI).Decreto Supremo N° 028-2014-PCM

³ Información de los distritos declarados en estado de emergencia por la actividad del volcán Ubinas, INEI, Lima, junio 2014.

2.1.5.2 Climatología

Comportamiento Climático:

- **Temperatura:**

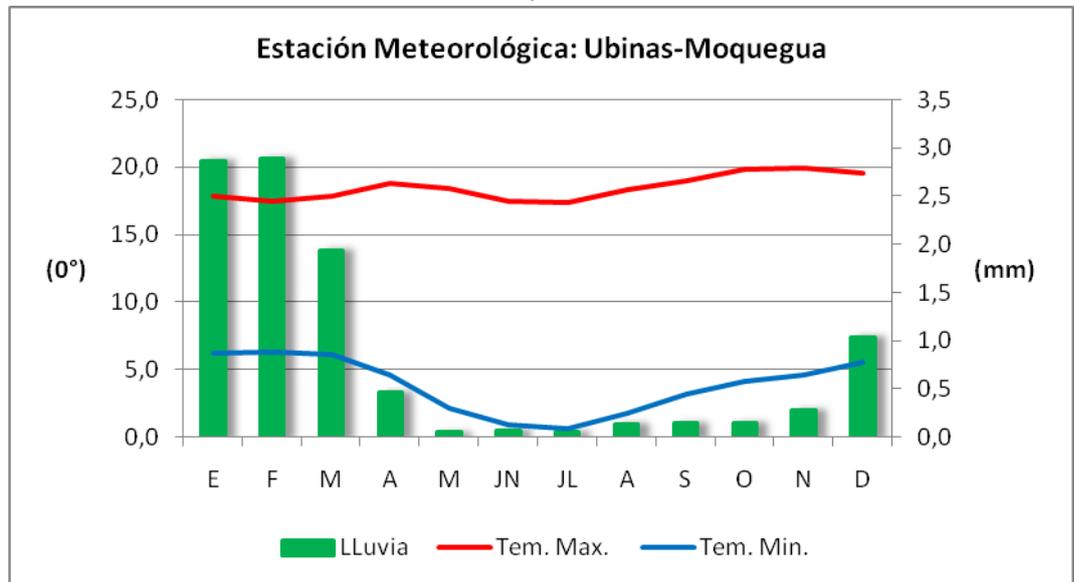
La temperatura máxima, presenta sus máximos valores, que alcanzan los 20°C en la estación astronómica de primavera; en tanto que en verano fluctúa alrededor de los 18°C, en las estaciones de otoño e invierno la temperatura alcanza valores de 18,2°C.

Respecto a la temperatura mínima, sus mayores valores se presentan en la estación de verano, presentando el valor promedio de hasta 6,2°C, disminuyendo en las estaciones de otoño e invierno, registrando valores en promedio de 2,6°C y 1,8°C; respectivamente.

- **Precipitaciones:**

En cuanto a las lluvias, estas empiezan a presentarse desde la estación de primavera, acumulando en promedio la cantidad de 4,7 mm incrementándose hacia el verano, totalizando en promedio la cantidad de 6,2 mm.

Gráfico N°003. Condiciones termo pluviométricas del distrito de Ubinas

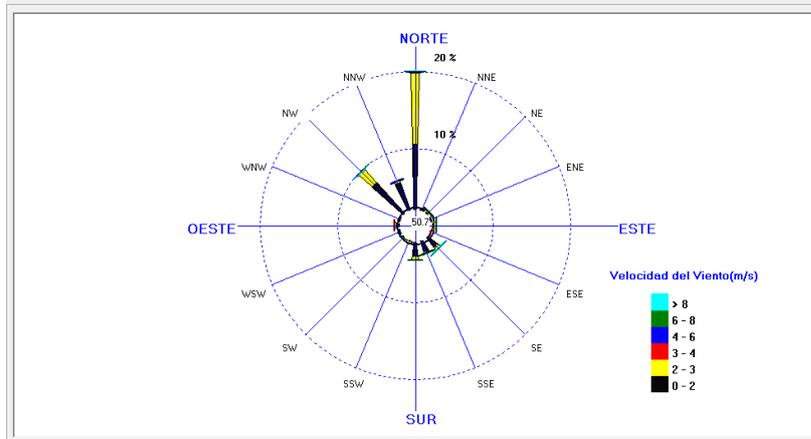


Fuente: Elaborado por CENEPRED con datos de SENAMHI

- **Vientos:**

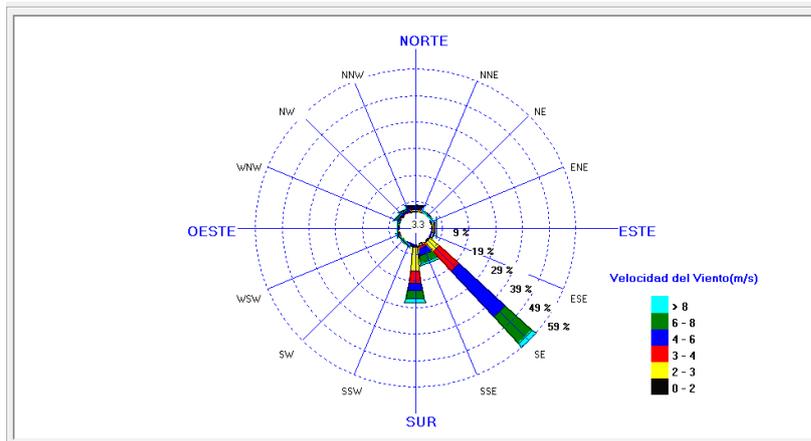
Respecto a la dirección y velocidad del viento; el análisis de la rosa de viento en superficie, muestra que a las 7 horas, se presenta el dominio de vientos de dirección Norte, con velocidades de 2 a 3 metros por segundo, en tanto que a las 13 horas, la mayor frecuencia de vientos es de dirección Sureste, con velocidades de 4 a 6 metros por segundo. A las 19 horas, se tiene vientos en casi todas las direcciones, predominando más el de la dirección Sur con velocidades de 2 a 3 metros por segundo.

Gráfico N°004. Rosa de viento a las 7 horas



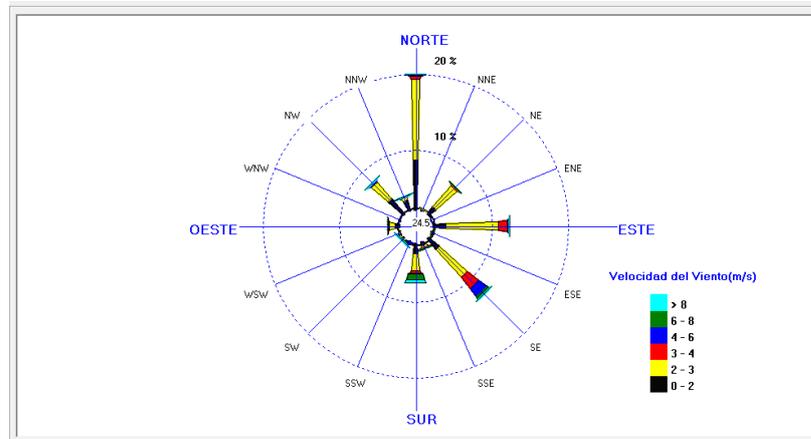
Fuente: SENAMHI

Gráfico N°005. Rosa de viento a las 13 horas



Fuente: SENAMHI

Gráfico N°006. Rosa de Viento a las 19 horas



Fuente: SENAMHI

2.1.5.3 Vías de acceso

El acceso al volcán Ubinas y zonas aledañas se realiza por⁴ :

- Carretera afirmada Arequipa – Chiguata – Santa Lucía de Salinas – Tite – Vizcachani – volcán Ubinas.
- Carretera afirmada Arequipa – Chiguata – Santa Lucía de Salinas – Logén – volcán Ubinas.
- Carretera afirmada Arequipa – Polobaya – volcán Pichu Pichu – Santa Lucía de Salinas – Logen – volcán Ubinas.
- Carretera afirmada Moquegua – Quinistaquillas – Matalaque – Ubinas – volcán Ubinas.
- Carretera afirmada Moquegua – Quinistaquillas – Matalaque – Anascapa – volcán Ubinas.

2.1.5.4 Geomorfología

El 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.

En la cabecera de dicho valle afloran depósitos volcanoclásticos y avalanchas de escombros, en donde los ríos Ubinas y Sacohaya han producido encañonamientos. Hacia la parte baja del valle (3 100 m.s.n.m.) y en ambos márgenes del río Ubinas, se encuentran terrazas. Dichas terrazas se hallan conformadas por lahares y/o depósitos aluviales. Además sobre las terrazas se asientan los poblados de Tonohaya, San Miguel y Huatagua.

Los centros poblados y áreas de cultivo desarrollados en el valle del volcán Ubinas, se encuentran asentados sobre depósitos emplazados por el volcán Ubinas. Los pueblos de Querapi y Tonohaya se hallan sobre depósitos de avalanchas de escombros, producto del colapso del flanco Sur, ocurrido hasta en dos oportunidades (INGEMMET, 2006).

De acuerdo al estudio de evaluación de seguridad física de áreas aledañas al volcán Ubinas, realizado por el INGEMMET durante el año 2006, el pueblo de Sacohaya y las partes circundantes al pueblo de Ubinas se hallan sobre potentes secuencias de depósitos de caídas de cenizas y pómez, además de flujos piroclásticos: Asimismo los pueblos localizados en el fondo del valle, como son Tonohaya, San Miguel y Huatahua, se encuentran en zonas donde hubo antes flujos de lodo y/o flujos piroclásticos provenientes del volcán Ubinas. En el caso de las caídas de cenizas, escoria o pómez, estas pueden destruir áreas de cultivos, provocar daños en la salud de la población e interrumpir las vías de comunicación. Sin embargo, difícilmente pueden destruir infraestructura, pero si provocar enterramiento si la emisión alcanza volúmenes importantes.

El INGEMMET indica que las nubes incandescentes o flujos piroclásticos, los flujos de lodo o lahares, las avalanchas de escombros y flujos de lava, destruyen todo a su paso. No existe infraestructura que pueda resistir al paso de dichos productos volcánicos. La destrucción puede darse por calcinación, enterramiento y/o derrumbe. Existen numerosos ejemplos de desastres provocados por dichos fenómenos, entre ellos se citan a lo ocurrido en la localidad de Armero en Colombia, 1985, donde flujos de lodo o lahares proveniente del volcán Nevado del Ruiz provocó la casi total destrucción del pueblo de Armero y muerte de más de 26 mil personas. Similar desastre sucedió en la isla de Martinique, donde una nube incandescente procedente

⁴ Informe Técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

del volcán Mt. Pelée, destruyó la ciudad de Saint Pierre en 1902 y causando la muerte de más de 29 mil personas⁵.

2.1.5.5 Estratigrafía

El estudio estratigráfico de la estructura en Ubinas de acuerdo a INGEMMET, muestra un período de evolución constituido de tres etapas⁶:

- La primera etapa denominada "Ubinas Antiguo", en la que se depositaron coladas y flujos de lava, productos de un episodio efusivo lávico. Estas lavas en parte pertenecen al grupo Barroso (Marocco, 1966).
Posteriormente se dio una etapa intermedia, en la cual se destruyó una parte del estrato-volcán dando lugar al depósito de avalanchas de escombros de 2.4 km³ distribuidos en la parte baja del flanco Sur. Seguidamente se depositó una secuencia de flujo de cenizas y pómez, la cual descansa a ambos márgenes de la parte baja del valle de Ubinas.
- En la segunda etapa denominada "Ubinas Moderno" se constituyó un cono superior lávico ("Depósitos del cono de la cumbre"), conformado de coladas de lava entre ellas: andesítica, andesita basáltica, dacítica y traquítica.
- En la tercera etapa antes y durante el Tardiglacial y durante el Holoceno inferior ocurrió la formación de una caldera de explosión ("Depósitos de la caldera de la cumbre"), entre ellos dos últimos episodios plinianos y uno freatomagmático, cuyos testigos son depósitos de lapilli pómez y líticos freatomagmáticos que alcanzan hasta 4 m de espesor a 6 km al S y SE, y 25 cm a 38 km al SE del cráter. Dentro de esta tercera etapa, y hace aproximadamente 3670 ± 60 años A.P. (C14, GrN 22820) ocurrió la depositación de una avalancha de escombros que formó colinas cónicas (hummocks) al pie de la pared sur del cono.
- Los reportes obtenidos sobre erupciones históricas desde el año de 1550 hasta 1996 (Simkin and Siebert, 1994; Parodi y Hantke, 1966 y archivos históricos) muestran 23 episodios eruptivos constituidos en su mayoría por emisiones de cenizas y alta actividad fumarólica.

2.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS

Las avalanchas de escombros son deslizamientos rápidos del flanco de un volcán. Son causadas por fracturas que producen inestabilidad del volcán, pendiente elevada de las laderas, presencia de fallas, sismos fuertes, alteración hidrotermal y explosiones volcánicas. Las avalanchas de escombros bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso. Es poco común en la historia eruptiva del Volcán Ubinas. La última avalancha de escombros ocurrió hace aproximadamente 3760 años A.P. (INGEMMET, 2006)⁷.

2.2.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS

La zona preseleccionada considera el área de estudio del Volcán Ubinas, según el Mapa de Peligros del Volcán Ubinas elaborado por el INGEMMET.

⁵ Informe técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

⁶ Informe técnico geología ambiental: Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. Diciembre 2008

⁷ Informe técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

2.2.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – AVALANCHA DE ESCOMBROS

2.2.2.1 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD

2.2.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia del Volcán Ubinas al peligro de avalancha de escombros; se han considerado como factores condicionantes del territorio a la litología, geomorfología, pendiente e hidrogeología y como factor desencadenante a la sismicidad. Ver cuadro N° 002.

Cuadro N° 002. Ponderación de los factores condicionantes del territorio

Factor condicionante	Ponderación
Pendiente	0.25
Geomorfología	0.25
Litología	0.35
Hidrogeología	0.15

Relación de Consistencia: RC < 0.08, aceptable

Fuente: CENEPRED

El cuadro N° 002 nos muestra que la hidrogeología tiene el menor valor de ponderación (0.15), el parámetro de mayor importancia para el análisis de la susceptibilidad del territorio es la litología con un valor de (0.35), seguidos de la pendiente (0.25) y la geomorfología (0.25) que tienen el mismo peso para el análisis de la susceptibilidad.

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores (ver cuadro N° 003).

Cuadro N° 003. Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
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	Más 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	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, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Luego se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados (ver cuadros N° 004 y N° 005) y su relación de consistencia. Este proceso se repite para los descriptores que corresponde a los parámetros de geomorfología, litología e hidrogeología, como ejemplo se mostrara solo para el factor: pendiente

Cuadro N° 004. Matriz de comparación de pares para descriptores de pendiente

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°
Mayores a 50°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
35° a 50°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20° a 35°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5° a 20°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
menores a 5°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 005. Matriz de normalización para descriptores de pendiente

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°	Vector Priorización
Mayores a 50°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
35° a 50°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20° a 35°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5° a 20°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
menores a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: CENEPRED

La relación de consistencia es igual a 0.054 cuyo valor está por debajo de 0.1, lo que nos indica que es aceptable los criterios utilizados para la ponderación de los descriptores.

Índice de Consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC<0.1)	0.054

Los descriptores ponderados se muestran a continuación (ver cuadro N° 006).

Cuadro N° 006. Descriptores ponderados para el parámetro pendiente

Descriptor	Ponderación
Mayores a 50°	0.503
35° a 50°	0.260
20° a 35°	0.134
5° a 20°	0.068
Menores a 5°	0.035

Fuente: CENEPRED

A continuación se muestran los parámetros y los descriptores con sus pesos de ponderación, ver cuadros N° 007, N° 008, N° 009 y N° 010. Para el geoprocésamiento con formato raster se asignó valores de 1 a 5 en función de su importancia relativa en el

análisis espacial a desarrollar. Se usó el análisis multicriterio. La relación de consistencia para los descriptores es menor a 10% (RC < 0.1).

Cuadro N° 007. Factor condicionante pendiente y descriptor.

Factor condicionante		Pendiente	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	PT1	menores a 5°	PPT1	0,035	1
	PT2	5° a 20°	PPT2	0,068	2
	PT3	20° a 35°	PPT3	0,134	3
	PT4	35° a 50°	PPT4	0,260	4
	PT5	mayores de 50°	PPT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubina adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 008. Factor condicionante geomorfología y descriptores.

Factor condicionante		Geomorfología	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	GMT1	valle angosto	PGMT1	0,035	1
	GMT2	valle abierto	PGMT2	0,068	2
	GMT3	Altiplanicie	PGMT3	0,134	3
	GMT4	Colinas	PGMT4	0,260	4
	GMT5	Montañas	PGMT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubina adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 009. Factor condicionante litología y sus descriptores.

Factor condicionante		Litología	Ponderación: 0.35		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	LIT1	Bofedales y otros	PLIT1	0,035	1
	LIT2	Depósitos cuaternarios	PLIT2	0,068	2
	LIT3	Intrusivos	PLIT3	0,134	3
	LIT4	Volcánicos	PLIT4	0,260	4
	LIT5	Piroclásticos	PLIT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubina adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 010. Factor condicionante hidrogeología y sus descriptores.

Factor condicionante	Hidrogeología	Ponderación: 0.15			
		Ponderación (Multicriterio)	Valor para el geoprocesamiento		
Descriptores	HID1	Acuitardo volcánico	PHID1	0,035	1
	HID2	Acuitardo volcánico en zona de alteración	PHID2	0,068	2
	HID3	Acuífero: Poroso no consolidado, volcánico en bloques, fisurado volcánico.	PHID3	0,134	3
	HID4	Acuitardo sedimentario	PHID4	0,260	4
	HID5	Grandes acuitardos	PHID5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

2.2.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS Ponderación del factor desencadenante y descriptores

Se consideró a la sismicidad como factor desencadenante para este peligro con valor de ponderación 1. No hubo disponibilidad de mayor información de otros factores desencadenantes. Asimismo, se utilizó el método de análisis multicriterio desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), para ponderar sus descriptores el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran al factor desencadenante de sismicidad y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 011 y N° 012), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por avalancha de escombros.

Cuadro N° 011. Ponderación del factor desencadenante

Factor desencadenante	Ponderación
Sismicidad	1

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 012. Factor desencadenante sismicidad y sus descriptores.

Factor desencadenante	Sismicidad	Ponderación: 1			
		Ponderación (Multicriterio)	Valor para el geoprocesamiento		
Descriptores	SIS1	menor a 4	PSIS1	0,035	1
	SIS2	$4 \leq a < 5$	PSIS2	0,068	2
	SIS3	$5 \leq a < 6$	PSIS3	0,134	3
	SIS4	$6 \leq a < 7$	PSIS4	0,260	4
	SIS5	mayor a 7	PSIS5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Para el geoprocesamiento se ha utilizado la equivalencia siguiente:

Cuadro N° 013. Equivalencia para geoprocesamiento

Valor resultante del método multicriterio (descriptores)	Valor para el geoprocesamiento
0.503	5
0.260	4
0.134	3
0.068	2
0.035	1

2.2.2.1.3 PARAMETROS DE EVALUACIÓN

- **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).

2.2.3 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (RIESGOS POTENCIALES EXISTENTES Y LOS QUE SE PUEDEN GENERAR)

La selección del área de influencia del peligro por avalancha de escombros se realizó siguiendo los criterios técnicos del INGEMMET.

2.2.4 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS CENTROS POBLADOS EXPUESTOS A AVALANCHAS DE ESCOMBROS

2.2.4.1.1 SOCIALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de avalancha de escombros (Ver Cuadros: N° 014, N° 015 , N° 016 y N° 017):

Se indican a continuación los centros poblados expuestos a peligro de avalancha de escombros. Ver cuadro N° 014. Para mayor detalle (centros poblados y población) ver ANEXO A.

Cuadro N° 014. CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE AVALANCHA DE ESCOMBROS

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE
		UBINAS

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 015. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
38	2 395

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 016. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD (N°)	
N° CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	N° PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
2	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 017. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS (N°)			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
4	6	3	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Se presentan los elementos expuestos desestimados en el análisis social ante el peligro de avalancha de escombros (Ver Cuadros: N° 018, N° 019 y N° 020):

Cuadro N° 018. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
17	236

o Fuente: CENEPRED con datos de INEI

Cuadro N° 019 Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD
0	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 020. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
1	1	1	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.2.4.1.2 ECONOMICOS

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de avalancha de escombros (Ver Cuadros: N° 021, N° 022 y N° 023)

Cuadro N° 021. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
392 ,571	1 200 ,726

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua.

Cuadro N° 022. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
1 018

Fuente: Censo nacional de población y vivienda 2007- INEI

Cuadro N° 023. Vías de comunicación

VÍAS DE COMUNICACIÓN			
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)
Carretera	Afirmada	64.72	5
Carretera	Sin Afirmar	59.88	4
Trocha	-	66.72	3.5

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y del Instituto Geográfico del Perú Nacional

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Cuadro N° 024. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
177 ,235	90 ,753

Fuente : CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua

Cuadro N° 025. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
84

Fuente : CENEPRED con datos de INEI

2.2.4.1.3 AMBIENTALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se cuenta información

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se cuenta información

2.2.5 DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS

Se ha planteado el escenario más severo en función del índice de explosividad volcánico (IEV) de acuerdo al mapa de peligros de INGEMMET:

Escenario:

Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas pueden ser severamente afectados por avalancha de escombros 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.

2.2.6 DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 026. 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

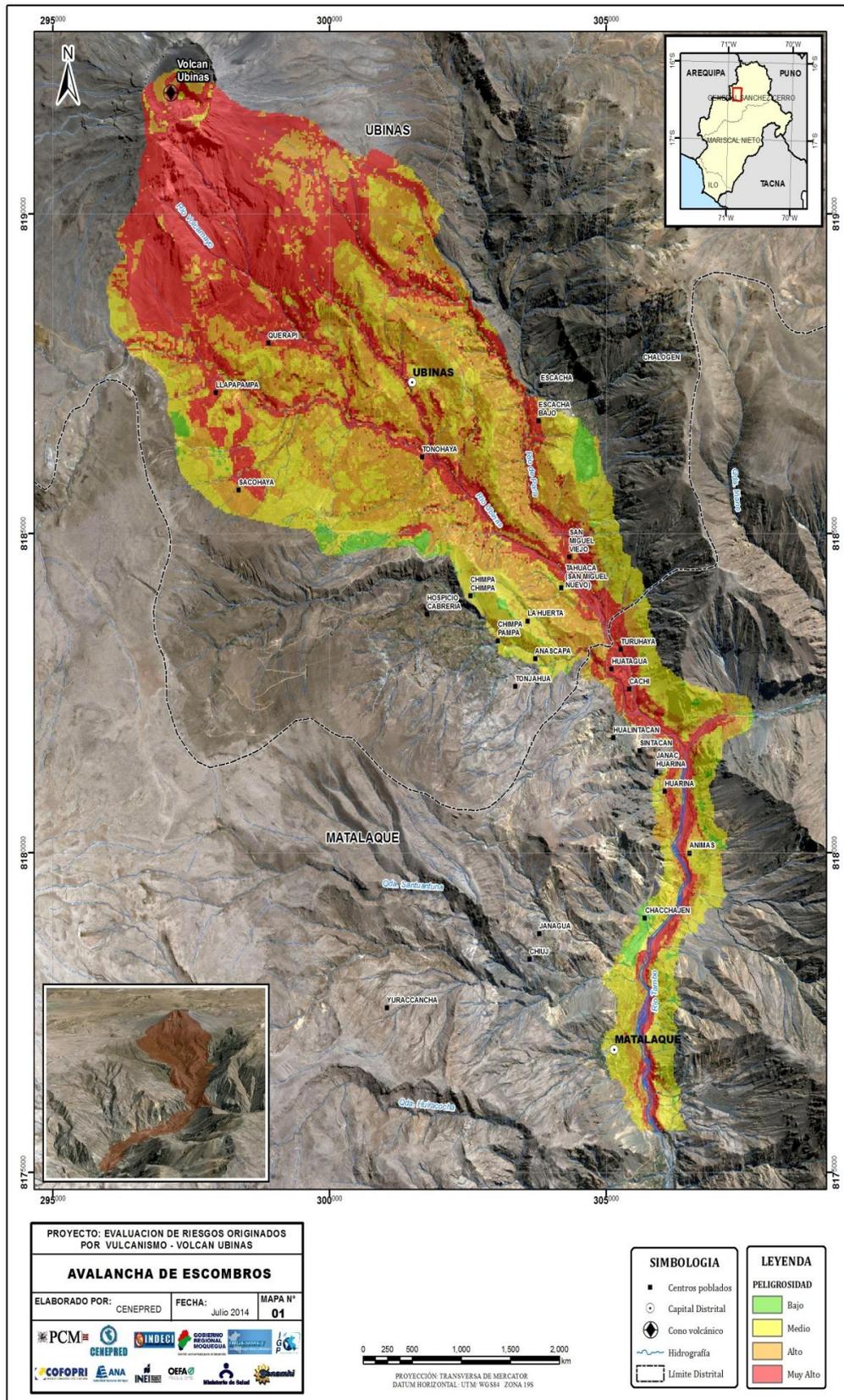
2.2.7 ESTRATIFICACION DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 027. Estratificación 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 depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La magnitud de la sismicidad es 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 magnitud de la sismicidad es entre 6 a 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 magnitud de la sismicidad es entre 5 a 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 magnitud de la sismicidad es menor a 4.

Fuente: CENEPRED

2.2.8 ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR AVALANCHA DE ESCOMBROS
 Mapa N° 001. NIVEL DE PELIGROSIDAD POR AVALANCHA DE ESCOMBROS



2.3 DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS PIROCLASTICOS

Los flujos piroclásticos son mezclas de ceniza, fragmentos de roca y gases calientes con temperaturas entre 300°C a 800°C. Estos descienden por los flancos del volcán a ras de la superficie y a grandes velocidades, entre 100 y 300 m/s. Están constituidos normalmente por una parte inferior densa, que se encauza y desplaza por el fondo de las quebradas o valles, y otra superior, menos densa denominada oleada piroclástica, compuesta por una nube de gases y ceniza que con frecuencia salen del valle, pudiendo afectar un área mayor. Estos flujos destruyen y calcinan todo lo que encuentran a su paso, son poco frecuentes en la actividad histórica del volcán Ubinas y ocurren entre 2 000 y 500 años (INGEMMET,2006)⁸.

2.3.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS

La zona preseleccionada considera al área de estudio del Volcán Ubinas, según el Mapa de Peligros del Volcán Ubinas elaborado por INGEMMET.

2.3.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – FLUJOS PIROCLASTICOS

2.3.2.1 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD

Para la evaluación de la susceptibilidad territorio ante el peligro de flujos piroclásticos; se consideró como factores condicionantes: la litología, geomorfología, pendiente e hidrogeología y como factor desencadenante: la sismicidad.

2.3.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES POR FLUJOS PIROCLASTICOS Ponderación de los factores condicionantes y descriptores

Los factores y descriptores ponderados corresponden a los factores condicionantes del territorio. Se calcularon sus pesos ponderados utilizando el método de análisis multicriterio (análisis de procesos jerárquico) desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran en el cuadro N° 028, los factores condicionantes ponderados para el análisis de la susceptibilidad del territorio ante el peligro por flujos piroclásticos.

Cuadro N° 028. Ponderación de los factores condicionantes del territorio

Factor condicionante	Ponderado
Pendiente	0.25
Geomorfología	0.25
Litología	0.35
Hidrogeología	0.15

Relación de Consistencia: RC < 0.08, aceptable
Fuente: CENEPRED

El cuadro nos muestra que la hidrogeología tiene el menor valor de ponderación (0.15), el parámetro de mayor importancia para el análisis de la susceptibilidad del territorio es la

⁸ Informe técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

litología con un valor de (0.35), seguidos de la pendiente (0.25) y la geomorfología (0.25) que tienen el mismo peso para el análisis de la susceptibilidad.

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores (ver cuadro N° 003).

Luego se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados (ver cuadros N° 029 y N° 030) para obtener el valor de la relación de consistencia. Este proceso se repite para los demás descriptores por lo que solo se mostrara para el factor de pendiente como ejemplo.

Para el factor: pendiente

Cuadro N° 029. Matriz de comparación de pares

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°
Mayores a 50°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
35° a 50°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20° a 35°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5° a 20°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
menores a 5°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 030. Matriz de normalización

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°	Vector Priorización
Mayores a 50°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
35° a 50°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20° a 35°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5° a 20°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
menores a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: CENEPRED

La relación de consistencia es igual a 0.054 cuyo valor está por debajo de 0.1, lo que nos indica que son aceptables los criterios utilizados para la ponderación de los descriptores.

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia RC	0.054

Los descriptores ponderados se muestran a continuación.

Cuadro N° 031. Descriptores ponderados

Descriptores	Ponderación
Mayores a 50°	0,495
35° a 50°	0,252
20° a 35°	0,156
5° a 20°	0,061
Menores a 5°	0,036

Fuente. CENEPRED

A continuación se muestran los parámetros y los descriptores con sus pesos de ponderación, ver cuadros N° 032, N° 033, N° 034 y N° 035. Se indica que para el geoprocesamiento de rasterización, se le asignó un valor entero que varía de 1 a 5 en función de su importancia relativa en el análisis espacial a desarrollar.

Cuadro N° 032. Factor condicionante de pendiente y descriptores.

Factor condicionante		Pendiente	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	PT1	menores a 5°	PPT1	0,035	1
	PT2	5° a 20°	PPT2	0,068	2
	PT3	20° a 35°	PPT3	0,134	3
	PT4	35° a 50°	PPT4	0,260	4
	PT5	mayores a 50°	PPT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 033. Factor condicionante geomorfología y descriptores.

Factor condicionante		Geomorfología	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	GMT1	valle angosto	PGMT1	0,035	1
	GMT2	valle abierto	PGMT2	0,068	2
	GMT3	Altiplanicie	PGMT3	0,134	3
	GMT4	Colinas	PGMT4	0,260	4
	GMT5	Montañas	PGMT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable.

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 034. Factor condicionante litología y sus descriptores.

Factor condicionante	Litología	Ponderación: 0.35			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	LIT1	Bofedales y otros	PLIT1	0,035	1
	LIT2	Depósitos cuaternarios	PLIT2	0,068	2
	LIT3	Intrusivos	PLIT3	0,134	3
	LIT4	Volcánicos	PLIT4	0,260	4
	LIT5	Piroclásticos	PLIT5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 035. Factor condicionante hidrogeología y sus descriptores.

Factor condicionante	Hidrogeología	Ponderación: 0.15			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	HID1	Acuitardo volcánico	PHID1	0,035	1
	HID2	Acuitardo volcánico en zona de alteración	PHID2	0,068	2
	HID3	Acuífero: Poroso no consolidado, volcánico en bloques, fisurado volcánico.	PHID3	0,134	3
	HID4	Acuitardo sedimentario	PHID4	0,260	4
	HID5	Grandes acuitardos	PHID5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

2.3.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE

Ponderación del factor desencadenante y descriptores

Se consideró a la sismicidad como factor desencadenante para este peligro con valor de ponderación 1. No hubo disponibilidad de mayor información de otros factores desencadenantes. Asimismo, se utilizó el método de análisis multicriterio desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), para ponderar a sus descriptores el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran al factor desencadenante sismicidad y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 036 y N° 037), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por flujos de piroclásticos.

Cuadro N° 036. Ponderación del factor desencadenante

Factor desencadenante	Ponderación
Sismicidad	1

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 037. Factor desencadenante sismicidad y descriptores.

Factor desencadenante	Sismicidad	Ponderación: 1			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	SIS1	menor a 4	PSIS1	0,035	1
	SIS2	4 ≤ a < 5	PSIS2	0,068	2
	SIS3	5 ≤ a < 6	PSIS3	0,134	3
	SIS4	6 ≤ a < 7	PSIS4	0,260	4
	SIS5	mayor a 7	PSIS5	0,503	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable.

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Para el geoprocesamiento se ha utilizado la equivalencia siguiente:

Cuadro N° 038. Equivalencia valor resultante de método multicriterio con valor usado proceso

Valor resultante del método multicriterio (descriptores)	Valor usado para el geoprocesamiento
0,495	5
0,252	4
0,156	3
0,061	2
0,036	1

Fuente: CENEPRED

2.3.2.1.3

PARAMETROS DE EVALUACION

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. 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. No existe medida de magnitud para este peligro.

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.

Los flujos piroclásticos son muy poco frecuentes en la actividad histórica del Volcán Ubina y ocurren entre 2000 y 500 años. (INGEMMET, 2014).

PROBABILIDAD

Es poco probable.

2.3.3 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (RIESGOS POTENCIALES EXISTENTES Y LOS QUE SE PUEDEN GENERAR)

La selección del área de influencia del peligro por avalancha de escombros se realizó siguiendo los criterios técnicos del INGEMMET.

2.3.4 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

2.3.4.1 SOCIALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de flujos de piroclásticos (Ver Cuadros: N° 035, N° 036, N° 037 y N° 038):

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS A FLUJOS PIROCLASTICOS

Se indican a continuación el cuadro resumen de los distritos expuestos a peligro de flujo piroclásticos. Ver cuadro N°035. Para mayor detalle (centros poblados y población) ver ANEXO B.

Cuadro N° 039. DISTRITOS EXPUESTOS AL PELIGRO POR FLUJO DE PIROCLASTICOS

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE
		UBINAS
AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 040. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
51	2 115

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 041. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD (N°)	
N° CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	N° PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
1	2

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 042. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS (N°)			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
4	6	3	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

C) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Se presentan los elementos expuestos desestimados en el análisis social ante el peligro de flujos de piroclásticos (Ver Cuadros: N° 043 N° 044 y N° 045):

Cuadro N° 043. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
4	516

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 044. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD
1	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 045. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
1	1	1	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.3.4.1.1 ECONOMICOS

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de flujos de piroclásticos de escombros (Ver Cuadros: N° 046, N° 047 y N° 048)

Cuadro N° 046. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
569, 806	1213, 471

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua.

Cuadro N° 047. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
904

Fuente: Censo nacional de población y vivienda 2007- INEI

Cuadro N° 048. Vías de comunicación

VÍAS DE COMUNICACIÓN			
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)
Carretera	Afirmada	64.72	5
Carretera	Sin Afirmar	59.88	4
Trocha	-	66.72	3.5

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y del Instituto Geográfico del Perú. Nacional

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Cuadro N° 049. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
0	77,508

Cuadro N° 050 Viviendas

VIVIENDAS (N°)
198

2.3.4.2 AMBIENTALES

Información no disponible.

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se cuenta con información

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se cuenta con información

2.3.5 DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS

Se ha planteado un escenario en función del índice de explosividad volcánico (IEV) de acuerdo al mapa de peligros de INGEMMET:

Escenario:

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.

2.3.6 DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 051. 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

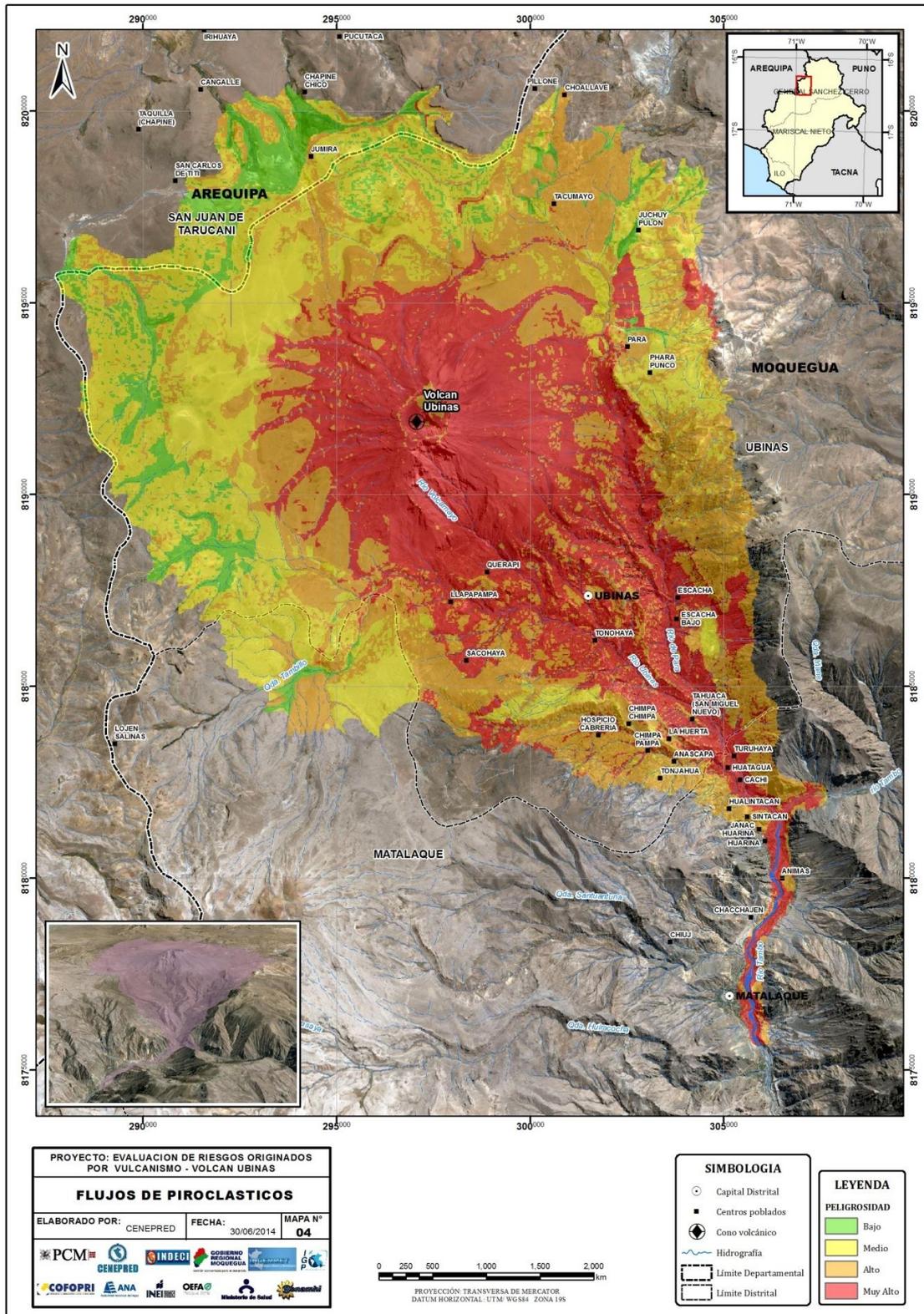
2.3.7 ESTRATIFICACION DEL PELIGRO

Cuadro N° 052. Estratificación 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 depósitos 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

2.3.8 ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS PIROCLASTICOS
Mapa N° 002- MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS PIROCLASTICOS



2.4 DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS DE LODOS O LAHARES

De acuerdo al INGEMMET, 2006, los flujos de barro o lahares son mezclas de fragmentos de roca volcánica de tamaños diversos movilizados por el agua, que fluyen rápidamente, con velocidades promedio entre 10 y 20 m/s. Se generan en periodos de erupción o de reposo volcánico. El agua puede provenir de fuertes lluvias o de la fusión de hielo o nieve. Estos flujos viajan a lo largo de quebradas o ríos, y eventualmente pueden salirse de sus cauces. El área afectada depende del volumen de agua, materiales sueltos disponibles, así como de la pendiente del área. Normalmente destruyen todo a su paso y pueden recorrer grandes distancias (mayor a 100 km). Los flujos de lodos o lahares son muy comunes durante erupciones del Volcán Ubinas⁹.

2.4.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS

La zona preseleccionada considera al área de estudio del Volcán Ubinas, según el Mapa de Peligros del Volcán Ubinas elaborado por INGEMMET.

2.4.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO – FLUJOS DE LODOS O LAHARES

2.4.2.1 ANALISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD

Para la evaluación de la susceptibilidad del territorio ante el peligro de flujos de lodos o lahares; se consideró como factores condicionantes: la litología, geomorfología, pendiente e hidrogeología y como factor desencadenante: la sismicidad.

2.4.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES

Ponderación de los factores condicionantes y descriptores

Los factores y descriptores ponderados corresponden a los factores condicionantes del territorio. Se calcularon sus pesos ponderados utilizando el método de análisis multicriterio (análisis de procesos jerárquico) desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran en el cuadro 016, los factores condicionantes ponderados para el análisis de la susceptibilidad del territorio ante el peligro por flujos de lodos o lahares (ver cuadro N° 053).

Cuadro N° 053. Ponderación de los factores condicionantes por el territorio

Factor condicionante	Ponderado
Pendiente	0.25
Geomorfología	0.25
Litología	0.35
Hidrogeología	0.15

Relación de Consistencia: RC < 0.08, aceptable

Fuente: CENEPRED

El cuadro nos muestra que la hidrogeología tiene el menor valor de ponderación (0.15), el parámetro de mayor importancia para el análisis de la susceptibilidad del territorio es la

⁹ Informe técnico N°A6641. Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas – Moquegua. Marzo 2014

litología con un valor de (0.35), seguidos de la pendiente (0.25) y la geomorfología (0.25) que tienen el mismo peso para el análisis de la susceptibilidad.

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores (ver cuadro N° 003).

Asimismo, la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización se confeccionaron y se obtuvieron los pesos ponderados (ver cuadros N° 054, N° 055 y N° 056), de igual manera para obtener el valor de la relación de consistencia. Este proceso se repite para los demás descriptores por lo que solo se mostró para el factor de pendiente como ejemplo.

Para el factor: pendiente

Cuadro N° 054. matriz de comparación de pares

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°
Mayores a 50°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
35° a 50°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20° a 35°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5° a 20°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
menores a 5°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 055. matriz de normalización

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°	Vector Priorización
Mayores a 50°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
35° a 50°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20° a 35°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5° a 20°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
menores a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: CENEPRED

La relación de consistencia es igual a 0.054 cuyo valor está por debajo de 0.1, lo que nos indica que son aceptables los criterios utilizados para la ponderación de los descriptores.

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Los descriptores ponderados se muestran a continuación.

Cuadro N° 056. Descriptores ponderados

Descriptor	Ponderación
Mayores a 50°	0,495
35° a 50°	0,252
20° a 35°	0,156
5° a 20°	0,061
Menores a 5°	0,036

Fuente: CENEPRED

A continuación se muestran los parámetros y los descriptores con sus pesos de ponderación, ver cuadros N° 057, N° 058, N° 059 y N° 060. Se le asignó un valor entero que varía de 1 a 5 en función de su importancia relativa en el análisis espacial a desarrollar para el geoprocesamiento de rasterización.

Cuadro N° 057. Factor condicionante de pendiente y descriptores.

Factor condicionante		Pendiente	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	PT1	menores a 5°	PPT1	0,036	1
	PT2	5° a 20°	PPT2	0,061	2
	PT3	20° a 35°	PPT3	0,156	3
	PT4	35° a 50°	PPT4	0,252	4
	PT5	mayores de 50°	PPT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 058. Factor condicionante geomorfología y descriptores.

Factor condicionante		Geomorfología	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	GMT1	valle angosto	PGMT1	0,036	1
	GMT2	valle abierto	PGMT2	0,061	2
	GMT3	Altiplanicie	PGMT3	0,156	3
	GMT4	Colinas	PGMT4	0,252	4
	GMT5	Montañas	PGMT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 059. Factor condicionante litología y sus descriptores.

Factor condicionante		Litología	Ponderación: 0.35		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	LIT1	Bofedales y otros	PLIT1	0,036	1
	LIT2	Depósitos cuaternarios	PLIT2	0,061	2
	LIT3	Intrusivos	PLIT3	0,156	3
	LIT4	Volcánicos	PLIT4	0,252	4
	LIT5	Piroclásticos	PLIT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable.

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 060. Factor condicionante hidrogeología y sus descriptores.

Factor condicionante		Hidrogeología	Ponderación: 0.15		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	HID1	Acuitardo volcánico	PHID1	0,036	1
	HID2	Acuitardo volcánico en zona de alteración	PHID2	0,061	2
	HID3	Acuífero: Poroso no consolidado, volcánico en bloques, fisurado volcánico.	PHID3	0,156	3
	HID4	Acuitardo sedimentario	PHID4	0,252	4
	HID5	Grandes acuitardos	PHID5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

2.4.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE

Ponderación del factor desencadenante y descriptores

Se consideró a la sismicidad como factor desencadenante para este peligro con valor de ponderación 1. No hubo disponibilidad de mayor información de otros factores desencadenantes. Asimismo, se utilizó el método de análisis multicriterio desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), para ponderara sus descriptores el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran al factor desencadenante de sismicidad y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 061 y N° 062), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por flujos de lodos o lahares.

Cuadro N° 061. Ponderación del factor desencadenante

Factor desencadenante	Ponderación
Sismicidad	1

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 062. Factor desencadenante sismicidad y descriptores.

Factor desencadenante	Sismicidad	Ponderación: 1			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	SIS1	menor a 4	PSIS1	0,036	1
	SIS2	$4 \leq a < 5$	PSIS2	0,061	2
	SIS3	$5 \leq a < 6$	PSIS3	0,156	3
	SIS4	$6 \leq a < 7$	PSIS4	0,252	4
	SIS5	mayor a 7	PSIS5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Para el geoprocesamiento de análisis espacial utilizando formatos raster, se realizó la equivalencia siguiente:

Cuadro N° 063. Equivalencia del valor resultante del método Multicriterio con geoprocesamiento

Valor resultante del método multicriterio (descriptores)	Valor usado para el geoprocesamiento
0,495	5
0,252	4
0,156	3
0,061	2
0,036	1

Fuente: CENEPRED

2.4.2.1.3 PARAMETROS DE EVALUACION

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. 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

La última avalancha de escombros por erupción del Volcán Ubinas ocurrió hace aproximadamente 3760 años A.P.

PROBABILIDAD

Este peligro tiene baja probabilidad, debido a que es poco recurrente de acuerdo a TOURET (1995).

2.4.3 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (RIESGOS POTENCIALES EXISTENTES Y LOS QUE SE PUEDEN GENERAR)

La selección del área de influencia del peligro por flujos de lodo o lahares se realizó siguiendo los criterios técnicos del INGEMMET.

2.4.4 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

2.4.4.1 SOCIALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de flujo de lodos o lahares (Ver Cuadros: N° 060, N° 061, N° 062 y N° 063):

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS A FLUJOS DE LODO O LAHARES

Se indican a continuación los centros poblados expuestos a peligro de flujo de lodo o lahares. Ver cuadro N° 064. Para mayor detalle (centros poblados y población) ver ANEXO C.

Cuadro N° 064. CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LODOS O LAHARES

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE
		UBINAS

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 065. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
6	200

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 066. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD (N°)	
N° CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	N° PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
0	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 067. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS (N°)			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
0	2	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Se presentan los elementos expuestos desestimados en el análisis social ante el peligro de flujos de lodo o lahares (Ver Cuadros: N° 068, N° 069 y N° 070):

Cuadro N° 068. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
49	2 431

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 069. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD
2	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 070. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
5	5	4	1

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.4.4.2 ECONOMICOS

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de flujos de lodos o lahares. (Ver Cuadros: N° 071, N° 072 y N° 073)

Cuadro N° 071. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
123 ,269	159,98

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua.

Cuadro N° 072. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
90

Fuente: Censo nacional de población y vivienda 2007- INEI

Cuadro N° 073. Vías de comunicación

VÍAS DE COMUNICACIÓN			
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)
Carretera	Afirmada	64.72	5
Carretera	Sin Afirmar	59.88	4
Trocha	-	66.72	3.5

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y del Instituto Geográfico del Perú. Nacional

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Cuadro N° 074. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
446, 537	1 131, 499

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua

Cuadro N° 075. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
1012

2.4.4.3 AMBIENTALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se cuenta con información.

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se cuenta con información

2.4.5 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

Se ha planteado el escenario más severo en función del índice de explosividad volcánica (IEV) de acuerdo al mapa de peligros de INGEMMET:

Escenario:

Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas pueden ser severamente afectados por flujos de lodos o lahares 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.

2.4.6 DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 076. 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

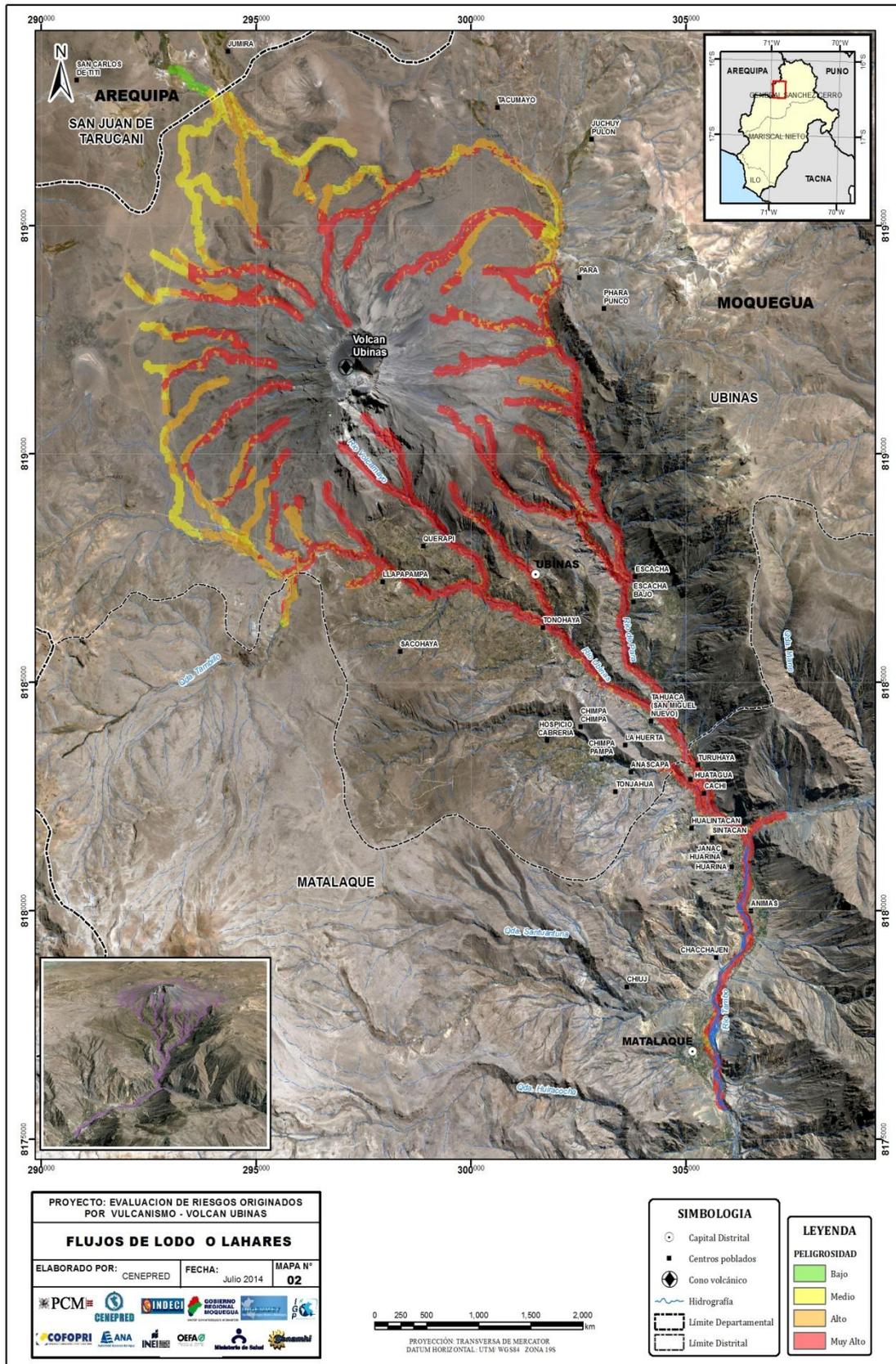
Cuadro N° 077. Estratificación de peligrosidad

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

2.4.7 ELABORACIÓN DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS DE LODOS O LAHARES

Mapa N° 03. MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS DE LODOS O LAHARES



2.5 DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE FLUJOS DE LAVA

Según INGEMMET (2006), los flujos de lava son corrientes de roca fundida, expulsados por el cráter o fracturas en los flancos del volcán. Pueden fluir por el fondo normalmente se enfrían en áreas aledañas al cráter o recorren escasos kilómetros. Los flujos de lava destruyen y calcinan todo a su paso. Si el volcán Ubinas emite más de 0.5 km³ de lava puede provocar el colapso del flanco sur del edificio volcánico debido a la presión que ejercería sobre éste

2.5.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS

La zona preseleccionada considera al área de estudio del Volcán Ubinas, según el Mapa de Peligros del Volcán Ubinas elaborado por INGEMMET.

2.5.2 IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DEL PELIGRO – FLUJOS DE LAVA

2.5.2.1 ANALISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD

Para la evaluación de la susceptibilidad territorio ante el peligro de flujos de lava; se consideró como factores condicionantes: la litología, geomorfología, pendiente e hidrogeología y como factor desencadenante: la sismicidad.

2.5.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES

Ponderación de los factores condicionantes y descriptores

Los factores y descriptores ponderados corresponden a los factores condicionantes del territorio. Se calcularon sus pesos ponderados utilizando el método de análisis multicriterio (análisis de procesos jerárquico) desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran en el cuadro 016, los factores condicionantes ponderados para el análisis de la susceptibilidad del territorio ante el peligro por flujos de lava (ver cuadro N° 078).

Cuadro N° 078. Ponderación de los factores condicionantes

Factor condicionante	Ponderado
Pendiente	0.25
Geomorfología	0.25
Litología	0.35
Hidrogeología	0.15

Relación de Consistencia: RC < 0.08, aceptable
Fuente: CENEPRED

El cuadro nos muestra que la hidrogeología tiene el menor valor de ponderación (0.15), el parámetro de mayor importancia para el análisis de la susceptibilidad del territorio es la litología con un valor de (0.35), seguidos de la pendiente (0.25) y la geomorfología (0.25) que tienen el mismo peso para el análisis de la susceptibilidad.

A continuación se muestra el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores que según la lógica de importancia va del mayor al menor descriptor, y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada descriptor en el análisis (ver cuadro N° 003).

Luego se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados (ver cuadros N° 079 y N° 080) para obtener el valor de la relación de consistencia. Este proceso se repite para los demás descriptores por lo que solo se mostrara para el factor de pendiente como ejemplo.

Para el factor: pendiente

Cuadro N° 079. Matriz de comparación de pares

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°
Mayores a 50°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
35° a 50°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20° a 35°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5° a 20°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
menores a 5°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 080. Matriz de normalización

Descriptores	Mayores a 50°	35° a 50°	20° a 35°	5° a 20°	menores a 5°	Vector Priorización
Mayores a 50°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
35° a 50°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20° a 35°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5° a 20°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
menores a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: CENEPRED

La relación de consistencia es igual a 0.054 cuyo valor está por debajo de 0.1, lo que nos indica que son aceptables los criterios utilizados para la ponderación de los descriptores.

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Los descriptores ponderados se muestran a continuación.

Cuadro N° 081. Descriptores ponderados.

Descriptor	Ponderación
Mayores a 50°	0,495
35° a 50°	0,252
20° a 35°	0,156
5° a 20°	0,061
Menores a 5°	0,036

Fuente: CENEPRED

A continuación se muestran los parámetros y los descriptores con sus pesos de ponderación, ver cuadros N° 082, N° 083, N° 084 y N° 085. Se indica que para el geoprocesamiento de rasterización, se le asignó un valor entero que varía de 1 a 5 en función de su importancia relativa en el análisis espacial a desarrollar.

Cuadro N° 082. Factor condicionante de pendiente y descriptores.

Factor condicionante		Pendiente	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	PT1	Menores a 5°	PPT1	0,036	1
	PT2	5° a 20°	PPT2	0,061	2
	PT3	20° a 35°	PPT3	0,156	3
	PT4	35° a 50°	PPT4	0,252	4
	PT5	Mayores de 50°	PPT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 083. Factor condicionante geomorfología y descriptores.

Factor condicionante		Geomorfología	Ponderación: 0.25		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	GMT1	valle angosto	PGMT1	0,036	1
	GMT2	valle abierto	PGMT2	0,061	2
	GMT3	Altiplanicie	PGMT3	0,156	3
	GMT4	Colinas	PGMT4	0,252	4
	GMT5	Montañas	PGMT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable.

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 084. Factor condicionante litología y sus descriptores.

Factor condicionante		Litología	Ponderación: 0.35		
			Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento
Descriptores	LIT1	Bofedales y otros	PLIT1	0,036	1
	LIT2	Depósitos cuaternarios	PLIT2	0,061	2
	LIT3	Intrusivos	PLIT3	0,156	3
	LIT4	Volcánicos	PLIT4	0,252	4
	LIT5	Piroclásticos	PLIT5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable

Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Cuadro N° 085. Factor condicionante hidrogeología y sus descriptores.

Factor condicionante	Hidrogeología	Ponderación: 0.15			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	HID1	Acuitardo volcánico	PHID1	0,036	1
	HID2	Acuitardo volcánico en zona de alteración	PHID2	0,061	2
	HID3	Acuífero: Poroso no consolidado, volcánico en bloques, fisurado volcánico.	PHID3	0,156	3
	HID4	Acuitardo sedimentario	PHID4	0,252	4
	HID5	Grandes acuitardos	PHID5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1, aceptable
 Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

2.5.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE

Ponderación del factor desencadenante y descriptores

Se consideró a la sismicidad como factor desencadenante para este peligro con valor de ponderación 1. No hubo disponibilidad de mayor información de otros factores desencadenantes. Asimismo, se utilizó el método de análisis multicriterio desarrollado por Tomas L. Saaty (1980), para ponderar sus descriptores el cual permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.

Se muestran al factor desencadenante de sismicidad y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 086 y N° 087), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por flujos de lava.

Cuadro N° 086. Ponderación del factor desencadenante

Factor desencadenante	Ponderación
Sismicidad	1

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 087. Factor desencadenante sismicidad y descriptores.

Factor desencadenante	Sismicidad	Ponderación: 1			
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el geoprocesamiento	
Descriptores	SIS1	menor a 4	PSIS1	0,036	1
	SIS2	$4 \leq a < 5$	PSIS2	0,061	2
	SIS3	$5 \leq a < 6$	PSIS3	0,156	3
	SIS4	$6 \leq a < 7$	PSIS4	0,252	4
	SIS5	mayor a 7	PSIS5	0,495	5

Relación de Consistencia: RC < 0.1 aceptable
 Fuente: INGEMMET -Informe Técnico N° A6641 - Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas adaptado por CENEPRED

Para el geoprocesamiento, se realizó utilizando formatos raster con la equivalencia siguiente:

Cuadro N° 088. Equivalencia valor resultante del método Multicriterio con valor de geoprocesamiento

Valor resultante del método multicriterio (descriptores)	Valor usado para el geoprocesamiento
0,495	5
0,252	4
0,156	3
0,061	2
0,036	1

Fuente: CENEPRED

2.5.2.1.3 PARAMETROS DE EVALUACION

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. 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

De acuerdo a INGEMMET, la última emisión de lavas del Ubinas ocurrió entre 20,000 y 14,000 años A.P.

PROBABILIDAD

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

2.5.3 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (RIESGOS POTENCIALES EXISTENTES Y LOS QUE SE PUEDEN GENERAR)

La selección del área de influencia del peligro por flujos de lava se realizó siguiendo los criterios técnicos del INGEMMET.

2.5.4 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

2.5.4.1 SOCIALES

El Instituto Geofísico del Perú tiene 2 estaciones de monitoreo, denominadas NUBI y WUBI, que sería los únicos elementos expuestos al peligro de flujo de lava.

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se presentan ningún elemento expuesto susceptible en el análisis social ante el peligro de flujos de lava (Ver Cuadros: N° 089, N° 090, N° 091 y N° 092):

Cuadro N° 089. CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LAVA

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
No hay centros poblados expuestos		

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 090. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 091. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD (N°)	
N° CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	N° PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 092. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS (N°)			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
0	0	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se presentan ningún elemento expuesto desestimado en el análisis social ante el peligro de flujos de lava (Ver Cuadros: N° 093 y N° 094):

Cuadro N° 093. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 094 Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
0	0	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.5.1.1.1 ECONOMICOS

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se presentan ningún elemento expuesto susceptible en el análisis económico ante el peligro de flujos de lava (Ver Cuadros: N° 095, N° 096 y N° 097)

Cuadro N° 095. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua.

Cuadro N° 096. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
0

Fuente: Censo nacional de población y vivienda 2007- INEI

Cuadro N° 097. Vías de comunicación

VÍAS DE COMUNICACIÓN			
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)
Carretera	Afirmada	0	0
Carretera	Sin Afirmar	0	0
Trocha	-	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y del Instituto Geográfico del Perú. Nacional

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se presentan ningún elemento desestimado en el análisis económico ante el peligro de flujos de lava

Cuadro N° 098. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua

Cuadro N° 099 Viviendas

VIVIENDAS (N°)
0

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua

2.5.4.2 AMBIENTALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No presenta información

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No presenta información

2.5.5 DEFINICION DE ESCENARIOS DE RIESGOS

Se ha planteado el escenario más severo en función del índice de explosividad volcánico (IEV) de acuerdo al mapa de peligros de INGEMMET:

Escenario:

Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas pueden ser severamente afectados por flujos de lava 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.

2.5.6 DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 100. 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

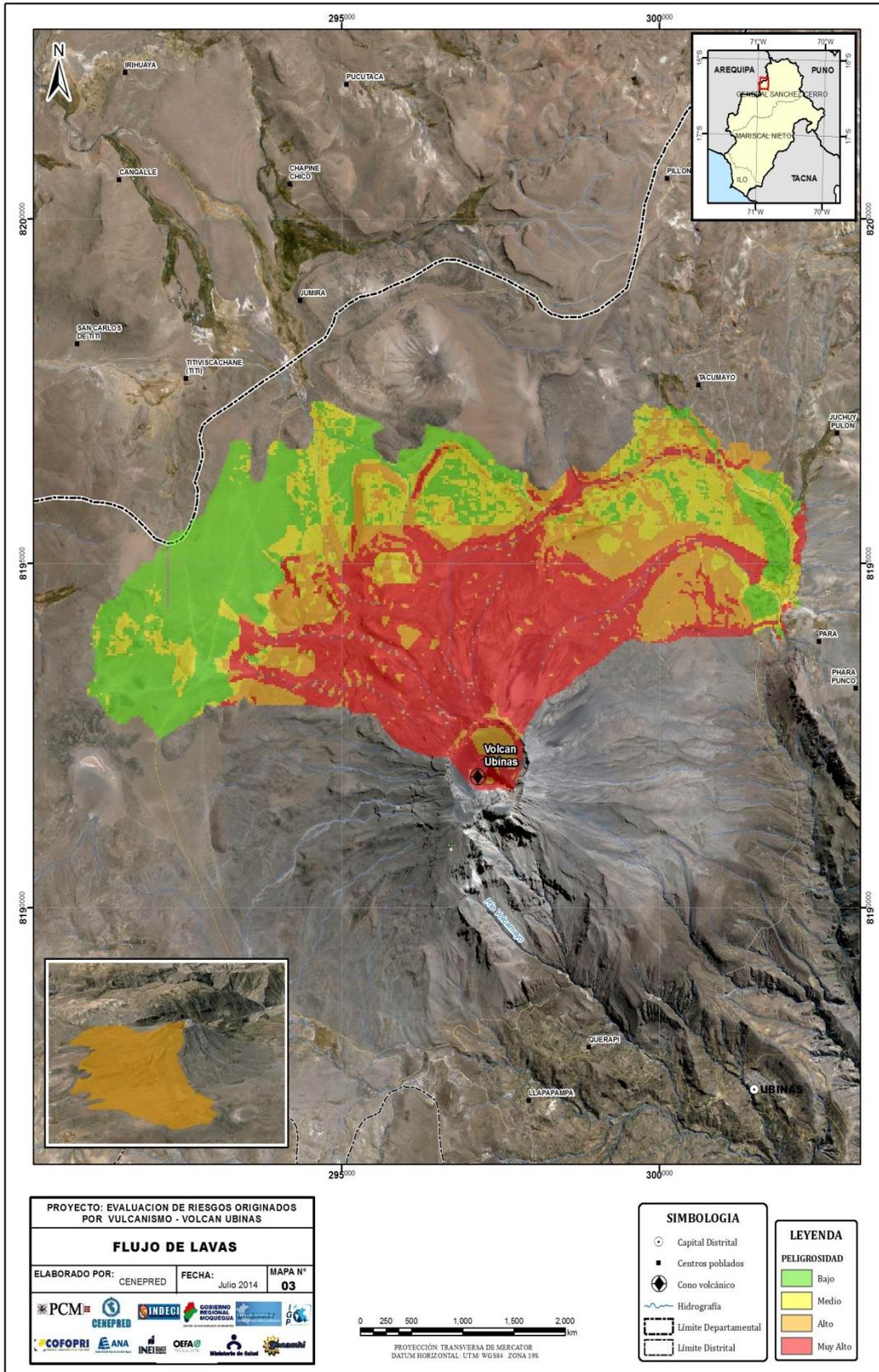
Cuadro N° 101. Estratificación de peligrosidad

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

2.5.7 ELABORACION DEL MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS DE LAVA

Mapa N° 04. MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR FLUJOS DE LAVA



2.6 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD ANTE CAIDA DE TEFRAS

De acuerdo al INGEMMET (2006), las caídas de tefras se generan cuando los fragmentos de roca son expulsados hacia la atmósfera violentamente, formando una columna eruptiva alta, que posteriormente caen sobre la superficie terrestre. Los fragmentos más grandes y densos caen cerca del volcán y se denominan bombas o bloques (> 64 mm), mientras que las partículas de menor tamaño denominadas lapilli pómez (2-64 mm) y ceniza (< 2 mm) son llevadas por el viento a grandes distancias, luego caen y forman una capa de varios milímetros o centímetros de espesor. Estas partículas pueden causar problemas de salud en las personas, contaminar las fuentes de agua, afectar cultivos, interrumpir el tráfico aéreo, etc.

2.6.1 PRESELECCIÓN DE LAS ZONAS

La zona preseleccionada considera el área de estudio del Volcán Ubinas, según el mapa de peligros por caída de cenizas para una magnitud baja a moderada (IEV 1 a 3) elaborado por el INGEMMET.

2.6.2 IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DEL PELIGRO – CAIDA DE TEFRAS

2.6.2.1 ANALISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD

2.6.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES

Ponderación de los factores condicionantes

Se utilizó el mapa de peligro por tefras realizado por INGEMMET y se digitalizó para las ponderaciones correspondientes, de acuerdo a los criterios de su mapa de peligros.

A) Análisis de factores condicionantes: Viento (dirección, altura, velocidad).

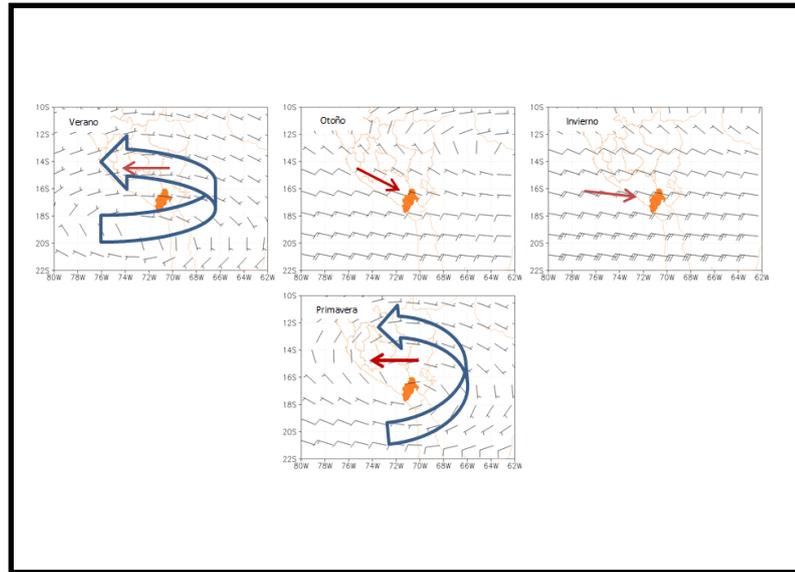
Patrones de flujos de vientos en niveles medios y altos de la atmosfera (6000, 9,000 y 12,000 m.s.n.m. aprox.)

Los flujos de vientos a una altura, aproximada de 6 000 m.s.n.m.: en los meses de verano, muestran una configuración de giro anticiclónico (giro contrario a las agujas del reloj) al suroeste de la Región Moquegua, con una predominancia de vientos de dirección Este, desde el extremo norte de Chile, con velocidad hasta de 5 nudos.

Para los meses de otoño, el flujo de los vientos muestra un cambio substancial, respecto a su dirección y velocidad, observándose el dominio de vientos de dirección Noroeste con velocidades comprendidos de 5 a 10.

Para la estación de invierno, los flujos de viento muestran el dominio de vientos de dirección Oeste, con velocidades de 15 a 30 nudos entre el norte de Chile y Arequipa, en tanto que para los meses de octubre y noviembre; se observa nuevamente la configuración anticiclónica, con flujos de dirección Oeste, sobre Moquegua y Arequipa, variando paulatinamente hacia diciembre con flujos de dirección Este y Noreste sobre Moquegua, con velocidad hasta de 5 nudos. La intensidad del viento en el transcurso del año suele ser de ligera intensidad en el orden de 2.5 a 7.5 m/s.

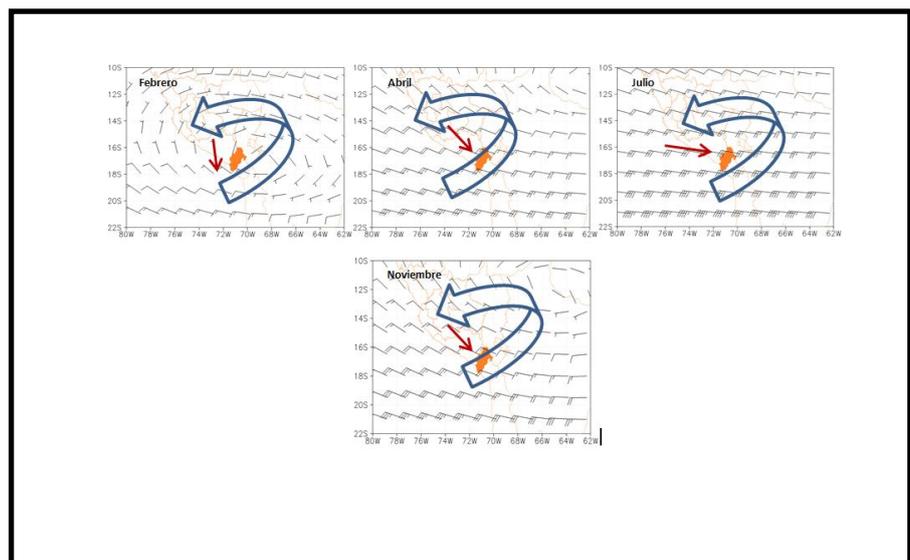
Grafico N° 008a. Flujos de viento a 6 000 m.s.n.m.



Fuente: SENAMHI

Respecto a los flujos de vientos a una altura, aproximada de 9 600 m.s.n.m., durante el año, es característica que a ese nivel se presente una configuración anticiclónica, que sus desplazamientos generen, sobre la región de Moquegua, flujos de viento de dirección Noreste en enero, cambiando hacia la dirección Noroeste en febrero y marzo. En abril se observa el dominio de flujos de viento de dirección Noroeste cambiando hacia la dirección Oeste, de mayo a setiembre; en octubre predominan flujos de dirección Noroeste sobre la región Moquegua. La intensidad del viento en el transcurso del año suele ser de ligera intensidad en el orden de 5 – 15 Nudos.

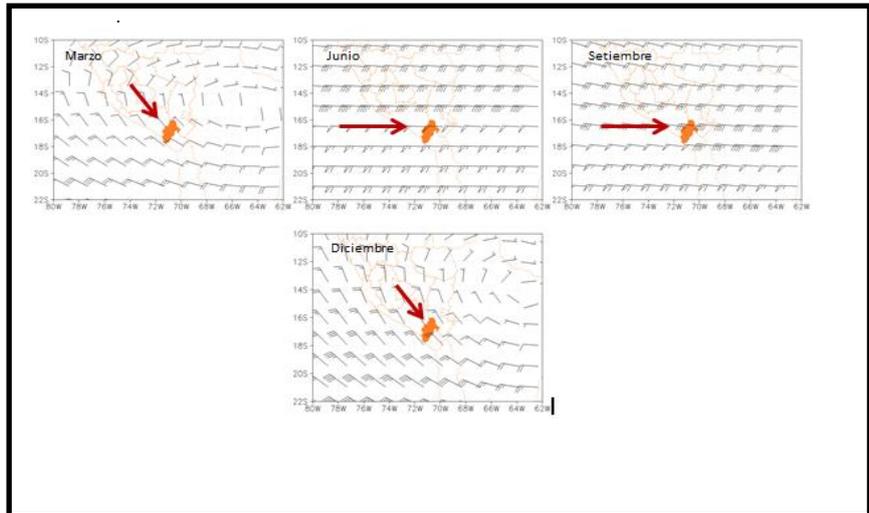
Grafico N° 008b. Flujos de viento a 9 600 m.s.n.m.



Fuente: SENAMHI

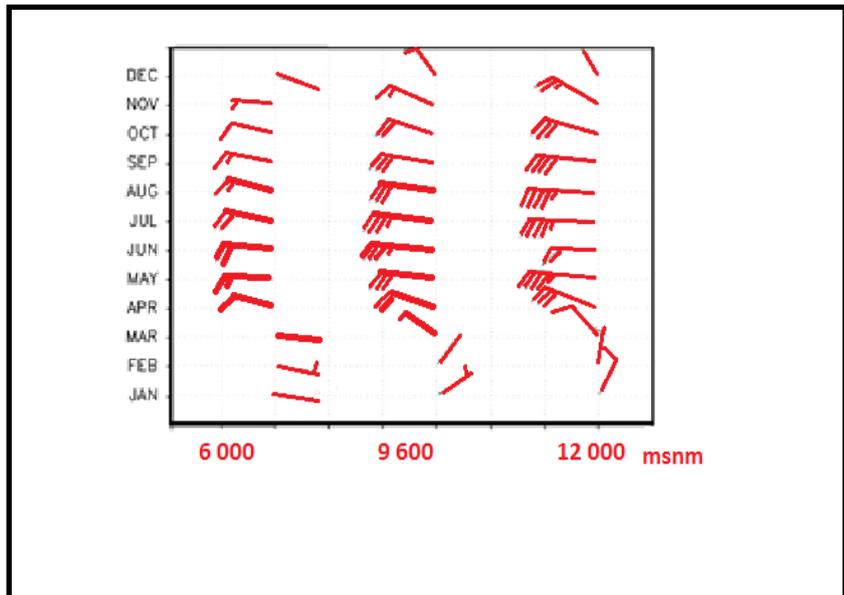
Los flujos de viento en el nivel de 12 000 m.s.n.m., aproximadamente, para los meses de verano se observa una circulación anticiclónica, el flujo predominante sobre la región Moquegua es de dirección Noroeste con valores entre que fluctúan de 5 - 30 Nudos, siendo mayor en el mes de marzo. En las estaciones de otoño e invierno los flujos de viento muestran una predominancia del Oeste, cambiando hacia la dirección Noroeste en la estación de primavera con intensidades de 15-25 Nudos.

Grafico N° 008c. Flujos de viento a 12,000 m.s.n.m



Fuente: SENAMHI

Grafico N° 008d. Flujos de viento sobre la localidad de Ubinas en diferentes alturas



Fuente: SENAMHI

2.6.2.1.2 FACTOR DESENCADENANTE

Ponderación del factor desencadenante

El factor desencadenante es: Concentración de gases en magma.

No se ha recibido información al respecto. Por lo que no se ha realizado ni usado el método de análisis multicriterio desarrollado por Tomas L. Saaty (1980). Se ha trabajado y se ha utilizado el mapa de peligros del volcán Ubinas, realizado por INGEMMET (2006) para el correspondiente análisis de susceptibilidad.

Se muestran el factor desencadenante .Ver cuadro N°102.

Cuadro N° 102. Factor desencadenante

Factor desencadenante	Ponderación
Concentración de gases en magma	1

Fuente: CENEPRED

La concentración de gases en magma o de gases disueltos atrapados en el interior del magma afecta a la intensidad de una erupción volcánica. 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 (Danielle Olivia Teff, Universidad de San Diego, EEUU).

2.6.2.1.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

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. 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, 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

Touret (1995) indicó que este peligro es muy frecuente. De acuerdo a los reportes del OVI, este peligro es muy frecuente desde el 2014, con emisiones casi diarias.

PROBABILIDAD

A partir de los sucesos de la actividad volcánica histórica del Ubinas, se considera que el peligro que tiene mayor probabilidad de ocurrencia es la caída de tefras o emisión de cenizas y gases.

2.6.3 Resultados de análisis de concentraciones de elementos químicos en agua expuesta a cenizas emitidas por explosiones del volcán Ubinas

Del informe consolidado de reportes de monitoreo de la calidad del Agua Superficial en el ámbito de influencia del Volcán Ubinas realizado por la Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, en la subcuenca del río Ubinas (río principal y sus tributarios) durante los días 23, 24 y 25 de abril del 2014; en el cual se pudo notar que:

- El nivel de aluminio en agua de la naciente del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para humano, animales y vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso como consumo humano, ni bebida de animales ni de riego de vegetales.
- El nivel de fierro en agua de la naciente, parte media y baja del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para humano, animales y vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso como consumo humano, ni bebida de animales ni de riego de vegetales.
- El nivel de manganeso en agua de la naciente del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para humano, animales y vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso como consumo humano, ni bebida de animales ni de riego de vegetales.
- El nivel de sulfatos en agua de la naciente del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para humano y vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso como consumo humano, ni de riego de vegetales.
- El nivel de boro en agua de la naciente del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para humano y vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso como consumo humano, ni de riego de vegetales.
- El nivel de sodio en agua de la naciente del río Ubinas ha sobrepasado los niveles de Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, para vegetales y por lo cual, el agua no es apta para uso de riego de cultivos

Cuadro N° 105. En la naciente de la cuenca del río Ubinas durante el día 17 de abril del 2014 se obtuvo:

Parámetros inorgánicos	Unidad	Nivel ECA de Agua Categoría 3		Nivel ECA de Agua Categoría A1	Concentración obtenida en muestra de agua
		Para riego de <u>vegetales</u>	Para bebida de <u>animales</u>	Para uso producción de agua potable para <u>uso humano</u>	
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0.2	7.60
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	0.3 - 1	1.43 - 5.458

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA

Cuadro N° 106. En la parte media y baja del río Ubinas durante el día 24 de abril del 2014 se obtuvo:

Parámetros inorgánicos	Unidad	Nivel ECA de Agua Categoría 3		Nivel ECA de Agua Categoría A1	Concentración obtenida en muestra de agua
		Para riego de <u>vegetales</u>	Para bebida de <u>animales</u>	Para uso producción de agua potable para <u>uso humano</u>	
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	0.3 - 1	1.161 – 4.460
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.2	0.1	0.2096 – 0.2548
Sulfatos (SO ₄)	mg/L	300	500	250	305 - 765.91
Boro (B)	mg/L	0.5	5	0.75	1.188

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA

Cuadro N° 107. En la parte media y baja del río Ubinas durante el día 25 de abril del 2014 se obtuvo:

Elementos inorgánicos	Unidad	Nivel ECA de Agua Categoría 3		Nivel ECA de Agua Categoría A1	Concentración obtenida en muestra de agua
		Para riego de <u>vegetales</u>	Para bebida de <u>animales</u>	Para uso producción de agua potable para <u>uso humano</u>	
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	0.3 - 1	1.056 – 1.740
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.2	0.1	0.2347
Sulfatos (SO ₄)	mg/L	300	500	250	355.68 – 358.64
Boro (B)	mg/L	0.5	5	0.75	2.747
Sodio (Na)	mg/L	200	-	-	285.01

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA

2.6.4 Resultados de diagnóstico de la calidad de aire en la zona circundante al Volcán Ubinas San Pedro del Distrito de Ubinas- análisis de concentraciones de partículas en suspensión en aire de cenizas emitidas por explosiones del volcán Ubinas

El programa de Vigilancia de la Calidad de Aire de la Dirección Regional de Salud Moquegua, realizó el diagnóstico de la calidad de aire en la zona circundante al Volcán Ubinas en junio del 2014 donde indicó:

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

Durante el año **2006** en el punto de Monitoreo de **Ubinas** la DIRESA registro una concentración para 24 horas mínima de 81.24 µg/m³ el 13/05/06 y la DIGESA registro una máxima de 247.23 µg/m³ el 12/05/06, no superando los ECAs del año 2006 para SO₂ establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 365 µg/m³.

Durante el año **2014** la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 8.66 µg/m³ el 30/04/14 y una máxima de 17.06 µg/m³ el 28/04/14, no superando los ECAs para SO₂ establecidos en el D.S.003-2008-MINAM de 20 µg/m³ para el 2014.

En Centro Poblado de Sacohaya para el año 2014 la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 12.12 µg/m³ el 25/04/14 y una máxima de 13.97 µg/m³ el 27/04/14, no superando los ECAs para SO₂ establecidos en el D.S.003-2008-MINAM de 20 µg/m³ para el 2014.

En el año 2006 las concentraciones para 24 horas de Dióxido de Azufre fueron superiores a las determinadas el año 2014.

- **Material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)**

Durante el año 2006 en los puntos de monitoreo de E-1 Ubinas, E-2 Escacha y E-3 Anascapa, la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 18.00 µg/m³ el 13/05/06 y una máxima de 49.85 µg/m³ el 13/05/06, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150 µg/m³.

En el punto de Monitoreo E-1 Sacohaya concentraciones para 24 horas máxima de 116.64 µg/m³ el 23/04/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150 µg/m³.

En el punto de Monitoreo E-2 Ubinas concentraciones para 24 horas máxima de 93.35 µg/m³ el 25/04/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150 µg/m³.

En el punto de Monitoreo E-3 Lloque concentraciones para 24 horas máxima de 147.57 µg/m³ el 26/05/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150 µg/m³.

En el punto de Monitoreo E-4 Anascapa concentraciones para 24 horas máxima de 172.95 µg/m³ el 29/05/14, superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150 µg/m³.

En el punto de Monitoreo E-1 Sacohaya con cinco días de monitoreo concentraciones para 24 horas que han superado los ECAs el 25/04/14 con 202.1 µg/m³, el 27/04/14 con 277.5 µg/m³, según el D.S.074-2001-PCM.

En el punto de Monitoreo E-2 Escacha con tres días de monitoreo concentraciones para 24 horas han superado los ECAs el 27/04/14 con 277.5 µg/m³, según el D.S.074-2001-PCM.

En el punto de Monitoreo E-3 Ubinas con dos días de monitoreo concentraciones para 24 horas que han superado los ECAs el 28/04/14 con 278.7 µg/m³, según el D.S.074-2001-PCM.

En el año 2006 las concentraciones para 24 horas de PM10 fueron inferiores a las determinadas el año 2014. La topografía de la zona ejerce una gran influencia sobre la dirección y velocidad de los vientos generando una variabilidad en las zonas.

Los estudios epidemiológicos indican que la exposición poblacional a los gases volcánicos y material particulado depende de la intensidad y duración de la actividad volcánica, así como de la altura del volcán, las características topográficas y los fenómenos meteorológicos.

La falta de humedecimiento de las vías, limpieza de las mismas, las partículas removidas de los suelos por la acción eólica contribuyen al deterioro de la calidad del aire el cual puede ser perjudicial para la salud de las personas.

Las dos principales causa de morbilidad en las zonas circundantes al Volcán San Pedro de Ubinas son: la Faringitis Aguda y la conjuntivitis.

Cuadro N° 103. Monitoreo calidad de aire- Ubinas

ESTACION	DIAS MONITOREO	Min_PM10	Max_PM10	Promedio_PM10	Acumulado_PM10	SD_PM10
CA-CHOJATA-01	4	41.660	389.730	175.123	700.490	149.628
CA-UBINAS-01	9	21.980	393.480	161.017	1449.150	110.199
ESCACHA	2	157.700	275.400	216.550	433.100	83.227
SACOHAYA	2	201.100	277.500	239.300	478.600	54.023

Fuente: DIRESA Moquegua - OEFA

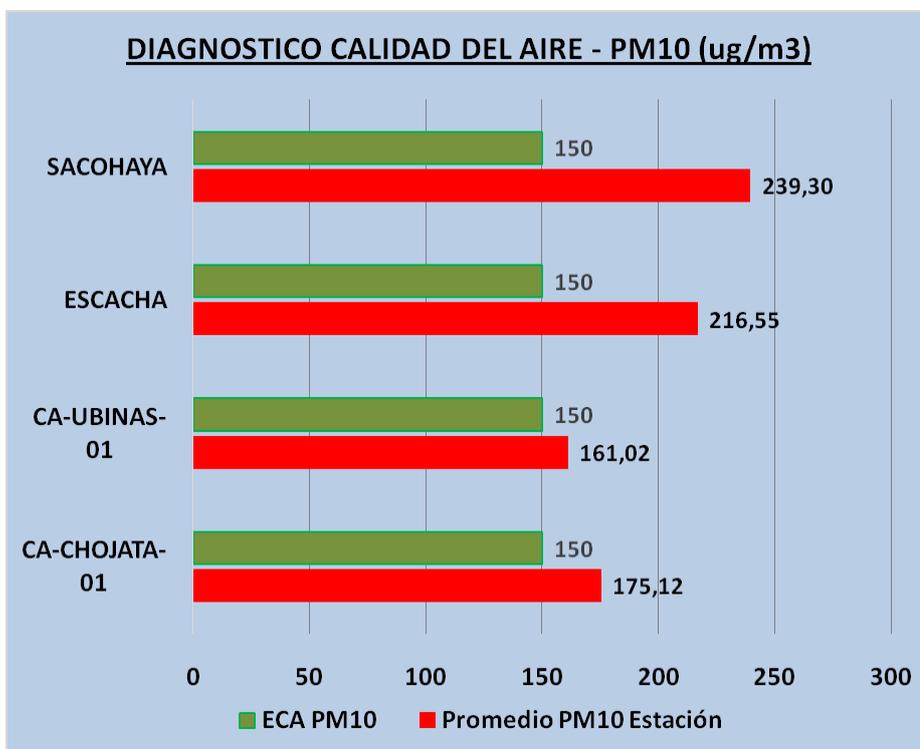
Del análisis de la comparación entre concentración PM10 promedio por día en aire en área de influencia Volcán Ubinas versus ECA PM10. Monitoreo calidad de aire – OEFA (ug/m3) durante Abril a Mayo 2014, los resultados han sobrepasado los niveles máximos permisibles, lo que denota que el ser humano de la zona de influencia del volcán Ubinas ha venido absorbiendo partículas PM10 de cenizas en una forma progresiva y acumulativa, lo que podría tener consecuencias degenerativas como envejecimiento del tejido pulmonar y predisponiendo a casos de cáncer por efecto de la contaminación de cenizas volcánicas en aire. Ver Cuadro N° 116 y M.s.n.m. N°009

Cuadro N° 104. Comparación entre concentración PM10 promedio por día en aire en área de influencia Volcán Ubinas versus ECA PM10. Monitoreo calidad de aire – OEFA (ug/m3) durante Abril a Mayo 2014

Estaciones de Monitoreo en Ubinas	Nivel Muy Alto de Peligrosidad PM10 por día (ug/m3) área influencia Volcán Ubinas	Nivel Máximo Permisible ECA PM10 (ug/m3)D.S.074-2001-PCM : 150 ug/m3 por día	Excedió en (ug/m3):
CA-CHOJATA-01	175.123	150.000	25.123
CA-UBINAS-01	161.067	150.000	11.067
ESCACHA	216.550	150.000	66.550
SACOHAYA	239.300	150.000	89.300

Fuente: Dirección Regional de Salud Moquegua adaptado por CENEPRED

Gráfico. N° 009. Comparación entre concentración PM10 promedio por día en aire en área de influencia Volcán Ubinas versus ECA PM10. Monitoreo calidad de aire (ug/m3) durante Abril a Mayo 2014



Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional de Salud -Moquegua.

2.6.5 SELECCIÓN DE LAS ZONAS (RIESGOS POTENCIALES EXISTENTES Y LOS QUE SE PUEDEN GENERAR)

La selección del área de influencia del peligro por caída de tefras se realizó siguiendo los criterios técnicos del INGEMMET.

2.6.6 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

2.6.6.1 SOCIALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de flujo de lodos o lahares (Ver Cuadros: N° 099, N° 100 y N° 101):

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS A CAIDA DE TEFRAS

Se indican a continuación los centros poblados expuestos a peligro de caída de tefras. Ver cuadro N°105. Para mayor detalle (centros poblados y población) ver ANEXO D.

Cuadro N°105. CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE CAIDA DE TEFRAS

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE
		UBINAS
		CHOJATA
		COALAQUE
		ICHUNA
		LLOQUE
		PUQUINA
		YUNGA
		LA CAPILLA
		OMATE
	MARISCAL NIETO	CARUMAS
		SAN CRISTOBAL
AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI
		CAYMA
		CHARACATO
		CHIGUATA
		POCSI
		POLOBAYA
		YURA
	CAYLLOMA	SAN ANTONIO DE CHUCA
PUNO	PUNO	MANAZO
	SAN ROMAN	CABANILLAS

Cuadro N°106. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
853	30, 322

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 107. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD (N°)	
N° CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	N° PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
12	23

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 108. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS (N°)			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
0	2	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Se presentan los elementos expuestos desestimados en el análisis social ante el peligro de flujos de lodo o lahares (Ver Cuadros: N° 109, N° 110 y N° 111):

Cuadro N°109. Centros poblados expuestos

CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	
N° CENTROS POBLADOS EXPUESTOS	N° POBLACION (Habitantes)
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de censo nacional de población y vivienda 2007-INEI

Cuadro N° 110. Acceso a servicios: Centros de salud

CENTROS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Salud

Cuadro N° 111. Acceso a servicios: Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
0	0	0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.6.6.2 ECONOMICOS

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de flujos de lodos o lahares. (Ver Cuadros: N° 112, N° 113 y N° 114)

Cuadro N° 112. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR

Fuente: CENEPRED con datos de Dirección Regional Agraria-Moquegua.

Cuadro N° 113. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
12 519

Fuente: Censo nacional de población y vivienda 2007- INEI

Cuadro N° 114. Vías de comunicación

VÍAS DE COMUNICACIÓN			
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)
Carretera	Afirmada	64.72	5
Carretera	Sin Afirmar	59.88	4
Trocha	-	66.72	3.5

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y del Instituto Geográfico del Perú. Nacional

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

Cuadro N° 115. Áreas de predios rurales

PREDIOS RURALES (Ha)	
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR
0	0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

Cuadro N° 116. Viviendas

VIVIENDAS (N°)
0

Fuente: CENEPRED con datos de Ministerio de Educación

2.6.6.3 AMBIENTALES

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

No se cuenta con información

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No se cuenta con información

2.6.7 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS

Se ha planteado el escenario más severo en función del índice de explosividad volcánico (IEV) de acuerdo al mapa de peligros de INGEMMET:

Escenario:

Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas pueden ser severamente afectados por caída de tefras 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.

2.6.8 DEFINICION DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 117. 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

Estratificación de la peligrosidad

Cuadro N° 118. Estratificación de peligrosidad

NIVEL	DESCRIPCION
MUY ALTO	Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas podrían ser 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. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa
ALTO	Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas podrían ser 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. La geomorfología del terreno caracterizada por ser colinas.
MEDIO	Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas podrían ser 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. La geomorfología del terreno caracterizada por ser altiplanicie.
BAJO	Los pueblos ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas podrían ser 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. La geomorfología del terreno caracterizada por ser valle abierto.

Fuente: CENEPRED

3. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

El análisis de elementos expuestos ayudó a identificar a los centros poblados expuestos a los peligros asociados a un escenario de erupción volcánica del Ubinas (flujos piroclásticos, flujos de lava, flujos de lodo o lahares, avalancha de escombros y caída de tefras).

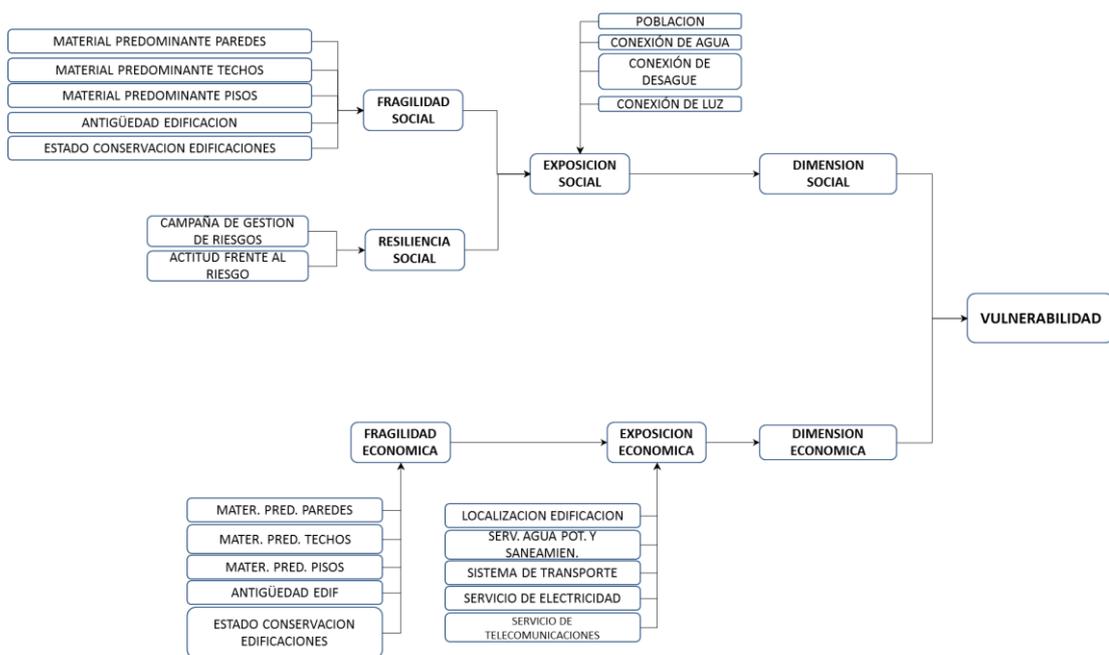
Los centros poblados para la aplicación de la metodología del análisis de vulnerabilidad son: Querapi, San Miguel, Tonohaya y Huatagua. Esta selección se fundamenta en las conclusiones del informe técnico N° A6641 denominado: “Evaluación de peligros geológicos en el valle de Ubinas”, de marzo 2014, elaborado por el INGEMMET.

A continuación se desarrolla el procedimiento técnico para cuatro de los centros poblados que se pudo obtener información para este análisis.

3.1 DEL CENTRO POBLADO QUERAPI

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área urbana de Querapi se consideró la dimensión social y económica, información que fue levantada en campo (fichas) por el Gobierno regional de Moquegua. Se muestra el flujograma general de trabajo y los parámetros considerados para el análisis de la vulnerabilidad. Ver grafico N° 010.

Grafico N°010: Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del centro poblado Querapi

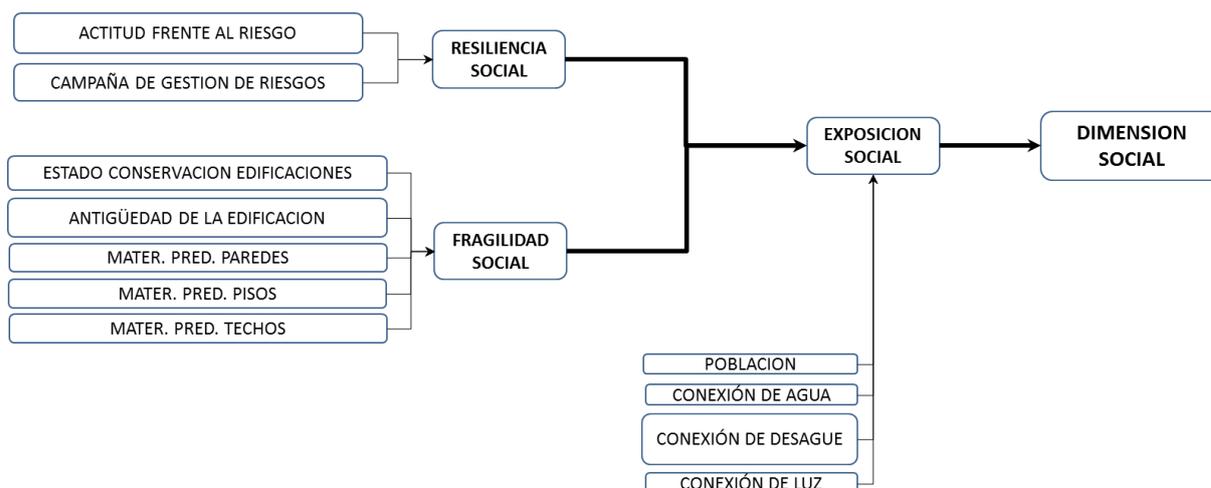


Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.1.1 DIMENSION SOCIAL

El análisis de la dimensión social ayudara a identificar las características intrínsecas de la población de Querapi, y la contribución de esta dimensión al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia. Ver Grafico N°. 011.

Grafico N°011: Flujograma de análisis de la dimensión social del centro poblado Querapi



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.1.1.1 Exposición Social:

Los parámetros considerados para la exposición social son: población, conexión de agua, conexión de desagüe y conexión de luz. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 4x4 (ver cuadro N° 119), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 120).

Cuadro N° 119. Matriz de comparación de pares para la exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz
Población	1,00	5,00	6,00	8,00
Sin conexión a la red de Agua	0,20	1,00	2,00	5,00
Sin conexión a la red de Desagüe	0,17	0,50	1,00	4,00
Sin conexión a la red de Luz	0,13	0,20	0,25	1,00

Fuente: CENEPRED

Cuadro N°120. Matriz de normalización para le exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz	Vector Priorización
Población	0,670	0,746	0,649	0,444	0,627
Sin conexión a la red de Agua	0,134	0,149	0,216	0,278	0,194
Sin conexión a la red de Desagüe	0,112	0,075	0,108	0,222	0,129
Sin conexión a la red de Luz	0,084	0,030	0,027	0,056	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 4x4 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 8% (RC < 0.08), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 121.

Índice de Consistencia	0,065
Relación de Consistencia (RC < 0.08)	0,073

Cuadro N° 121. Parámetros ponderados para la exposición social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Población	0,627
Sin conexión a la red de agua	0,197
Sin conexión a la red de desagüe	0,129
Sin conexión a la red de luz	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.1.1.2 Fragilidad Social:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación de la edificación, material predominante en paredes, material predominante en techos, antigüedad de la edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 122), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 123).

Cuadro N° 122. Matriz de comparación de pares para la fragilidad social

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1,00	3,00	4,00	6,00	8,00
Material predominante paredes	0,33	1,00	2,00	4,00	6,00
Material predominante techos	0,25	0,50	1,00	4,00	5,00
Antigüedad de edificación	0,17	0,25	0,25	1,00	5,00
Material predominante pisos	0,13	0,17	0,20	0,20	1,00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N° 123. Matriz de normalización para la fragilidad social

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0,533	0,610	0,537	0,395	0,320	0,479
Material predominante paredes	0,178	0,203	0,268	0,263	0,240	0,231
Material predominante techos	0,133	0,102	0,134	0,263	0,200	0,166
Antigüedad de edificación	0,089	0,051	0,034	0,066	0,200	0,088
Material predominante pisos	0,067	0,034	0,027	0,013	0,040	0,036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 124.

Índice de consistencia	0,065
Relación de consistencia ($RC < 0.1$)	0,073

Cuadro N° 124. Parámetros ponderados para la fragilidad social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado conservación edificación	0,479
Material predominante paredes	0,231
Material predominante techos	0,166
Antigüedad de edificación	0,088
Material predominante pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.1.1.3 Resiliencia Social:

Los parámetros considerados para el análisis son: campañas de capacitación en gestión del riesgo y actitud frente al riesgo. Ver cuadro N° 125.

Cuadro N° 125. Parámetros ponderados para la resiliencia social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Campañas de capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.300
Actitud frente al riesgo	0.700

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 126.

Cuadro N° 126. Descriptores ponderados

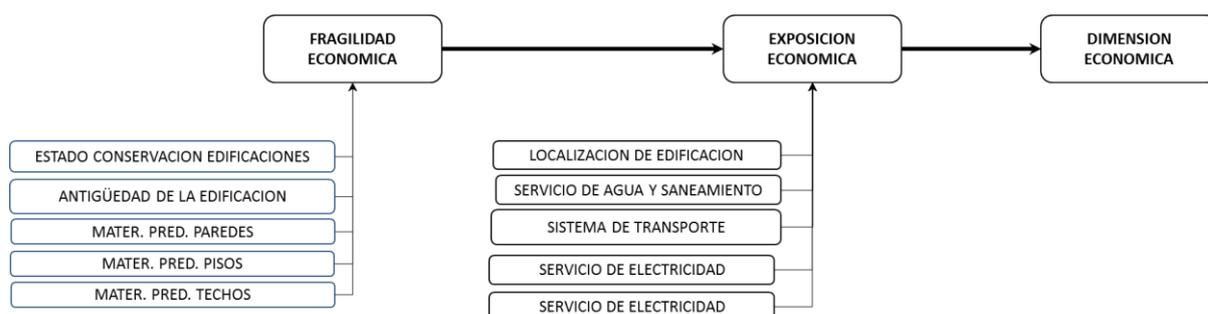
Descriptor	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.1.2 DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica ayudó a identificar los servicios (agua, sistema de transporte, luz y telecomunicaciones) y características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población) expuestas a los fenómenos asociados a la erupción volcánica del Ubinas. Ver gráfico N°012.

Gráfico N°012: Flujograma de análisis de la dimensión económica del centro poblado Querapi



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.1.2.1 Exposición Económica:

Los parámetros considerados para la exposición social son: localización de edificaciones, servicio de agua, sistema de transporte, servicio de electricidad o luz y servicio de telecomunicaciones. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 127), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 128).

Cuadro N° 127. Matriz de comparación de pares para la exposición económica.

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones
Localización de la edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Servicio de agua potable y saneamiento	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Sistema de transporte	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Servicio de electricidad	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Servicio de telecomunicaciones	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N° 128. Matriz de normalización para la exposición económica.

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones	Vector Priorización
Localización de la edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Servicio de agua potable y saneamiento	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Sistema de transporte	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Servicio de electricidad	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Servicio de telecomunicaciones	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 129.

Cuadro N° 129. Parámetros ponderados para la exposición económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Localización de la edificación	0,479
Servicio de agua	0,231
Sistema de transporte	0,166
Servicio de luz o electricidad	0,088
Servicio de telecomunicación	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Índice de consistencia	0,098
Relación de consistencia (RC <0.1)	0,088

3.1.2.2 Fragilidad Económica:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación de la edificación, material predominante de paredes, material predominante en techos, antigüedad de edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro

N°003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N°130), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 131).

Cuadro N°130. Matriz de comparación de pares para fragilidad económica

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Material predominante paredes	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Material predominante techos	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Antigüedad de edificación	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Material predominante pisos	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°131. Matriz de normalización para la fragilidad económica

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Material predominante paredes	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Material predominante techos	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Antigüedad de edificación	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Material predominante pisos	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 132.

Cuadro N°132. Parámetros ponderados para la fragilidad económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado de conservación de edificaciones	0,479
Material predominante en paredes	0,231
Material predominante en techos	0,166
Antigüedad en edificaciones	0,088
Material predominante en pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Índice de consistencia	0.098
Relación de consistencia < 0.1	0.088

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 133.

Cuadro N°133. Descriptores ponderados

Descriptor	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.1.3 DEFINICIÓN DE NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de parámetros y descriptores, y la aplicación de fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos mediante el uso del software para georeferencia.

Se muestra la aplicación del procedimiento de cálculo para una fila de la base de datos.

DIMENSION SOCIAL

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i \cdot Descriptor_j$$

EXPOSICION SOCIAL						VALOR
Conexión de Agua		Conexión de Desagüe		Conexión de Luz		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.557	0.253	0.320	0.495	0.123	0.495	0.360

FRAGILIDAD SOCIAL										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.495	0.231	0.495	0.166	0.495	0.088	0.156	0.036	0.061	0.450

RESILIENCIA SOCIAL				VALOR
Campaña Gestión de Riesgo		Actitud frente al riesgo		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.300	0.253	0.700	0.061	0.119

$$Valor = Exposicion.Peso + Fragilidad.Peso + Resiliencia.Peso$$

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VUL. SOCIAL
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.360	0.343	0.450	0.082	0.119	0.575	0.229

DIMENSION ECONOMICA

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i \cdot Descriptor_j$$

EXPOSICION ECONOMICA					VALOR
Localización de edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones	

Parámetro	Descriptor									
0.479	0.495	0.231	0.495	0.166	0.495	0.088	0.495	0.036	0.495	0.495

FRAGILIDAD ECONOMICA										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.253	0.231	0.495	0.166	0.253	0.088	0.253	0.036	0.156	0.305

$$\text{Valor} = \text{Exposicion.Peso} + \text{Fragilidad.Peso} + \text{Resiliencia.Peso}$$

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		VUL. ECONOMICA
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.495	0.500	0.305	0.500	0.400

Cálculo del valor de la vulnerabilidad.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Vul.Social} \times \text{Peso} + \text{Vul.Economica} \times \text{Peso}$$

VUL. SOCIAL		VUL. ECONOMICA		VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.229	0.500	0.400	0.500	0.315

Cuadro N°134. Nivel de vulnerabilidad para el centro poblado de 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

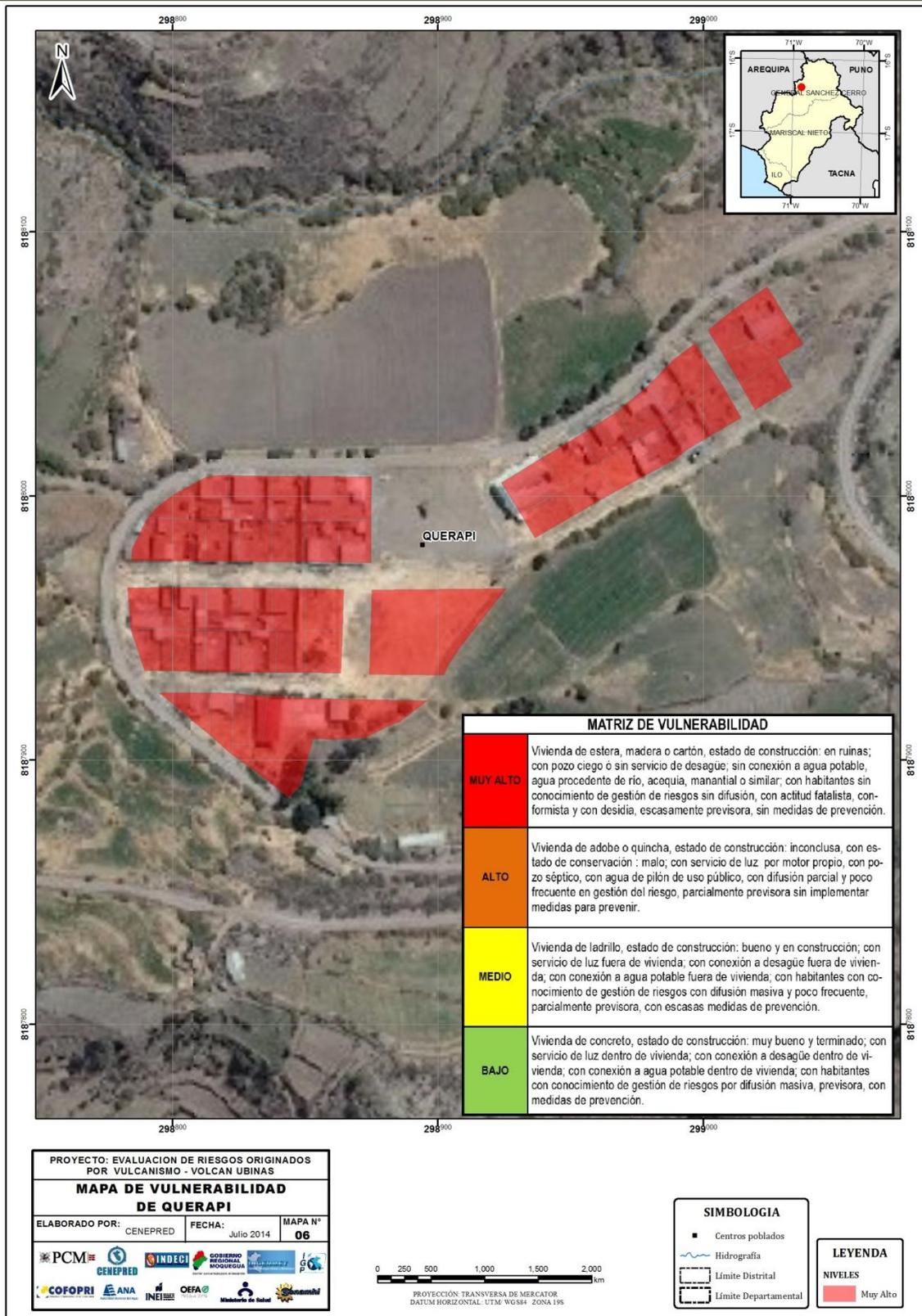
3.1.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N°135. Estratificación de la vulnerabilidad

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 previsoras, 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 previsoras 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 previsoras, 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, previsoras, con medidas de prevención.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

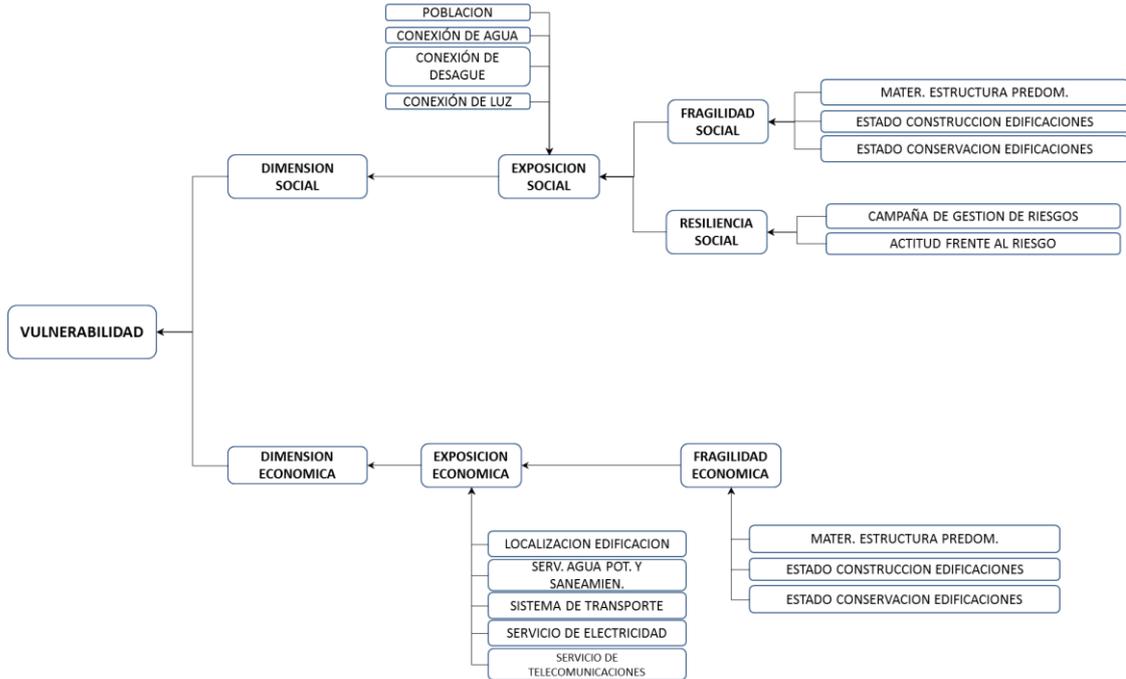
3.1.5 MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE QUERAPI



3.2 DEL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área urbana de San Miguel se consideró la dimensión social y económica, información que fue levantada en campo (fichas) por el Gobierno Regional de Moquegua. Se muestra el flujograma general de trabajo y los parámetros considerados para el análisis de la vulnerabilidad. Ver gráfico N° 013.

Grafico N°013: Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del centro poblado San Miguel



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.2.1 DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social ayudara a identificar las características intrínsecas de la población de San Miguel, y la contribución de esta dimensión al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición y fragilidad. Ver 014.

Grafico N°014: Flujograma de análisis de la dimensión social del centro poblado San Miguel



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.2.1.1 Exposición Social:

Los parámetros considerados para la exposición social son: población, conexión de agua, conexión de desagüe y conexión de luz. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 4x4 (ver cuadro N° 136), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N°137).

Cuadro N°136. Matriz de comparación de pares para la exposición social				
PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz
Población	1.00	5.00	6.00	8.00
Sin conexión a la red de Agua	0.20	1.00	2.00	5.00
Sin conexión a la red de Desagüe	0.17	0.50	1.00	4.00
Sin conexión a la red de Luz	0.13	0.20	0.25	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°137. Matriz de normalización para le exposición social					
PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz	Vector Priorización
Población	0.670	0.746	0.649	0.444	0.627
Sin conexión a la red de Agua	0.134	0.149	0.216	0.278	0.194
Sin conexión a la red de Desagüe	0.112	0.075	0.108	0.222	0.129
Sin conexión a la red de Luz	0.084	0.030	0.027	0.056	0.049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 4x4 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 8% ($RC < 0.08$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 138.

Índice de consistencia	0.065
Relación de consistencia < 0.08	0.073

Cuadro N°138. Parámetros ponderados para la exposición social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Población	0,627
Sin conexión a la red de agua	0,197
Sin conexión a la red de desagüe	0,129
Sin conexión a la red de luz	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.2.1.2 Fragilidad Social:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación, material estructura predominante y estado de la construcción. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N°003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 4x4 (ver cuadro 139), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N°140).

Cuadro N°139. Matriz de comparación de pares para la fragilidad social

PARÁMETRO	Estado de conservación	Estado de la construcción	Material estructura predominante
Estado de conservación	1.00	3.00	4.00
Estado de la construcción	0.33	1.00	2.00
Material estructura predominante	0.25	0.50	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°140. Matriz de normalización para la fragilidad social

PARÁMETRO	Estado de conservación	Estado de la construcción	Material estructura predominante	Vector Priorización
Estado de conservación	0.632	0.667	0.571	0.623
Estado de la construcción	0.211	0.222	0.286	0.239
Material estructura predominante	0.158	0.111	0.143	0.137

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 3x3 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 4% (RC < 0.04), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N°141.

Índice de consistencia	0.009
Relación de consistencia < 0.04	0.017

Cuadro N°141. Parámetros ponderados para la fragilidad social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado conservación edificación	0.623
Estado de construcción	0.239
Material estructura predominante	0.137

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.2.1.3 Resiliencia Social:

Los parámetros considerados para el análisis son: campañas de capacitación en gestión del riesgo y actitud frente al riesgo. Ver cuadro N°142

Cuadro N°142. Parámetros ponderados para la resiliencia social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Campañas de capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.300
Actitud frente al riesgo	0.700

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N°143.

Cuadro N°143. Descriptores ponderados

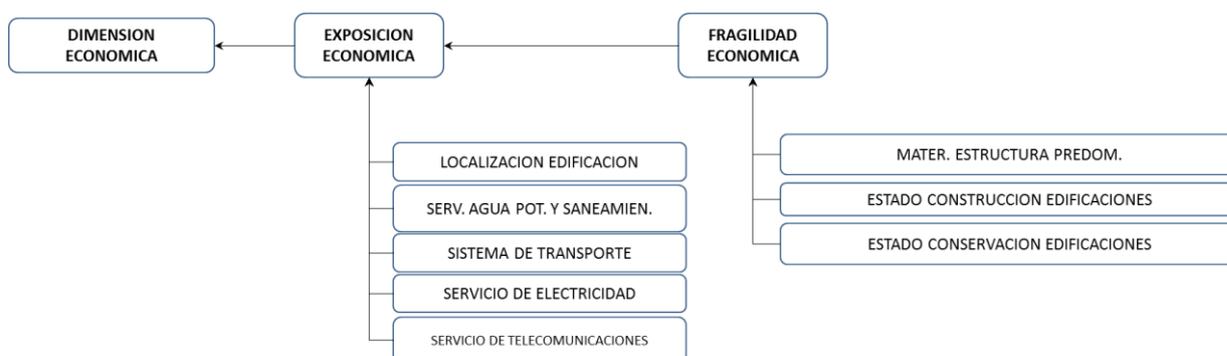
Descriptor	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.062
Límite superior bajo	0.099
Límite medio	0.161
Límite alto	0.262
Límite muy alto	0.416

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.2.2 DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica ayudara a identificar los servicios (agua, sistema de transporte, luz y telecomunicaciones) y características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población) expuestas a los fenómenos asociados a la erupción volcánica del Ubinas. Ver grafico 015.

Grafico N°015: Flujoograma de análisis de la dimensión económica del centro poblado San Miguel



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.2.2.1 Exposición Económica:

Los parámetros considerados para la exposición social son: localización de edificaciones, servicio de agua, sistema de transporte, servicio de electricidad o luz y servicio de telecomunicaciones. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 144), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 145).

Cuadro N°144. Matriz de comparación de pares para la exposición económica

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones
Localización de la edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Servicio de agua potable y saneamiento	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Sistema de transporte	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Servicio de electricidad	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Servicio de telecomunicaciones	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°145. Matriz de normalización para la exposición económica.

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones	Vector Priorización
Localización de la edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Servicio de agua potable y saneamiento	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Sistema de transporte	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Servicio de electricidad	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Servicio de telecomunicaciones	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 146.

Cuadro N°146. Parámetros ponderados para la exposición económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Localización de la edificación	0,479
Servicio de agua	0,231
Sistema de transporte	0,166
Servicio de luz o electricidad	0,088
Servicio de telecomunicación	0.036

Fuente Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Índice de consistencia	0.098
Relación de consistencia < 0.1	0.088

3.2.2.2 Fragilidad Económica:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación de la edificación, material predominante de paredes, material predominante en techos, antigüedad de edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 3x3 (ver cuadro N° 147), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 148).

Cuadro N°147. Matriz de comparación de pares para fragilidad económica			
PARÁMETRO	Estado de conservación	Estado de la construcción	Material estructura predominante
Estado de conservación	1.00	3.00	4.00
Estado de la construcción	0.33	1.00	2.00
Material estructura predominante	0.25	0.50	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°148. Matriz de normalización para la fragilidad económica

	Estado de conservación	Estado de la construcción	Material estructura predominante	Vector Priorización
Estado de conservación	0.632	0.667	0.571	0.623
Estado de la construcción	0.211	0.222	0.286	0.239
Material estructura predominante	0.158	0.111	0.143	0.137

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 3x3 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 4% ($RC < 0.04$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 149.

Cuadro N°149. Parámetros ponderados para la fragilidad económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado de conservación	0.623
Estado de la construcción	0.239
Material estructura predominante	0.137

Fuente: CENEPRED

Índice de consistencia	0.009
Relación de consistencia < 0.04	0.017

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 150.

Cuadro N°150. Descriptores ponderados

Descriptores	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.2.3 DEFINICIÓN DE NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de parámetros y descriptores, y la aplicación de fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos mediante el uso del software de georeferencia.

Se muestra la aplicación del procedimiento de cálculo para una fila de la base de datos.

DIMENSION SOCIAL

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i \cdot Descriptor_j$$

EXPOSICION SOCIAL								VALOR
Población		Sin conexión a la red de Agua		Sin conexión a la red de Desagüe		Sin conexión a la red de Luz		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.627	0.062	0.194	0.062	0.129	0.062	0.049	0.062	0.062

FRAGILIDAD SOCIAL						VALOR
Estado conservación		Estado de la construcción		Material estructura predominante		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.623	0.062	0.239	0.062	0.137	0.062	0.062

RESILIENCIA_SOCIAL	VALOR
--------------------	-------

Campaña Gestión de Riesgo (CGR)		Actitud frente al riesgo (AFR)		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.300	0.062	0.700	0.062	0.062

$$Valor = Exposicion.Peso + Fragilidad.Peso + Resiliencia.Peso$$

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VALOR
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.062	0.343	0.062	0.082	0.062	0.575	0.062

DIMENSION ECONOMICA

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i.Descriptor_j$$

EXPOSICION ECONOMICA										VALOR
Localización de edificación		Servicio de agua y saneamiento		Sistema de transporte		Servicio de electricidad		Servicio de telecomunicaciones		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.416	0.231	0.416	0.166	0.416	0.088	0.416	0.036	0.416	0.416

FRAGILIDAD ECONOMICA						VALOR
Estado conservación (ecs)		Estado de la construcción (ecc)		Material estructura predominante (mep)		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.623	0.416	0.239	0.416	0.137	0.416	0.416

$$Valor = Exposicion.Peso + Fragilidad.Peso + Resiliencia.Peso$$

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		VALOR
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.416	0.500	0.416	0.500	0.416

Cálculo del valor de la vulnerabilidad.

$$Vulnerabilidad = Vul. Social \times Peso + Vul. Economica \times Peso$$

VUL. SOCIAL		VUL. ECONOMICA		VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.062	0.500	0.416	0.500	0.239

Cuadro N°151. Nivel de vulnerabilidad para el centro poblado de San Miguel

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0,262 \leq R \leq 0,416$
ALTO	$0,161 \leq R < 0,262$
MEDIO	$0,099 \leq R < 0,161$
BAJO	$0,062 \leq R < 0,099$

Fuente: CENEPRED

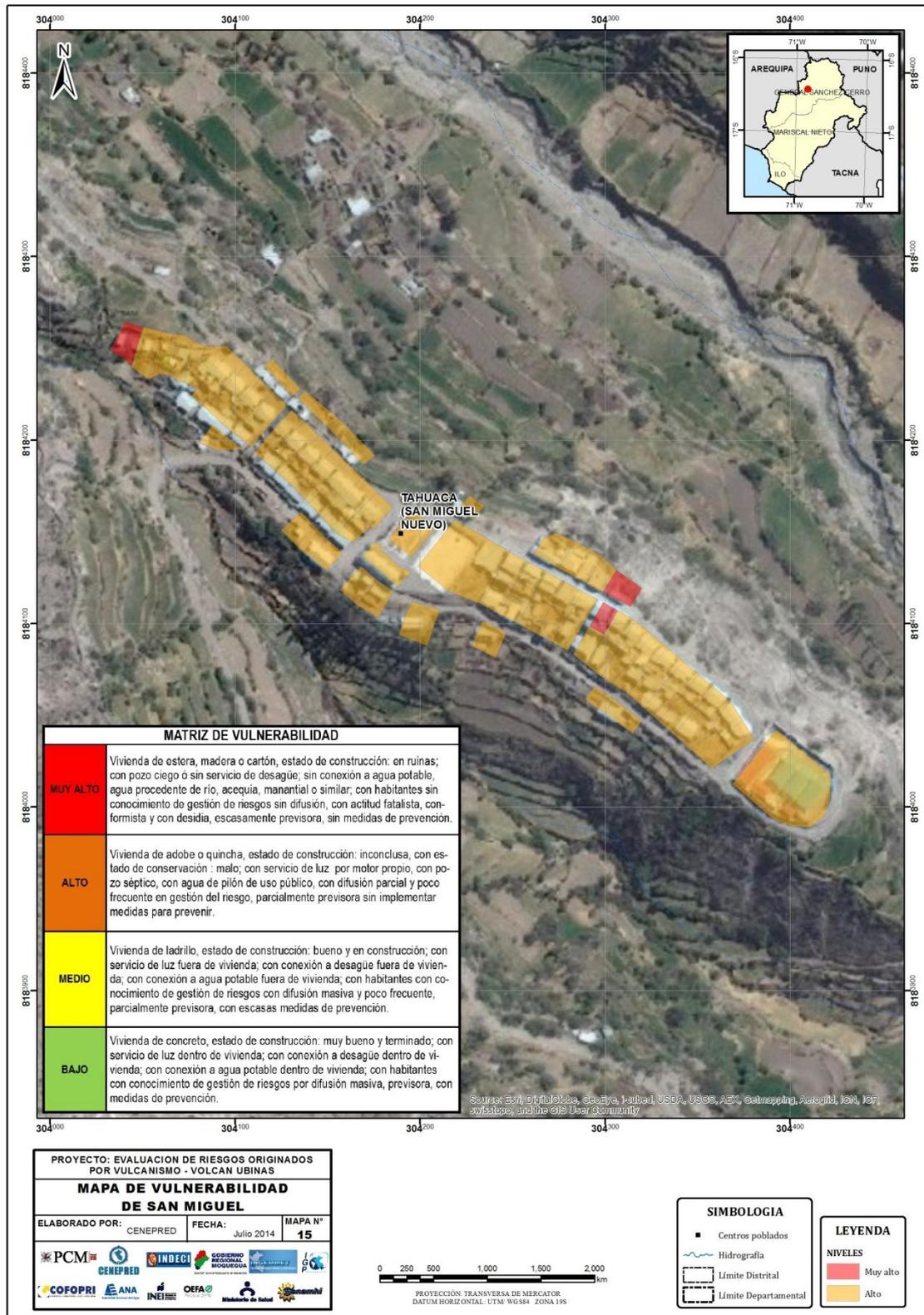
3.2.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N°152. Estratificación de la vulnerabilidad

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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

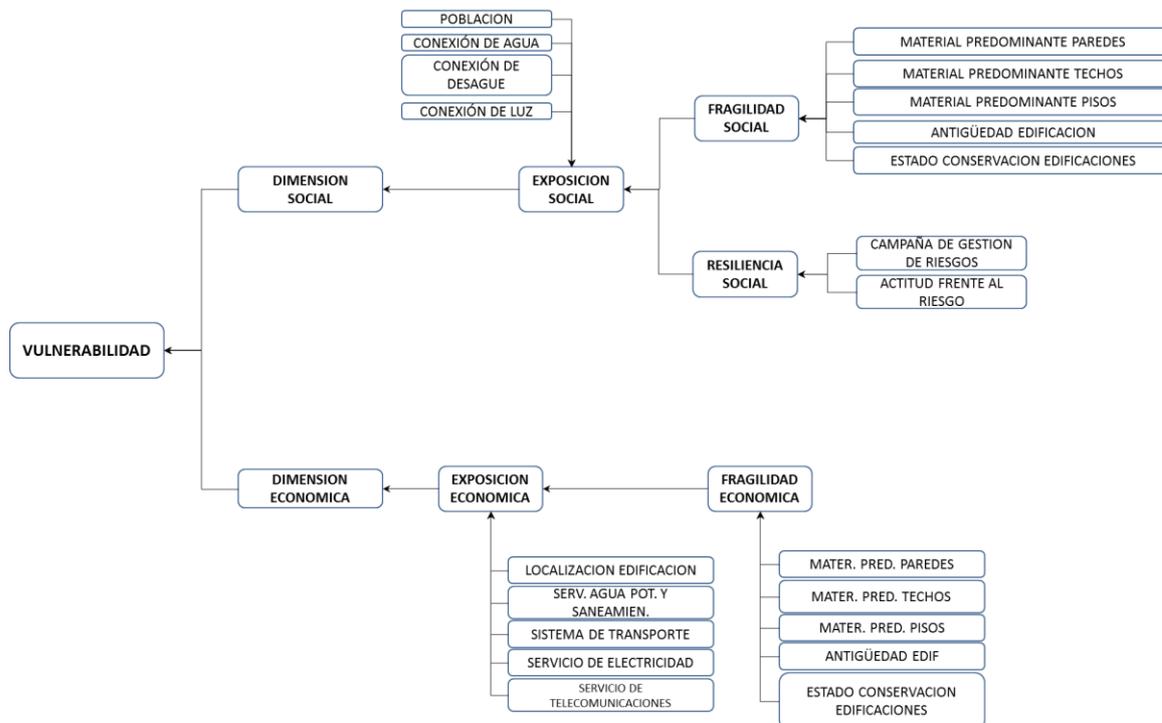
3.2.3 MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE SAN MIGUEL



3.3 DEL CENTRO POBLADO HUATAGUA

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área urbana de Huatagua se consideró la dimensión social y económica, información que fue levantada en campo (fichas) con apoyo del Gobierno regional de Moquegua. Se muestra el flujograma general de trabajo y los parámetros considerados para el análisis de la vulnerabilidad. Ver gráfico N° 016.

Gráfico N°016: Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del centro poblado Huatagua



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.3.1 DIMENSION SOCIAL

El análisis de la dimensión social ayudara a identificar las características intrínsecas de la población de Huatagua, y la contribución de esta dimensión al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia. Ver gráfico N° 017.

Grafico N°017: Flujoograma de análisis de la dimensión social del centro poblado Huatagua



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.1.1 Exposición Social:

Los parámetros considerados para la exposición social son: población, conexión de agua, conexión de desagüe y conexión de luz. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 4x4 (ver cuadro N° 153), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 154).

Cuadro N°153. Matriz de comparación de pares para la exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz
Población	1,00	5,00	6,00	8,00
Sin conexión a la red de Agua	0,20	1,00	2,00	5,00
Sin conexión a la red de Desagüe	0,17	0,50	1,00	4,00
Sin conexión a la red de Luz	0,13	0,20	0,25	1,00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°154. Matriz de normalización para la exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz	Vector Priorización
Población	0,670	0,746	0,649	0,444	0,627
Sin conexión a la red de Agua	0,134	0,149	0,216	0,278	0,194
Sin conexión a la red de Desagüe	0,112	0,075	0,108	0,222	0,129
Sin conexión a la red de Luz	0,084	0,030	0,027	0,056	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 4x4 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 8% (RC < 0.08), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 155.

Índice de consistencia	0,065
Relación de consistencia (RC < 0.08)	0,073

Cuadro N°155. Parámetros ponderados para la exposición social.

Descriptores	PESO PONDERADO
Población	0,627
Sin conexión a la red de agua	0,197
Sin conexión a la red de desagüe	0,129
Sin conexión a la red de luz	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.1.2 Fragilidad Social:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación de la edificación, material predominante en paredes, material predominante en techos, antigüedad de la edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 156), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 157).

Cuadro N°156. Matriz de comparación de pares para la fragilidad social

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1,00	3,00	4,00	6,00	8,00
Material predominante paredes	0,33	1,00	2,00	4,00	6,00
Material predominante techos	0,25	0,50	1,00	4,00	5,00
Antigüedad de edificación	0,17	0,25	0,25	1,00	5,00
Material predominante pisos	0,13	0,17	0,20	0,20	1,00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°157. Matriz de normalización para la fragilidad social

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0,533	0,610	0,537	0,395	0,320	0,479
Material predominante paredes	0,178	0,203	0,268	0,263	0,240	0,231
Material predominante techos	0,133	0,102	0,134	0,263	0,200	0,166
Antigüedad de edificación	0,089	0,051	0,034	0,066	0,200	0,088
Material predominante pisos	0,067	0,034	0,027	0,013	0,040	0,036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 158.

Índice de consistencia	0,065
Relación de consistencia ($RC < 0.08$)	0,088

Cuadro N°156. Parámetros ponderados para la fragilidad social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado conservación edificación	0,479
Material predominante paredes	0,231
Material predominante techos	0,166
Antigüedad de edificación	0,088
Material predominante pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.1.3 Resiliencia Social:

Los parámetros considerados para el análisis de la resiliencia social son: actividad económica, actitud frente al riesgo y capacitación en gestión de riesgos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 3x3 (ver cuadro N° 159), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 160).

Cuadro N°159. Matriz de comparación de pares para la resiliencia social

PARÁMETRO	Actividad económica	Actitud frente al riesgo	Capacitación en gestión de riesgo
Actividad económica	1.00	0.50	4.00
Actitud frente al riesgo	2.00	1.00	6.00
Capacitación en gestión de riesgo	0.25	0.17	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°160. Matriz de normalización para la resiliencia social

PARÁMETRO	Actividad económica	Actitud frente al riesgo	Capacitación en gestión de riesgo	Vector Priorización
Actividad económica	0.308	0.300	0.364	0.324
Actitud frente al riesgo	0.615	0.600	0.545	0.587
Capacitación en gestión de riesgo	0.077	0.100	0.091	0.089

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 161.

Cuadro N°161 Descriptores ponderados

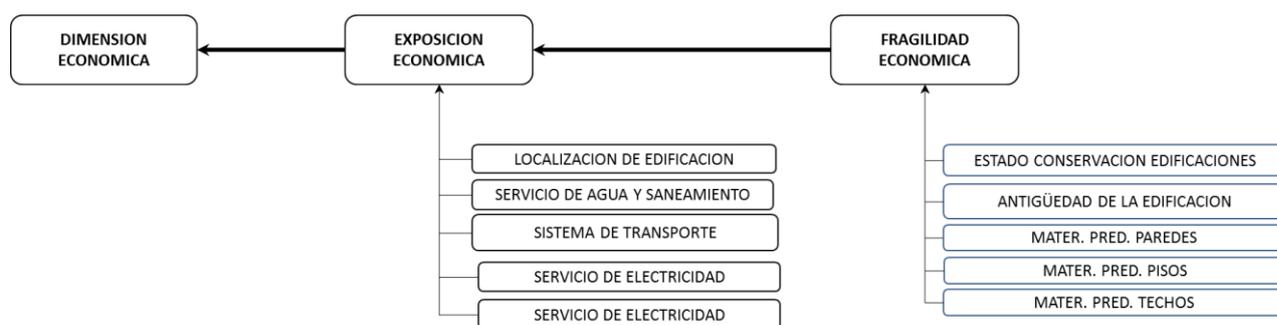
Descriptores	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.2 DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica ayudara a identificar los servicios (agua, sistema de transporte, luz y telecomunicaciones) y características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población) expuestas a los fenómenos asociados a la erupción volcánica del Ubinas. Ver gráfico N° 018.

Gráfico N°018: Flujograma de análisis de la dimensión económica del centro poblado Huatagua



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.2.1 Exposición Económica:

Los parámetros considerados para la exposición social son: localización de edificaciones, servicio de agua, sistema de transporte, servicio de electricidad o luz y servicio de telecomunicaciones. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N°003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 162), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 163).

Cuadro N°162. Matriz de comparación de pares para la exposición económica.

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones
Localización de la edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Servicio de agua potable y saneamiento	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Sistema de transporte	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Servicio de electricidad	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Servicio de telecomunicaciones	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°163. Matriz de normalización para la exposición económica.

Descriptor	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones	Vector Priorización
Localización de la edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Servicio de agua potable y saneamiento	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Sistema de transporte	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Servicio de electricidad	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Servicio de telecomunicaciones	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N°164.

Cuadro N°164. Parámetros ponderados para la exposición económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Localización de la edificación	0,479
Servicio de agua	0,231
Sistema de transporte	0,166
Servicio de luz o electricidad	0,088
Servicio de telecomunicación	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Índice de consistencia	0.098
Relación de consistencia < 0.1	0.088

3.3.2.2 Fragilidad Económica:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: estado de conservación de la edificación, material predominante de paredes, material predominante en techos, antigüedad de edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 165 y N° 164), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N°166).

Cuadro N°165 Matriz de comparación de pares para fragilidad económica

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Material predominante paredes	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Material predominante techos	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Antigüedad de edificación	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Material predominante pisos	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N° 166. Matriz de normalización para la fragilidad económica

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Material predominante paredes	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Material predominante techos	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Antigüedad de edificación	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Material predominante pisos	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 167.

Cuadro N°167. Parámetros ponderados para la fragilidad económica.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado de conservación de edificaciones	0,479
Material predominante en paredes	0,231
Material predominante en techos	0,166
Antigüedad en edificaciones	0,088
Material predominante en pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Índice de consistencia	0.098
Relación de consistencia < 0.1	0.088

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 168.

Cuadro N°168. Descriptores ponderados

Descriptores	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.3.3 DEFINICION DE NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de parámetros y descriptores, y la aplicación de fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos mediante el uso del software para georeferencia.

Se muestra la aplicación del procedimiento de cálculo para una fila de la base de datos.

DIMENSION SOCIAL

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i \cdot Descriptor_j$$

EXPOSICION SOCIAL								VALOR
Población		Sin conexión a la red de Agua		Sin conexión a la red de Desagüe		Sin conexión a la red de Luz		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.627	0.495	0.194	0.495	0.129	0.495	0.049	0.495	0.495

FRAGILIDAD SOCIAL										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.495	0.231	0.495	0.166	0.495	0.088	0.495	0.036	0.495	0.495

FRAGILIDAD SOCIAL										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.495	0.231	0.495	0.166	0.495	0.088	0.156	0.036	0.061	0.450

RESILIENCIA SOCIAL						VALOR
Actividad económica		Campaña Gestión de Riesgo		Actitud frente al riesgo		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.324	0.495	0.089	0.495	0.587	0.495	0.495

$$\text{Valor} = \text{Exposicion.Peso} + \text{Fragilidad.Peso} + \text{Resiliencia.Peso}$$

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VALOR
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.495	0.343	0.495	0.082	0.495	0.575	0.495

DIMENSION ECONOMICA

$$\text{Valor} = \sum_{i,j}^{n,m} \text{Parametro}_i \cdot \text{Descriptor}_j$$

EXPOSICION ECONOMICA										VALOR
Localización de edificación		Servicio de agua potable y saneamiento		Sistema de transporte		Servicio de electricidad		Servicio de telecomunicaciones		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.495	0.231	0.495	0.166	0.495	0.088	0.495	0.036	0.495	0.495

FRAGILIDAD ECONOMICA										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.253	0.231	0.495	0.166	0.253	0.088	0.253	0.036	0.156	0.305

$$\text{Valor} = \text{Exposicion.Peso} + \text{Fragilidad.Peso} + \text{Resiliencia.Peso}$$

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		VUL. ECONOMICA
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.495	0.500	0.305	0.500	0.400

Cálculo del valor de la vulnerabilidad.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Vul.Social} \times \text{Peso} + \text{Vul. Economica} \times \text{Peso}$$

VUL. SOCIAL		VUL. ECONOMICA		VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.495	0.500	0.400	0.500	0.447

CuadroN°169. Nivel de vulnerabilidad para el centro poblado de Huatagua

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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

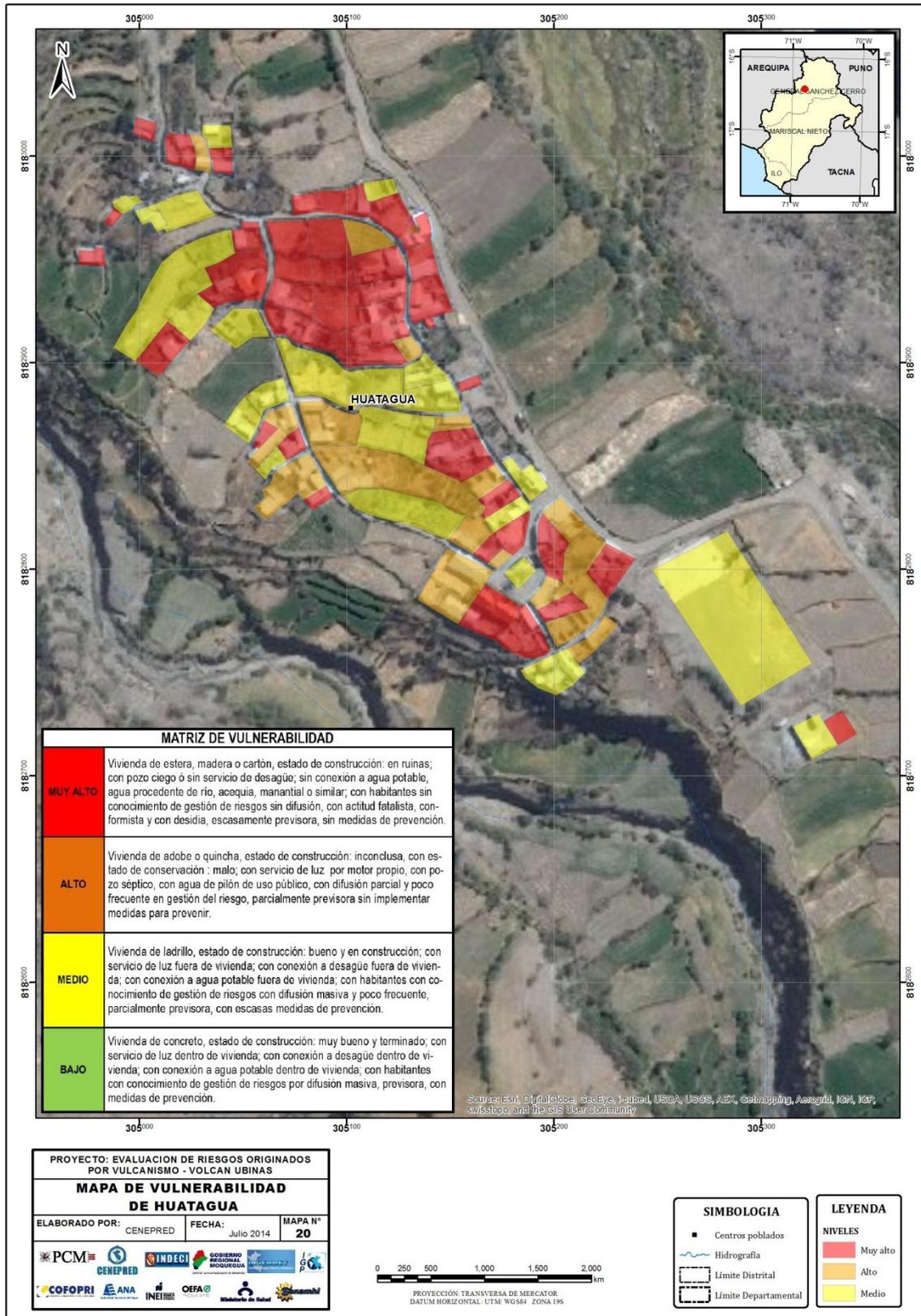
3.3.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N°170. Estratificación de la vulnerabilidad

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 previsora, 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 previsora 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 previsora, 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, previsora, con medidas de prevención.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

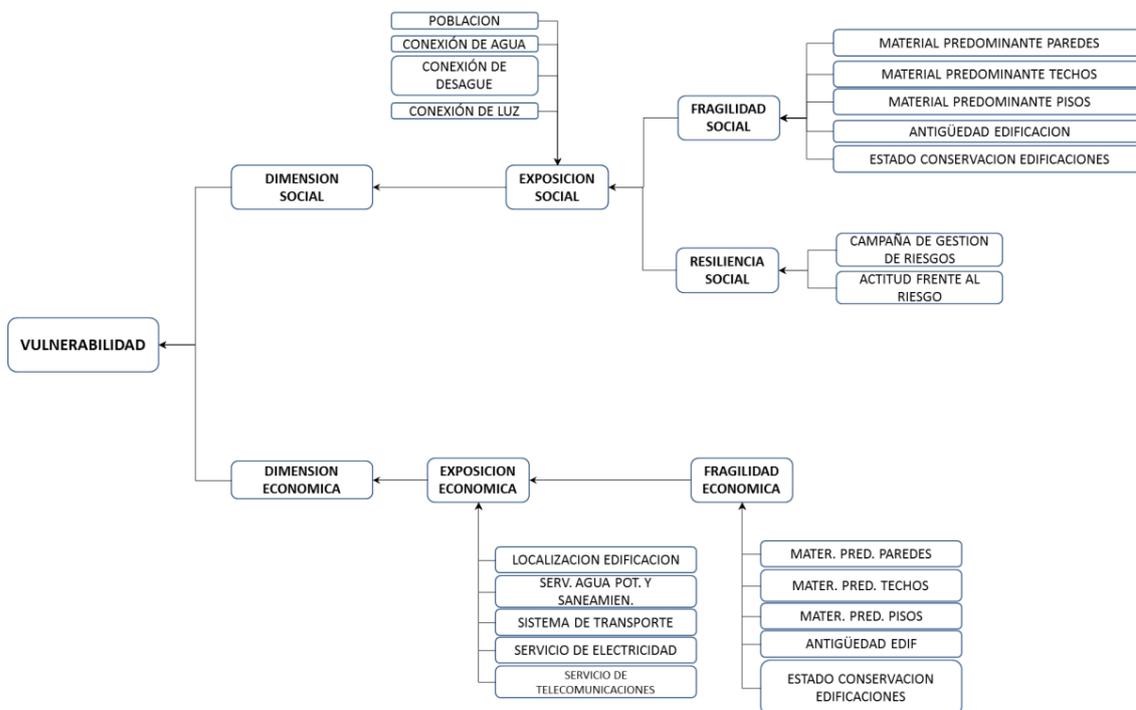
3.3.5 MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE HUATAGUA



3.4 DEL CENTRO POBLADO TONOHAYA

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área urbana de Tonohaya se consideró la dimensión social y económica, información que fue levantada en campo (fichas) con apoyo del Gobierno Regional de Moquegua. Se muestra el flujograma general de trabajo y los parámetros considerados para el análisis de la vulnerabilidad. Ver gráfico. N° 019.

Grafico N°019: Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad del centro poblado Tonohaya

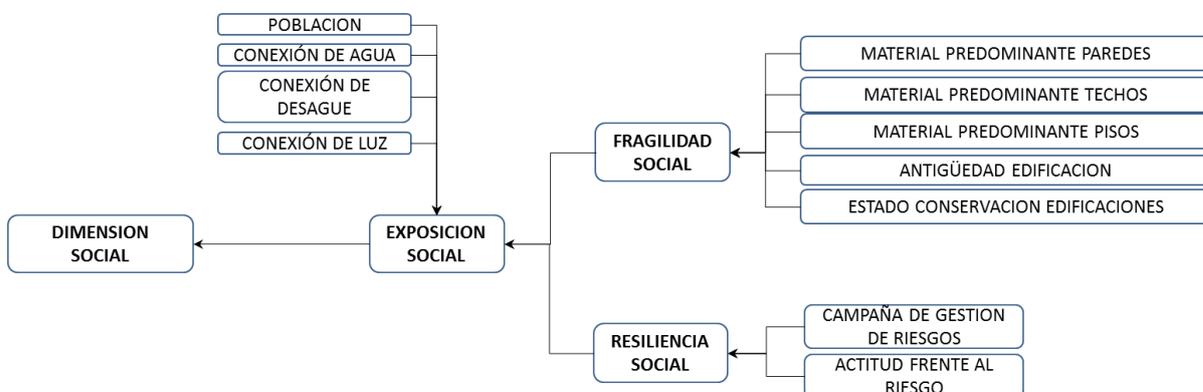


Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.1 DIMENSION SOCIAL

El análisis de la dimensión social ayudara a identificar las características intrínsecas de la población de Tonohaya, y la contribución de esta dimensión al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición y fragilidad. Ver grafico. N° 020.

Grafico N°020: Flujograma de análisis de la dimensión social del centro poblado Tonohaya



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.1.1 Exposición Social:

Los parámetros considerados para la exposición social son: población, conexión de agua, conexión de desagüe y conexión de luz. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 4x4 (ver cuadro N° 171 y N° 172), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 171).

Cuadro N°171. Matriz de comparación de pares para la exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz
Población	1.00	5.00	6.00	8.00
Sin conexión a la red de Agua	0.20	1.00	2.00	5.00
Sin conexión a la red de Desagüe	0.17	0.50	1.00	4.00
Sin conexión a la red de Luz	0.13	0.20	0.25	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°172 Matriz de normalización para le exposición social

PARÁMETRO	Población	Sin conexión a la red de Agua	Sin conexión a la red de Desagüe	Sin conexión a la red de Luz	Vector Priorización
Población	0.670	0.746	0.649	0.444	0.627
Sin conexión a la red de Agua	0.134	0.149	0.216	0.278	0.194
Sin conexión a la red de Desagüe	0.112	0.075	0.108	0.222	0.129
Sin conexión a la red de Luz	0.084	0.030	0.027	0.056	0.049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 4x4 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 8% ($RC < 0.08$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 173.

Índice de consistencia	0.065
Relación de consistencia < 0.08	0.073

Cuadro N°173. Parámetros ponderados para la exposición social.

Descriptores	PESO PONDERADO
Población	0,627
Sin conexión a la red de agua	0,197
Sin conexión a la red de desagüe	0,129
Sin conexión a la red de luz	0,049

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.4.1.2 Fragilidad Social:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad social son: material predominante en paredes, material predominante en techos, material predominante en pisos, antigüedad de la edificación y estado de conservación de la edificación. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 174), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada descriptor considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 175).

Cuadro N°174 MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

Descriptores	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Material predominante paredes	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Material predominante techos	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Antigüedad de edificación	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Material predominante pisos	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N° 175. MATRIZ DE NORMALIZACION

Descriptor	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Material predominante paredes	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Material predominante techos	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Antigüedad de edificación	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Material predominante pisos	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% (RC < 0.1), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 176.

Índice de consistencia	0.009
Relación de consistencia < 0.1	0.088

Cuadro N°176. Parámetros ponderados para la fragilidad social.

Descriptor	PESO PONDERADO
Estado conservación edificación	0.479
Material predominante paredes	0.231
Material predominante techos	0.166
Antigüedad de la edificación	0.088
Material predominante pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.1.3 Resiliencia Social:

Los factores considerados para el análisis son: campañas de capacitación en gestión del riesgo y actitud frente al riesgo. Ver cuadro N° 177.

Cuadro N°177. Parámetros ponderados para la resiliencia social.

Factores	PESO PONDERADO
Campañas de capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.300
Actitud frente al riesgo	0.700

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro 178.

Cuadro N°178. Descriptores ponderados

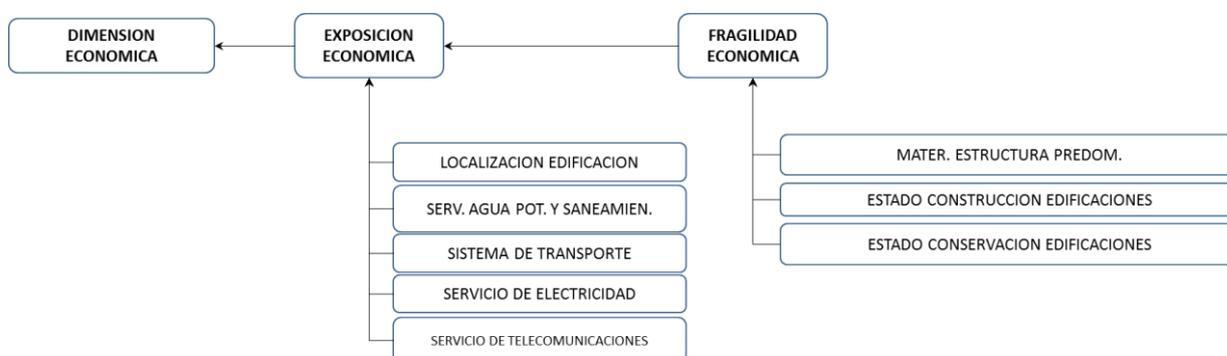
Descriptores	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.062
Límite superior bajo	0.099
Límite medio	0.161
Límite alto	0.262
Límite muy alto	0.416

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.2 DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica ayudara a identificar los servicios (agua, sistema de transporte, luz y telecomunicaciones) y características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población) expuestas a los fenómenos asociados a la erupción volcánica del Ubinas. Ver gráfico N° 021.

Gráfico N° 021: Flujograma de análisis de la dimensión económica del centro poblado Tonohaya



Fuente Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.2.1 Exposición Económica:

Los parámetros considerados para la exposición social son: localización de edificaciones, servicio de agua, sistema de transporte, servicio de electricidad o luz y servicio de telecomunicaciones. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 179), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N° 180).

Cuadro N°179. Matriz de comparación de pares para la exposición económica

DESCRIPTORES	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones
Localización de la edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Servicio de agua potable y saneamiento	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Sistema de transporte	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Servicio de electricidad	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Servicio de telecomunicaciones	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°180. Matriz de normalización para la exposición económica.

DESCRIPTORES	Localización de la edificación	Servicio de agua potable y saneamiento	Sistema de transporte	Servicio de electricidad	Servicio de telecomunicaciones	Vector Priorización
Localización de la edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Servicio de agua potable y saneamiento	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Sistema de transporte	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Servicio de electricidad	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Servicio de telecomunicaciones	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que

los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 181.

Cuadro N°181. Parámetros ponderados para la exposición económica.

DESCRIPTORES	PESO PONDERADO
Localización de la edificación	0,479
Servicio de agua	0,231
Sistema de transporte	0,166
Servicio de luz o electricidad	0,088
Servicio de telecomunicación	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Índice de consistencia	0.098
Relación de consistencia < 0.1	0.088

3.4.2.2 Fragilidad Económica:

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad económica son: estado de conservación de la edificación, material predominante de paredes, material predominante en techos, antigüedad de edificación y material predominante en pisos. Estos parámetros son considerados en el análisis multicriterio (método de Saaty).

Primero, se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty que muestra valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro (ver cuadro N° 003). Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares que en este caso es una matriz de 5x5 (ver cuadro N° 182), el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en nuestro análisis (ver cuadro N°183).

Cuadro N°182. Matriz de comparación de pares para fragilidad económica

DESCRIPTORES	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos
Estado conservación edificación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Material predominante paredes	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Material predominante techos	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
Antigüedad de edificación	0.17	0.25	0.25	1.00	5.00
Material predominante pisos	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°183. Matriz de normalización para la fragilidad económica

DESCRIPTORES	Estado conservación edificación	Material predominante paredes	Material predominante techos	Antigüedad de edificación	Material predominante pisos	Vector Priorización
Estado conservación edificación	0.533	0.610	0.537	0.395	0.320	0.479
Material predominante paredes	0.178	0.203	0.268	0.263	0.240	0.231
Material predominante techos	0.133	0.102	0.134	0.263	0.200	0.166
Antigüedad de edificación	0.089	0.051	0.034	0.066	0.200	0.088
Material predominante pisos	0.067	0.034	0.027	0.013	0.040	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. Los parámetros ponderados se muestran en el cuadro N° 184.

CuadroN°184. Parámetros ponderados para la fragilidad económica.

Parámetros	PESO PONDERADO
Estado conservación edificación	0.479
Material predominante paredes	0.231
Material predominante techos	0.166
Antigüedad de la edificación	0.088
Material predominante pisos	0.036

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Índice de consistencia	0.009
Relación de consistencia < 0.04	0.017

Ponderación de los descriptores

Para determinar la ponderación de los descriptores se aplicó el mismo procedimiento (método de Saaty) que permite establecer los límites numéricos para obtener los rangos de niveles de vulnerabilidad. Ver cuadro N° 185.

Cuadro N°185. Descriptores ponderados

Descriptores	Peso ponderado
Límite inferior bajo	0.034
Límite superior bajo	0.061
Límite medio	0.156
Límite alto	0.253
Límite muy alto	0.495

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

3.4.3 DEFINICION DE NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de parámetros y descriptores, y la aplicación de fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos mediante el uso del software para georeferencia.

Se muestra la aplicación del procedimiento de cálculo para una fila de la base de datos.

DIMENSION SOCIAL

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i \cdot Descriptor_j$$

EXPOSICION SOCIAL								VALOR
Población		Sin conexión a la red de Agua		Sin conexión a la red de Desagüe		Sin conexión a la red de Luz		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.627	0.416	0.194	0.416	0.129	0.416	0.049	0.416	0.416

FRAGILIDAD SOCIAL										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.416	0.231	0.416	0.166	0.416	0.088	0.416	0.036	0.416	0.416

RESILIENCIA SOCIAL				VALOR
Campaña Gestión de Riesgo (CGR)		Actitud frente al riesgo (AFR)		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.300	0.416	0.700	0.416	0.416

$$Valor = Exposicion.Peso + Fragilidad.Peso + Resiliencia.Peso$$

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VALOR
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.416	0.343	0.416	0.082	0.416	0.575	0.416

DIMENSION ECONOMICA

$$Valor = \sum_{i,j}^{n,m} Parametro_i.Descriptor_j$$

										VALOR
Localización de la edificación		Servicio de agua potable y saneamiento		Servicio de transporte		Servicio de electricidad		Servicio de telecomunicaciones		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.416	0.231	0.416	0.166	0.416	0.088	0.416	0.036	0.416	0.416

FRAGILIDAD ECONOMICA										VALOR
Estado conservación edificación		Material predominante paredes		Material predominante techos		Antigüedad de edificación		Material predominante pisos		
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.479	0.416	0.231	0.416	0.166	0.416	0.088	0.416	0.036	0.416	0.416

$$Valor = Exposicion.Peso + Fragilidad.Peso + Resiliencia.Peso$$

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		VALOR
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.416	0.500	0.416	0.500	0.416

Cálculo del valor de la vulnerabilidad.

$$Vulnerabilidad = Vul. Social \times Peso + Vul. Economica \times Peso$$

VUL. SOCIAL		VUL. ECONOMICA		VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.416	0.500	0.416	0.500	0.416

Cuadro N°186. Nivel de vulnerabilidad para el centro poblado de San Miguel

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0,262 \leq R \leq 0,416$
ALTO	$0,161 \leq R < 0,262$
MEDIO	$0,099 \leq R < 0,161$
BAJO	$0,062 \leq R < 0,099$

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

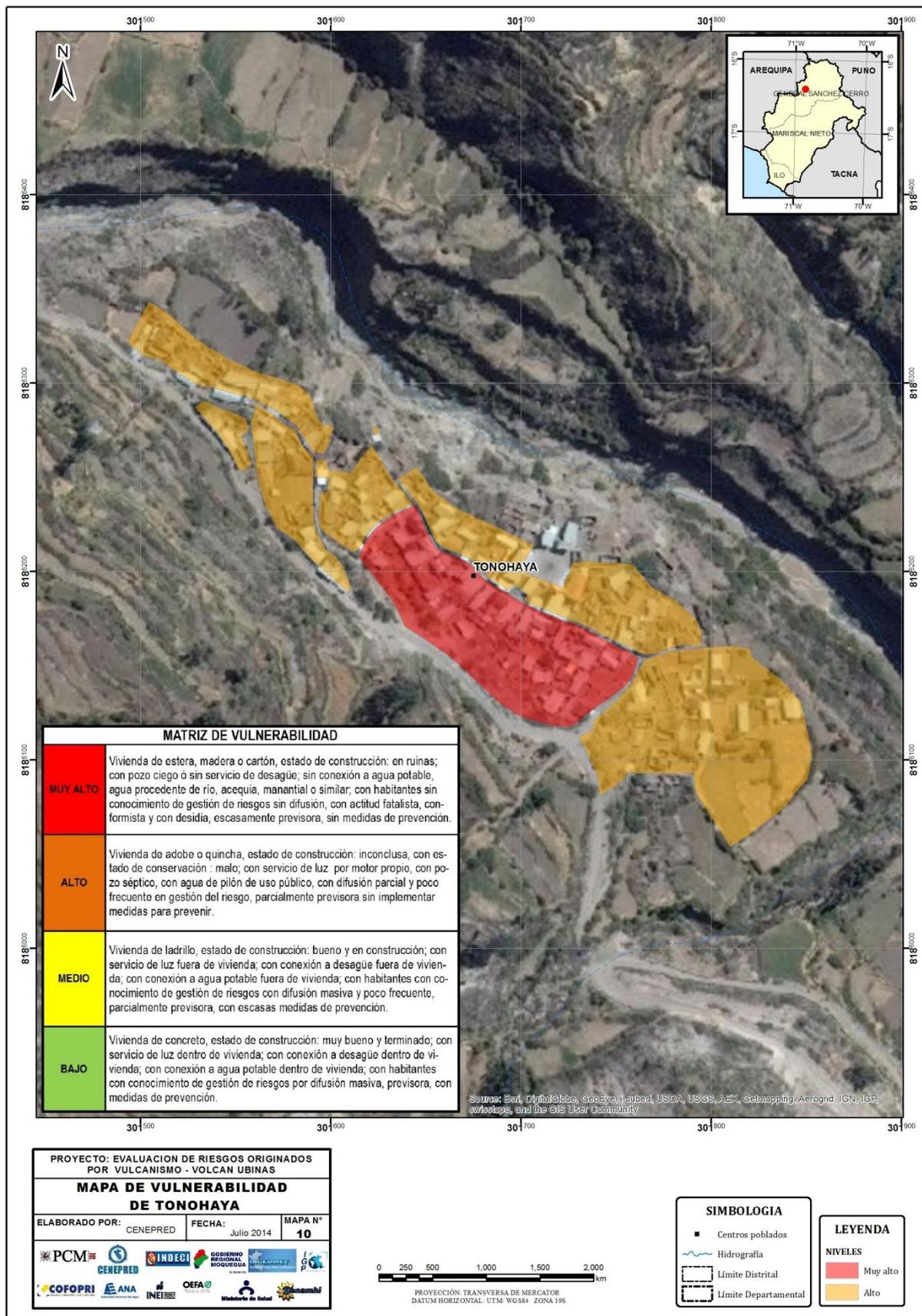
3.4.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N°187. Estratificación de la vulnerabilidad

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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

3.4.5 MAPA DE ZONIFICACION DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE TONOHAYA



4. CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGOS

Se realizó el cálculo de los niveles de riesgos para los centros poblados de Querapi, San Miguel, Tonohaya y Huatagua., realizando el producto de los niveles de peligrosidad y los niveles de vulnerabilidad correspondiente.

4.1 MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO QUERAPI

A continuación se muestran los niveles de riesgos y la matriz de estratificación que se utilizaron para determinar el mapa de riesgos para el centro poblado de Querapi. Ver cuadros N° 188, N° 189 y N° 190.

Cuadro N°188. NIVELES DE RIESGOS

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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°189. MATRIZ DE RIESGOS

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			

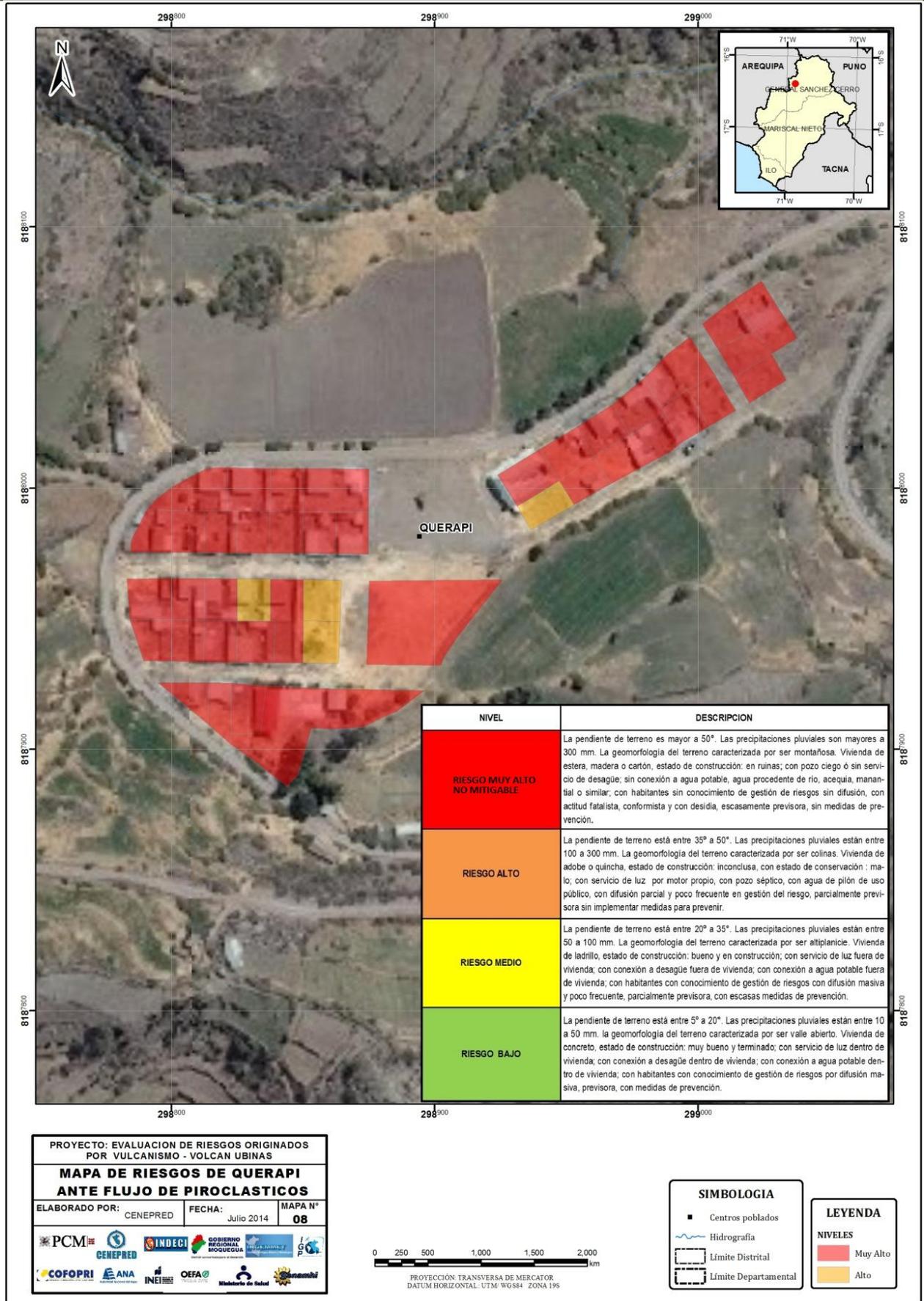
Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°190. ESTRATIFICACION DE RIESGOS

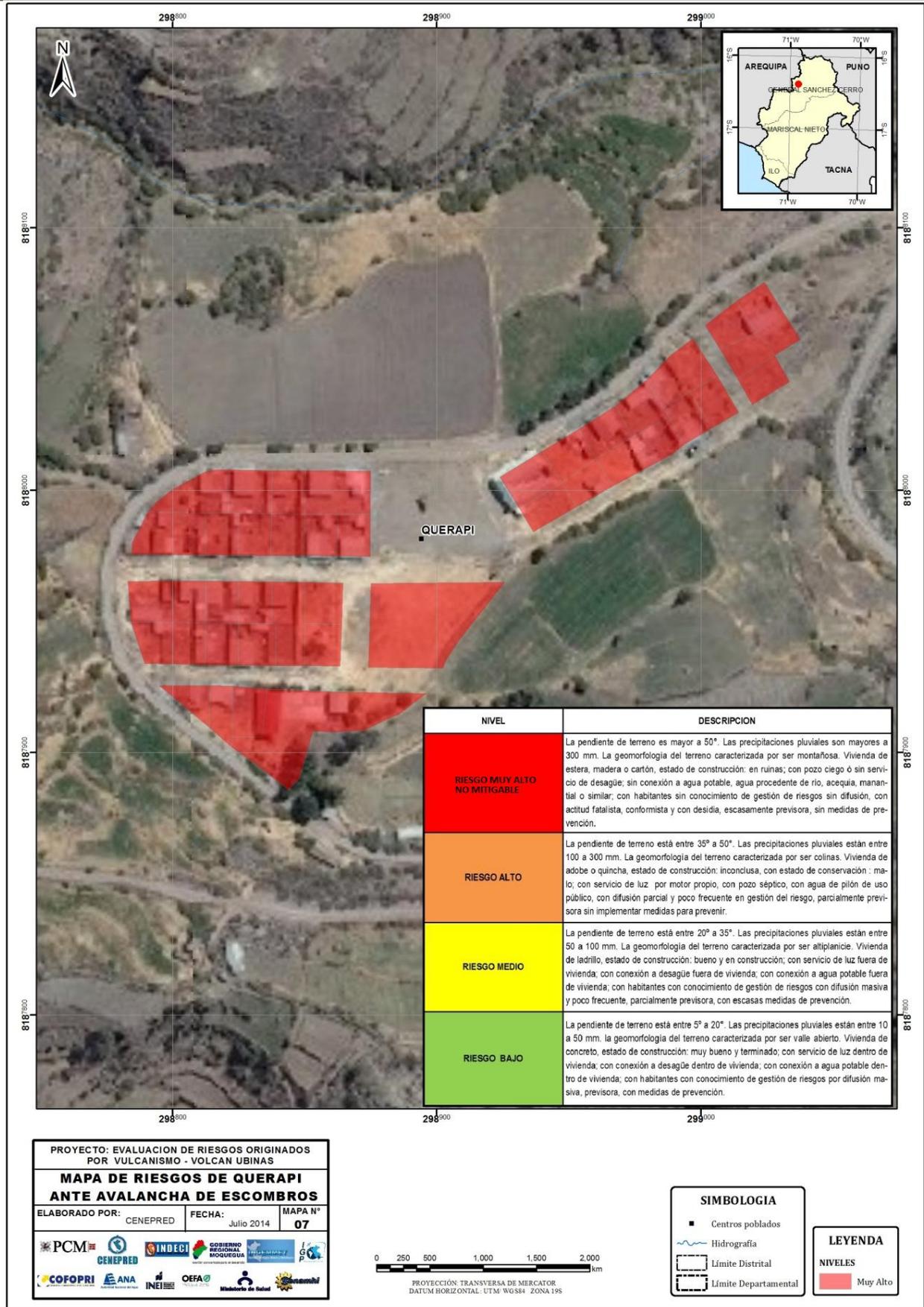
MUY ALTO NO MITIGABLE	Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. 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.
ALTO	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.
MEDIO	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.
BAJO	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.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

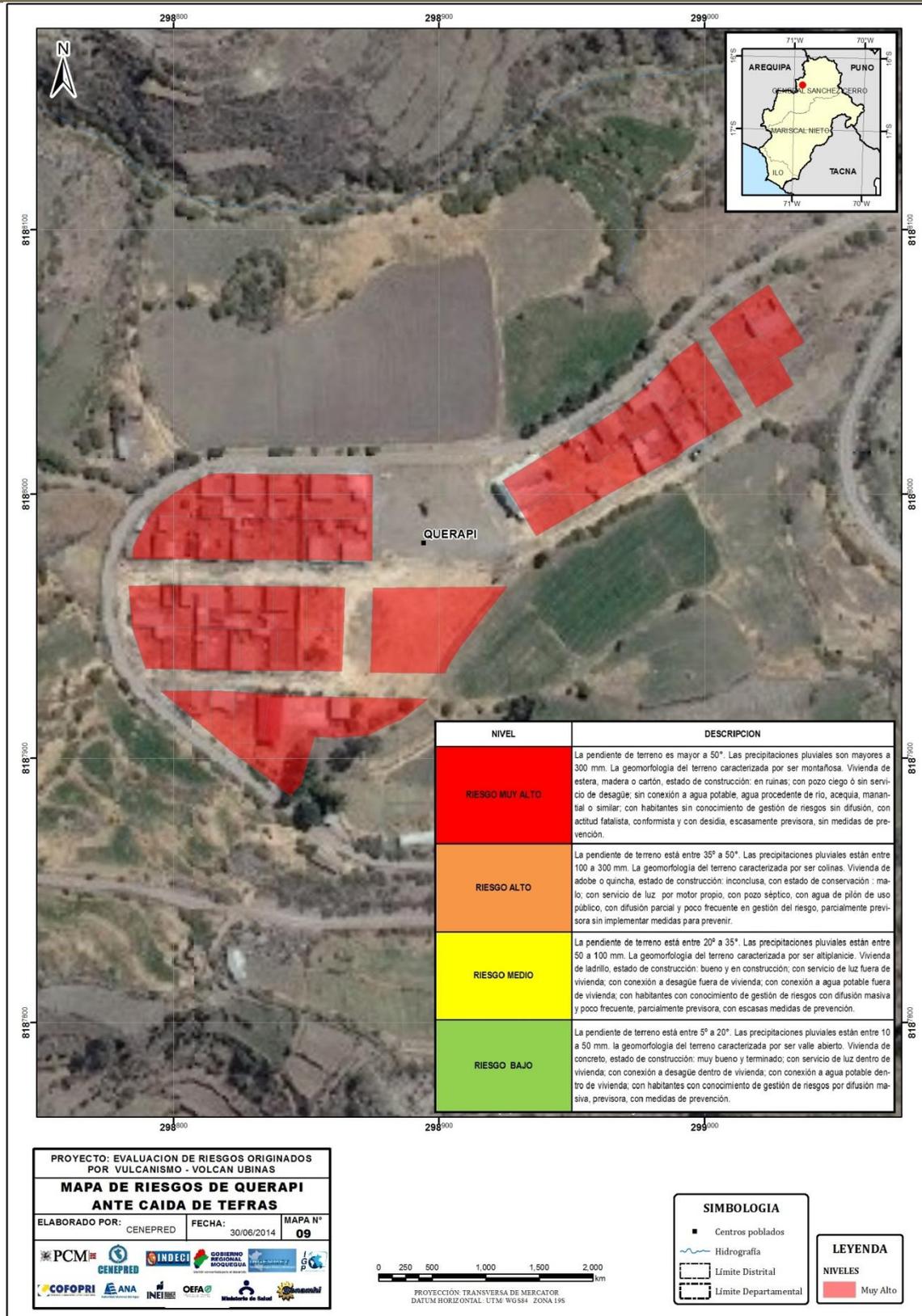
4.1.1 MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE FLUJO DE PIROCLASTOS



4.1.2 MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS



4.1.3 MAPA DE RIESGOS DE QUERAPI ANTE CAIDA DE TEFRAS



4.2 MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL

A continuación se muestran los niveles de riesgos y la matriz de estratificación que se utilizaron para determinar el mapa de riesgos para el centro poblado de San Miguel. Ver cuadros N° 191, N° 192 y N° 193.

Cuadro N° 191. NIVELES DE RIESGOS

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq R \leq 1.030$
ALTO	$0.075 \leq R < 0.264$
MEDIO	$0.012 \leq R < 0.075$
BAJO	$0.002 \leq R < 0.012$

Fuente Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

Cuadro N°192. MATRIZ DE RIESGOS

PELIGROSIDAD	MUY ALTO	2.475	0.245	0.398	0.648	1.030
	ALTO	1.008	0.100	0.162	0.264	0.419
	MEDIO	0.468	0.046	0.075	0.123	0.195
	BAJO	0.122	0.012	0.020	0.032	0.051
			0.099	0.161	0.262	0.416
			BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VULNERABILIDAD						

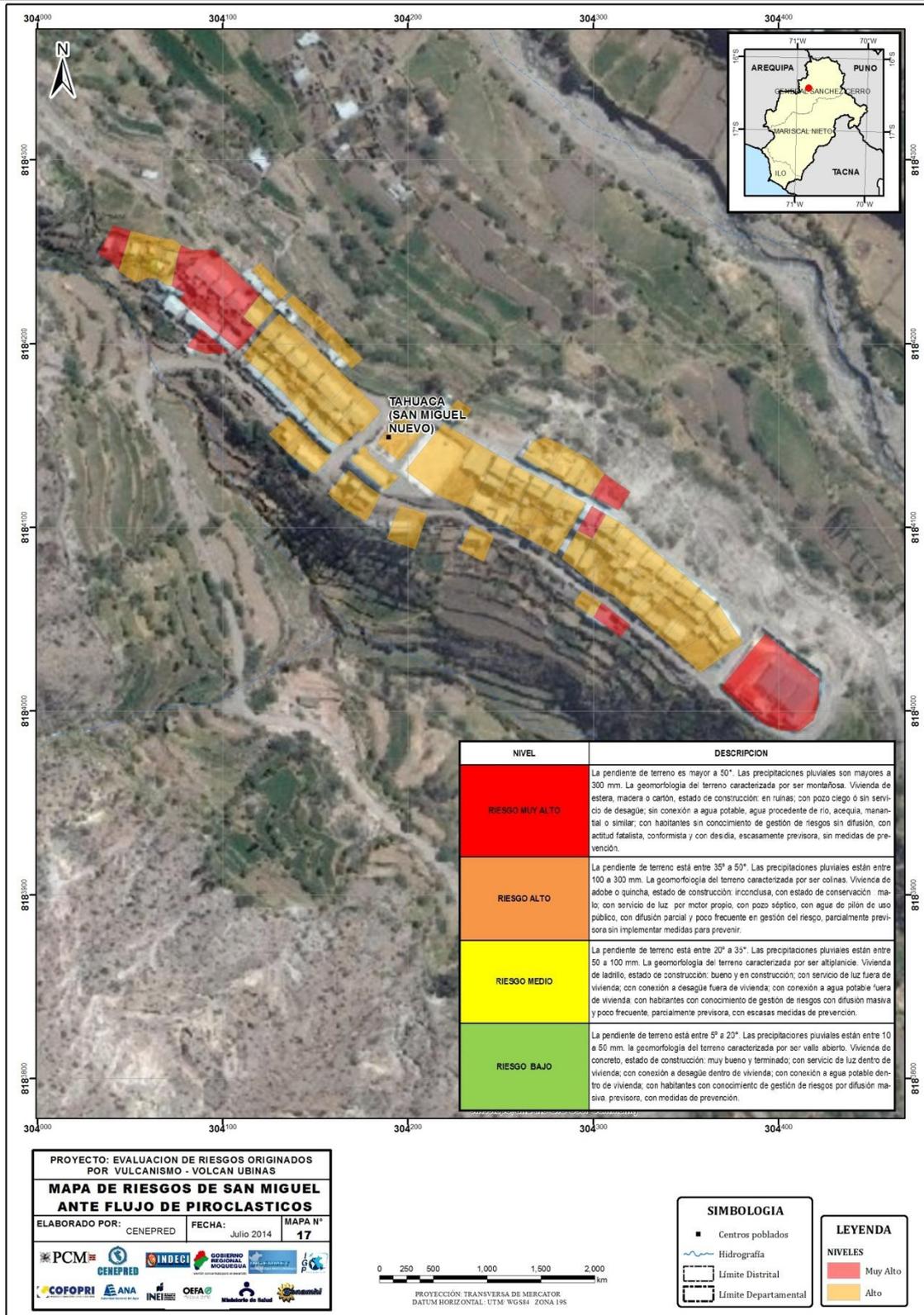
Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°193. ESTRATIFICACION DE RIESGOS

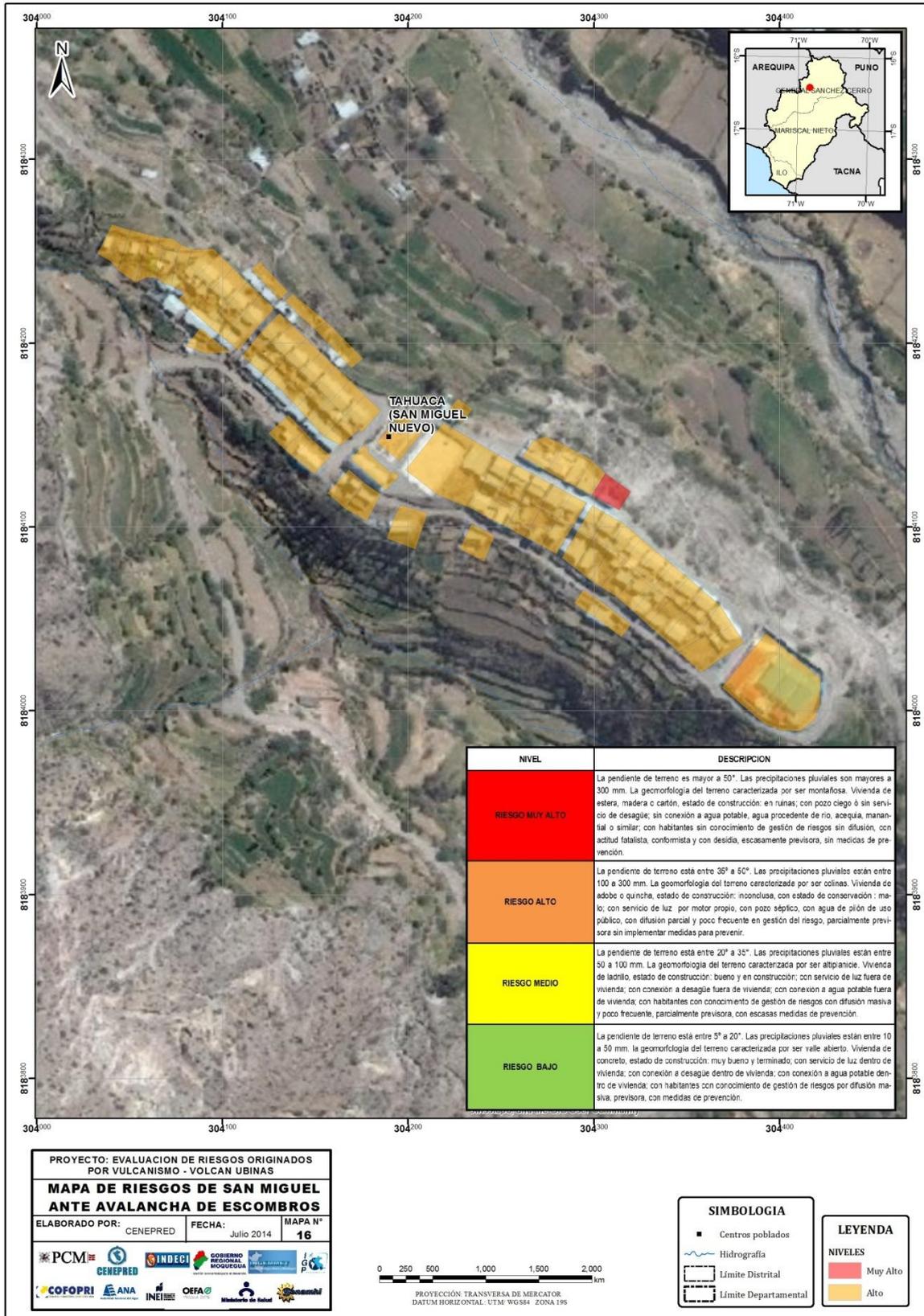
MUY ALTO	<p>Para flujos piroclásticos y avalancha de escombros: pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La 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 Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

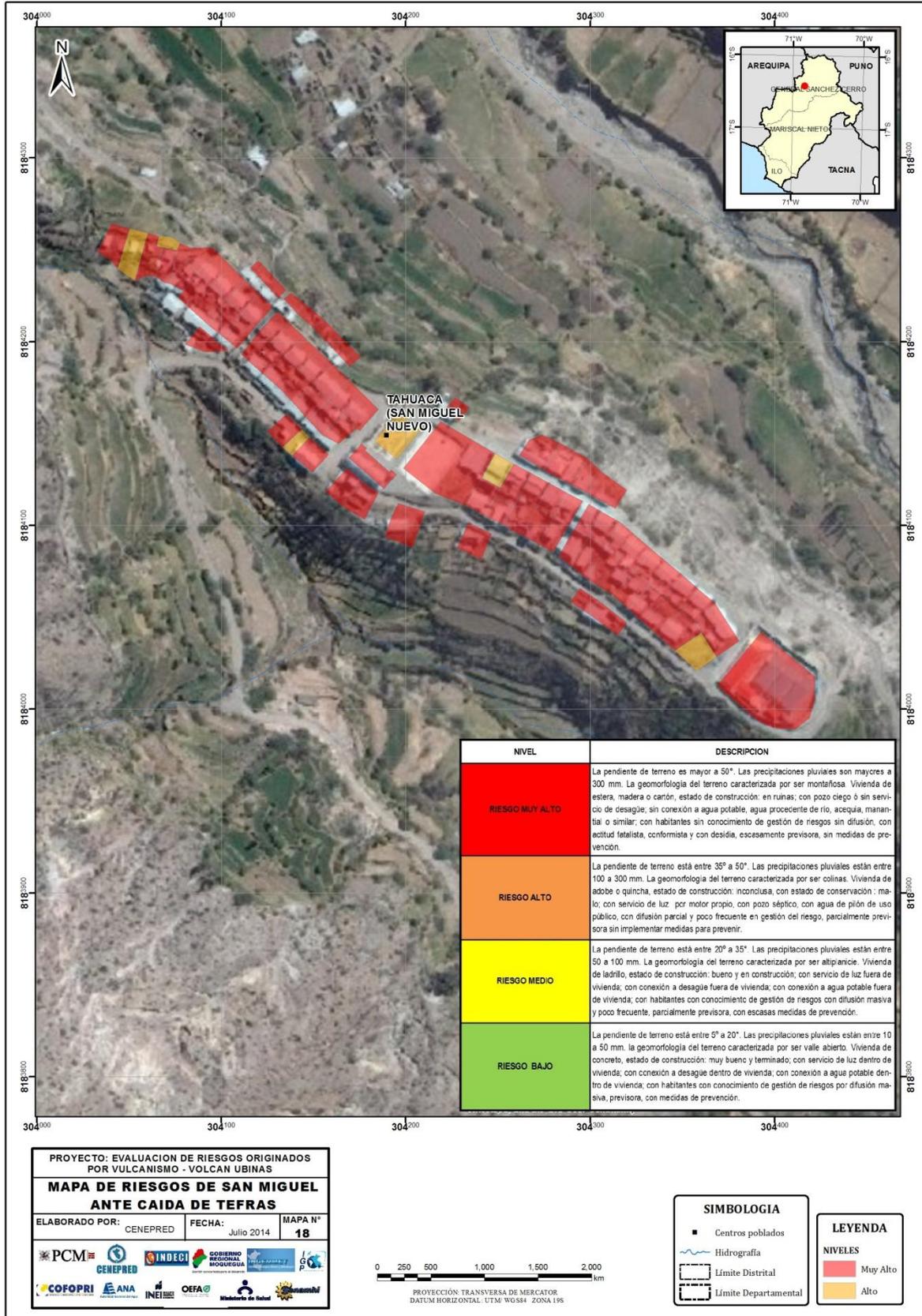
4.2.1 MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS



4.2.2 MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS



4.2.3 MAPA DE RIESGOS DE SAN MIGUEL ANTE CAIDA DE TEFRAS



4.3 MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO TONOHAYA

A continuación se muestran los niveles de riesgos y la matriz de estratificación que se utilizaron para determinar el mapa de riesgos para el centro poblado de Tonohaya. Ver cuadros N° 194, N° 195 y N° 196.

Cuadro N°194. NIVELES DE RIESGOS

NIVEL	RANGO
MUY ALTO NO MITIGABLE	$0.264 \leq R \leq 1.030$
ALTO	$0.075 \leq R < 0.264$
MEDIO	$0.012 \leq R < 0.075$
BAJO	$0.002 \leq R < 0.012$

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°195. MATRIZ DE RIESGOS

PELIGROSIDAD	MUY ALTO	2.515	0.249	0.405	0.659	1.046
	ALTO	1.040	0.103	0.167	0.272	0.433
	MEDIO	0.402	0.040	0.065	0.105	0.167
	BAJO	0.136	0.013	0.022	0.036	0.057
			0.099	0.161	0.262	0.416
			BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VULNERABILIDAD						

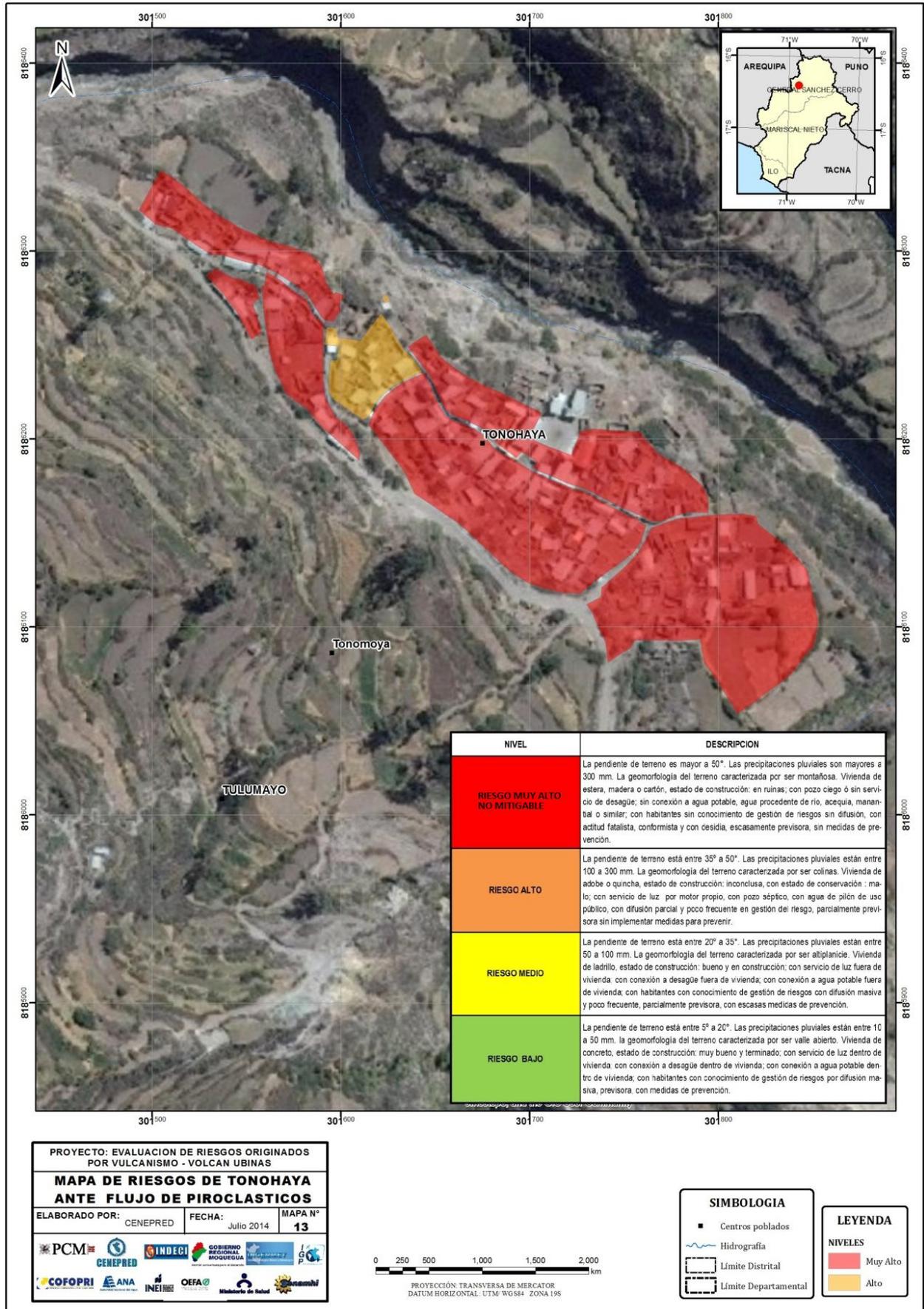
Fuente Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°196. ESTRATIFICACION DE RIESGOS

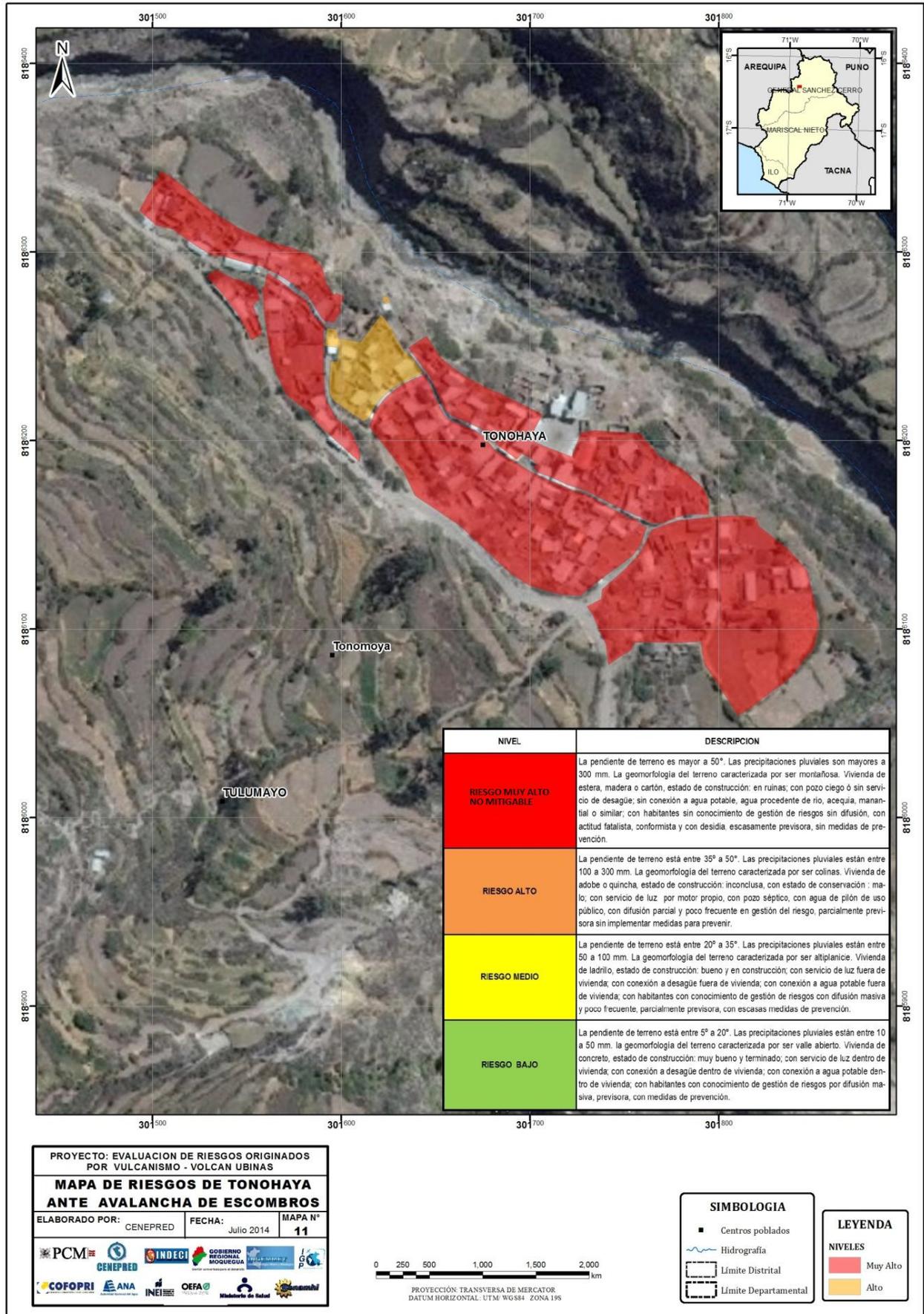
MUY ALTO NO MITIGABLE	<p>Para flujos piroclásticos, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: La pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno 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, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

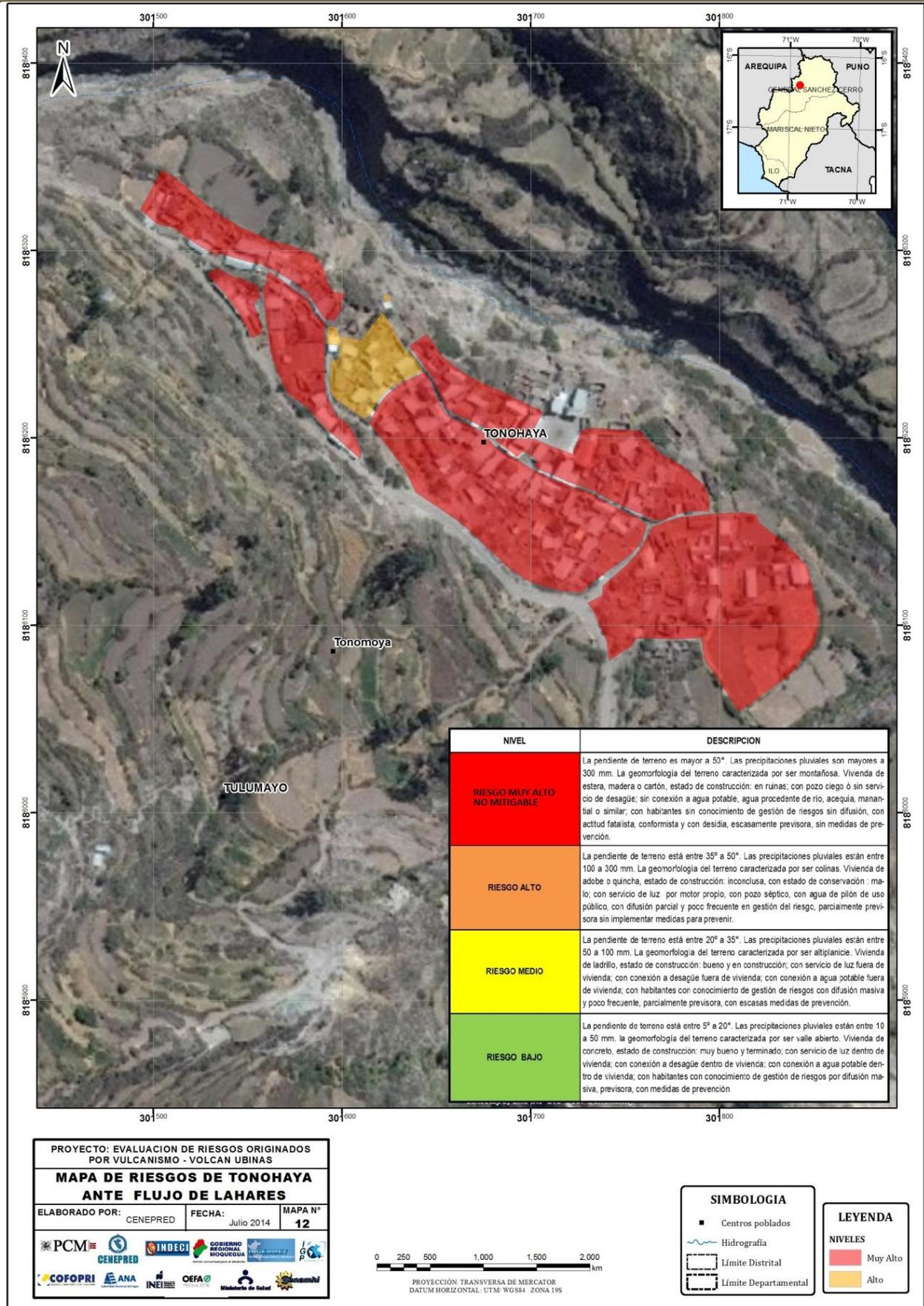
4.3.1 MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS



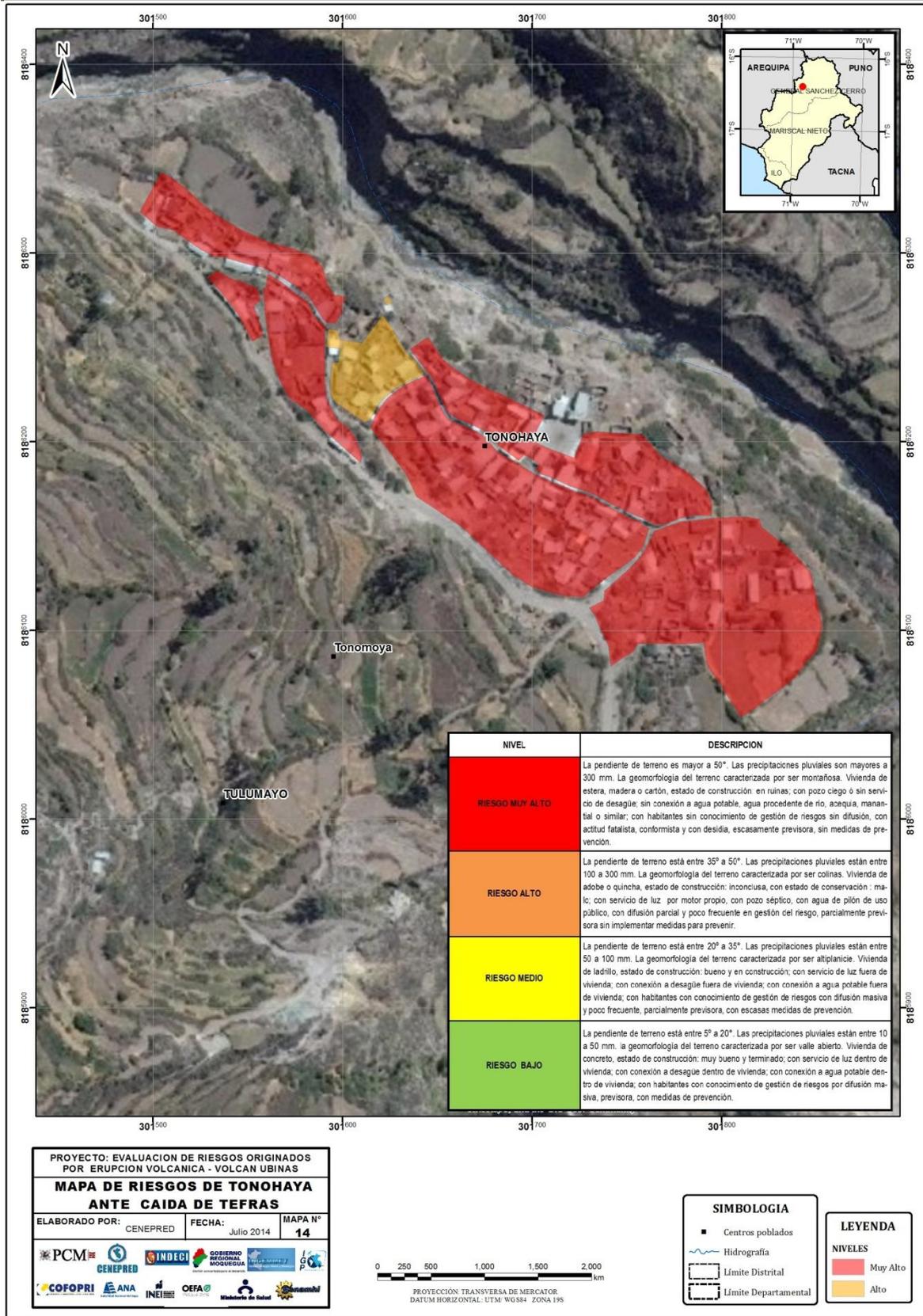
4.3.2 MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS



4.3.3 MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE FLUJO DE LAHARES



4.3.4 MAPA DE RIESGOS DE TONOHAYA ANTE CAIDA DE TEFRAS



4.4 MAPAS DE RIESGOS PARA EL CENTRO POBLADO HUATAGUA

A continuación se muestra los niveles de riesgos y la matriz de estratificación que se utilizó para determinar el mapa de riesgos para el centro poblado de Huatagua. Ver cuadros N° 197, N° 198 y N° 199.

Cuadro N°197. NIVELES DE RIESGOS

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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°198. MATRIZ DE RIESGOS

PELIGROSIDAD	MUY ALTO	2.475	0.151	0.386	0.626	1.225
	ALTO	1.008	0.061	0.157	0.255	0.499
	MEDIO	0.468	0.029	0.073	0.118	0.232
	BAJO	0.122	0.007	0.019	0.031	0.060
			0.061	0.156	0.253	0.495
			BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VULNERABILIDAD						

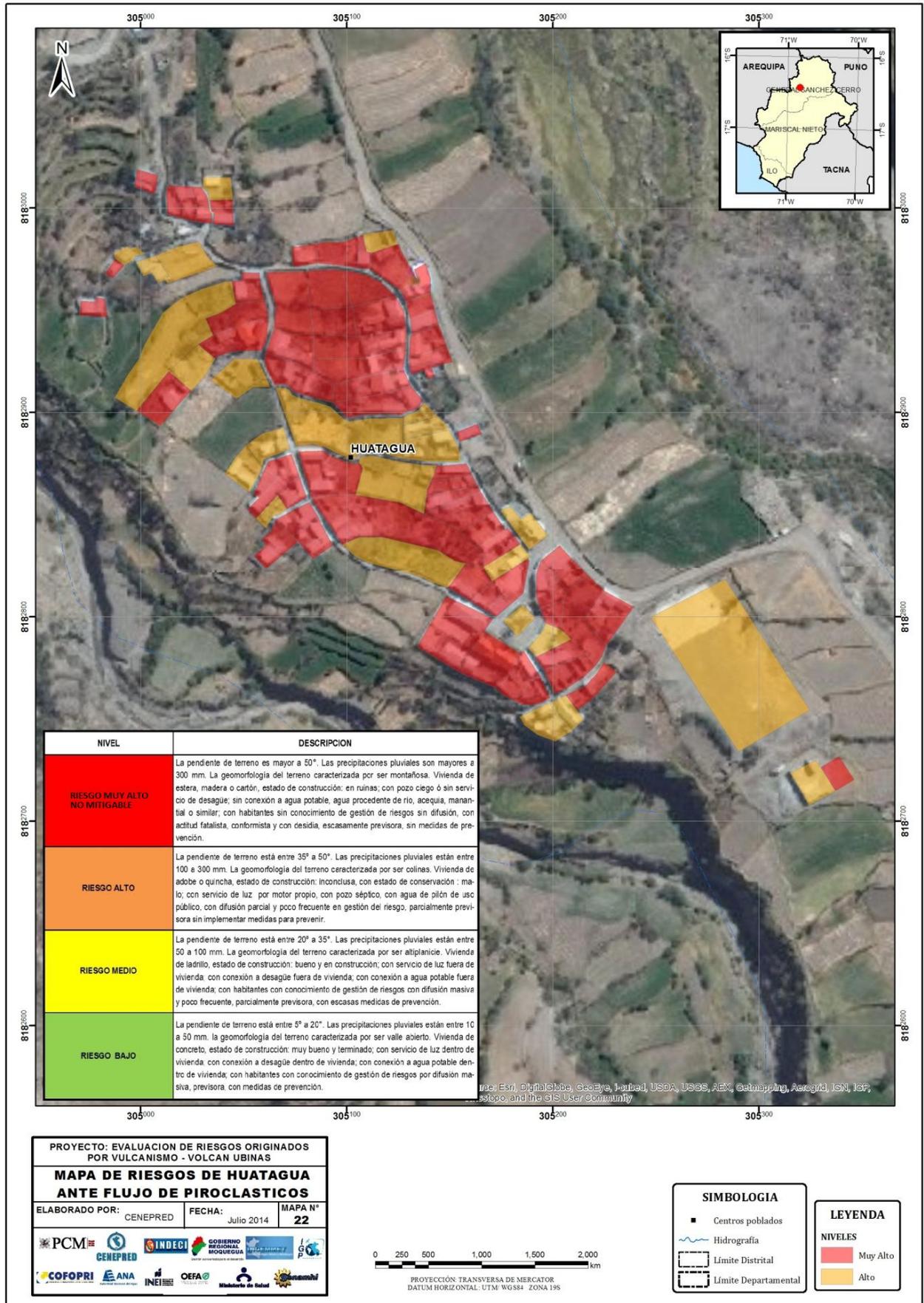
Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Cuadro N°199. ESTRATIFICACION DE RIESGOS

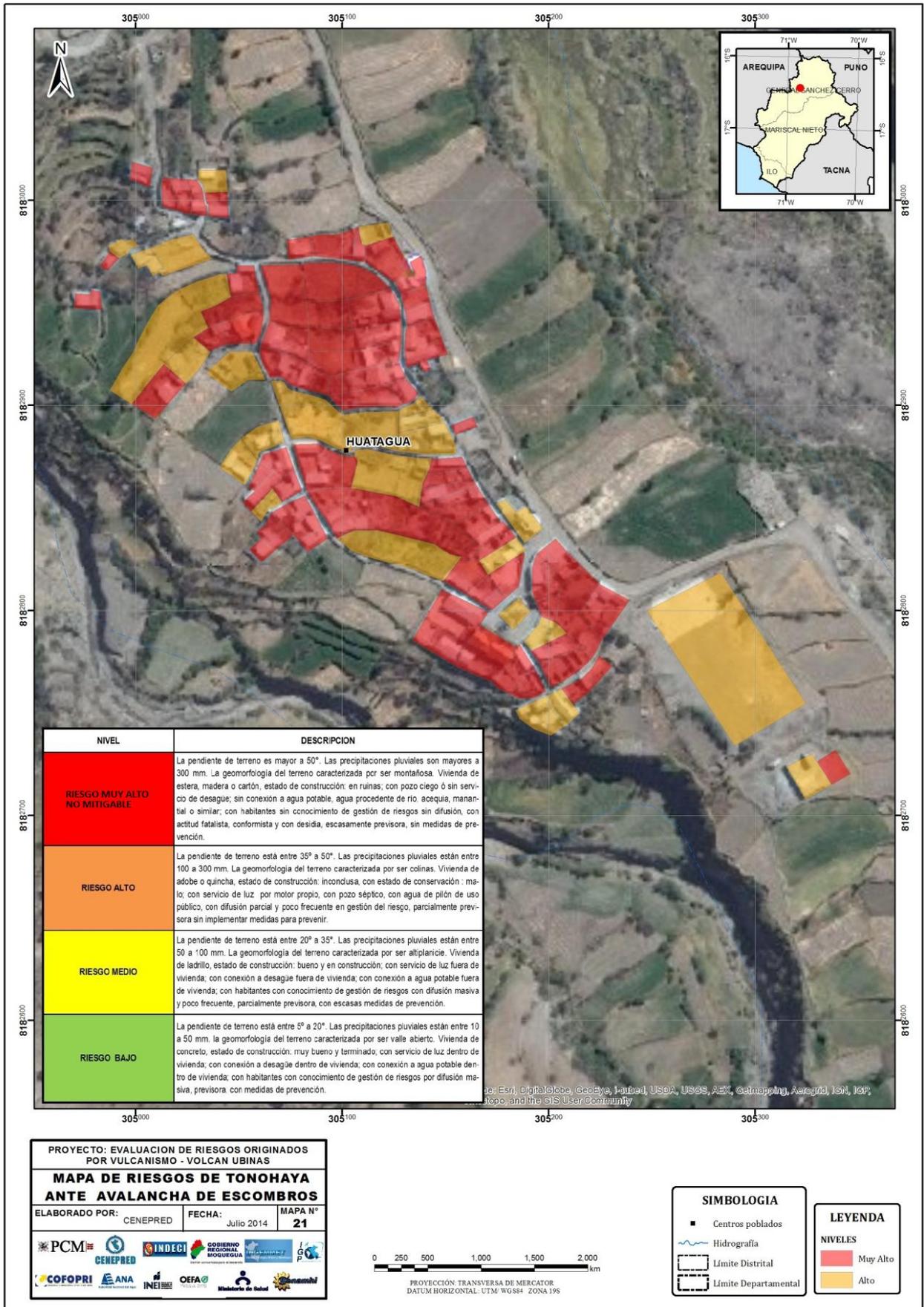
MUY ALTO NO MITIGABLE	Para flujos piroclásticos, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: La pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de depósitos de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno 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 previsor, sin medidas de prevención.
ALTO	Para flujos piroclásticos, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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 previsor sin implementar medidas para prevenir.
MEDIO	Para flujos piroclásticos, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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 previsor, con escasas medidas de prevención.
BAJO	Para flujos piroclásticos, avalancha de escombros y flujos de lodo o lahares: 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, previsor, con medidas de prevención.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

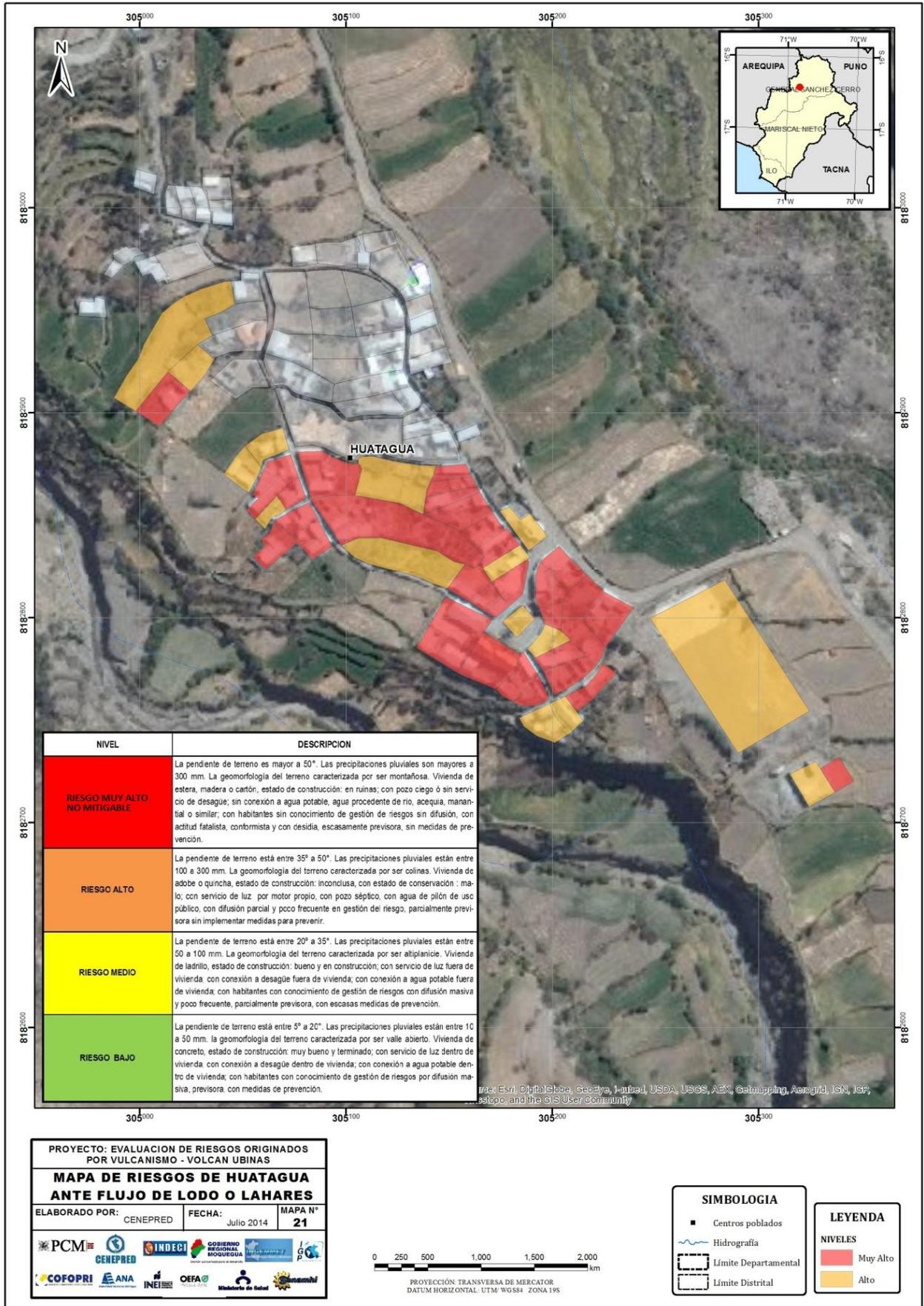
4.4.1 MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE FLUJO DE PIROCLASTICOS



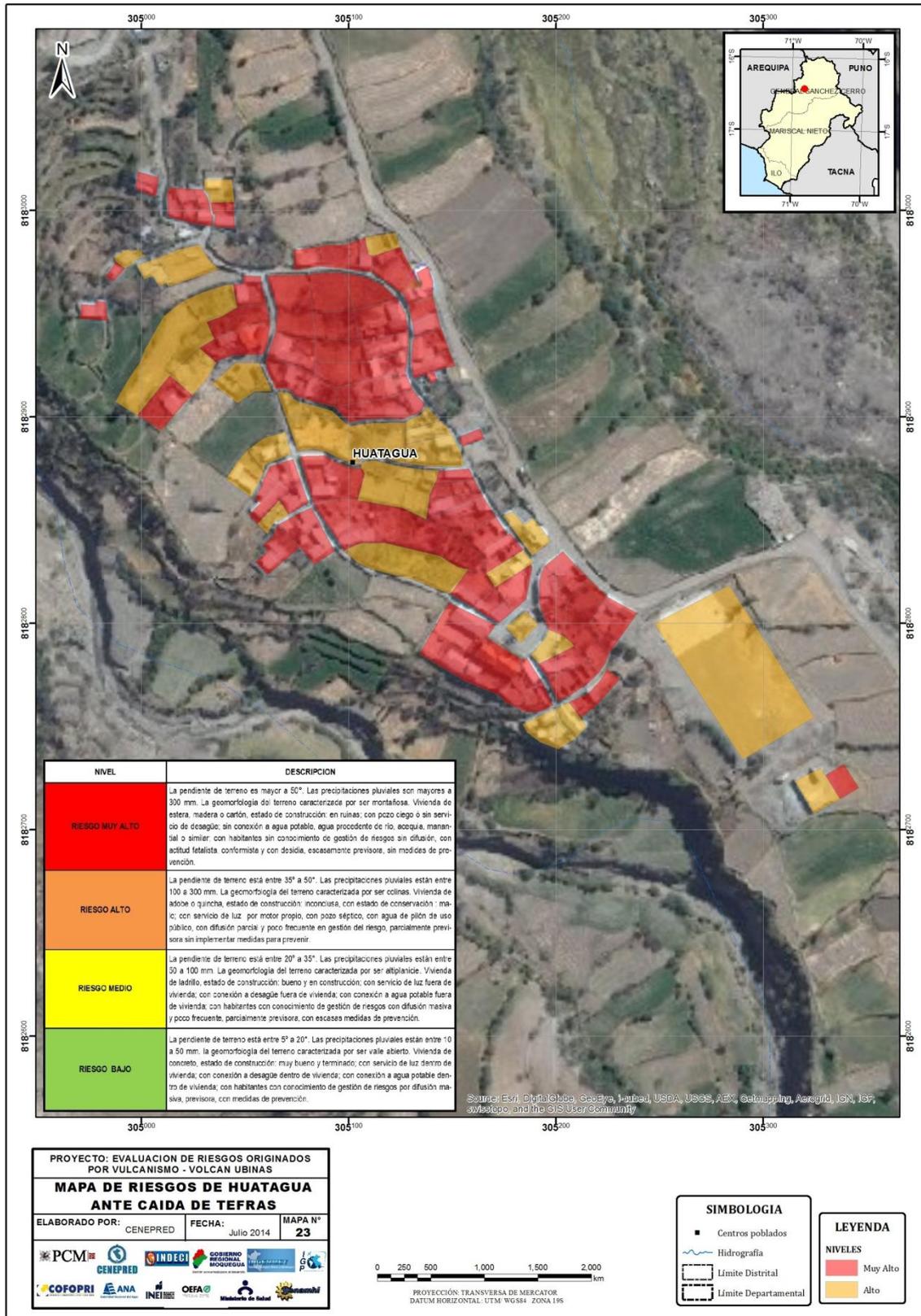
4.4.2 MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE AVALANCHA DE ESCOMBROS



4.4.3 MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE FLUJO DE LAHARES



4.4.4 MAPA DE RIESGOS DE HUATAGUA ANTE CAIDA DE TEFRAS



5. CALCULO DE PROBABLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS ANTE LA OCURRENCIA DEL FENOMENO DE VULCANISMO

Las probables pérdidas económicas ante la ocurrencia del fenómeno de vulcanismo ascenderían aproximadamente a S/. 30' 305,566.47 (Ver cuadro N° 200).

Cuadro N° 200. Resumen de probables pérdidas económicas en el área de influencia del Volcán Ubinas

Resumen de probables pérdidas económicas por influencia del Volcán Ubinas	S/.
Área urbana e infraestructura de servicios	1'889 003.05
Área con predios agrícolas y pastizales	1'511 363.42
Vías de comunicación	26'738 400.00
Estaciones de monitoreo	150 000.00
Postes de alumbrado público y cableado	16 800.00
Total	30' 305 566.47

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED con datos de INEI, MVC, IGP, SENAMHI, OEFA, DIRESA Moquegua.

Cuadro N° 201. Probables pérdidas económicas en predios agrícolas de influencia del Volcán Ubinas

Área con predios agrícolas y pastizales (Hectáreas)	Valor Unitario S/. por Hectárea	S/.
1 861.285	812.00	1'511 363.42

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED con datos de MVC

Cuadro N° 202. Probables pérdidas económicas en vías de comunicación por influencia del Volcán Ubinas

Tipo	Superficie.	Longitud (Km)	Sección Vía promedio (m)	Costo S/. por Km	S/.
Carretera	Afirmada	64.72	5	300 000.00	1'511 363.42
Carretera	Sin afirmar	59.88	4	100 000.00	5' 988 000.00
Trocha		66.72	3.5	20 000.00	20 000.00
Total					26' 738 400.00

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED con datos de MVC

Cuadro N° 203. Probables pérdidas económicas en estaciones de monitoreo

Estaciones de Monitoreo	Valor Unitario S/.	S/.
02 Estaciones de monitoreo. vulcanológico de Instituto Geofísico del Perú	50 000	100 000.00
01 Estación meteorológica del SENAMHI	30 000	30 000.00
01 Estación de monitoreo de calidad de aire- DIRESA/OEFA	20 000	20 000.00
Total		150 000.00

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED con datos de IGP, SENAMHI, OEFA, DIRESA Moquegua.

Cuadro N° 204. Probables pérdidas económicas en postes de alumbrado público

Postes de alumbrado público (incluye cableado)	Valor Unitario S/. por Hectárea	S/.
21	800.00	16 800

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED con datos de MVC

5.1 POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN CENTROS POBLADOS: QUERAPI, SAN MIGUEL, TONAHAYA Y HUATAGUA POR INFLUENCIA DEL VOLCAN UBINAS

5.1.1 CENTRO POBLADO QUERAPI

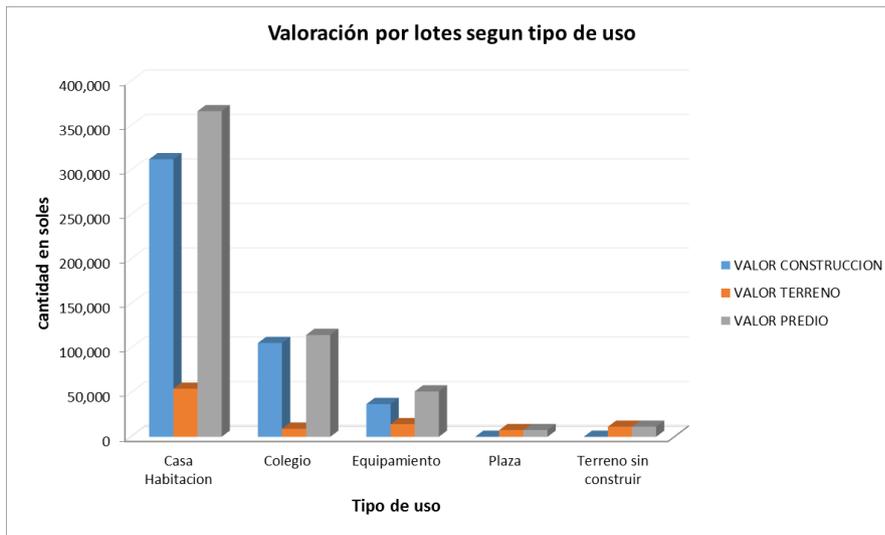
Área urbana

Cuadro N° 205. VALORACION POR LOTES DEL AREA URBANA DE QUERAPI

NUMERO DE LOTES	TIPO DE USO	VALOR CONSTRUCCION S/.	VALOR TERRENO S/.	VALOR PREDIO S/.
31	Casa Habitación	311,847.39	53,993.13	365,840.52
1	Colegio	105,363.51	9,075.58	114,439.09
3	Equipamiento	36,799.75	14,187.36	50,987.11
1	Plaza	0.00	7,529.82	7,529.82
6	Terreno sin construir	0	11,286.24	11,286.24
42	TOTAL	454 010.65	96 072.13	550 082.78

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED considerando como referencia los valores unitarios oficiales de edificaciones para la sierra al 31 de octubre de 2013 según MVCS.

Gráfico. N° 022 Valoración por lotes según tipo de uso del área urbana de Querapi



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

Área rural

Cuadro N° 206. Valoración área de predios rurales de Querapi

PREDIOS RURALES			
Cantidad	Área total por hectáreas	Valor por hectárea S/.	Valor Total S/.
455	227.538	810.00	184 305.78

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED /Adaptada con valorización del Ministerio de Vivienda

5.1.2 CENTRO POBLADO SAN MIGUEL

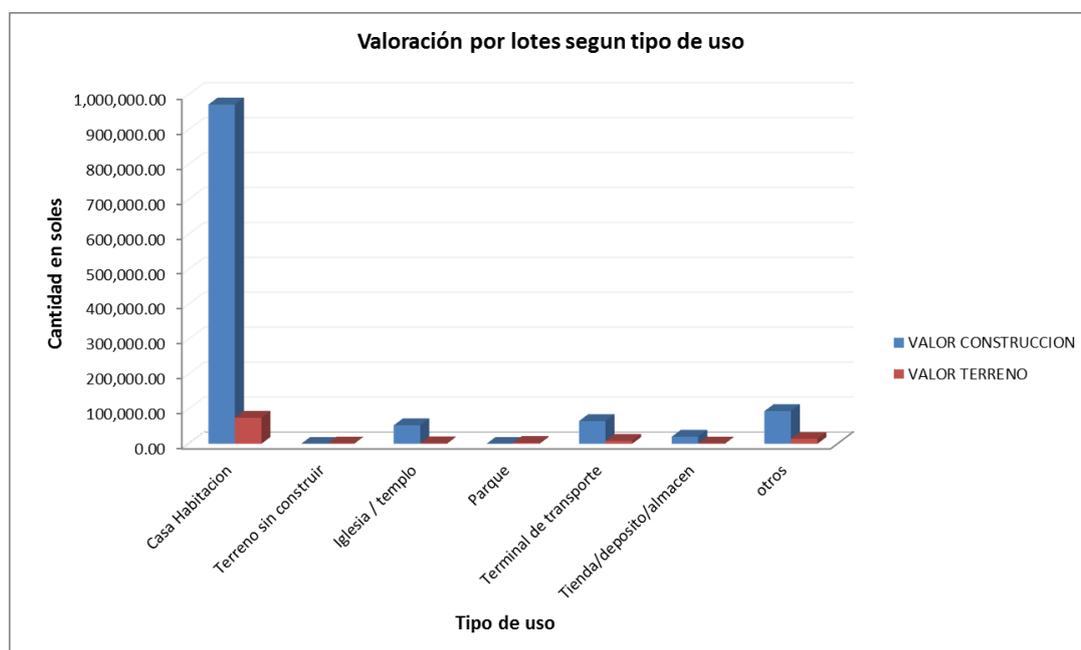
Área urbana

Cuadro N°207. VALORACION POR LOTES DEL AREA URBANA DE SAN MIGUEL

NUMERO DE LOTES	TIPO DE USO	VALOR CONSTRUCCION S/.	VALOR TERRENO S/.	VALOR TOTAL S/.
69	Casa Habitación	971,669.43	75,055.38	1,046,724.81
4	Terreno sin construir	0.00	1,165.17	1,165.17
1	Iglesia / templo	53,282.23	1,682.32	54,964.55
1	Parque	0.00	2,914.51	2,914.51
1	Terminal de transporte	65,411.46	8,750.27	74,161.73
2	Tienda/deposito/almacén	20,570.20	1,174.60	21,744.80
2	otros	93,792.76	14,384.07	108,176.83
80	TOTAL	1 204 726.08	105 126.32	1 309 852.40

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED considerando como referencia los valores unitarios oficiales de edificaciones para la sierra al 31 de octubre de 2013 según MVCS.

Gráfico. N° 023 Valoración por lotes según tipo de uso del área urbana San Miguel



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

5.1.3 CENTRO POBLADO TONOHAYA

Área urbana

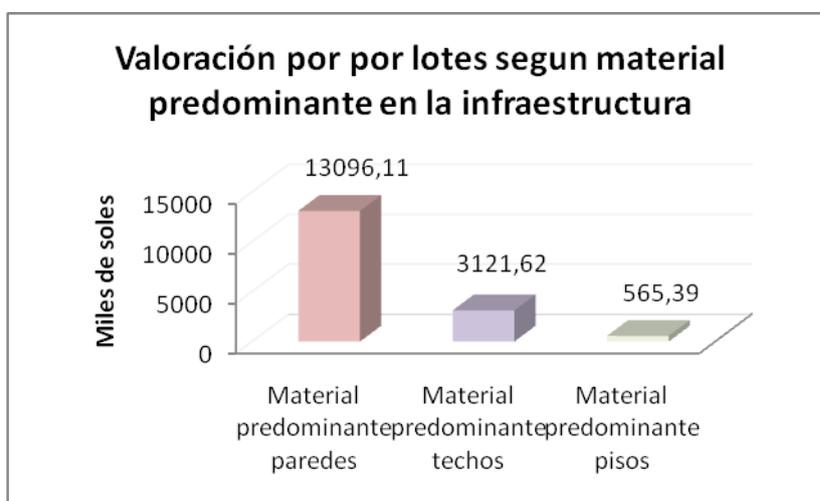
Cuadro N°208. VALORACION POR LOTES DEL AREA URBANA DE TONOHAYA

NUMERO DE LOTES	MATERIAL PREDOMINANTE PAREDES S/.	MATERIAL PREDOMINANTE TECHOS S/.	MATERIAL PREDOMINANTE PISOS S/.	TOTAL S/.
94	13096.11	3121.62	565.39	16783.12

* Para fines de cálculo de valoración por lote se ha considerado el material predominante de la construcción.

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED considerando como referencia los valores unitarios oficiales de edificaciones para la sierra al 31 de octubre de 2013 según MVCS.

Gráfico. N° 024 Valoración por lotes según tipo de uso del área urbana de Tonohaya



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

5.1. 4 CENTRO POBLADO HUATAGUA

Área urbana

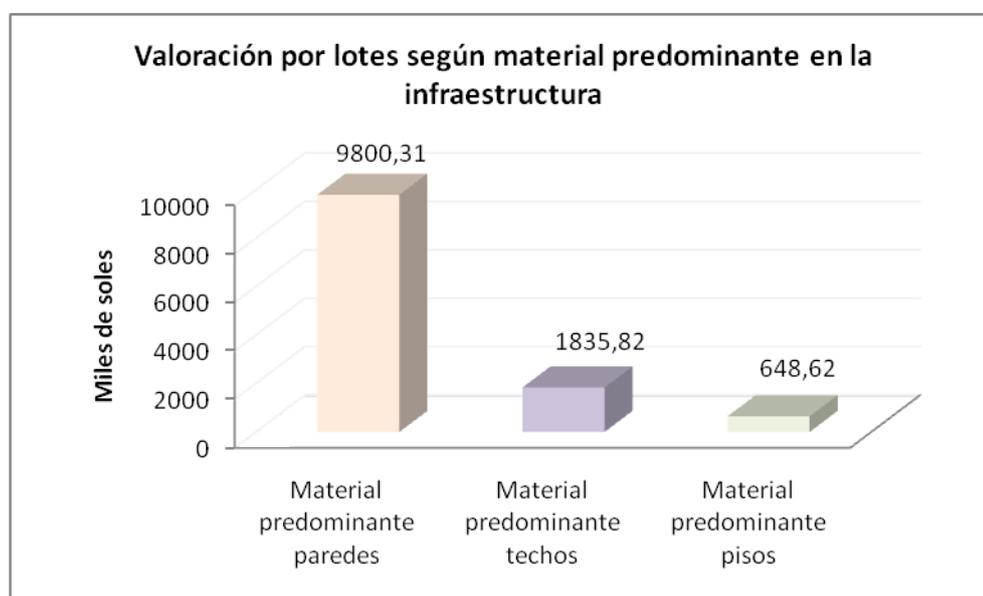
Cuadro N°209. VALORACION POR LOTES DEL AREA URBANA DE HUATAGUA

NUMERO DE LOTES	MATERIAL PREDOMINANTE PAREDES S/.	MATERIAL PREDOMINANTE TECHOS S/.	MATERIAL PREDOMINANTE PISOS S/.	TOTAL S/.
74	9800.31	1835.82	648.62	12284.75

* Para fines de cálculo de valoración por lote se ha considerado el material predominante de la construcción.

Fuente: Elaboración Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED considerando como referencia los valores unitarios oficiales de edificaciones para la sierra al 31 de octubre de 2013 según MVCS.

Gráfico. N° 025 Valoración por lotes según tipo de uso del área urbana de Huatagua



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

6. ACEPTABILIDAD Y TOLERABILIDAD DEL RIESGO

6.1 PELIGRO POR AVALANCHA DE ESCOMBROS

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica externa

TIPO DE PELIGRO: Avalancha de escombros

ELEMENTOS EXPUESTOS:

- La población del valle de Ubinas
- Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).
- Predios rurales
- Medio ambiente

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: Muy Alto

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como las avalanchas de escombros bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

Cuadro N° 210. VALORACION DE CONSECUENCIAS

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA: Baja

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como las avalanchas de escombros son poco comunes en la historia eruptiva del Ubinas. La última avalancha de escombros ocurrió hace aproximadamente 3 760 años A.P.

Cuadro N° 211. VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Nivel	Probabilidad	Descripción
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	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ): Alta

El nivel Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Baja).

Cuadro N° 212. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: Inaceptable

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es inaceptable.

Cuadro N° 213. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO (MATRIZ): Riesgo Alto (inaceptable)**Cuadro N° 214. NIVEL 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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: II, monitorear el fenómeno por vulcanismo para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo muy alto no mitigable.

Cuadro N°215. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

6.2.- PELIGRO POR FLUJOS PIROCLASTICOS

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica interna/externa

TIPO DE PELIGRO: Flujos Piroclasticos

ELEMENTOS EXPUESTOS:

- La población del valle de Ubinas
- Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).
- Predios rurales
- Medio ambiente

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: Muy Alto

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno por vulcanismo, como los flujos piroclasticos destruyen y calcinan todo lo que se encuentra a su paso.

Cuadro N° 216. VALORACION DE CONSECUENCIAS

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA: Baja

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como los flujos piroclasticos son poco frecuentes en la actividad histórica del Ubinas y ocurren entre 2 000 y 5 000 años.

Cuadro N° 217. VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Nivel	Probabilidad	Descripción
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	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ): Alta

El nivel Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Baja).

Cuadro N° 218. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: Inaceptable

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es inaceptable.

Cuadro N° 219. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO (MATRIZ): Riesgo Alto (inaceptable)**Cuadro N° 220. NIVEL 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: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: II, monitorear el fenómeno por fenómeno de vulcanismo para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo muy alto no mitigable.

Cuadro N° 221. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

6.3 PELIGRO POR FLUJOS DE LODO O LAHARES

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica externa

TIPO DE PELIGRO: Flujos de lodo o lahares

ELEMENTOS EXPUESTOS:

- La población del valle de Ubinas
- Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).
- Predios rurales
- Medio ambiente

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como los flujos de lodo o lahares son mezclas de fragmentos de roca volcánica de tamaños diversos movilizados por el agua. Se generan en periodos de erupción o reposo volcánico. Estos flujos viajan a lo largo de quebradas o ríos, y eventualmente pueden salirse de estos cauces. El área afectada depende del volumen de agua y los materiales sueltos disponibles, así como de la pendiente del área.

Cuadro N° 222. VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA: Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como los flujos de lodo son muy comunes durante erupciones del Ubinas.

Cuadro N° 223. VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Nivel	Probabilidad	Descripción
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	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ): Alta

El nivel Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Alta) y Frecuencia (Alta).

Cuadro N° 224. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: Inaceptable

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es inaceptable.

Cuadro N° 225. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO (MATRIZ): Riesgo Alto (inaceptable)**Cuadro N° 226. NIVEL 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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: II, monitorear el fenómeno por fenómeno de vulcanismo para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo muy alto no mitigable.

Cuadro N° 227. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

6.4 PELIGRO POR FLUJOS DE LAVA

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica interna/externa

TIPO DE PELIGRO: Flujos de lava

ELEMENTOS EXPUESTOS:

- La población del valle de Ubinas
- Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).
- Predios rurales
- Medio ambiente

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como los flujos de lava son corrientes de roca fundida, expulsados por el cráter o fracturas en los flancos del volcán. Pueden fluir por el fondo normalmente se enfrían en áreas aledañas al cráter o recorren escasos kilómetros, destruyen y calcinan todo a su paso.

Cuadro N° 228. VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA: Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como los flujos de lava ocurrieron según antecedentes históricos entre 20 000 y 14 000 años A.P.

Cuadro N° 229. VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Nivel	Probabilidad	Descripción
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	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ): Alta

El nivel Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Alta) y Frecuencia (Alta).

Cuadro N° 230. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: Inaceptable

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es inaceptable.

Cuadro N° 231. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO (MATRIZ): Riesgo Alto (inaceptable)**Cuadro N° 232. NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA**

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 Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: I, monitorear el fenómeno por fenómeno de vulcanismo para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo muy alto no mitigable.

Cuadro N° 233. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

6.5 PELIGRO POR CAIDA DE TEFRAS

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica interna/externa

TIPO DE PELIGRO: Caída de tefras

ELEMENTOS EXPUESTOS:

- La población del valle de Ubinas
- Las infraestructuras (vivienda, carreteras, instituciones educativas, entre otros).
- Predios rurales
- Medio ambiente

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS: Muy Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como la caída de tefras se generan cuando fragmentos de roca son expulsados hacia la atmosfera violentamente, formando una columna eruptiva alta. Pueden causar problemas de salud en las personas, contaminar las fuentes, afectar cultivos, interrumpir el tráfico aéreo, etc.

Cuadro N° 234. VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA: Muy Alta

Según el INGEMMET los peligros asociados al fenómeno de vulcanismo, como la caída de tefras actualmente ocurren diariamente.

Cuadro N° 235. VALORACION DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Nivel	Probabilidad	Descripción
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	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ): Muy Alta

El nivel Muy Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Muy Alta).

Cuadro N° 236. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: inadmisible

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Muy Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es inadmisible.

Cuadro N° 237. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO (MATRIZ): Riesgo Muy Alto (inadmisible)

Cuadro N° 238 NIVEL 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: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN: I, realizar un registro de los monitores del agua, suelo y aire referidos a la concentración química de los elementos peligrosos tales como Aluminio, Hierro, Boro, Mercurio, Cadmio, Flúor, Manganeseo, entre otros; así como las concentraciones de partículas menores (cenizas) a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y a $2.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ material particulado menor a 10micras (PM10) dióxido de azufre (SO₂) dado que son muy dañinos para la salud humana, sanidad animal y sanidad vegetal.

Cuadro N° 239. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua - CENEPRED

7. CONCLUSIONES

1. Los centros poblados de Querapi, San Miguel, Huatagua, Tonohaya y demás ubicados en el área de influencia del volcán Ubinas, se encuentran expuestos a los fenómenos de flujos de piroclásticos, flujos de lodos o lahares, caída de tefras y avalancha de escombros, siendo considerados como zonas de muy alto riesgo.
2. De acuerdo al cálculo de posibles pérdidas económicas y sociales, y la capacidad tecnológica para afrontar al fenómeno de vulcanismo en los centros poblados de Querapi, Huatagua y Tonohaya, no se justifica ninguna inversión en infraestructura de reducción de riesgos en dichas zonas, debiendo dichos centros poblados ser considerados de muy alto riesgo no mitigable.
3. El peligro que se viene manifestando en el área de influencia del volcán Ubinas es la caída de tefras, la cual tiene una muy alta frecuencia de emisión de cenizas volcánicas, las cuales por el nivel de acumulación, vienen contaminando el agua, suelo y aire, superando los límites máximos permisibles para la salud humana, sanidad animal y sanidad vegetal.
4. Ante el peligro de avalancha de escombros en el área de influencia del volcán Ubinas, se encuentran expuestos 38 centros poblados, aproximadamente 2,395 habitantes, 1,018 viviendas, 14 instituciones educativas, 03 centros de salud, 1 593,297 hectáreas de predios rurales.
5. Ante el peligro por flujos piroclásticos en el área de influencia del volcán Ubinas, se encuentran expuestos 51 centros poblados, aproximadamente 2 115 habitantes, 904 viviendas, 13 instituciones educativas, 03 centros de salud, 1 783,777 hectáreas de predios rurales.
6. Ante el peligro por flujos de lodos o lahares en el área de influencia del volcán Ubinas, se encuentran expuestos 06 centros poblados, aproximadamente 200 habitantes, 90 viviendas, 02 instituciones educativas, 01 centro de salud, 283,249 hectáreas de predios rurales.
7. Ante el peligro por flujos de lava en el área de influencia del volcán Ubinas, no existen centros poblados expuestos ni actividades sociales, ni económicas, debido que la lava discurriría por zonas no habitadas; pero si solamente estarían expuestas 02 estaciones de monitoreo vulcanológico del Instituto Geofísico del Perú.
8. Ante el peligro por caída de tefras en el área de influencia del volcán Ubinas, se encuentran expuestos 853 centros poblados, aproximadamente 30 322 habitantes, 12 519 viviendas, 02 instituciones educativas, 35 centros de salud, 1 861,285 hectáreas de predios rurales.
9. Las vías de comunicación expuestas a los fenómenos de flujos de piroclásticos, flujos de lodos o lahares, caída de tefras y avalancha de escombros son aproximadamente de 191,32 Km., 64,72 Km., de carreteras afirmadas; 59,88 Km., de carreteras no afirmadas; 66,72 Km., de trochas.
10. Se calcula que las posibles pérdidas de los elementos expuestos (instituciones educativas, puestos de salud, viviendas, vías de comunicación, predios rurales, estaciones de monitoreo, entre otros) ubicados dentro del área de influencia del volcán Ubinas llegarían al monto aproximado de S/. 30' 305 566.47.

8. RECOMENDACIONES

- El Gobierno Regional de Moquegua en coordinación con la Municipalidad Provincial de General de Sánchez Cerro y las Municipalidad Distritales de Ubinas y de Matalaque, deberán reasentar progresivamente a los centros poblados de Querapi, Tonohaya y Huatahua ubicados en zonas de muy alto riesgo no mitigable ante el fenómeno de Vulcanismo, debiendo de aplicarse la Ley N° 29869, Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable y su reglamento.
- El INGEMMET, IGP y SENAMHI, deberán continuar con el monitoreo de la actividad volcánica de manera permanente del volcán Ubinas con relación a los peligros asociados ante el fenómeno de vulcanismo, con la finalidad de informar oportunamente a las autoridades encargadas de la gestión de riesgo a nivel regional y local, los cuales deberán comunicar a las poblaciones expuestas al fenómeno de vulcanismo.
- El Gobierno Regional de Moquegua en coordinación con los gobiernos locales y con la asistencia técnica del CENEPRED, deberán realizar de manera prioritaria estudios y/o informes de evaluación de riesgos ante el fenómeno de Vulcanismo a los centros poblados de: Escacha, Sacohaya, Anascapa, Ubinas; Huarina y Matalaque, dado que se encuentran en el área de influencia del volcán Ubinas con un nivel muy alto de peligrosidad al fenómeno de vulcanismo, aplicando la metodología desarrollada en el presente informe.
- El INGEMMET, IGP, SENAMHI y las entidades involucradas con la generación de información, deberán realizar estudios, muestreos y levantamiento de información de detalle a los centros poblados indicados en el párrafo anterior, lo cual permitirá: reducir el porcentaje de incertidumbre para futuros estudios, determinar sus respectivos niveles de riesgo y una adecuada toma de decisiones.
- El ANA, OEFA, DIGESA, SENASA, MINAGRI y el Ministerio de Salud deberán continuar con el análisis de concentraciones químicas de elementos químicos peligrosos en agua, material particulado y gases tóxicos en aire por influencia de las cenizas volcánicas; asimismo deberán realizar investigación científica sobre el efecto acumulativo de ingestión de elementos químicos y material particulado PM10 en el ser humano, así como en la sanidad animal y vegetal dentro del área de influencia del volcán Ubinas.

9. BIBLIOGRAFIA

- **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.
- **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.
- **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.
- **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED** (2013). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. Lima.
- **Centro Nacional de Prevención de Desastres - CENAPRED.** (1996). Estimación del riesgo volcánico en términos de la distribución estadística de erupciones explosivas. México.
- **Centro Nacional de Prevención de Desastres - CENAPRED.** (2008). Volcanes. Peligro y Riesgo volcánico en México. Serie Fascículos. México.
- **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.*
- **Dirección Regional de Salud de Moquegua.** (2014). *Plan de Monitoreo de Calidad del Aire frente a la Calidad Volcánica del Ubinas.*
- **Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.** (2014). *Metodología para la elaboración de mapas de peligros volcánicos.*
- **Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.** (2014). *Evaluación de Peligros Geológicos en el valle de Ubinas-Moquegua. Informe Técnico N° A6641.*
- **Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.** (2014). *Reporte especial sobre productos emitidos por el volcán Ubinas.*
- **Instituto Nacional de Estadística e Informática.** (2007). *Diccionario de variables del Censo Nacional.*
- **Inza Callupe, Alonso.** (2013). *Indicadores desencadenantes de erupciones volcánicas.* INGEMMET.
- **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.
- **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.
- **Ministerio del Ambiente.** (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales.* Lima.
- **Presidencia del Consejo de Ministros.** (2001). Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- **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.

ANEXOS

ANEXO A: CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO POR FLUJO DE PIROCLASTICOS

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO POR FLUJO DE PIROCLASTICOS					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
MUY ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	AYASCAPA	1
				CACHI	6
				CHUSA	1
				FUNDO HUASAMAYO	1
				HUATAGUA	133
				TURUHAYA	3
			UBINAS	CARHUAYA	1
				CHIMPA PAMPA	5
				ESCACHA	125
				ESCACHA BAJO	6
				LLAPAPAMPA	9
				QUERAPI	111
				SACOHAYA	372
				SAN MIGUEL VIEJO	2
TONOHAYA	189				
ALTO	AREQUIPA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	ANIMAS	23
				HUALINTACAN	3
				JANAC HUARINA	8
				PUCARA	1
			UBINAS	ANASCAPA	321
				CHALOGEN	2
				CHIMPA CHIMPA	5
				CHOALLAVE	3
				HOSPICIO CABRERIA	4
				HOSPITAL	1
				LA HUERTA	9
				PARA	26
				TACUMAYO	3
				TAHUACA (SAN MIGUEL NUEVO)	182
TONJAHUA	18				
UBINAS	498				
AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	JUMIRA	5	
MEDIO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	SINTACAN	13
			UBINAS	PHARA PUNCO	15
BAJO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	JUCHUY PULON	2
	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	TITIVISCACHANE (TITI)	8
TOTAL					2115

Fuente: CNPV 2007 - INEI

ANEXO B: CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LAVA

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LAVA					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
MUY ALTO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
ALTO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
MEDIO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
BAJO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
TOTAL					0

Fuente: CENEPRED- CNPV 2007 - INEI

ANEXO C: CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LODOS O LAHARES

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE FLUJOS DE LODOS O LAHARES					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
MUY ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	AYASCAPA	1
				CACHI	6
				FUNDO HUASAMAYO	1
				TURUHAYA	3
			UBINAS	TONOHAYA	189
ALTO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
MEDIO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
BAJO	NO HAY CENTROS POBLADOS				0
TOTAL					200

Fuente: CNPV 2007 - INEI

ANEXO D: CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE AVALANCHA DE ESCOMBROS

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE AVALANCHA DE ESCOMBROS					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
MUY ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	AYASCAPA	1
				CACHI	6
				CHUSA	1
				FUNDO HUASAMAYO	1
				HUATAGUA	133
				TURUHAYA	3
			UBINAS	CARHUAYA	1
				ESCACHA BAJO	6
				LLAPAPAMPA	9
				QUERAPI	111
				SAN MIGUEL VIEJO	2
TONOHAYA	189				
ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	HUARINA	162
			UBINAS	SACOHAYA	372
MEDIO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	ANIMAS	23
				MATALAQUE	MATALAQUE
			UBINAS	ANASCAPA	321
				CHIMPA CHIMPA	5
				CHIMPA PAMPA	5
				HOSPITAL	1
				LA HUERTA	9
				TAHUACA (SAN MIGUEL NUEVO)	182
				UBINAS	498
BAJO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	CHACCHAJEN	5
TOTAL					2395

Fuente: CNPV 2007 - INEI

ANEXO E: CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE CAIDA DE TEFRAS

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE CAIDA DE TEFRAS					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
MUY ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	ANIMAS	23
				AYASCAPA	1
				CACHI	6
				CHACCHAJEN	5
				CHIJULAQUE	2
				CHIUJ	4
				CHUSA	1
				COAPAMPA	1
				FUNDO HUASAMAYO	1
				HUALINTACAN	3
				HUARINA	162
				HUATAGUA	133
				JANAC HUARINA	8
				JANAGUA	2
				LOJEN SALINAS	39
				PUCARA	1
				SINTACAN	13
			TURUHAYA	3	
			ANASCAPA	321	
			CARHUAYA	1	
			CHALOGEN	2	
			CHIMPA CHIMPA	5	
			CHIMPA PAMPA	5	
			CHOALLAVE	3	
			ESCACHA	125	
			ESCACHA BAJO	6	
			ESCOLEA	1	
			HOSPICIO CABRERIA	4	
			HOSPITAL	1	
			JUCHUY PULON	8	
			LA HUERTA	9	
			LLAPAPAMPA	9	
			PARA	26	
	PHARA PUNCO	15			
	PILLONE	3			
	POSTOCONI	2			
	PUCA CANCHA	1			
	QUERAPI	111			
	SACOHAYA	372			
	SAN MIGUEL VIEJO	2			
	TACUMAYO	3			
	TAHUACA (SAN MIGUEL NUEVO)	182			
	TIMILLO	10			
	TONJAHUA	18			
	TONOHAYA	189			
	UBINAS	498			
	YACUCHAYA	2			
CANGALLE	12				
CHACALAQUI	6				
CHAPINE CHICO	5				
FUNDO QUISKANI	4				
IRIHUAYA	5				
JUMIRA	5				
PUCUTACA	3				
SAN CARLOS DE TITI	15				
TAQUILLA (CHAPINE)	3				
TITIVISCACHANE (TITI)	2				
VALLECILLO	2				
			TOTAL		2404

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE CAIDA DE TERRAS					
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION
ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	BUENA VISTA	5
				CARPAOCO	3
				CHACRAPAMPA	23
				CHANCOLLE	14
				CHOJATA	730
				COCALIA	1
				CONDORINE	1
				CORAL	1
				COROISE (SAN MIGUEL DE CORO)	290
				COTEACA	3
				HUCHANI	5
				JATUMPATA	1
				JATUNIRIASI	3
				KANTUYOC	3
				LLAWINO	2
				MOLEROYOJ	3
				MOLLINI	7
				PATA PAMPA	428
				PAYOJO	2
				SALLUMA	3
				SANTIAGO DE PACHAS (PACHAS)	343
				SULCHAJE	2
				TTOCJO TTOCJO	1
			VILA CCOLLO	2	
			VILAVILANI - JANCOYO	2	
			YANAMURI	1	
			COALAQUE	COLINE	2
				PALCAMAYO	77
				QUISHUJARANTO	10
				SANTA ROSA DE SALINAS	21
			ICRUÑA	CAMILACA	5
				CATUSIVI	5
				CORAPOLO	2
				POBAYA (PUHAYA)	36
				SIFINCANI	25
			TOTALAQUE	8	
			VILACHUJA	26	
			LLOQUE	ACHISE	5
				CAMATA	11
				CANTACHAJ	9
				CHACHAJA	11
				CHIQURAPATA	3
				COCHA	9
				HUMALIKE	5
				LLOQUE	466
				LUQUE (LUCO)	518
				PACO	20
				PARCAPUCYO	1
				PATAPAMPA	26
				PATAQUEÑA	4
TALISE	72				
YURAC CASA	45				

ALTO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	CACAHUARA	94
				CANDAHUA	103
				CHICHILAQUE	2
				CHIMPATONLAQUE	2
				JUCHUYCACAHUARA	8
				MATALAQUE	349
				PATALI	2
				TONLAQUE	1
				ULINTO	3
				VILLA CANDAHUA	29
				YURACCANCHA	2
			PUQUINA	CHILITA	11
				CHIMURA	3
				ORCOSANI	4
				PATALLA	5
				PUCRUPAMPA	5
				QUILLGUANI	1
				SALINAS MOCHE	176
				UBINAS	CABALLONI
			CANAMAYO		1
			CANDARAVE		27
			CASAHUASI		6
			CENTRO COCHANI		3
			CHACANI		28
			CHACAPATA		15
			CHULLUNQUANI		3
			CHUÑOCHAYA		6
			CHURI		4
			CIBAYA		52
			COLLAQUE		50
			CONDOR SAYANA		1
			HAMANTARA		2
			HIDUCHARA		1
			HUAYPANY		1
			HUCHUY MATAZO		1
			HUCHUY PILLONE		1
			ISCALIRAYOC		3
			JAYO JAYO		1
			KANLI CHUPA		4
			LACACACHE		6
			LACAJE		1
			MATAZO		25
			OKERHAKA		2
			PACHAMAYO		75
			PAMPA HUASI		4
			PILLONE		49
			PINOQUILLONI		3
PUCACANCHA	4				
PUCARA	3				
QUERALA	176				
QUILLA QUILLA	8				
SAN CRISTOBAL DE TORATA	143				
SAN PEDRO DE CAMATA (CAMATA)	332				
SIENEGUILLA	7				
TASSA	180				
TOBOCUCHO	6				
TOCROYO	7				
YALAGUA	384				
YARBAYA	85				
YUNGA	AQUINA	9			
	ARAPA	12			
	CUCHUNCHAYOC	3			
	EXCHAJE	211			
	JAMPATURI	2			
	LA PAMPILLA	120			
	LOJETA	9			
	PARCAPUQUIO	1			
	PHARA	2			
	QUILCATA	1			
	SACANAYA	2			
TAHUENTIA	1				
YUNGA	1196				

ALTO	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	AJANA	6
				APOCCO	4
				APUNASI	2
				ATINIANI	7
				CANCOSANI	16
				CANCOSANI CHICO	3
				CAÑOMA	14
				CAQUINCORA	7
				CARMEN DE CHACLAYA	108
				CENEGULLA	12
				COCHANI	9
				COMEROCO	2
				CONDORI COMEROCO	8
				HATUNPUQUIO	7
				HUANCARANI	8
				HUARAYANI (HUARALLANE)	2
				HUAYCHOLACA	5
				HUAYLLANI	1
				JAYO KOLLO	2
				JOCCA	2
				LA YUNTA BAJA	3
				MESA CHUCA	12
				MINA UBINAS	29
				PALLITIANA	1
				PARHUALLANI	2
				PASTO GRANDE	9
				PATILLANI	8
				PAUCARANI	1
				PEÑA COLORADA	5
				PILLONI	7
				PORQUE	9
				PUCARILLA	5
				PUCASANA (ATUMPUJO)	2
				PURO PURO	1
				RIO BLANCO B	4
				RIO PILON	4
				SACANA CHICO (SACCANA)	3
				SALINAS HUITO	359
				SANCOYLLO	2
				SANTA LUCIA DE SALINAS	187
				SASAHUNI	2
				SURPO	2
				TAMBO DE AJI	24
TAQUINA	5				
TARI	1				
TARUCANI	296				
TOTORANI	5				
VISCACHANI	9				
YARETANE	1				

CENTRO POBLADOS EXPUESTOS AL PELIGRO DE CAIDA DE TEFRAS						
NIVEL	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	POBLACION	
MEDIO	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	CRUZANI	1	
				ESCACCOLLPA	1	
				HUARANCO	2	
				OQUELACA	4	
				ORCOCHURO	3	
			PATACAVE	2		
			GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	ANARAYA	1
					CALLUTANI	33
					CAPELLANI	2
					CHAPI	6
		CHAPI PUCARA			2	
		CHUPRIA			2	
		CHUSICANI			5	
		CIRCAHUASI			2	
		HIRHUARA			64	
		HUARATA			3	
		HUERTA MAYO			1	
		JARA JARA			1	
		JARACHURO			2	
		JAYUJA YUNI			3	
		LACOTA			4	
		LULI PUNCO		15		
		MATAZO		6		
		MSITAHUI		6		
		OYUNI		5		
		PATILLANI (PATILLONI)		13		
		PATIPATINI		3		
		PICARIANI		2		
		PUQUINTIA		3		
		PUTINAHUATA		10		
		PUTINAHUATA ALTA		14		
		SALLACUCHO		2		
		SAPILIA		8		
		TORIHUATA		6		
		VILCA HUARM		5		
		YURAJ HUAYCO		10		
		COALAQUE	AMATA	228		
			BELLAVISTA	82		
			CAYRANTO	2		
			CHACLACA	10		
			CHAHUARAYO	1		
			CHIRISHUAYCO	1		
			CONLAQUE	446		
			COLLOHUAYO	3		
			EL ESTANQUE	118		
			ERIALISES	1		
			HUARANGAYO	116		
			HUASACACHE	12		
			INGRESANTES	4		
			LULIO	18		
MOLLEPAMPA	4					
PAMPA DE DOLORES	121					
PAMPA SUR	5					
SAN JOSE DE RONMADERO	53					
SANTA CRUZ	38					
SANTA ELENA	2					
SANTA ROSA	5					
ULUCAN (HULLUCAN)	11					
WIRIROS	2					
YARAPAMPA	15					

				AMANI	8
				AMPATUNI	7
				ANCHALLANI	54
				ANICATA	6
				ANTAJAHUA	134
				AÑUTAYANI	1
				CABALLOJATA	3
				CACAPATA	5
				CACHILAYA	5
				CACHIPASCANA	1
				CALAZAYA	25
				CALEUJATA	65
				CAMLLAPAMPA	13
				CAÑALI	2
				CCOLLANTANI	5
				CHAJE	15
				CHALLHUANE (SANTA CLARA)	6
				CHAUPIPUÑA	6
				CHIMO	2
				CHOCÑACOTA	27
				CHOSCANI	6
				COCHAPAMPA	15
				CONDORANI	14
				CORIRE	42
				CRUCERO ITAPALLONI	154
				CRUZCACCA	10
				CUCHUCHUNE	28
				CUTURI	6
				CUTURI UCJU	2
				HUACOLLUMANI	3
				HUACATACA	1
				HUANCARANI	6
				HUANCUNE	27
				HUAYCHUNI (MOAYCHUN)	7
				HUAYRUTA	3
				HUECCO	21
				HUERTANI	4
				HUKUOXANI	12
				ICHUNTATA	2
				ICHUÑA	1175
				ICHUPAMPA	12
				JACHAVI	14
				JACOSIVE	1
				JANCOICHINCA	4
				JANCOMARCA	9
				JATUMPUQUIO (JATUNPUJO)	8
				JATUNPAMPA	2
				JESUS MARIA	2
				JEUQUEHUECCO	7
				JUCHUY PACCHIRI	6
				JUCUNI	17
				JUPISGA	1
				KALACHEJOTA	9
				KALURANI PUJO	2
				KELLOCACA	1
				LARAMPUJO	4
				LLALLAHUANE	2
				LLACASIRI	2
				LLIPI PUNCO	1
				LLOCRERITA	1
				LLUCTA	1
				LLUSTA	7
				MAMANIRI	6

MEDIO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	MAYCUNACA	137
				MAYUHUASI	3
				MAYRUJUTA	7
				OTURUNGANI	16
				PACCHIRE	14
				PACOGAHUA	20
				PACRAPUJO	10
				PALLCA	4
				PALTUTURI	106
				PARACHURO	1
				PATA AMANI	7
				PATA OKANI	17
				PATAQUEÑA	2
				PCHOQUECACHI	15
				PESQUE	5
				PILCONE	44
				PILLUNANI	3
				PIÑATA	2
				PISCOHOTA	5
				PUCACAJA	2
				PUCALACAYA	7
				PUCROPUCRO	3
				QUELLAQUELLA	3
				QUILCATA	6
				QUILLANCANI	3
				QUINSAPUQUIO	7
				RINACHAQUI	1
				SACAMAYA	26
				SALLA	5
				SALLACACHI	13
				SALLAKE	4
				SAN JOSE DE UMALZO	145
				SAN JOSE HUITOMAYO	26
				SAN JUAN DE MIRAFLORES	116
				SANTA CRUZ DE OYO OYO (SAN	172
				SANTIAGO DE CHUCAPACA	9
				SASA VINI	4
				SICUANI	128
				SORALLA	1
				SUESUNANI	5
			SUNIMAYA	3	
			TAMBO VISCACHA	4	
			TICACHURO	3	
			TISNACUCHO	1	
			TOJROYO	6	
			TOLACOLLO	10	
			TOLAPALCA	243	
			TUJURUYO	4	
			VAQUERIA	14	
			VILAMAYO	1	
			WILACOLLO	4	
			YANAPUQUIO	9	
			YURACCANCHA	7	
			ZORA COTA	1	
			LA CAPILLA	CAIMAN	17
				CALIHUAYO	22
				CANTERIA	12
				LA LIBERTAD	92
				MAUCALLACTA	16
				QUISQUILLOQUE	3
				SQJAMURE	27

MEDIO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LLOQUE	CHICHILLAPI	3
				CURO	47
				IROPUNONA	9
				JAPUITTA	28
				LOJEN	4
				ÑAÑOCASA	1
				PATAHUASI	1
				QUINSAPUYOC	1
				SINHANI	11
				UMALSO	34
			MATALAQUE	YALAGUE	30
				ACHICARI	28
			OMATE	CHALLAHUAYO	267
				CHARCUCUCHO	1
				CHICHILIN ALTO	80
				CHICHILIN BAJO	19
				CHICHILIN MEDIO	25
				COACHO	9
				COGRI	696
				COLANTO	8
				COLOHUACHE	44
				ESCOBAYA	71
				HUASALON	26
				LA BANDA	15
				LAJE	113
				LALAGUAYA	1
				LINDAYPAMPA	146
				MOLLOCO	38
				OMATE	1323
				PATAPAMPA	22
				PAYLOGEN	1
				QUINISTACAS	407
				SABAYA	61
				SABINTO	37
				SAN FRANCISCO	173
				SAN JUAN DE DIOS	91
				SAN MIGUEL	23
				TAMAÑA	54
				URAY TAMAÑA	21
				ANATA	1
				BUENOS AIRES	4
				CHACAHUAYO	354
				CHILATA	237
				CHUNUHUAYO	174
				CONORAGEN	1
				EL ALISO	3
				HUASCANA	2
				IQUIPAGUA	1
				JORATA	15
				LA HUATA	36
				LLOJOMURE	38
				ORLAGUE	82
				PACCHANTO	8
				POCHUAYO	57
				PUQUINA	910
				SAMPZO	18
				SANTA ROSA DE PUCARA	260
			SEGUNDA	103	
			SUBIN	177	
			TALAMOLLE	212	
			TALAMOLLE VIEJO	2	
			TALASQUIA	1	
			TILIA	2	
			TOHATA	66	
			VALLECTO	9	
			CATABI	3	
			UBINAS	CHALHUANI	1
				HURAY PUMACOLLO	1
				KAKHACUCHO	1
				PUKAGUICLO	1
				PUMA COLLO	1
				YURAC KANCHI	1
				AFUNTAYA	279
				CAÑAGUA CHICO	2
			SAN CRISTOBAL	CAÑAGUA GRANDE	6
				CHINGANE	2
				CONSTO CHICO	23
				CONSTO GRANDE	10
				COTAPAMPA	2
				HORNUNE	4
				HUATAPAMPA	11
				HUAYLLANI	2
				JOXIPÑA	2
				LOLEJON	23
				MUYLAGUE	462
				OQUEVILQUE	3
				PALLATEA	17
				PATUNE	5
				PUCLLOCO	6
				PUMASOLO	2
				PUTUNCO	95
				QUEYENTO	2
				SURJAYA	242
				TANTANE	11
				TIQUILANE	1
				TOTORANE CHICO	1

MEDIO	AREQUIPA	AREQUIPA	CAYMA	CHARCANI GRANDE	7
			CHARACATO	CHUJAL	2
				MOROCANCHA	2
			CHIGUATA	MOSOPUQUIO	87
				AGUA SALADA	17
				ARENALES	157
				BEDOYA	33
				BUENA VISTA	70
				CACAYACO	33
				CACHAMARCA	42
				CAMATA	4
				CANGALLO	18
				CARI CARI	45
				CARI CARI CARCATOYO	1
				CARI CARI LA PAMPA	12
				CERRO BENAVENTE	15
				CHIGUATA	464
				COLLAMARCA	36
				CONTUNE	61
				EL MIRADOR	20
				ESPIRITU SANTO	461
				LA CALERA	4
				LA GARTIA	11
				LOS AMARILLOS	1
			MIRAFLORES	71	
			QUILLOCOMA GRANDE	41	
			QUILLOCOMA CHICO	8	
			RINCONADA	6	
			SAN BERNARDO DE CHIHUATA (944	
			SANTA MARIA	74	
			TILUMPAYA	105	
			ICHUÑA	LA YUNTA	25
				TOTORANI	133
				YANAHUARA	256
			POCSI	CANSPAYA	8
				CARCATANI	5
				CHILUYO	6
				CONTICANCHA	4
				HUICCHUNA	103
				LA TRAMPA	3
				MUTO	18
				PIACA	138
				POCSI	203
		SENEGUILLA		1	
		SOLABAYA		3	
		POLOBAYA	TUCTUMPAYA	110	
			AGUA BUENA	131	
			BELLA VISTA	71	
			CHIRAL	3	
			CHUJUMOLLE	7	
EL CHILCAL	7				
LA CANDELARIA	50				
LA PAMPA	30				
LA RINCONADA	109				
LLOQUEHUAYA	4				
PEÑA BLANCA	21				
POLOBAYA CHICO	202				
POLOBAYA GRANDE	136				
SAN JOSE DE UZUÑA	63				
TASATA ALTA	2				
CAYLLOMA	TOTORANE	44			
	UZUÑA	193			
	SAN ANTONIO DE CHUCA	CCACCAHUITTO	5		
		CHARMO	6		
		CHOCOCO PILLONES	4		
		CONDORI	15		
		FRAYLANI	4		
		HUALPANE	3		
		LIPICHE	8		
		OKEGUARAYA	2		
		PAUSA GRANDE	4		
		PPAUSA	6		
		PUCACANCHA	4		
		SEKE	1		

MEDIO				ACOPATA	7
				ALTARANI	5
				AMAYANI	2
				ANTACOLLO	5
				ARAMBAYA	14
				AYMAYOC	2
				BIACHA	2
				BISENE	4
				CALACALA	5
				CANCHASORANA	1
				CANLLICASA	1
				CAPHUITO	5
				CASA PUÑUNA	20
				CHANCARANI	2
				CHAPEOCO	4
				CHILIGUA GRANDE	2
				CHILLIHUA CHICO	2
				CHIMPA OCCO	3
				CHIMPAHUASI	19
				CHUNTE	4
				COLJAPACHETA	2
				COLPACOGHA	4
				CONDORI VIEJO	21
				CUEVA	3
				FRANCOTAÑA	5
				FUNDO MEDIA LA YUNTA	1
				HEACHA	6
				HUACOLLAQUE	6
				HUACUNI	1
				HUARAYANI	23
				HUAYLLACUGHO	94
				HUAYLLARANI	2
				JOCCA	3
				KELLO KELLO	4
				KISKANA	3
				LA COJO	3
				LA YUNTA CHICO	1
				LAURANA	6
				LLALLAHUE	2
				LLAPACASA	14
				LLAPATERA	5
				MARCALLANI	4
				MOLLEBAYA	3
				OCCORORONE	4
				OYULACA	4
				PACHANI	8
				PALCA OCCO	8
				PALCAHUASI	6
				PALCAMAYO	6
				PAMPA OCCO	7
				PATI	37
				PATILLANI	2
				PATIMAYO	1
				PAUSA	1
				PEÑA COLORADA	11
				PINOTIA	2
				PISACANI (PISACANE)	10
				POLLANI	2
				PUCASAYA	6
				PUMACTASCA	2
				PUNCUMAYO	2
				PURO PURO	9
				PUTUCO	2
				QOLLPERO	6
				QUINSACHATA	201
				RIO BLANCO A	9
				RIO BLANCO GRANDE	2
				TIOCCO	6
				TOLANI	3
				TOLLOYO	7
				TOTOHOCA	3
				TURUNE	6
				VISCACHANI	10
				YURACCASA	6
				YURACALLANE	6
				YURAHUA	8
				YURUNA	4
				QUILLACANCHI	3
				UMALAZO	35
				VACAS	10
				JAMPATUNI	10
				MISACANCHI	1
				TIMPURE	2
				YANALACCAYA	5
				DISUYA	83
				TOROYA	199

ANEXO F: INFRAESTRUCTURA EXPUESTA A FENOMENO DE VULCANISMO EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL VOLCAN UBINAS

La infraestructura expuesta considera los predios rurales, establecimientos de salud, instituciones educativas y vías de comunicación. Ver cuadros: I, II, III, IV Y V. Así como los mapas de distribución de elementos expuestos.

PREDIOS RURALES

Cuadro I. PREDIOS RURALES (Ha.)

EXTENSION PREDIOS RURALES (Ha)				
CATASTRADOS	SIN CATASTRAR	Área total (Ha)	Costo unitario aproximado promedio S/.	Costo total S/.
569.806	1291.479	1 861,285	812	1 511 363,42

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRE, DRA MOQUEGUA, con datos de Ministerio de Vivienda y construcción

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

Cuadro II. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	
CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS MEDICAS
2	2

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED con datos de MINSA

INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Cuadro III. INSTITUCIONES EDUCATIVAS

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
INICIAL / JARDÍN	PRIMARIA	SECUNDARIA	INSTITUTO SUPERIOR
5	7	4	1

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED con datos de MINEDU

VIAS DE COMUNICACION

Cuadro IV. VIAS DE COMUNICACION

VÍAS DE COMUNICACIÓN					
TIPO	SUPERFICIE	LONGITUD (Km)	SECCIÓN VÍA PROM. (m.)	Costo S/. por Km	Total S/.
Carretera	Afirmada	64.72	5	300 000	19 416 000
Carretera	Sin Afirmar	59.88	4	100 000	5 988 000
Trocha	-	66.72	3.5	20 000	1 334 400

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED con datos de Ministerio de Vivienda y Construcción

POSTES DE ALUMBRADO PÚBLICO

Cuadro V. POSTES DE ALUMBRADO PÚBLICO

POSTES DE ALUMBRADO PÚBLICO	Costo unitario aproximado promedio S/.	Costo total S/.
21	800	16 800

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED

ESTACIONES DE MONITOREO VULCANOLÓGICO

Cuadro VI. ESTACIONES DE MONITOREO VULCANOLÓGICO

ESTACIONES DE MONITOREO VULCANOLÓGICO	Costo unitario aproximado promedio S/.	Costo total S/.
2	60 000	120 000

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED con datos de IGP-UNSA

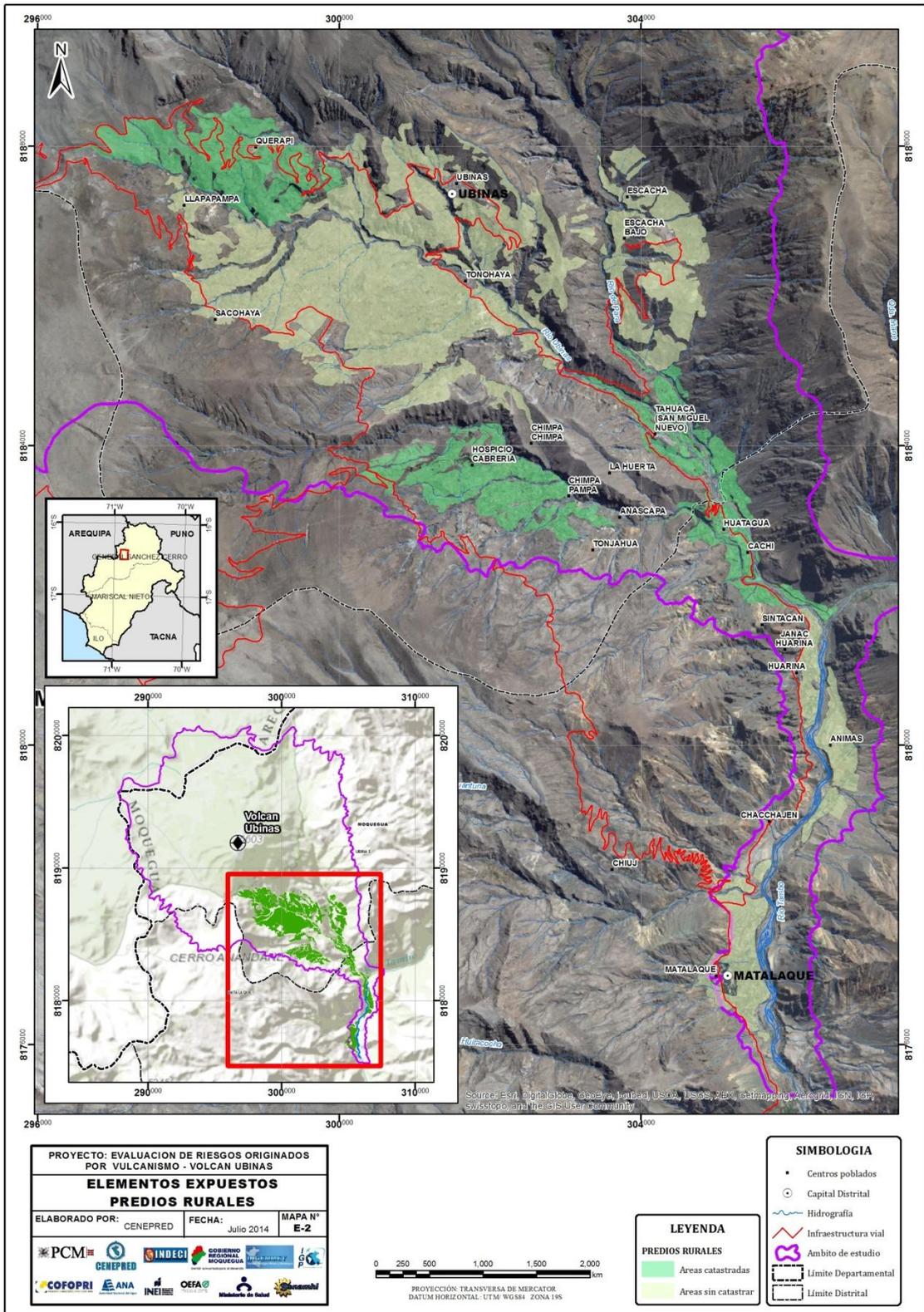
AREA URBANA

Cuadro VII. Costo total de área urbana e infraestructura de servicios de Querapi, Tonohaya, San Miguel y Huatagua

Costo total de área Urbana e infraestructura de servicios	S/. 1 889 003.10
---	-------------------------

Fuente: Gobierno Regional de Moquegua – CENEPRED con datos de MVC.

Mapa de predios rurales expuestos.



Mapa de establecimientos de salud e instituciones educativas

