

ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO
POR SISMO PARA EL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS
TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA,
DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA
GENERAL SANCHEZ CERRO DEL
DEPARTAMENTO MOQUEGUA"

Moquegua - 2025

ING. JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
Evaluador de Riesgo R. J. N° 127-2017-
CENEPRED/J

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGOS:
GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA**

ASISTENCIA TECNICA:

Evaluador de Riesgo R. J. N° 127-2017-CENEPRED/J
Ing. José Luis Unda Barriaes.

INDICE

1:	OBJETIVOS	6
1.1	OBJETIVO GENERAL	6
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3	FINALIDAD	7
1.4	JUSTIFICACION	7
1.5	MARCO NORMATIVO	7
2:	SITUACION GNENERAL	9
2.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	9
2.2.	DESCRIPCION FISICA DE LA ZONA A EVALUAR	10
2.2.1.	Vías de acceso	10
2.2.2.	Condiciones Climatológicas	11
2.2.3.	Hidrología	12
2.2.4.	Geología y geomorfología	13
a)	UNIDADES GEOLOGICAS	13
b)	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	17
2.2.5.	TIPO DE SUELOS	21
2.2.6.	TOPOGRAFÍA	22
2.2.7.	PENDIENTE	23
2.3.	ANTECEDENTES:	26
2.4.	ENFOQUE DE LA EVALUACION DE RIESGO	28
2.4.1.	SISMICIDAD EN EL PERU	29
3:	DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS	43
3.1.	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	43
3.1.1.	Identificación del Peligro.	43
3.1.2.	Caracterización de los Peligros.	45
3.1.3.	Ponderación de los Parámetros de los Peligros.	47
3.1.4.	Niveles de Peligros.	48
3.1.5.	Identificación y Análisis de los elementos expuestos	49
3.1.6.	Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros.	52
3.1.6.1.	Factores Desencadenantes	52
3.1.6.2.	Factores condicionantes	57
3.1.7.	Ponderación de los parámetros de susceptibilidad	61
3.1.8.	Parámetros de evaluación	62
3.1.9.	Definición de escenario de riesgo	69
3.1.10.	Niveles de peligro	69
3.1.11.	Estratificación de peligrosidad	70
3.1.12.	Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad	71
3.2.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	72
3.2.1.	Análisis de la componente exposición	73

3.2.1.1.	Exposición social	73
3.2.1.2.	Exposición Económica	74
3.2.1.3.	Exposición ambiental	77
3.2.2.	Ponderación de los parámetros de exposición	77
3.2.3.	Análisis de la componente fragilidad	78
3.2.3.1.	Fragilidad social	78
3.2.3.2.	Fragilidad Económica	80
3.2.3.3.	Fragilidad ambiental	81
3.2.4.	Ponderación de los parámetros de fragilidad	82
3.2.5.	Análisis de la componente resiliencia	84
3.2.5.1.	Resiliencia social	84
3.2.5.2.	Resiliencia económica	86
3.2.5.3.	Resiliencia ambiental	89
3.2.6.	Ponderación de los parámetros de resiliencia	90
3.2.7.	Nivel de vulnerabilidad.....	91
3.2.8.	Estratificación de la vulnerabilidad.....	94
3.2.9.	Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad	95
3.3.	CALCULO DE RIESGOS	96
3.3.1.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO	96
3.3.1.1.	Niveles de Riesgo.....	96
3.3.1.2.	Matriz de Riesgo	96
3.3.1.3.	Estratificación del nivel de Riesgo	97
3.3.2.	CALCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVO CUANTITATIVO)	98
3.3.3.	Zonificación de Riesgos	99
3.3.4.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES (RIESGOS PRESENTES Y FUTUROS)	100
3.3.4.1.	De orden estructural.....	100
3.3.4.2.	De orden no estructural	101
3.3.5.	MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)	103
3.3.5.1.	De orden estructural	103
3.3.5.2.	De orden no estructural.....	105
3.4.	DEL CONTROL DE RIESGOS	107
3.4.1.	DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS	107
3.4.1.1.	Aceptabilidad / Tolerancia de riesgo	107
3.4.1.2.	Control de riesgos	109
4:	CONCLUSIONES	110
5:	RECOMENDACIONES	112
	BIBLIOGRAFIA	115
	ANEXOS	116
ANEXO 1.	Panel fotográfico	116

ANEXO 2.	Datos estadísticos.....	121
ANEXO 3.	Otros.....	121
ANEXO 4.	Planos.....	123

1: OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgos, originado por FENÓMENOS NATURALES para la elaboración del expediente técnico del proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA",

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los peligros y analizar las vulnerabilidades, para estimar los niveles de riesgo de la zona del proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA".
- Evaluar el peligro y la vulnerabilidad del sector en estudio, nos permitirá determinar el riesgo y definir alternativas y/o recomendaciones de orden estructural y no estructural para prevenir y mitigar un desastre.
- Determinar las condiciones de riesgo de la zona y recomendar las medidas y acciones necesarias que sirvan para la toma de decisiones en materia de prevención y mitigación.

1.3 FINALIDAD

El presente estudio tiene por finalidad determinar los niveles de riesgo y sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos en el área de influencia del estudio.

1.4 JUSTIFICACION

La región Moquegua se ubica en la zona sur del país, cuenta con tres provincias, Mariscal Nieto, Sánchez Cerro e Ilo.

La zonificación de los niveles de riesgos en el área donde se ejecutará el Proyecto ayudará a identificar los niveles de riesgos, muy alto, alto, medio y bajo. Este estudio servirá de sustento técnico, para la toma de decisiones por parte de los responsables de la Proyecto.

1.5 MARCO NORMATIVO

- ✓ Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD. Disposiciones parcialmente reformadas por el DS 060-2024-PCM, del 9 de junio del 2024.
- ✓ Decreto Supremo N° 142-2021-PCM. Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable
- ✓ Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- ✓ Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ✓ Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- ✓ Ley N° 30831, Ley que modifica la Ley 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) con la finalidad

de incorporar un plazo para la presentación del Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y los Planes que lo conforman.

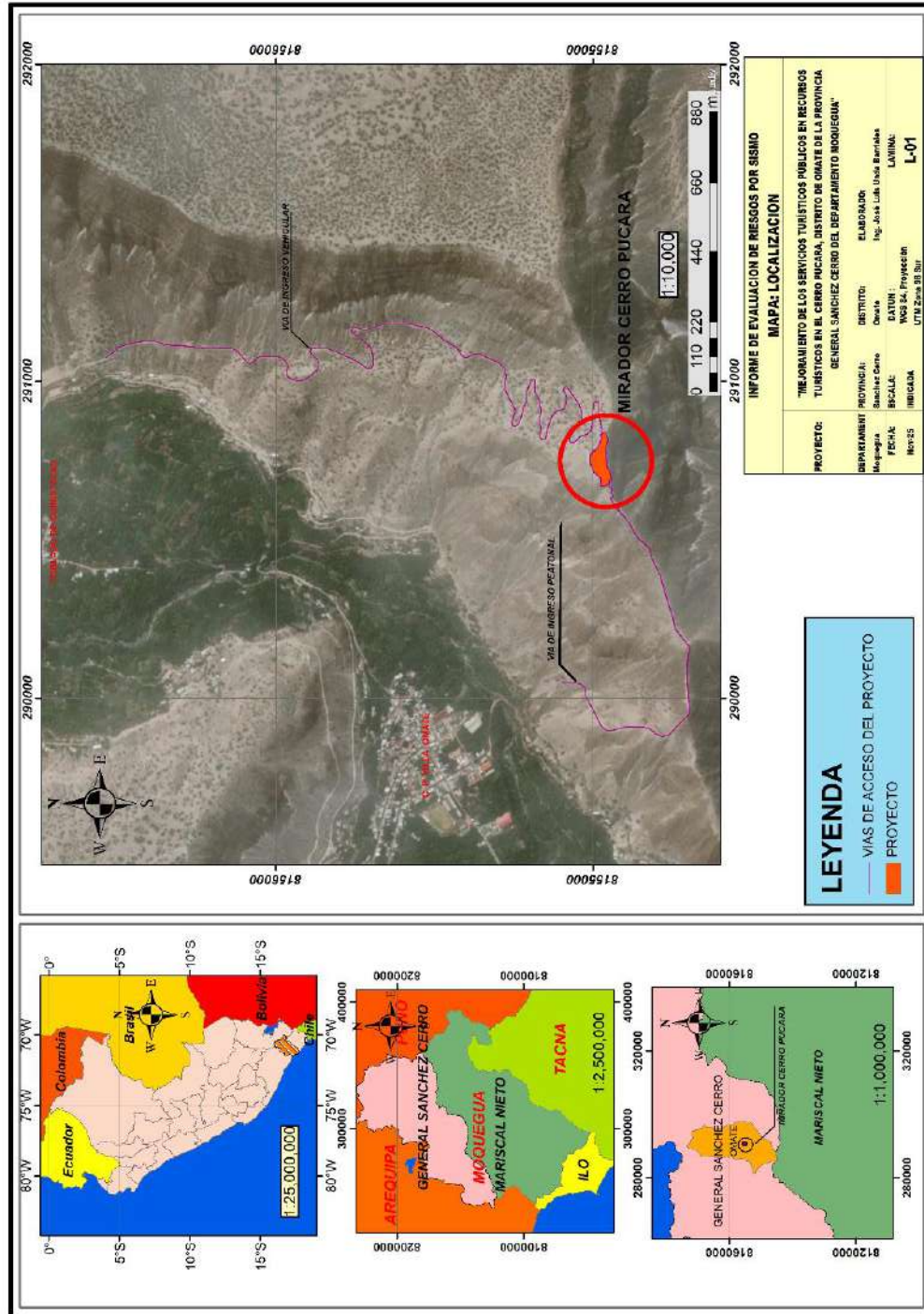
- ✓ Ley N° 29930, Ley que incorpora al ministro de Desarrollo e Inclusión Social en el Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – CONAGERD.
- ✓ La Ley N° 30645, publicada el 17 de agosto de 2017, Ley que modifica la Ley 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable
- ✓ Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- ✓ Resolución N° 058–2020-CENEPRED/J, que Aprueba los Lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres en proyectos de Infraestructura Educativa, de fecha 10 de julio de 2020.
- ✓ Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050
- ✓ Decreto Supremo N° 115-2022-PCM que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022-2030.

2: SITUACION GNENERAL

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

El estudio se desarrolla en el cerro Pucara del distrito de Omate, de la Provincia general Sánchez Cerro y departamento de Moquegua.

MAPA N° 1.- Mapa de localización



Fuente: Elaboración Propia.

2.2. DESCRIPCION FISICA DE LA ZONA A EVALUAR

2.2.1. Vías de acceso

En este ítem se describe la accesibilidad con la finalidad de saber la distancia y el tiempo para llegar a la zona de estudio.

Desde la plaza Principal de Omate hasta el cerro pucara mediante una vía asfaltada y una trocha carrozable, se puede llegar en 17 minutos aproximadamente en un vehículo.

Vista en Google Maps de la Accesibilidad desde la plaza de armas de Omate.

MAPA N° 2.- Mapa de localización



Fuente: Elaborado en Google Maps.

2.2.2. Condiciones Climatológicas

La zona evaluada se ubica en la franja altoandina del distrito de Omate, a 2683 msnm, donde predomina un clima seco, de alta radiación solar y marcada amplitud térmica diaria. Durante el día, las temperaturas suelen elevarse moderadamente debido a la intensa insolación, mientras que por las noches



disminuyen de forma abrupta, alcanzando valores fríos característicos de zonas semiáridas altoandinas. La humedad relativa es baja durante la mayor parte del año, lo que favorece la evaporación rápida y el ambiente árido observado en el terreno.

En términos estacionales, la región presenta un régimen pluviométrico concentrado entre diciembre y marzo, periodo en el que se registran lluvias de moderada a alta intensidad asociadas a la temporada húmeda del sur peruano. El resto del año es predominantemente seco, con cielos despejados y escasa nubosidad, como se aprecia en la fotografía. Estas lluvias estacionales pueden desencadenar procesos de erosión superficial y deslizamientos menores en laderas pronunciadas, lo cual es relevante para la evaluación del riesgo en infraestructuras expuestas.

Adicionalmente, la zona se caracteriza por vientos moderados a fuertes en horas de la tarde, producto de los gradientes térmicos entre quebradas y cumbres. Estas corrientes pueden afectar a instalaciones ligeras, antenas o estructuras metálicas ubicadas en cerros expuestos. La combinación de radiación solar intensa, aire seco y viento contribuye a la desecación del suelo y de la vegetación, reforzando el carácter árido del entorno. Estas condiciones climatológicas deben considerarse para definir medidas de protección, mantenimiento y reforzamiento de la infraestructura del proyecto.

2.2.3. Hidrología

El área comprendida por el proyecto "Mejoramiento de los Servicios Turísticos Públicos en Recursos Turísticos del Cerro Pucará" se encuentra en un entorno **altoandino árido**, sin la presencia de ríos, quebradas activas o microcuencas en los sectores donde se desarrollan los paradores



turísticos vehiculares, peatonales y las zonas de mejoramiento de accesos. El relieve presenta laderas secas y suelos de escasa retención, sin evidencias de escorrentía concentrada ni depósitos recientes de arrastre hídrico. En la parte baja del ámbito general del proyecto existe el **río Omate**, pero este no influye en la dinámica hídrica de la zona alta donde se ejecutan las intervenciones, por lo que **no representa riesgo alguno** para los componentes peatonales y vehiculares ubicados en la cumbre.

Durante la temporada húmeda (diciembre a marzo), la precipitación se presenta de forma puntual y variable, generando **escorrentías difusas de baja magnitud**, que se dispersan rápidamente sobre el terreno pedregoso. La ladera del cerro no posee cauces formados que puedan dirigir el flujo hacia los puntos del proyecto. En la zona baja del ámbito se ubican **dos pequeños pontones peatonales**, destinados a facilitar la conexión de visitantes con los senderos rústicos. Estos pontones se encuentran sobre sectores donde las escorrentías son ocasionales y de pequeña escala, sin una cuenca definida, y su función es únicamente permitir el paso en caso de lluvias estacionales ligeras.

En consecuencia, la hidrología del área **no constituye un factor adverso** para la ejecución del proyecto. La ausencia de cauces definidos en las áreas de intervención, sumada a la mínima escorrentía superficial, indica que el riesgo por inundación, desborde o flujos concentrados es prácticamente nulo. No obstante, se recomienda preservar el drenaje natural del cerro, evitar la obstrucción de

escorrentías difusas y asegurar que los pequeños pontones peatonales mantengan un diseño que permita el paso libre del agua durante eventos de lluvia puntual, garantizando así la estabilidad y seguridad de las infraestructuras turísticas proyectadas.

2.2.4. Geología y geomorfología

a) UNIDADES GEOLOGICAS

Depósitos Aluviales Recientes

Corresponden a materiales no consolidados acumulados en los fondos de valle y márgenes del río Omate, conformados por gravas, arenas, limos y arcillas de origen fluvio-coluvial. Son el resultado de procesos de arrastre y sedimentación actuales. Presentan



alta permeabilidad y baja compacidad, siendo su estabilidad variable según el contenido de humedad. En la ZEE se asocian a valles agrícolas y zonas de recarga hídrica superficial.

Depósitos Piroclásticos

Formados por la acumulación de cenizas volcánicas, pómez y tobas retrabajadas, producto de erupciones provenientes de los complejos volcánicos Ubinas, Ticsani y Huaynaputina. Se distribuyen en la parte media de la cuenca de Omate,

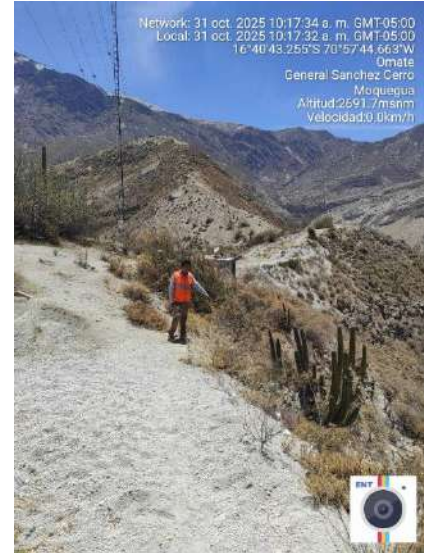


conformando mantos blanquecinos y sueltos de granulometría fina a media. Son materiales de baja densidad, alta erodabilidad y cohesión aparente dependiente de

la humedad, clasificados en la ZEE como suelos de vulnerabilidad media-alta frente a erosión y remoción en masa.

Formación Gramadal

Unidad sedimentaria del Jurásico Superior, constituida por areniscas finas, limolitas y niveles tobáceos alterados, depositados en ambientes continentales y fluvio-lacustres. Se observa ampliamente en el Mirador del Cerro Pucará, donde aflora con coloración clara y textura friable. Su fracturamiento y meteorización avanzada la convierten en una unidad de baja competencia mecánica, con alta susceptibilidad a la erosión y deslizamientos superficiales. Tanto el INGEMMET como la ZEE la identifican como una de las unidades de mayor riesgo geodinámico local.



Formación Labra

Está conformada por conglomerados, areniscas y limolitas volcánicas de tonalidades amarillentas a pardas, dispuestas en estratos medianamente consolidados. Representa depósitos continentales del Terciario Inferior, generados por la erosión y transporte de materiales volcánicos antiguos. En el área de



Omate, forma transiciones entre la Formación Gramadal y los depósitos piroclásticos. Geotécnicamente es una unidad de resistencia intermedia y permeabilidad moderada, que actúa como soporte de laderas estables de relieve ondulado.

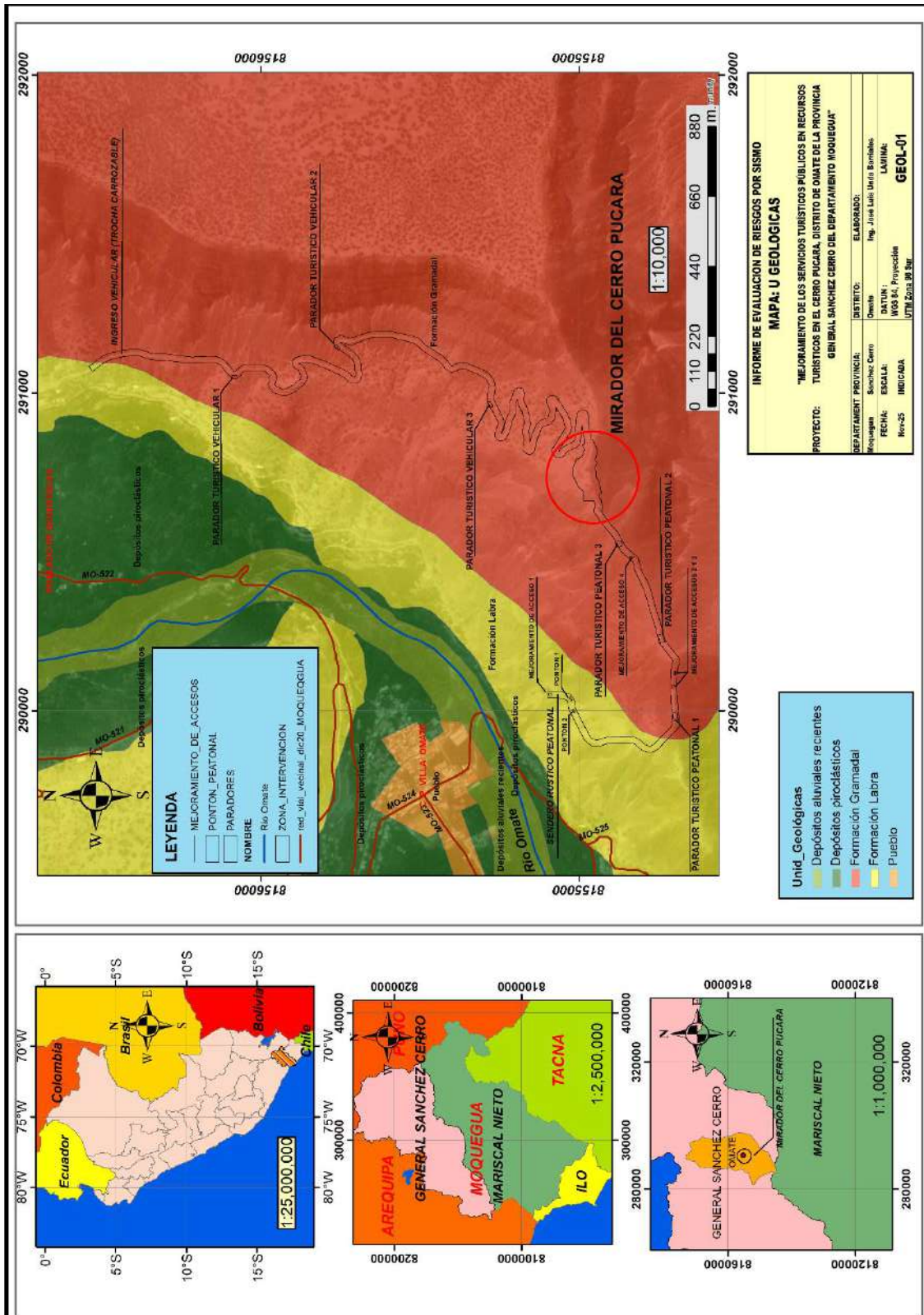
Pueblo (Zona Urbana de Omate)

Corresponde a la zona urbana y periurbana del distrito de Omate, edificada sobre depósitos aluviales y piroclásticos antiguos. Se caracteriza por su ocupación mixta residencial y turística, con infraestructuras emplazadas sobre suelos de variable capacidad portante. La ZEE la clasifica como zona de uso urbano



consolidado, aunque requiere control en la expansión hacia áreas de pendiente media o materiales no consolidados.

MAPA N° 3.- MAPA DE GEOLOGÍA



Fuente: Elaboración propia para el estudio

b) UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Para el estudio de evaluación de riesgos se han considerado las características geomorfológicas de la ZEE-Moquegua, las que se describen a continuación:

Fondos de valle aluvial

Corresponden a superficies planas o suavemente onduladas formadas por la acumulación de sedimentos fluviales recientes. Se asocian al cauce y márgenes del río Omate, donde predominan gravas, arenas y limos. Estas



áreas presentan alta permeabilidad y uso agrícola intensivo, pero también susceptibilidad a inundaciones y erosión lateral durante crecidas. Constituyen zonas de baja pendiente y de importancia económica para el desarrollo agrícola y turístico.

Montaña en roca sedimentaria

Unidad conformada por relieves estructurales moderados labrados sobre estratos de areniscas, limolitas y conglomerados de la Formación Labra y parcialmente de la Formación Gramadal. Las pendientes son medias a altas (15° – 35°) y las laderas muestran procesos de erosión laminar y reptación. Esta unidad presenta resistencia intermedia y un



grado de estabilidad moderado, siendo susceptible a movimientos en masa localizados cuando se modifica el equilibrio natural del terreno.

Montaña en roca sedimentaria-metamórfica

Representa relieves escarpados con laderas empinadas y materiales de rocas sedimentarias parcialmente metamorfizadas, con presencia de filitas y cuarcitas. Su morfología es irregular, con pendientes mayores a 35°, drenaje encajonado y escasa cobertura vegetal. Estas montañas poseen alta



competencia mecánica, pero son muy susceptibles a la meteorización física y a la formación de bloques inestables en cortes de carretera o taludes artificiales.

Montaña sedimentaria carstificada

Comprende relieves desarrollados sobre rocas carbonatadas y calizas fracturadas, donde se observan formas kársticas menores como cavidades, grietas y microdepresiones



producto de disolución. Predominan pendientes medias (20° – 30°) y un drenaje subsuperficial. Esta unidad posee permeabilidad elevada y capacidad portante variable, lo que exige un manejo cuidadoso en obras de cimentación o estabilización de taludes.

Montañas con campo de cenizas volcánicas

Corresponde a zonas montañosas cubiertas por depósitos piroclásticos y cenizas re TRABAJADAS, producto de la actividad volcánica regional (complejos Ubinas, Ticsani y Huaynaputina). Se ubican en la parte alta del Mirador Cerro Pucará, mostrando un relieve irregular y materiales sueltos de color claro. Son suelos de baja densidad y alta erodabilidad, que condicionan una susceptibilidad elevada a deslizamientos y erosión eólica, especialmente en pendientes pronunciadas sin cobertura vegetal.



2.2.5. TIPO DE SUELOS

Los suelos que conforman el ámbito del proyecto en el Cerro Pucará corresponden principalmente a **materiales volcánicos retrabajados**, derivados de la erosión y meteorización de depósitos de cenizas y tobas del volcanismo miocénico que caracteriza a la región (INGEMMET, Hoja Geológica Omate). En las fotografías de



campo se observa un suelo **claro, suelto y de granulometría fina a arenosa**, con sectores donde afloran estratos delgados de toba alterada y niveles de ceniza consolidada. Este tipo de suelo presenta baja cohesión, alta susceptibilidad a erosión superficial y comportamiento deficiente ante vibraciones sísmicas.

En las laderas donde se ubican la antena, los senderos vehiculares y las plataformas del proyecto se identifican **depósitos coluviales** formados por acumulación de gravas finas, arenas y ceniza volcánica, con fragmentos dispersos de roca andesítica. La estructura estratificada visible en varios cortes expuestos indica procesos de transporte por gravedad y redeposición eólica. Su compacidad es **media a baja**, lo que favorece erosiones laminares, pequeños deslizamientos superficiales y desprendimientos localizados, especialmente en taludes sin cobertura vegetal. También se observan suelos de textura **arenosa-limosa**, que presentan alta permeabilidad y pérdida rápida de humedad.

En las zonas más planas del acceso y bordes del proyecto predominan suelos sueltos tipo **arena limosa volcánica (ML–SM)** según la clasificación SUCS, con partículas subangulosas y matriz fina. Estos suelos son típicos de ambientes volcánicos áridos y, aunque livianos, presentan **baja resistencia al corte y alta respuesta a la vibración**, lo que debe considerarse en el diseño de estructuras ligeras y elementos turísticos. El conjunto de las evidencias de campo y los datos geológicos indica que el área se encuentra asentada sobre suelos **de baja capacidad portante**, moderadamente erosionables y susceptibles al desprendimiento superficial ante lluvias estacionales o sismos.

2.2.6. TOPOGRAFÍA

La topografía del área del proyecto en el Cerro Pucará se caracteriza por un **relieve accidentado**, con laderas de fuerte inclinación que ascienden hasta cotas cercanas a los **2680–2700 msnm**. El cerro presenta una morfología **convexo–alargada**, típica de las geformas volcánico-erosivas de la provincia General Sánchez Cerro. Las



plataformas donde se ubican las antenas, senderos y paradores turísticos se localizan sobre **crestas angostas** y pequeñas terrazas naturales, generadas por procesos de erosión diferencial y acumulación coluvial.

Las fotografías muestran taludes laterales irregulares, algunos con cortes verticales de hasta 1.5 m a 2 m, formados por material suelto de cenizas consolidadas y arenas volcánicas. El relieve en los accesos vehiculares es predominantemente **ondulado a fuertemente inclinado**, con pendientes variables entre **18% y 35%**, mientras que en sectores de cresta la pendiente disminuye a rangos de **5% a 12%**, lo que permite habilitar zonas de tránsito y miradores. Estas condiciones topográficas influyen directamente en la estabilidad local, especialmente en áreas donde el talud ha sido intervenido para ampliar la trocha.

Asimismo, el entorno inmediato al proyecto presenta **laderas abiertas**, que descienden hacia el valle del río Omate, mostrando una topografía disectada por antiguas cárcavas y erosión laminar. La disposición general del cerro favorece la dispersión natural de escorrentías superficiales, sin concentrarlas en cauces definidos, pero también incrementa la susceptibilidad a **pequeños desprendimientos superficiales** producto de la inclinación y del material suelto. La topografía, por tanto, constituye un componente crítico en la evaluación de peligros, dada la inclinación y la fragilidad del terreno donde se proyectan los senderos y plataformas turísticas.

2.2.7. PENDIENTE

Pendiente 0° – 5° (Muy suave)

Corresponde a las zonas planas o ligeramente onduladas localizadas principalmente en el fondo del valle del río Omate y en áreas de terrazas aluviales recientes. Presentan bajo potencial de erosión y buena estabilidad natural, por lo que son favorables para actividades agrícolas, recreativas o infraestructura ligera.

Su drenaje es moderado y el riesgo de movimientos en masa es mínimo, salvo en sectores próximos a márgenes de quebradas.



Pendiente 5° – 15° (Suave a moderada)

Comprende relieves de pie de ladera y transiciones entre el valle y las zonas montañosas, donde se desarrollan suelos de textura fina a media con cierta acumulación de coluviones. Estas áreas mantienen condiciones estables, aunque son susceptibles a erosión laminar y escorrentía superficial cuando carecen de cobertura vegetal. Son apropiadas para equipamientos turísticos o accesos viales con manejo adecuado de drenaje.



Pendiente 15° – 25° (Moderada a fuerte)

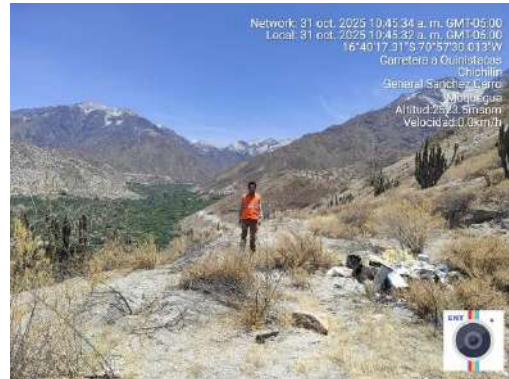
Se asocian a laderas medias del cerro y a sectores de transición hacia las partes altas del Mirador Cerro Pucará. En este rango, los taludes naturales comienzan a mostrar procesos de reptación y erosión concentrada, especialmente en materiales



piroclásticos o tobáceos alterados. Requieren estabilización mediante técnicas de control de escorrentía, drenaje superficial y revegetación, ya que su capacidad de soporte es intermedia.

Pendiente 25° – 45° (Fuerte a muy fuerte)

Identifica laderas abruptas y quebradas secundarias que rodean el cerro, donde predominan rocas sedimentarias fracturadas y depósitos volcánicos poco consolidados. Las condiciones geomorfológicas generan alta susceptibilidad a deslizamientos superficiales y caída de detritos, sobre todo



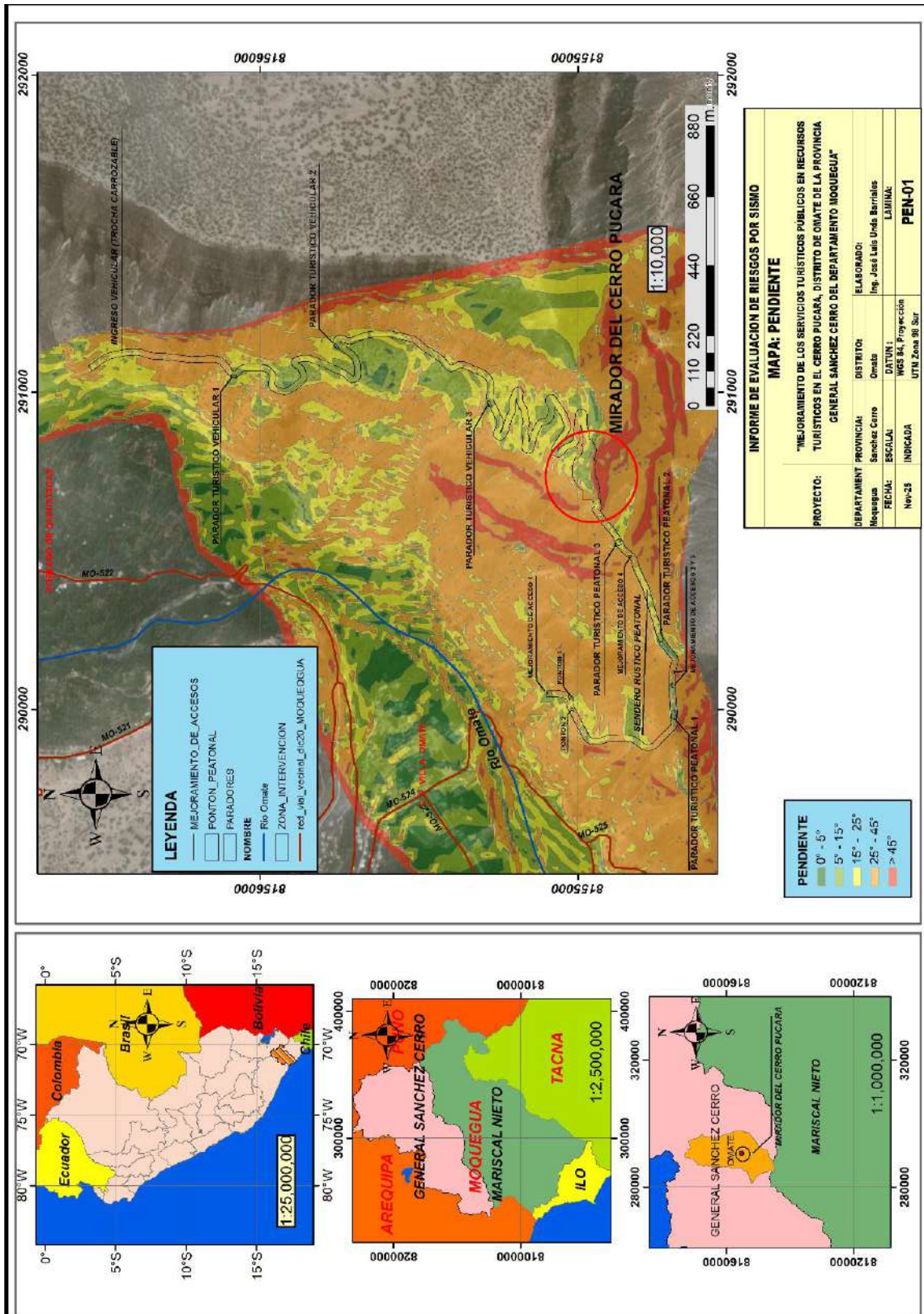
en taludes sin cobertura vegetal o con intervenciones antrópicas. Son zonas no recomendadas para infraestructura ni tránsito vehicular sin obras de contención.

Pendiente > 45° (Extremadamente fuerte o escarpada)

Corresponde a sectores muy empinados del Mirador Cerro Pucará, formados por afloramientos rocosos y cortes verticales en la Formación Gramadal. Estos relieves presentan inestabilidad potencial alta, con posibilidad de desprendimiento de bloques y erosión acelerada. Las pendientes superiores a 45° deben considerarse áreas de uso restringido, destinadas únicamente a conservación paisajística o control de riesgos, no aptas para instalaciones turísticas permanentes.



MAPA N° 5.- Mapa de Pendiente



Fuente: Elaboración propia para el estudio

2.3. ANTECEDENTES:

Sismo de 1604 (Arequipa–Moquegua).

De acuerdo al IGP, mediante su registro histórico “Sismicidad del Perú 1555–2020”, y reforzado por estudios de la UNSA sobre sismos preinstrumentales del sur andino, el terremoto de 1604 (M 8.0–8.5) produjo daños severos en los valles de Moquegua y Omate. Se reportaron colapsos de viviendas de adobe y caída de muros en poblados asentados sobre suelos volcánicos sueltos. Los factores condicionantes fueron la topografía empinada y la alta amplificación sísmica de los terrenos arenosos, y el desencadenante fue un megasismo de subducción en la interfaz Nazca–Sudamérica.

Sismo de 1784 (Omate – Sierra de Moquegua).

Según el “Catálogo de Sismos Históricos del Perú” del IGP, complementado por el estudio de tectónica cortical de la UNSA (Facultad de Geología, 2018), en 1784 ocurrió un sismo fuerte con epicentro cercano a la zona de Omate. Este evento dañó viviendas precarias y generó derrumbes en laderas. Los suelos volcánicos de baja cohesión y las pendientes pronunciadas actuaron como factores condicionantes, mientras que el origen somero del sismo, probablemente asociado a fallas corticales activas, fue el factor desencadenante.

Terremoto de 1868 (M 8.8–9.0).

El IGP, en su Boletín de Investigación Sísmica N° 12, detalla que el terremoto de 1868 es uno de los más grandes registrados en la región sur. Los archivos citan destrucción significativa en Moquegua y afectaciones en caminos y laderas de Omate. Estudios de la UNSA y del USGS coinciden en que la ruptura masiva de la zona de subducción generó fuertes aceleraciones que afectaron suelos volcánicos sueltos y pendientes inestables, condiciones que amplificaron los daños en esta zona.

Sismo de 1913 (Sierra de Moquegua – Omate).

Según el catálogo sísmico del IGP (versión 2021), el sismo de 1913 registró daños localizados en Omate, principalmente en viviendas de adobe y taludes erosionados en zonas altas. La UNSA describe este evento como un sismo cortical de profundidad somera, el cual, debido a las características del relieve y a la presencia de cenizas volcánicas alteradas, provocó pequeños deslizamientos y desprendimientos superficiales.

Sismo de 1996 (Omate – Ubillas).

El IGP, en su Boletín Técnico de Sismicidad Regional N° 04, indica que el sismo de 1996 fue de origen cortical y causó daños menores pero perceptibles en estructuras rurales de Omate. Los factores condicionantes fueron los suelos de ceniza consolidada y los depósitos coluviales de baja cohesión, que amplifican aceleraciones, mientras que el desencadenante fue una ruptura somera vinculada a esfuerzos tectónicos locales.

Sismo de 23 de junio de 2001 (M 8.4).

El IGP, en el “Informe Técnico del Terremoto del 23/06/2001”, reporta daños notorios en Omate, incluyendo fisuras en viviendas, desprendimientos en laderas y obstrucción de caminos. Estudios de la UNSA confirman que el relieve escarpado y la composición volcánica del terreno incrementaron la amplificación local. El evento fue desencadenado por un sismo interplaca, asociado a la subducción de la placa de Nazca.

Sismo de 2019 (Región del Ubinas).

De acuerdo al IGP, en su “Reporte de Sismicidad Volcánica Ubinas 2019”, este evento produjo vibración moderada en el valle de Omate, generando pequeños desprendimientos en taludes y afectación ligera en caminos rurales. Los suelos arenosos y coluviales actuaron como factores condicionantes, mientras que el desencadenante fue un sismo volcánico-tectónico asociado a la actividad del complejo Ubinas.

2.4. ENFOQUE DE LA EVALUACION DE RIESGO

La evaluación de riesgo del proyecto se desarrolla siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Evaluación de Riesgos por Peligros Naturales del CENEPRED (versión 2.0), en concordancia con la Ley 29664 que crea el SINAGERD y el DS 038-2021-PCM, que establece los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres. Asimismo, se consideran criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 para la interacción sismo-suelo, y la cartografía oficial del INGEMMET e IGP.

El enfoque metodológico utilizado se basa en el esquema oficial de estimación del riesgo, que comprende la identificación del peligro, la caracterización de la intensidad esperada, el análisis de vulnerabilidad y la determinación del nivel de riesgo mediante la matriz cualitativa del CENEPRED. Para la identificación del peligro sísmico se emplearon antecedentes históricos del IGP y la UNSA, cartografía geológica, levantamiento de campo, análisis de topografía, pendientes, suelos y geomorfología del área del Cerro Pucará. El horizonte de análisis abarca todo el ámbito físico del proyecto: senderos, paradores turísticos y áreas de mejoramiento de accesos.

El presente estudio adopta un enfoque preventivo, orientado a identificar condiciones que puedan incrementar la exposición o la vulnerabilidad de las infraestructuras turísticas ante un sismo. Se evalúan los factores condicionantes como suelos volcánicos sueltos, pendientes pronunciadas, cortes de talud no estabilizados y zonas erosionadas, así como los factores desencadenantes asociados a la sismicidad regional del sur peruano. Finalmente, se determina el nivel de riesgo por sismo y se formulan medidas de mitigación y recomendaciones para la seguridad de los visitantes y la continuidad del servicio turístico.

2.4.1. SISMICIDAD EN EL PERU

Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas.

Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla.

Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre, según lo mostrado en la imagen 1 y 2.

IMAGEN N° 1 Sismo originado por una falla geológica

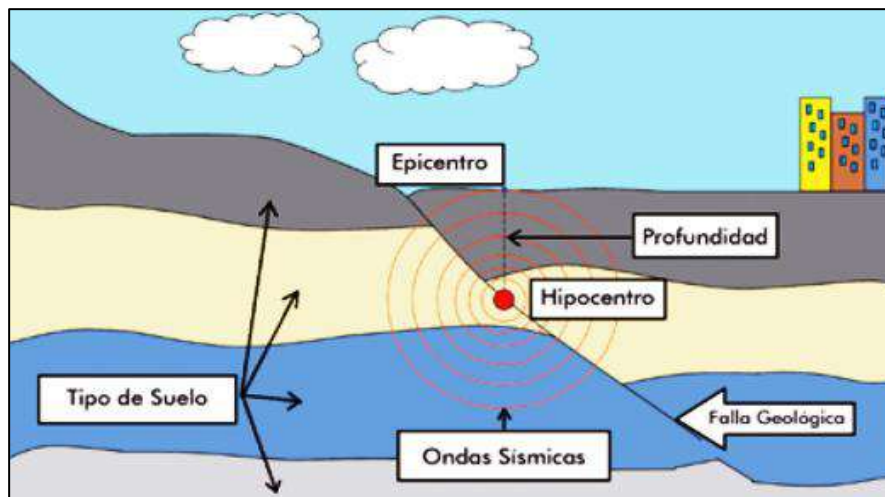
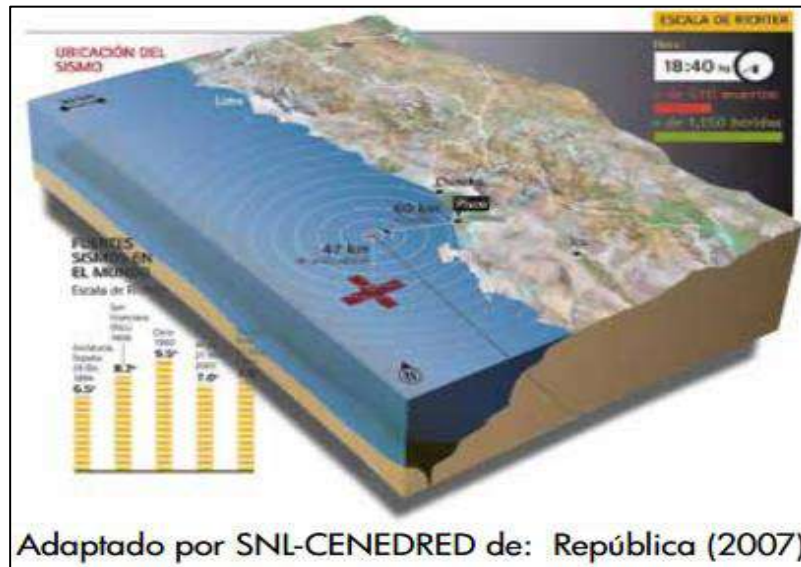


IMAGEN N° 2 Sismo ocurrido en Pisco - Perú



a) Ondas sísmicas

Una onda sísmica es la perturbación efectuada sobre un medio material y se propaga con movimiento uniforme a través de este mismo medio. La imagen, muestra la propagación de ondas sísmicas.

IMAGEN N° 3 Efectos de ondas sísmicas en edificaciones



Adaptado por SNL-CENEPRED de: San Martín (2014)

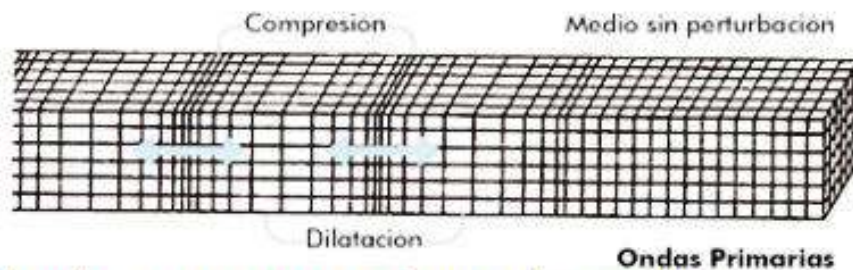
b) Tipos de ondas

Las ondas que los aparatos registran son de dos tipos:

- **Profundas o corpóreas**, se propagan de manera esférica por el interior de la tierra, se forman a partir del hipocentro.

Primarias (P) o longitudinales: Son las más rápidas en propagarse (6 – 10 km/s) y por lo tanto las primeras en ser detectadas por los sismógrafos. Se transmiten tanto en medios sólidos como fluidos. Su vibración es paralela al plano de propagación, de manera que actúan comprimiendo y dilatando el terreno. Ver imagen N°25.

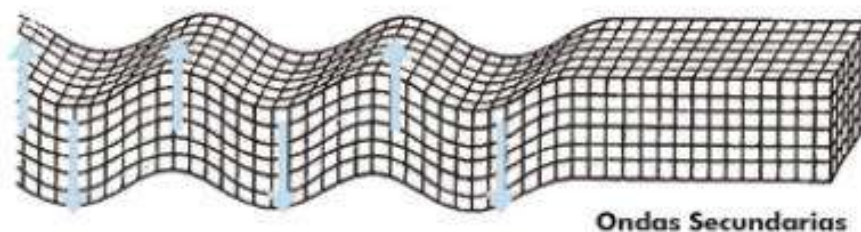
IMAGEN N° 4 Onda primaria o longitudinal



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

Secundarias (S) o transversales: Son más lentas que las anteriores (4 – 7 Km/s) y solo se propagan en medios sólidos, por lo que no pueden atravesar el núcleo exterior terrestre. Vibran perpendicularmente a la dirección de propagación, cizallando los materiales. Ver imagen N° 26.

IMAGEN N° 5 Onda secundaria o transversal



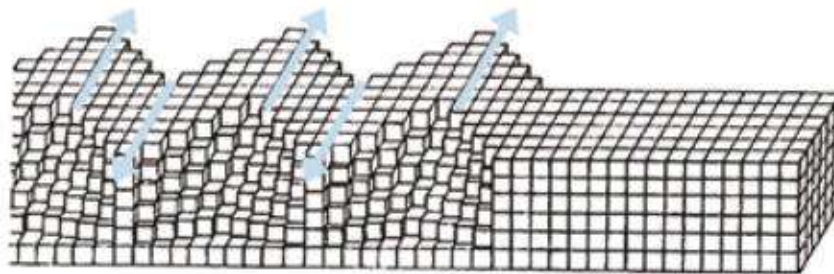
Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

- **Superficiales o largas**, se transmiten en forma circular a partir del epicentro. Son las que producen los destrozos en la superficie. Son el

resultado de la interacción de las ondas profundas con la superficie terrestre.

Love (L): Su velocidad de propagación es de 2 – 6 Km/s, y se desplazan horizontalmente en la superficie, en forma perpendicular respecto a la dirección de propagación. Ver imagen N° 27.

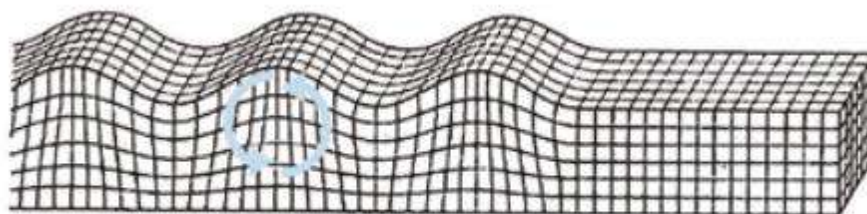
IMAGEN N° 6 Onda Love



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

Rayleigh (R): Son las más lentas en desplazarse (1 – 5 Km/s), aunque son las que más se dejan sentir por las personas. Se propagan de manera similar a como hacen las olas del mar. Las partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical.

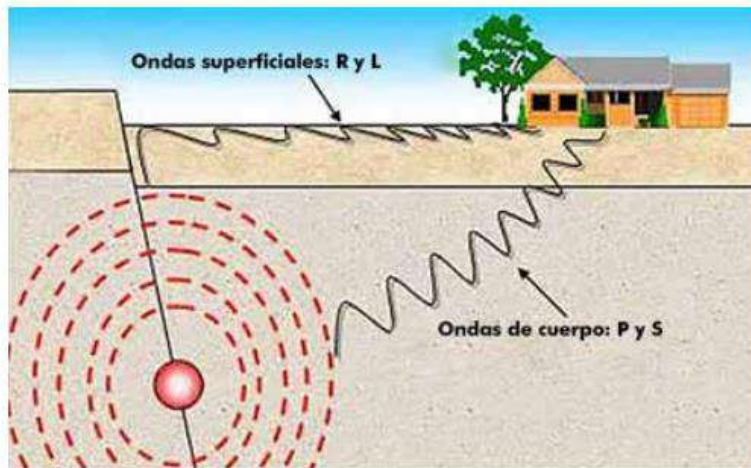
IMAGEN N° 7 onda RAYLEIGH



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

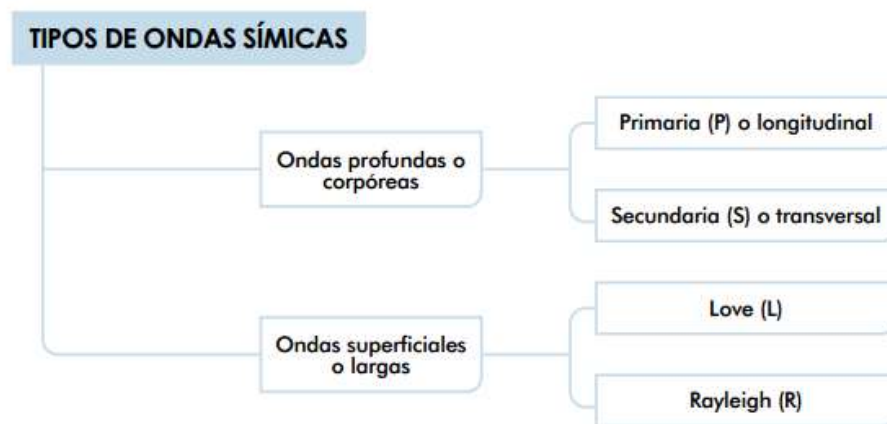
La imagen N°8, muestra la propagación de las ondas corpóreas y superficiales y el gráfico N°3 resume los tipos de ondas sísmicas.

IMAGEN N° 8 Ondas superficiales y corpóreas (o cuerpo)



Fuente: INII (2011)

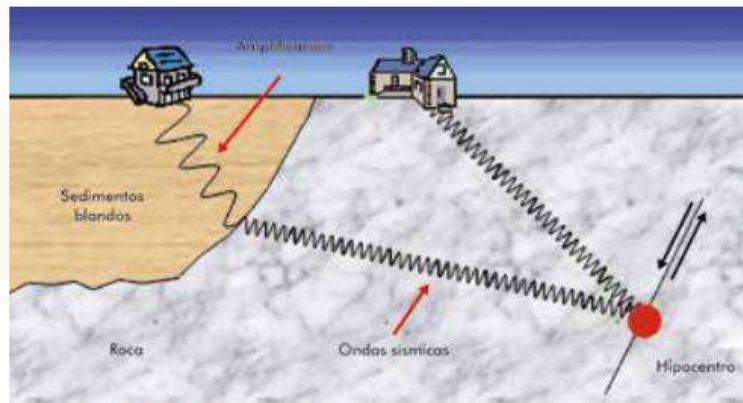
GRAFICO N° 1 Tipos de ondas sísmicas



c) Propagación de ondas sísmicas

Las leyes físicas rigen la propagación y trayectoria de las ondas sísmicas, como la reflexión, refracción, dispersión entre otros. Esto ocurre cuando el medio en el que se propaga no es homogéneo (formado por diferentes tipos de suelos).

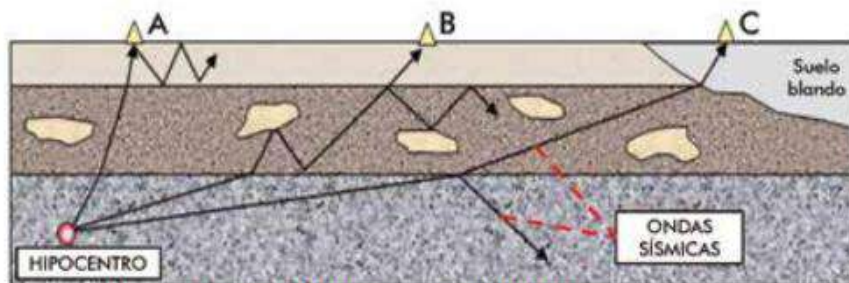
IMAGEN N° 9 Propagación de ondas sísmicas en dos medios diferentes:



Fuente: INII (2011)

La imagen N° 10 se muestra la propagación de las ondas sísmicas (flechas negras) y el cambio de trayectorias que experimenta al atravesar diferentes medios materiales.

IMAGEN N° 10 Reflexión y refracción de ondas sísmicas



Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

Cuando se genera un sismo, toda la energía de este golpea con mayor fuerza el ámbito geográfico cercano al epicentro, y todo lo que se encuentra sobre su superficie (infraestructura, zonas económicas, turísticas, población, etc.).

En la imagen N° 10, se describe que en el punto A posee amplitudes altas y periodos cortos. A partir de allí, conforme las ondas se propagan por todas direcciones, éstas empiezan a perder energía.

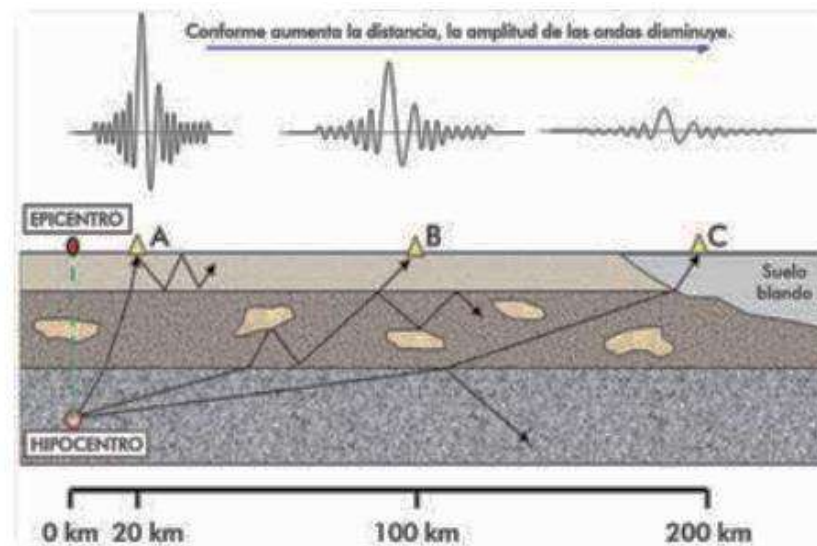
Esta pérdida de energía se refleja claramente en la disminución de la amplitud de la onda. Es por esta razón que una persona ubicada cerca del epicentro en el punto A, por ejemplo, experimentará un movimiento mucho más fuerte que una ubicada en el punto C.

También, una persona en el punto A sentirá que el sismo dura sólo unos instantes, mientras que una persona en el punto B sentirá que este dura un poco más y una persona en el punto C sentirá que el movimiento dura mucho más tiempo.

Todo esto es debido precisamente a que los periodos largos tienden a predominar conforme aumenta la distancia tal y como se muestra en la imagen N° 11.

A distancias mucho mayores, el sismo no pasará de ser un leve movimiento del suelo perceptible solo para personas en estado de reposo.

IMAGEN N° 11 Disminución de la amplitud de onda y su energía al aumentar la distancia al hipocentro



Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

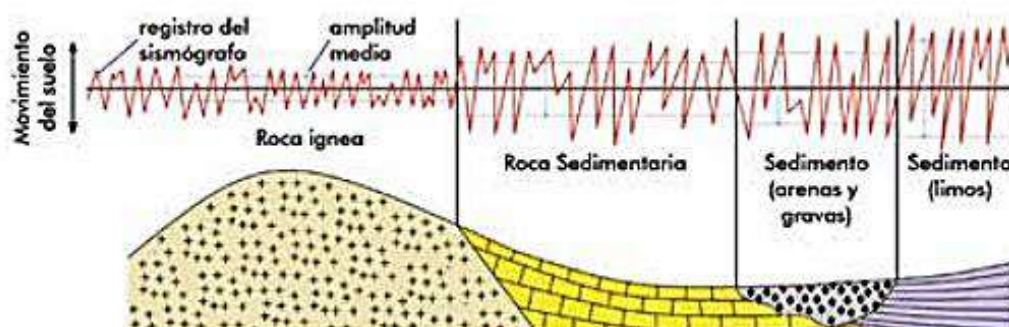
Existen factores externos (factores condicionantes) a las características del sismo que pueden influir en el valor de aceleración que se puede registrar en una zona por la llegada de las ondas sísmicas. Estos factores suelen estar relacionados con las condiciones geológicas.

El factor más importante es la variación de los diferentes materiales que podemos encontrar en la superficie, ya que, dadas sus diferencias de densidad, compactación y saturación de agua, se comportan de diferente manera frente a la vibración inducida por las ondas sísmicas **“Efecto de Sitio”**.

Las amplificaciones de la señal por efecto de sitio afectan únicamente a las ondas superficiales, por eso sólo es importante el tipo de material que se sitúa a pocos metros de la superficie.

Los sustratos rocosos, amplifican muy poco las vibraciones, en cambio los depósitos sueltos (gravas, arena y limos) amplifican considerablemente los movimientos, y por tanto aumenta la aceleración que sufren esos materiales (mayor amplificación cuanto menor es el tamaño de grano del sedimento). Ver la imagen N°12.

IMAGEN N° 12 Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos

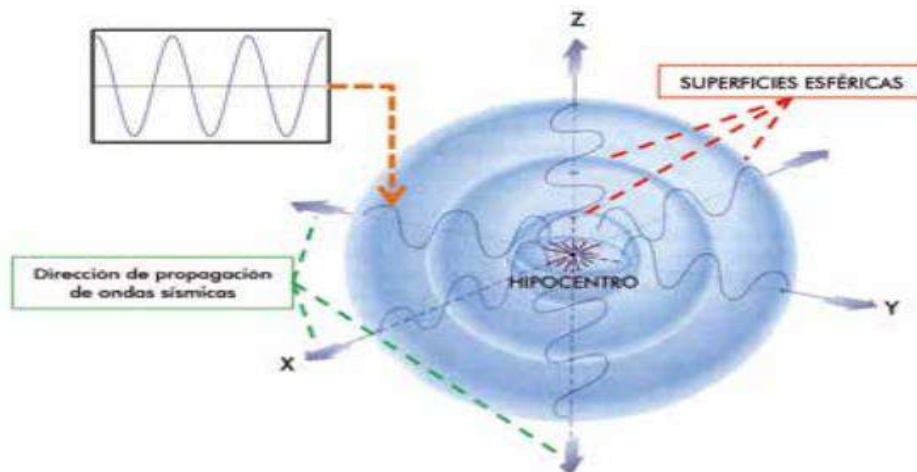


En zonas muy cercanas al epicentro del terremoto, puede haber diferencias muy importantes en los daños producidos, únicamente por la amplificación de la señal que pueden presentar los diferentes materiales que encontramos en la superficie.

d) Características de una onda

Las ondas sísmicas (ondas mecánicas) se propagan en todas direcciones formando superficies esféricas como la mostrada en la imagen N°13.

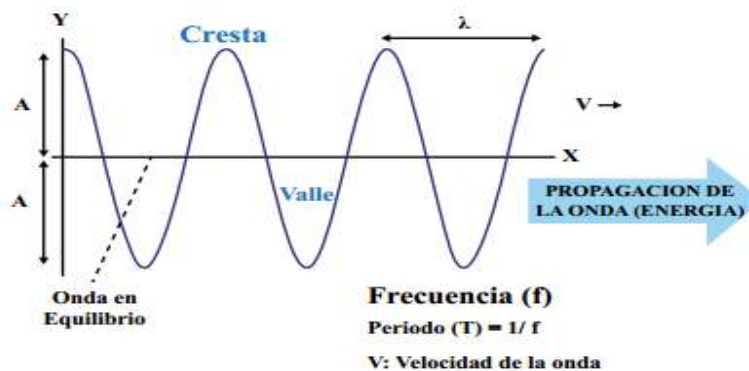
IMAGEN N° 13 Propagación de una onda esférica



Adaptado por SNL-CENEPRED de: Arribas (2014)

Describiremos las características básicas de una onda sinusoidal por su sencillez (Saveliev, 1984). Como se muestra en la imagen N°14.

IMAGEN N° 14 Parámetros físicos de una onda sinusoidal



Amplitud (A), distancia de una cresta a la línea de equilibrio (onda en equilibrio). La amplitud es usada para medir la energía transferida por la onda sísmica. Cuando mayor es la amplitud, mayor es la energía transferida (la energía transportada por una onda es proporcional al cuadrado de su amplitud)

Energía $\propto A^2$

Longitud de onda (λ), distancia entre dos crestas, dos valles, o dos nodos no consecutivos. La energía transportada por la onda es proporcional a la inversa de la longitud de onda. Por ejemplo, a mayor longitud de onda menor energía.

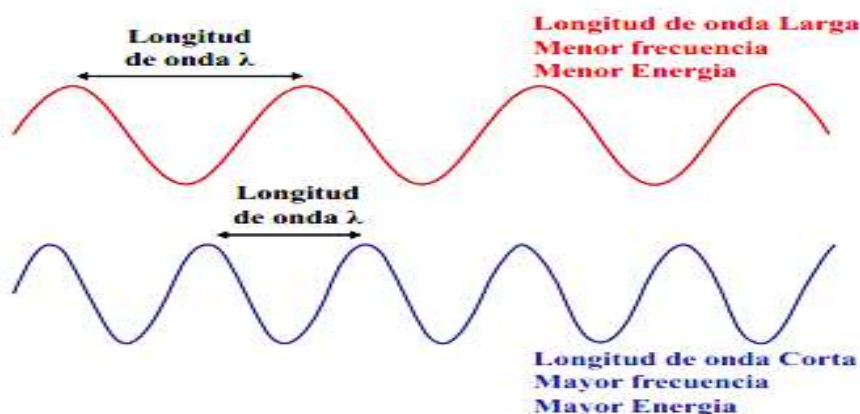
Energía $\propto 1/\lambda$

Frecuencia (f), Es el número de ciclos que se forman por unidad de tiempo. La energía de la onda es directamente proporcional a la frecuencia.

Energía $\propto f$

Velocidad de la onda (V), La magnitud de la velocidad de propagación de la onda sísmica depende únicamente de las características del medio material en el que se desplaza. en la imagen N°36 se observa el papel que juegan los elementos de una onda, en el caso de comparar dos ondas con diferentes características. Estas están influidas por características del ámbito geográfico (tipo de suelos, saturación de humedad, densidad de partículas, etc.).

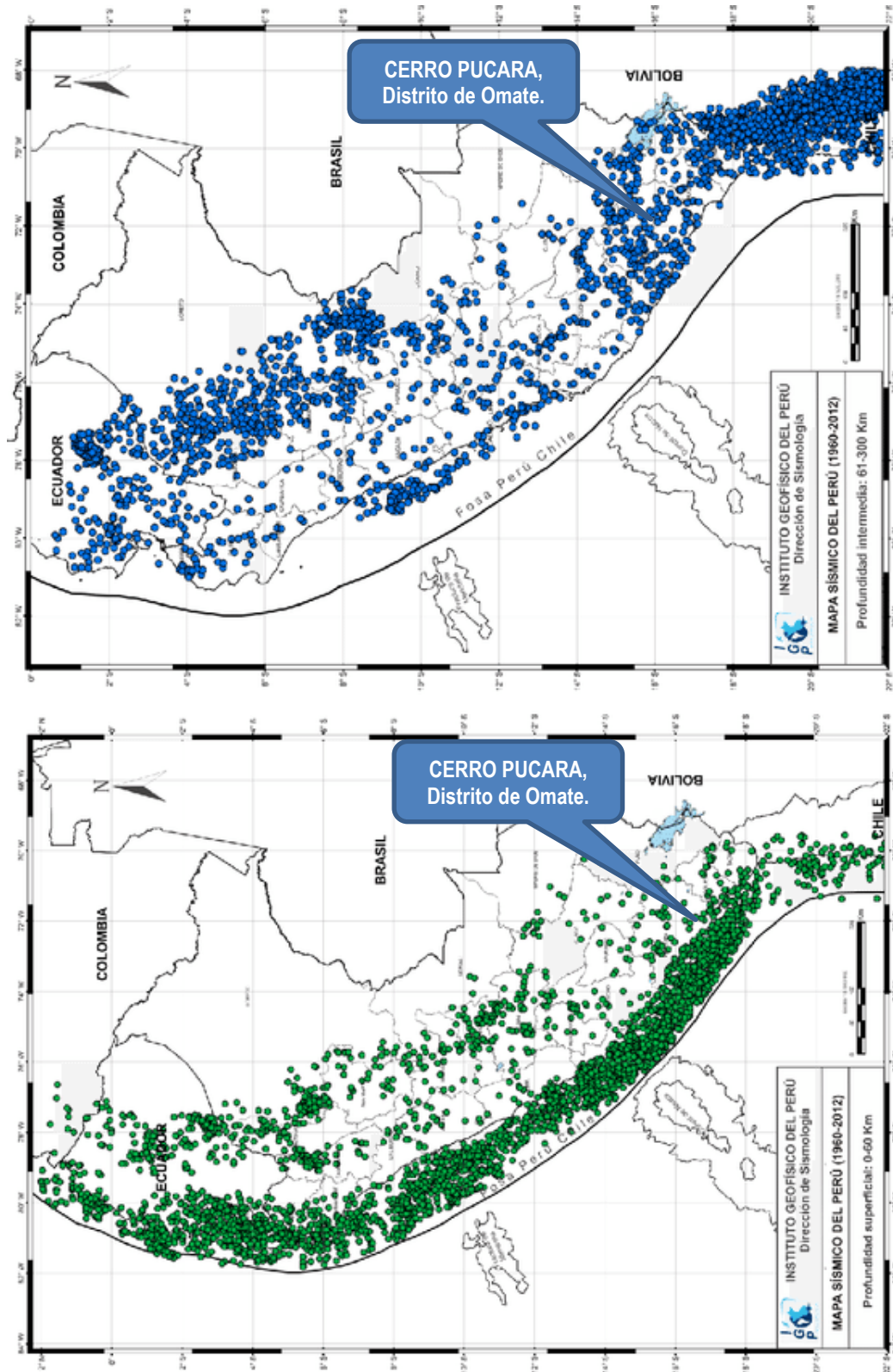
IMAGEN N° 15 Comparación de dos ondas sinusoidales



En el siguiente Mapa Sísmico del Perú se muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2023.

La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos, con número inscrito en su interior, indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos (IGP- 2023)

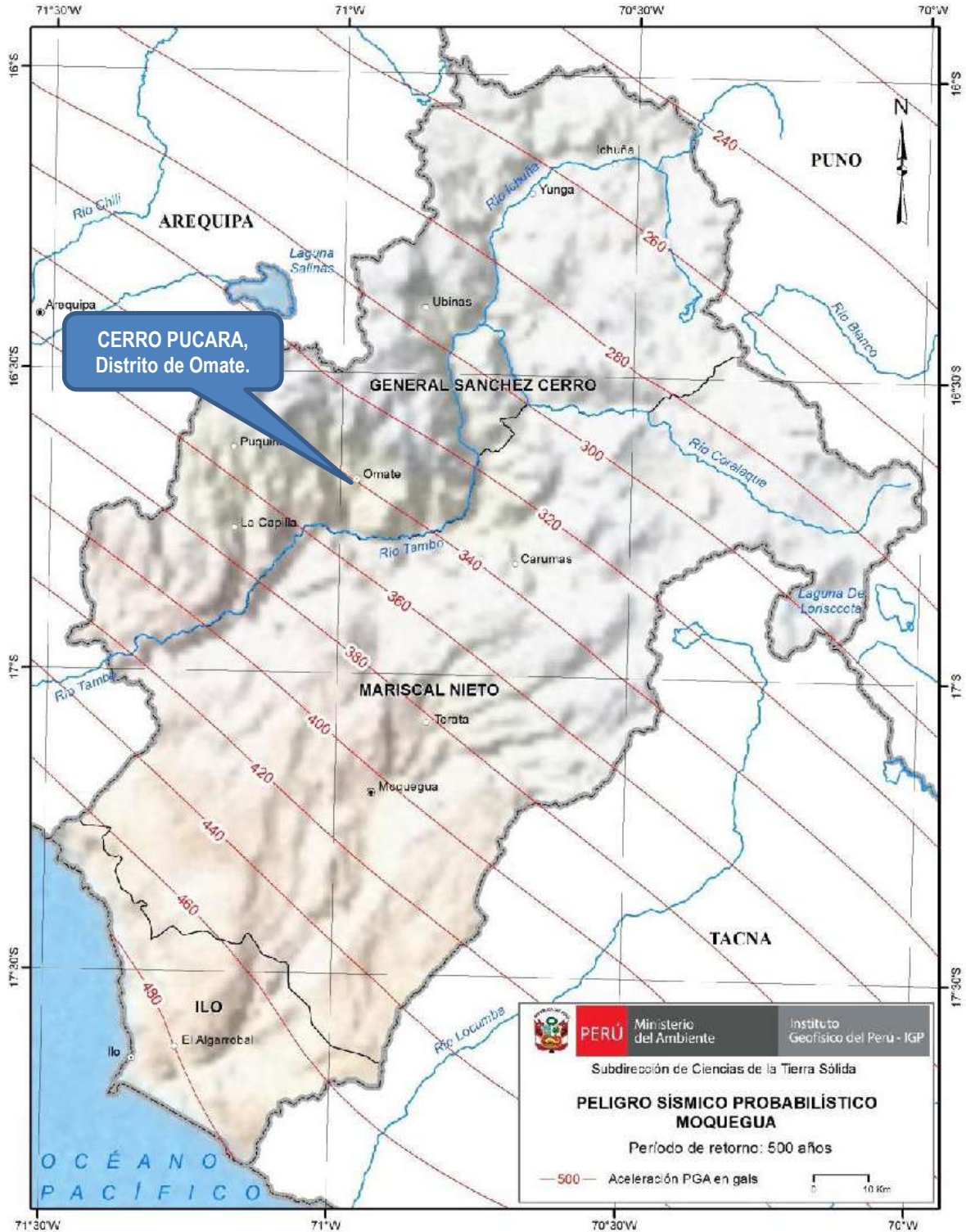
MAPA N° 6.- Mapa de sismicidad para el Perú, periodo 1960 al 2012



Fuente: RE-EVALUACIÓN DEL PELÍGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO PARA EL PERÚ,

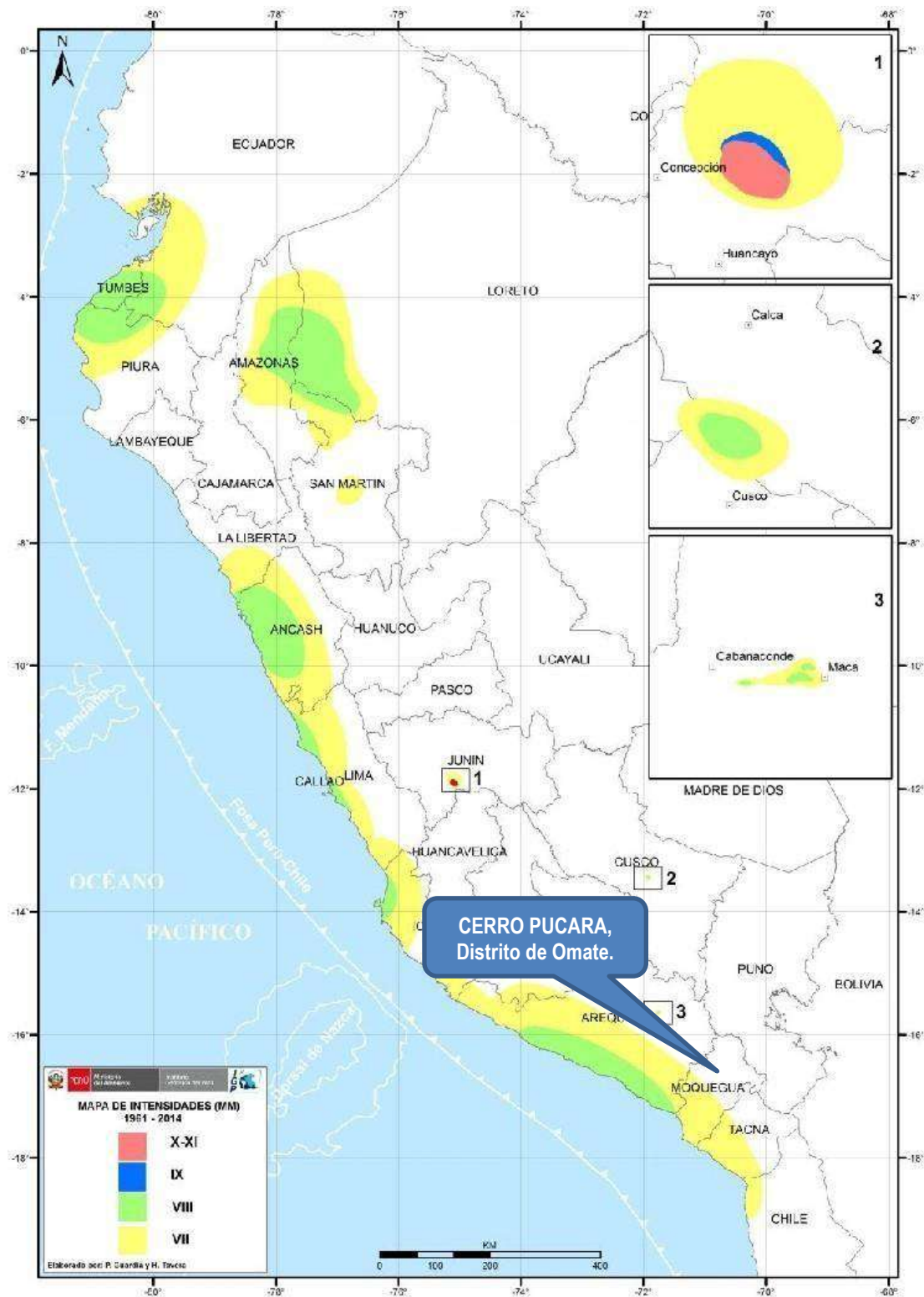
Instituto Geofísico del Perú

MAPA N° 7.- MAPA DE PELIGRO SISMICO DETERMINISTICO DE MOQUEGUA



Fuente: RE-EVALUACIÓN DEL PELÍGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO PARA EL PERÚ, Instituto Geofísico del Perú

MAPA N° 8.- Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli
Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014.



Fuente: Hernando Tavera, IGP 2014

3: DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1.1. Identificación del Peligro.

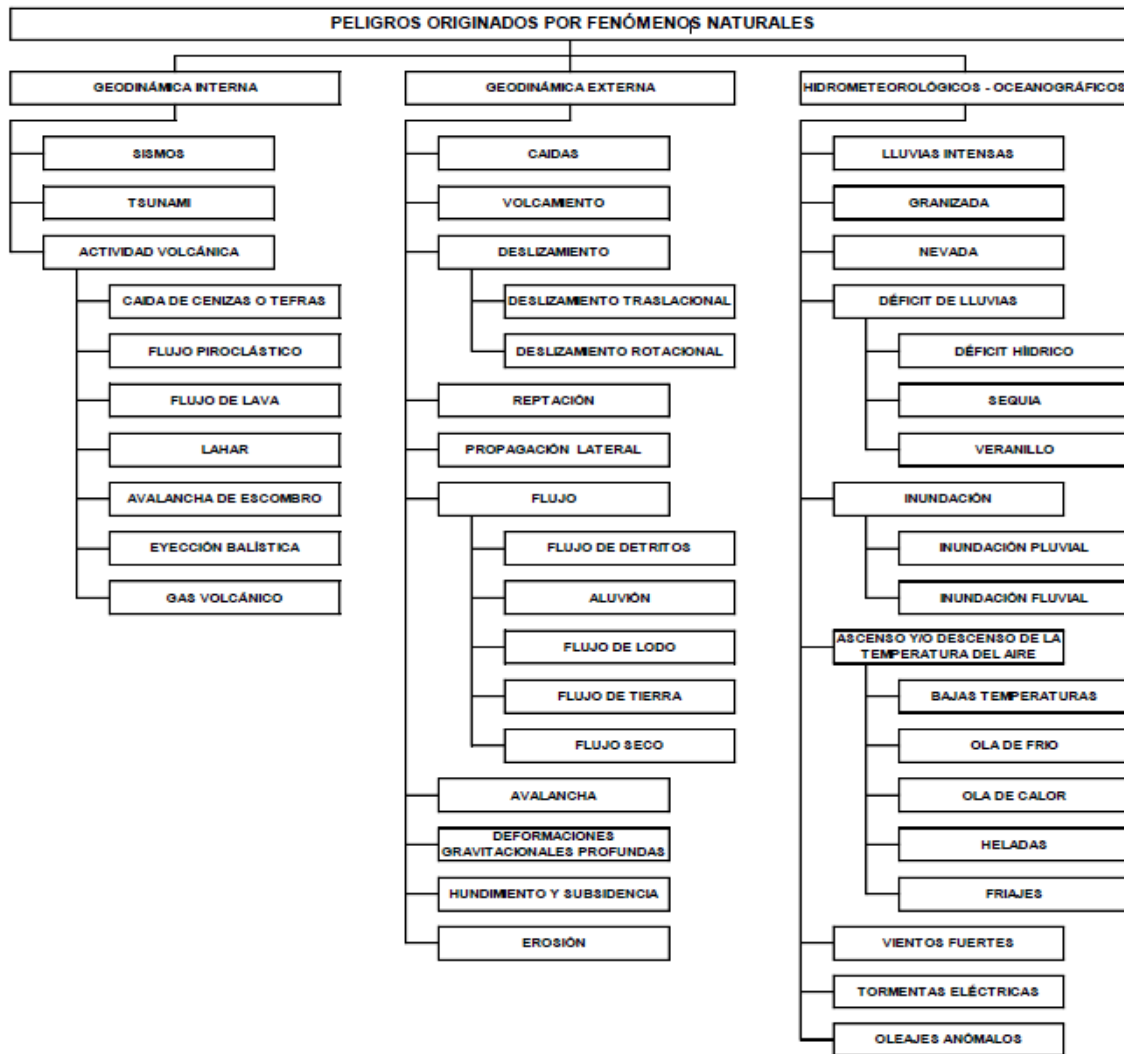
El principal peligro identificado en el área del proyecto es el **peligro sísmico**, determinado a partir de la sismicidad histórica regional, la configuración geodinámica del sur del Perú y las condiciones físicas del Cerro Pucará. Según el **IGP (Instituto Geofísico del Perú)**, la región de Moquegua forma parte del segmento sísmico activo del sur peruano, donde ocurren sismos de gran magnitud asociados a la **subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana**, así como sismos corticales someros vinculados a fallas geológicas internas, tal como documentan estudios de la **UNSA** sobre la Faja Volcánica Occidental. Estos dos tipos de eventos constituyen amenazas significativas para las zonas de ladera, plataformas y accesos del presente proyecto.

Para la identificación del peligro, se evaluaron los antecedentes sísmicos registrados por el IGP, identificándose eventos que han generado daños en Omate en diferentes períodos históricos (1604, 1784, 1868, 1913, 1996, 2001 y 2019), los cuales evidencian una recurrencia sísmica importante y aceleraciones capaces de afectar infraestructuras asentadas sobre **suelos volcánicos sueltos, depósitos coluviales y zonas con pendientes superiores al 25%**, tal como se observó en las inspecciones de campo. De acuerdo con la cartografía del **INGEMMET**, el área del proyecto se localiza sobre depósitos de cenizas, tobas y arenas volcánicas alteradas, materiales que amplifican vibraciones y son susceptibles a movimientos superficiales ante sismos moderados o fuertes.

El peligro sísmico se considera relevante debido a la combinación de **factores condicionantes**, como la topografía accidentada, cortes de talud no estabilizados, suelos de baja cohesión y exposición en crestas angostas, sumados a los **factores desencadenantes** asociados a la sismicidad regional. Estos elementos establecen que el sismo es el peligro dominante en el ámbito del proyecto, con capacidad de generar efectos como **desprendimientos superficiales, caída de material suelto, fisuración del terreno y afectación a senderos, paradores y**

accesos. Por ello, se clasifica como el peligro natural más importante para la evaluación del riesgo en el Cerro Pucará.

CLASIFICACION DE PELIGROS SEGUN SU ORIGEN



Fuente: Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

CUADRO N° 1.- Obtención del peligro, peso del parámetro

PELIGRO	Peso del parámetro
Parámetro de evaluación	0.50
Factores (susceptibilidad)	0.50

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Caracterización de los Peligros.

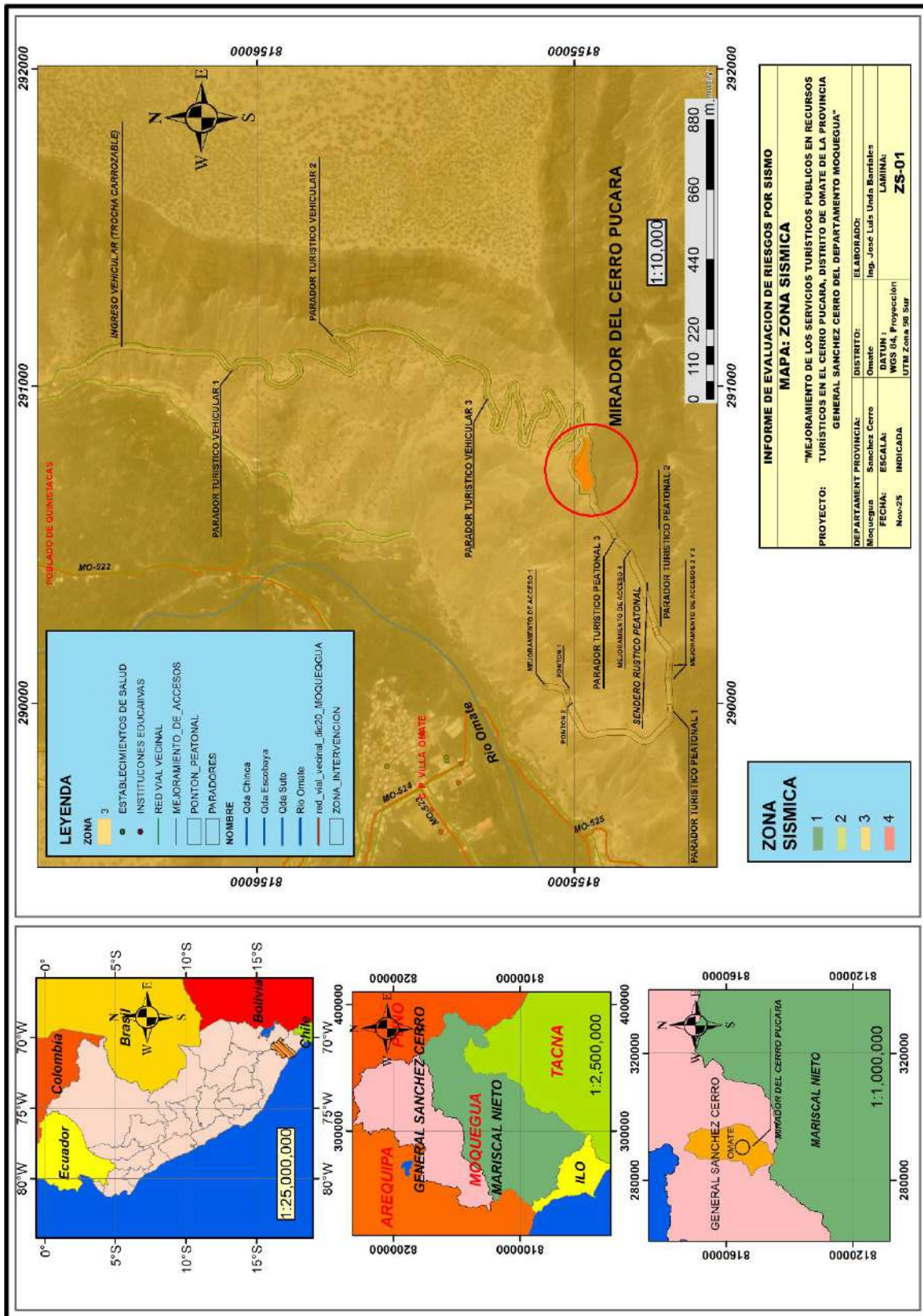
Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, de acuerdo al sismo esperado, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia proyectada de los sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, el cerro pucara del distrito de Omate, Provincia de general Sánchez cerro y Dpto. de Moquegua se encuentra en la zona sísmica 3, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z=0.40g$.

MAPA N° 9.- Zonas sísmicas



Fuente: NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" del RNE.

MAPA N° 10.- Zonas sísmicas, zona del proyecto.



Fuente: ADAPTADO DE LA NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" del RNE.

3.1.3. Ponderación de los Parámetros de los Peligros.

CUADRO N° 2.- MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

Factor condicionante	Geología	Geomorfología	Pendiente
Geología	1.00	2.00	3.00
Geomorfología	0.500	1.00	2.00
Pendiente	0.333	0.500	1.00
SUMA	1.833	3.500	6.000
1/SUMA	0.545	0.286	0.167

CUADRO N° 3.- MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

Factor condicionante	Geología	Geomorfología	Pendiente	Vector Priorizacion
Geología	0.545	0.571	0.500	0.539
Geomorfología	0.273	0.286	0.333	0.297
Pendiente	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)

IC	0.005
RC	0.009

De acuerdo con la matriz de comparación de pares elaborada mediante el método de Saaty (AHP), los factores condicionantes del peligro en el Cerro Pucará – Omate fueron jerarquizados considerando su influencia relativa sobre la ocurrencia y amplificación del movimiento sísmico. Los resultados muestran que la geología tiene la mayor incidencia en la susceptibilidad del terreno, con un peso relativo de 0.539, evidenciando que las características litológicas y la competencia del macizo rocoso son determinantes en la respuesta sísmica local. La geomorfología presenta un peso de 0.297, indicando una influencia media al controlar la forma del relieve y la acumulación de materiales sueltos susceptibles de inestabilidad. En tanto, la pendiente posee un peso de 0.164, lo que refleja una influencia

complementaria, principalmente asociada a procesos de deslizamiento o caída de bloques.

El análisis de consistencia de la matriz arrojó un Índice de Consistencia (IC) de 0.005 y una Relación de Consistencia (RC) de 0.009, valores menores al umbral aceptable de 0.04, lo que confirma que las comparaciones realizadas son coherentes y confiables. Por tanto, la ponderación obtenida refleja una evaluación consistente y técnicamente válida conforme a la metodología del CENEPRED (Manual de Evaluación de Riesgos v2.0).

3.1.4. Niveles de Peligros.

En el marco de la Evaluación de Riesgos (EVAR), los niveles de peligrosidad representan la magnitud del peligro asociado a un fenómeno natural y expresan la probabilidad de que este ocurra con determinada intensidad, generando efectos adversos sobre las personas, la infraestructura y el entorno. De acuerdo con la metodología establecida en el Manual CENEPRED v2.0 (2014), los niveles de peligrosidad se estratifican en cuatro categorías: bajo, medio, alto y muy alto, las cuales se determinan a partir de los valores normalizados obtenidos en el proceso de ponderación de los parámetros del fenómeno.

Estos niveles permiten representar de manera diferenciada las áreas con distinta susceptibilidad al impacto del evento analizado y sirven de base para la elaboración del mapa de peligro y la definición de medidas de prevención y mitigación en el proyecto “Mejoramiento de los Servicios Turísticos Públicos en Recursos Turísticos en el Cerro Pucará, Distrito de Omate, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento de Moquegua.”

3.1.5. Identificación y Análisis de los elementos expuestos

3.1.5.1. Dimensión Social

El estudio se desarrolla en el Cerro pucara de Omate, se ha verificado en la inspección de campo que no hay edificaciones del Gobierno Regional de Moquegua, el proyecto se trata de RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, sobre una trocha existente y un camino peatonal existente, a continuación, se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de sismo:

CUADRO N° 4.- Elementos expuestos dimensión social

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	-
	-	-
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	Tramos afectados
	Trocha carrozable	1
	Camino peatonal	1
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	Tramos afectados
	-	-
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	Tramos afectados
	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Elementos desestimados

Se ha identificado cerca al área de estudio de riesgos que no hay terrenos agrícolas y zona urbana, estas se desestiman debido a que no generarían pérdidas al proyecto.

3.1.5.2. Dimensión Económica

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de sismo.

CUADRO N° 5.- Elementos expuestos dimensión Económica.

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	PERDIDA EN S/.
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	
	-	-
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	
	Trocha carrozable	30000.00
	Camino peatonal	15000.00
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	
	-	-
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	
		-
	TOTAL POSIBLES PERDIDAS	45000.00

Elementos desestimados

Se ha identificado cerca al área de estudio de riesgos que hay terrenos agrícolas y zona urbana, estas se desestiman debido a que no generarían pérdidas al proyecto de servicios turísticos en el Cerro Pucara del distrito de Omate.

3.1.5.3. Dimensión Ambiental

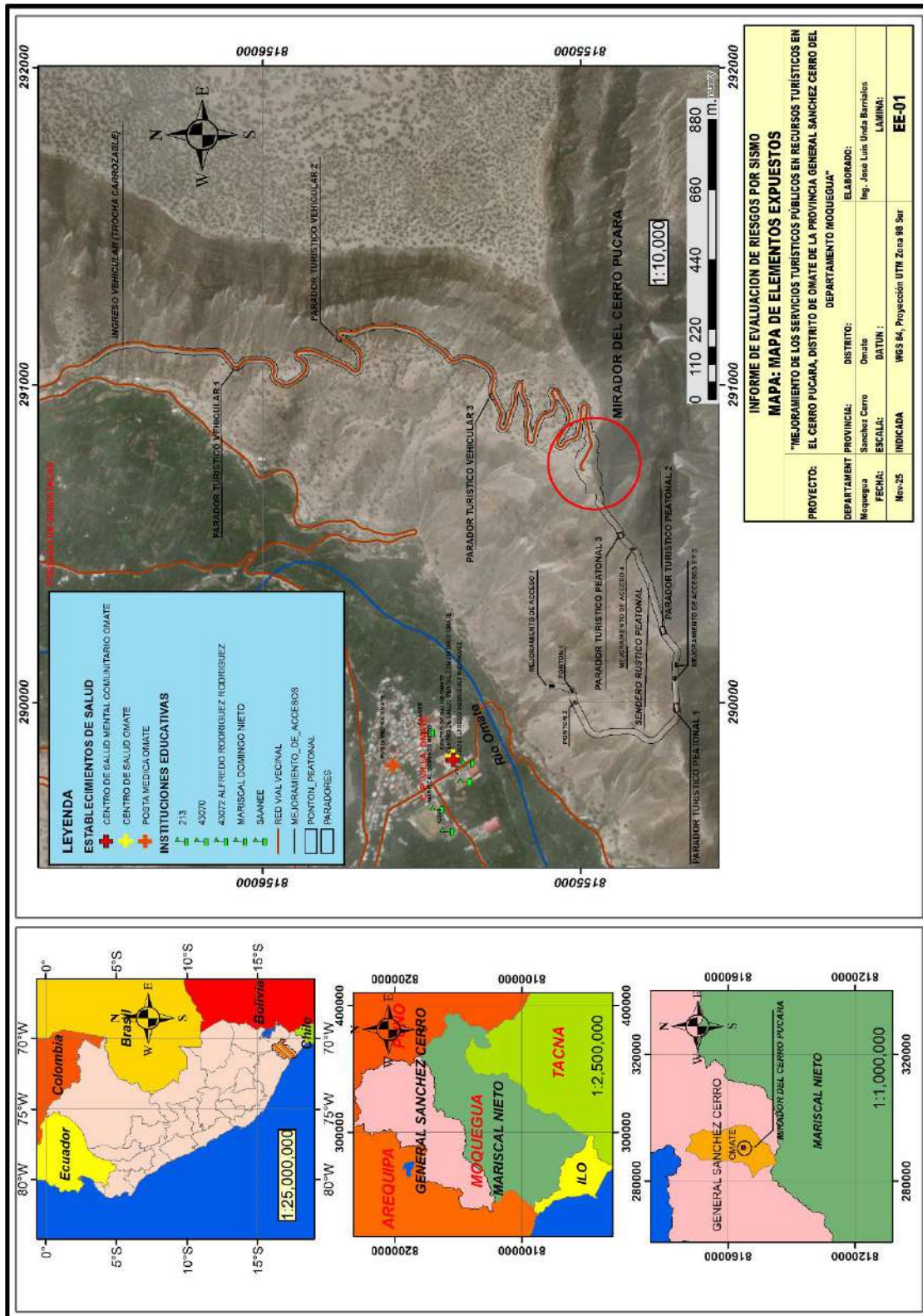
A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

- En la visita de campo al cerro Pucara no se han encontrado elementos expuesto como agua, suelo o aire expuesto a algún peligro.
- En cuanto a las infraestructuras urbanas y agrícolas más cercanas al cerro Pucara, no se han encontrado elementos expuestos ambientales que puedan generar amenaza a al proyecto.

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No existen elementos expuestos ambientales desestimados.

MAPA N° 11.- MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS



Fuente: SIGRID - CENEPRED

3.1.6. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros.

3.1.6.1. Factores Desencadenantes

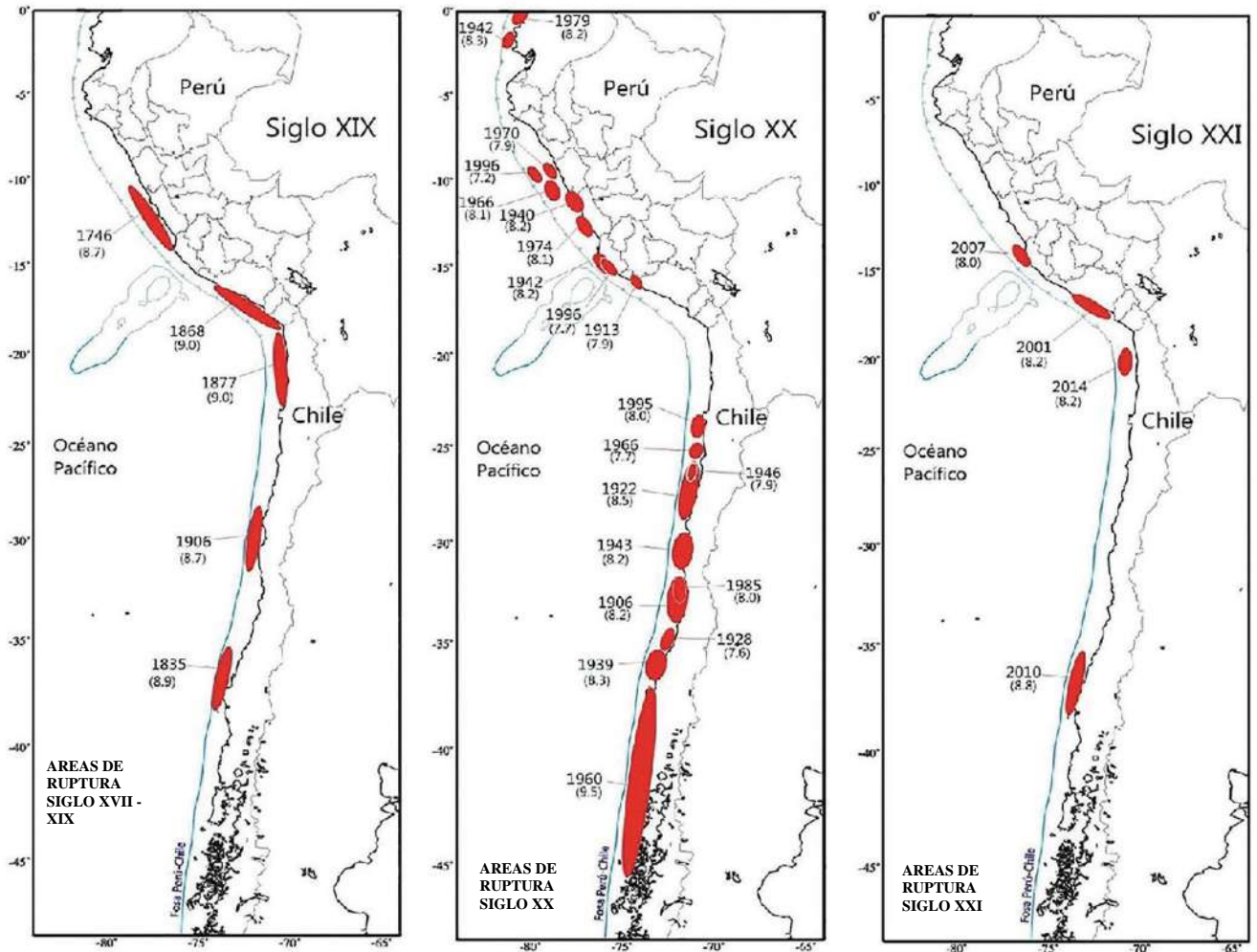
Se considera como factor desencadenante a la magnitud momento según el registro histórico del IGP en áreas aledañas al área de estudio, para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. A continuación, se muestran los resultados analizados.

Factor desencadenante: Ruptura de Placas (Longitud Km)

De acuerdo con la distribución espacial de las áreas de ruptura en el borde occidental del Perú, para la región sur se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que probablemente viene acumulando deformación desde el año 1868. Fecha en que habría ocurrido, quizás el evento sísmico de mayor magnitud en el Perú. Los sismos ocurridos en los años 1746, 1868 y 1877, presentaron magnitudes mayores a 8.0 (Mw) por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aun acumulada en la región sur (Talavera, 2020).

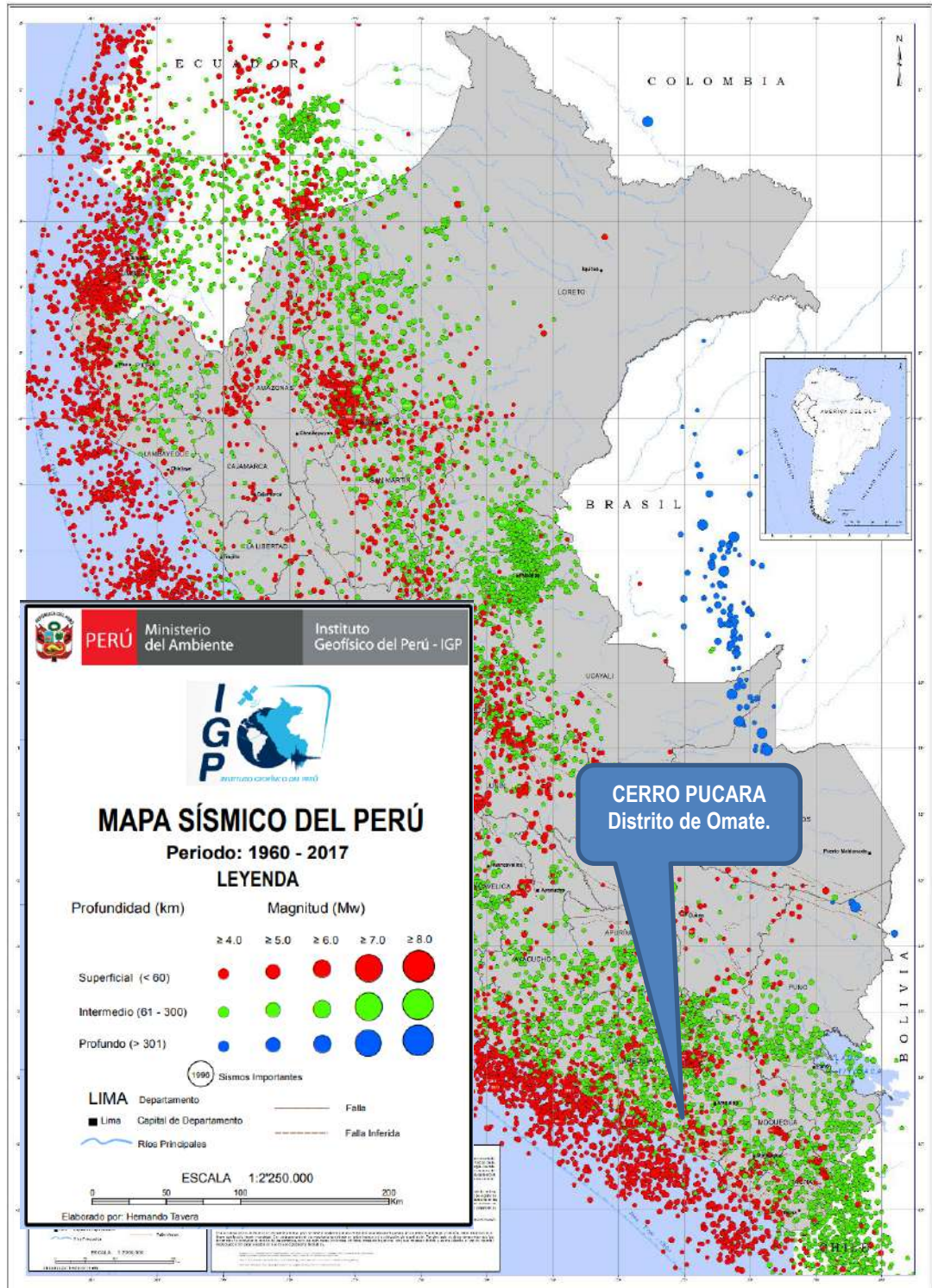
En el análisis del factor desencadenante se consideró el rango de 101 a 200 km cuyo origen es ocasionado por la colisión de placas tectónicas entre 100 a 200 km en el borde occidental del país con efectos de subducción liberando una energía de magnitud entre 8.2 (Mw) en la escala de Ritchert y una intensidad entre IX-X (MMI) en la escala de Mercalli modificada.

MAPA N° 12.-Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental



Fuente: Tavera & Bernal (2005)

MAPA N° 13.- Mapa Sísmico del Perú se muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2023.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, IGP 2023

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores del parámetro del **factor desencadenante**, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CUADRO N° 6.- Matriz de comparación de pares

RUPTURA DE PLACA	0 a 25 Km	26 a 50 Km	51 a 100 Km	101 a 200 Km	De 201 a 500 Km
0 a 25 Km	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
25 a 50 Km	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
50 a 100 Km	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
100 a 200 Km	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
De 200 a 500 Km	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

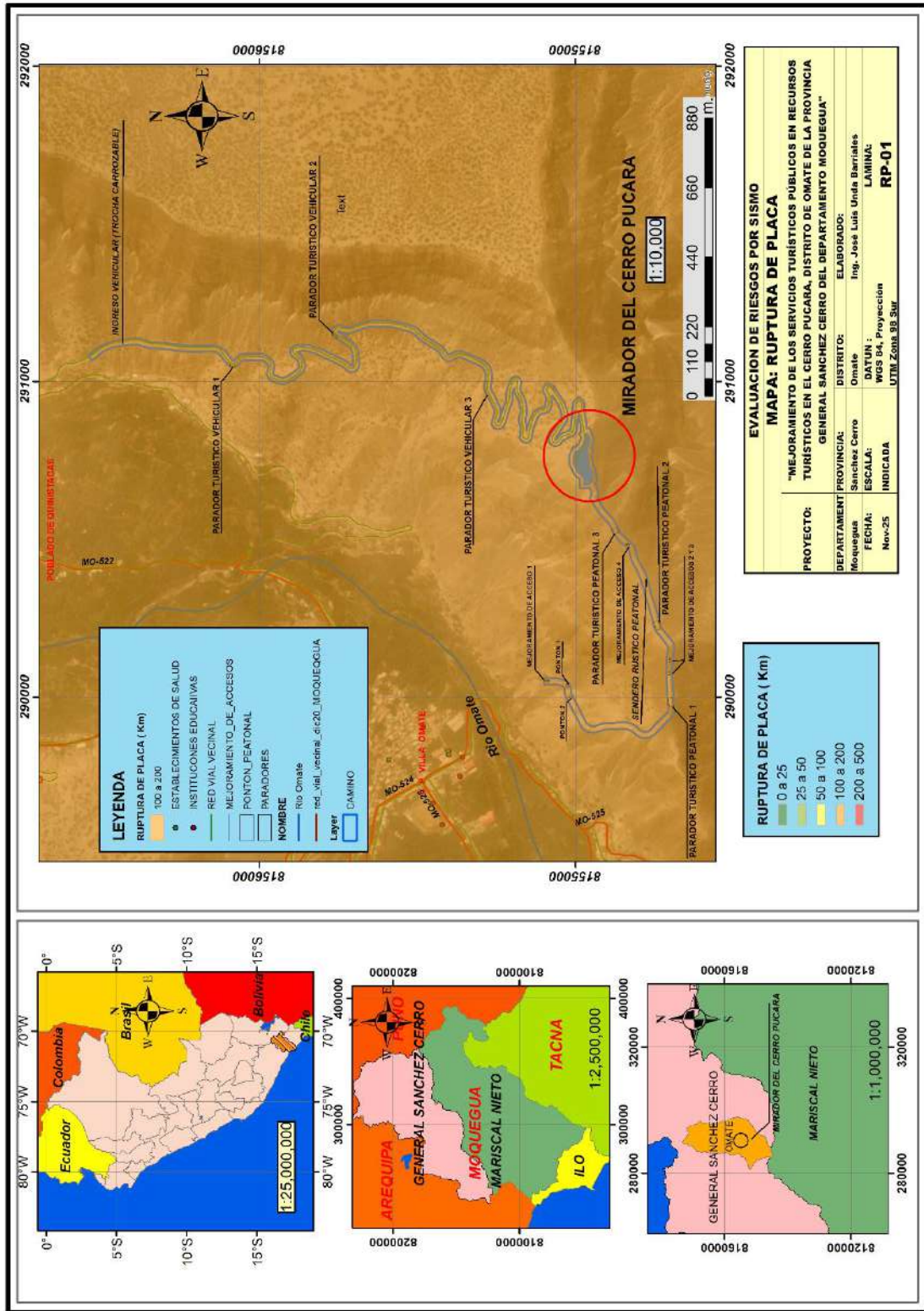
CUADRO N° 7.- Matriz de Normalización

RUPTURA DE PLACA	0 a 25 Km	25 a 50 Km	50 a 100 Km	100 a 200 Km	De 200 a 500 Km	Vector Priorización
0 a 25 Km	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
25 a 50 Km	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
50 a 100 Km	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
100 a 200 Km	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077
De 200 a 500 Km	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040

CUADRO N° 8.- INDICE DE CONSISTENCIA

Índice de consistencia	IC	0.059
Relación de consistencia	RC	0.053

MAPA N° 14.-Ruptura de placa.



Fuente: Elaboración propia

3.1.6.2. Factores condicionantes

Como Factor condicionante, se está teniendo en cuenta con mayor predominancia la pendiente.

CUADRO N° 9 Matriz de Comparación De Pares

Factor condicionante	U Geológicas	U Geomorfológicas	Pendiente
U Geológicas	1.00	2.00	3.00
U Geomorfológicas	0.500	1.00	2.00
Pendiente	0.333	0.500	1.00
SUMA	1.833	3.500	6.000
1/SUMA	0.545	0.286	0.167

CUADRO N° 10 Matriz de Normalización

Factor condicionante	U Geológicas	U Geomorfológicas	Pendiente	Vector Priorizacion
U Geológicas	0.545	0.571	0.500	0.539
U Geomorfológicas	0.273	0.286	0.333	0.297
Pendiente	0.182	0.143	0.167	0.164

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*)	RC	0.009

a) UNIDADES GEOLOGICAS

Todas Las unidades se encuentran descritas en el ítem GEOLOGIA.

CUADRO N° 11 Matriz De Comparación De Pares

U Geológicas	Depósitos piroclásticos	Pueblo	Depósitos aluviales recientes	Formación Labra	Formación Gramadal
Depósitos piroclásticos	1.00	3.00	4.00	5.00	9.00
Pueblo	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Depósitos aluviales recientes	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Formación Labra	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Formación Gramadal	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.89	4.78	8.58	13.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.08	0.05

CUADRO N° 12 Matriz De Normalización

U Geológicas	Depósitos piroclásticos	Pueblo	Depósitos aluviales recientes	Formación Labra	Formación Gramadal	Vector Priorización
Depósitos piroclásticos	0.528	0.627	0.466	0.375	0.409	0.481
Pueblo	0.176	0.209	0.350	0.300	0.227	0.252
Depósitos aluviales recientes	0.132	0.070	0.117	0.225	0.182	0.145
Formación Labra	0.106	0.052	0.039	0.075	0.136	0.082
Formación Gramadal	0.059	0.042	0.029	0.025	0.045	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.05

b) UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

CUADRO N° 13 Matriz de comparación de pares

U Geomorfológicas	Fondos de valle aluvial	Montañas con campo de cenizas volcánicas	Montaña sedimentaria carstificada	Montaña en roca sedimentaria	Montaña en roca sedimentaria-metamórfica
Fondos de valle aluvial	1.00	3.00	4.00	5.00	9.00
Montañas con campo de cenizas volcánicas	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Montaña sedimentaria carstificada	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Montaña en roca sedimentaria	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Montaña en roca sedimentaria-metamórfica	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.89	4.78	8.58	13.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 14 Matriz de normalización

U Geomorfológicas	Fondos de valle aluvial	Montañas con campo de cenizas volcánicas	Montaña sedimentaria carstificada	Montaña en roca sedimentaria	Montaña en roca sedimentaria-metamórfica	Vector Priorización
Fondos de valle aluvial	0.528	0.627	0.466	0.375	0.409	0.481
Montañas con campo de cenizas volcánicas	0.176	0.209	0.350	0.300	0.227	0.252
Montaña sedimentaria carstificada	0.132	0.070	0.117	0.225	0.182	0.145
Montaña en roca sedimentaria	0.106	0.052	0.039	0.075	0.136	0.082
Montaña en roca sedimentaria-metamórfica	0.059	0.042	0.029	0.025	0.045	0.040

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.072
RC	0.06

c) PENDIENTE

CUADRO N° 15 Matriz De Comparación De Pares

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	0° - 5°
> 45°	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
25°-45°	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
15°-25°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
5°-15°	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
0° - 5°	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.00	6.83	12.50	19.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 16 Matriz De Normalización

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	0° - 5°	Vector Priorización
> 45°	0.467	0.500	0.439	0.480	0.368	0.451
25°-45°	0.233	0.250	0.293	0.240	0.316	0.266
15°-25°	0.156	0.125	0.146	0.160	0.158	0.149
5°-15°	0.078	0.083	0.073	0.080	0.105	0.084
0° - 5°	0.067	0.042	0.049	0.040	0.053	0.050
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.009
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.008

Fuente: Elaboración Propia

3.1.7. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

CUADRO N° 17.- Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

Susceptibilidad	
0.5	
0.3	0.7
Factores condicionantes	Factor desencadenante

Fuente: Elaboración propia.

La susceptibilidad expresa el grado de predisposición que presenta un territorio frente a la ocurrencia de un fenómeno natural, considerando la influencia conjunta de los factores condicionantes y los factores desencadenantes. En este caso, la ponderación asignada al parámetro de susceptibilidad se establece con un peso total de 0.5, distribuido en 30 % (0.3) para los factores condicionantes y 70 % (0.7) para el factor desencadenante. Los factores condicionantes agrupan las características físicas y estructurales del terreno, como la geología, la geomorfología y la pendiente, que determinan su estabilidad intrínseca. Por su parte, el factor desencadenante concentra aquellos elementos dinámicos, principalmente de origen natural (como la sismicidad o las precipitaciones), que activan o intensifican los procesos de inestabilidad del terreno. Esta relación refleja que, si bien las condiciones del medio influyen en la susceptibilidad, es el factor desencadenante el que ejerce mayor peso en la generación del peligro, coherente con el comportamiento sísmico del área de estudio del Cerro Pucará – Omate.

3.1.8. Parámetros de evaluación

3.1.8.1. Análisis estadístico descriptivo

La región de Moquegua ha experimentado una actividad sísmica significativa a lo largo de su historia. Un ejemplo notable es el sismo del 1 de octubre de 2005, con una magnitud de 5.4 ML, cuyo epicentro se ubicó a 8 km al este de Calacoa y a 62 km al noreste de la ciudad de Moquegua. Este evento causó daños considerables en viviendas de adobe en localidades como Calacoa, San Cristóbal y Cuchumbaya . Además, el terremoto del 23 de junio de 2001, de magnitud 8.2 Mw, afectó extensamente la región sur del Perú, incluyendo Moquegua, evidenciando la susceptibilidad de la zona a eventos sísmicos de gran magnitud

3.1.8.2. Análisis temporal

El análisis temporal de la sismicidad en Moquegua revela períodos de actividad sísmica intercalados con lapsos de relativa calma. La identificación de "lagunas sísmicas" en la región sugiere zonas donde la acumulación de esfuerzos tectónicos podría derivar en futuros sismos de gran magnitud. Estudios indican una disminución en la actividad sísmica frente a las costas de Moquegua y Tacna, lo que podría implicar una acumulación de esfuerzos en estas áreas

3.1.8.3. Probabilidad de recurrencias

La probabilidad de recurrencia de sismos en Moquegua se estima mediante modelos probabilísticos que consideran la historia sísmica y las características tectónicas de la región. Investigaciones han identificado áreas con valores bajos del parámetro "b" ($b < 0.6$), asociados a zonas de alta acumulación de

esfuerzos y, por ende, a una mayor probabilidad de ocurrencia de sismos significativos. Estas áreas, conocidas como "asperezas", se localizan frente a las costas de Arequipa-Moquegua-Tacna, Lima-Áncash y Lambayeque, indicando una mayor probabilidad de eventos sísmicos en dichas zonas.

En resumen, la región de Moquegua presenta una actividad sísmica considerable, con evidencia de eventos pasados de gran magnitud y zonas identificadas con alta probabilidad de recurrencia de sismos. Estos factores deben ser considerados en la planificación y ejecución de obras del proyecto.

Pesos de los parámetros de evaluación:

CUADRO N° 18 Matriz de Comparación de pares

Parametro de evaluación	Distancia al epicentro	Profundidad Hipocentral	Intensidad de sismo
Distancia al epicentro	1.00	2.00	3.00
Profundidad Hipocentral	0.500	1.00	2.00
Intensidad de sismo	0.333	0.500	1.00
SUMA	1.833	3.500	6.000
1/SUMA	0.545	0.286	0.167

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 19 Matriz de Comparación de pares

Parametro de evaluación	Distancia al epicentro	Profundidad Hipocentral	Intensidad de sismo	Vector Priorizacion
Distancia al epicentro	0.545	0.571	0.500	0.539
Profundidad Hipocentral	0.273	0.286	0.333	0.297
Intensidad de sismo	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*)	RC	0.009

Fuente: Elaboración propia.

A. Parámetro de evaluación Distancia al Epicentro.

CUADRO N° 20 Matriz de Comparación de pares

Distancia al epicentro	< 65 km (4' - 5')	65 - 130 km (8' - 10')	131- 260 km (11' - 20')	261-400 km (21' - 30')	>400 km (>30')
< 65 km (4' - 5')	1.000	2.000	3.000	6.000	7.000
65 - 130 km (8' - 10')	0.500	1.000	2.000	3.000	6.000
131- 260 km (11' - 20')	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
261-400 km (21' - 30')	0.167	0.333	0.500	1.000	2.000
>400 km (>30')	0.143	0.167	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.143	4.000	6.833	12.500	19.000
1/SUMA	0.467	0.250	0.146	0.080	0.053

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 21 Matriz de normalización

Distancia al epicentro	< 65 km (4' - 5')	65 - 130 km (8' - 10')	131- 260 km (11' - 20')	261-400 km (21' - 30')	>400 km (>30')	Vector Priorizacion
< 65 km (4' - 5')	0.467	0.500	0.439	0.480	0.368	0.451
65 - 130 km (8' - 10')	0.233	0.250	0.293	0.240	0.316	0.266
131- 260 km (11' - 20')	0.156	0.125	0.146	0.160	0.158	0.149
261-400 km (21' - 30')	0.078	0.083	0.073	0.080	0.105	0.084
>400 km (>30')	0.067	0.042	0.049	0.040	0.053	0.050
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.009
RC	0.008

Nota: En los mapas 11, 12, y 13 se aprecia el factor desencadenante donde el Área de estudio se encuentra con una ruptura de placa de 101 a 200 km

B. Parámetro de evaluación Profundidad Hipocentral.

En el Perú la distribución de los sismos en función a la profundidad de sus focos, ha permitido configurar la geometría del proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental. Una característica importante de esta geometría es que cambia su forma al pasar de una subducción de tipo horizontal (región norte y centro) a una de tipo normal (región sur) a la altura de la latitud 140S. Este cambio en el modo de la subducción es debido a que la placa oceánica soporta una contorsión (Deza, 1972; Grange et al, 1984; Rodríguez y Tavera, 1991; Cahill y Isacks, 1993; Tavera y Buform, 1998).

Los mapas de sismicidad y con la profundidad, se muestran en el mapa n°6, Mapa de sismicidad para el Perú, periodo 1960 al 2012, Profundidad de 0-60 km y de 61 -300 km de profundidad

CUADRO N° 22 Matriz de Comparación de pares

Profundidad Hipocentral	Menor a 33 km	De 33 a 70 km	3 De 70 a 150 km	De 150 a 300 km	Mayor a 300 km
Menor a 33 km	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 33 a 70 km	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 70 a 150 km	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 150 a 300 km	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Mayor a 300 km	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 23 Matriz de normalización

Profundidad Hipocentral	Menor a 33 km	De 33 a 70 km	3 De 70 a 150 km	De 150 a 300 km	Mayor a 300 km	Vector Priorizacion
Menor a 33 km	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 33 a 70 km	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 De 70 a 150 km	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 150 a 300 km	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 300 km	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

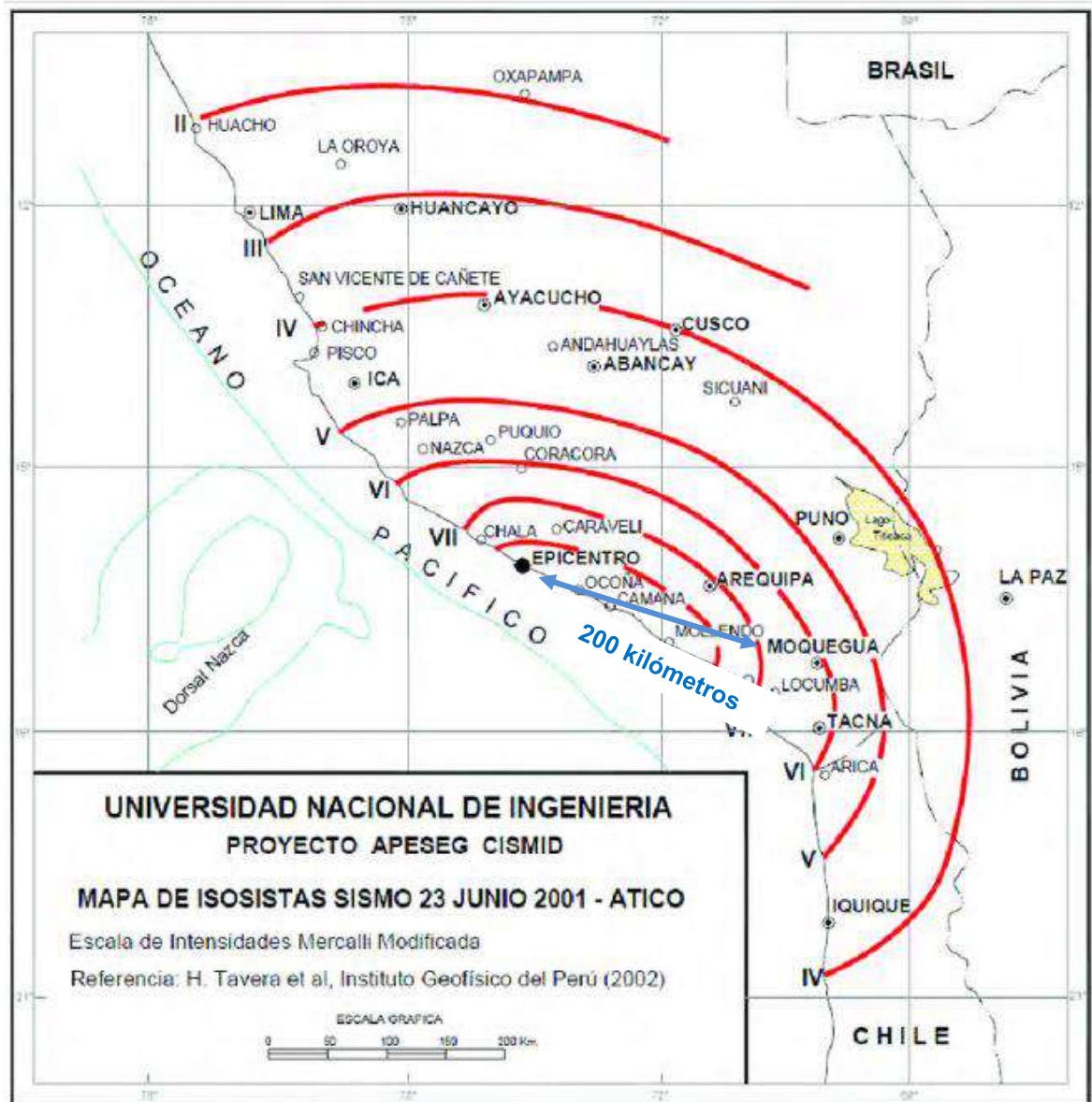
INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.061
RC	0.054

C. Parámetro de evaluación intensidad de sismo.

Se ha tomado la intensidad con la que llega a Moquegua el del sismo del 23 de junio del 2001 en Camaná, Arequipa, producido a una distancia en línea recta de 200 kilómetros aproximadamente, al cerro Pucara del distrito de Omate.

MAPA N° 15.- Intensidad de sismo y sus isosistas.



Fuente: instituto geofísico del Perú, IGP.

CUADRO N° 24 Descriptores del Parámetro de Evaluación del Peligro

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli
	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli
	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli
	Entre III - IV en Esc. Mercalli
	Entre I - II en Esc. Mercalli

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 25 Matriz de comparación de pares

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	Entre III - IV en Esc. Mercalli	Entre I - II en Esc. Mercalli
Entre XI - XII en Esc. Mercalli	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Entre III - IV en Esc. Mercalli	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
Entre I - II en Esc. Mercalli	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/SUMA	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 26 Matriz de normalización para el parámetro intensidad del sismo

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	Entre III - IV en Esc. Mercalli	Entre I - II en Esc. Mercalli	Vector Priorización
Entre XI - XII en Esc. Mercalli	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Entre III - IV en Esc. Mercalli	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Entre I - II en Esc. Mercalli	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

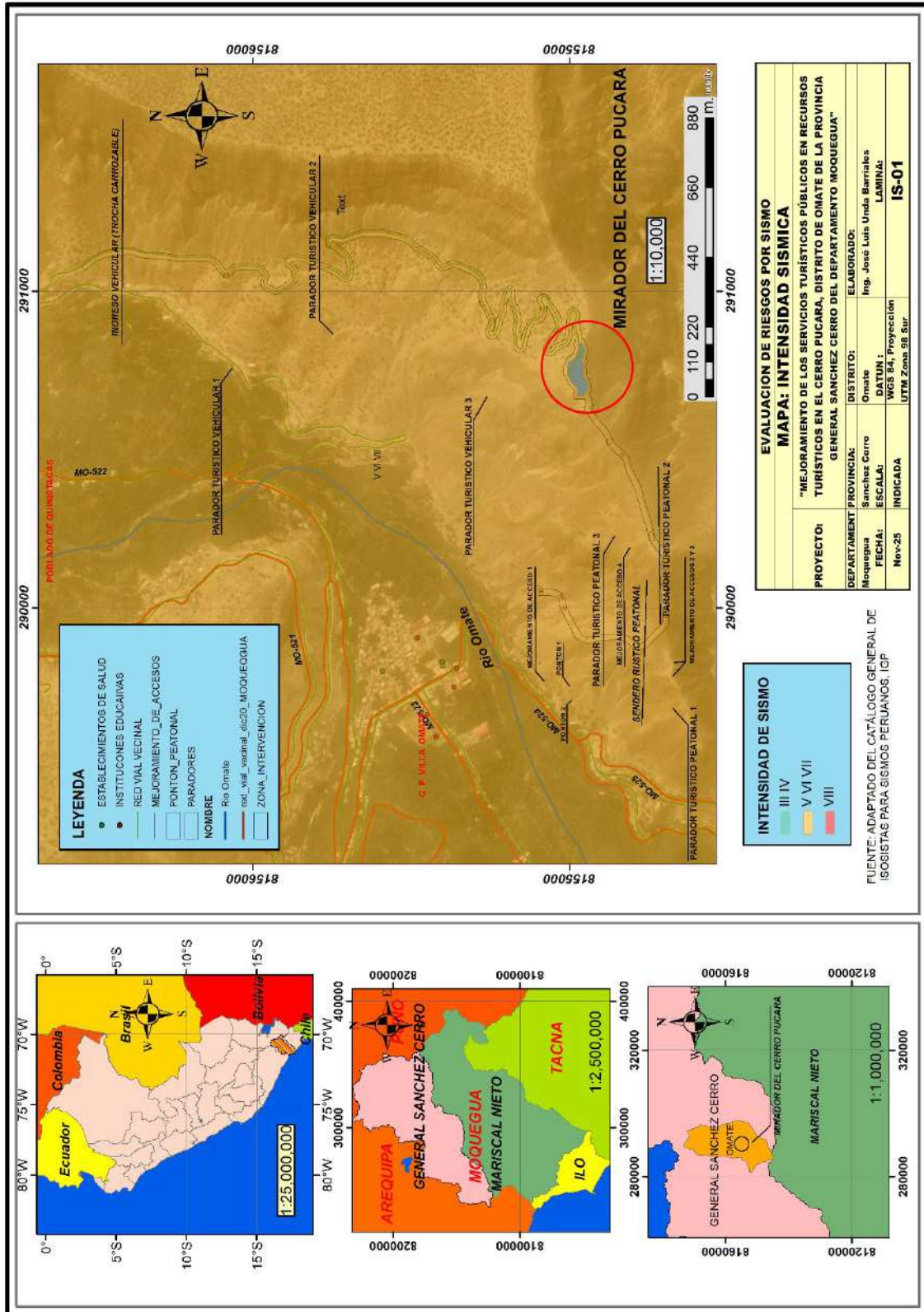
Fuente: Elaboración propia

INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

MAPA N° 16.- Intensidad sísmica en el Cerro Pucara.



Fuente: Adaptado del instituto geofísico del Perú, IGP.

3.1.9. Definición de escenario de riesgo

De acuerdo al análisis del ítem 3.1.1. Identificación de los peligros, se ha identificado al peligro sismo como el más relevante para el estudio, por lo que se define el escenario de riesgo para el peligro sismo, en el cerro Pucara del distrito de Omate.

Consideramos el escenario de riesgo en una situación similar al sismo del 23 de junio de 2001 en el sur del Perú, que tuvo una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw) y un epicentro localizado a 82 km al noroeste de Ocoña, Arequipa, a una profundidad de 33 km. El evento causó daños significativos en las ciudades costeras de Arequipa, Moquegua, y Tacna, así como en zonas aledañas de Chile y Bolivia.

Características Técnicas para el estudio:

Ruptura de placa: Distancia de 101 a 200 km

Magnitud: 8.4 Mw (Magnitud de Momento)

Epicentro: 82 km al noroeste de Ocoña, departamento de Arequipa

Profundidad del Hipocentro: 33 km

Fecha y hora: 23 de junio de 2001, 15:33 hora local (20:33 UTC)

Intensidad: Máxima de VII en la escala de Mercalli Modificada

Área de afectación: Arequipa, Moquegua, Tacna, y zonas de Chile y Bolivia.

3.1.10. Niveles de peligro

Los niveles de peligro serán calculados durante el desarrollo del cálculo del peligro.

CUADRO N° 27 Niveles de peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN
PELIGRO MUY ALTO	$0.26 \leq P < 0.473$
PELIGRO ALTO	$0.144 \leq P < 0.26$
PELIGRO MEDIO	$0.079 \leq P < 0.144$
PELIGRO BAJO	$0.043 \leq P < 0.079$

Fuente: Elaboración Propia

3.1.11. Estratificación de peligrosidad

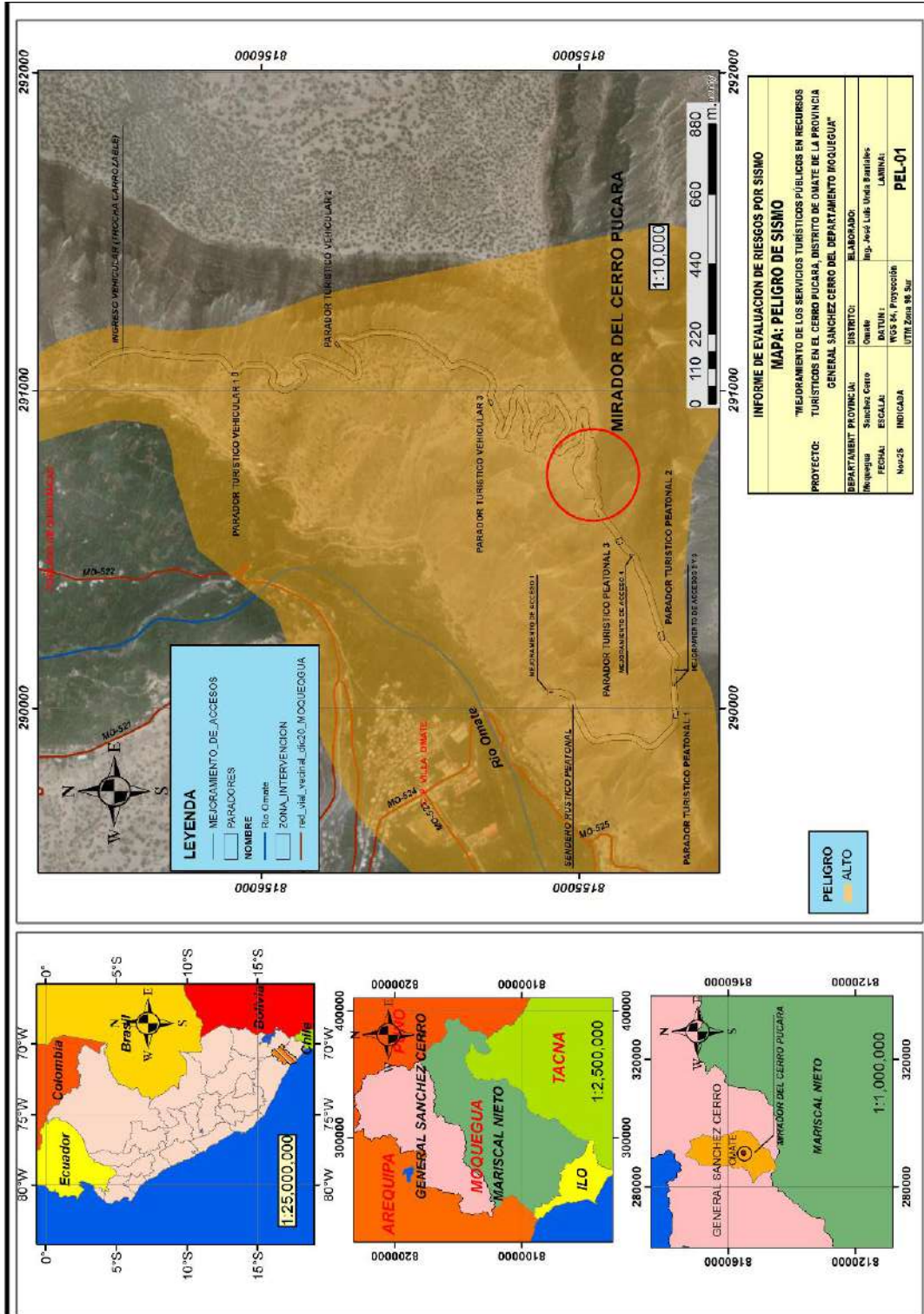
CUADRO N° 28 Estratificación del peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Depósitos piroclásticos, dentro de la unidad geomorfológica Fondos de valle aluvial, con una pendiente mayor a 45 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro menor a 65 km., y con una profundidad hipocentral menor 33 km, con una intensidad de sismo entre XI y XII en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)	$0.26 \leq P < 0.473$
PELIGRO ALTO	El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Pueblo, y la unidad geomorfológica Montañas con campo de cenizas volcánicas, con una pendiente entre 25 a 45 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro entre 65 y 130 km, con una profundidad hipocentral de entre 33 a 70 km., con una intensidad de sismo entre VIII, IX y X en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)	$0.144 \leq P < 0.26$
PELIGRO MEDIO	El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Depósitos aluviales recientes, y Unidad geomorfológica Montaña sedimentaria carstificada, con un pendiente entre 15 y 25 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro entre 131 a 260 km., con una profundidad hipocentral entre 70 a 150 km., con una intensidad de sismo entre V, VI y VII en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)	$0.079 \leq P < 0.144$
PELIGRO BAJO	El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Formación Labra, y unidad geomorfológica Montaña en roca sedimentaria, con una pendiente entre 5 y 15 grados o menores pendientes, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro entre 261 a 400 km., con una profundidad hipocentral entre 150 y 300 km., con una intensidad de sismo entre III a IV en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)	$0.043 \leq P < 0.079$

Para el presente estudio, se logró identificar el peligro de Sismo predominantemente **Alto**.

3.1.12. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad

MAPA N° 17.- Mapa de zonificación de peligro de sismo



Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver Tamaño original en Anexos – Planos.

3.2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Entre los antecedentes pertinentes para esta fase se consideró la información del INEI, del IGP y la inspección ocular realizada, así como, imágenes satelitales, a partir de estos elementos se analiza las componentes **Exposición, Fragilidad y Resiliencia**.

- **Exposición**

La Exposición se centró en lo que se encuentra dentro del área del proyecto en el Cerro Pucara de Omate, considerando su antigüedad para que no se repita la pasamos a la dimensión económica donde se desarrolla, aquí se considera la antigüedad de la construcciones de manera prospectiva.

- **Fragilidad**

En la componente **Fragilidad** fueron ponderados los descriptores; “material de las construcciones”, considerando el material con que esta hecho los muros, así mismo, se desarrolló la “antigüedad de las construcciones”, siendo todo lo que corresponden a la dimensión económica.

- **Resiliencia**

En la componente **Resiliencia** estando frente a un proyecto de inversión pública se considera innecesario ahondar en la resiliencia dado que los proyectos de inversión públicas se sustentan su resiliencia por inversiones del estado que recuperan los servicios o se crean nuevos servicios como el caso donde el desborde del río Moquegua causó cuantiosos daños y pérdidas económicas en el año 2019, después se ejecutó la obra protección contra inundaciones mediante defensas rivereñas siendo el estado quien asumió la reconstrucción, la población no invirtió como ente resiliente.

3.2.1. Análisis de la componente exposición

3.2.1.1. Exposición social

Para el factor Exposición Social se ha visto por conveniente incorporar el parámetro "SERVICIOS EXPUESTOS" asignándole como peso 1, en correspondencia con el fenómeno natural evaluado.

"Exposición social"; en esta componente es materia de análisis los descriptores del parámetro "SERVICIOS EXPUESTOS", integrado por el porcentaje de los servicios que están expuestos al peligro; que en los cuadros 24 al 26 puede apreciarse los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia acorde con el peligro de sismo. Del resultado obtenido destaca con mayor peso el descriptor "> 75%" con 0.503, cuantificando así la condición más crítica ante la activación del peligro por sismo. Ver cuadro N° 26.

Los cuadros de Saaty son de elaboración propia para el estudio.

CUADRO N° 29.-MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO

SERVICIOS EXPUESTOS	> 75%	≤ 75% y > 50% d	8 ≤ 50% y > 25%	≤ 25% y > 10%	0 ≤ y > 10%
> 75%	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
≤ 75% y > 50% d	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
8 ≤ 50% y > 25%	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
≤ 25% y > 10%	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
0 ≤ y > 10%	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.64	10.50	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 30.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL

SERVICIOS EXPUESTOS	> 75%	≤ 75% y > 50% d	8 ≤ 50% y > 25%	≤ 25% y > 10%	0 ≤ y > 10%	Vector Priorización
> 75%	0.570	0.646	0.571	0.404	0.346	0.508
≤ 75% y > 50% d	0.190	0.215	0.286	0.346	0.269	0.261
8 ≤ 50% y > 25%	0.095	0.072	0.095	0.173	0.231	0.133
≤ 25% y > 10%	0.081	0.036	0.032	0.058	0.115	0.064
0 ≤ y > 10%	0.063	0.031	0.016	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 31.- DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL

descriptores de exposición social	peso ponderado
> 75%	0.508
≤ 75% y > 50% d	0.261
8 ≤ 50% y > 25%	0.133
≤ 25% y > 10%	0.064
0 ≤ y > 10%	0.034

Fuente: Elaboración propia.

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 adecuados. Ver cuadro siguiente:

CUADRO N° 32.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA

Índice de consistencia	IC	0.078
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.070

3.2.1.2. Exposición Económica

De modo similar al anterior se incorpora un parámetro denominado "INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EXPUESTA" y se le asigna un peso de 1.

Infraestructura económica pública inexistente

No se identifican vías, accesos, senderos, obras ni infraestructura pública con valor económico dentro del área de análisis.

Infraestructura económica pública mínima

Presencia de trochas carrozables y/o senderos peatonales rústicos, sin pavimentación ni equipamiento permanente, de uso esporádico y con bajo costo de reposición.

Infraestructura económica pública básica

Existencia de accesos vehiculares mejorados y/o senderos peatonales acondicionados, con obras menores, señalización básica o mobiliario limitado, y uso periódico.

Infraestructura económica pública consolidada

Infraestructura pública con accesos vehiculares pavimentados, senderos turísticos formales, equipamiento permanente y mayor frecuencia de uso, con costos de reposición moderados a altos.

Infraestructura económica pública altamente consolidada

Infraestructura pública estratégica de alto valor económico, con vías pavimentadas, equipamiento completo, alta funcionalidad y uso intensivo, cuya afectación genera pérdidas económicas significativas.

CUADRO N° 33.- MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EXPUESTA	Infraestructura económica pública inexistente	Infraestructura económica pública mínima	Infraestructura económica pública básica	Infraestructura económica pública mínima	Infraestructura económica pública inexistente
Infraestructura económica pública altamente consolidada	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
Infraestructura económica pública consolidada	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
Infraestructura económica pública básica	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
Infraestructura económica pública mínima	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Infraestructura económica pública inexistente	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.64	10.50	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 34.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EXPUESTA	Infraestructura económica pública altamente consolidada	Infraestructura económica pública consolidada	Infraestructura económica pública básica	Infraestructura económica pública mínima	Infraestructura económica pública inexistente	Vector Priorizacion
Infraestructura económica pública altamente consolidada	0.570	0.646	0.571	0.404	0.346	0.508
Infraestructura económica pública consolidada	0.190	0.215	0.286	0.346	0.269	0.261
Infraestructura económica pública básica	0.095	0.072	0.095	0.173	0.231	0.133
Infraestructura económica pública mínima	0.081	0.036	0.032	0.058	0.115	0.064
Infraestructura económica pública inexistente	0.063	0.031	0.016	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 35.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICIÓN ECONOMICA

Descripciones de INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EXPUESTA Fragilidad Económica	Peso ponderado
Infraestructura económica pública altamente consolidada	0.508
Infraestructura económica pública consolidada	0.261
Infraestructura económica pública básica	0.133
Infraestructura económica pública mínima	0.064
Infraestructura económica pública inexistente	0.034

Fuente: Elaboración propia.

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 adecuados.

CUADRO N° 36.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA

Índice de consistencia	IC	0.078
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.070

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.3. Exposición ambiental

La exposición ambiental, en el marco del análisis de vulnerabilidad, se refiere a la existencia de componentes del medio físico–natural que, por sus características propias, puedan ser susceptibles de daño ante la ocurrencia de cualquier fenómeno peligroso, con independencia del tipo de peligro que los afecte. En este sentido, el análisis se centra en determinar si el ambiente constituye un elemento expuesto y vulnerable dentro del ámbito del proyecto.

En el área de intervención del proyecto de servicios turísticos del Cerro Pucará no se identifican componentes ambientales con condición de vulnerabilidad. La zona presenta un entorno predominantemente agreste rocoso y arenoso, sin presencia de cuerpos de agua, suelos agrícolas, cobertura vegetal significativa, ecosistemas frágiles ni áreas ambientalmente sensibles. Asimismo, no se evidencian procesos de degradación ambiental activa ni condiciones que incrementen la fragilidad del medio natural.

En consecuencia, no se reconoce la existencia de vulnerabilidad ambiental, dado que el ambiente no constituye un elemento expuesto susceptible de afectación. Por ello, la exposición ambiental se considera nula o muy baja, y no resulta pertinente desarrollar un análisis detallado de vulnerabilidad ambiental, manteniéndose la coherencia metodológica del estudio conforme a los lineamientos técnicos del CENEPRED y al principio de análisis basado en evidencia verificable.

Este criterio se adopta en concordancia con el Manual para la Evaluación de Riesgos del CENEPRED, el cual establece que los análisis deben sustentarse en evidencia técnica verificable, evitando la inclusión de dimensiones que no presentan exposición real frente a los peligros evaluados.

3.2.2. Ponderación de los parámetros de exposición

La exposición social es un componente orientado a identificar la magnitud en que la población y los servicios presentes pueden verse afectados ante la ocurrencia de un fenómeno natural, en este caso un sismo. Sin embargo, en el área evaluada se observa una presencia poblacional mínima, por lo que el análisis se ha centrado exclusivamente en el parámetro “Servicios Expuestos”, asignándole un peso de 1. Este parámetro considera la proporción de servicios esenciales existentes en la zona. Los cuales, aunque limitados en

cantidad, son de importancia funcional para la continuidad operativa. A través del método de comparación de pares de Saaty, se aplicaron las matrices de ponderación y normalización para establecer la importancia relativa de los distintos rangos de exposición, garantizando coherencia técnica en la evaluación.

Los resultados obtenidos muestran que el descriptor “> 75% de servicios expuestos” alcanzó el mayor peso (0.503), representando la condición más crítica dentro del análisis, debido a la vulnerabilidad estructural de las obras proyectadas, frente a la activación del peligro sísmico. No obstante, la vulnerabilidad en la posible pérdida económica. El valor obtenido para la relación de consistencia (RC = 0.070) confirma que los criterios utilizados en la comparación son válidos y confiables. En conjunto, el análisis evidencia que, si bien el impacto directo sobre personas es muy limitado, un evento sísmico de considerable magnitud podría afectar a los servicios turísticos.

3.2.3. Análisis de la componente fragilidad

3.2.3.1. Fragilidad social

De acuerdo con el Manual para la Evaluación del Riesgo V2.0 del CENEPRED, la fragilidad social no se configura como variable obligatoria en la evaluación del riesgo de una infraestructura pública, ya que el enfoque está centrado en los componentes físicos de vulnerabilidad estructural, funcional y de valor de exposición de las construcciones. Entonces de acuerdo al Manual, en el ítem 3.3.1.1 Análisis de la dimensión social, se incide en la vulnerabilidad estructural considerando: ESTADO DE CONSERVACION DE LAS CONSTRUCCIONES.

“ESTADO DE CONSERVACION DE LAS CONSTRUCCIONES”, integrado por la condición de la estructura expuesta al peligro, en los cuadros 32 al 34 puede apreciarse los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia acorde con el peligro de sismo. Del resultado obtenido destaca con mayor peso el descriptor “Muy mal estado” con 0.503, cuantificando así la condición más crítica ante la activación del peligro por Sismo. Ver cuadro N° 34.

Los cuadros de Saaty son de elaboración propia para el estudio.

CUADRO N° 37.- MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO

ESTADO DE CONSERVACION DE LAS CONSTRUCCIONES	Muy mal estado	Mal estado	Regular	Buen estado	Muy buen estado
Muy mal estado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mal estado	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Buen estado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy buen estado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 38.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL

ESTADO DE CONSERVACION DE LAS CONSTRUCCIONES	Muy mal estado	Mal estado	Regular	Buen estado	Muy buen estado	Vector Priorización
Muy mal estado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mal estado	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Buen estado	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy buen estado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 39.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL

descriptores de exposición social	Peso ponderado
Muy mal estado	0.503
Mal estado	0.260
Regular	0.134
Buen estado	0.068
Muy buen estado	0.035

Fuente: Elaboración propia.

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 adecuados. Ver el siguiente cuadro:

CUADRO N° 40.-INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA

Índice de consistencia	IC	0.038
------------------------	-----------	--------------

Relación de consistencia < 0.01 (*)

RC

0.034

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.2. Fragilidad Económica

“Fragilidad Económica”; en los cuadros 36 al 39, se expone el análisis y ponderación de los cinco descriptores del parámetro “**Antigüedad de la Edificación**” determinados como “ $0 < AE \leq 10$ ”, “ $10 < AE \leq 20$ ”, “ $20 < AE \leq 30$ ”, “ $30 < AE \leq 40$ ” y “ $AE > 40$ ”. Donde (AE), Antigüedad de la edificación, está dispuesto en orden de relevancia o condición más crítica siendo “ $0 < AE \leq 1$ ” la condición más crítica medido en años y en el extremo opuesto deseable está la población que tiene una antigüedad de la edificación mayor o superior a 40 años, “ $TR > 40$ ”.

El análisis multicriterio con ayuda del método de comparación SATTY confirma la condición crítica del descriptor “ $AE > 40$ ” con un peso de 0.508, sustentado en la matriz de comparación, matriz de normalización, así como en el índice y relación de consistencia que se exponen en los cuadros correspondientes que se detallan a continuación.

CUADRO N° 41.-MATRIZ DE COMPARACION PARA FRAGILIDAD ECONOMICA

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION	$0 < TR \leq 10$	$10 < TR \leq 20$	$20 < TR \leq 30$	$30 < TR \leq 40$	$TR > 40$
$TR > 40$	1.00	3.00	5.00	8.00	9.00
$30 < TR \leq 40$	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00
$20 < TR \leq 30$	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
$10 < TR \leq 20$	0.13	0.20	0.33	1.00	3.00
$0 < TR \leq 10$	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.77	4.66	9.53	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 42.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION ECONOMICA

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION	$0 < TR \leq 10$	$10 < TR \leq 20$	$20 < TR \leq 30$	$30 < TR \leq 40$	$TR > 40$	Vector Priorización
$0 < TR \leq 10$	0.565	0.644	0.524	0.462	0.346	0.508
$10 < TR \leq 20$	0.188	0.215	0.315	0.288	0.308	0.263
$20 < TR \leq 30$	0.113	0.072	0.105	0.173	0.192	0.131
$30 < TR \leq 40$	0.071	0.043	0.035	0.058	0.115	0.064

TR > 40	0.063	0.027	0.021	0.019	0.038	0.034
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 43.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE FRAGILIDAD ECONOMICA

Descriptor de exposición económica Antigüedad De La Edificación	Vector Priorización
0 < TR ≤ 10	0.508
10 < TR ≤ 20	0.263
20 < TR ≤ 30	0.131
30 < TR ≤ 40	0.064
TR > 40	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 44.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA

Índice de consistencia	IC	0.068
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.052

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.3. Fragilidad ambiental

La fragilidad ambiental se entiende como el grado de susceptibilidad del medio físico–natural a sufrir daño o alteración ante la ocurrencia de un evento adverso, en función de sus características intrínsecas, tales como la calidad del suelo, la presencia de recursos hídricos, la cobertura vegetal, la estabilidad ecológica y la capacidad de recuperación del entorno. Este análisis se desarrolla independientemente del tipo de peligro evaluado y se centra en las condiciones propias del ambiente existente en el área de intervención.

En el ámbito del proyecto de servicios turísticos del Cerro Pucará, el entorno natural presenta una baja fragilidad ambiental. El área se caracteriza por un relieve predominantemente arenoso y rocoso, con suelos delgados o inexistentes, ausencia de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, limitada cobertura vegetal y carencia de ecosistemas frágiles o protegidos. Estas condiciones reducen la susceptibilidad del medio ambiente a sufrir daños permanentes o procesos de degradación ambiental significativos.

Asimismo, no se identifican funciones ambientales críticas ni servicios ecosistémicos relevantes que puedan verse comprometidos,

ni se evidencia la presencia de especies sensibles o áreas de conservación que incrementen la fragilidad del entorno. La capacidad de recuperación natural del área, considerando su estado actual y uso, es alta frente a eventuales perturbaciones.

En consecuencia, la fragilidad ambiental del área de estudio se considera muy baja, no constituyendo un factor determinante en la vulnerabilidad global del proyecto. Por ello, el análisis de la vulnerabilidad se orienta prioritariamente a los componentes físicos, sociales y funcionales, manteniendo la coherencia metodológica con los lineamientos técnicos del CENEPRED y el principio de análisis basado en evidencia verificable.

3.2.4. Ponderación de los parámetros de fragilidad

La fragilidad representa la condición interna que determina el grado de debilidad o resistencia de los elementos expuestos frente a la acción de un peligro, reflejando su capacidad para soportar los efectos adversos de un evento sísmico. En el marco del ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA", la fragilidad social se ha determinado de manera prospectiva mediante el parámetro "Estado de conservación de las construcciones", siendo el más alto "Muy mal estado" obtuvo el mayor peso (0.503), lo que evidencia una alta susceptibilidad estructural y funcional ante la ocurrencia de un sismo de moderada a alta magnitud. Asimismo, la fragilidad económica se evaluó mediante el parámetro "Antigüedad de la edificación", resultando más vulnerables aquellas con más de 40 años de uso (AE > 40), cuyo peso (0.508) indica una disminución significativa de la capacidad estructural por envejecimiento de materiales y ausencia de refuerzos acorde con las normas antisísmicas vigentes.

Respecto a la fragilidad ambiental, se determinó que el área de estudio no presenta elementos ecosistémicos sensibles, cuerpos de agua o zonas naturales que puedan ser afectadas por el peligro sísmico, dado que las instalaciones se ubican en un entorno urbano rural. En consecuencia, el componente ambiental no añade un nivel adicional de fragilidad al análisis integral. En conjunto, los resultados permiten concluir que la fragilidad en el área evaluada del cerro Pucara de Omate, se encuentra determinada principalmente por factores estructurales y constructivos, siendo el estado de conservación, el tipo de material empleado y la antigüedad de las edificaciones los aspectos que condicionan de manera directa la vulnerabilidad física de las instalaciones ante la ocurrencia de un evento sísmico.

3.2.5. Análisis de la componente resiliencia

3.2.5.1. Resiliencia social

En el marco del presente estudio de evaluación del riesgo por peligros naturales, elaborado conforme a los lineamientos del Manual para la Evaluación del Riesgo por Peligros Naturales — Versión 2.0 del CENEPRED, se ha considerado el análisis de los componentes de peligro, vulnerabilidad y exposición. En este contexto, si bien el citado manual establece que la resiliencia social constituye una dimensión transversal del componente de vulnerabilidad, se determina que no corresponde su aplicación en el presente caso, por las razones que se exponen a continuación:

- Titularidad estatal de la infraestructura

El objeto del presente proyecto es el "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA ". en este proyecto no hay infraestructura de propiedad del gobierno regional, no teniendo carácter residencial ni comunitario. Haciendo la proyección para cuando se ejecute la responsabilidad sobre su sostenibilidad, mantenimiento y recuperación ante desastres recae en las entidades del Estado, no en los usuarios o trabajadores que la custodien.

- Ocupación funcional, no comunitaria

En la visita de campo se ha constatado que en área del proyecto no existe una comunidad organizada, ni viviendas que justifique la evaluación de capacidades colectivas de recuperación o participación comunitaria frente a desastres. Por tanto, no existe una resiliencia social en el sentido operativo ni conceptual que aplica a poblaciones expuestas de carácter residencial o comunitario.

- Recuperación financiada y gestionada por el Estado

En caso de afectación por peligro natural (como un sismo), los mecanismos de recuperación, rehabilitación o reposición de la infraestructura serán asumidos por el propio Estado, mediante las rutas establecidas por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, incluyendo intervenciones con recursos públicos, seguros patrimoniales, proyectos de inversión (PIP de emergencia o IOARR), entre otros. En consecuencia, los ocupantes no asumen ni técnica ni financieramente la recuperación del activo físico, por lo que su capacidad individual o colectiva no es un factor determinante del riesgo.

- **Pertinencia del enfoque de resiliencia institucional**

Dado el carácter de infraestructura pública estratégica, corresponde aplicar un enfoque de resiliencia institucional, que permita evaluar la capacidad del Estado para mantener la continuidad del servicio público y reponer el equipamiento afectado ante un evento destructivo. Este enfoque es más coherente con los objetivos del presente proyecto, MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA.

- **Conclusión:**

Por las razones expuestas, se concluye que la dimensión de resiliencia social no resulta aplicable en la presente evaluación del riesgo por peligros naturales, en el marco del proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA". En su lugar, el análisis se ha centrado en los componentes estructurales, funcionales y de entorno físico, así como en las capacidades institucionales de respuesta y recuperación, de conformidad con el enfoque técnico del CENEPRED y el marco del SINAGERD.

3.2.5.2. Resiliencia económica

Los parámetros de análisis de la resiliencia económica seleccionados son “servicios básicos” y “tenencia propiedad”, tenemos dos parámetros por esta razón en el proceso de priorización y valoración de pesos del procedimiento de ponderación se obtuvo un peso de 0.5 para el parámetro “servicios básicos”. Ver cuadro siguiente.

CUADRO N° 45.- MATRIZ DE COMPARACION de PARAMETROS

Parámetros de resiliencia dimensión económica	peso
Servicios básicos	0.5
Tenencia propiedad	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Resiliencia Económica; En los cuadros subsiguientes del 41 al 44, apreciamos los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia para los parámetros y sus descriptores identificados para analizar la componente resiliencia económica. En orden de prioridad y considerado de carácter más crítico, se evalúa en primer lugar el parámetro denominado “servicios básicos”.

“**servicios básicos**”, el análisis ponderado de este parámetro fue realizado mediante los descriptores “sin servicios”, “ag y dg - ag y e.elect - ag y gas”, “Agua, energía eléctrica y gas”, “Agua, desagüe y energía eléctrica” y “Agua, desagüe, energía eléctrica y gas”; como resultado de este proceso fueron identificados con mayor vulnerabilidad los que en un escenario crítico de activación del fenómeno natural se encuentren “sin servicios” y su valor ponderado es 0.503. Ver siguiente cuadro.

CUADRO N° 46.-MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA

SERVICIOS BASICOS	Sin servicios	Energía eléctrica y gas	Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	Agua, energía eléctrica, gas	Agua, desague, energía eléctrica y gas,
Sin servicios	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Energía eléctrica y gas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Agua, energía eléctrica, gas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 47.- MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA

SERVICIOS BASICOS	Sin servicios	Energía eléctrica y gas	Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	Agua, energía eléctrica, gas	Agua, desague, energía eléctrica y gas,	Vector Priorización
Sin servicios	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Energía eléctrica y gas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Agua, energía eléctrica, gas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 48.-DESCRPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA

Descriptores de servicios básicos	Peso ponderado
Sin servicios	0.503
Energía eléctrica y gas	0.260
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.134
Agua, energía eléctrica, gas	0.068
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.035

Fuente: Elaboración propia.

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 adecuados.

CUADRO N° 49.- INICE Y RELACION DE COSNSITENCIA RESILIENCIA ECONOMICA

Índice de consistencia	IC	0.072
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.064

Fuente: Elaboración propia.

“**Tenencia de Propiedad**”, definitivamente este parámetro era imprescindible considerarlo comprendiendo que para cualquier circunstancia crítica por efectos de un fenómeno natural esta condición facilita la ayuda y por lo mismo permite mayor o menor resiliencia de la población. El análisis ponderado de este parámetro fue realizado mediante los descriptores “sin título”, “traspaso temporal”, “alquiler”, “posesión” y “título de propiedad”. Por antecedentes en nuestro país la población más vulnerable es aquella que habita o tiene su vivienda sobre terrenos cuya condición legal de tenencia es precaria, desde esta perspectiva se analizó y pondero cada descriptor habiendo determinado mayor peso para la edificación que se encuentra “sin título” y cuyo valor ponderado es 0.492, en contraposición y menos vulnerable esta la población que ocupa o vive en un terreno con “título de propiedad”, ver cuadro N° 46 donde se aprecia en detalle el peso resultante para los cinco descriptores materia de análisis.

En los cuadros 45 al 48 se aprecia el proceso resultante de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores correspondientes.

CUADRO N° 50.- MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA

TENENCIA DE PROPIEDAD	Sin título	Traspaso temporal	Alquiler	Posesión	Título de propiedad
Sin título	1.00	2.00	5.00	8.00	9.00
Traspaso temporal	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
Alquiler	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Posesión	0.13	0.20	0.50	1.00	2.00
Título de propiedad	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.94	3.83	8.70	16.50	25.00
1/SUMA	0.52	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 51.- MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA

TENENCIA DE LA PROPIEDAD	Sin titulo	Traspaso temporal	Alquiler	Posesión	Título de propiedad	Vector Priorización
Sin titulo	0.516	0.523	0.575	0.485	0.360	0.492
Traspaso temporal	0.258	0.261	0.230	0.303	0.320	0.275
Alquiler	0.103	0.131	0.115	0.121	0.200	0.134
Posesión	0.065	0.052	0.057	0.061	0.080	0.063
Título de propiedad	0.057	0.033	0.023	0.030	0.040	0.037

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 52.- DESCRIPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA

Descriptores para tenencia de propiedad	Vector Priorización
Sin titulo	0.492
traspaso temporal	0.275
alquiler	0.134
Posesión	0.063
Título de propiedad	0.037

Fuente: Elaboración propia.

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 adecuados.

CUADRO N° 53.- INICE Y RELACION DE CONSISTENCIA RESILIENCIA ECONOMICA

Índice de consistencia	IC	0.021
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.019

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.3. Resiliencia ambiental

La resiliencia ambiental se define como la capacidad del medio físico–natural para absorber, resistir y recuperarse frente a perturbaciones, manteniendo sus funciones esenciales y sin generar procesos de degradación permanente. En el análisis de vulnerabilidad, este concepto se evalúa a partir de las características propias del entorno natural, su estado de conservación y su capacidad de regeneración, independientemente del tipo de peligro que pueda afectarlo.

En el área de intervención del proyecto de servicios turísticos del Cerro Pucará, el entorno presenta una adecuada resiliencia ambiental. La ausencia de cuerpos de agua, suelos productivos, ecosistemas frágiles y cobertura vegetal significativa reduce la probabilidad de impactos ambientales persistentes. Asimismo, la naturaleza rocosa del terreno y la limitada intervención antrópica previa favorecen una rápida estabilización natural del entorno ante eventuales perturbaciones.

Adicionalmente, no se identifican pasivos ambientales ni procesos de degradación activa que limiten la capacidad de recuperación del medio natural. El área no cumple funciones ambientales críticas ni alberga servicios ecosistémicos sensibles, lo que disminuye la probabilidad de efectos acumulativos o irreversibles.

En consecuencia, la resiliencia ambiental del área de estudio se considera alta, lo que contribuye a reducir la vulnerabilidad ambiental global del proyecto. Este resultado es coherente con los niveles de exposición y fragilidad ambiental previamente evaluados, y se encuentra alineado con los lineamientos técnicos del CENEPRED y el principio de análisis sustentado en evidencia verificable.

3.2.6. Ponderación de los parámetros de resiliencia

La ponderación de la componente resiliencia del proyecto se desarrolló aplicando el método de comparación de pares de Saaty (AHP), en concordancia con los lineamientos técnicos del CENEPRED. El análisis comprendió los aspectos social, económico y ambiental del área del proyecto MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, ubicada en el distrito de Omate. Desde la perspectiva social, se determinó que no existe una comunidad residente ni organización poblacional vinculada al área del proyecto. Por ello, la resiliencia social no se evalúa en términos comunitarios, sino institucionales, considerando la capacidad del gobierno local o el Gobierno Regional para mantener la continuidad operativa tras

un evento sísmico. En cuanto al aspecto económico, se priorizaron los parámetros “servicios básicos” y “tenencia de propiedad”, asignándoles igual ponderación (0.5). El descriptor más crítico fue “sin servicios” (0.503), reflejando que la carencia de infraestructura básica limitaría la recuperación inmediata de las operaciones post-sismo.

Respecto al parámetro “tenencia de propiedad”, el análisis indicó que la condición “sin título” obtuvo el mayor peso (0.492), evidenciando que la falta de formalidad en la tenencia de un bien institucional puede retrasar las acciones de rehabilitación y financiamiento en caso de daño estructural. En el aspecto ambiental, el área del proyecto no presenta ecosistemas sensibles, cuerpos de agua ni vegetación significativa, al encontrarse en una zona urbana rural; por ello, no se identificó una resiliencia ambiental aplicable, ya que la recuperación no depende de condiciones ecológicas, sino del funcionamiento operativo del sistema institucional. En conjunto, los resultados evidencian que la resiliencia de las obras del proyecto depende principalmente de su capacidad institucional y económica para reanudar funciones tras un sismo, más que de factores sociales o ambientales, reflejando la importancia de fortalecer el mantenimiento, la gestión de servicios básicos y la legalidad de la propiedad como medidas claves para la reducción del riesgo.

3.2.7. Nivel de vulnerabilidad.

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de las componentes, parámetros y descriptores que corresponde a la dimensión social y económica. Aplicando las fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos de una hoja de cálculo Excel y transferidos luego a un software graficador para la elaboración del mapa.

Valor de la Dimensión Social, en los cuadros 49, 50, 51; se exponen el procedimiento utilizado para calcular el valor ponderado de la dimensión social por componentes y descriptores, usando la fórmula siguiente:

Valor Componente = (Peso Parám. x Peso Descriptor)

CUADRO N° 54.-VALOR DE LA EXPOSICION SOCIAL
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES

SERVICIOS EXPUESTOS		Valor de la Exposición Social
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.261	0.261
1.000	0.133	0.133
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 55.- VALOR DE LA FRAGILIDAD SOCIAL POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION		Valor de la fragilidad Social
Ppar	Pdesc	
1.000	0.503	0.503
1.000	0.260	0.260
1.000	0.134	0.134
1.000	0.068	0.068
1.000	0.035	0.035

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 56.- VALOR DE LA DIMENSION SOCIAL POR COMPONENTES

Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL
0.508	0.500	0.503	0.500	0.505
0.261	0.500	0.260	0.500	0.261
0.133	0.500	0.134	0.500	0.134
0.064	0.500	0.068	0.500	0.066
0.034	0.500	0.035	0.500	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión Social = (Valor Exposición S. x Peso Comp.) + (Valor Fragilidad S. x Peso Comp.) + (Valor Resiliencia S. x Peso Comp.)

Valor de la Dimensión Económica, en los cuadros 52 al 56; se expone el procedimiento para calcular el valor ponderado de la dimensión económica por componentes y descriptores, usando la formula siguiente:

Valor Componente = (Peso Parám. x Peso Descriptor)

CUADRO N° 57.- VALOR DE LA EXPOSICION ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES

INFRAESTRUCTURA PUBLICA EXPUESTA		Valor Exposición Económica
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.261	0.261
1.000	0.133	0.133
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 58.- VALOR DE LA FRAGILIDAD ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION		Valor Fragilidad Económica
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.263	0.263
1.000	0.131	0.131
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 59.- VALOR DE LA RESILIENCIA ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES

SERVICIOS BASICOS		TENENCIA DE PROPIEDAD		Valor Resiliencia Económica
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
0.500	0.503	0.500	0.492	0.497
0.500	0.260	0.500	0.275	0.267
0.500	0.134	0.500	0.134	0.134
0.500	0.068	0.500	0.063	0.065
0.500	0.035	0.500	0.037	0.036

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 60.- VALOR DE LA DIMENSION ECONOMICA POR COMPONENTES

Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica	VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA
0.508	0.539	0.508	0.297	0.497	0.164	0.506
0.261	0.539	0.263	0.297	0.267	0.164	0.263
0.133	0.539	0.131	0.297	0.134	0.164	0.133
0.064	0.539	0.064	0.297	0.065	0.164	0.065
0.034	0.539	0.034	0.297	0.036	0.164	0.034

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Dimensión Econ.} = (\text{V. Exposición Econ.} \times \text{Peso Comp.}) + (\text{V. Fragilidad Econ.} \times \text{Peso Comp.}) + (\text{V. Resiliencia Econ.} \times \text{Peso Comp.})$$

CUADRO N° 61.- VALOR DE LA VULNERABILIDAD POR DIMENSIONES

Valor Dimensión Social	Peso Dimensión Social	Valor Dimensión Económica	Peso Dimensión Económica	VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.505	0.500	0.506	0.500	0.506
0.261	0.500	0.263	0.500	0.262
0.134	0.500	0.133	0.500	0.133
0.066	0.500	0.065	0.500	0.065
0.034	0.500	0.034	0.500	0.034

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Valor Vulnerabilidad} = (\text{Valor D.S.} \times \text{Peso D.S.}) + (\text{Valor D.E.} \times \text{Peso D.E.})$$

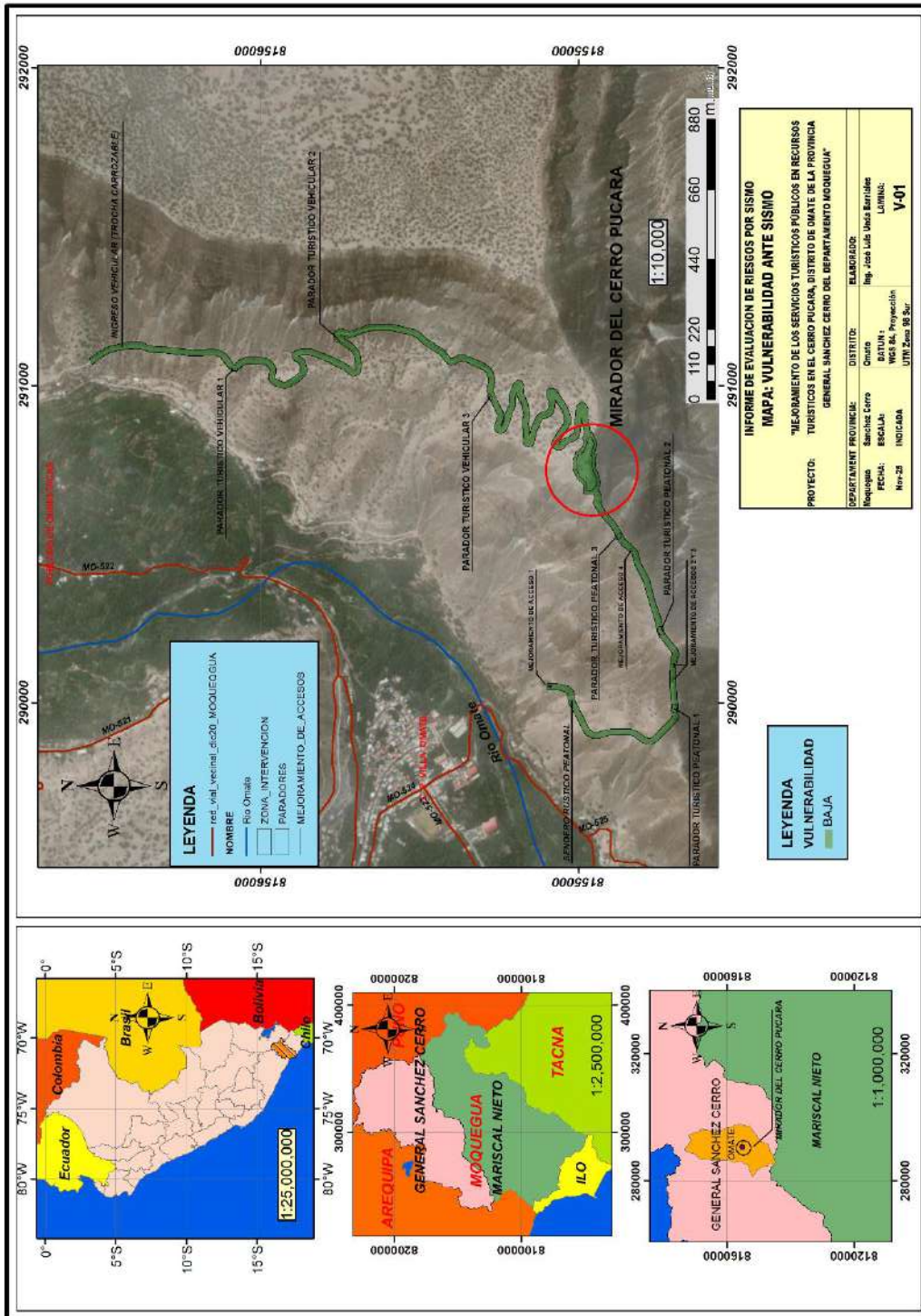
3.2.8. Estratificación de la vulnerabilidad.
CUADRO N° 62 Estratificación de la vulnerabilidad

NIVEL	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTO	Población con muy alto grado de vulnerabilidad, con servicios expuestos mayores a 75 %, con un estado de conservación de las construcciones de muy mal estado, Infraestructura económica pública altamente consolidada, y una antigüedad de la edificación mayor a 40 años, sin servicios básicos, y sin título de propiedad.	$0.262 \leq V < 0.506$
ALTO	Población con alto grado de vulnerabilidad con servicios expuestos $\leq 75\%$ y $> 50\%$, con un estado de conservación de las construcciones de mal estado , Infraestructura económica pública consolidada , y una antigüedad de la edificación entre 30 a 40 años, Cuentan con Energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de traspaso temporal.	$0.133 \leq V < 0.262$
MEDIO	Población con grado de vulnerabilidad medio con servicios expuestos $\leq 50\%$ y $> 25\%$, y con un estado de conservación de la construcciones regular, Infraestructura económica pública básica , y una antigüedad de la edificación entre 20 a 30 años, cuentan con Agua comunitaria, energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de alquiler.	$0.065 \leq V < 0.133$
BAJO	Población identificada con bajo grado de vulnerabilidad con servicios expuestos $\leq 25\%$ y $> 10\%$, con un estado de conservación de las construcciones en buen estado Infraestructura económica pública mínima , la antigüedad de la edificación entre 10 a 20 años, cuentan con Agua, energía eléctrica y gas, Tienen el terreno en condición de posesión y/o título de propiedad.	$0.034 \leq V < 0.065$

Fuente: Elaboración propia.

3.2.9. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

MAPA N° 18.- Mapa de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

3.3. CALCULO DE RIESGOS

3.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO

3.3.1.1. Niveles de Riesgo

CUADRO N° 63 Niveles de Riesgo

NIVEL DE RIESGO	
NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.068 \leq R < 0.240$
ALTO	$0.019 \leq R < 0.068$
MEDIO	$0.005 \leq R < 0.019$
BAJO	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: Datos CENEPRED

3.3.1.2. Matriz de Riesgo

CUADRO N° 64 Matriz del riesgo.

MATRIZ DEL RIESGO					
PMA	0.475	0.031	0.063	0.124	0.240
PA	0.261	0.017	0.035	0.068	0.132
PM	0.144	0.009	0.019	0.038	0.073
PB	0.079	0.005	0.011	0.021	0.040
		0.065	0.133	0.262	0.506
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaborado para el estudio.

3.3.1.3. Estratificación del nivel de Riesgo

CUADRO N° 65 Estratificación del nivel de Riesgo.

NIVEL	Descripción	Nivel
Muy Alto	<p>El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Depósitos piroclásticos, dentro de la unidad geomorfológica Fondos de valle aluvial, con una pendiente mayor a 45 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro menor a 65 km., y con una profundidad hipocentral menor 33 km, con una intensidad de sismo entre XI y XII en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)</p> <p>Población con muy alto grado de vulnerabilidad, con servicios expuestos mayores a 75 %, con un estado de conservación de las construcciones de muy mal estado, Infraestructura económica pública altamente consolidada, y una antigüedad de la edificación mayor a 40 años, sin servicios básicos, y sin título de propiedad.</p>	$0.068 \leq R < 0.240$
Alto	<p>El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Pueblo, y la unidad geomorfológica Montañas con campo de cenizas volcánicas, con una pendiente entre 25 a 45 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro entre 65 y 130 km, con una profundidad hipocentral de entre 33 a 70 km., con una intensidad de sismo entre VIII, IX y X en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)</p> <p>Población con alto grado de vulnerabilidad con servicios expuestos $\leq 75\%$ y $> 50\%$, con un estado de conservación de las construcciones de mal estado , Infraestructura económica pública consolidada , y una antigüedad de la edificación entre 30 a 40 años, Cuentan con Energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de traspaso temporal..</p>	$0.019 \leq R < 0.068$
Medio	<p>El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Depósitos aluviales recientes, y Unidad geomorfológica Montaña sedimentaria carstificada, con un pendiente entre 15 y 25 grados, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas, con una distancia al epicentro entre 131 a 260 km., con una profundidad hipocentral entre 70 a 150 km., con una intensidad de sismo entre V, VI y VII en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)</p> <p>Población con grado de vulnerabilidad medio con servicios expuestos $\leq 50\%$ y $> 25\%$, y con un estado de conservación de la construcciones regular, Infraestructura económica pública básica , y una antigüedad de la edificación entre 20 a 30 años, cuentan con Agua comunitaria, energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de alquiler.</p>	$0.005 \leq R < 0.019$
Bajo	<p>El área en estudio se encuentra sobre la unidad geológica Formación Labra, y unidad geomorfológica Montaña en roca sedimentaria, con una pendiente entre 5 y 15 grados o menores pendientes, y ubicada a una distancia entre 100 a 200 kilómetros de la subducción de placas , con una distancia al epicentro entre 261 a 400 km., con una profundidad hipocentral entre 150 y 300 km., con una intensidad de sismo entre III a IV en la escala de Mercalli. con una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw)</p> <p>Población identificada con bajo grado de vulnerabilidad con servicios expuestos $\leq 25\%$ y $> 10\%$, con un estado de conservación de las construcciones en buen estado Infraestructura económica pública mínima , la antigüedad de la edificación entre 10 a 20 años, cuentan con Agua, energía eléctrica y gas, Tienen el terreno en condición de posesión y/o título de propiedad.</p>	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. CALCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVO CUANTITATIVO)

CUADRO N° 66 CUALITATIVO

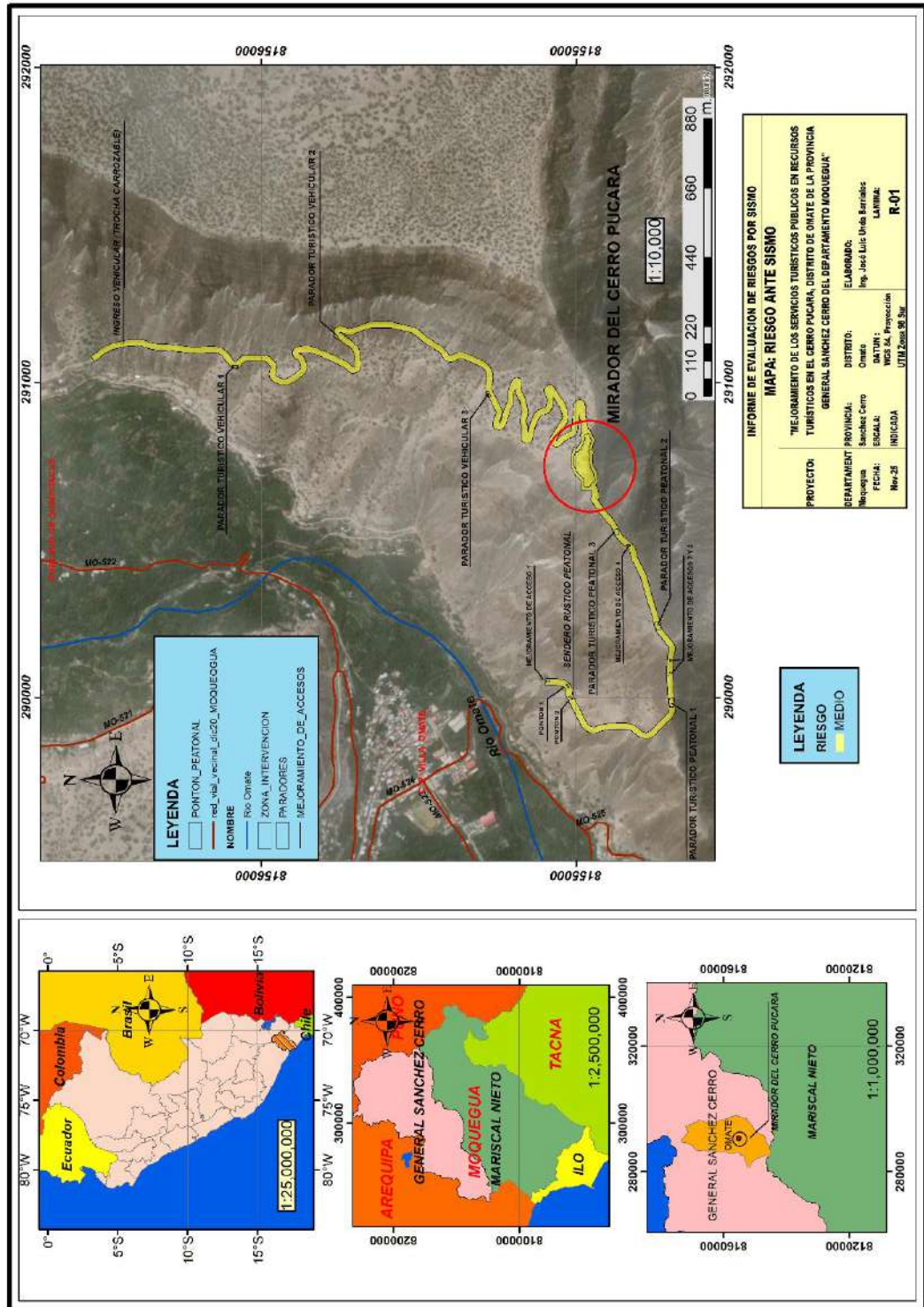
CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	-
	-	-
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	Tramos afectados
	Trocha carrozable	1
	Camino peatonal	1
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	Tramos afectados
	-	-
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	Tramos afectados
	-	-

CUADRO N° 67 CUANTITATIVO

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	PERDIDA EN S/.
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	
	-	-
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	
	Trocha carrozable	30000.00
	Camino peatonal	15000.00
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	
	-	-
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	
		-
	TOTAL POSIBLES PERDIDAS	45000.00

3.3.3. Zonificación de Riesgos

MAPA N° 19.- Mapa de riesgo ante sismo



Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES (RIESGOS PRESENTES Y FUTUROS)

3.3.4.1. De orden estructural

a. Medidas estructurales antisísmicas

- Diseñar todas las edificaciones, miradores, senderos elevados, bancas fijas, módulos turísticos y cualquier estructura rígida según la Norma E.030 Diseño Sismorresistente y considerando la aceleración sísmica local correspondiente a la zona sur, clasificada como de alta peligrosidad sísmica.
- Implementar cimientos profundos o zapatas corridas ancladas en estratos competentes, evitando apoyar estructuras en depósitos coluviales sueltos o materiales retrabajados.

b. Estabilización de taludes y control de caída de rocas

- Construcción de muros de contención tipo gavión o muros anclados en zonas donde la pendiente supera el 35% y existe presencia de bloques sueltos o fracturamiento visible.
- Instalación de cunetas disipadoras y canales de coronación para evitar la infiltración y concentración de aguas pluviales que generen socavación o deslizamientos.
- Construcción de bermas de seguridad en los tramos del sendero donde se identifican depósitos sueltos susceptibles a erosión superficial.

c. Protección contra erosión y estabilidad del terreno

- Implementar geomallas y geotextiles en zonas con erosión activa para garantizar la estabilidad del suelo.
- Construir drenes longitudinales y alcantarillas tipo badén para evacuar adecuadamente escorrentías en época de lluvias, evitando acumulación que genere inestabilidad.

- Aplicar hidrosiembra o sembrado de especies nativas para estabilizar taludes y reducir erosión eólica y pluvial.
- d. Adecuación estructural de los miradores y áreas de descanso**
 - Diseñar miradores con cimientos anclados a la roca competente, evitando zonas con fracturas o depósitos heterogéneos.
 - Incluir sistemas de drenaje en plataformas y estructuras para evitar saturación del suelo.
- e. Infraestructura de evacuación y seguridad**
 - Si fuese necesario Implementación de iluminación solar con base metálica anclada, resistente a vientos fuertes y vibración sísmica.
- f. Protección frente a lluvias intensas y escorrentía**
 - Muros de contención de concreto ciclópeo o mampostería en puntos críticos donde la ladera muestra evidencias de erosión acelerada.
 - Construcción de cunetas trapezoidales en las partes bajas del proyecto para canalizar flujos superficiales y proteger las áreas turísticas.

3.3.4.2. De orden no estructural

a. Gestión del riesgo y planificación permanente

- Incluir en el Plan de Manejo Turístico una sección obligatoria de seguridad y riesgos, con mapas de peligro actualizados, zonas seguras y rutas de evacuación.

b. Señalización preventiva e informativa

- Instalar señalización vertical con mensajes claros sobre:
 - Zonas propensas a caída de rocas.
 - Sectores con pendiente elevada.
 - Rutas de evacuación y puntos seguros.
 - Prohibición de ingreso a áreas inestables.

c. Capacitación constante del personal y operadores turísticos

Capacitar al personal encargado del mantenimiento y vigilancia del sitio en:

- Identificación temprana de signos de inestabilidad (grietas, movimientos recientes, desprendimientos).
- Primeros auxilios y atención de emergencias.
- Evacuación de visitantes y control de multitudes.
- Incluir simulacros internos trimestrales orientados a la actuación frente a sismo y caída de rocas.

d.Sistema de vigilancia, monitoreo y control

- Establecer un sistema comunitario o institucional para reportar incidentes o signos de amenaza, a cargo del encargado municipal o de Defensa Civil de la jurisdicción.

e.Manejo ambiental y control de erosión

- Realizar campañas anuales para evitar actividades que incrementen la degradación del suelo, como pisoteo fuera de senderos, retiro de vegetación o apertura de accesos no autorizados.
- Implementar un plan anual de reforestación con especies nativas que contribuyan al control de la erosión y estabilización de suelos.
- Prohibir el tránsito de vehículos fuera de los accesos permitidos para evitar desestabilización de taludes.

f.Plan de mantenimiento y conservación

- Establecer un cronograma anual de mantenimiento de senderos, barandas, miradores, drenajes y señalización, priorizando sectores expuestos a erosión y escorrentía.
- Revisar periódicamente los drenajes para evitar obstrucciones que puedan generar socavación o deslizamientos.

g.Educación y sensibilización al visitante

- Difundir normas de comportamiento dentro del sitio turístico:

- No acercarse a bordes inestables.
- No remover rocas ni vegetación.
- Seguir los caminos establecidos.
- Incorporar en la entrada principal un módulo informativo sobre riesgos naturales y las medidas de seguridad básicas.

h.Coordinación interinstitucional

- Mantener coordinación permanente entre la Municipalidad de Omate, Defensa Civil, el gobierno regional y operadores turísticos para facilitar evaluaciones periódicas, inspecciones y respuesta ante emergencias.

Los riesgos presentes o existentes se detallan en el siguiente ítem.

3.3.5. MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

3.3.5.1. De orden estructural

En la visita de campo se ha encontrado una zona desértica con plantas propias del lugar, ante un terreno ondulado es necesario tener en cuenta la construcción de banquetas o muros de sostenimiento, donde se encuentre mucho desnivel.

- a. Estabilización de taludes en zonas de paradores y mirador
Dado que gran parte del cerro Pucará presenta pendientes entre 25° y más de 45°, se recomienda la ejecución de muros de contención de mampostería reforzada, en los sectores donde se ubican los Paradores Turísticos 1, 2, 3, así como en el acceso inmediato al Mirador del Cerro Pucará.
- b. Mejoramiento estructural del pontón peatonal sobre el cauce menor

El pontón ubicado en el sector intermedio del sendero rústico deberá contar con cimentación profunda tipo zapata corrida y anclajes laterales, garantizando estabilidad frente a posibles socavaciones por avenidas extraordinarias.

c. Reforzamiento y confinamiento de los senderos rústicos peatonales

Los senderos que conectan los paradores con el mirador presentan tramos en laderas de fuerte declive. Se propone la instalación pasamanos de acero galvanizado en los bordes críticos, con el objetivo de mejorar la transitabilidad segura del visitante.

d. Control de erosión hídrica en infraestructura turística

Los paradores peatonales y vehiculares deberán incorporar drenajes transversales, disipadores de energía y canales revestidos con piedra para evitar la erosión por escorrentía. Estos elementos reducirán la pérdida de material granular en superficies de circulación y disminuirán el riesgo de socavación en pedestales, plataformas y bancas.

e. Mejoramiento de la trocha carrozable de ingreso vehicular

El acceso vehicular actual deberá ser estabilizado mediante compactación de subrasante, aplicación de afirmado de buena granulometría y construcción de cunetas trapezoidales a un lado del camino según corresponda.

f. Protección del Mirador del Cerro Pucará frente a caída de rocas

En la zona inmediata al mirador, donde el mapa de pendientes evidencia pendientes $>45^\circ$, se recomienda instalar mallas metálicas de alta resistencia (tipo triple torsión) y, donde sea necesario, muros gavionados de pie de talud. Esto permitirá reducir el riesgo de caída de rocas sobre las plataformas de observación y proteger a los visitantes.

g. Implementación de puntos seguros y barandas

perimetrales

Toda infraestructura elevada –mirador, paradores vehiculares y peatonales– deberá contar con barandas perimetrales de acero o madera (altura mínima 1.10 m, resistencia a empuje horizontal de 200 kg/m).

- h. Revestimiento protector en taludes erosionables
En sectores con suelos arenosos y gravas, se recomienda el uso de geoceldas y geomantas ancladas para generar estabilidad superficial y evitar arrastre de materiales hacia los senderos y paradores.

3.3.5.2. De orden no estructural

a. Plan de seguridad en defensa civil

Se elaborará y difundirá un Plan en defensa civil específico para el sitio turístico, antes de la licencia de funcionamiento, identificando los peligros existentes, rutas de evacuación, puntos seguros, roles del personal y protocolos de respuesta ante emergencias. Este plan será revisado anualmente y adaptado según los cambios topográficos o estructurales generados durante la operación del proyecto.

b. Señalización preventiva y educativa en zonas de riesgo

Se colocará señalización visible en las áreas con peligro existente, como sectores con caída de rocas, pendientes elevadas o zonas donde se han identificado deslizamientos recientes. Las señales incluirán advertencias, rutas de salida ante emergencias e instrucciones simples de comportamiento seguro.

c. Simulacros y prácticas de evacuación

Se organizarán simulacros internos trimestrales que

permitan evaluar la capacidad de respuesta ante eventos súbito.

d. Gestión ambiental para reducir procesos erosivos

Se implementarán campañas de sensibilización para evitar que visitantes o operadores causen deterioro adicional mediante el retiro de piedras, apertura de nuevos senderos o pisoteo fuera de los caminos. La conservación del entorno reduce la aceleración de erosión que podría amplificar inestabilidades existentes.

e. Difusión de normas de comportamiento seguro

A través de folletos, paneles y breves inducciones al ingreso, se comunicarán las normas para recorrer el cerro sin exponerse al peligro existente: mantenerse en senderos marcados, no subir a rocas inestables, evitar acercarse a bordes y respetar el aforo permitido. La educación del visitante reduce la vulnerabilidad humana en un entorno natural dinámico.

3.4. DEL CONTROL DE RIESGOS

3.4.1. DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS

3.4.1.1. Aceptabilidad / Tolerancia de riesgo

Tipo de peligro : Peligro por Sismo
 Tipo de Fenómeno : Sismo
 Elementos Expuestos : Recursos turísticos en el cerro Pucara.

Valoración de las Consecuencias: Media

CUADRO N° 68 Niveles de consecuencias

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

Fuente: CENEPRED, 2014

Valoración de Frecuencia de Recurrencia: Media

CUADRO N° 69 Niveles de frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	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: CENEPRED, 2014

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz): Media

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

CUADRO N° 70 Nivel de Consecuencia y Daño

CONSECUENCIA	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	4	ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	NIVEL DE FRECUENCIA	1	2	3	4
		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

Fuente: Elaborado para el estudio.

Aceptabilidad y/o Tolerancia: Tolerable

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

CUADRO N° 71 Aceptabilidad y/o tolerancia

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

Fuente: CENEPRED, 2014

Matriz del Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo: Riesgo Medio (TOLERABLE).

CUADRO N° 72 Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO ACEPTABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: CENEPRED, 2014

Prioridad de Intervención: Los riesgos son **Tolerables**.

CUADRO N° 73 **Prioridad de Intervención**

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

Fuente: CENEPRED, 2014

Por consiguiente, estamos en una **prioridad III**, Tolerable por lo que se debe realizar actividades, acciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos.

3.4.1.2. Control de riesgos

Se ha obtenido los siguientes resultados

Valoración de las Consecuencias: **Media**

Valoración de Frecuencia de Recurrencia: **Media**

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz): **Media**

Aceptabilidad y/o Tolerancia: **Tolerable**

4: CONCLUSIONES

Con la evaluación de campo e información de las entidades técnico - científicas, se realizó, concluyéndose lo siguiente:

- Para la PROYECTO de MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA, se ha identificado dos peligros de los que se ha analizado el Peligro de SISMO, que se constituye en la principal amenaza, siendo su nivel de peligro ALTO, seguidamente después del análisis se ha obtenido que la vulnerabilidad es BAJA. Procesado el peligro y vulnerabilidades se obtiene un riesgo MEDIO para el peligro Sismos.
- El área del proyecto se ubica en una zona de sismicidad alta (Zona Sísmica 3; $Z = 0.40g$), según la Norma Técnica E.030 del RNE, por lo que la ocurrencia de sismos moderados a fuertes constituye el principal peligro natural para las infraestructuras turísticas proyectadas. Los antecedentes históricos del IGP y UNSA confirman la recurrencia de eventos dañinos en Omate, con impactos documentados en 1604, 1784, 1868, 1913, 1996, 2001 y 2019.
- Las características físicas del Cerro Pucará incrementan la susceptibilidad sísmica local, debido a la presencia de suelos volcánicos sueltos (cenizas, tobos y arenas retrabajadas), depósitos coluviales de baja cohesión, laderas con pendientes superiores a 25° , crestas angostas y taludes intervenidos. Estas condiciones favorecen procesos de caída de materiales, deslizamientos superficiales y amplificación de ondas sísmicas.
- La geología, la geomorfología y la pendiente del terreno constituyen los principales factores condicionantes del peligro, siendo la geología el criterio de mayor peso relativo, de acuerdo con el análisis aplicado. Estos parámetros explican la fragilidad natural del terreno y su propensión a la inestabilidad en caso de vibración sísmica.

- La evaluación determinó niveles de peligrosidad diferenciados en el ámbito del proyecto, predominando el peligro alto en sectores de pendiente fuerte (25° a 45°) y materiales no consolidados, y el peligro muy alto en zonas puntuales del mirador y taludes expuestos donde la pendiente supera los 45°. Las zonas de menor inclinación y plataformas naturales presentan peligro medio a bajo.
- Los elementos expuestos del proyecto corresponden principalmente a la trocha carrozable, senderos peatonales y estructuras turísticas (paradores y pontones), no existiendo infraestructura crítica ni población residente dentro del área inmediata. Las posibles pérdidas económicas estimadas por afectación directa ascienden a 45 000.00 soles, siendo un impacto manejable dentro del ámbito del proyecto.
- La vulnerabilidad del área es moderada, debido a la fragilidad del terreno y la ausencia de estructuras reforzadas en los accesos existentes. Sin embargo, la exposición humana es temporal (visitantes), lo que reduce la probabilidad de daños sociales significativos, siempre que se implementen medidas estructurales y no estructurales adecuadas.
- El nivel de riesgo por sismo para el proyecto se clasifica como “Riesgo Medio” para la mayor parte del ámbito y “Riesgo Alto” en sectores puntuales, principalmente en laderas con pendientes extremas, cortes inestables y zonas cercanas al mirador. Estas áreas requieren obras de contención, estabilización y manejo de taludes para garantizar su operatividad y seguridad.
- El área no presenta hidrología adversa ni cauces activos que incrementen el riesgo, y las escorrentías estacionales son de baja magnitud. Por ello, el peligro por inundación o flujo de detritos es prácticamente nulo dentro de la zona de intervención, permaneciendo el sismo como peligro dominante.
- Las condiciones topográficas, geomorfológicas y geotécnicas no impiden la ejecución del proyecto, siempre que se incorporen adecuadas medidas de reducción de riesgos (estructurales y no estructurales)

orientadas al control de taludes, mejoramiento de accesos, reforzamiento de senderos y protección del mirador.

- El proyecto es viable desde el enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres, dado que el riesgo identificado es mitigable y controlable mediante intervenciones técnicas convencionales, alineadas al Manual CENEPRED v2.0 y las normas vigentes del SINAGERD. Con la ejecución de las medidas propuestas, el riesgo residual será aceptable para el funcionamiento turístico previsto.

5: RECOMENDACIONES

- Incorporar en el expediente técnico las medidas de reducción y prevención de riesgos propuestas por este estudio, priorizando el reforzamiento de taludes, mejora de accesos y protección de zonas con pendientes mayores a 25°, de acuerdo con la estratificación del peligro y la vulnerabilidad identificada.
- Diseñar e implementar obras de estabilización en laderas críticas, especialmente en sectores del mirador y de los paradores turísticos donde la pendiente supera los 35° y se localizan materiales volcánicos sueltos. Se recomienda utilizar muros de contención, mallas metálicas de alta resistencia, geoceldas y drenajes superficiales para controlar desprendimientos y erosión.
- Fortalecer la seguridad de los senderos rústicos y accesos peatonales, incorporando barandas metálicas, pasamanos. Esto permitirá garantizar la transitabilidad segura de los visitantes durante y después de eventos sísmicos.
- Mejorar estructuralmente el acceso vehicular (trocha carrozable) mediante nivelación del perfil, compactación adecuada de subrasante, instalación de cunetas laterales y alcantarillas en puntos de escurrimiento. Con ello se reduce el riesgo de colapso o interrupción del tránsito ante vibraciones sísmicas o lluvias estacionales.

- Reforzar los pontones peatonales existentes, asegurando que cuenten con cimentaciones y anclajes adecuados a la condición del terreno, así como barandas seguras. Su diseño debe permitir el paso libre del agua en temporada de lluvia sin comprometer la estructura.
- Implementar un sistema de drenaje superficial eficiente en todos los puntos del proyecto, evitando que las escorrentías estacionales provoquen erosión en senderos, taludes o plataformas turísticas. Se recomienda el uso de cunetas revestidas, canales disipadores y drenajes transversales en accesos.
- Establecer señalización preventiva y de orientación para visitantes, incluyendo rutas de evacuación, zonas seguras temporales, advertencias de pendientes fuertes y puntos de ingreso controlado. La señalización debe ser visible, resistente y congruente con las normas de turismo seguro.
- Prohibir intervenciones antrópicas no supervisadas en zonas de muy alta pendiente ($>45^\circ$), especialmente cortes en taludes, ampliación de senderos o instalación de estructuras ligeras. Estas acciones incrementan el riesgo de inestabilidad y caídas de material suelto.
- Incorporar criterios de mantenimiento periódico para todas las infraestructuras turísticas proyectadas, especialmente en el mirador, paradores y rutas de acceso. El mantenimiento debe incluir limpieza de drenajes, retiro de material suelto, revisión de anclajes y control de erosión.
- Coordinar con la Municipalidad de Omate y el Gobierno Regional de Moquegua la sostenibilidad de las acciones de reducción de riesgo, asegurando que las intervenciones estructurales y no estructurales se mantengan durante toda la vida útil del proyecto.
- Realizar capacitaciones anuales al personal encargado de la operación del servicio turístico, enfocadas en gestión del riesgo, procedimientos de evacuación, primeros auxilios y evaluación rápida de daños post-sismo.
- Garantizar que el diseño definitivo del proyecto considere la normativa vigente del SINAGERD y el RNE, en especial los criterios de

diseño sismorresistente de la Norma E.030, los lineamientos del CENEPRED y las recomendaciones técnicas de seguridad turística en cerros y miradores.

- Asegurar que el proyecto no modifique la trayectoria natural de aguas superficiales, evitando obstrucciones o canalizaciones inadecuadas que puedan generar erosión acelerada o concentrar flujos en sectores de tránsito peatonal.
- Adoptar un enfoque de “riesgo residual aceptable”, sustentando que, con la implementación de las medidas estructurales y no estructurales recomendadas, el nivel de riesgo del proyecto será compatible con su función turística y con la seguridad de los visitantes.

BIBLIOGRAFIA

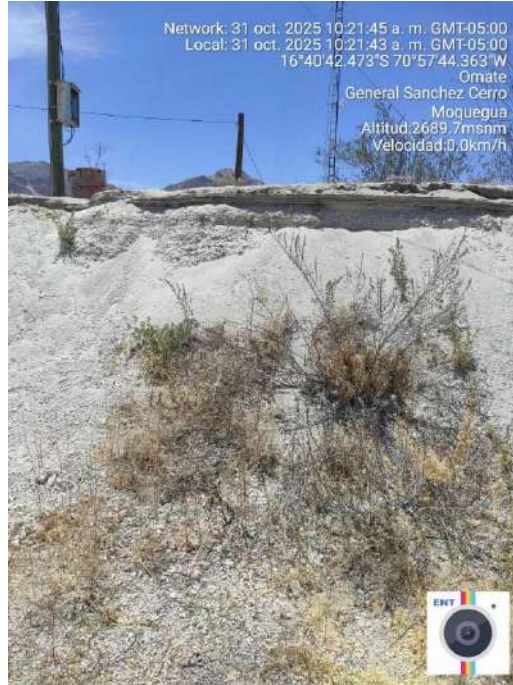
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Estudio de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos de los distritos de Moquegua y Samegua, PREDES, OXFAM, año 2003.
- Evaluación de peligros ciudad de Moquegua, Convenio UNSA-INDECI, 2001
- Geología del cuadrángulo de Moquegua 35 u, 1979, INGEMMET
- Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres de la Región Moquegua-2005.
- Página web del INDECI ([https://www.indeci.gob.pe › uploads › 2020/02](https://www.indeci.gob.pe/uploads/2020/02))
- Página web del INEI (<https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>)
- Página web del SENAMHI (www.senamhi.gob.pe)
- Página web del WEATHER SPARK (<https://es.weatherspark.com>)

ANEXOS

ANEXO 1. Panel fotográfico

FOTO N.º 01

10



Se muestra la zona alta del Cerro Pucará, en el distrito de Omate, observándose una ladera seca y estable con pendiente pronunciada. Se visualiza la formación gramadal.

FOTO N.º 02



Se observa una vía afirmada que bordea la ladera, con cortes de terreno en material volcánico claro y vegetación escasa típica de zona semiárida andina. Los cortes en piroclastos sueltos pueden presentar desprendimientos locales ante sismos moderados a fuertes. No se observan fallas ni deslizamientos activos, esta vía no forma parte del proyecto.

FOTO N.º 03



Network: 31 oct. 2025 11:09:49 a. m. GMT-05:00
Local: 31 oct. 2025 11:09:48 a. m. GMT-05:00
16°40'38.148"S 70°58'8.163"W
s/n Calle Moquegua
C.p Villa de Omate
Omate
General Sanchez Cerro
Moquegua
Altitud:2291.7msnm
Velocidad:0.0km/h

Se muestra una plataforma con vista al fondo del Cerro Pucará, en el pide de talud se inicia el camono peatonal de acceso al mirador, se observa también una ladera amplia y seca al fondo, cubierta por vegetación rala y cactus dispersos.

FOTO N.º 04



Network: 31 oct. 2025 10:58:43 a. m. GMT-05:00
Local: 31 oct. 2025 10:58:41 a. m. GMT-05:00
16°39'49.522"S 70°57'32.949"W
Carretera a Quinistacas
Chichilin
General Sanchez Cerro
Moquegua
Altitud:2404.1msnm
Velocidad:0.0km/h

Se muestra el punto donde inicia el acceso vehicular hacia el Mirador Cerro Pucará. Se observa una trocha carrozable que asciende entre laderas áridas, con vegetación dispersa. La vía presenta cortes en piroclastos sueltos, erosión lateral y material fino removible. La anchura es reducida, por lo que requiere mantenimiento y control de taludes.

FOTO N.º 05



Network: 31 oct. 2025 11:08:55 a. m. GMT-05:00
 Local: 31 oct. 2025 11:08:53 a. m. GMT-05:00
 16°40'38.002"S 70°58'8.285"W
 s/n Calle Moquegua
 C.p Villa de Omate
 Omate
 General Sanchez Cerro
 Moquegua
 Altitud:2291.3msnm
 Velocidad:0.0km/h

Se muestra la vista panorámica del **C.P. Villa de Omate** desde una ladera alta del Cerro Pucará. En primer plano se observa un talud con acumulación de **material suelto clasto–soportado**, producto de remoción y nivelación previa. Al fondo se aprecia el valle agrícola y la zona urbana asentada en la terraza fluvial del río Omate. La zona urbana al fondo, asentada en terracedamiento aluvial, presenta menor susceptibilidad directa, aunque podría recibir caída de bloques desde laderas cercanas.

FOTO N.º 06



Network: 31 oct. 2025 10:54:14 a. m. GMT-05:00
 Local: 31 oct. 2025 10:54:12 a. m. GMT-05:00
 16°40'6.809"S 70°57'33.593"W
 Carretera a Quinistacas
 Chichilin
 General Sanchez Cerro
 Moquegua
 Altitud:2461.1msnm
 Velocidad:0.0km/h

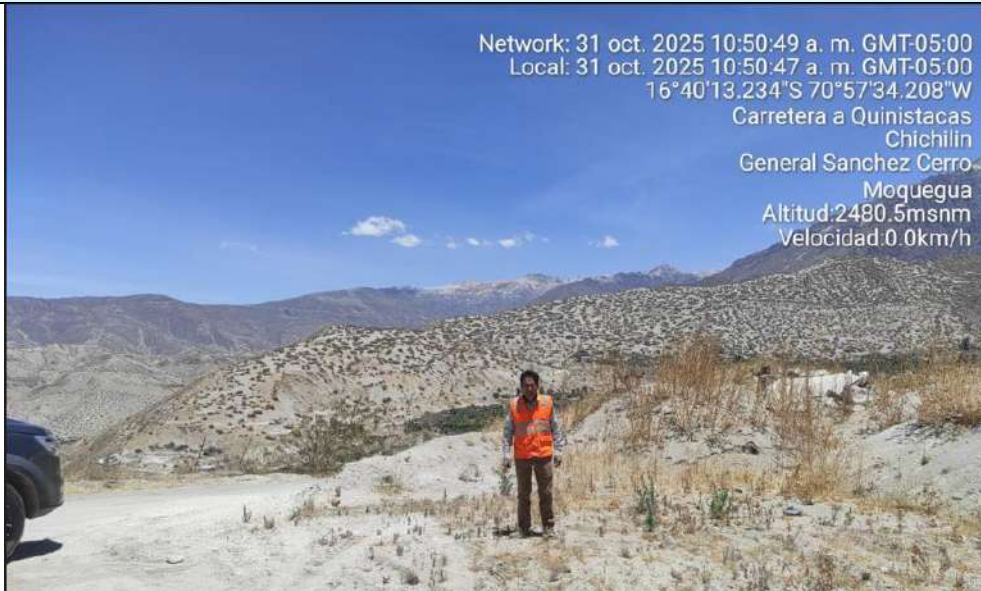
Se muestra un punto elevado en la ruta a Quinistacas, con vista hacia el valle agrícola del C.P. Villa de Omate. El entorno inmediato corresponde a una ladera cubierta por material volcánico claro y vegetación rala. Se aprecia material fino y cenizoso en superficie, fácilmente erosionable y susceptible a desprendimientos menores. La vegetación es escasa, predominando arbustos secos y matorral disperso.

FOTO N.º 07



Se muestra una de las laderas superiores de Chichilín, con superficie compuesta por material volcánico fino y claro, típico de depósitos piroclásticos. El material superficial es altamente susceptible a desprendimientos y erosión dinámica durante sismos moderados o fuertes. La cercanía del borde incrementa el riesgo de rodadura de fragmentos hacia los caminos inferiores.

FOTO N.º 08



Se muestra el punto alto de la carretera a Quinistacas, en el sector Chichilín. Se presencia una superficie cubierta por material volcánico claro. corresponde a una montaña sedimentaria disectada, con laderas convexas, taludes medios y acumulaciones superficiales de cenizas volcánicas. El relieve es semiárido y presenta erosión laminar y surcos; posee alta susceptibilidad a desprendimientos locales ante sismos moderados o fuertes.

FOTO N.º 10



Se muestra la ladera media del sector Chichilín, en la ruta a Quinistacas.. El terreno está compuesto por material volcánico claro y vegetación xerófila dispersa, predominando cactus columnares. La ladera presenta inclinaciones aproximadas de 20° a 35°, con aumento hacia las zonas superiores que alcanzan valores cercanos a 45°. La pendiente y la baja cohesión del material incrementan la probabilidad de rodadura de rocas hacia zonas inferiores.

FOTO N.º 11



La parte alta de un cerro Pucara en Omate, donde se ubican torres de telecomunicaciones y una pequeña edificación de soporte, estas antenas serán reubicadas para ahí construir el mirador del cerro Pucara. La ladera inmediata hacia la izquierda presenta pendientes de 35°-45°, mientras que la zona donde se ubica la infraestructura ha sido nivelada artificialmente, con pendientes menores (5°-15°).

FOTO N.º 12



Vista panorámica desde una ladera muy elevada sobre el Cerro Pucara de Omate. La zona inmediata muestra pendientes de 35° a 45°, clasificadas como fuertes a muy fuertes. Las laderas del fondo oscilan entre 25° y 45°, con terrazas intermedias más suaves. la combinación de pendiente muy alta y material piroclástico suelto, el sitio presenta susceptibilidad a deslizamientos muy superficiales durante sismos moderados o fuertes.

ANEXO 2. Datos estadísticos.

De acuerdo con el **Manual para la Evaluación del Riesgo v2.0 del CENEPRED**, los estudios de riesgo no requieren la presentación de datos estadísticos, ya que su enfoque es **cualitativo y determinístico**, orientado a identificar, analizar y valorar los peligros y vulnerabilidades específicas de un área o infraestructura existente. El objetivo principal es **caracterizar las condiciones físicas, ambientales y sociales** que inciden en el nivel de riesgo, mediante observación directa, análisis técnico y uso de información geoespacial, más que mediante proyecciones estadísticas o inferencias probabilísticas.

ANEXO 3. Otros.

De acuerdo con el Manual para la Evaluación del Riesgo por Peligros Naturales – Versión 2.0 del CENEPRED, la estructura metodológica del estudio se basa en el análisis de peligro, vulnerabilidad y exposición, complementado con la observación de campo y la interpretación espacial mediante herramientas geográficas (SIG). En este marco técnico, no se requiere incorporar anexos adicionales más allá de los indispensables para sustentar los resultados obtenidos —es decir, los planos temáticos elaborados en ArcGIS (geología, geomorfología, pendiente, entre otros) y el registro fotográfico del área evaluada.

El Manual establece que los estudios deben contener información verificable y suficiente para describir la situación de riesgo existente, pero no contempla la obligación de adjuntar

bases de datos, encuestas, fichas estadísticas ni documentos complementarios. Estos insumos solo se utilizan en estudios de carácter socioeconómico o de planificación territorial, no en evaluaciones técnicas de riesgo de infraestructura pública. Por tanto, para el proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURÍSTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURÍSTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA”, los únicos anexos necesarios y pertinentes son las fotografías georreferenciadas y los planos en ArcGIS, que sustentan visual y espacialmente los resultados del análisis técnico conforme al enfoque metodológico del CENEPRED v2.0

ÍNDICE DE MAPAS

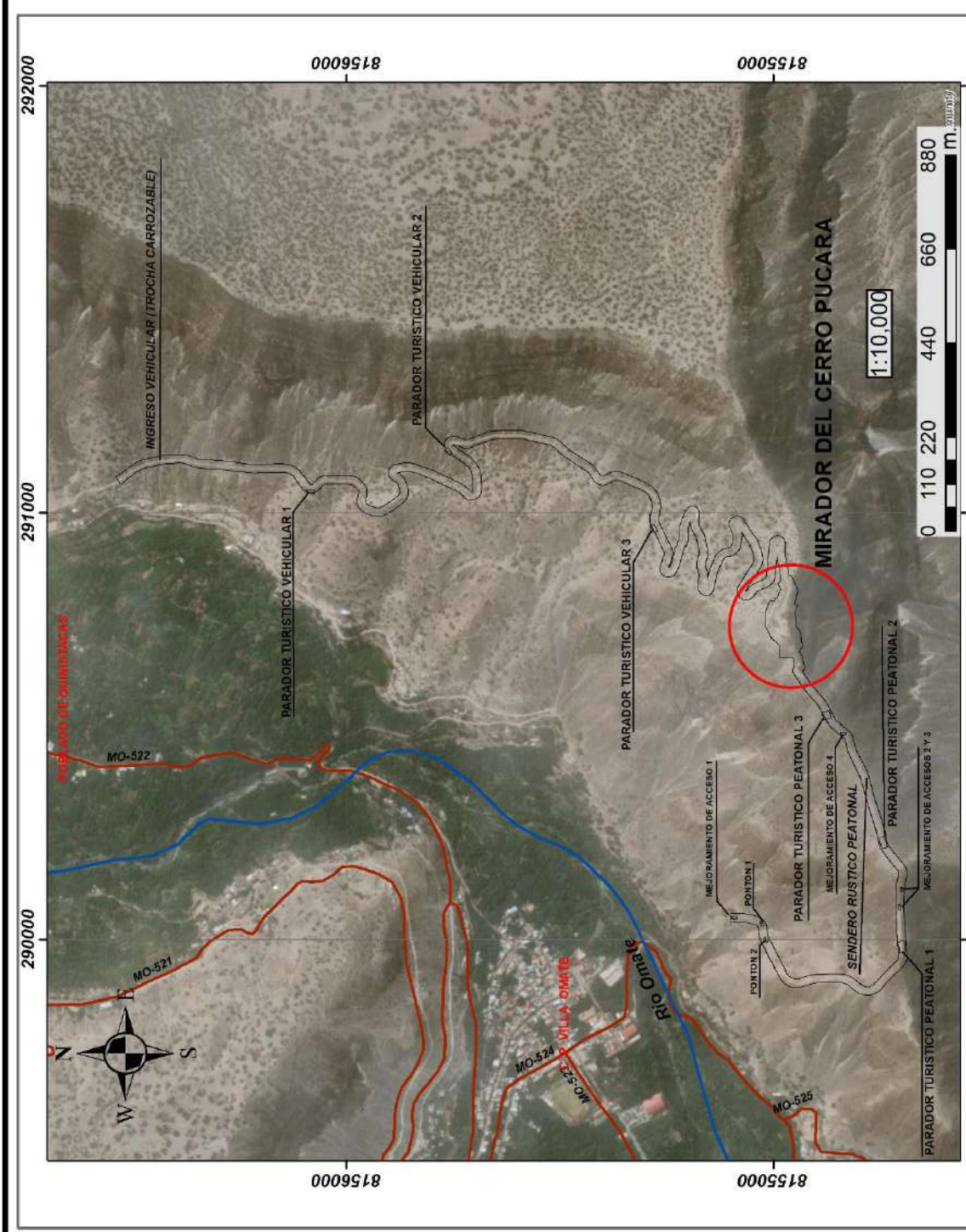
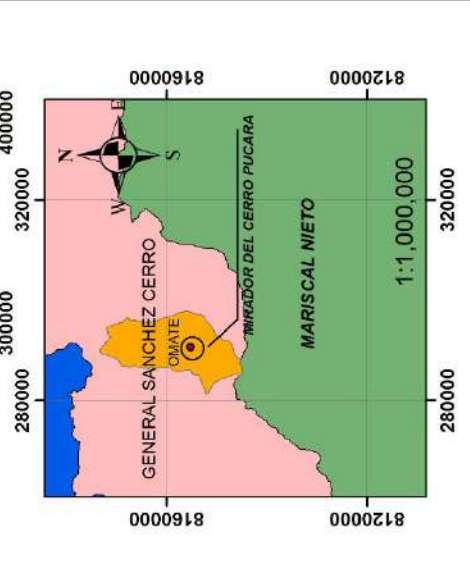
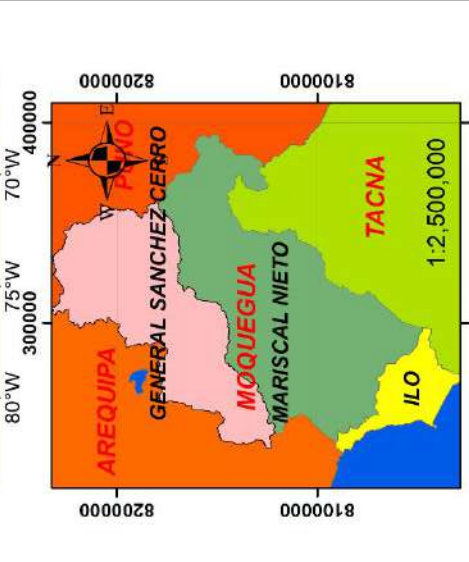
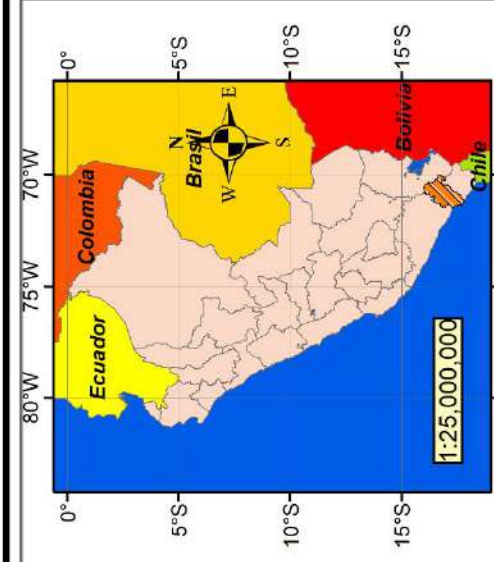
MAPA N° 1.- Mapa de localización	9
MAPA N° 2.- Mapa de localización	10
MAPA N° 3.- MAPA DE GEOLOGÍA	16
MAPA N° 4.- Mapa de unidades Geomorfológicas	20
MAPA N° 5.- Mapa de Pendiente	25
MAPA N° 6.- Mapa de sismicidad para el Perú, periodo 1960 al 2012	40
MAPA N° 7.- MAPA DE PELIGRO SISMICO DETERMINISTICO DE MOQUEGUA	41
MAPA N° 8.- Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014	42
MAPA N° 9.- Zonas sísmicas	45
MAPA N° 9.- Zonas sísmicas, zona del proyecto.	46
MAPA N° 10.- MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS	51
MAPA N° 11.- Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental	53
MAPA N° 12.- Mapa Sísmico del Perú se muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2023	54
MAPA N° 11.- Ruptura de placa	56
MAPA N° 13.- Intensidad de sismo y sus isosistas	66
MAPA N° 13.- Intensidad sísmica en el Cerro Pucara	68
MAPA N° 14.- Mapa de zonificación de peligro de sismo	71
MAPA N° 15.- Mapa de Vulnerabilidad	95
MAPA N° 16.- Mapa de riesgo ante sismo	99

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1.- Obtención del peligro, peso del parámetro	44
CUADRO N° 2.- MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	47
CUADRO N° 3.- MATRIZ DE NORMALIZACIÓN	47
CUADRO N° 4.- Elementos expuestos dimensión social	49
CUADRO N° 5.- Elementos expuestos dimensión Económica.	50
CUADRO N° 6.- Matriz de comparación de pares	55
CUADRO N° 7.- Matriz de Normalización	55
CUADRO N° 8.- INDICE DE CONSISTENCIA	55
CUADRO N° 9 Matriz de Comparación De Pares	57
CUADRO N° 10 Matriz de Normalización	57
CUADRO N° 11 Matriz De Comparación De Pares	58
CUADRO N° 12 Matriz De Normalización	58
CUADRO N° 13 Matriz de comparación de pares	59
CUADRO N° 14 Matriz de normalización	59
CUADRO N° 15 Matriz De Comparación De Pares	60
CUADRO N° 16 Matriz De Normalización	60
CUADRO N° 17.- Ponderación de los parámetros de susceptibilidad	61
CUADRO N° 18 Matriz de Comparación de pares	63

CUADRO N° 19 Matriz de Comparación de pares	63
CUADRO N° 20 Matriz de Comparación de pares	64
CUADRO N° 21 Matriz de normalización	64
CUADRO N° 22 Matriz de Comparación de pares	65
CUADRO N° 23 Matriz de normalización	65
CUADRO N° 24 Descriptores del Parámetro de Evaluación del Peligro	67
CUADRO N° 25 Matriz de comparación de pares	67
CUADRO N° 26 Matriz de normalización para el parámetro intensidad del sismo	67
CUADRO N° 27 Niveles de peligro	69
CUADRO N° 28 Estratificación del peligro	70
CUADRO N° 29.-MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO	73
CUADRO N° 30.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL	73
CUADRO N° 31.- DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL	74
CUADRO N° 32.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA	74
CUADRO N° 33.- MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA	75
CUADRO N° 34.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA	76
CUADRO N° 35.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICIÓN ECONOMICA	76
CUADRO N° 36.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA	76
CUADRO N° 37.- MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO	79
CUADRO N° 38.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL	79
CUADRO N° 39.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL	79
CUADRO N° 40.-INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA	79
CUADRO N° 41.-MATRIZ DE COMPARACION PARA FRAGILIDAD ECONOMICA	80
CUADRO N° 42.- MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION ECONOMICA	80
CUADRO N° 43.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE FRAGILIDAD ECONOMICA	81
CUADRO N° 44.- INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA	81
CUADRO N° 45.- MATRIZ DE COMPARACION de PARAMETROS	86
CUADRO N° 46.-MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA	87
CUADRO N° 47.- MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA	87
CUADRO N° 48.-DESCRIPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA	87
CUADRO N° 49.- INICE Y RELACION DE COSNSITENCIA RESILIENCIA ECONOMICA	88
CUADRO N° 50.- MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA	88
CUADRO N° 51.- MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA	89
CUADRO N° 52.- DESCRIPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA	89
CUADRO N° 53.- INICE Y RELACION DE CONSISTENCIA RESILIENCIA ECONOMICA	89
CUADRO N° 54.-VALOR DE LA EXPOSICION SOCIAL	92
CUADRO N° 55.- VALOR DE LA FRAGILIDAD SOCIAL POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES	92
CUADRO N° 56.- VALOR DE LA DIMENSION SOCIAL POR COMPONENTES	92
CUADRO N° 57.- VALOR DE LA EXPOSICION ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES	93
CUADRO N° 58.- VALOR DE LA FRAGILIDAD ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES	93
CUADRO N° 59.- VALOR DE LA RESILIENCIA ECONOMICA POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES	93
CUADRO N° 60.- VALOR DE LA DIMENSION ECONOMICA POR COMPONENTES	93
CUADRO N° 61.- VALOR DE LA VULNERABILIDAD POR DIMENSIONES	94
CUADRO N° 62 Estratificación de la vulnerabilidad	94
CUADRO N° 63 Niveles de Riesgo	96
CUADRO N° 64 Matriz del riesgo.	96
CUADRO N° 65 Estratificación del nivel de Riesgo.	97
CUADRO N° 66 CUALITATIVO	98
CUADRO N° 67 CUANTITATIVO	98
CUADRO N° 68 Niveles de consecuencias	107
CUADRO N° 69 Niveles de frecuencia de recurrencia	107
CUADRO N° 70 Nivel de Consecuencia y Daño	108
CUADRO N° 71 Aceptabilidad y/o tolerancia	108
CUADRO N° 72 Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo	108
CUADRO N° 73 Prioridad de Intervención	109

ANEXO 4. Planos



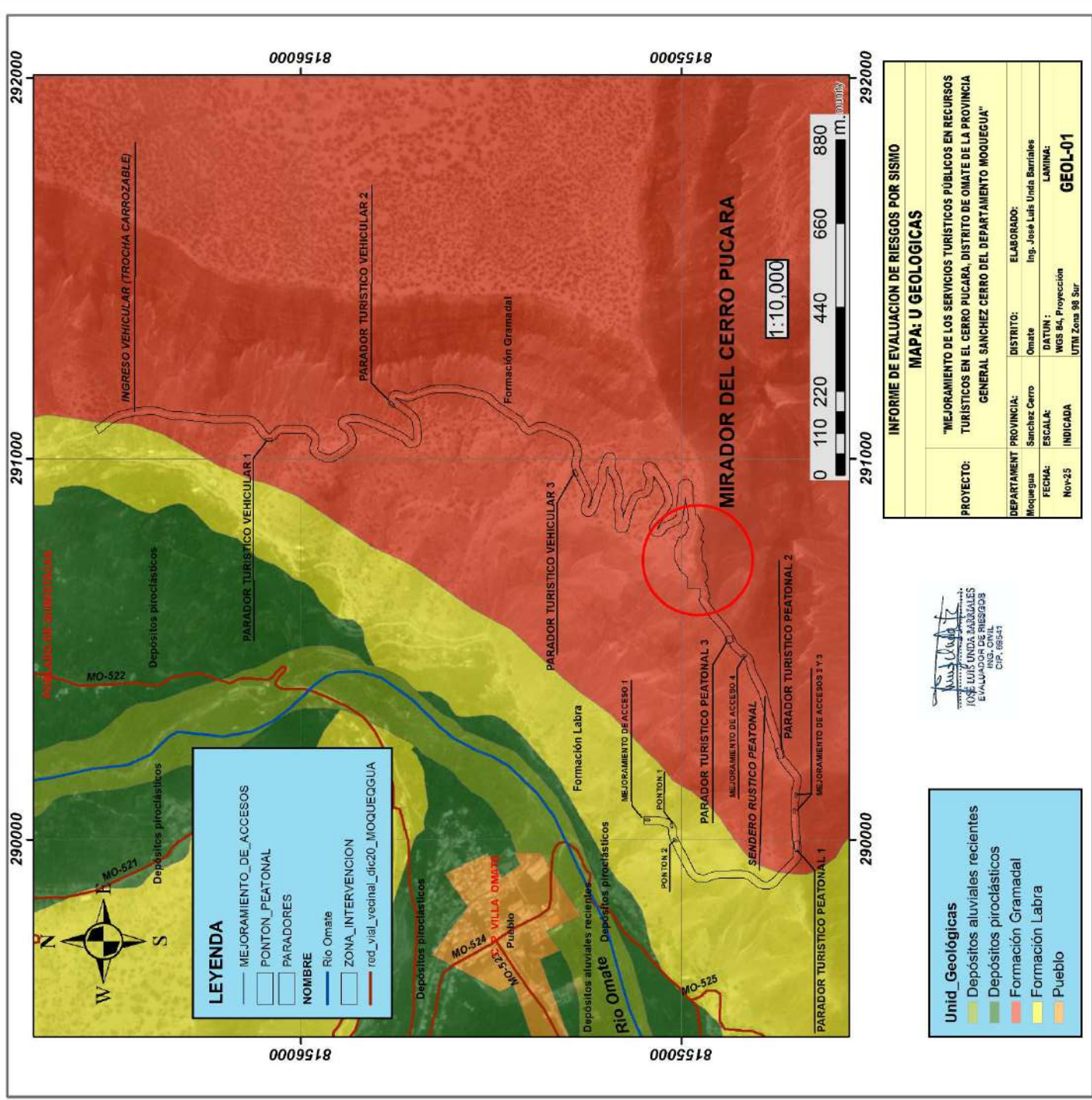
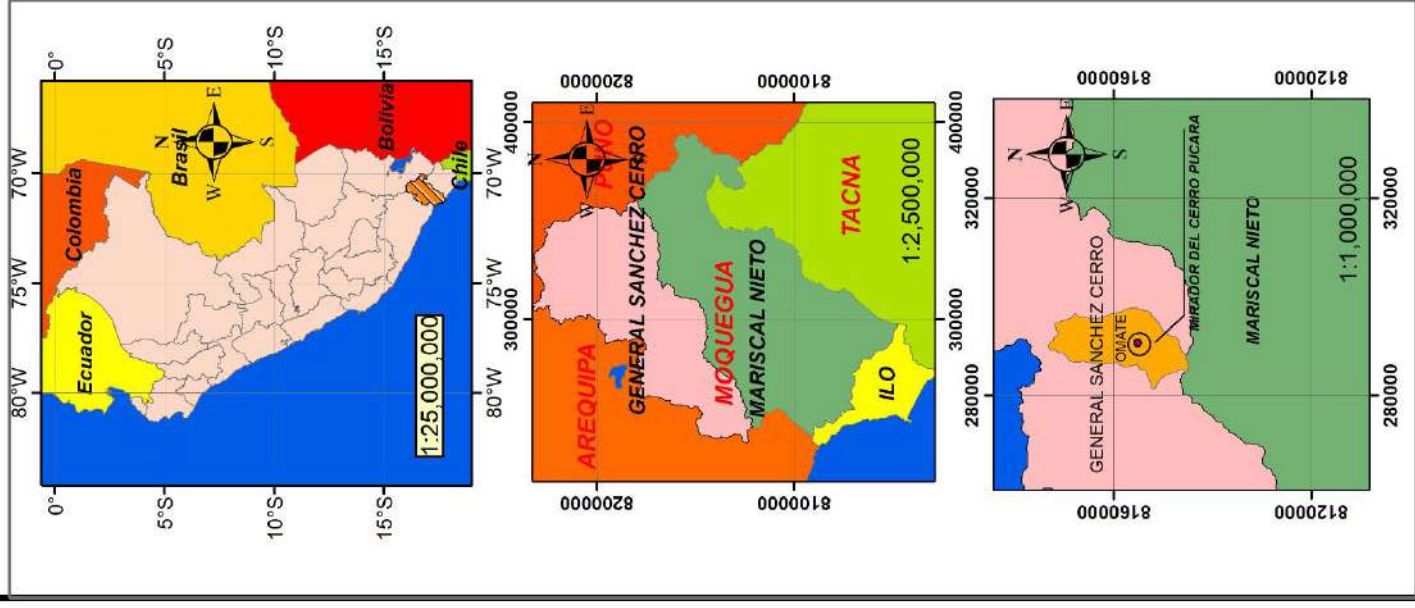
LEYENDA

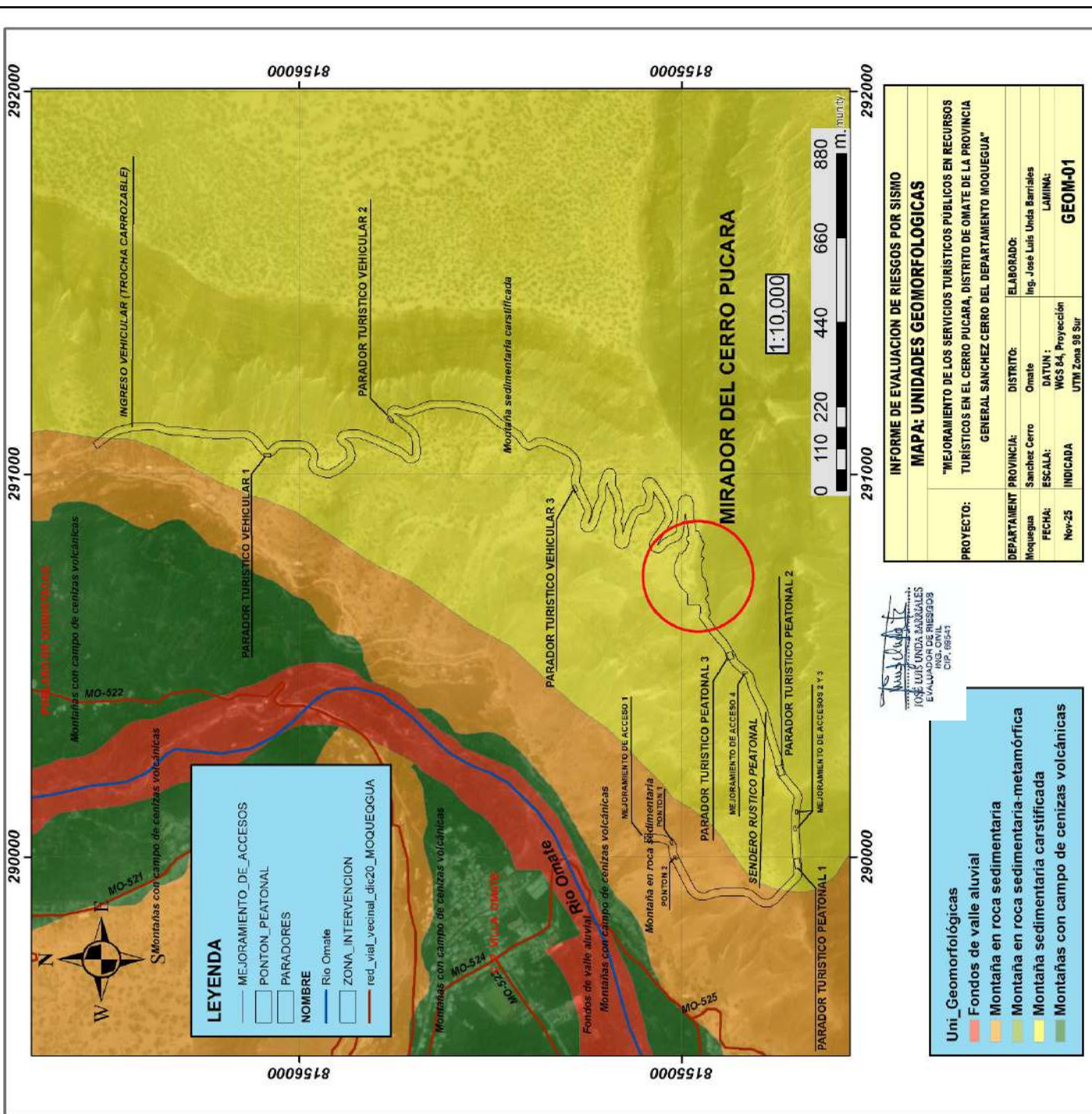
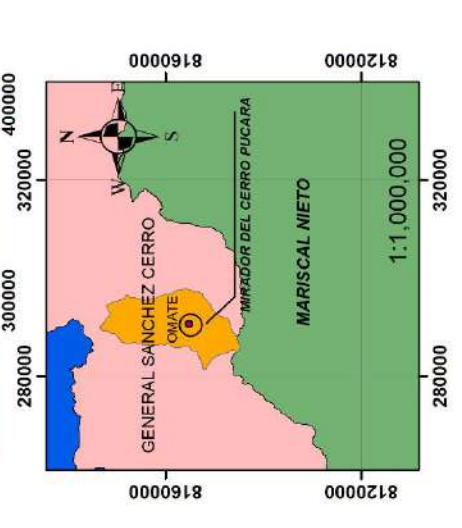
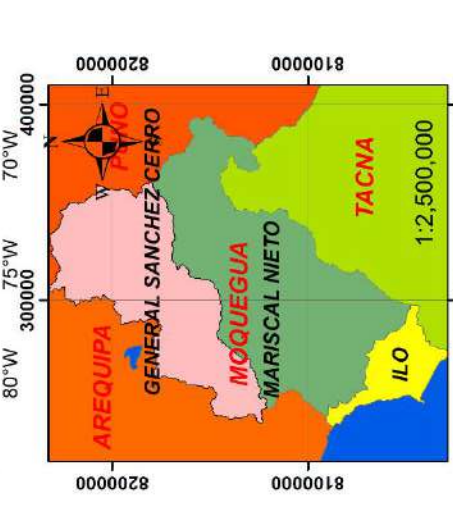
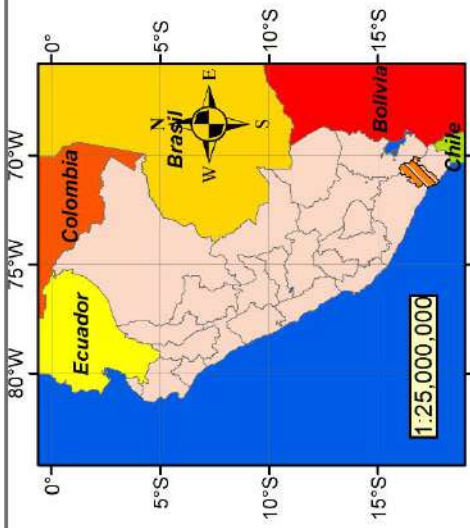
- MEJORAMIENTO DE ACCESOS
- PONTON PEATONAL
- PARADORES
- NOMBRE
- Rio Omate
- ZONA INTERVENCION
- red_vial_vecinal_dic20_MOQUEGUA

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 INGENIERO EN SISTEMAS DE
 E VALUACIÓN DE RIESGOS
 CIP: 68543

INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: LOCALIZACION

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PUBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMAATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO:	Provincia:	DISTRITO:	ELABORADO:
Moquegua	Sanchez Cerro	Omate	Ing. José Luis Unda Barriales
FECHA:	ESCALA:	DATUM:	LAMINA:
Nov-25		WGS 84, Proyección UTM Zona 98 Sur	L-01





LEYENDA

—	MEJORAMIENTO_DE_ACCESOS
□	PONTON_PEATONAL
□	PARADORES
□	NOMBRE
—	Río Omate
□	ZONA_INTERVENCION
—	red_vial_vecinal_dic20_MOQUEGUA

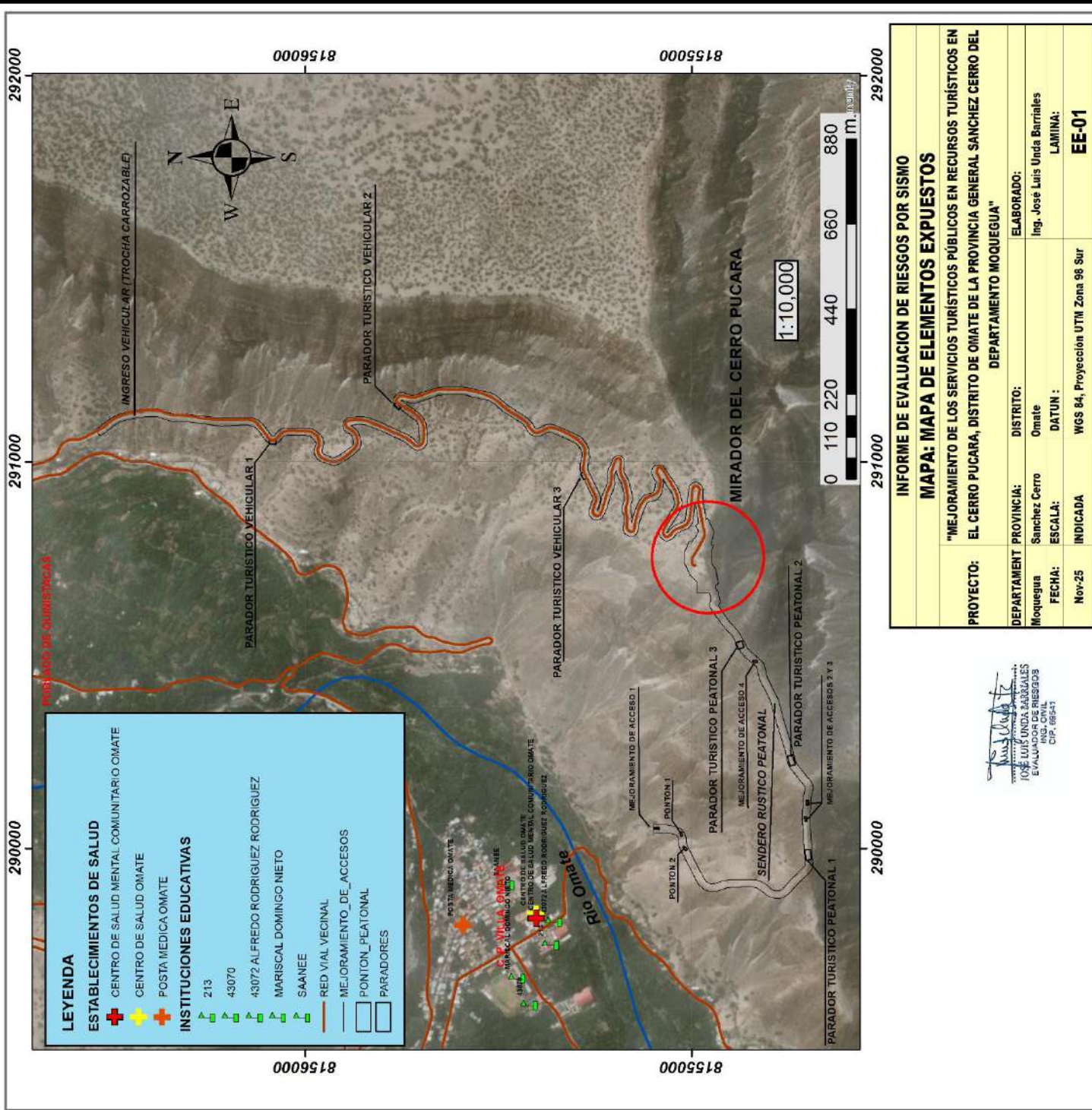
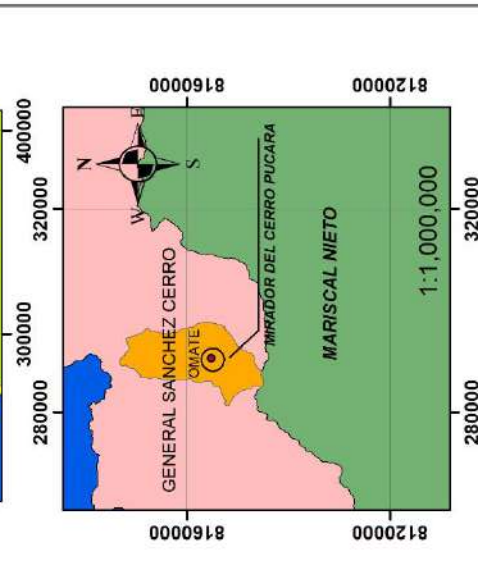
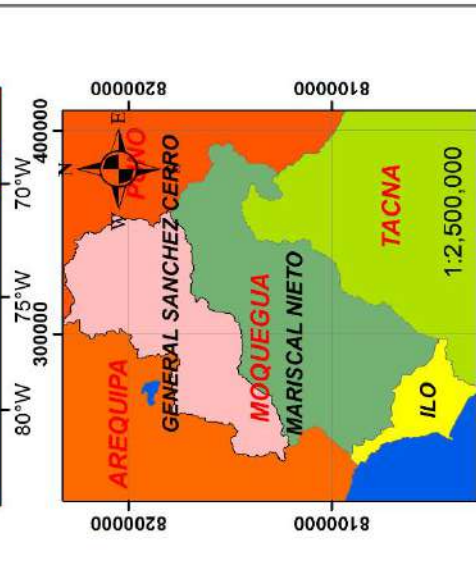
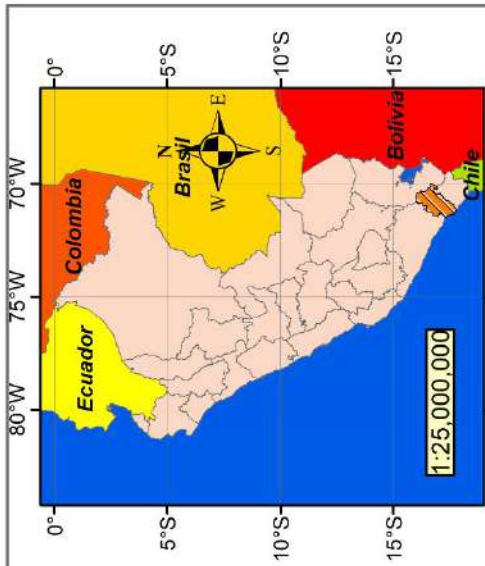
Uni_Geomorfológicas

■	Fondos de valle aluvial
■	Montaña en roca sedimentaria
■	Montaña en roca sedimentaria-metamórfica
■	Montaña sedimentaria carsificada
■	Montañas con campo de cenizas volcánicas

INGENIERO EN GEOMORFOLOGIA
ING. JOSÉ LUIS BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 68843

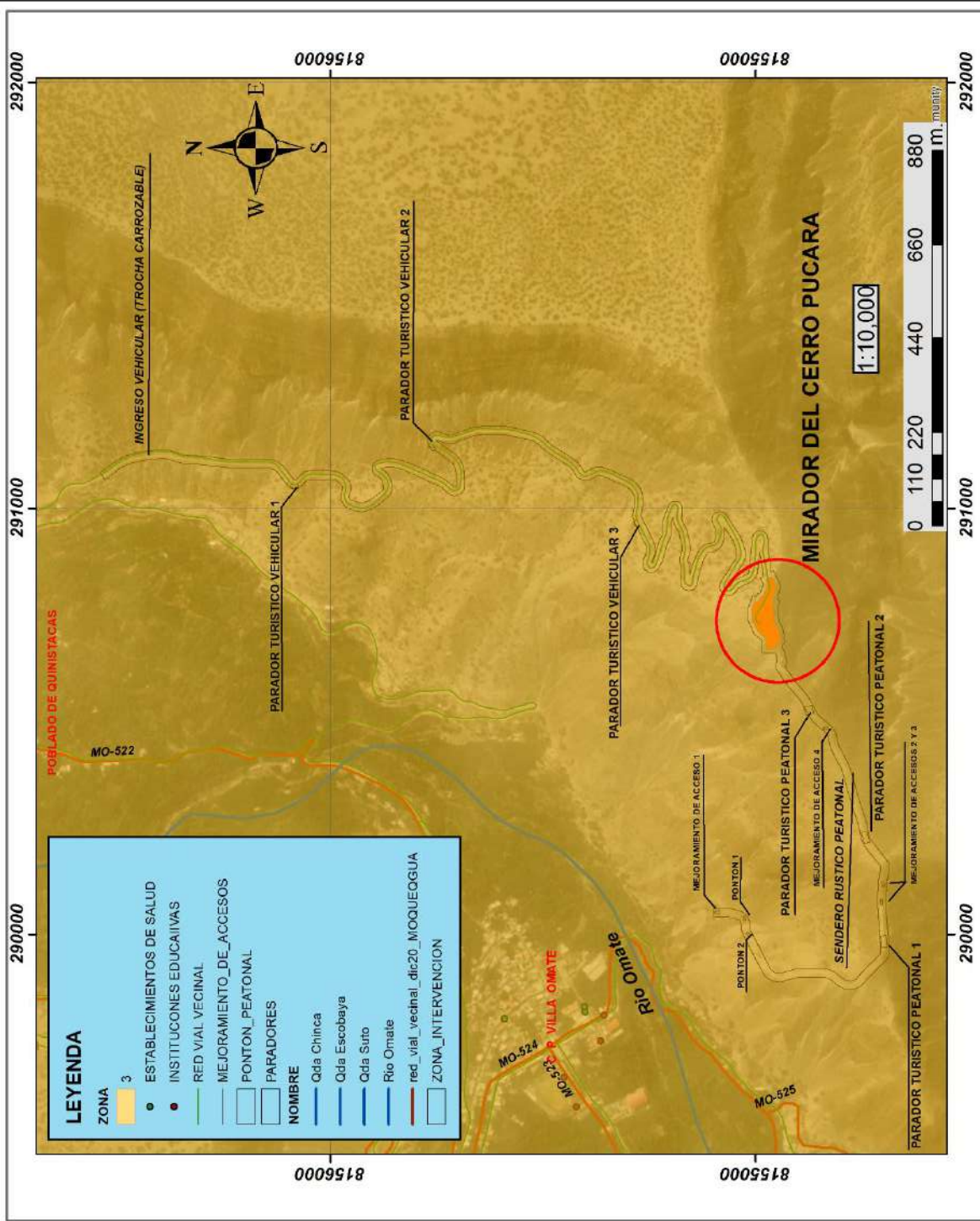
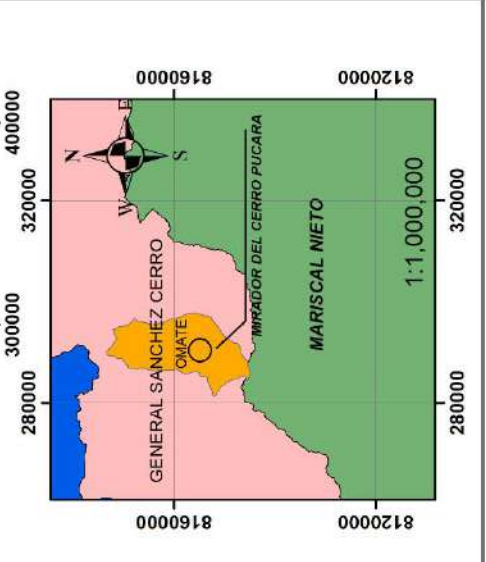
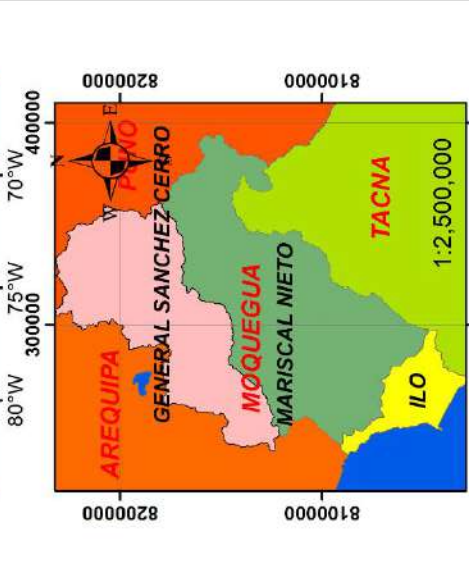
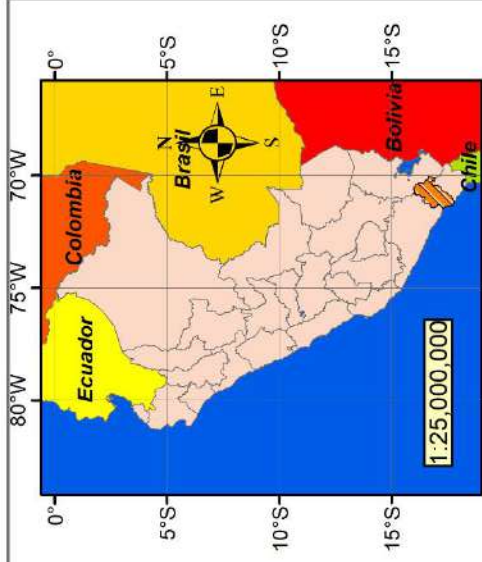
INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PUBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	DISTRITO:	Omate
PROVINCIA:	Sánchez Cerro	ELABORADO:	Ing. José Luis Barrales
FECHA:	Nov-25	DATUM:	WGS 84, Proyección UTM Zona 9S Sur
ESCALA:	Nov-25	LAMINA:	GEOM-01
INDICADA:	Nov-25	INDICADA:	GEOM-01



INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO			
MAPA: MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS			
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PUBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"			
PROYECTO:	DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
Moquegua	Sanchez Cerro	Omate	Ing. José Luis Unda Barriales
FECHA:	ESCALA:	DATUM:	LAMINA:
Nov-25	INDICADA	WGS 84, Proyección UTM Zona 98 Sur	EE-01
ELABORADO:			
Ing. José Luis Unda Barriales			


 JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 66547



LEYENDA

ZONA 3	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
●	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
●	RED VIAL VECINAL
—	MEJORAMIENTO_DE_ACCESOS
—	PONTON_PEATONAL
□	PARADORES
NOMBRE	
Qda Chinca	
Qda Escobaya	
Qda Suto	
Río Omate	
red_vial_vecinal_dic20_MOQUEEGUA	
□	ZONA_INTERVENCIÓN

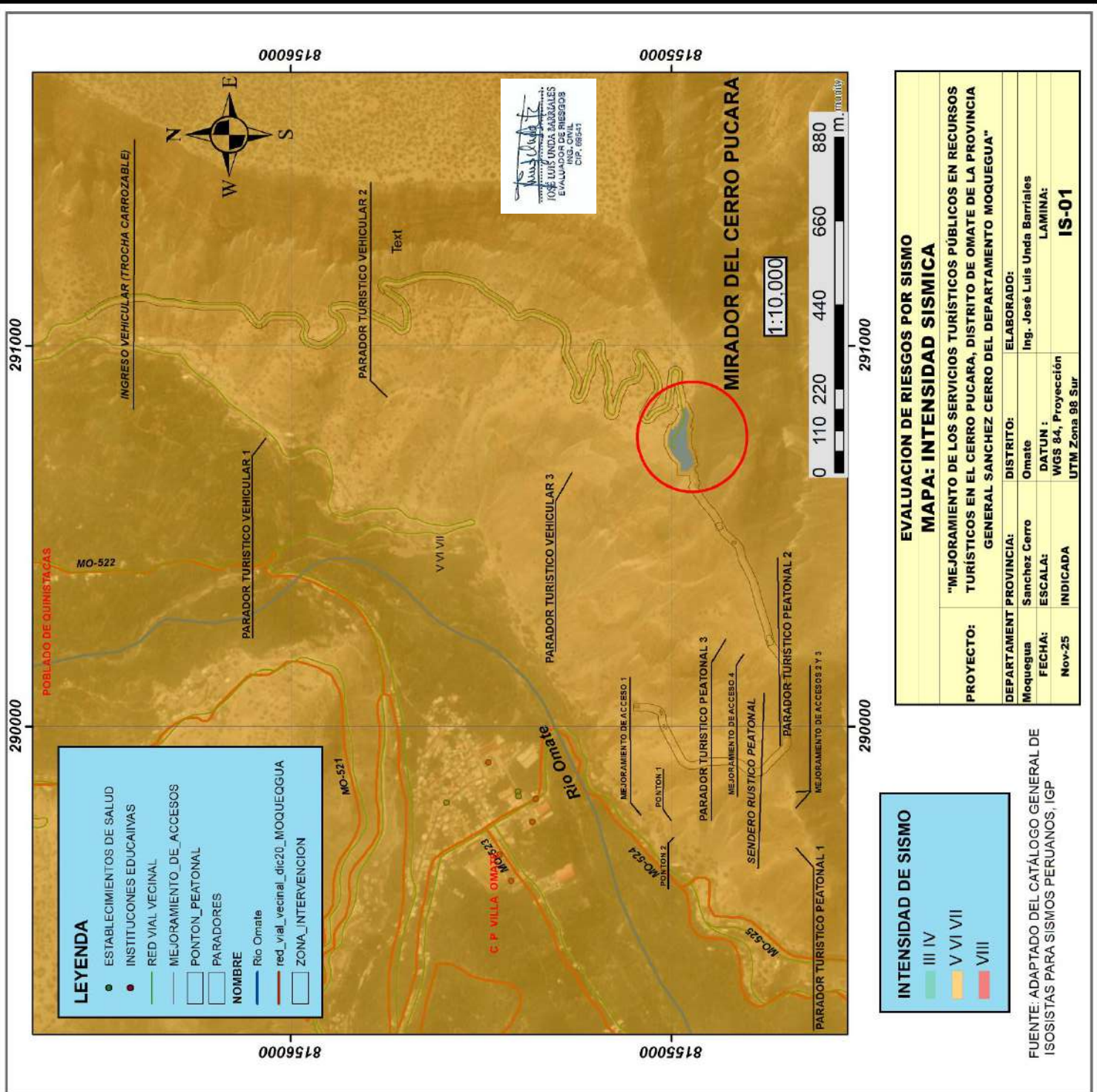
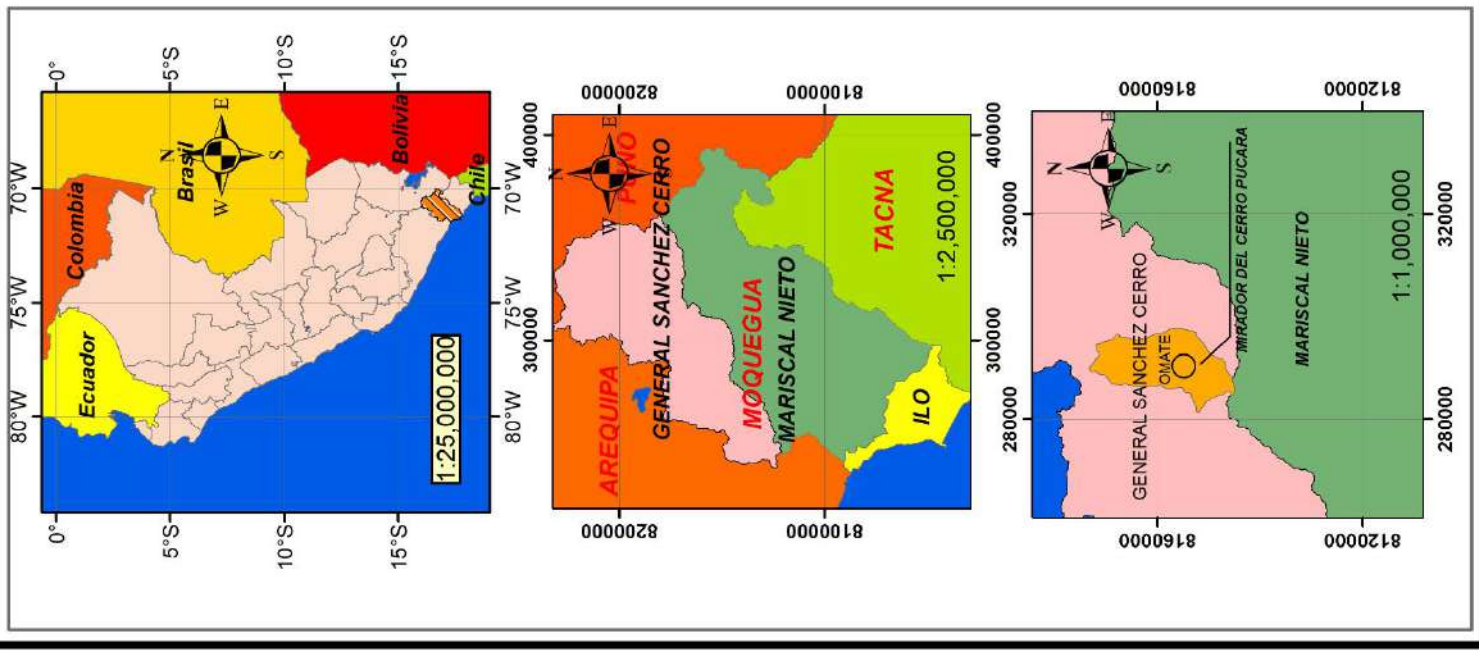
ZONA SISMICA

1	2	3	4
---	---	---	---

INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: ZONA SISMICA

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	PROVINCIA:	Sanchez Cerro
DISTRITO:	OMATE	ELABORADO:	Ing. José Luis Unda Barrales
FECHA:	Nov-25	DATUM:	WGS 84, Proyección UTM Zona 98 Sur
INDICADA		LAMINA:	ZS-01

Jose Luis Unda Barrales
 JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
 INGENIERO EN SISTEMAS DE
 EVALUACION DE RIESGOS
 D.P. 68243



LEYENDA

●	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
●	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
—	RED VIAL VECINAL
—	MEJORAMIENTO DE ACCESOS
□	PONTON PEATONAL
□	PARADORES
NOMBRE	
—	Rio Omate
—	red_vial_vecinal_dtc20_MOQUEGUA
□	ZONA_INTERVENCION

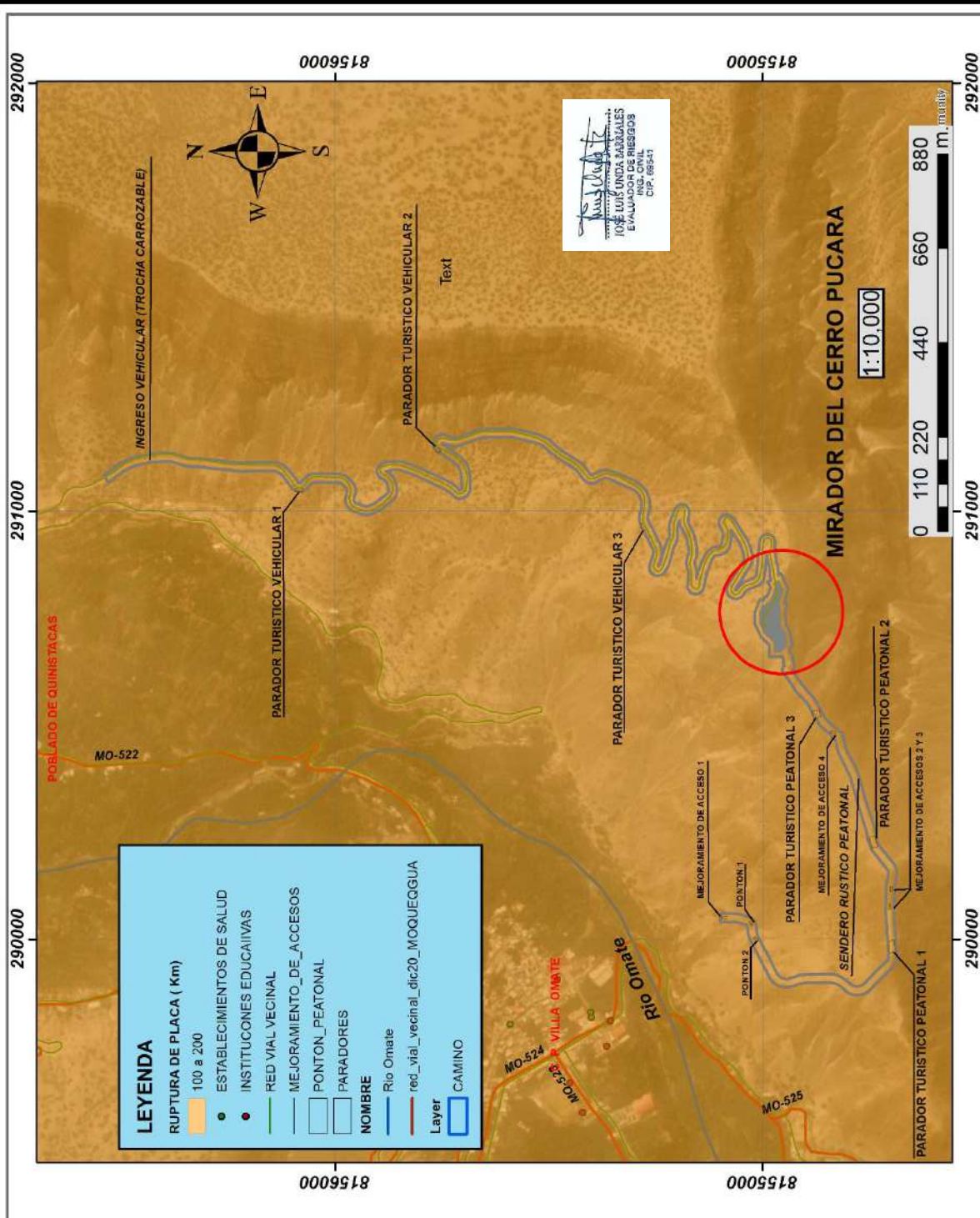
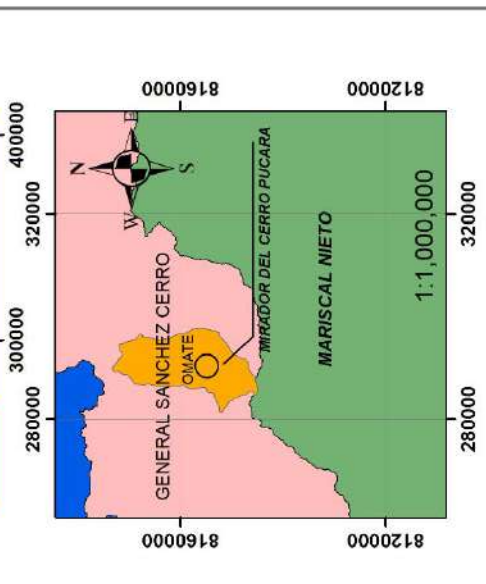
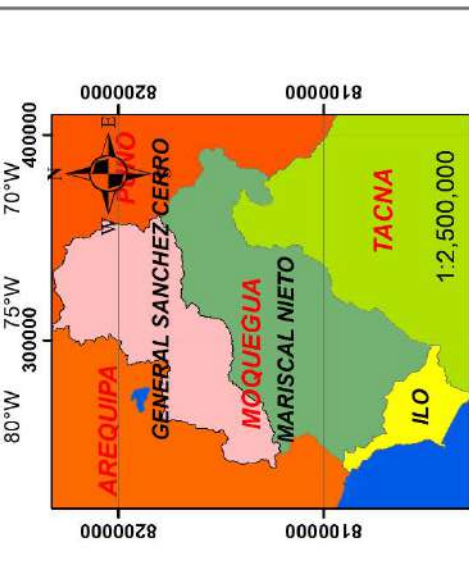
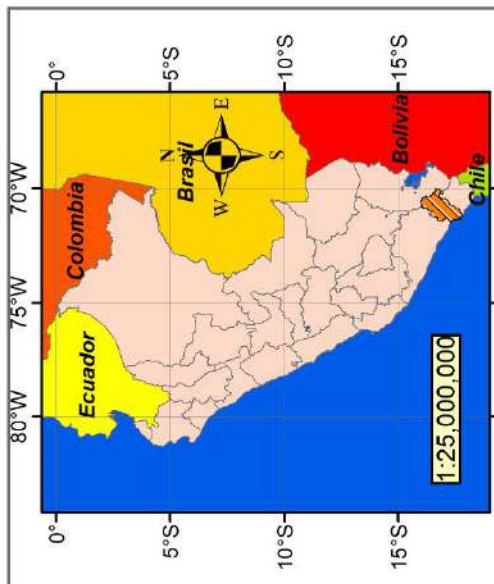
INTENSIDAD DE SISMO

III	IV
V	VI
VII	VIII

EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: INTENSIDAD SISMICA

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	PROVINCIA:	Sanchez Cerro
DISTRITO:	Sanchez Cerro	DISTRITO:	Omate
FECHA:	Nov-25	DATUM:	WGS 84, Proyección UTM Zona 98 Sur
ELABORADO:	Ing. José Luis Unda Barriales		
LAMINA:	IS-01		

FUENTE: ADAPTADO DEL CATÁLOGO GENERAL DE ISOSISTAS PARA SISMIOS PERUANOS, IGP



LEYENDA

	RUPTURA DE PLACA (Km)
	100 a 200
	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS
	RED VIAL VECINAL
	MEJORAMIENTO_DE_ACCESOS
	PONTON_PEATONAL
	PARADORES
	NOMBRE
	Rio Omate
	red_vial_vecinal_dic20_MOQUEGUA
	CAMINO

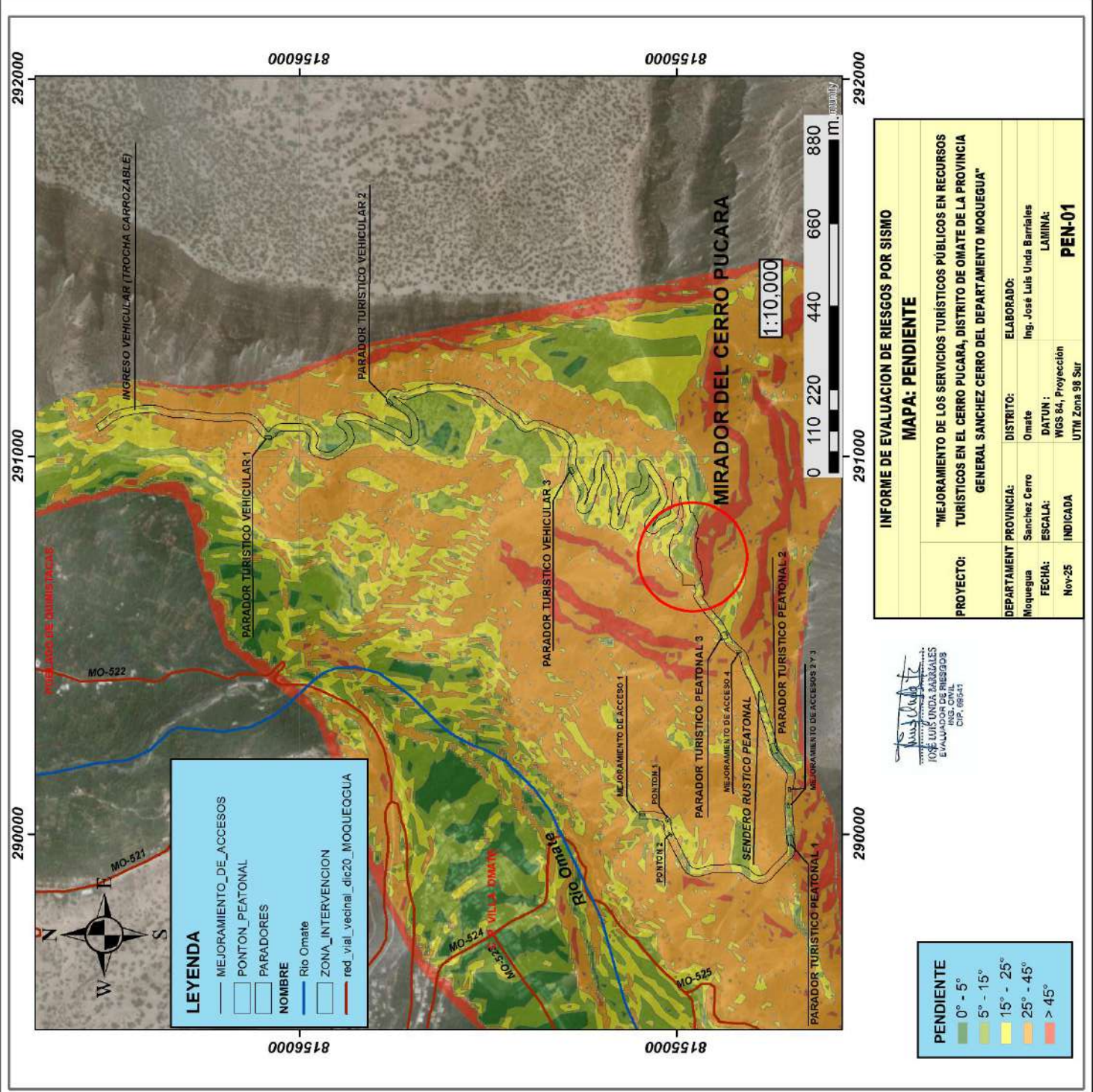
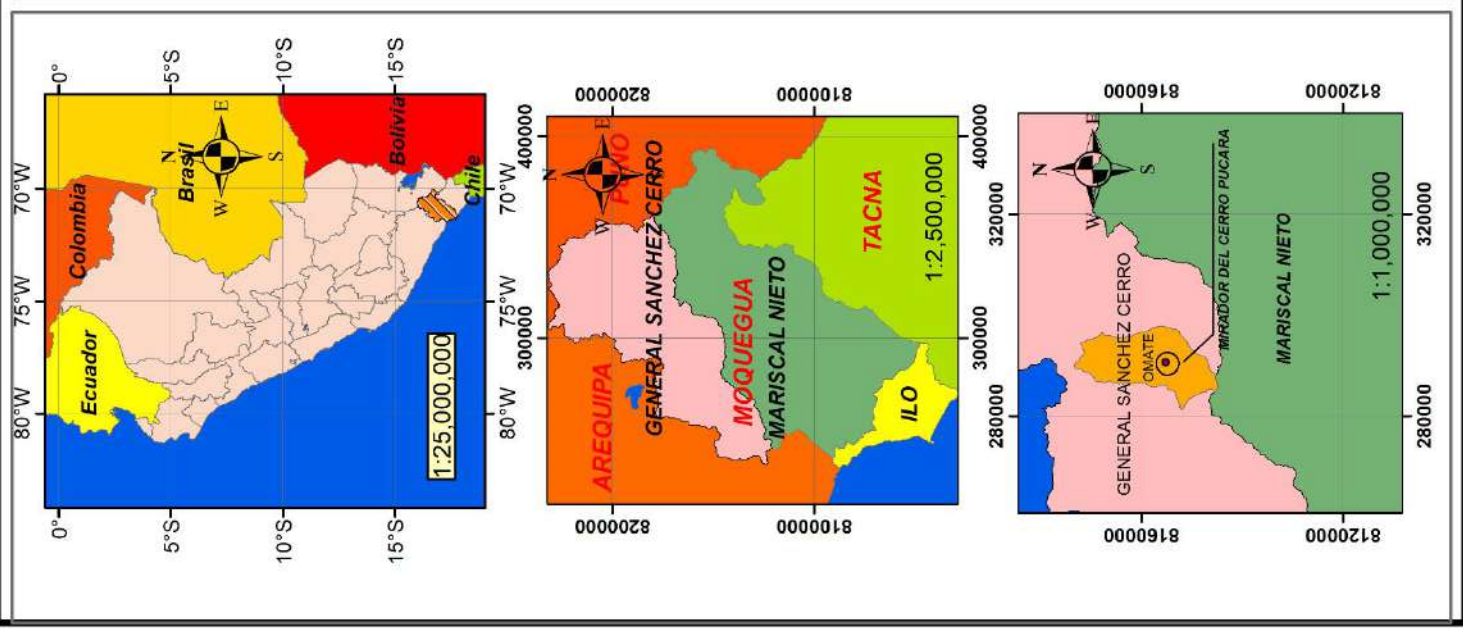
RUPTURA DE PLACA (Km)

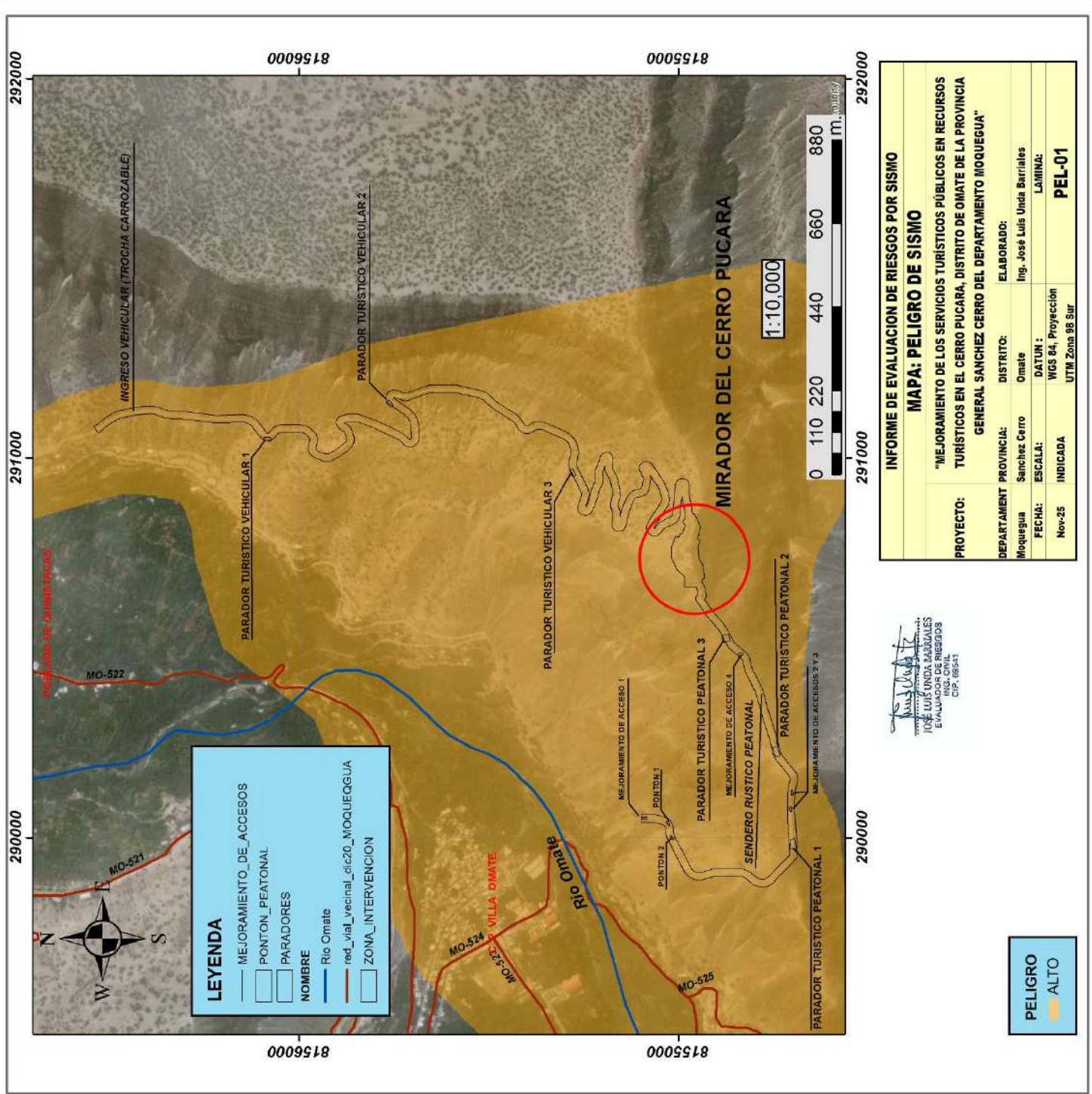
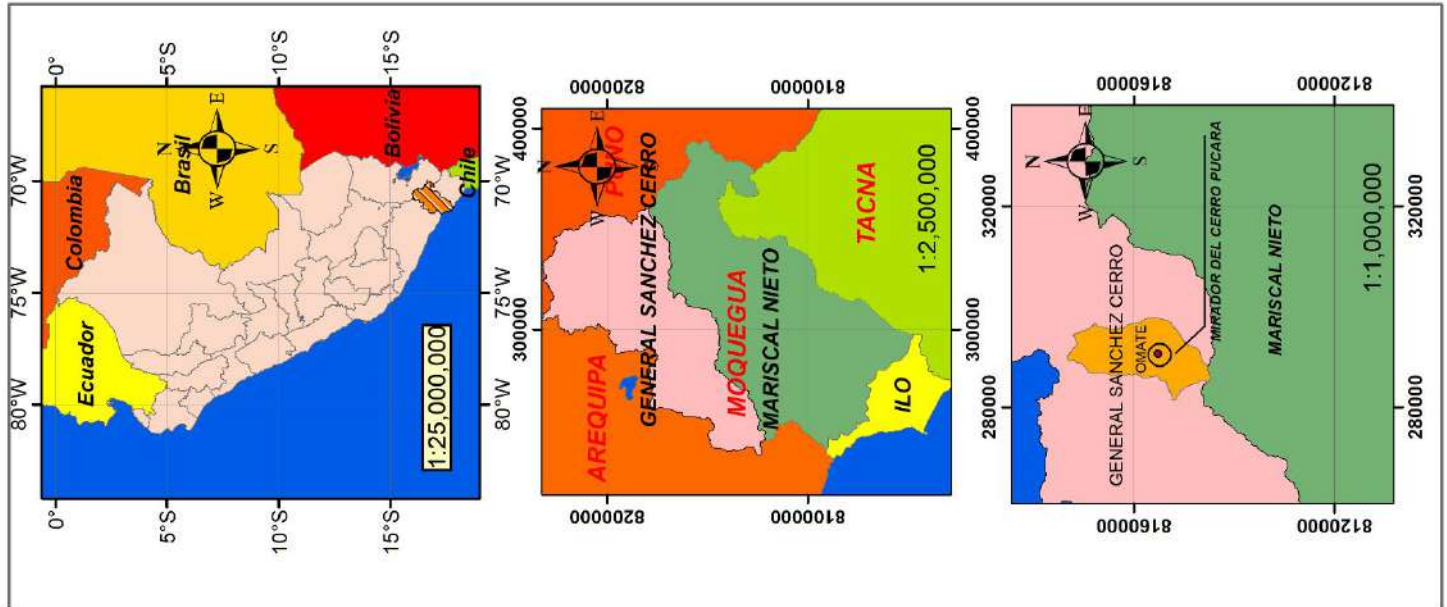
	0 a 25
	25 a 50
	50 a 100
	100 a 200
	200 a 500

EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: RUPTURA DE PLACA

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PÚBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMA TE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO PROVINCIA:	Moquegua	Sanchez Cerro	Omate
FECHA:	Nov-25	INDICADA	
DISTRITO:	Omate	ELABORADO:	Ing. José Luis Unda Barria les
DATUM:	WGS 84, Proyección	LAMINA:	
UTM Zona 9B Sur		RP-01	

JOSÉ LUIS UNDA BARRIA LES
 INGENIERO EN RIESGOS
 CIP: 68541

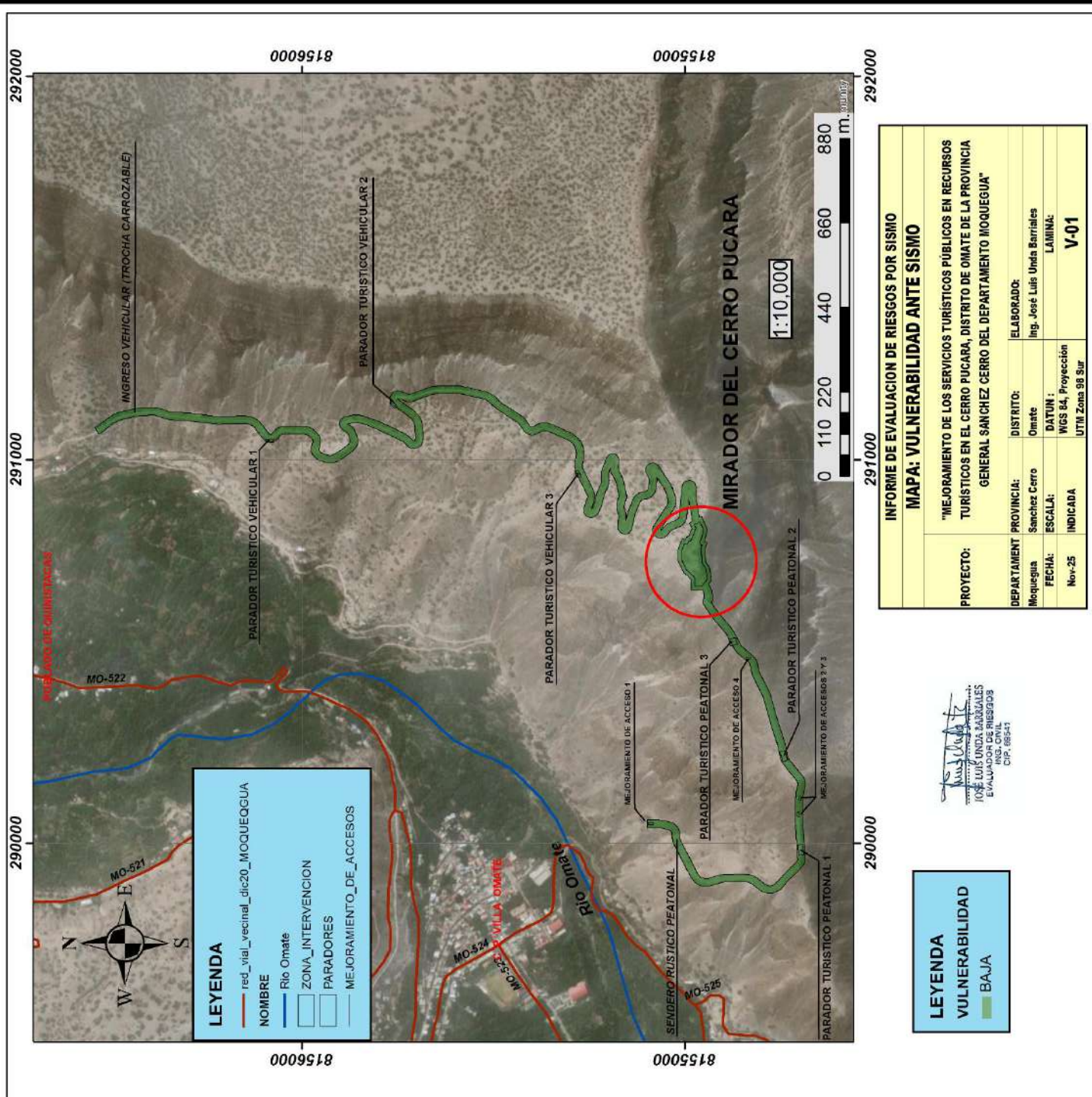
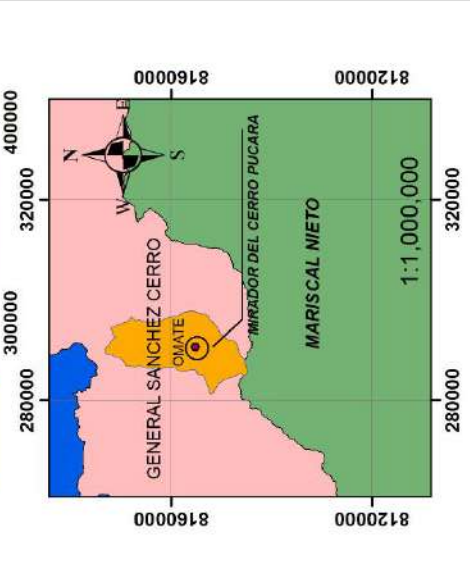
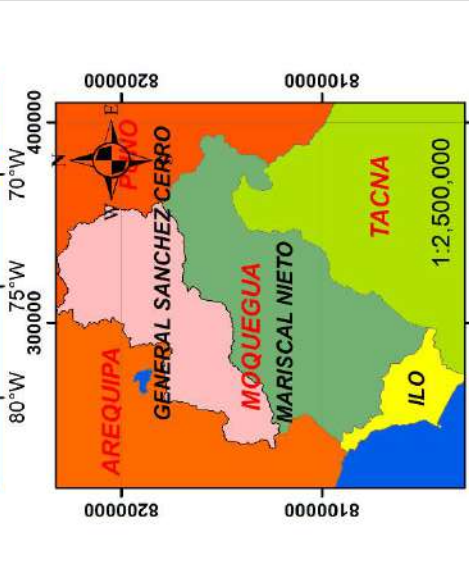
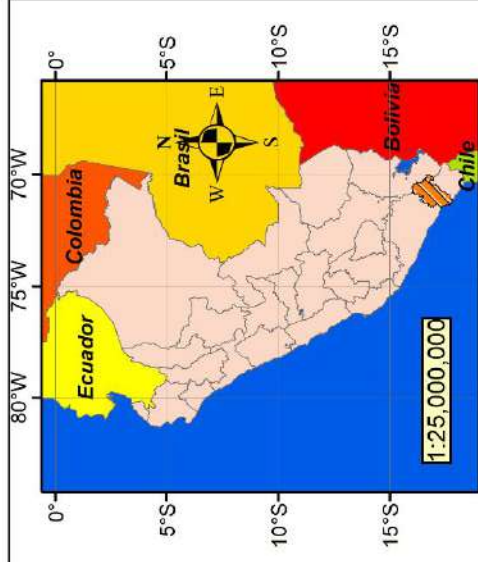




INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO
MAPA: PELIGRO DE SISMO

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PUBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMATE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	DISTRITO:	Omate
ELABORADO:	Ing. José Luis Unda Barriales		
FECHA:	Nov-25	DATUM:	WGS 84, Proyección UTM Zona 98 Sur
INDICADA:	Nov-25	LAMINA:	PEL-01

José Luis Unda Barriales
 JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 ING. CIVIL
 EVALUADOR DE RIESGOS
 CIP. 68943



LEYENDA

NOMBRE	LEYENDA
red_vial_vecinal_dic20_MOQUEGUA	[Línea roja]
Río Omate	[Línea azul]
ZONA_INTERVENCIÓN	[Área sombreada verde]
PARADORES	[Línea negra]
MEJORAMIENTO_DE_ACCESOS	[Línea negra]

LEYENDA

VULNERABILIDAD	[Área sombreada verde]
BAJA	[Área sombreada verde]

INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO

MAPA: VULNERABILIDAD ANTE SISMO

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS TURISTICOS PUBLICOS EN RECURSOS TURISTICOS EN EL CERRO PUCARA, DISTRITO DE OMA TE DE LA PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DEL DEPARTAMENTO MOQUEGUA"		
DEPARTAMENT	PROVINCIA:	DISTRITO:	ELABORADOR:
Moquegua	Sánchez Cerro	Omate	Ing. José Luis Unda Barriales
FECHA:	ESCALA:	DATUM :	LAMINA:
Nov-25	WGS 84, Proyección	UTM Zona 98 Sur	V-01

José Luis Unda Barriales
 JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL INGENIERO
 CIP. 86541

