



PERÚ

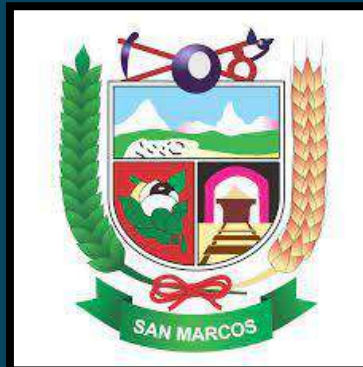
Ministerio de Defensa



CENEPRED

Centro Nacional de Estimación, Prevención y
Reducción del Riesgo de Desastres

"Promoviendo Cultura de Prevención"



INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO, CORRESPONDIENTE A LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN MARCOS, DE LA PROVINCIA DE HUARI DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH



DICIEMBRE 2021

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO:

Municipalidad Distrital de San Marcos – zona urbana, Provincia de Huari del Departamento de Ancash.

ASISTENCIA TÉCNICA Y ACOMPAÑAMIENTO DEL CENEPRED:

Sr. Federico Gerardo Bouroncle Díaz
Responsable de la Dirección de Gestión de Procesos

Coordinador Técnico del CENEPRED

Ing. Juan Carlos Montero Chirito

Evaluador de Riesgos

Ing. Geóg. Eddy Charlie Condezo Chuquijajas.

Equipo Técnico:

Profesional de Apoyo SIG Ruth J. Ramos Ochoa

Profesional de Geología Hugo Labra.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	6
1.1 Objetivo general	6
1.2 Objetivos específicos	6
1.3 Finalidad.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Antecedentes	6
1.6 Marco normativo	8
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
2.1 Ubicación geográfica.....	9
2.1.1 Límites geopolíticos	9
2.1.2 Vías de acceso	9
2.1.3 Área de estudio	9
2.2 Características sociales	11
2.2.1 Población.....	11
2.2.2 Vivienda	12
2.2.3 Servicios básicos	12
2.2.4 Nivel educativo de la población	13
2.2.5 Salud	14
2.3 Características económicas	14
2.3.1 Actividades económicas	14
2.4 Características físicas	15
2.4.1 Condiciones geológicas.....	15
2.4.2 Condiciones geomorfológicas.....	18
2.4.3 Clasificación del suelo	20
2.4.4 Condiciones Geodinámicas.....	22
CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	33
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad	33
3.2 Recopilación y análisis de la información.....	33
3.3 Identificación del peligro.....	34
3.4 Caracterización del peligro.....	35
3.5 Ponderación de los parámetros de evaluación de los peligros	35
3.5.1 Parámetro: Aceleración sísmica del suelo.....	35
3.6 Susceptibilidad del territorio	37
3.6.1 Análisis del factor desencadenante	37
3.6.2 Análisis de los factores condicionantes	38
3.7 Análisis de elementos expuestos	41
3.7.1 Población.....	41
3.7.2 Vivienda	42
3.7.3 Institución educativa	42
3.7.4 Centro de Salud.....	42
3.7.5 Comisaria	42
3.7.6 Puentes	42
3.8 Definición de escenario de riesgo	44
3.9 Niveles de peligro.....	44

3.10	Estratificación del nivel de peligro	44
3.11	Mapa de peligro	45
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....		46
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad.....	46
4.2	Análisis de la dimensión social.....	46
4.2.1	Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad.....	47
4.2.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión social de la vulnerabilidad	47
4.2.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad.....	51
4.3	Análisis de la dimensión económica	52
4.3.1	Análisis de la exposición en la dimensión económica de la vulnerabilidad	52
4.3.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la vulnerabilidad	53
4.3.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión económica de la vulnerabilidad	56
4.4	Nivel de vulnerabilidad	57
4.5	Estratificación de la vulnerabilidad	57
4.6	Mapa de Vulnerabilidad	59
CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO		63
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo.....	63
5.2	Determinación de los niveles de riesgos.....	64
5.2.1	Niveles del riesgo	64
5.2.2	Matriz del riesgo	64
5.2.3	Estratificación del riesgo.....	65
5.2.4	Mapa del Riesgo.....	66
5.3	Cálculo de efectos probables.....	70
5.4	Medidas de prevención del riesgo.....	70
5.4.1	De orden estructural	70
5.4.2	De orden no estructural	71
5.5	Medidas de reducción del riesgo.....	71
5.5.1	De orden estructural	71
5.5.2	De orden no estructural	72
CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO		73
6.1	De la evaluación de las medidas.....	73
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	73
6.1.2	Control de riesgos.....	74
BIBLIOGRAFÍA		76
ANEXO		77
LISTA DE CUADROS		77
LISTA DE GRÁFICOS.....		78
LISTA DE FIGURAS		79
ANEXOS.....		80

PRESENTACIÓN

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su condición de organismo público adscrito al Ministerio de Defensa y en cumplimiento de sus funciones conferidas por la Ley N° 29664 – Ley que crea el SINAGERD, como ente responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención, reducción y reconstrucción.

Mediante la Ley N° 31084 Ley de Presupuesto del sector público para el Año Fiscal 2021, establece los recursos para financiar estudios para la prevención del riesgo de desastres, autoriza que durante el Año Fiscal 2021, a los Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, realizar transferencias financieras a favor del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y otras instituciones, con cargo a los recursos de su presupuesto institucional por las fuentes de financiamiento Recursos Ordinarios, Recursos Determinados en el rubro Canon y sobre canon, regalías, rentas de aduanas y participaciones, y Recursos Directamente Recaudados, para financiar la elaboración de estudios en campos relacionados a peligros generados por fenómenos de origen natural, comportamiento de los glaciares y ecosistemas de montaña; en relación con sus circunscripciones territoriales. Los recursos autorizados por el **Artículo 56 de la Ley N° 31084 “Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2021”** (en adelante Ley de Presupuesto) se ejecutan en el Programa Presupuestal 0068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres.

Al respecto, la Municipalidad distrital de San Marcos solicitó mediante Acuerdo de Consejo Municipal N° 285-2021-MDSM/HRI/A en el marco del Artículo 56 de la Ley N° 31084 de la Ley de Presupuesto, aprobar la transferencia a favor del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres para la ejecución de cinco (05) evaluaciones de Riesgo de Desastres en el distrito de San Marcos – Provincia de Huari – Departamento de Ancash, correspondientes a las Zonas de Chacuayonga, Vista Alegre, Millhuish, Quinuaragra, y la zona urbana de San Marcos.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED firmó convenio específico con el Gobierno Local a través del cual esta entidad transfiere los recursos para que el CENEPRED elabore Estudios relacionados a peligros generados por fenómenos de origen natural. Para los fines del Artículo 56 de la Ley de Presupuesto, se entenderá por Estudios los Informes de Evaluaciones de Riesgos.

Para el desarrollo del presente informe se realizaron las coordinaciones con los funcionarios de la Municipalidad (Alcalde distrital y el responsable de la Unidad de Gestión del riesgo de Desastres), para el reconocimiento de campo así como para el levantamiento de la información, y productos elaborados y/o disponibles: como Plano Catastral del centro poblado y proyectos de inversión presentados; insumos principales para la elaboración del respectivo Informe EVAR, asimismo, con la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) e Instituto de Estadística e Informática (INEI).

En el presente informe se aplica la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la fragilidad y resiliencia y determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Evaluación del Riesgo permite analizar el impacto potencial del área de influencia del peligro por sismo en el Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.

En este contexto, el departamento de Ancash a registrado sismos de magnitud mayor a 7.9 Mw. causando muertes, heridos, damnificados, destrucción parcial y/o total de las viviendas y unidades productoras; la historia nos ha dejado lecciones que aún no hemos aprendido y que pueden volver a ocurrir en un periodo de tiempo corto o largo.

La ocurrencia de los desastres es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su hábitat.

En el primer capítulo del informe, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la Evaluación del Riesgo del centro poblado y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dos dimensiones, el social y el económico. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: Exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por sismo de la zona urbana y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo general

Determinar el nivel del riesgo por **sismo** en el **Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.**

1.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro del área de influencia correspondiente.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo y determinando las medidas de control.
- Estimar los efectos probables.

1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda adopte las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en el marco de lo estipulado según la normativa vigente.

1.4 Justificación

Con el presente documento desarrollado en el marco del Artículo 56 de la Ley N° 31084, se sustenta la aprobación del presupuesto para la implementación de las acciones de prevención y/o reducción de riesgos por sismo en el Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.

1.5 Antecedentes

De acuerdo a la historia sísmica del Perú, la región centro ha sido afectada en varias oportunidades por eventos sísmicos de variada magnitud que han generado altos niveles de intensidad, puesta en evidencia con los daños observados post-sismo en cada ciudad y/o área urbana de la región (Silgado, 1978; Tavera et al. 2016). Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que, en el futuro, las mismas ciudades y/o áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos con la misma o mayor intensidad. Entonces, no es tan importante el tamaño del sismo, sino la intensidad del sacudimiento del suelo, la calidad de las construcciones y la educación de la población.

El movimiento tectónico de la placa Oceánica bajo la placa Continental genera la actividad sísmica en el sector occidental de la Cordillera de los Andes, una zona marcadamente sísmica, siendo el sismo del 31 de mayo de 1,970 el evento catastrófico más devastador en la historia moderna del país.

La región centro norte del territorio, donde se encuentra la ciudad de Huaraz, se efectuaron investigaciones para evaluar la sismicidad y el riesgo sísmico de la ciudad de Huaraz, entre otras, para predecir probabilísticamente las posibles aceleraciones, velocidades y desplazamientos máximos que podrían ocurrir en un determinado lugar y en un intervalo de tiempo; contribuyendo, de

esta manera, en la implementación de medidas de protección y prevención sísmica para la ciudad de Huaraz.

Para el área de Huaraz y para la región del departamento de Ancash en general, la mayor actividad sísmica se concentra en el Océano Pacífico, en una línea paralela a la costa, a una distancia media de 80 Km, correspondiendo a la traza del contacto entre las placas tectónicas marina y continental. Ahí se da una gran concentración de sismos, apreciándose la subducción de la Placa de Nazca, aumentando la profundidad focal de los sismos hacia el continente, donde se producen a profundidades superficiales a intermedias y que podrían estar relacionadas a fallamientos activos.

Cuadro 01. Listado de sismos más destructivos en el departamento de Ancash

Fecha	Fenómeno	Magnitud (Mw)	Departamento	Provincia	Distrito
02/01 /1902	Sismo	6.5	Ancash	Chimbote	Chimbote
10/11/1946	Sismo	7.3	Ancash	Pomabamba	Pomabamba
19/08/1955	Sismo	7.2	Ancash	Chimbote	Chimbote
18/02/1956	Sismo	6.2	Ancash	Carhuaz	Shilla
31/05/1970	Sismo	7.9	Ancash	Huaraz	Huaraz

Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP

1.6 Marco normativo

- Ley N° 31084 Ley de Presupuesto del sector público para el Año Fiscal 2021.
- Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión 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, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, segunda versión”.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio geográficamente está ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, en el departamento de Ancash. Fue creada según ley el 19 de mayo de 1828. Se ubica sobre el margen derecho del río Mosna y en la parte baja del cerro colindante. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática - 2017, en relación al meridiano de Greenwich está entre los 76°45'27" de longitud oeste y a 09°31'15" de latitud sur.

2.1.1 Límites geopolíticos

En El distrito de San Marcos limita:

- Norte: Distrito de Huachis y Huari.
- Sur: Distrito de Huallanca y Aquia
- Este: Distrito de San Pedro de Chana y Llata
- Oeste: Distrito de Chavin de Huantar y Huantar.

2.1.2 Vías de acceso

Para acceder desde Huaraz a San Marcos sigue con dirección a Av. Confraternidad Internacional Oeste/Carretera 3N (Huaraz – Recuay- Catac), gira a la izquierda en la primera intersección hacia carretera AN- 110 (Chavín de Huántar) hasta llegar a San Marcos. El recorrido es un total 119 km. aproximadamente 2 horas 51 min. en camioneta.

2.1.3 Área de estudio

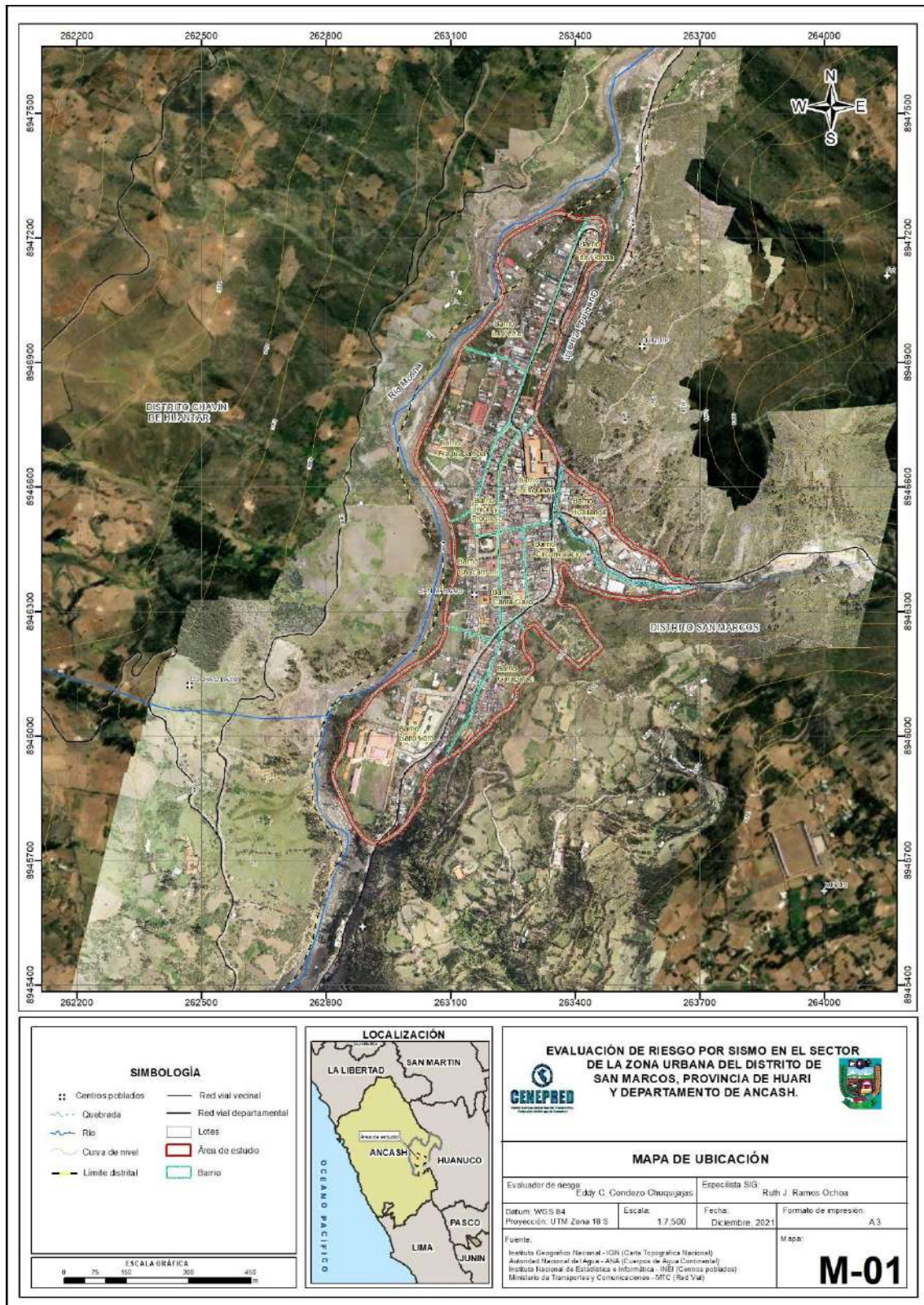
El área de estudio corresponde al **Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash**; el cual comprende los siguientes barrios:

Cuadro 02. Coordenadas UTM de los barrios que comprende la zona urbana de San Marcos

Barrio	Coordenadas UTM – WGS 84		Altitud
	Este	Norte	(msnm)
La Perla	263285	8947039	2940
La Florida	263523	8947375	2947
Fraguapampa	263145	8946773	2948
5 Esquinas	263291	8946599	2965
Unión y Progreso	263191	8946592	2961
Huallanca	263658	8946891	2988
Chacarrumi	263432	8946740	2973
Circunvalación	263314	8946424	2970
Canta Gallo	263252	8946381	2972
San Isidro	262992	8946008	2964
Garapatac	263208	8946118	3006

Fuente: Elaboración propia

Figura 01. Mapa de ubicación del Sector zona urbana del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.2 Características sociales

Para el desarrollo de las características sociales se utilizó la información obtenida del aplicativo “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros fenómenos naturales”, del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del año 2017.

2.2.1 Población

a) Población total

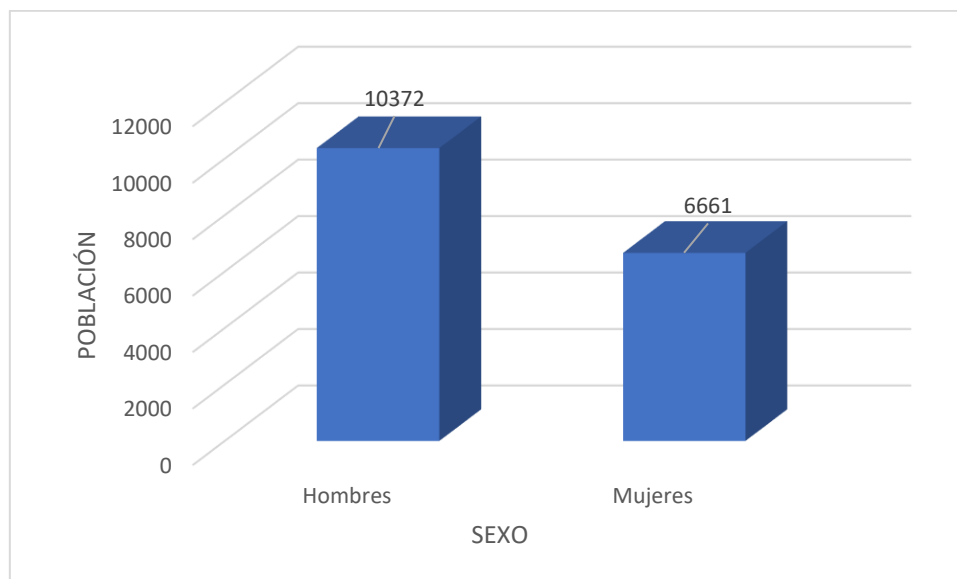
El distrito de San Marcos cuenta con 17033 habitantes, (población rural y urbana). En el Cuadro N°3 se observa que la población por sexo de acuerdo al Censo 2017 por INEI. Para el presente estudio se ha considerado la población rural y urbana del distrito de San Marcos.

Cuadro 03. Población según sexo en el distrito de San Marcos

Sexo	Población total	%
Hombres	10372	60.89
Mujeres	6661	39.11
Población total	17033	100.00

Fuente: INEI 2017

Gráfico 01. Características de la población según sexo en el distrito de San Marcos



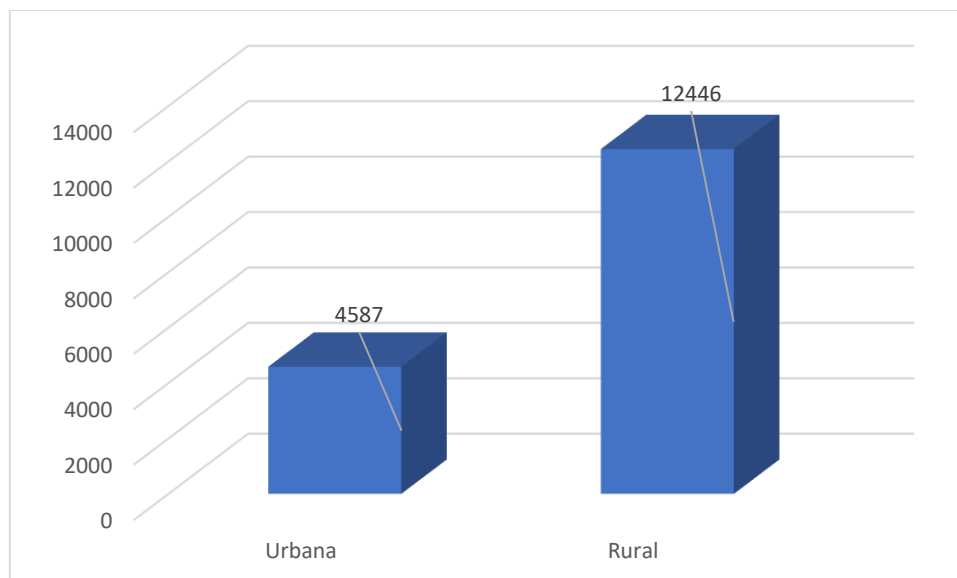
Fuente: INEI 2017

Cuadro 04. Población rural y urbana en el distrito de San Marcos

Población por área	Población total	%
Urbana	4587	26.93
Rural	12446	73.07
Población total	17033	100.00

Fuente: INEI 2017

Gráfico 02. Población urbana y rural en el distrito de San Marcos



Fuente: INEI 2017

2.2.2 Vivienda

Según el “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, señala que:

En la zona urbana de San Marcos existen 590 viviendas ocupadas, 256 de ellas son de material ladrillo o bloque de cemento; 154 viviendas son de material adobe; 22 viviendas son de material madera; 22 viviendas son de material triplay, calamina o estera; 4 viviendas son de material de piedra con barro.

2.2.3 Servicios básicos

2.2.3.1 Abastecimiento de agua

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

En la zona urbana de San Marcos existen 590 viviendas; 538 cuentan con red pública dentro de la vivienda; 19 viviendas cuentan con red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación; 13 viviendas se abastecen de agua por un pilón de uso público; 15 viviendas se abastecen de agua por medio de un pozo; 3 viviendas se abastecen de agua por medio de manantial o puquio y 2 viviendas se bastecen de agua por otro tipo.

2.2.3.2 Servicios higiénicos

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

En la zona urbana de San Marcos existen 590 viviendas; 539 viviendas cuentan con red pública de desagüe dentro de la vivienda; 22 viviendas cuentan con red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación; 3 viviendas cuentan con pozo séptico, 2 viviendas cuentan con letrina; 15 viviendas usan como desagüe el río, acequia, canal o similar; 7 viviendas usan como servicios higiénicos el campo abierto o al aire libre; 2 viviendas utilizan otro tipo.

2.2.3.3 Tipo de alumbrado

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

De las 590 vivienda; 488 cuentan con el servicio de alumbrado eléctrico por red pública y 102 viviendas no cuentan con alumbrado eléctrico por red pública.

2.2.4 Nivel educativo de la población

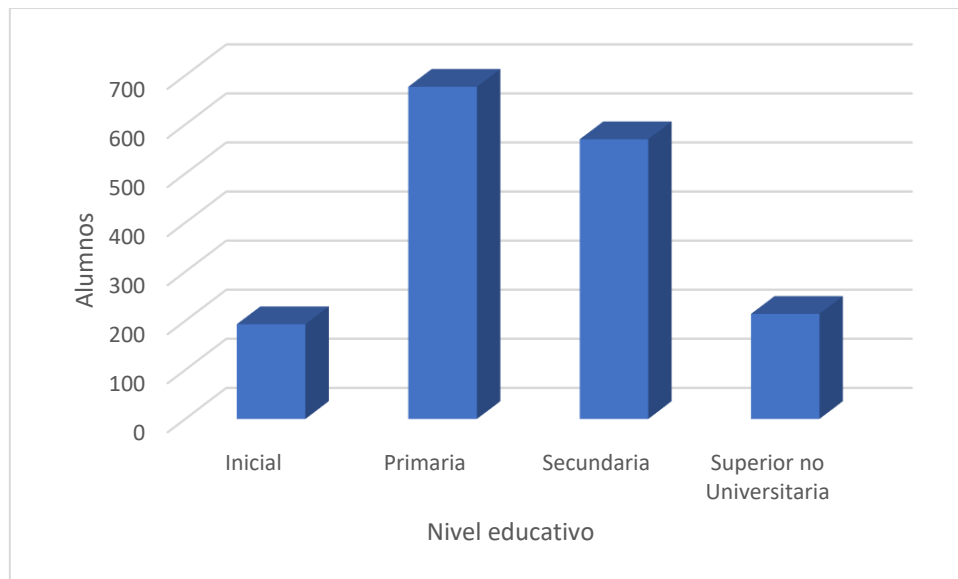
De acuerdo a la Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) 2021, en el sector de la zona urbana de San Marcos se tiene los siguientes datos:

Cuadro 05. Población según nivel educativo

Nivel Educativo	Cantidad	%
Inicial	193	11.67
Primaria	677	40.93
Secundaria	570	34.46
Superior no Universitaria	214	12.94
Total	1654	100

Fuente: Escala 2021

Gráfico 03. Población según nivel educativo



Fuente: Escala 2021

2.2.5 Salud

Se ha identificado el Centro de salud San Marcos en la zona de estudio del Sector urbano del distrito de San Marcos de categoría I -3 con horario de atención de 8:00 am a 20:00 pm

2.3 Características económicas

2.3.1 Actividades económicas

De acuerdo al "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del INEI 2017, en el Sector urbano se presentan las siguientes actividades económicas de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 06 actividades económicas en el distrito de San Marcos

Actividad económica	Habitantes	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1222	17.23
Explotación de minas y canteras	1869	26.35
Industrias manufactureras	270	3.80
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	13	0.18
Construcción	1545	21.78
Comercialización, reparación de vehículos.	109	1.54
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos.	128	1.80
Comercio al por mayor y menor	281	3.96
Transporte y almacenamiento	396	5.58
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	479	6.75
Información y comunicaciones	16	0.22
Actividades financieras y de seguros	2	0.05
Actividades profesionales, científicas y técnicas	172	2.42
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	235	3.31
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	110	1.55
Enseñanza	152	2.14
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	46	0.65
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	16	0.22
Otras actividades de servicios	112	1.58
Act. de los hogares	11	0.15
Total	7093	100

Fuente: INEI 2017

2.4 Características físicas

2.4.1 Condiciones geológicas

El reconocimiento de las unidades geológicas en las inmediaciones del sector de la zona urbana de San Marcos, se desarrolló en base a información disponible en el Mapa Geológico del Cuadrángulo (20i), a escala 1: 100,000 que fue elaborado INGEMMET (1999) y fue mejorado mediante el cartografiado geológico realizado en la zona de estudio y alrededores, entre las cuales se tienen las siguientes unidades geológicas:

a.) Depósitos fluviales (Qh-fl)

Esta unidad se encuentra a lo largo del río actual del ámbito de estudio, se caracteriza por presentar bloques, gravas, arenas y limos, con glastos redondeadas a subredondeadas, periódicamente son acarreadas por el curso del río con avenidas. esta unidad se encuentra adyacente a las zonas del deslizamiento.

b.) Depósitos coluviales (Qh-co)

Estos depósitos cubren las bajas de laderas o denominadas piedemontes, constituido por fragmentos de areniscas y limolitas que han sido transportados por la gravedad, sus clastos varían aproximadamente de 0.30 a 1m de diámetro, con glastos angulares a subangulosas, inmersos en matriz arcillo limosa. Son materiales transportados por la gravedad, deslizamientos antiguos y recientes.

c.) Depósito aluvial (Qh-al)

Se encuentran formando la parte baja de ámbito de estudio, denominada geomorfológicamente como terrazas, presentan pendientes suaves a moderada, se consideran como las mejores áreas para el asentamiento urbano, debido al material que presenta que están constituidos mayormente con cantos y gravas heterométricos, en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos subangulosos a subredondeados con presencia de bloques de roca, los glastos son redondeados debido al transporte que han sufrido el material, envueltos en una matriz limo arcilloso de composición heterogénea de diversas proporciones, con estratificación difusa donde destaca la lenticularidad, y donde se emplazado el casco urbano de San Marcos.

d.) Formación Chimú (Ki-chi)

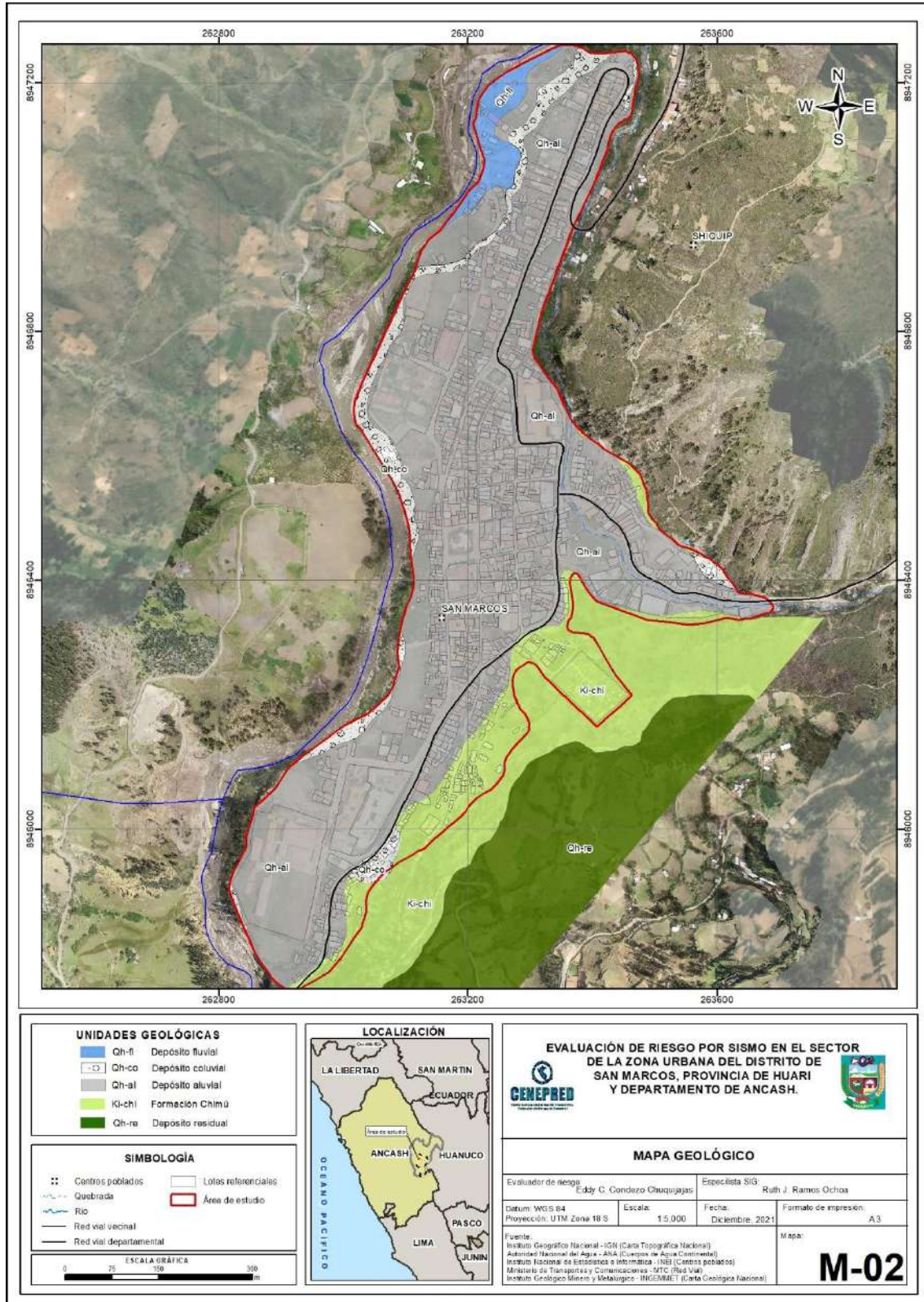
La formación Chimú está formada litológicamente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y con intercalaciones de lutitas gris oscuras y carbón. Las lutitas contienen abundantes fragmentos de plantas, las que se consideran como indicadores de una edad cretácea.

La formación Chimú aflora en la margen derecha del río que atraviesa el ámbito de estudio, donde se observan las areniscas y lutitas fracturados por la presencia de plegamientos y fallas al Este del ámbito de estudio.

e.) Depósitos residuales (Qh-re)

Son depósitos que se han formación por los agentes externos como la erosión, meteorización y otros, depositados IN SITU no han sufrido transporte alguno, compuesto por glastos angulosos y heterogéneos, depósitos inestables.

Figura 02. Mapa geológico del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Condiciones geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas identificadas en las inmediaciones del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos han sido cartografiadas en base al reconocimiento realizado en campo, que consistió en identificar los relieves característicos del área en mención, entre las cuales se tienen:

a.) Terraza fluvial inundable (Tfl -i)

Las terrazas fluviales inundables constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas a lo largo del río del ámbito de estudio por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor.

b.) Talud coluvial (Ta - co)

Son Superficies inclinadas del terreno que se extiende de la base del río al borde de las terrazas, son geoformas inestables o susceptibles a movimientos de masas o caídas de rocas, estas zonas se encuentran en ambos márgenes del río que atraviesa el ámbito de estudio.

c.) Terraza aluvial (T-al)

Esta geoforma se ubica sobre los depósitos aluvial, a 400 - 500 metros aproximadamente del cauce del río compuestas de materia heterogénea con clastos redondeados a subredondeados en matriz limo arcilloso, con pendientes que no superan fuertemente inclinado, $\leq 15\%$. Sobre esta unidad se encuentra asentada el casco urbano de San Marcos. Son geoformas formados por antiguos torrentes, depositados en las partes bajas del ámbito de estudio.

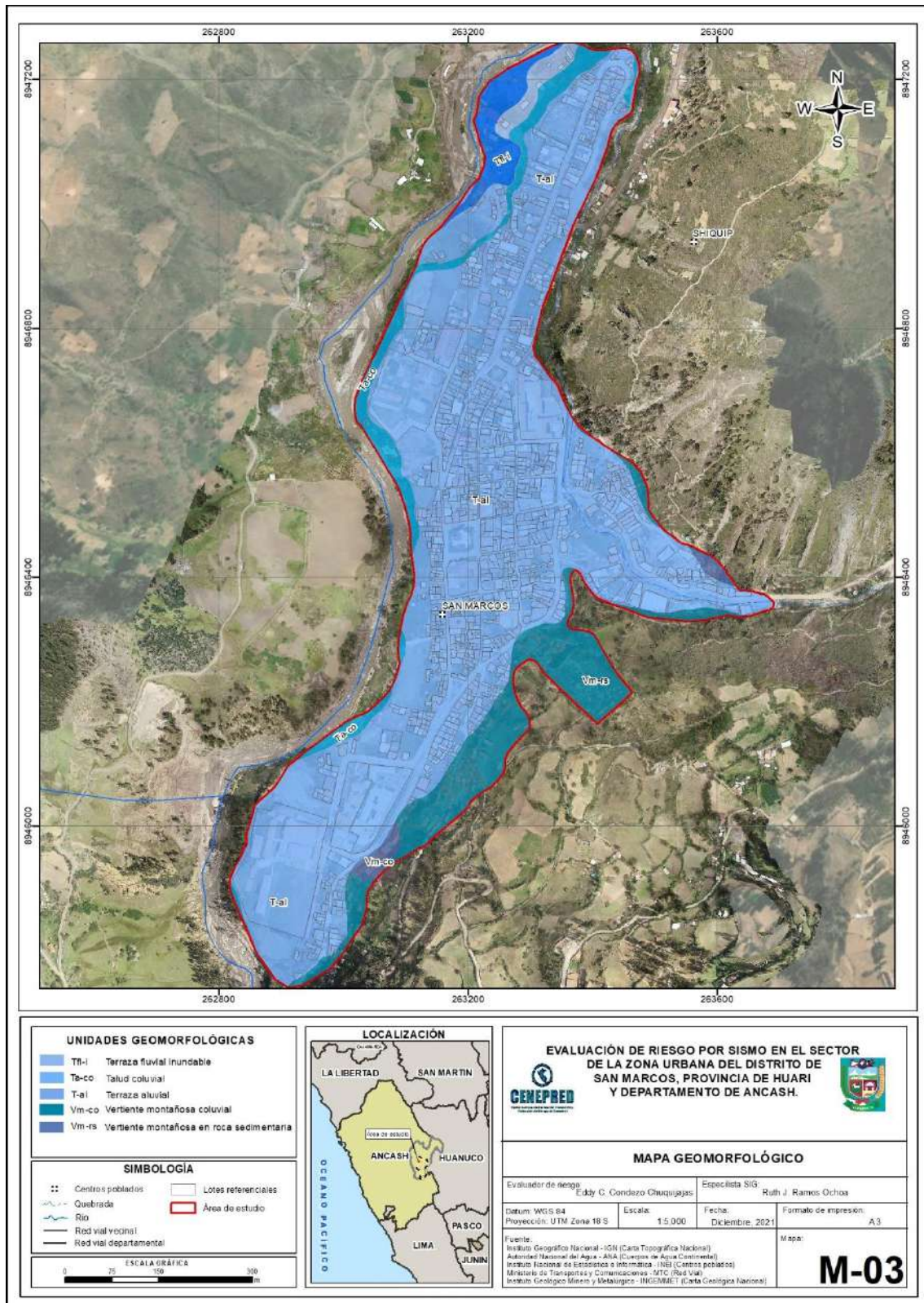
d.) Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)

presenta un relieve ligeramente accidentado en rocas sedimentarias con pendientes que varían de fuertemente empinado desde 25 % hasta 50%, pocos accidentes topográficos, litológicamente está constituida por areniscas cuarzosas blancas, limoarcillitas grises y niveles de carbón. Las unidades de vertiente en rocas sedimentarias se encuentran en ambos márgenes del río que pasa por el ámbito de estudio, son zonas muy susceptibles a movimientos en masa como a caídas de rocas.

e.) Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)

Las vertientes montañosas coluviales se encuentran concentrados en las laderas de los cerros adyacentes al casco urbano de San Marcos, generalmente después de que éstas han sufrido un paroxismo tectónico. Así como un relieve es tanto menos sensible a la erosión cuanto más desgastado ha sido ya por ella, un relieve rejuvenecido por algún movimiento tectónico se presta de nuevo a una intensa actividad erosiva. Pero en la formación de los piedemontes el clima representa también un papel esencial. Son geoformas inestables acarreados por una acción combinada del agua y la gravedad, malos para el asentamiento de las viviendas.

Figura 03. Mapa geomorfológico del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Clasificación del suelo

En base al estudio realizado: “Estabilización de Ladera con Muros de Contención y Estudios de impacto Ambiental para la Protección de Viviendas en el Barrio de San Isidro del Distrito de San Marcos – Huari, Ancash”, se determinó según la clasificación SUCS ASTM D-2487; para el sector de la zona urbana de San Marcos le corresponde **GC-GM**: Grava con arcilla y limo.

Cuadro 07. Clasificación del suelo

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	COMPORTAMIENTO COMO PLANO DE FUNDACIONES	CONDICIONES DE DRENAJE	COMPRESIBILIDAD	CONDICIONES DE COMPACTACIÓN
GW	Gravas y mezclas de arenas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
GP	Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Muy Permeable	Casi nula	Buena a Excelente
GM	Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena
GC	Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas arcillosas mal graduadas	Buena a regular	Impermeable	Muy baja	Buena
SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena a regular
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Baja	Regular
SE	Arenas arcillosas y mezclas de arenas y arcillas mal graduadas	Buena a regular	Impermeable	Baja	Buena
ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad	Regular	Semi permeable a Impermeable	Baja a media	Regular
CL	Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas, arcillas limosas	Regular a malo	Impermeable	Media	Buena a regular
OL	Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad	Malo a muy malo	Semi permeable a Impermeable	Media a alta	Regular a mala
MH	Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas, suelos limosos	Malo	Semi permeable a Impermeable	Alta	Mala a muy mala
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Malo a muy malo	Impermeable	Alta	Mala
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	Muy malo	Impermeable	Alta	Mala a muy mala

Fuente: SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION SUCS - ASTM D2487

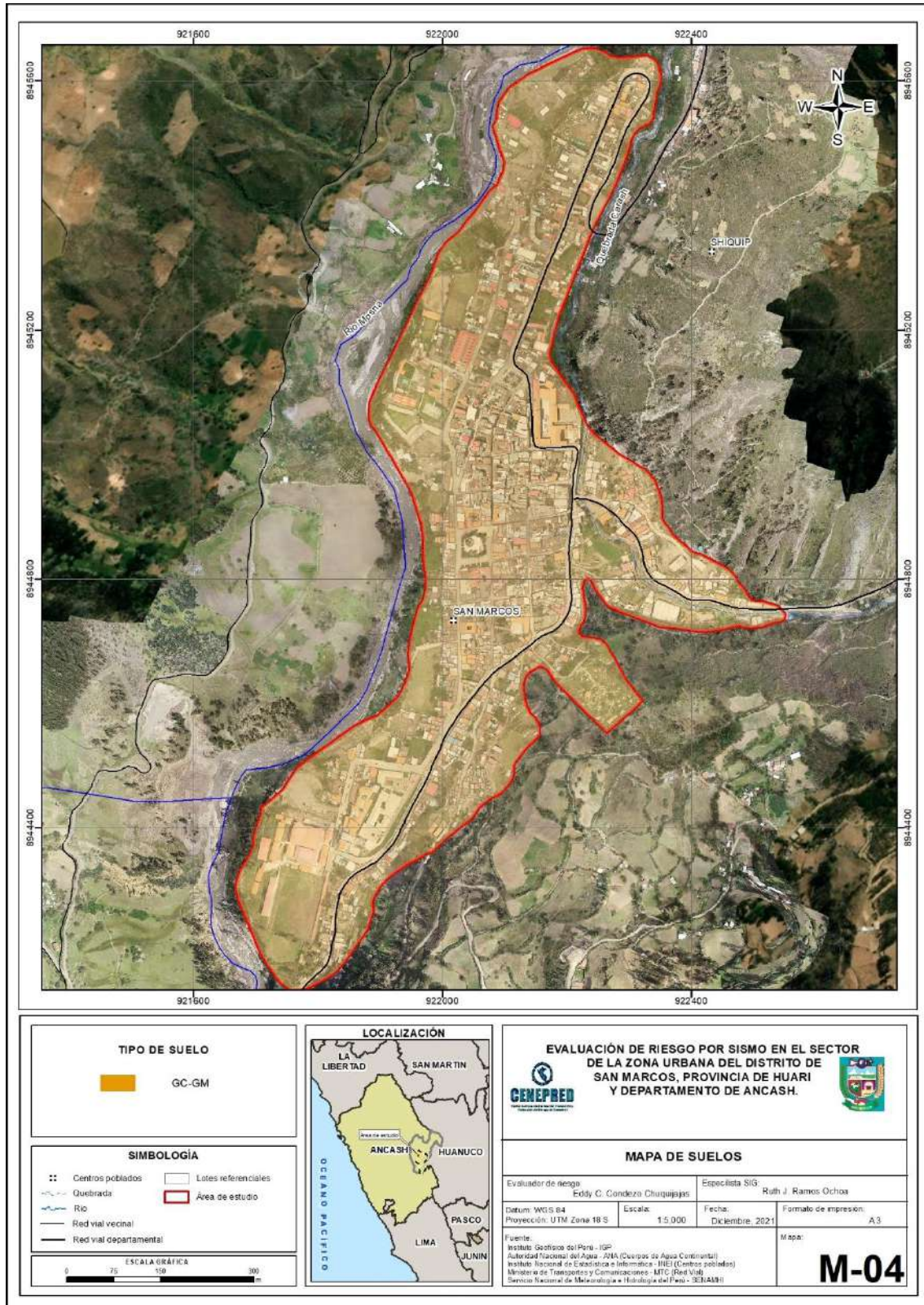
Estos han sido agrupados en cinco rangos teniendo en consideración el comportamiento como plano de fundición, obteniendo los siguientes descriptores:

Cuadro 08. Tipo de suelo

Comportamiento	Tipo de suelo
Excelente	GW – GP - SW
Bueno	GM – SP - SM
Regular	GC – SE - ML
Malo	CL – ML - MH
Muy Malo	OL – CH - OH

Fuente: Elaboración propia

Figura 04. Mapa de suelos del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Condiciones Geodinámicas

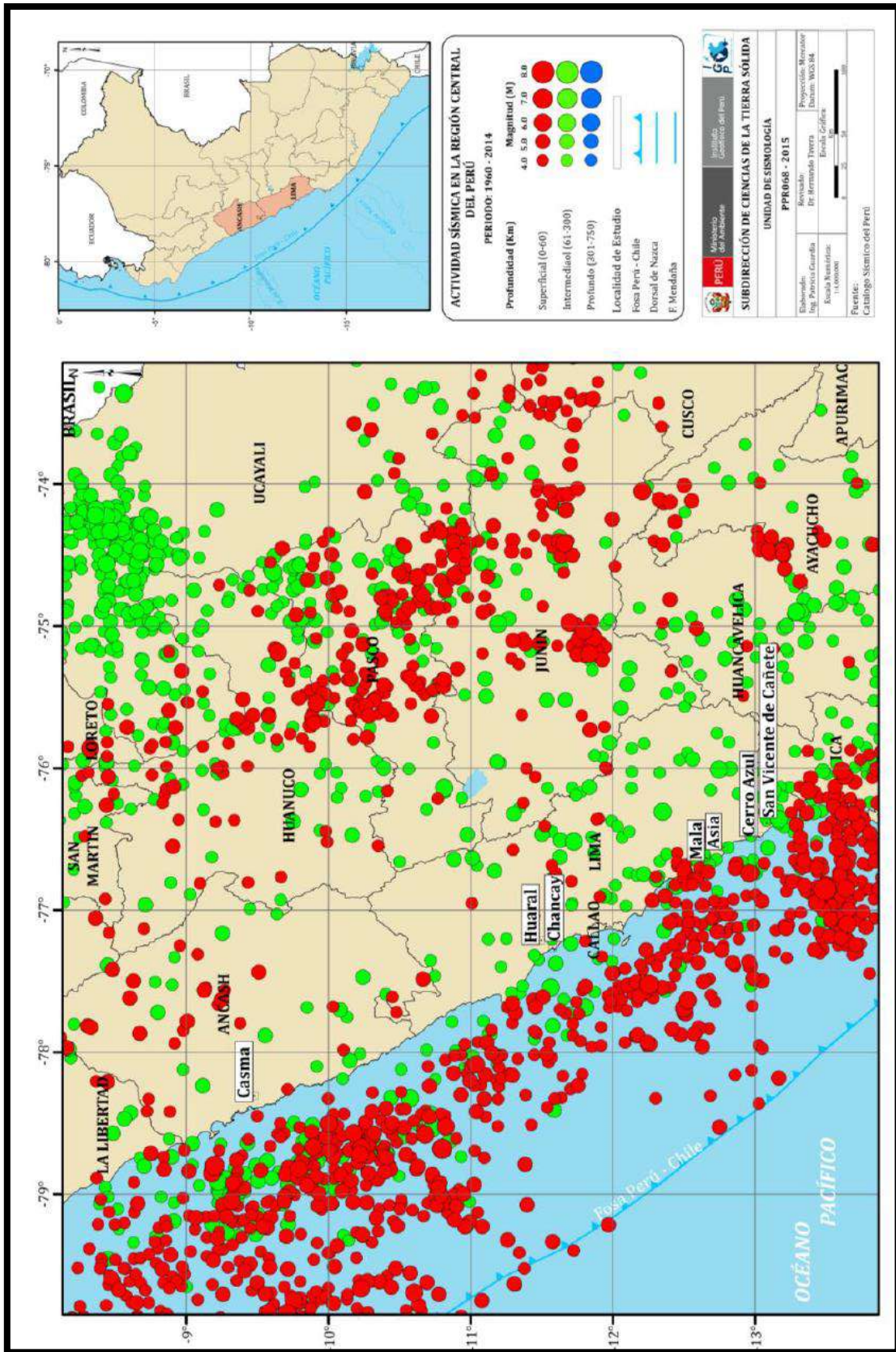
2.4.4.1 Sismicidad

El borde occidental del Perú, se constituye como la principal fuente generadora de sismos y tsunamis, siendo los de mayor magnitud los que han causado grandes niveles de daños y pérdidas de vidas humanas. Dentro de este contexto, el borde occidental de la región central presenta actividad sísmica de tipo superficial (profundidad menor a 60 km) e intermedia (profundidad entre 61 y 350 km), siendo los primeros de mayor peligro debido a que frecuentemente alcanzan magnitudes elevadas y al tener sus focos cerca de la superficie, producen daños y efectos importantes en las ciudades costeras, y uno de estos departamentos es Ancash.

Según información histórica, los sismos que causaron daño y destrucción en Ancash fueron los siguientes (Silgado, 1978):

- *El Terremoto de Lima de 1828 ocurrió el 30 de marzo y devastó Lima, Callao, Chorrillos, Chancay-Huaral y otras poblaciones costeras del centro del Perú, especialmente las situadas al norte de Lima (Norte Chico). El terremoto llegó a generar un tsunami local.*
- *Las ciudades de Casma, Chancay y Huaral, así como su área circundante sufrió los efectos del tremendo terremoto de 1940 y el subsiguiente tsunami en caso de Chancay.*
- *El terremoto de 8.2 Mw en la costa central ocurrió frente a Lima y Ancash, el 12 de diciembre de 1908 uno de los más destructivos que dejó 10 muertos y más de 2500 damnificados, se sintió en todo el departamento de Ancash.*
- *Chancay En 1966, otro terremoto frente a Casma-Chancay-Huaral causó graves daños al llamado Norte Chico, y al área de Lima-Callao. En Chancay produjo 30 muertos y 4.000 damnificados. En la catedral del Callao, durante una ceremonia murieron 24 personas al caer parte de paredes. Un moderado tsunami causó graves daños en el Callao y en Pucusana. En total el sismo cobró 200 vidas, de las cuales 100*
- *En 1970, conocido como terremoto y aluvión de Ancash de 1970, sacudió todo el departamento de Ancash, siendo el más destructivo por la cantidad de pérdidas de vidas humanas en Ancash, Huánuco, Lima y La Libertad. En las zonas urbanas como Recuay, Chavín de Huántar y San Marcos los daños en viviendas y edificios fueron del 80%, además de daños importantes en las vías con la formación de grietas que impidió el tránsito vehicular. El número de afectados superó la cantidad de 500 mil. Este terremoto dejó muchas lecciones que aprender, pero lamentablemente las zonas urbanas, por ejemplo, sigue creciendo sin tener en cuenta la historia sísmica de la ciudad. La intensidad de sacudimiento fue de VIII (MM),*

Gráfico 04. Actividad sísmica en la región centro



Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP 2017

2.4.4.2 Magnitud Sísmica

Es una medida indirecta de la cantidad total de energía que se libera, por medio del estudio de las ondas sísmicas generadas durante un evento sísmico. Ello puede estimarse a partir de las amplitudes de las ondas sísmicas registradas en los sismógrafos, que son instrumentos muy sensibles, especialmente diseñados para ese fin. Generalmente se colocaban sobre suelo rocoso. Los sismógrafos registran los sismos que ocurren en todo el mundo. Con los registros llamados sismogramas, de varias estaciones, es posible determinar el epicentro, la profundidad focal y calcular la magnitud del sismo. El doctor Charles Richter, desaparecido profesor del instituto Tecnológico de California (CALTECH), desarrollo en 1958 una metodología sencilla, de carácter empírico, para determinar el tamaño de los sismos. Esta metodología fue creada a partir de los registros de sismógrafos estándar, instalados en el estado de California, EEUU.

La escala de magnitud más conocida es precisamente la propuesta por Richter, que se expresa en números arábigos, con aproximaciones hasta los décimos. Por ejemplo, el sismo de Áncash del 31 de mayo de 1970, fue de una magnitud Richter 7,9

El gráfico 5 Mapa Sísmico del Perú muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2017.

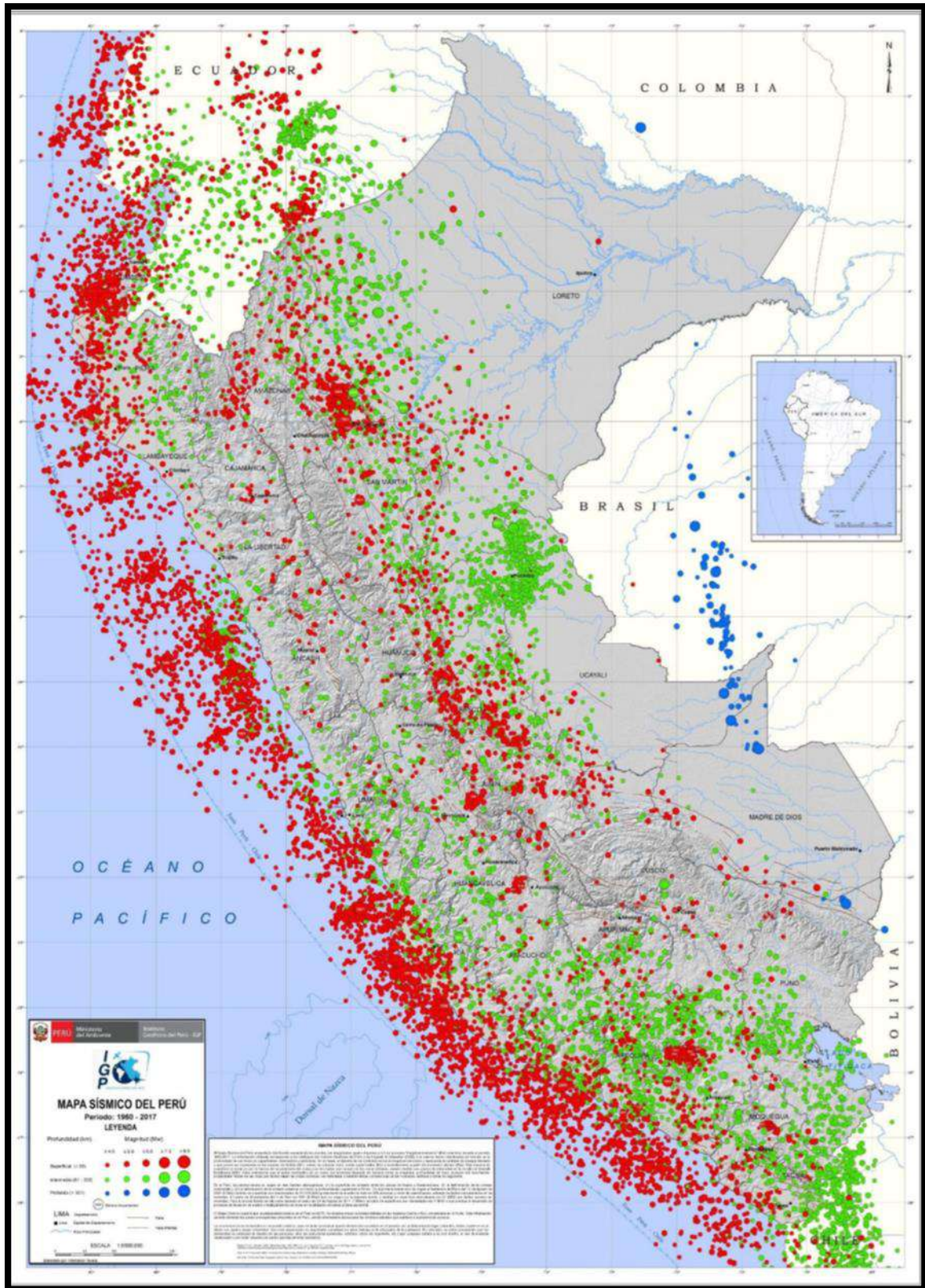
La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos, con número inscrito en su interior, indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos (Tavera 2017).

El gráfico 6 muestra un esquema tectónico para las regiones norte-centro del Perú y que explica la interacción de las principales unidades geodinámicas que participan en la continua deformación del territorio peruano.

La colisión de las placas Nazca y Sudamericana produce el levantamiento de la cordillera y la ocurrencia de sismos de variada magnitud en la superficie de acoplamiento sísmico. En las regiones norte-centro, el escudo brasilero produce el plegamiento de las capas superficiales para formar anticlinales y fallas geológicas (Gráfico 05).

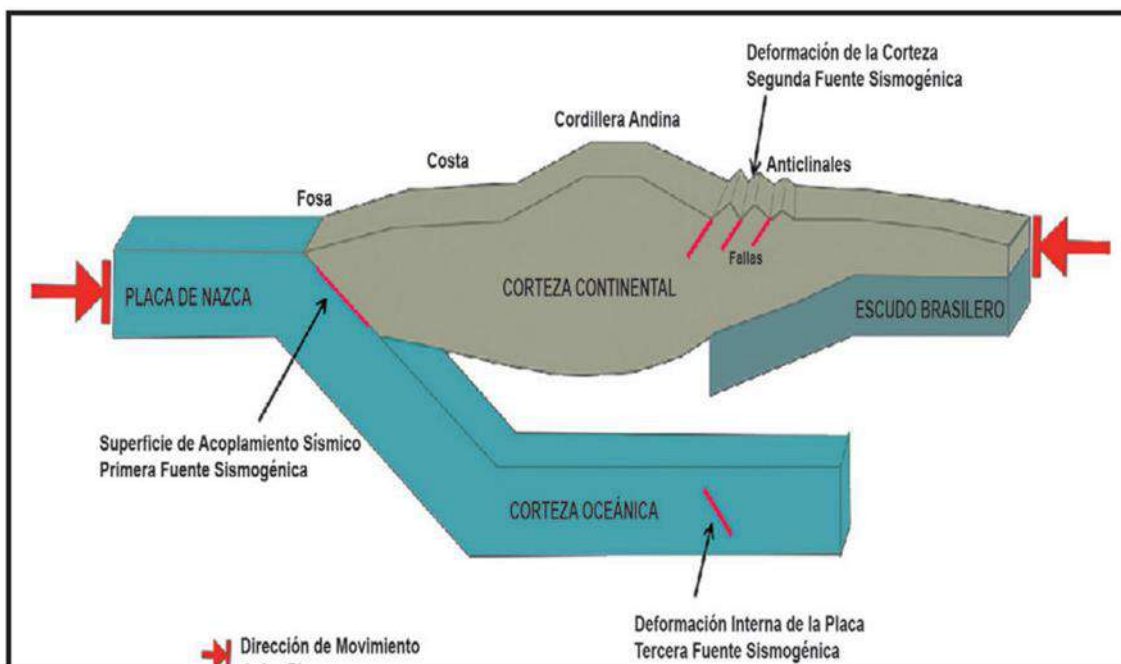
Se ha considerado para el área de estudio de la zona urbana del distrito de San Marcos un sismo de magnitud 7.9 Mw o mayor según la data histórica.

Gráfico 05. Mapa de Sismo del Perú para el periodo 1960 y 2017



Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP 2017

Gráfico 06. Esquema que muestra la geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en el centro del Perú



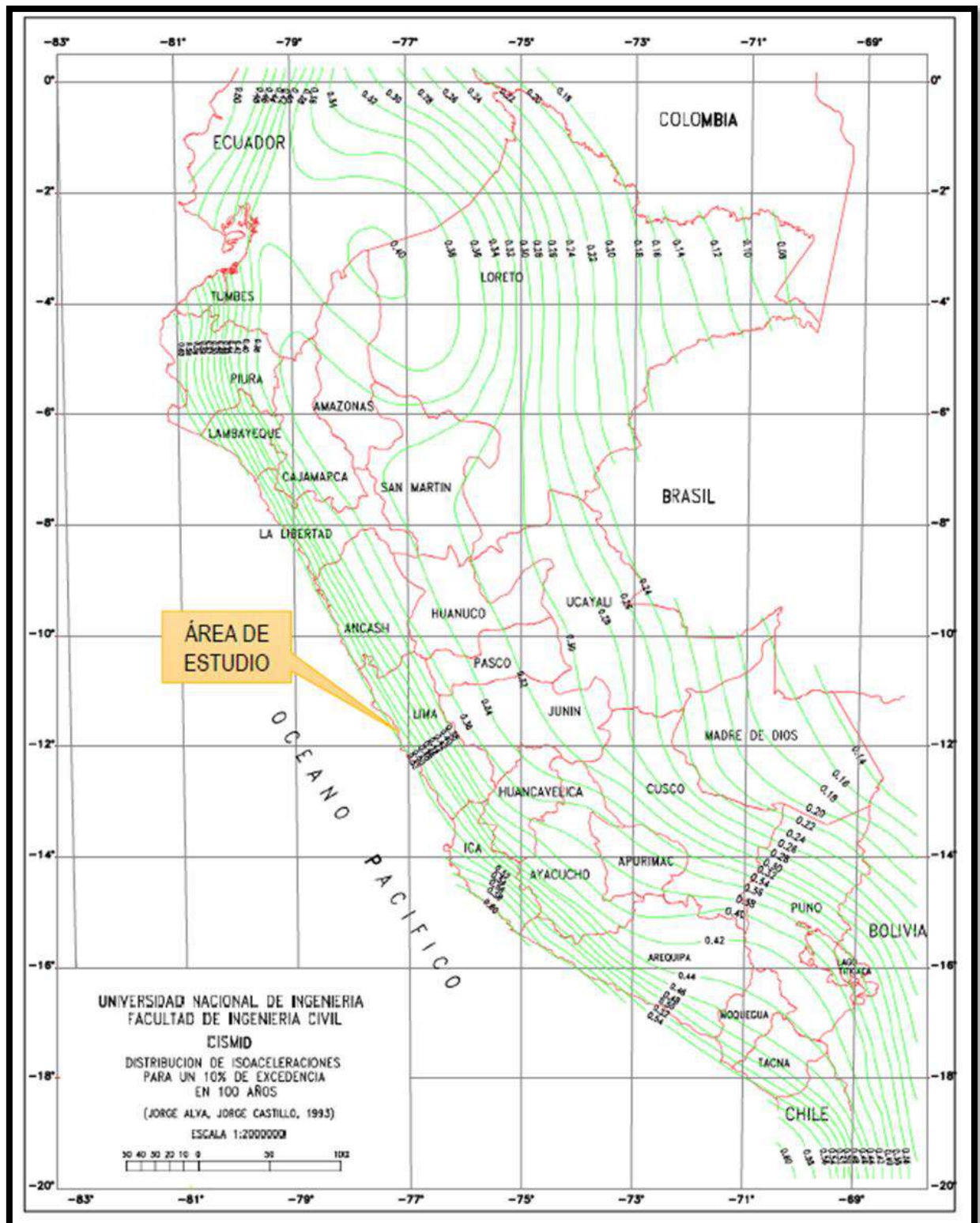
Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP 2017

2.4.4.3 Isoaceleraciones

Corresponden a las máximas horizontales del suelo o PGA para el periodo de 100 años con un 10% de probabilidad de excedencia se muestran en el gráfico 17. En general, las curvas de iso-aceleraciones siguen las mismas tendencias observadas en estudios realizados por Castillo y Alva (1993) y Gamarra y Aguilar (2009), siendo sus características más resaltantes las siguientes:

- Las curvas de iso-aceleraciones máximas se distribuyen paralelas a la línea de costa coincidiendo con la dirección en la cual se produce el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana.
- Los valores de aceleración disminuyen paulatinamente conforme se tiende hacia el interior del país.
- Los valores de aceleración, próximos a la línea de costa, son menores en la región norte para incrementarse hacia la región sur, coherente con las zonas de mayor ocurrencia de sismos, tanto en frecuencia como de los grandes sismos ocurridos en el pasado.
- Los valores de aceleraciones máximas deben ser considerados como valores medios esperados en suelo firme (PGA), sin considerar los efectos de sitio y la interacción suelo-estructura.

Gráfico 07. Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años



Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

De acuerdo al estudio geotécnico y geofísico hecho por la minera Antamina la aceleración sísmica de San Marcos es de 0.29 gal.

2.4.4.4 Intensidades máximas

A la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, los suelos son sacudidos con diferentes niveles de intensidad, dependiendo básicamente de su constitución física y geológica, causantes de la amplificación de ondas en diferente nivel. Suelos poco o nada compactos producen mayor amplificación de las ondas sísmicas y, por ende, el suelo se sacude con mayor intensidad, produciendo daños en viviendas y cambios geomorfológicos en superficie con la ocurrencia de deslizamientos de tierra y piedras y/o procesos de licuación de suelos.

Este escenario no se presenta o es menor en suelos rocosos y/o compactos. Desde los inicios de la sismología, esta información fue de mucha utilidad para la elaboración de los mapas de intensidades y recientemente, su aplicación se realiza utilizando la escala de Mercalli Modificada.

De acuerdo a lo indicado, si en el pasado a la ocurrencia de un sismo de magnitud elevada, una determinada zona soportó altas intensidades de sacudimiento del suelo produciendo daños importantes, a la ocurrencia de un próximo evento, será afectada con las mismas o mayores intensidades y los daños —probablemente— sean mayores debido al crecimiento desordenado de las ciudades. En este sentido, es importante analizar los niveles de intensidad producidos por los sismos históricos en el Perú a fin de elaborar planes de gestión del riesgo para el correcto uso de los suelos.

Para identificar las zonas que soportaron altos niveles de intensidad por sismos en el pasado, se ha hecho uso de la información contenida en Silgado (1978), Dorbath et al (1990), así como los catálogos sísmicos publicados por el Instituto Geofísico del Perú (Tavera y Agüero, 2001), Proyectos SISRA (Huaco, 1985) y SISAN (Ocola, 1984), además de documentos técnicos publicados por Alva et al. (1984). La información disponible permitió elaborar mapas de intensidades máximas para tres periodos de tiempo, años entre 1500 a 1900, 1900 a 1960 y de 1960 al 2014. En todos se ha tomado como intensidad base de referencia el correspondiente al grado VII (MM), en razón que a partir de la misma se espera daños considerables en estructuras y en superficie.

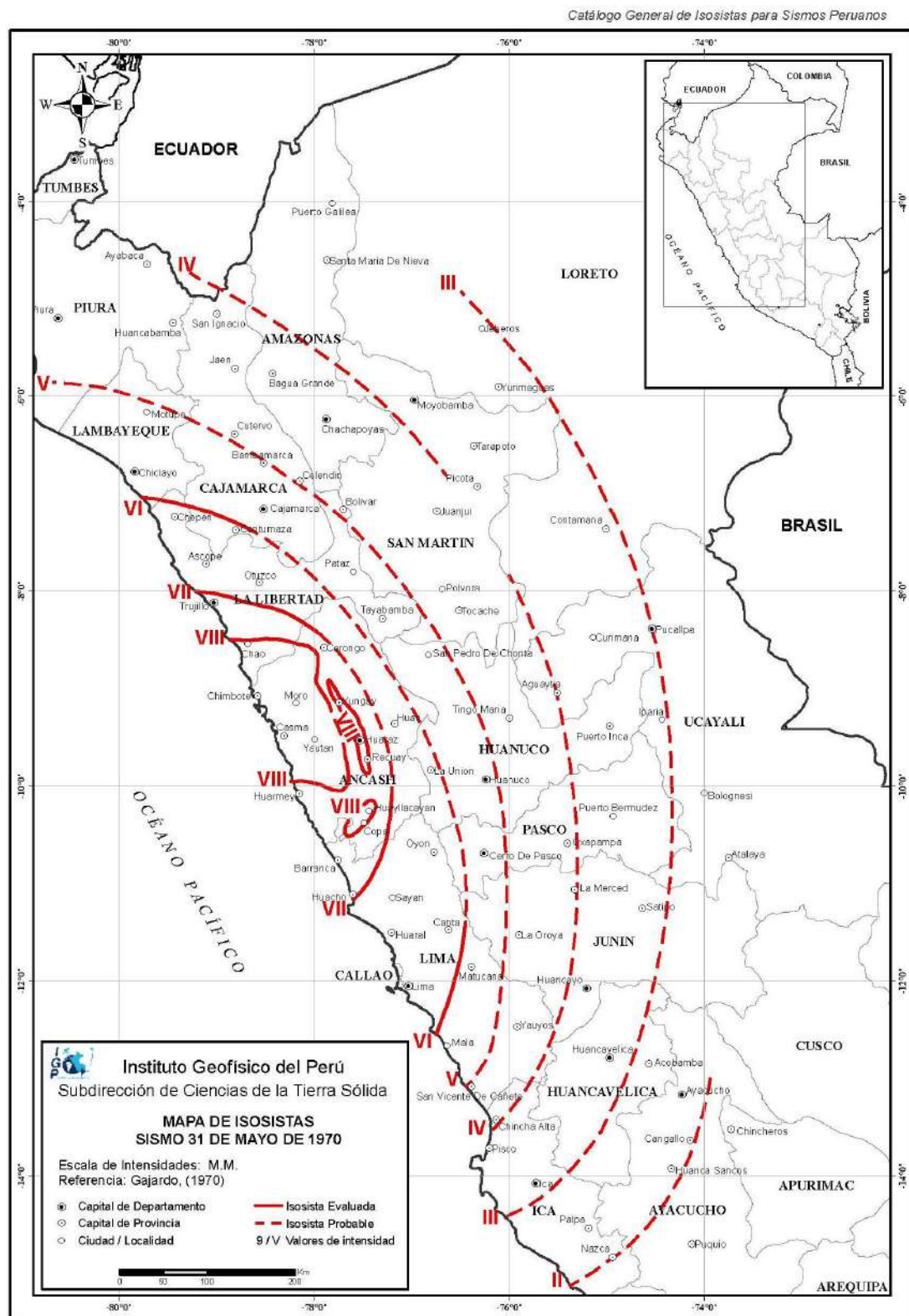
En el gráfico 08 se muestra como el terremoto de 1970 afectó al departamento de Ancash.

Gráfico 08. Clasificación de terremotos y daños observados

Magnitud Richter, ML, MW	Intensidad Mercalli	Observaciones de testigos
< 3	I-II	Difícilmente perceptible
3-4	II-III	Se siente una vibración como la producida por el paso cercano de un camión
> 4-5	IV-V	Los pequeños objetos se vuelcan: la gente que está durmiendo se despierta
>5-6	VI-VII	Dificultad para mantenerse en pie: daños en las construcciones de ladrillo
>6-7	VII-VIII	Pánico general: cae algún muro
>7-8	IX-XI	Destrucción masiva: grandes deslizamientos
8-9	XI-XII	Destrucción total: se ven ondas en la superficie del suelo

Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

Gráfico 09. Mapa de isosistas correspondiente al año 1970

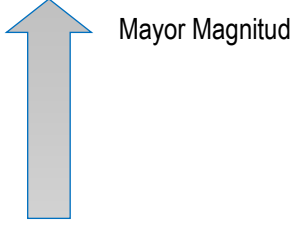


Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP 2017

a) Descriptores del factor desencadenante

basados en datos históricos y teniendo como referencia los terremotos más destructivos ocurridos cerca o dentro de la zona del departamento de Ancash se han considerado los siguientes rangos de magnitudes sísmicas

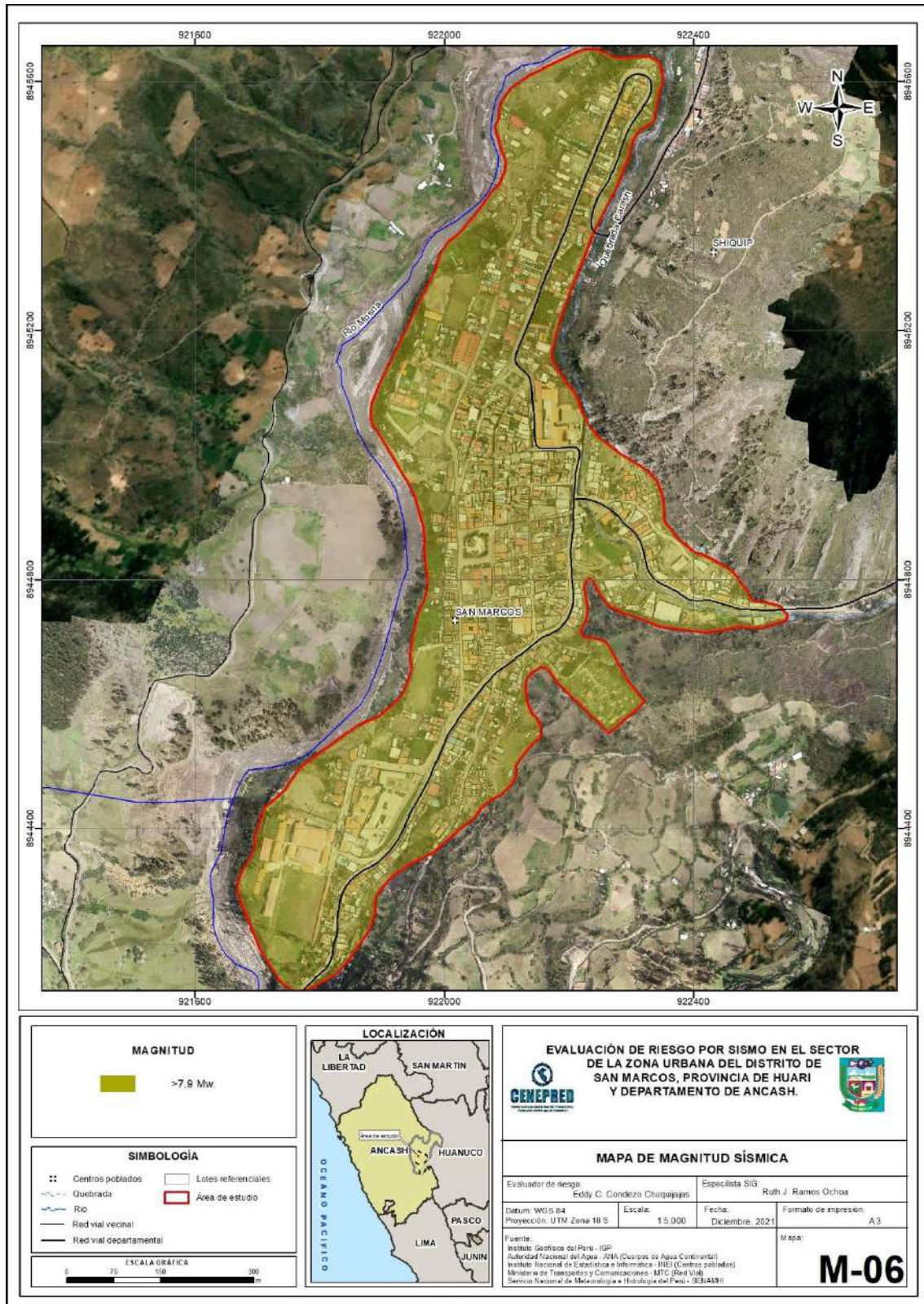
Cuadro 09. Rangos de Magnitudes sísmicas

Magnitud sísmica	
Mayor a 7.9 Mw	
Entre 7.5 a 7.9 Mw	
Entre 7.0 a 7.4	
Entre 6.5 a 6.9	
Menor a 6.5	

Fuente: elaborado en base a la data del IGP

En la Figura N°5, se observa que el área donde se encuentra el sector de la zona urbana de distrito de San Marcos puede llegar a sentir una magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw.

Figura 05. Mapa de Magnitud sísmica



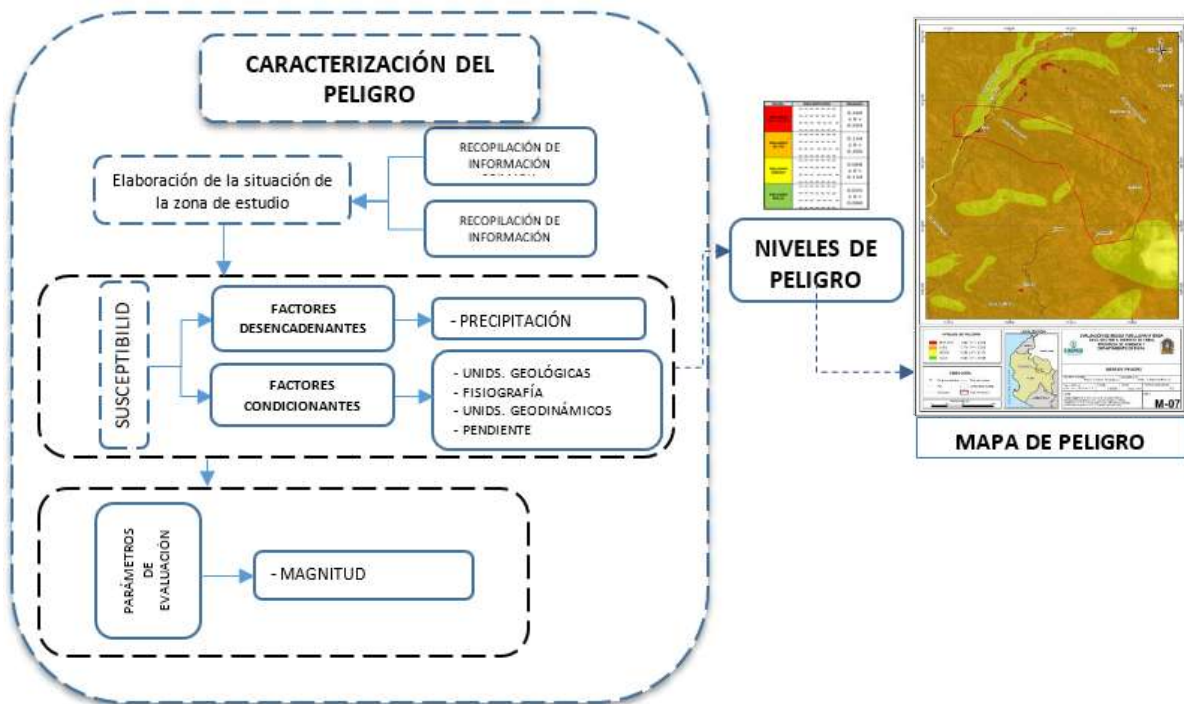
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

Para determinar los niveles de peligrosidad, se tomó en cuenta los procedimientos establecidos en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales — 2da versión, realizándose los siguientes pasos:

Gráfico 010. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



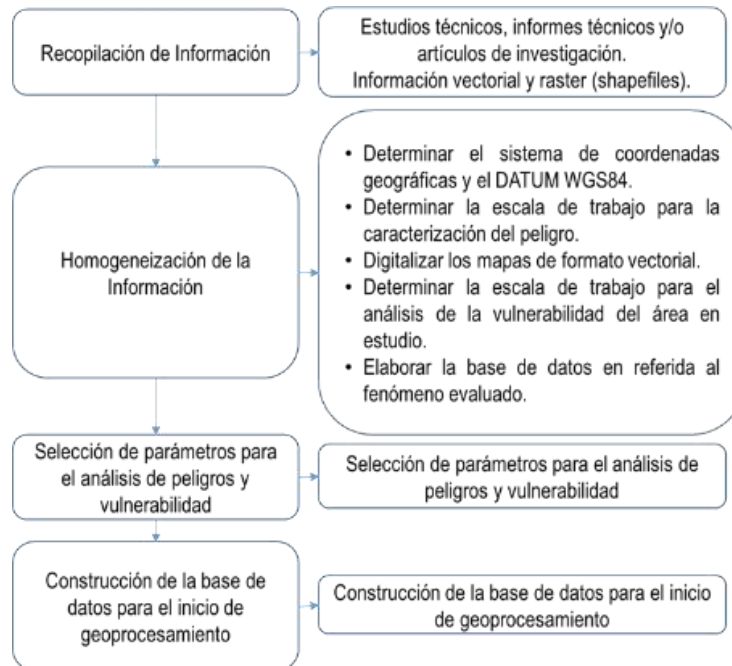
Fuente: Elaboración propia

3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI), informe geotécnico y geofísico realizado por empresas privadas, información histórica, estudio de peligros, cartografía, climatología, geología y geomorfología del distrito de San Marcos, para el fenómeno de un probable sísmico de magnitud mayor a 7.9 Mw

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico 011. Flujograma general del proceso de análisis de información

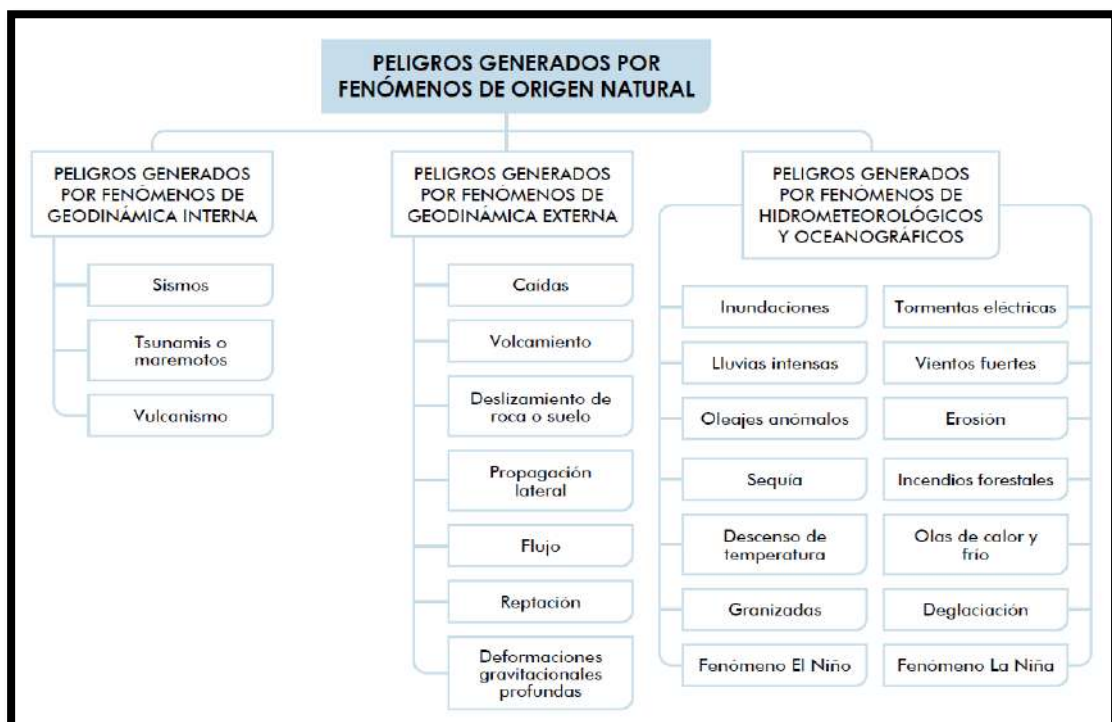


Fuente: Elaboración propia

3.3 Identificación del peligro

En base a la información recopilada en la etapa de gabinete inicial y durante los trabajos de campo se ha identificado que el peligro de origen natural que afecta el área de estudio son los sismos.

Gráfico 12. Identificación de Peligros en el Sector de la zona urbana de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

3.4 Caracterización del peligro

La ocurrencia de un sismo de magnitud igual o mayor a 7.9 Mw en el departamento de Ancash sería uno de tantos ya ocurrido como el de 1942 y el de 1970. Analizando el área de estudio correspondiente a la zona urbana de San Marcos que cuenta con la clasificación de suelo : Gravas, arcilla y limo, con una geología de depósito aluvial en gran parte de la zona de impacto, una geomorfología de terraza aluvial; una aceleración sísmica del suelo 0.29 gal y capacidad de carga de 0.62 kg x cm² correspondiente al **ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA LA REUBICACION DE LA LINEA DE DESCARGA NORTE DE LA MINA ANTIMINA, DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DPTO. DE ANCASH.** nos advierte sobre un suelo poco estable.

3.5 Ponderación de los parámetros de evaluación de los peligros

Se ha considerado el parámetro de evaluación la aceleración sísmica del suelo 0.29 gal, cuya capacidad de carga es de 0.62 kg x cm². Este no debe exceder a construcciones mayores a dos pisos en la zona urbana de San Marcos.

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

3.5.1 Parámetro: Aceleración sísmica del suelo

Cuadro 010. Matriz de comparación de pares

Aceleración sísmica	Mayor a 0.25 g	Entre 0.20 a 0.25 g	Entre 0.15 a 0.20 g	Entre 0.10 a 0.15 g	Menor a 0.10 g
Mayor a 0.25 g	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Entre 0.20 a 0.25 g	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Entre 0.15 a 0.20 g	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 0.10 a 0.15 g	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Menor a 0.10 g	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Matriz de normalización

Aceleración sísmica	Mayor a 0.25 g	Entre 0.20 a 0.25 g	Entre 0.15 a 0.20 g	Entre 0.10 a 0.15 g	Menor a 0.10 g	Vector Priorización
Mayor a 0.25 g	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Entre 0.20 a 0.25 g	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Entre 0.15 a 0.20 g	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Entre 0.10 a 0.15 g	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Menor a 0.10 g	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

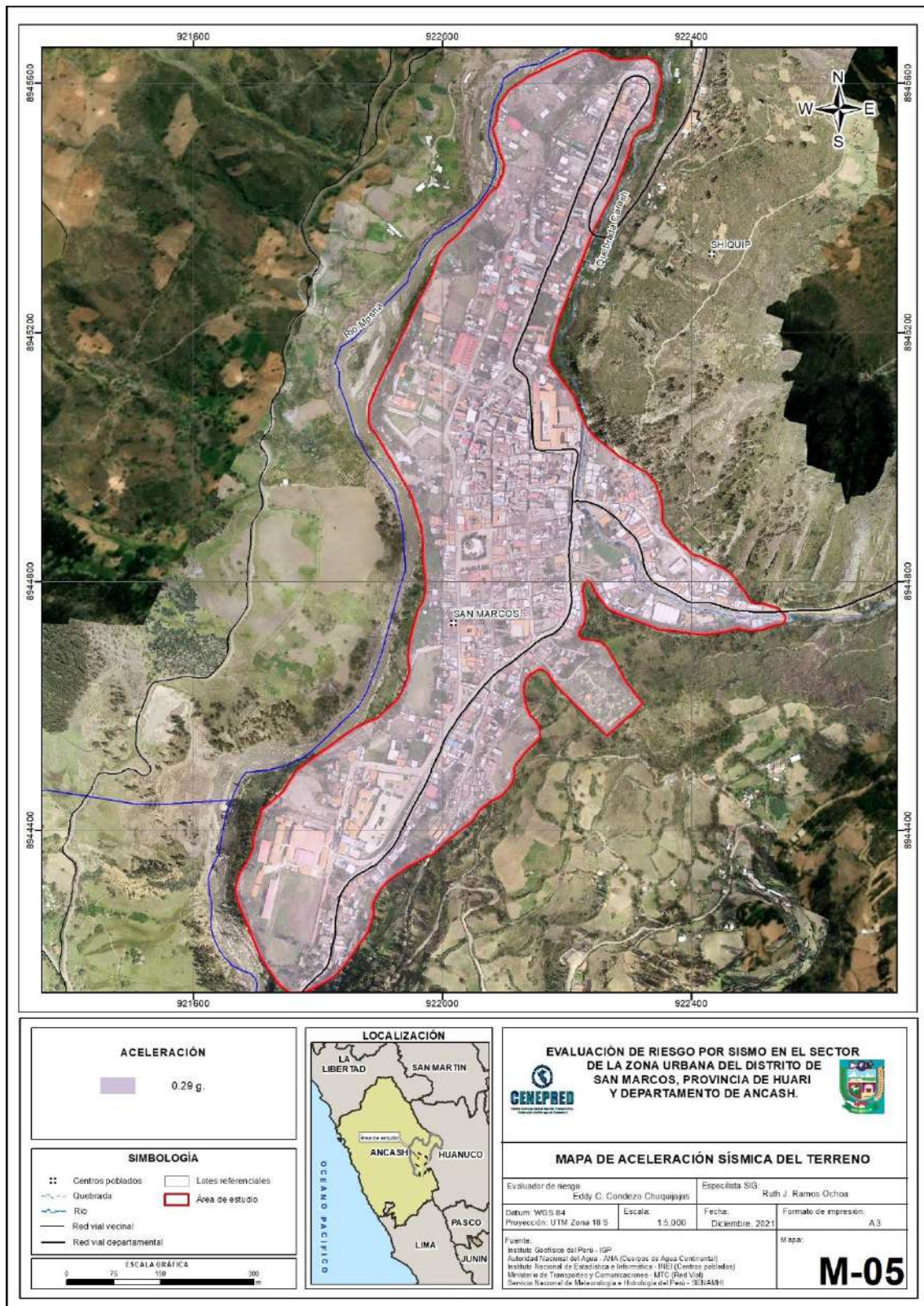
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

Figura 06. Mapa de Aceleración sísmica del suelo del sector de la zona urbana del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

3.6 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio por sismo del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Cuadro 13. Parámetros para considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Magnitud sísmica	Suelos
	Unidades geológicas
	Unidades geomorfológicas

Fuente: Elaboración propia

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

3.6.1 Análisis del factor desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico.

El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre el mismo parámetro. Se introducen valores en las celdas con texto en rojo (de acuerdo a la escala numérica de propuesta por saaty, según priorización de descriptores o parámetros en función al tipo de peligro a evaluar) y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas de texto en azul (debido a que el análisis es inverso). Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Magnitud sísmica

Cuadro 14. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud sísmica

Magnitud Sísmica	Mayor a 8.0 Mw	Entre 7.5 a 8.0 Mw	Entre 7.0 a 7.4 Mw	Entre 6.5 a 6.9 Mw	Menor a 6.5 Mw
Mayor a 8.0 Mw	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Entre 7.5 a 8.0 Mw	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Entre 7.0 a 7.4 Mw	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Entre 6.5 a 6.9 Mw	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Menor a 6.5 Mw	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Matriz de normalización del parámetro magnitud sísmica

Magnitud Sísmica	Mayor a 8.0 Mw	Entre 7.5 a 8.0 Mw	Entre 7.0 a 7.4 Mw	Entre 6.5 a 6.9 Mw	Menor a 6.5 Mw	Vector Priorización
Mayor a 8.0 Mw	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350	0.467
Entre 7.5 a 8.0 Mw	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250	0.256
Entre 7.0 a 7.4 Mw	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200	0.148
Entre 6.5 a 6.9 Mw	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150	0.084
Menor a 6.5 Mw	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud sísmica

IC	0.072
RC	0.064

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes: Suelos, geología y geomorfología se utilizó el proceso de análisis jerárquico para la determinación de la importancia relativa entre ellos usando la escala Saaty. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 17. Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes.

Factores condicionantes	Suelos	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas
Suelos	1.00	2.00	3.00
Unidades geológicas	0.50	1.00	2.00
Unidades geomorfológicas	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Matriz de normalización de factores condicionantes

Factores condicionantes	Suelos	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Vector Priorización
Suelos	0.545	0.571	0.500	0.539
Unidades geológicas	0.273	0.286	0.333	0.297
Unidades geomorfológicas	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades de factores condicionantes

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

a) Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro 20. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales (Qh-fl)	Depósitos coluviales (Qh-co)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos residuales (Qh-re)
Depósitos fluviales (Qh-fl)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Depósitos coluviales (Qh-co)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Formación Chimú (Ki-chi)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Depósitos residuales (Qh-re)	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro Unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales (Qh-fl)	Depósitos coluviales (Qh-co)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos residuales (Qh-re)	Vector Priorización
Depósitos fluviales (Qh-fl)	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Depósitos coluviales (Qh-co)	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Formación Chimú (Ki-chi)	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Depósitos residuales (Qh-re)	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geológicas

IC	0.017
RC	0.019

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	Talud coluvial (Ta - co)	Terraza aluvial (T-al)	Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)
Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Talud coluvial (Ta - co)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Terraza aluvial (T-al)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.83	11.50	20.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24. Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	Talud coluvial (Ta - co)	Terraza aluvial (T-al)	Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	Vector Priorización
Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	0.466	0.496	0.439	0.435	0.450	0.457
Talud coluvial (Ta - co)	0.233	0.248	0.293	0.261	0.250	0.257
Terraza aluvial (T-al)	0.155	0.124	0.146	0.174	0.150	0.150
Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	0.093	0.083	0.073	0.087	0.100	0.087
Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	0.052	0.050	0.049	0.043	0.050	0.049

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geomorfología

IC	0.004
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Suelos

Cuadro 26. Matriz de comparación de pares del parámetro suelos

Suelo	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Excelente	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Bueno	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Malo	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy Malo	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27. Matriz de normalización del parámetro suelos

Suelo	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Vector priorización
Excelente	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Bueno	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Regular	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Malo	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Muy Malo	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

3.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el área de influencia han sido identificados con apoyo del "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del Instituto Nacional de Estadística e Informática – 2017, Sistema de Información Geográfica para la Gestión del Riesgo, y la información recopilada en campo, que se muestran a continuación.

3.7.1 Población

La población que se encuentra en el área de influencia del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, son considerados como elementos expuestos ante el impacto del peligro por sismo.

Cuadro 29. Población Expuesta

Sector	Población total
Zona urbana de San Marcos	2989

Fuente: INEI 2017

3.7.2 Vivienda

El Sector de la Zona urbana de San Marcos, cuenta con 590 viviendas según datos INEI y con 2 viviendas levantadas en campo, donde la mayoría de estas viviendas son independientes.

Cuadro 30. Viviendas expuestas

Sector	Total de viviendas
Zona urbana / rural	590

Fuente: INEI 2017

3.7.3 Institución educativa

El Sector de la zona urbana de San Marcos, cuenta con 8 Instituciones educativas, 2 de nivel primaria, 1 de nivel secundaria, 2 técnico superior y 3 de nivel jardín que se encuentran en el área de influencia.

Cuadro 31. Instituciones educativas

Nivel	Nombre
Superior tecnológica	San Marcos
Técnico superior	Virgen Niña
Inicial jardín	380-1
Secundaria	Pachacútec
Inicial – cuna jardín particular	Ventanita del saber
Primaria - particular	Monseñor Santiago Márquez Zorrilla
Inicial - jardín	231
Primaria	86380

Fuente: ESCALE

3.7.4 Centro de Salud

El sector de la zona urbana de San Marcos, cuenta con un centro de salud del mismo nombre de categoría I-3.

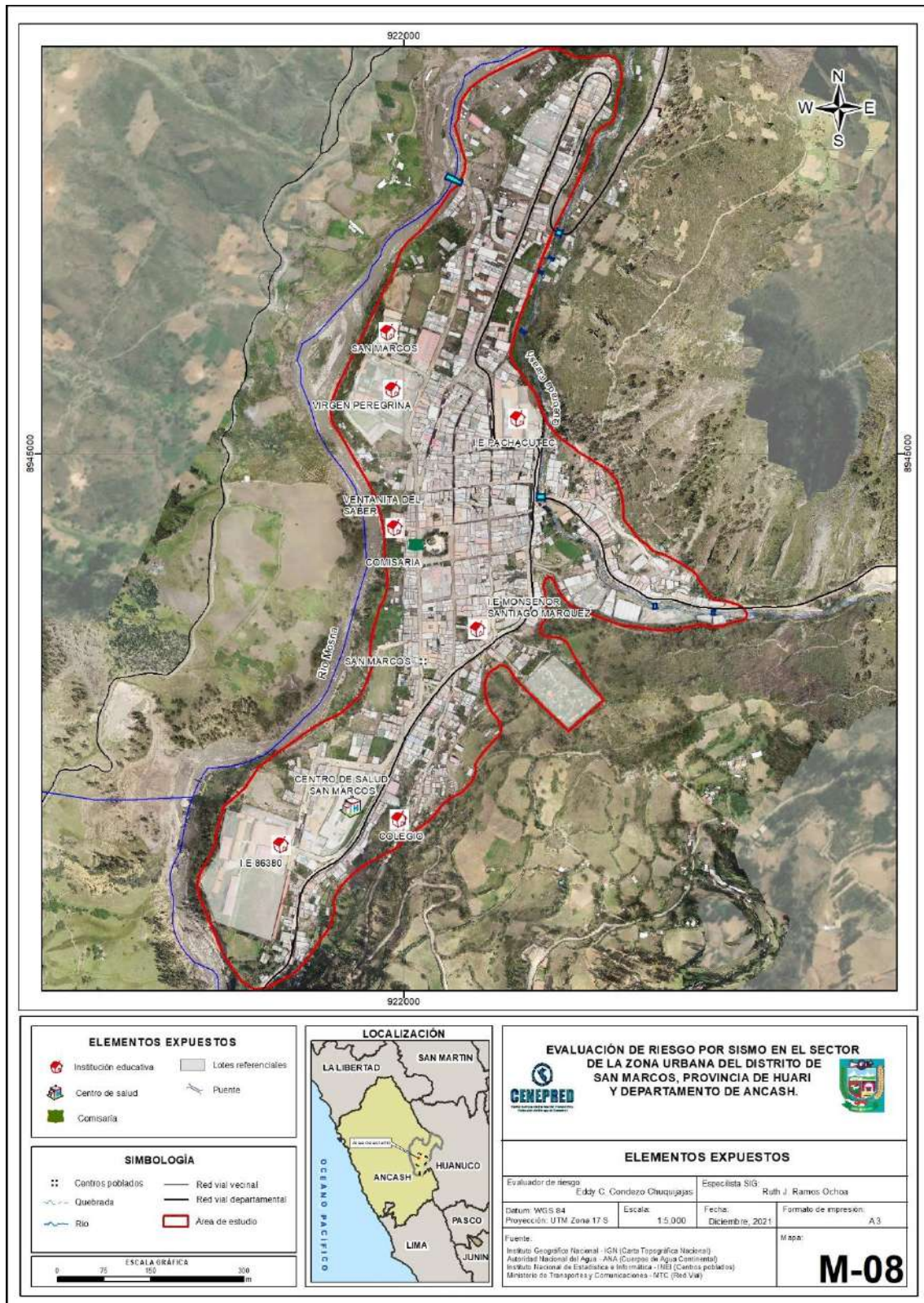
3.7.5 Comisaria

El sector de la zona urbana de San Marcos, cuenta con la Comisaria PNP San Marcos.

3.7.6 Puentes

Existen 8 puentes que se encuentran en la Quebrada Carash, tres (03) puentes conectan los barrios de Huallanca con el barrio Circunvalación y barrio Cinco Esquinas, dos son peatonales y uno es vehicular - peatonal. Cuatro (04) puentes conectan al barrio La Florida, tres son peatonales y uno vehicular - peatonal. Un (01) puente vehicular -peatonal conectan a los distritos de San Marcos con el distrito Chavín de Huántar.

Figura 07. Mapa de elementos expuestos por sismo de la zona urbana de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

3.8 Definición de escenario de riesgo

Se ha considerado el siguiente escenario de riesgo: sismo de Magnitud mayor a 7.9 Mw. en las inmediaciones del Sector de la zona urbana de San Marcos, que tiene una geología de depósitos aluviales, coluviales, fluviales y una aceleración sísmica del suelo de 0.29 gal. Con un suelo compuesto de gravas, arcillas y limos. Dichas condiciones ocasionarían daños parciales y totales en las estructuras de los elementos expuestos ubicados en el Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos.

3.9 Niveles de peligro

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro por sismo del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 32. Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.260 < P ≤ 0.448
ALTO	0.152 < P ≤ 0.260
MEDIO	0.088 < P ≤ 0.152
BAJO	0.051 ≤ P ≤ 0.088

Fuente: Elaboración propia

3.10 Estratificación del nivel de peligro

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenido:

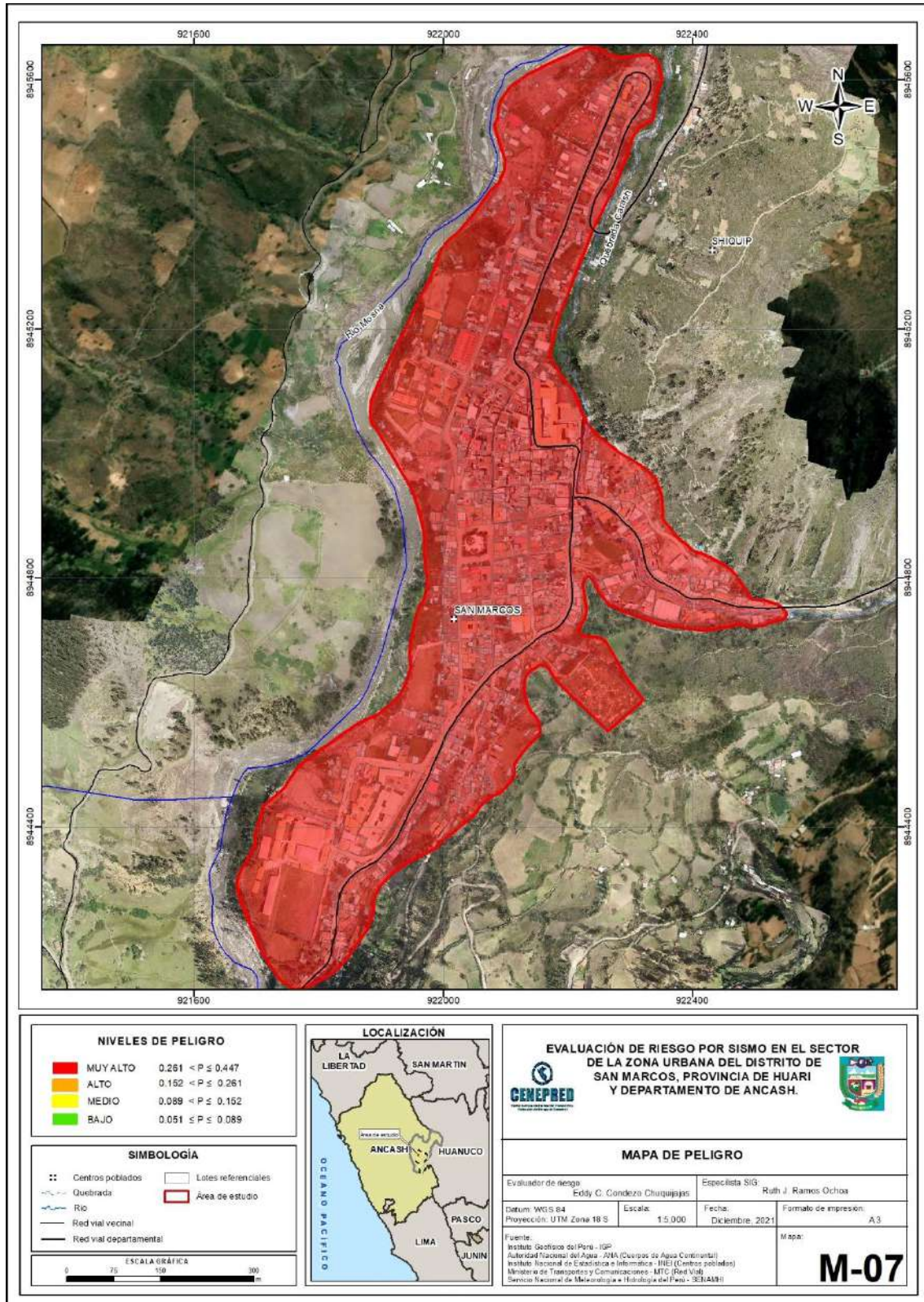
Cuadro 33. Matriz de estratificación por sismo del Sector de la zona urbana de San Marcos

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
PELIGRO MUY ALTO	Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito fluvial o depósito coluvial, predomina la unidad geomorfológica de terraza fluvial o talud coluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gal.	0.261 < P ≤ 0.447
PELIGRO ALTO	Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito coluvial o depósito aluvial, predomina la unidad geomorfológica de talud coluvial o terraza aluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gal.	0.152 < P ≤ 0.261
PELIGRO MEDIO	Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito aluvial o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de terraza aluvial o vertiente montañosa en roca sedimentaria, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gal.	0.089 < P ≤ 0.152
PELIGRO BAJO	Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito residuales o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de vertiente montañosa en roca sedimentaria o vertiente montañosa coluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gal.	0.051 ≤ P ≤ 0.089

Fuente: Elaboración propia

3.11 Mapa de peligro

Figura 08. Mapa de Peligro por sismo del Sector de la zona urbana San Marcos



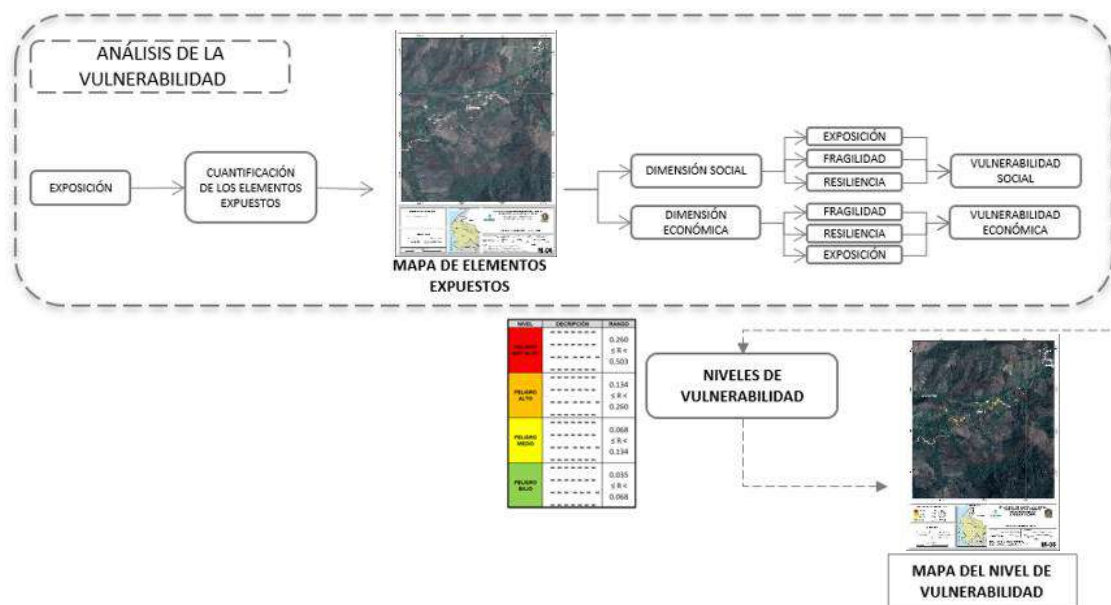
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el Gráfico 13.

Gráfico 13. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el Sector de la zona urbana de San Marcos, se ha considerado realizar el análisis de los factores (exposición, fragilidad y resiliencia) de la dimensión social y económica, por ser los temas más relacionados al estudio sobre las afectaciones por el Fenómeno El Niño Costero y considerando toda la población expuesta. Se ha utilizado el método de Saaty.

4.2 Análisis de la dimensión social

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro 34. Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Habitante por vivienda	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimiento de agua - Servicios higiénicos - Tipo de alumbrado 	Capacitación en GRD

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Población residente

Cuadro 35. Matriz de comparación de pares del parámetro población residente

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	2 hab. por vivienda	1 hab. por vivienda
Mayor a 4 hab. por vivienda	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
4 hab. por vivienda	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
3 hab. por vivienda	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
2 hab. por vivienda	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
1 hab. por vivienda	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36. Matriz de normalización del parámetro población residente

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	2 hab. por vivienda	1 hab. por vivienda	Vector de priorización
Mayor a 4 hab. por vivienda	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
4 hab. por vivienda	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
3 hab. por vivienda	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
2 hab. por vivienda	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
1 hab. por vivienda	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 37. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro población residente

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Abastecimiento de agua

Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de Agua	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón	Red pública fuera de la vivienda	Red pública dentro de la vivienda
Río, acequia, manantial o similar	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Camión cisterna u otro similar	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Pilón	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Red pública fuera de la vivienda	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública dentro de la vivienda	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de Agua	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón	Red pública fuera de la vivienda	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización
Río, acequia, manantial o similar	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Camión cisterna u otro similar	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Pilón	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Red pública fuera de la vivienda	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Red pública dentro de la vivienda	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro abastecimiento de agua

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Servicios higiénicos

Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios higiénicos

Servicio Higiénico	Al aire libre	Pozo ciego/negro	Letrina	Red pública de desagüe fuera de la vivienda	Red pública de desagüe dentro de la vivienda
Al aire libre	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Pozo ciego/negro	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Letrina	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.83	11.50	20.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro servicios higiénicos

Servicios Higiénicos	Al aire libre	Pozo ciego/negro	Letrina	Red pública de desagüe fuera de la vivienda	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector Priorización
Al aire libre	0.466	0.496	0.439	0.435	0.450	0.457
Pozo ciego/negro	0.233	0.248	0.293	0.261	0.250	0.257
Letrina	0.155	0.124	0.146	0.174	0.150	0.150
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	0.093	0.083	0.073	0.087	0.100	0.087
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.052	0.050	0.049	0.043	0.050	0.049

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de servicios higiénicos

IC	0.004
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Tipo de alumbrado

Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado	No tiene	Vela y Otro	Petróleo, gas, lámpara	Panel Solar	Electricidad
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Vela y Otro	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Petróleo, gas, lámpara	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Panel Solar	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Electricidad	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.08	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado	No tiene	Vela y Otro	Petróleo, gas, lámpara	Panel Solar	Electricidad	Vector Priorización
No tiene	0.449	0.490	0.439	0.381	0.412	0.434
Vela y Otro	0.225	0.245	0.293	0.286	0.235	0.257
Petróleo, gas, lámpara	0.150	0.122	0.146	0.190	0.176	0.157
Panel Solar	0.112	0.082	0.073	0.095	0.118	0.096
Electricidad	0.064	0.061	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de tipo de alumbrado

IC	0.010
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad en la dimensión social

Cuadro 47. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad

Fragilidad Social	Acceso a red de agua	Acceso a red de alcantarillado	Tipo de alumbrado
Abastecimiento de agua	1.00	3.00	7.00
Acceso a red de alcantarillado	0.33	1.00	3.00
Tipo de alumbrado	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.48	4.33	11.00
1/SUMA	0.68	0.23	0.09

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 48. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad

Fragilidad Social	Acceso a red de agua	Acceso a red de alcantarillado	Tipo de alumbrado	Vector Priorización
Abastecimiento de agua	0.677	0.692	0.636	0.669
Acceso a red de alcantarillado	0.226	0.231	0.273	0.243
Tipo de alumbrado	0.097	0.077	0.091	0.088

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social

IC	0.004
RC	0.007

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Capacitación en temas de riesgo de desastres

Cuadro 50. Matriz de comparación del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres

Capacitación en temas de GRD	No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	Se capacita con regular frecuencia	Se capacita constantemente
No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Se capacita con regular frecuencia	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Se capacita constantemente	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.08	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 51. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres

Capacitación en temas de GRD	No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	Se capacita con regular frecuencia	Se capacita constantemente	Vector Priorización
No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	0.449	0.490	0.439	0.381	0.412	0.434
No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	0.225	0.245	0.293	0.286	0.235	0.257
Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	0.150	0.122	0.146	0.190	0.176	0.157
Se capacita con regular frecuencia	0.112	0.082	0.073	0.095	0.118	0.096
Se capacita constantemente	0.064	0.061	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas gestión de riesgo de desastres

IC	0.010
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro 53. Parámetros de Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Número de pisos por vivienda	- Estado de conservación - Material predominante de las paredes - Material predominante de los techos	- Actividad laboral

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Viviendas ubicadas en el Sector de la zona urbana de San Marcos

Cuadro 54. Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos por vivienda

Número de pisos por vivienda	Cuatro pisos a mas	Tres pisos	Dos pisos	Un piso	Sin techo
Cuatro pisos a mas	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Tres pisos	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Dos pisos	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Un piso	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Terreno cercado	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 55. Matriz de normalización del parámetro numero de pisos por vivienda

Número de pisos por vivienda	Cuatro pisos a mas	Tres pisos	Dos pisos	Un piso	Sin techo	Vector priorización
Cuatro pisos a mas	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Tres pisos	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Dos pisos	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Un piso	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Terreno cercado	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 56. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro número de pisos por vivienda

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Material predominante de las paredes

Cuadro 57. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante en las paredes	Adobe o tapia	Piedra con Barro	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto
Adobe o tapia	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Piedra con Barro	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Madera	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Ladrillo	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Bloque de concreto	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.08	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 58. Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante en las paredes	Adobe o tapia	Piedra con Barro	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto	Vector Priorización
Adobe o tapia	0.449	0.490	0.439	0.381	0.412	0.434
Piedra con Barro	0.225	0.245	0.293	0.286	0.235	0.257
Madera	0.150	0.122	0.146	0.190	0.176	0.157
Ladrillo	0.112	0.082	0.073	0.095	0.118	0.096
Bloque de concreto	0.064	0.061	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 59. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de las paredes

IC	0.010
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Material predominante de techos

Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos

Material Predominante en los Techos	Otros	Madera y/o Caña o estera con torta de barro	Plancha de Calamina y/o Tejas	Ladrillo	Concreto Armado
Otros	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Madera y/o Caña o estera con torta de barro	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
Plancha de Calamina y/o Tejas	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Ladrillo	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Concreto Armado	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.73	8.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro material predominante de techos

Material Predominante en los Techos	Otros	Madera y/o Caña o estera con torta de barro	Plancha de Calamina y/o Tejas	Ladrillo	Concreto Armado	Vector Priorización
Otros	0.54	0.63	0.47	0.46	0.38	0.495
Madera y/o Caña o estera con torta de barro	0.18	0.21	0.35	0.26	0.29	0.259
Plancha de Calamina y/o Tejas	0.14	0.07	0.12	0.20	0.17	0.137
Ladrillo	0.08	0.05	0.04	0.07	0.13	0.072
Concreto Armado	0.06	0.03	0.03	0.02	0.04	0.037

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de techos

IC	0.050
RC	0.045

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Estado de conservación

Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Malo	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Bueno	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bueno	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Malo	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Regular	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Bueno	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Muy bueno	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica

Cuadro 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica

Fragilidad económica	Material predominante en paredes	Material predominante en techo	Estado de conservación
Material predominante en paredes	1.00	2.00	3.00
Material predominante en techo	0.50	1.00	2.00
Estado de conservación	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 67. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica

Fragilidad económica	Material predominante en paredes	Material predominante en techo	Estado de conservación	Vector Priorización
Material predominante en paredes	0.545	0.571	0.500	0.539
Material predominante en techo	0.273	0.286	0.333	0.297
Estado de conservación	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Actividad laboral

Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral

Actividad laboral	Otros por temporada	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes
Otros por temporada	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Agricultura, ganadería y pesca	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Empresas de servicios	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Comercio al por mayor y menor	0.20	0.25	0.50	1.00	1.00
Hospedajes y restaurantes	0.14	0.20	0.25	1.00	1.00
SUMA	2.09	3.95	7.75	13.00	18.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.08	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro actividad laboral

Actividad laboral	Otros por temporada	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes	Vector priorización
Otros por temporada	0.478	0.506	0.516	0.385	0.389	0.455
Agricultura, ganadería y pesca	0.239	0.253	0.258	0.308	0.278	0.267
Empresas de servicios	0.119	0.127	0.129	0.154	0.222	0.150
Comercio al por mayor y menor	0.096	0.063	0.065	0.077	0.056	0.071
Hospedajes y restaurantes	0.068	0.051	0.032	0.077	0.056	0.057

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro actividad laboral

IC	0.022
RC	0.019

Fuente: Elaboración propia

4.4 Nivel de vulnerabilidad

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 72. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO
MUY ALTA	0.261 < V ≤ 0.438
ALTA	0.155 < V ≤ 0.261
MEDIA	0.090 < V ≤ 0.155
BAJA	0.056 ≤ V ≤ 0.090

Fuente: Elaboración propia

4.5 Estratificación de la vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de vulnerabilidad obtenido:

Cuadro 73. Estratificación de la Vulnerabilidad

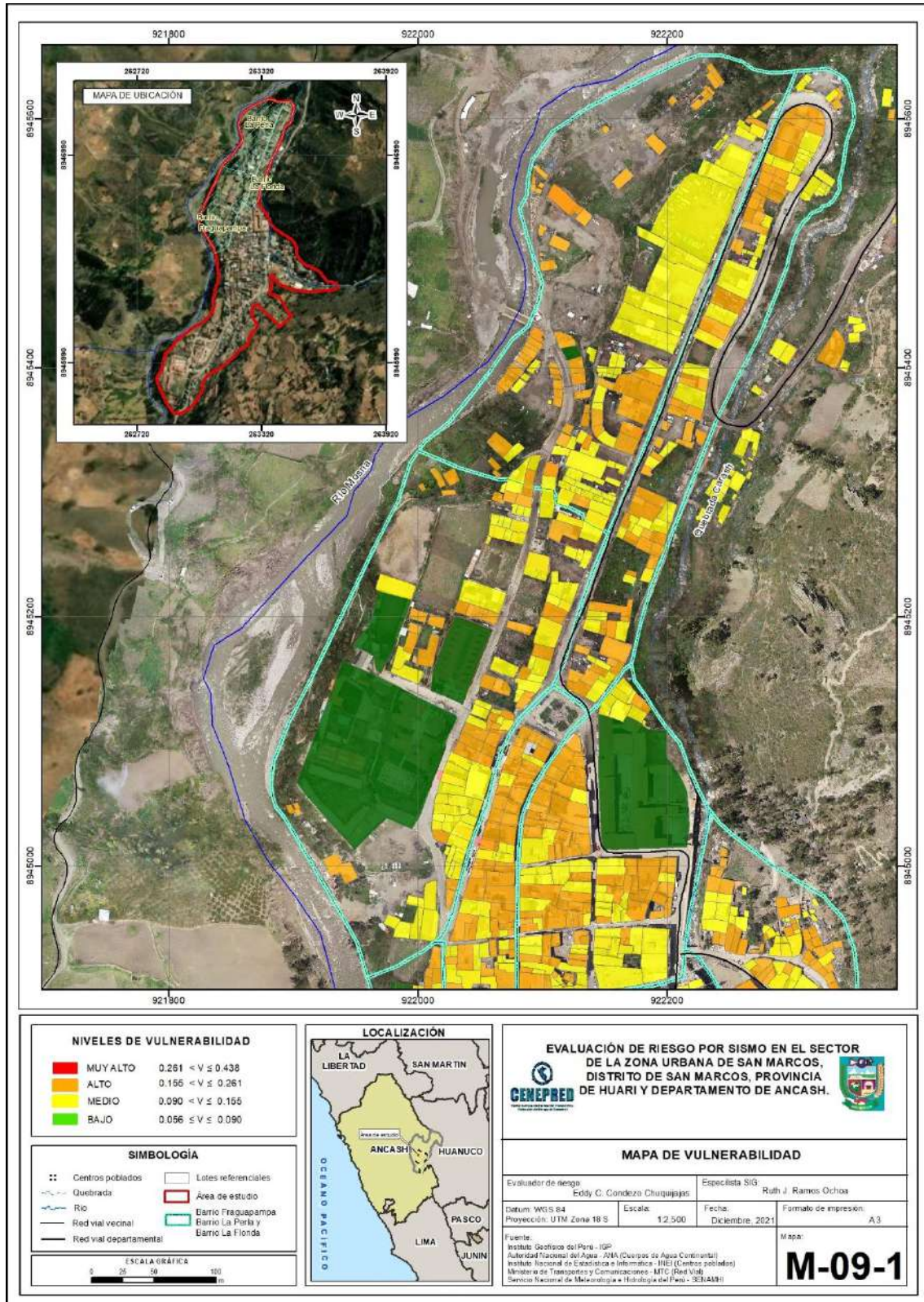
Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	Mayor de 4 habitantes por vivienda. Población que se abastece con río, acequia, manantial o camión cisterna u otro similar, tipo de alumbrado no tiene o usa velas y servicios higiénicos al aire libre o pozo ciego. Población que no ha recibido capacitaciones en temas gestión del riesgo de desastres o No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores. Viviendas de tres pisos a más, estado de conservación muy malo o malo, presentan como material predominante en sus paredes adobe, tapia o piedra con barro, del mismo modo presentan como material predominante en los techos Madera y/o Caña o estera con torta de barro u otros. Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca u otros por temporadas.	0.261 < V ≤ 0.438
Vulnerabilidad Alta	4 o 3 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua a través de camión cisterna o pilón, que emplea pozo ciego o letrina como servicios higiénicos, y que utilizan como fuente de energía vela, petróleo, gas o lampara. Población que no ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores o Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores. Viviendas de tres o dos pisos, estado de conservación malo o regular, que presentan material predominante en sus paredes piedra con barro o madera, del mismo modo presentan como material predominante en los techos madera y/o caña o estera con torta de barro o plancha de calamina y tejas, Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca o empresas de servicios.	0.155 < V ≤ 0.261
Vulnerabilidad Media	De 2 a 3 habitantes por vivienda. Población que se abastece del servicio de agua mediante pilón o red pública fuera de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de letrina o red pública de desagüe fuera de la vivienda, y emplean como tipo de alumbrado petróleo, gas, lampara o panel solar. Población que ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores o se capacita con regular frecuencia. Viviendas de uno o dos pisos, de estado de conservación regular o bueno, que presentan material predominante en sus paredes es madera o ladrillo, del mismo modo presentan como material predominante en los techos calamina, tejas o ladrillo. su actividad laboral se basa en comercio al por mayor y menor o empresa de servicios.	0.090 < V ≤ 0.155

Vulnerabilidad Baja	Menor igual a 2 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua por la red pública de agua potable fuera o dentro de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda, y emplean tipo de alumbrado panel solar o servicio eléctrico. Población que se capacita con regular frecuencia o se capacita constantemente en temas gestión del riesgo de desastre. Vivienda de un pisos o terreno cercado, estado de conservación bueno o muy bueno, que presentan material predominante en sus paredes es ladrillo o bloque de cemento, del mismo modo presentan como material predominante en los techos ladrillo o concreto armado, su actividad laboral es comercio al por mayor y menor o hospedajes y restaurantes.	$0.056 \leq V \leq 0.090$
---------------------	---	---------------------------

Fuente: Elaboración propia

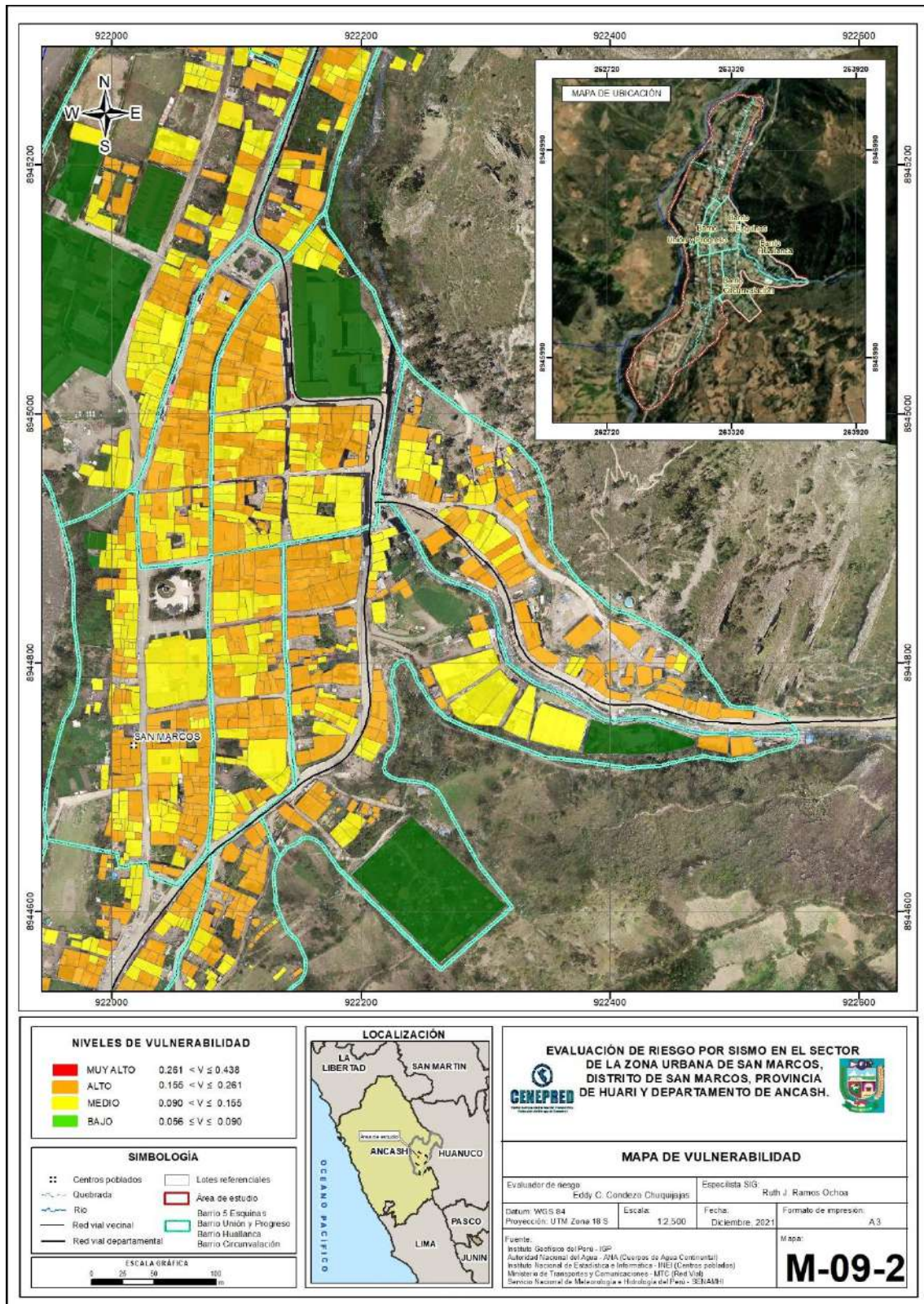
4.6 Mapa de Vulnerabilidad

Figura 09. Mapa de vulnerabilidad 01



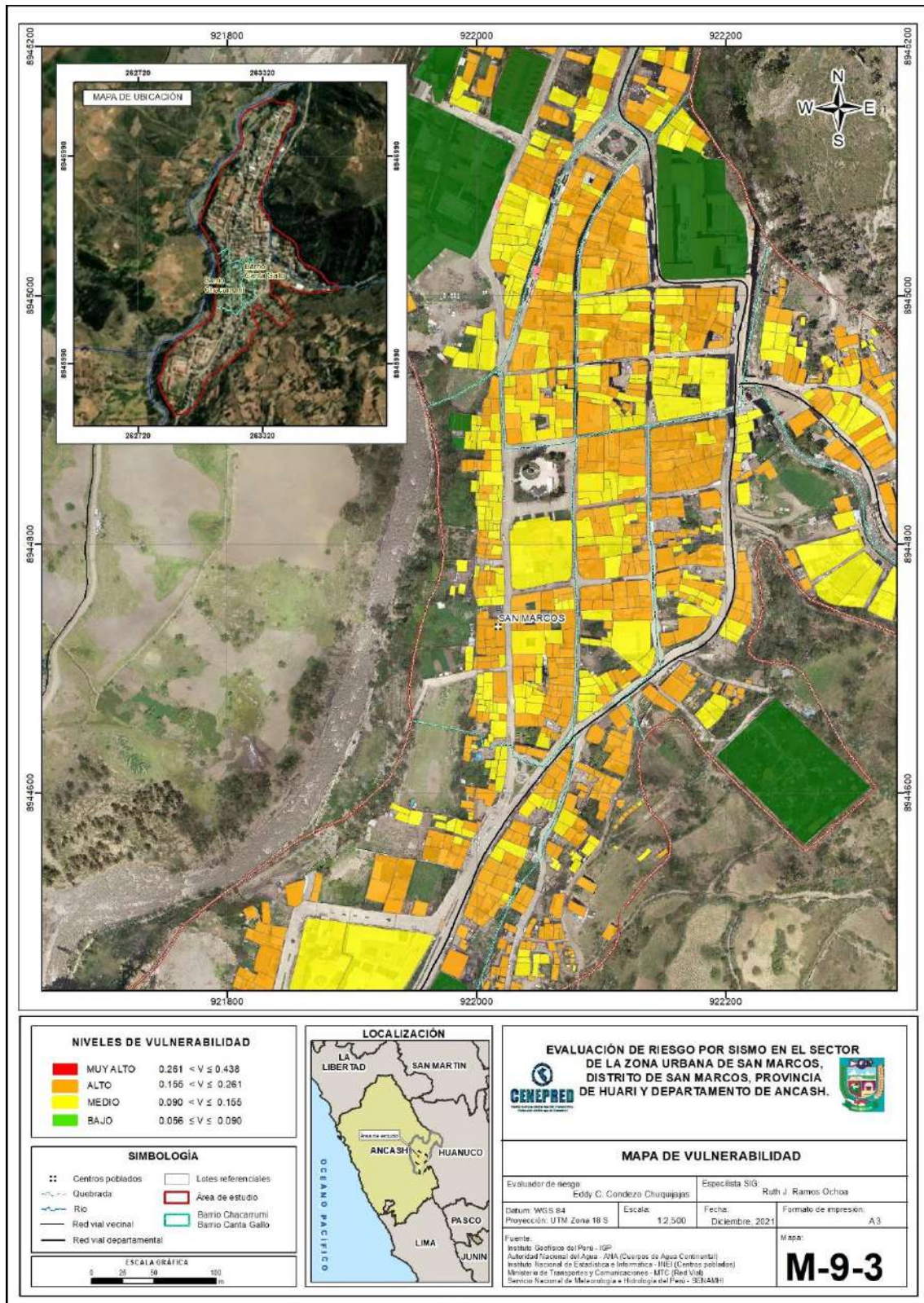
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Mapa de vulnerabilidad 02



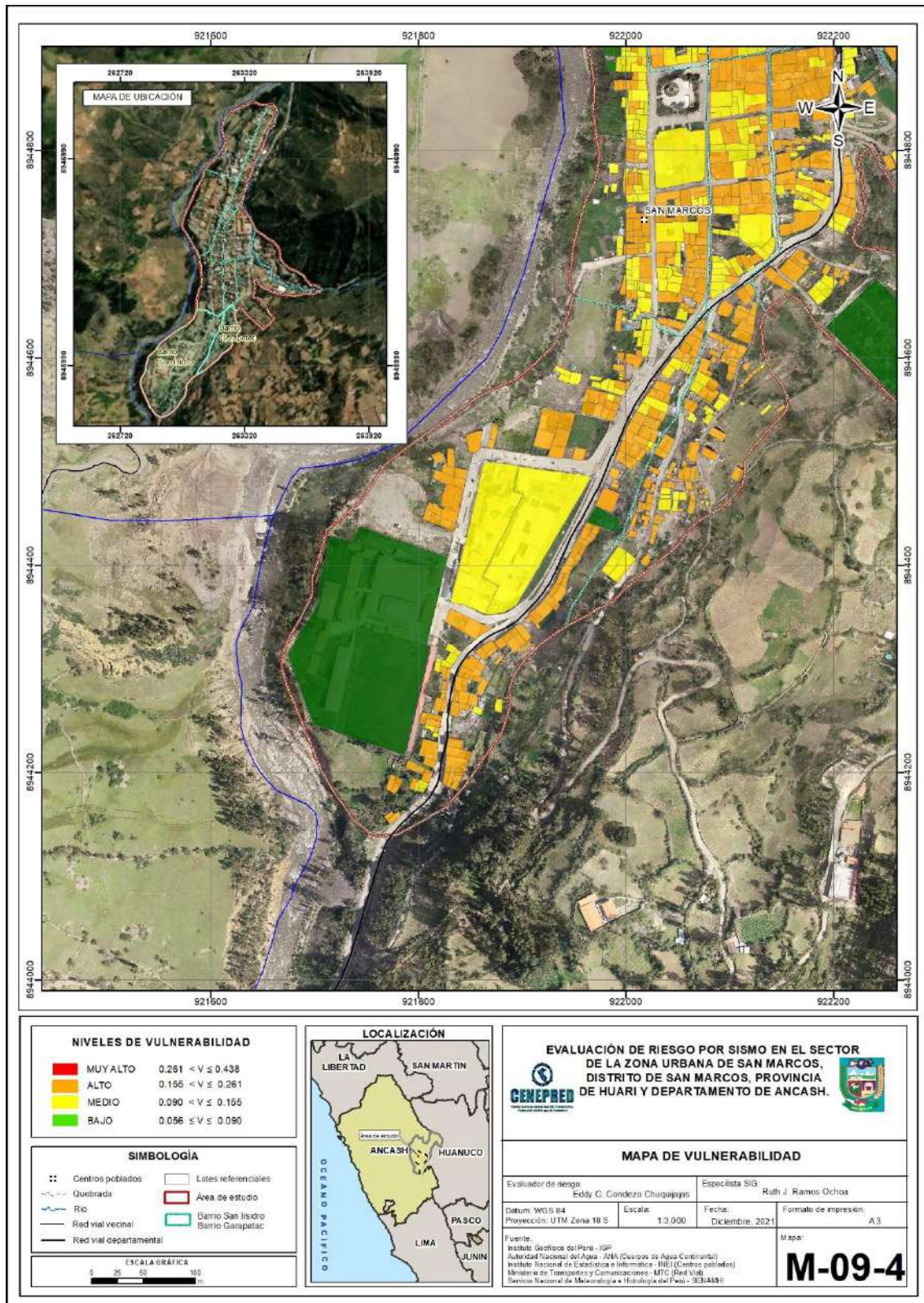
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Mapa de vulnerabilidad 03



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Mapa de vulnerabilidad 04



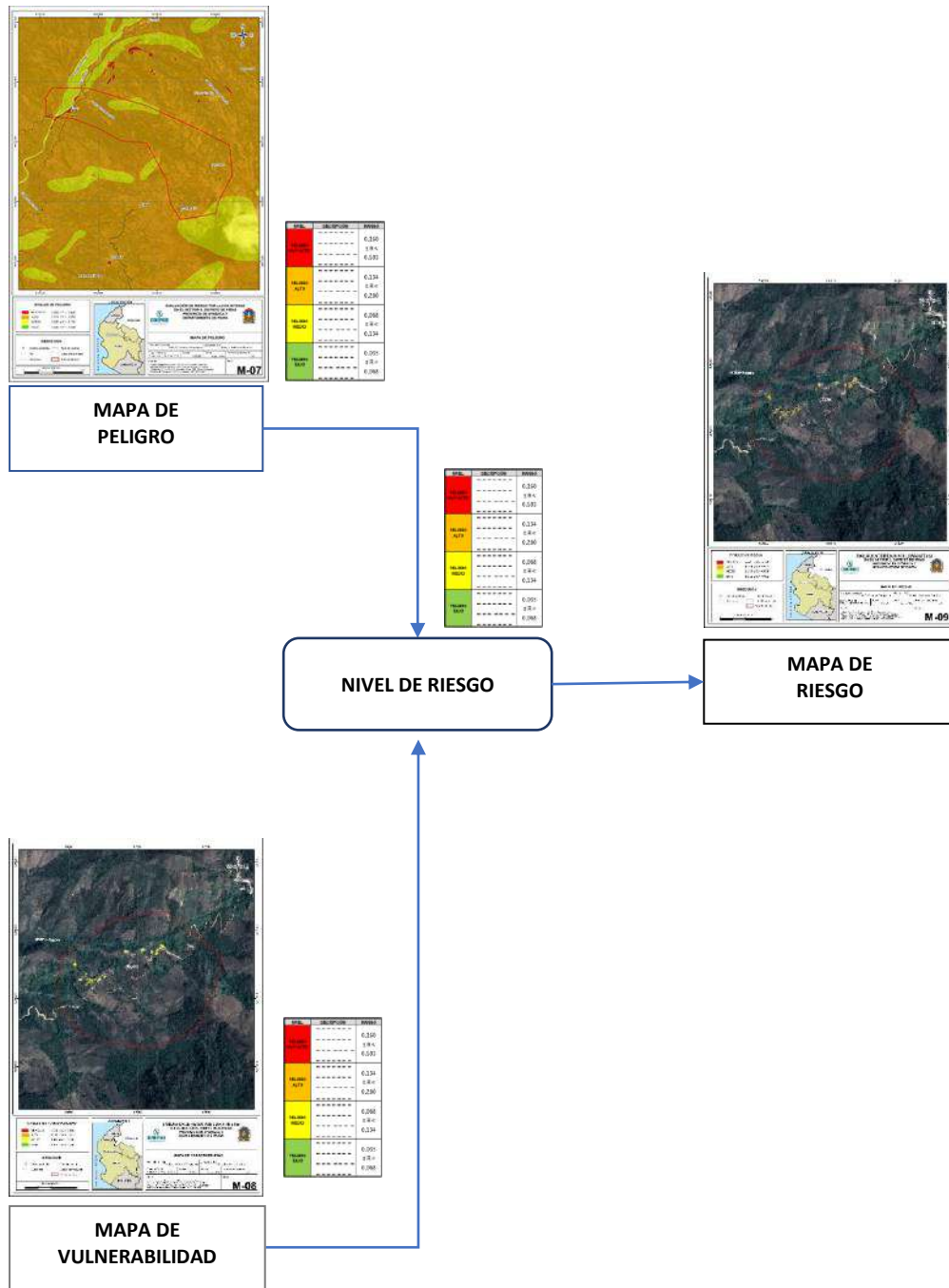
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

5.1 Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico 14. Flujoograma para estimar los niveles del riesgo



Fuente: Elaboración propia

5.2 Determinación de los niveles de riesgos

5.2.1 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo por sismo del área de influencia del Sector de la zona urbana San Marcos se detallan a continuación:

Cuadro 74. Niveles del riesgo

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.068 < R ≤ 0.196
ALTO	0.024 < R ≤ 0.068
MEDIO	0.008 < R ≤ 0.024
BAJO	0.003 ≤ R ≤ 0.008

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Matriz del riesgo

La matriz de riesgos originado por sismo del Sector de la zona urbana San Marcos es el siguiente:

Cuadro 75. Matriz del riesgo

PMA	0.447	0.040	0.069	0.117	0.196
PA	0.261	0.024	0.040	0.068	0.114
PM	0.152	0.014	0.024	0.040	0.067
PB	0.089	0.008	0.014	0.023	0.039
		0.090	0.155	0.261	0.438
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Estratificación del riesgo

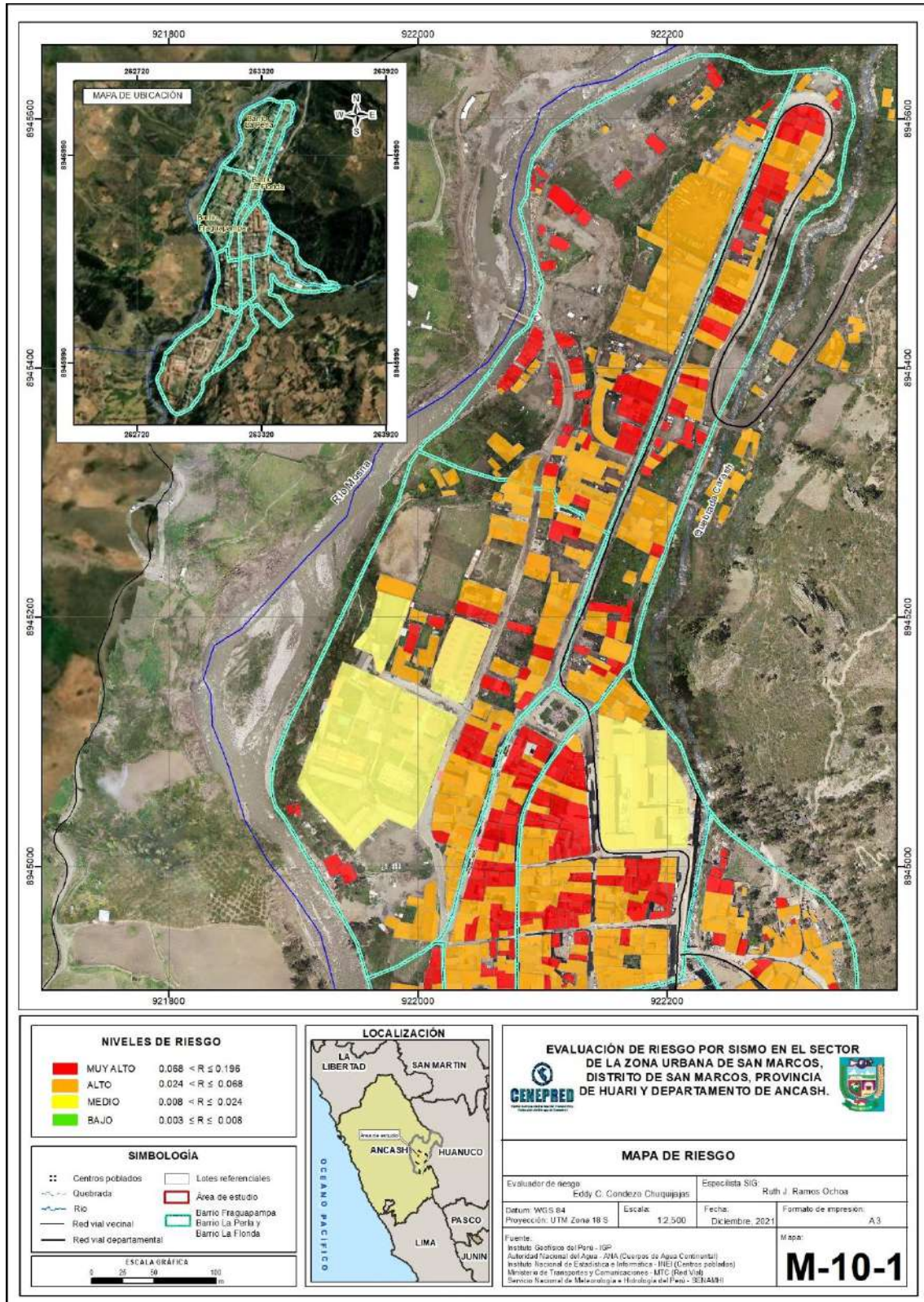
Cuadro 76. Estratificación del Riesgo

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito fluvial o depósito coluvial, predomina la unidad geomorfológica de terraza fluvial o talud coluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gals.</p> <p>Mayor de 4 habitantes por vivienda. Población que se abastece con río, acequia, manantial o camión cisterna u otro similar, tipo de alumbrado no tiene o usa velas y servicios higiénicos al aire libre o pozo ciego. Población que no ha recibido capacitaciones en temas gestión del riesgo de desastres o No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Viviendas de tres pisos a más, estado de conservación muy malo o malo, presentan como material predominante en sus paredes adobe, tapia o piedra con barro, del mismo modo presentan como material predominante en los techos Madera y/o Caña o estera con torta de barro u otros.</p> <p>Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca u otros por temporadas.</p>	0.068 < R ≤ 0.196
Riesgo Alto	<p>Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito coluvial o depósito aluvial, predomina la unidad geomorfológica de talud coluvial o terraza aluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gals.</p> <p>4 o 3 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua a través de camión cisterna o pilón, que emplea pozo ciego o letrina como servicios higiénicos, y que utilizan como fuente de energía vela, petróleo, gas o lampara. Población que no ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores o Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Viviendas de tres o dos pisos, estado de conservación malo o regular, que presentan material predominante en sus paredes piedra con barro o madera, del mismo modo presentan como material predominante en los techos madera y/o caña o estera con torta de barro o plancha de calamina y tejas, Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca o empresas de servicios.</p>	0.024 < R ≤ 0.068
Riesgo Medio	<p>Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito aluvial o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de terraza aluvial o vertiente montañosa en roca sedimentaria, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gals.</p> <p>De 2 a 3 habitantes por vivienda. Población que se abastece del servicio de agua mediante pilón o red pública fuera de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de letrina o red pública de desagüe fuera de la vivienda, y emplean como tipo de alumbrado petróleo, gas, lampara o panel solar. Población que ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores o se capacita con regular frecuencia.</p> <p>Viviendas de uno o dos pisos, de estado de conservación regular o bueno, que presentan material predominante en sus paredes es madera o ladrillo, del mismo modo presentan como material predominante en los techos calamina, tejas o ladrillo. su actividad laboral se basa en comercio al por mayor y menor o empresa de servicios.</p>	0.008 < R ≤ 0.024
Riesgo Bajo	<p>Magnitud sísmica mayor a 7.9 Mw, predomina la unidad geológica depósito residuales o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de vertiente montañosa en roca sedimentaria o vertiente montañosa coluvial, con suelo compuesto por gravas, arcilla y limo, aceleración sísmica del suelo mayor a 0.25 gals.</p> <p>Menor igual a 2 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua por la red pública de agua potable fuera o dentro de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda, y emplean tipo de alumbrado panel solar o servicio eléctrico.</p> <p>Población que se capacita con regular frecuencia o se capacita constantemente en temas gestión del riesgo de desastre.</p> <p>Vivienda de un pisos o terreno cercado, estado de conservación bueno o muy bueno, que presentan material predominante en sus paredes es ladrillo o bloque de cemento, del mismo modo presentan como material predominante en los techos ladrillo o concreto armado, su actividad laboral es comercio al por mayor y menor o hospedajes y restaurantes.</p>	0.003 ≤ R ≤ 0.008

Fuente: Elaboración propia

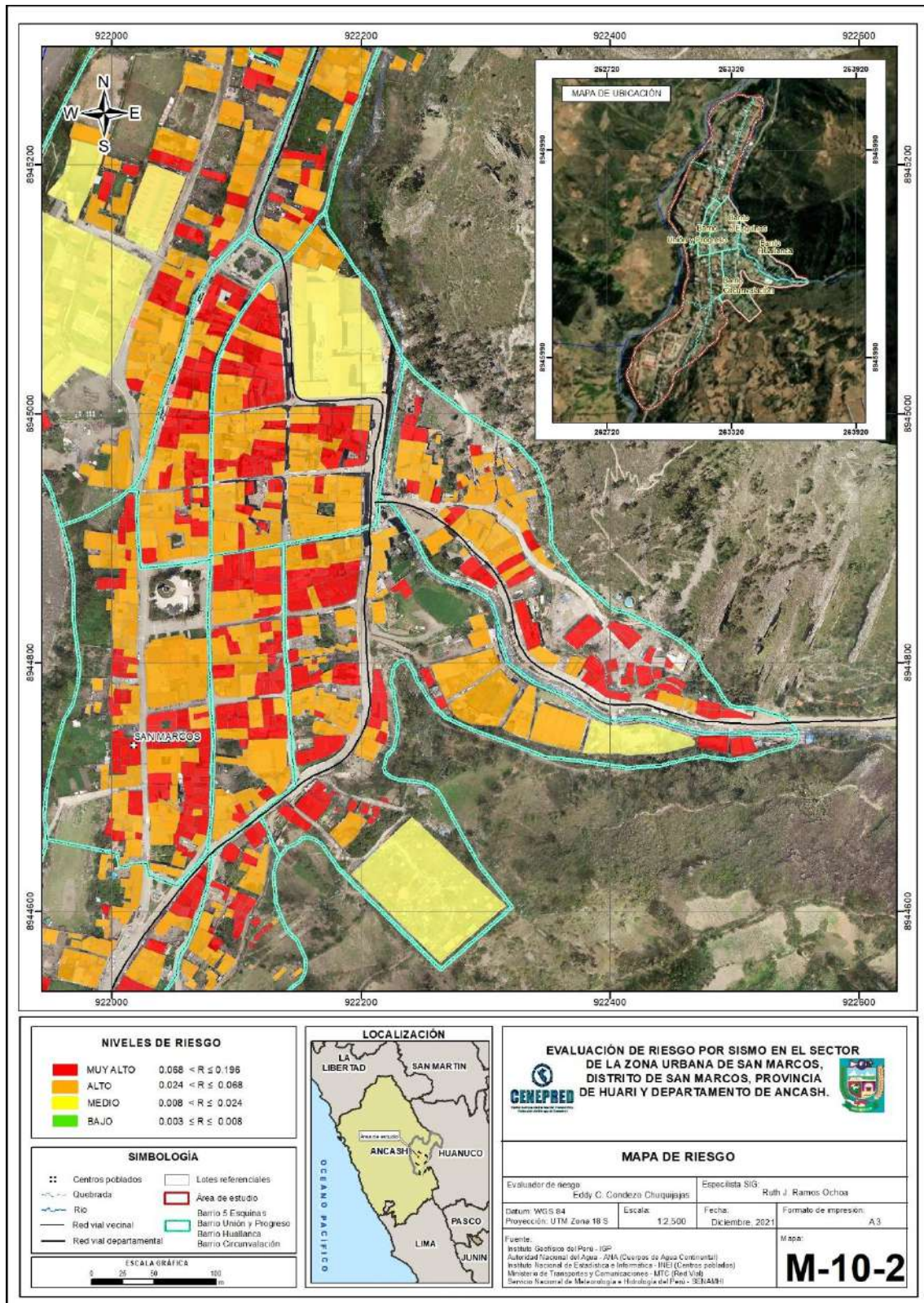
5.2.4 Mapa del Riesgo

Figura 13. Mapa de riesgo 01



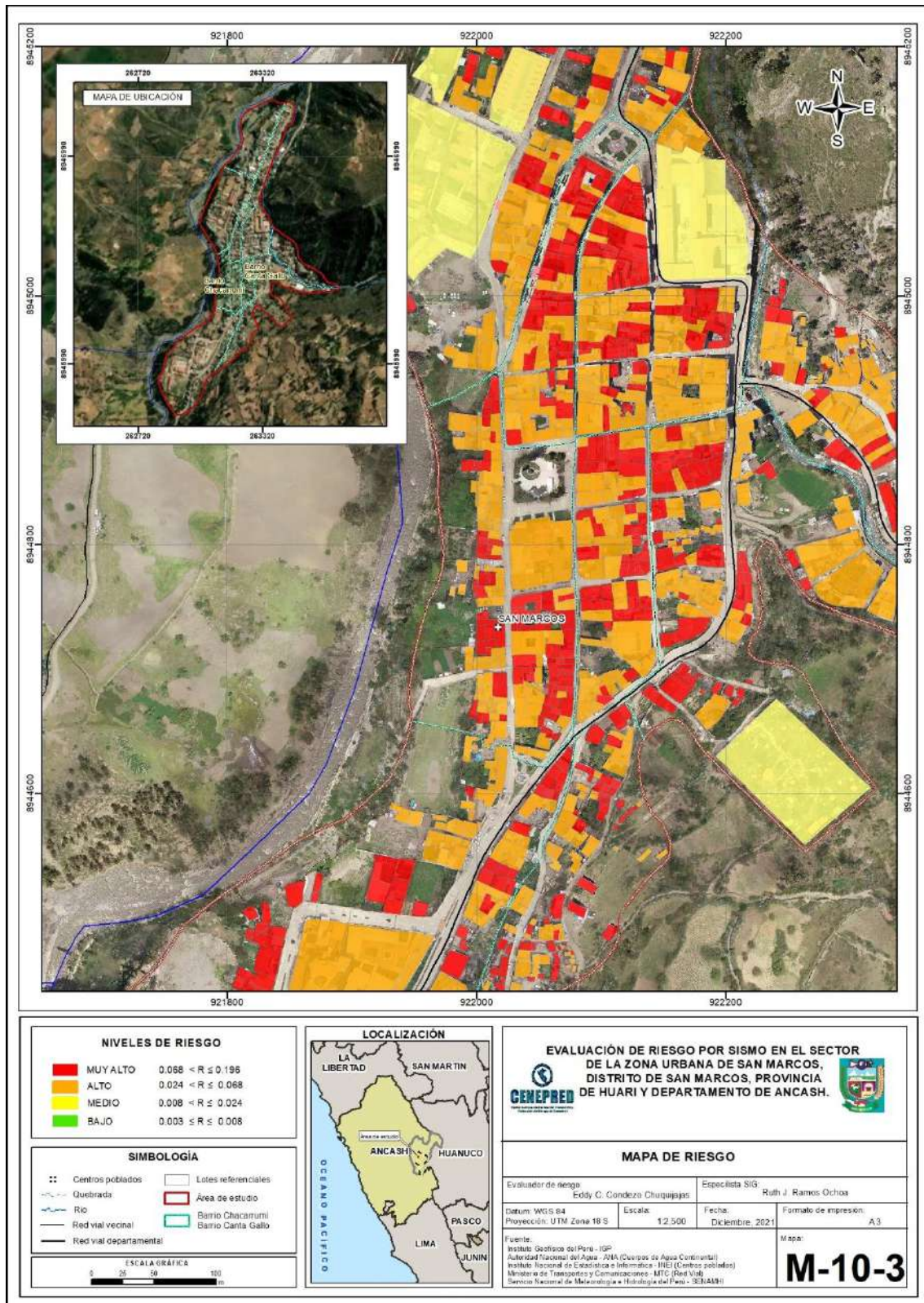
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Mapa de riesgo 02



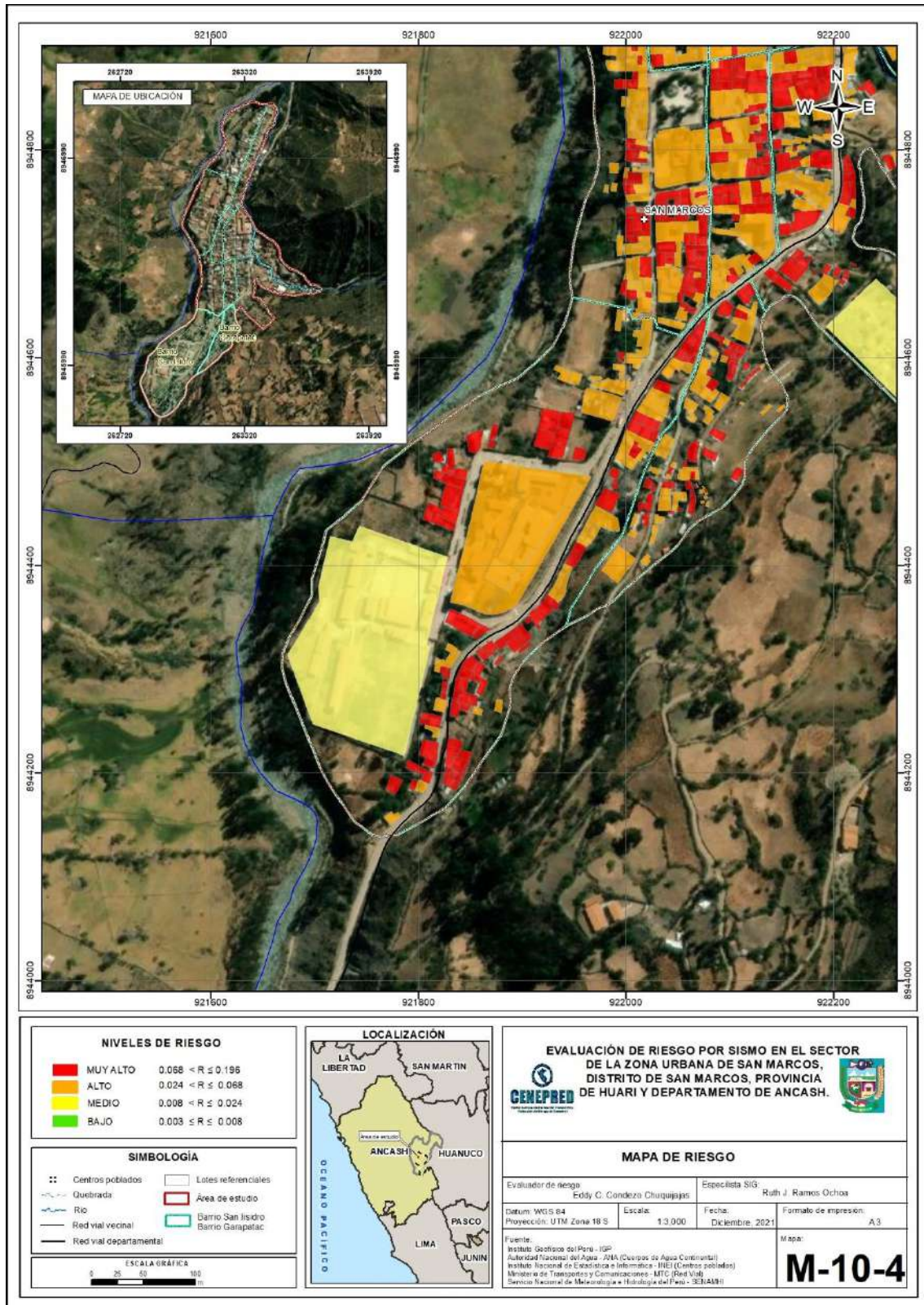
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Mapa de riesgo 03



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Mapa de riesgo 04



Fuente: Elaboración propia

5.3 Cálculo de efectos probables

En este punto de la evaluación de riesgo, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, a consecuencia del impacto del peligro por un sismo mayor a 7.9 Mw. Se muestra a continuación los efectos probables del área de influencia del Sector de la zona urbana de San Marcos, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto total ascendería a S/. 15' 268,500 de los cuales S/. 13' 480,000 corresponde a los daños probables y S/. 1'788,500 corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro 77. Efectos probables del Sector de la zona urbana de San Marcos

Efectos probables	Cantidad	Costo unitario S/.	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables					
Viviendas construidas	1348	10 000	13 480 000	13 480 000	
Pérdidas probables					
Costo de adquisición de carpas	152	500	76 000		76 000
Costo de adquisición de módulos de viviendas	152	10 000	1 520 000		1 520 000
Gastos de atención de emergencia	385	500	192 500		192 500
Total S/.			15 268 500.00	13 480 000	1 788 500

Fuente: Elaboración propia

5.4 Medidas de prevención del riesgo

La autoridad competente, deberá utilizar el presente informe de evaluación de riesgo, según lo estipulado en la normatividad vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo:

5.4.1 De orden estructural

El nivel de riesgo del sector de la zona urbana del distrito de San Marcos es Alto y Muy Alto, considerado mitigables. Siempre y cuando se cumpla con las siguientes medidas estructurales en la zona:

- Las viviendas o edificaciones futuras mayores a dos (02) pisos será obligatorio presentar a la municipalidad de San Marcos estudio de suelos, aplicando la normativa vigente E-030: E-050; la E-060 y E-070 del ministerio de vivienda de manera obligatoria según edificación y tipo de uso; lo cual será supervisado por la Municipalidad.
- Las edificaciones nuevas deberán tener las siguientes condiciones antisísmicas: Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces; peso mínimo, especialmente en los pisos altos; selección y uso adecuado de los materiales de construcción, resistencia adecuada, continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación, ductilidad; deformación limitada, inclusión de líneas sucesivas de resistencia, consideración de las

condiciones locales, buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa todo lo descrito es verificado por la municipalidad de San Marcos en cumplimiento de la normativas vigentes para salvaguardar la vida y la propiedad estatal y privada.

- Se debe realizar un estudio geotécnico por parte de la municipalidad de San Marcos del cerro colindante, para evitar la erosión, desprendimiento de rocas y otro material suelto hacia la población. Se deberá considerar el control de la erosión con reforestación intensa, muro de contención y mallas protectoras.
- Las áreas seguras deben estar identificadas, actualizadas y señalizadas en el plan de contingencia de la Municipalidad de San Marcos frente a un sismo de magnitud 7.9 Mw.

5.4.2 De orden no estructural

- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
- Capacitar a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción como medida de seguridad en las futuras construcciones de sus viviendas.
- Realizar simulacros periódicos por parte de la Municipalidad de San Marcos y el Gobierno regional en coordinación con INDECI.
- Implementar por parte de las instituciones técnico científicas y la municipalidad el sistema de alerta temprana por sismos en el distrito de san Marcos.

5.5 Medidas de reducción del riesgo

5.5.1 De orden estructural

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo se recomienda a las viviendas lo siguiente:

- Se han identificado un total de 609 viviendas de material adobe, piedra con barro o madera; en estado precario que no cuentan con un sistema constructivo y en su mayoría sufrirán daño total en su construcción frente a un sismo de magnitud 7.9 Mw. Se deberá considerar de forma obligatoria, en una futura edificación, solicitar el permiso de construcción y cimentación de sus viviendas en base a la normativa vigente E-020 y la E-030 del ministerio de vivienda; según los resultados obtenidos del estudio de evaluación de riesgos, se recomienda la construcción de viviendas no mayor de dos (02) pisos el cual deberá ser de cumplimiento obligatorio y supervisado por el área correspondiente de la municipalidad de San Marcos.
- Se han identificado viviendas de material noble que son mayor a dos pisos, estas pueden sufrir daño parcial en su construcción o caída de material en techos y paredes; se deberá capacitar por parte de la Municipalidad de San Marcos, el reforzamiento de las columnas y la cimentación de dicha infraestructura para la seguridad y la vida de los ocupantes ante la ocurrencia de un evento sísmico extraordinario.

- Las edificaciones existentes deberán tener las siguientes condiciones antisísmicas: Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces; peso mínimo, especialmente en los pisos altos; selección y uso adecuado de los materiales de construcción, resistencia adecuada, continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación, ductilidad; deformación limitada, inclusión de líneas sucesivas de resistencia, consideración de las condiciones locales, buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.
- Se debe evitar seguir construyendo en la ladera del cerro colindante y en la faja marginal del río Mosna y Carash por ser un suelo inestable frente a un sismo, estas áreas deberán estar incluido en el Plan de Desarrollo Urbano, que deberá ser elaborado por la municipalidad de San Marcos.
- Por parte de la Municipalidad de San Marcos debe realizar la rehabilitación y/o mejoramiento del Centro de Salud San Marcos frente a un evento por sismo de magnitud 7.9 Mw. el material en los techos colapsaría frente a algunas paredes se encuentran en mal estado, debido a que han sido dañadas por las lluvias y no cuenta con un sistema de drenaje adecuado.

5.5.2 De orden no estructural

- Se deberá realizar por parte de la Municipalidad de San Marcos los estudios técnicos donde se incluya estudio de suelos, Microzonificación sísmica y geotécnico a nivel del distrito.
- La Municipalidad de San Marco con el apoyo de las entidades técnicas (INDECI, CENEPRED, Ministerio de Vivienda, etc.) deberá elaborar e implementar un programa de capacitación dirigido a la población en materia de prevención de riesgos por sismo (las campañas que deben ser parte del programa).
- Elaborar e implementar un programa de capacitación para el fortalecimiento de capacidades del personal de la municipalidad del distrito de San Marcos y capacidades locales con ayuda de las entidades técnico científicas.

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1 De la evaluación de las medidas

6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

a) Valoración de consecuencias

Cuadro 78. Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	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	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, y en función al mapa de riesgo obtenido, se obtiene un nivel 4 Muy Alta.

b) Valoración de frecuencia

Cuadro 79. Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	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	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de sismos puede ocurrir en la mayoría de circunstancias, es decir, posee el nivel 4 – Muy Alta.

c) Nivel de consecuencia y daños

Cuadro 80. Nivel de consecuencia y daños

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño nivel 4 – Muy Alta.

d) **Aceptabilidad y/o Tolerancia:**

Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por sismo en el Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos, es de nivel 4 – Inadmisible.

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Control de riesgos

a) Prioridad de Intervención

Cuadro 83. Prioridad de Intervención

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

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de I, del cual constituye se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos, tomando en consideración que:

b) Priorización de las medidas de prevención y/o reducción del riesgo

Construcción de obras de protección de las viviendas definidas como medidas estructurales preventivas en las localidades del Sector de la zona urbana de San Marcos:

- La autoridad competente, debería utilizar el presente informe de evaluación de riesgo, según lo estipulado en la normativa vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo.

- Aplicar programa de reforzamiento de viviendas mayor a 2 pisos de riesgo alto y muy alto.
- Aplicar programa de reforzamiento y/o construcción de edificaciones de viviendas en estado de conservación regular, malo o muy malo, previniendo el colapso de las paredes.
- Evitar la socavación de cerro por parte de la población.
- Protección de taludes o mallas en la zona del cerro colindante

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”
- plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-de-san-marcos-2020-2022.
- Norma Técnica correspondientes E-020 (cargas), E-030 (Diseño sismo resistente), E-050 (suelos y cimentaciones), E-060 (concreto armado), Ministerio de Vivienda.
- Estudio geológico-geotécnico para la reubicación de la línea de descarga norte de la mina Antamina, distrito de San Marcos, provincia de Huarí, dpto. de Ancash.
- Catálogo General de Isosistas para Sismos Peruanos- IGP.
- Mapa de peligros de la ciudad de Huaraz y sus áreas de expansión - informe principal. INDECI.
- Estimación del Riesgo por Exposición a Partir de Mapas de Isosistas en Perú - Silgado, 1978; Tavera et al. 2016.

ANEXO

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01. Listado de sismos más destructivos en el departamento de Ancash.....	7
Cuadro 02. Coordenadas UTM de los barrios que comprende la zona urbana de San Marcos	9
Cuadro 03. Población según sexo en el distrito de San Marcos.....	11
Cuadro 04. Población rural y urbana en el distrito de San Marcos.....	11
Cuadro 05. Población según nivel educativo	13
Cuadro 06 actividades económicas en el distrito de San Marcos.....	15
Cuadro 07. Clasificación del suelo	20
Cuadro 08. Tipo de suelo.....	20
Cuadro 09. Rangos de Magnitudes sísmicas	31
Cuadro 010. Matriz de comparación de pares.....	35
Cuadro 11. Matriz de normalización	35
Cuadro 12. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC).....	35
Cuadro 13. Parámetros para considerar en la evaluación de la susceptibilidad	37
Cuadro 14. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud sísmica.....	37
Cuadro 15. Matriz de normalización del parámetro magnitud sísmica	38
Cuadro 16. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud sísmica.....	38
Cuadro 17. Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes.	38
Cuadro 18. Matriz de normalización de factores condicionantes.....	39
Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades de factores condicionantes	39
Cuadro 20. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas.....	39
Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro Unidades geológicas.....	39
Cuadro 22. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geológicas.....	39
Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas.....	40
Cuadro 24. Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas.....	40
Cuadro 25. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geomorfología.....	40
Cuadro 26. Matriz de comparación de pares del parámetro suelos	41
Cuadro 27. Matriz de normalización del parámetro suelos.....	41
Cuadro 28. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos.....	41
Cuadro 29. Población Expuesta.....	41
Cuadro 30. Viviendas expuestas	42
Cuadro 31. Instituciones educativas	42
Cuadro 32. Niveles de Peligro	44
Cuadro 33. Matriz de estratificación por sismo del Sector de la zona urbana de San Marcos.....	44
Cuadro 34. Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social	46
Cuadro 35. Matriz de comparación de pares del parámetro población residente.....	47
Cuadro 36. Matriz de normalización del parámetro población residente	47
Cuadro 37. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro población residente	47
Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua.....	47
Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua.....	48
Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro abastecimiento de agua	48
Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios higiénicos.....	48
Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro servicios higiénicos	48
Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de servicios higiénicos	49
Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de alumbrado	49
Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro tipo de alumbrado	49
Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de tipo de alumbrado.....	49
Cuadro 47. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad.....	50
Cuadro 48. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad	50
Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social	50
Cuadro 50. Matriz de comparación del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	51

Cuadro 51. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	51
Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas gestión de riesgo de desastres.....	52
Cuadro 53. Parámetros de Dimensión Económica	52
Cuadro 54. Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos por vivienda.....	52
Cuadro 55. Matriz de normalización del parámetro numero de pisos por vivienda	52
Cuadro 56. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC para el parámetro numero de pisos por vivienda.....	52
Cuadro 57. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes	53
Cuadro 58. Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes.....	53
Cuadro 59. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de las paredes ..	53
Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos	53
Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro material predominante de techos.....	54
Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de techos.....	54
Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación	54
Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación	54
Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación	55
Cuadro 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica.....	55
Cuadro 67. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica	55
Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica.....	55
Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral.....	56
Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro actividad laboral	56
Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro actividad laboral	56
Cuadro 72. Niveles de vulnerabilidad	57
Cuadro 73. Estratificación de la Vulnerabilidad	57
Cuadro 74. Niveles del riesgo.....	64
Cuadro 75. Matriz del riesgo	64
Cuadro 76. Estratificación del Riesgo.....	65
Cuadro 77. Efectos probables del Sector de la zona urbana de San Marcos	70
Cuadro 78. Valoración de consecuencias.....	73
Cuadro 79. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	73
Cuadro 80. Nivel de consecuencia y daños.....	73
Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños.....	74
Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños.....	74
Cuadro 83. Prioridad de Intervención	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Características de la población según sexo en el distrito de San Marcos	11
Gráfico 02. Población urbana y rural en el distrito de San Marcos.....	12
Gráfico 03. Población según nivel educativo	14
Gráfico 04. Actividad sísmica en la región centro	23
Gráfico 05. Mapa de Sismo del Perú para el periodo 1960 y 2017	25
Gráfico 06. Esquema que muestra la geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en el centro del Perú	26
Gráfico 07. Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años	27
Gráfico 08. Clasificación de terremotos y daños observados	29
Gráfico 09. Mapa de isosistas correspondiente al año 1970	30
Gráfico 010. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	33
Gráfico 011. Flujograma general del proceso de análisis de información	34
Gráfico 12. Identificación de Peligros en el Sector de la zona urbana de San Marcos	34
Gráfico 13. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	46
Gráfico 14. Flujograma para estimar los niveles del riesgo	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de ubicación del Sector zona urbana del distrito de San Marcos	10
Figura 02. Mapa geológico del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos	17
Figura 03. Mapa geomorfológico del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos	19
Figura 04. Mapa de suelos del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos	21
Figura 05. Mapa de Magnitud sísmica	32
Figura 06. Mapa de Aceleración sísmica del suelo del sector de la zona urbana del distrito de San Marcos	36
Figura 07. Mapa de elementos expuestos por sismo de la zona urbana de San Marcos	43
Figura 08. Mapa de Peligro por sismo del Sector de la zona urbana San Marcos	45
Figura 09. Mapa de vulnerabilidad 01	59
Figura 10. Mapa de vulnerabilidad 02	60
Figura 11. Mapa de vulnerabilidad 03	61
Figura 12. Mapa de vulnerabilidad 04	62
Figura 13. Mapa de riesgo 01	66
Figura 14. Mapa de riesgo 02	67
Figura 15. Mapa de riesgo 03	68
Figura 16. Mapa de riesgo 04	69

ANEXOS

Foto 01. Construcciones sobre el cerro en terreno inestable



Foto 02. Construcciones sobre el cerro de más de dos pisos



Foto 03. Socavación del cerro para la construcción de nuevas edificaciones



Foto 04. Vista panorámica del Centro de Salud San Marcos con daños en la entrada




Foto 05. Viviendas de material noble de forma vertical de forma escalonada colíndate con el cerro



Foto 06. Viviendas de material noble de más de dos pisos sobre depósito aluvial




ING. EDDY C. CONDEZO CHUQUIJAS
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 017-2019-CENEPRED/J
CIP N°160735