



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
GEORREFERENCIACIÓN DE DATOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS PARA ANÁLISIS  
DE RIESGO EN PAMPLONA ALTA, SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2024

**Línea de investigación:**  
**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor**

Rimarachin Vidal, Luis Gonzalo

**Asesora**

Aylas Humareda, María del Carmen

ORCID: 0000-0002-2063-0005

**Jurado**

Arguedas Madrid, Cesar Jorge

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Legua Terry, Alberto Israel

**Lima - Perú**

**2026**



# GEORREFERENCIACIÓN DE DATOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS PARA ANÁLISIS DE RIESGO EN PAMPLONA ALTA, SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

30%

INDICE DE SIMILITUD

29%

FUENTES DE INTERNET

15%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://predes.org.pe">predes.org.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://sigrid.cenepred.gob.pe">sigrid.cenepred.gob.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://repositorio.igp.gob.pe">repositorio.igp.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
11	Cristian J. Cargua, Ronny Espin, Bryan G. Valencia, Marco Simbaña, Sebastián Araujo, Anderson Ocampos, Carolina Cornejo. "Análisis de susceptibilidad a deslizamientos"	<1%



**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**GEORREFERENCIACIÓN DE DATOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS PARA ANÁLISIS DE  
RIESGO EN PAMPLONA ALTA, SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2024**

**Línea de investigación:**

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y geotecnia

Tesis para optar por el Título profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Rimarachin Vidal, Luis Gonzalo

**Asesora:**

Aylas Humareda, María del Carmen

ORCID: 0000-0002-2063-0005

**Jurado:**

Arguedas Madrid, Cesar Jorge

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Legua Terry, Alberto Israel

**Lima- Perú**

**2026**

### **Dedicatoria**

A Dios, mi madre y mi padre, quienes con su ejemplo de esfuerzo y valentía me enseñaron que los sueños se cumplen con trabajo constante. Mis hermanas y sobrinos, quienes son parte fundamental en mis decisiones y emociones y a mi familia en general.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por estar vivo con salud, a mi familia por su constante apoyo y amigos.

También agradezco a la Universidad Nacional Federico Villarreal, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por formarme como profesional, a mi asesora, Dra. Carmen Aylas por su apoyo en la elaboración de mi tesis, y a la Municipalidad de San Juan de Miraflores, quien me proporciona de la información necesaria para esta investigación.

## ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Descripción y Formulación del Problema	16
<i>1.1.1 Problema General</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2 Problemas Específicos</i>	<i>17</i>
1.2 Antecedentes	17
<i>1.2.1 Antecedentes Internacionales</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2 Antecedentes nacionales</i>	<i>19</i>
1.3 Objetivos	21
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	<i>21</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	<i>21</i>
1.4 Justificación	21
<i>1.4.1 Limitaciones de la Investigación</i>	<i>21</i>
1.5 Hipótesis	22
<i>1.5.1 Hipótesis General</i>	<i>22</i>
<i>1.5.2 Hipótesis Específicas</i>	<i>22</i>
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	23

	5
2.1.1 <i>Marco Legal</i>	23
2.1.2 <i>Marco Conceptual</i>	24
III. MÉTODO	38
3.1 Tipo de Investigación	38
3.2 <i>Ámbito temporal y espacial</i>	39
3.2.1 <i>Ámbito temporal</i>	39
3.2.2 <i>Ámbito espacial</i>	39
3.3 Variables	39
3.3.1 <i>Variable Independiente</i>	39
3.3.2 <i>Variable Dependiente</i>	39
3.4 Población y Muestra	39
3.4.1 <i>Población</i>	39
3.4.2 <i>Muestra</i>	40
3.5 Instrumentos	40
3.5.1 <i>Materiales</i>	40
3.5.2 <i>Instrumentos</i>	41
3.6 Procedimientos	41
3.7 Análisis de datos	43
3.7.1 <i>Recolección de datos</i>	43
3.7.2 <i>Presentación de los datos</i>	44

	6
3.7.3 <i>Análisis y procesamiento de los datos</i>	44
3.8 Consideraciones éticas	44
IV. RESULTADOS	45
4.1 Caracterización de la Zona de Estudio	45
4.1.1 <i>Descripción del Área de Estudio</i>	45
4.1.2 <i>Geología</i>	48
4.1.3 <i>Geomorfología</i>	53
4.1.4 <i>Pendiente</i>	55
4.1.5 <i>Microzonificación Sísmica</i>	58
4.1.6 <i>Aceleraciones Máximas del Suelo</i>	60
4.1.7 <i>Vulnerabilidad: Aspectos Sociales</i>	62
4.1.8 <i>Vulnerabilidad: Aspectos Físicos</i>	69
4.2 Identificación y Caracterización del Riesgo Sísmico (en la zona de estudio)	77
4.2.1 <i>Georreferenciación de Datos Técnico-Científicos</i>	81
4.2.2 <i>Identificación y Caracterización de Peligro</i>	81
4.2.3 <i>Identificación y Caracterización de Vulnerabilidad</i>	83
4.3 Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico	84
4.3.1 <i>Determinación del Nivel de Peligro por Sismos</i>	90
4.3.2 <i>Determinación del Nivel Vulnerabilidad por Sismos</i>	96
4.3.3 <i>Cálculo de los Niveles de Riesgo</i>	107

4.4	Aplicación de Sistema de Información Geográfica	108
4.4.1	<i>Procesamiento Geoespacial</i>	108
4.5	Nivel de Riesgo Sísmico	123
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	127
VI.	CONCLUSIONES	129
VII.	RECOMENDACIONES	131
VIII.	REFERENCIAS	132
IX.	ANEXOS	136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Coordenadas UTM de la Zona de Estudio</i>	45
Tabla 2: <i>Sectorización de Pamplona Alta SJM</i>	46
Tabla 3: <i>Clasificación de pendientes</i>	55
Tabla 4: <i>Clasificación de Peligros</i>	81
Tabla 5: <i>Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes</i>	85
Tabla 6: <i>Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes</i>	86
Tabla 7: <i>Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes (cálculo)</i>	86
Tabla 8: <i>Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes</i>	87
Tabla 9: <i>Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes</i>	88
Tabla 10: <i>Matriz para cálculo del Vector Suma Ponderada</i>	88
Tabla 11: <i>Cálculo de <math>\lambda_{max}</math></i>	89
Tabla 12: <i>Cálculo de los Factores Condicionantes</i>	90
Tabla 13: <i>Tabla resumen del cálculo para el Factor Desencadenante</i>	91
Tabla 14: <i>Cálculo de la Susceptibilidad</i>	92
Tabla 15: <i>Tabla resumen del cálculo de los Parámetros de Evaluación</i>	92
Tabla 16: <i>Cálculo del Peligro</i>	93
Tabla 17: <i>Niveles del Peligro Sísmico</i>	94
Tabla 18: <i>Clasificación del Peligro</i>	94
Tabla 19: <i>Matriz de Comparación de Pares de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad</i>	96
Tabla 20: <i>Matriz de Normalización de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad</i>	96

Tabla 21: <i>Matriz de Índice y Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad</i>	97
Tabla 22: <i>Tabla resumen del Valor y Peso de la Exposición Social de Vulnerabilidad</i>	97
Tabla 23: <i>Tabla resumen del Valor y Peso de la Resiliencia Social de Vulnerabilidad</i>	98
Tabla 24: <i>Valor y Peso de la Fragilidad Social de la Vulnerabilidad</i>	99
Tabla 25: <i>Matriz de Comparación de Pares de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad</i>	99
Tabla 26: <i>Matriz de Normalización de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad</i>	100
Tabla 27: <i>Matriz de Índice y Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad</i>	100
Tabla 28: <i>Valor y Peso de la Exposición Física de la Vulnerabilidad</i>	101
Tabla 29: <i>Valor y Peso de la Resiliencia Física de la Vulnerabilidad</i>	101
Tabla 30: <i>Valor y Peso de la Fragilidad Física de Vulnerabilidad</i>	102
Tabla 31: <i>Valor y Peso de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad</i>	103
Tabla 32: <i>Valor y Peso de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad</i>	104
Tabla 33: <i>Matriz del Valor de la Vulnerabilidad</i>	105
Tabla 34: <i>Matriz de los Niveles de Vulnerabilidad</i>	105
Tabla 35: <i>Niveles de la Vulnerabilidad</i>	106
Tabla 36: <i>Matriz con Niveles de Riesgo Sísmico</i>	108
Tabla 37: <i>Simplificación de los nombres del Peso de cada parámetro</i>	117
Tabla 38: <i>Matriz de Consistencia</i>	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Componentes y Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres</i>	25
Figura 2: <i>Área de afectada por el terremoto de Pisco del 15 de agosto del 2007</i>	31
Figura 3: <i>Componentes de un sismo</i>	32
Figura 4: <i>Escala de Mercalli Modificada</i>	33
Figura 5: <i>Placas Tectónicas del Mundo, y su teoría de desplazamiento</i>	35
Figura 6: <i>Proceso de subducción de placas tectónicas</i>	36
Figura 7: <i>Mapa de Ubicación del ámbito de estudio</i>	47
Figura 8: <i>Formación granodiorítica en las partes altas de Nueva Rinconada – Pamplona Alta</i>	49
Figura 9: <i>Depósitos antropogénicos en las partes altas de Nueva Rinconada - Pamplona Alta</i>	50
Figura 10: <i>Depósitos Aluviales en la Zona de Pamplona Alta</i>	51
Figura 11: <i>Formación de caliza y lutita en la margen derecha de Pamplona Alta</i>	51
Figura 12: <i>Mapa de Unidades Geológicas de Pamplona Alta de SJM</i>	52
Figura 13: <i>Unidades Geomorfológicas de Pamplona Alta de SJM</i>	54
Figura 14: <i>Pendientes en Pamplona Alta</i>	56
Figura 15: <i>Mapa de Pendientes de Pamplona Alta</i>	57
Figura 16: <i>Microzonificación Sísmica en Pamplona Alta de SJM</i>	59
Figura 17: <i>Mapa de Aceleraciones Máximas del Suelo de las Provincias de Lima</i>	61
Figura 18: <i>Porcentaje de Desempleo en Pamplona Alta de SJM</i>	63
Figura 19: <i>Población Sin Seguro de Salud de Pamplona Alta de SJM</i>	64
Figura 20: <i>Grupo Etario de Pamplona Alta de SJM</i>	64

	11
Figura 21: <i>Participación de la Población de Pamplona Alta en Simulacros</i>	67
Figura 22: <i>Cantidad de personas por manzana en Pamplona Alta de SJM</i>	69
Figura 23: <i>Material de las Viviendas de Pamplona Alta</i>	71
Figura 24: <i>Acceso al Servicio de Agua Potable en Pamplona Alta SJM</i>	73
Figura 25: <i>Acceso al sistema de desagüe en Pamplona Alta SJM</i>	74
Figura 26: <i>Cercanía a zonas con pendiente en Manzanas de Pamplona Alta SJM</i>	76
Figura 27: <i>Talud con pendiente pronunciada y material suelto</i>	77
Figura 28: <i>Viviendas aledañas a taludes inestables</i>	77
Figura 29: <i>Viviendas de material noble en mal estado de conservación</i>	78
Figura 30: <i>Viviendas ubicadas sobre pircas inestables como base estructural</i>	78
Figura 31: <i>Viviendas de material noble en mal estado de conservación</i>	79
Figura 32: <i>Construcciones sobre suelos inestables (rellenos sanitarios)</i>	79
Figura 33: <i>Desmontes inestables ubicados en zonas altas</i>	80
Figura 34: <i>Muro de contención ubicado sobre suelos inestables</i>	80
Figura 35: <i>Factores de la Vulnerabilidad</i>	83
Figura 36: <i>Escala de Saaty</i>	84
Figura 37: <i>Valores del Índice Aleatorio (IA)</i>	89
Figura 38: <i>Pesos de los Factores Condicionantes en Tabla de Atributos</i>	109
Figura 39: <i>Herramienta "Intersect" para el análisis del Peligro</i>	110
Figura 40: <i>Cálculo del Factor Condicionante</i>	111
Figura 41: <i>Cálculo del Factor Desencadenante</i>	111
Figura 42: <i>Cálculo de la Susceptibilidad</i>	112
Figura 43: <i>Cálculo del Peligro de Sismo</i>	113

Figura 44: <i>Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 7 Mw.</i>	114
Figura 45: <i>Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 7,5 Mw.</i>	115
Figura 46: <i>Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 8,8 Mw.</i>	116
Figura 47: <i>Peso de los Parámetros y Descriptores de la Vulnerabilidad</i>	118
Figura 48: <i>Pesos de la Exposición, Fragilidad y Resiliencia de la Dimensión Física y Social</i>	119
Figura 49: <i>Ecuación para determinar la Dimensión Física de la Vulnerabilidad</i>	120
Figura 50: <i>Ecuación para determinar el valor de la Vulnerabilidad</i>	120
Figura 51: <i>Mapa de Vulnerabilidad de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores</i>	122
Figura 52: <i>Cálculo del Valor del Riesgo Sísmico</i>	123
Figura 53: <i>Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 7 Mw.</i>	124
Figura 54: <i>Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 7,5 Mw.</i>	125
Figura 55: <i>Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 8,8 Mw.</i>	126

## RESUMEN

El **objetivo:** determinar los niveles de riesgo sísmicos en el Sector de Pamplona Alta SJM, a través de la georreferenciación de datos técnico-científicos de los Geo Portales del Perú utiliza como **método:** la georreferenciación de datos técnico-científicos a través de los sistemas de información geográfica. La metodología utilizada para este análisis es el Proceso de Análisis Jerárquico, metodología empleada por el Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres. Esta metodología nos permite analizar cuantitativamente a partir de datos cualitativos del peligro y vulnerabilidad. Para el análisis del peligro se evaluarán las intensidades 7, 7,5 y 8,8 Mw. La vulnerabilidad se analizará en base a su dimensión física y social, mediante sus parámetros de fragilidad, resiliencia y exposición, finalmente, tiene como **resultado:** los niveles de riesgo sísmico, teniendo 03 mapas temáticos de riesgos, con las intensidades del sismo evaluados, 7, 7,5 y 8,8 Mw, contando con los niveles medio y alto para las magnitudes 7 y 7,5 Mw; alto y muy alto para la intensidad de 8,8 Mw; por lo expuesto, se tiene como **conclusión:** con los niveles de riesgo sísmico para las intensidades 7 y 7,5 Mw, aún se cuenta con zonas con nivel de riesgo medio, lugares que se utilizarán como puntos de encuentro con albergues temporales; en cuanto a la intensidad 8,8 Mw se cuenta en su mayoría con zonas de riesgo alto y nivel de riesgo muy alto en las partes altas con pendientes pronunciadas. La metodología utilizada permite facilitar el análisis de riesgo en zonas extensas, con información técnico-científica.

*Palabras clave:* proceso de análisis jerárquico, sistemas de información geográfica, peligro, vulnerabilidad, riesgo, intensidad del sismo

## ABSTRACT

The **objective:** to determine seismic risk levels in the Pamplona Alta Sector, SJM, through the georeferencing of technical and scientific data from the GeoPortals of Peru. The method used for this analysis is the Hierarchical Analysis Process, a methodology employed by Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres. This **methodology:** allows us to quantitatively analyze hazard and vulnerability data based on qualitative data. For the hazard analysis, intensities of 7, 7.5, and 8.8 Mw will be evaluated. Vulnerability will be analyzed based on its physical and social dimension, through its parameters of fragility, resilience, and exposure. Finally, it **results:** in: seismic risk levels, with 03 thematic risk maps, with the evaluated earthquake intensities: 7, 7.5, and 8.8 Mw, with medium and high levels for magnitudes 7 and 7.5 Mw; high and very high for intensity 8.8 Mw. Based on the above, the following **conclusion:** is drawn: with seismic risk levels for intensities 7 and 7.5 Mw, there are still areas with a medium risk level, places that will be used as meeting points with temporary shelters; as for intensity 8.8 Mw, there are mostly high risk areas and very high risk levels in the upper parts with steep slopes. The methodology used facilitates risk analysis in large areas, with technical and scientific information.

*Keywords:* hierarchical analysis process, geographic information systems, hazard, vulnerability, risk, earthquake intensity

## I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como principal objetivo, realizar un Análisis de Riesgo Sísmico en Pamplona Alta a través de la georreferenciación de datos técnico – científicos y analizados mediante los sistemas de información geográficos. La información utilizada para la presente investigación se recopiló de campo y de las plataformas geoespaciales del Perú.

En primera instancia, se realizó una verificación de las zonas expuestas de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, se eligieron ciertas zonas para realizar una inspección ocular y levantar información de la vulnerabilidad a través de encuestas; asimismo, la información se complementa con la georreferenciación de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ. En cuanto al análisis del peligro, se georreferencian los datos técnico - científicos de las plataformas geoespaciales.

El Análisis se realiza mediante la metodología de Proceso de Análisis Jerárquico, pudiendo evaluar lo cualitativo de manera cuantitativa y así poder manejar los datos georreferenciados mediante los Sistemas de Información Geográfico, ArcGIS 10.7.

Como resultados, se obtienen los mapas temáticos del peligro sísmico (evaluando las intensidades 7 Mw, 7,5 Mw y 8,8 Mw) la vulnerabilidad y los niveles de riesgo sísmico de Pamplona Alta. Estos resultados sirven como estudios base de análisis de riesgo para fortalecer la Gestión Prospectiva, Correctiva de la Gestión del Riesgo de Desastres de San Juan de Miraflores, a través de la Preparación, mediante talleres y capacitaciones, y mediante los proyectos de inversión para reducir los niveles de riesgo.

## 1.1 Descripción y Formulación del Problema

Los sismos han ocurrido desde el principio de la historia de nuestro Planeta Tierra y seguirán ocurriendo. Hoy, Perú se ubica es una zona altamente sísmica, conocida como “Cinturón de Fuego del Pacífico Circum-Pacífico” o también conocido como “Anillo de Fuego del Pacífico Circum-Pacífico”, esto debido a su ubicación geográfica y estructura geológica. Aproximadamente el 80% de los eventos sísmicos ocurren dentro de esta franja de 40 mil km, Cinturón de Fuego del Pacífico, en las costas del océano Pacífico. (Parra, 2023)

Lima cuenta con un Silencio Sísmico o también conocido como “laguna sísmica” de más de 40 años. Fue en 1974 el último “terremoto” que afectó directamente a la población limeña. Se define a Zona de Silencio Sísmico o Laguna Sísmica a aquella zona donde se aconteció un evento sísmico de gran magnitud y que puede volver a ocurrir, debido a que la acumulación de energía es constante por el choque de las placas en la zona de subducción. (Tavera y Bernal, 2005)

En base a la teoría de la tectónica de placas, se entiende mejor sobre el movimiento relativo entre ellas; las deformaciones y fuerzas de fricción se originan en el límite de las placas, acumulándose energía y provocando su fractura, funcionando como grandes resortes acumuladores de energía potencial también llamada “energía sísmica”, en consecuencia, se producen desplazamientos súbitos o perturbaciones, lo que conocemos como eventos sísmicos. En términos simples, un sismo son ondas liberadas del fallamiento de las rocas y cuyo efecto es la vibración del terreno. (Espíndola y Pérez, 2018)

Asimismo, en la entrevista realizada por el programa Epicentro TV al Dr. Hernando Tavera, director del Instituto Geofísico Peruano – IGP, menciona que, los sismos son “cíclicos” y,

según los resultados de un estudio concluido, se tiene la ubicación de los mayores acoplamientos sísmicos en la costa peruana, en la zona centro y sur hasta la región norte de Chile. Este estudio precisa que, en Lima, por el acoplamiento sísmico, se estima la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor a 8.5 Mw (Tavera, 2022)

Asimismo, una alternativa de poder medir de manera cualitativa con información cuantitativa los riesgos ante sismos (estimación del riesgo), es a través de los Sistemas de Información Geográfica – GIS.

Los sistemas de información espacial son herramientas determinantes que facilitan crear mecanismos, a través de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, aplicados para la gestión del riesgo de desastres, esto a fin de reducir el riesgo de desastres y emergencias ambientales, implementando información para alertar y/o predecir sobre los desastres. (Rey, 2022)

### ***1.1.1 Problema General***

¿Cómo influye la estimación de riesgos de desastres, a través de la georreferenciación de datos técnicos a la población vulnerable?

### ***1.1.2 Problemas Específicos***

¿Cómo influye la estimación del peligro de sismos a la población?

¿Cómo influye la vulnerabilidad en la ocurrencia de un evento sísmico?

## **1.2 Antecedentes**

### ***1.2.1 Antecedentes Internacionales***

Cargua et al. (2024) en su estudio Análisis de Susceptibilidad a Deslizamientos Empleando el Proceso de Jerarquía Analítica en una Carretera Amazónica del Ecuador se trazó como propósito implementar un modelo cartográfico de susceptibilidad a deslizamientos con factores de campo: pendientes, geología, uso de tierra, distancia a fallas, carretera y ríos. De modo que, se accionó a

través del Proceso de Jerarquía Analítica – AHP (Analytical Hierarchy Process), método semicuantitativo que, desagrega un problema de decisión en un modelo de decisión coherente, este proceso permite representar de manera grafica las zonas más susceptibles a deslizamiento o un modelo cartográfico de susceptibilidad a los deslizamientos. De las cinco clases del nivel de susceptibilidad (muy baja, baja, moderada, alta y muy alta) la carretera Puyo-Tena cuenta con 15 regiones con clases alta y muy alta de susceptibilidad cerca de los poblados de Puyo, Santa Clara, Arosemena Tola y Puerto Nabo.

Rodríguez (2023) realiza la investigación en la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, sobre “Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica para la Prevención de Riesgo de Inundación en la Colonia Encinal, Xicotepec, Puebla, México” cuyo objetivo principal es analizar el riesgo de inundación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica para generar información geoespacial y estadística con la finalidad de plantear estrategias bajo el enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica para analizar la información geoespacial de la zona de riesgo ante inundación con información de las entidades técnico-científicas; además, se realizaron entrevistas virtuales para complementar la información científica. El Software utilizado para procesar la data es QGis 3.14, mediante las herramientas de geoprocésamiento y modelado hídrico. Esto permitió clasificar los tramos de arroyo e identificar las zonas con nivel de riesgo alto ante inundación y cuáles son las viviendas vulnerables.

Olcina et al. (2022) en su investigación plantean evaluar el procedimiento de cartografía de riesgo de inundación como herramienta para el ordenamiento territorial y analizar la vinculación entre ellos. Como objeto de estudio, se evaluaron los casos de la Comunidad Valenciana y Andalucía en España. Para este análisis se realiza una comparación de cartografía de inundación

entre los objetos de estudios (Comunidad Valenciana y Andalucía), luego se realiza la valoración de la calidad de los mapas para determinar su utilidad en el ordenamiento territorial. Cabe mencionar que, para el análisis del riesgo en la cartografía de inundación, no se analiza la vulnerabilidad, debido a que la cartografía de inundación se realiza con fines de ordenamiento territorial, y analizando la vulnerabilidad, limitaría el uso de suelos en función a la peligrosidad. Los mapas de riesgo de inundación cuentan con niveles riesgo: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo, los cuales son herramientas que contribuyen a reducir el nivel de riesgo y contribuyen al ordenamiento territorial.

Narváez (2021) en su estudio “Análisis espacial de evaluación multicriterio con la lógica fuzzy y sistemas de información geográfica aplicado a la vulnerabilidad global en el departamento Pocito (San Juan-Argentina)” en el que se busca diferenciar las áreas de vulnerabilidad aplicando los Sistemas de Información Geográfica en complemento de la toma de decisiones multicriterio; para esto se aplican pesos los “criterios” con la técnica de la Matriz de Saaty, para luego ser procesados con el método EMC. En el ámbito de estudio se clasificaron tres niveles de vulnerabilidad, siendo estos: vulnerabilidad Alta, Media y Baja. Este estudio permitió realizar una cartográfica de la vulnerabilidad global en el departamento Pocito, siendo eficaz para la toma de decisiones y acciones para la gestión del riesgo.

### ***1.2.2 Antecedentes nacionales***

Campos (2020) en su desarrollo investigativo denominado “Aplicación de un sistema de información geográfica en el modelamiento de zonas con riesgo a desastres naturales del distrito de Paita año 2018” se propuso realizar el modelamiento de zonas de riesgo ante desastres en el distrito de Paita. Este modelo se aplicaría a las zonas vulnerables ante desastres, mediante técnicas de campo como: observación, entrevistas, solicitud de información, cuyos resultados se evaluarán

en Tablas y gráficos y podrán plasmarse en un mapa temático. Este tema investigativo permite mejorar el saneamiento de los predios de manera individual en las zonas vulnerables; asimismo, la aplicación de un Sistema de Información Geográfico ahorra el recurso tiempo para realizar modelamientos en zonas de riesgo.

Suasnabar (2024) en su estudio “Análisis de la vulnerabilidad mediante el sistema de información geográfica de la localidad de Gilapata de la Región de Huancavelica, en el 2022”, el cual tiene por objetivo analizar la vulnerabilidad aplicando los sistemas de información geográfica. El proceso inicia con las encuestas realizadas a la población durante la etapa de campo y las analiza con la técnica de la Matriz de Saaty para calcular el peso de cada factor de la vulnerabilidad (social, económica y ambiental) para realizar los mapas temáticos de la vulnerabilidad social, económica y ambiental y la vulnerabilidad total, clasificándose con los niveles Medio, Alto y Muy Alto. Este procedimiento garantiza analizar detalladamente la vulnerabilidad e identificar las zonas expuestas con nivel de vulnerabilidad Muy Alto y poder aplicar acciones para reducir la vulnerabilidad y con ello, el nivel del riesgo de desastres.

Centro de Estudios de Prevención de Desastres, Centro de Estudios de Prevención de Desastres (PREDES, 2023) en su proyecto Análisis del Riesgo de Desastres en el distrito San Juan de Miraflores tuvo como objetivo, determinar el nivel de riesgo de origen natural predominante en el distrito San Juan de Miraflores, los cuales son los eventos sísmicos, caídas de rocas y flujos de lodos; para ello se determinó el nivel de peligro de eventos sísmicos, caídas de rocas y flujos de lodo a través de información técnico-científica existente, plasmándose en mapas temáticos de estos clasificados por niveles de peligrosidad. También se analizó la vulnerabilidad síntesis (vulnerabilidad física y social), plasmándose también en mapas temáticos. Como resultado,

multiplicación del peligro por la vulnerabilidad, se clasificaron los niveles de riesgo en el distrito San Juan de Miraflores, con niveles Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Determinar los niveles de riesgo ante sismos en Pamplona Alta del distrito San Juan de Miraflores, Lima 2024, a través de la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

Determinar los niveles de peligro ante sismos en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, aplicando la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú.

Analizar la Vulnerabilidad de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, aplicando la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú.

### **1.4 Justificación**

La presente investigación permitirá georreferenciar la información técnico-científica para realizar estudios de Análisis de Riesgo, obteniendo resultados similares a otras investigaciones realizadas con información de campo.

Asimismo, el Análisis de Riesgo permitirá consolidar la información científica para fortalecer la Gestión del Riesgo de Desastres en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores y poder replicarse para las demás zonas de San Juan de Miraflores y otros distritos.

Esta investigación se podrá utilizar como herramienta de Gestión para la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores y como estudio base para futuros proyectos de inversión, con fines de prevención y reducción de riesgos en Pamplona Alta.

#### ***1.4.1 Limitaciones de la Investigación***

La georreferenciación de información técnico-científica se escoge como recopilación de información principal debido a la gran cobertura del ámbito de estudio, siendo esa la principal limitación de la investigación. Siendo el ámbito de estudio muy extenso, limita realizar encuestas de campo para un equipo técnico muy reducido.

En cuanto a la participación de la población sobre brindar información sobre datos necesarios para la investigación es también una limitación importante, se trabajó directamente con los dirigentes a través del equipo de la Subgerencia de Participación Vecinal de la Municipalidad de San Juan de Miraflores.

Este tipo de investigación requiere verificaciones de campo, por lo que, el presupuesto para el traslado también limitó el proceso de la investigación, utilizando como medio de transporte, la camioneta de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores cuando se encontraba desocupada.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis General***

Pamplona Alta cuenta con zonas de nivel de riesgo alto ante sismos.

### ***1.5.2 Hipótesis Específicas***

Se cuenta con un peligro de nivel alto ante sismos en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores.

Pamplona Alta cuenta con población e infraestructura expuesta, cuya vulnerabilidad es de nivel muy alto.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1 Marco Legal

- Constitución Política del Perú
- Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 29664: Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Decreto Supremo 048-2011- PCM y su modificatoria el Decreto Supremo 060-2024-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664.
- Decreto Supremo N° 038-2021- PCM, aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022-2030.
- Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Modificación de la Norma Técnica E.030, Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Política de Estado 32 Gestión del Riesgo de Desastres aprobado en el Acuerdo Nacional.
- Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión
- Resolución Jefatural N° 112-2006-IGN-OAJ-DGC-J, Establecer como Sistema de Proyección Cartográfico para la Republica del Perú, el Sistema "Universal Transverse Mercator" (UTM)

### **2.1.2 Marco Conceptual**

#### **Gestión del Riesgo de Desastres - GRD**

Tal como la define la Ley 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, la Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso que tiene por objetivos prevenir, reducir y controlar permanentemente los factores de riesgo presentes en la población, además de la oportuna preparación y respuesta ante eventos de desastre, en consideración de las políticas nacionales. (Ley 29664, 2011, p. 2) La Ley del SINAGERD menciona que, la Gestión del Riesgo de Desastres es de aplicación de todos los niveles de Gobierno, cuyo fin último es proteger la vida de la población y su patrimonio.

La fuente principal de la GRD es la investigación científica y el registro de información, asimismo, a nivel nacional se conforma el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, el cual está presidido por la Presidencia de Consejo de Ministros – PCM y cuenta con dos organismos públicos asesores técnico-científicos, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción – CENEPRED y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDICI, tal como se establece en la Ley 29664.

En el Estado peruano, se logra avances en cuanto a la Gestión del Riesgo de Desastres a partir del año 2010, mediante la inclusión de la Política de Estado 32: “Gestión del Riesgo de Desastres”, y posterior a ello, la aprobación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Ley del SINAGERD.

La Gestión del Riesgo de Desastres se aplica a nivel nacional, regional y local, mediante la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y esta se establece en base a tres componentes:

- a) Gestión prospectiva: Actividades dirigidas a prevenir la formación de futuros riesgos.
- b) Gestión correctiva: Actividades dirigidas a reducir el riesgo existente.
- c) Gestión reactiva: Actividades dirigidas a confrontar el desastre o materialización del riesgo.

A su vez, la Política Nacional de GRD se aplica mediante sus 07 procesos:

- Estimación del riesgo: Actividades que generan escenarios de conocimiento de vulnerabilidad, peligro y riesgo en determinadas zonas.
- Prevención y reducción del riesgo: Actividades que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos y reducir los niveles de vulnerabilidad y riesgos en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.
- Preparación, respuesta y rehabilitación: Actividades orientadas en el fortalecimiento de capacidades de la población para la respuesta en casos de desastres, así como la rehabilitación de los servicios básicos indispensables.
- Reconstrucción: Actividades orientadas al restablecimiento sostenible de las áreas afectadas, mediante un enfoque de desarrollo sostenible.

**Figura 1**

*Componentes y Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres*



*Nota.* Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (s.f.). La gestión del riesgo de desastres: Aspectos básicos. Aula Virtual CENEPRED.

### **Peligro**

Según el Artículo 2° del Decreto Supremo N°048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del SINAGERD, El peligro se define como la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una intensidad específica, en un período de Tiempo y con una frecuencia específicas. (Decreto Supremo N°048, 2011, p. 3)

Se refiere al peligro como un suceso dañino que podría materializarse en un espacio específico y con un periodo de tiempo determinado, este suceso puede ocurrir de manera natural o desencadenarse por actividades antrópicas.

Esta investigación calcula el peligro a través de la suma de los valores de la Susceptibilidad y el Parámetro de Evaluación, método utilizado por Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres.

### **Parámetro de Evaluación**

El parámetro de evaluación es un valor numérico, escala, periodos de tiempo o tiempo de exposición del peligro que va a clasificar el peligro natural de acuerdo con su magnitud, intensidad, frecuencia, periodo de retorno y duración.

Esta investigación toma como parámetro de evaluación tres valores de la magnitud del sismo ( $M_w$  – magnitud de momento), tomando las intensidades: 7  $M_w$ , 7,5  $M_w$  y 8,8  $M_w$ , teniendo como resultado tres mapas temáticos del nivel de peligro.

## **Susceptibilidad**

Según los lineamientos para la Evaluación del Riesgo de desastres, se entiende por susceptibilidad al grado de consecuencias que presentaría un evento dañino sobre un determinado ámbito espacial. Para calcular el nivel de susceptibilidad, se sumarán los valores del factor desencadenante y los factores condicionantes. Estos factores determinarán también el nivel del peligro.

## **Factor Desencadenante**

En términos de Aranda y Guillemes (2022), define al factor desencadenante en gestión del riesgo de desastres como las causas externas que, al acontecerse en la zona de impacto, origina el desastre.

Según los lineamientos para la Evaluación del Riesgo de Desastres, se entiende al factor desencadenante como el suceso que generará el peligro en un ámbito espacial determinado.

Para esta investigación, se toma como factor desencadenante a las aceleraciones máximas del suelo, las cuales están definidas por el mapa de isosistas del Perú.

## **Factores Condicionantes**

Son las causas internas propias del escenario de riesgo que describen sus características del terreno e influyen y determinan el nivel de amenaza del desastre. (Aranda y Guillemes, 2022)

Según se entiende de los lineamientos para la Evaluación del Riesgo de Desastres, los factores condicionantes son las características del ámbito espacial determinado y estos afectarán a favor o en contra al desenvolvimiento del peligro.

Para esta investigación se toma como factores condicionantes: Pendiente, Unidades Geológicas y Unidades Geomorfológicas.

### **Elementos Expuestos**

El Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres, en su Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Versión 02, define a los elementos expuestos como la posible afectación en caso se materialice un peligro. Estos se clasifican en tres dimensiones: Social (población, salud y educación), Económico (viviendas, medios de vida) y Ambiental (áreas protegidas y fuentes de recursos naturales).

### **Vulnerabilidad**

En los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, aprobado con Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, define “vulnerabilidad” como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. (Resolución Ministerial N° 220, 2013, p. 12)

En términos de (Aguilar, 2020), la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad de un escenario de riesgo frente al peligro materializado.

También se entiende por vulnerabilidad al grado de afectación de los elementos expuestos en sus tres dimensiones (social, económico y ambiental) en cuanto a la materialización de un peligro.

Además, tal como se establece en el Manual del Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres, para el análisis de la vulnerabilidad se toma en cuenta sus factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia, los cuales determinarán el nivel de afectación de los elementos expuestos.

En esta investigación, para el análisis de la vulnerabilidad, se tomará en cuenta la dimensión social y física. Estas dimensiones contarán con tres parámetros importantes: exposición, resiliencia y fragilidad.

## **Riesgo de Desastres**

En los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, aprobado con Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, define el "riesgo" como la posibilidad de que se materialice un fenómeno natural o inducido por la actividad humana en un lugar específico, cuya probabilidad de ocurrencia es alta y a corto plazo, y que puede tener un impacto significativo en la población y su Entorno socioeconómico. (Resolución Ministerial N°220, 2013, p. 10)

En los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, aprobado con Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, define “Riesgo de Desastres” a la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. (Resolución Ministerial N°220, 2013, p. 12)

Tomando en cuenta las definiciones anteriores, el riesgo de desastres es la interpolación del peligro y la vulnerabilidad, lo que se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de origen natural o antrópico en un lugar específico y con un periodo de tiempo determinado cause posibles daños a los elementos expuestos.

Asimismo, de materializarse el riesgo de desastres, ocurre el desastre.

## **Desastre**

Según el Artículo 2° del Decreto Supremo N°048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del SINAGERD, el desastre se define como el conjunto de daños y pérdidas en la salud, las fuentes de sustento, el hábitat físico, la infraestructura, la actividad económica y el ambiente que ocurren como resultado del impacto de un Peligro o amenaza cuya intensidad altera significativamente el funcionamiento de las unidades sociales y supera la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias. Los desastres pueden ser de origen natural o inducidos por la acción humana. (Decreto Supremo N° 048, 2011, p. 2)

En los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, aprobado con Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, define como "desastres" al conjunto de daños y pérdidas en la salud, las fuentes de sustento, el hábitat físico, la infraestructura, la actividad económica y el medio ambiente que ocurren como resultado del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad provoca alteraciones significativas en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad local para atender eficazmente sus consecuencias. Estos daños y pérdidas pueden ser de Origen natural. (Resolución Ministerial N° 220, 2013, p. 09)

Una emergencia puede atenderse con la ayuda de su Gobierno Local, a diferencia del desastre, que como en el anterior párrafo lo menciona, sobrepasa la capacidad de respuesta local. En otras palabras, es la materialización del riesgo.

### **Área de Impacto**

Pinto (2012) define impacto como el entorno físico en el que se produce los efectos del desastre afectando a la población y sus medios patrimoniales.

La superficie del área de impacto varía principalmente por la magnitud del desastre o emergencia. Esta superficie podría calcularse, por grandes magnitudes, áreas de grandes proporciones, por ejemplo, el área de impacto que tuvo el Sismo de 7,5 Mw ocurrido el 15 de agosto del 2007 en Pisco y afectando a las provincias de Pisco, Ica, Chincha principalmente.

Asimismo, dentro del área de impacto el desastre afecta principalmente a los elementos expuestos de la dimensión social, económica y ambiental, población, viviendas y áreas protegidas respectivamente.

Un ejemplo claro sobre el área de impacto es el desastre ocurrido el 15 de agosto del 2007, se produce un sismo de intensidad 7,9 Mw cuyo epicentro se dio a 60 km al Oeste de Pisco, cuya área de impacto es el departamento de Ica, parte de Huancavelica, Ayacucho, Junín y Lima.

Cabe mencionar que, se le denomina desastre y no emergencia, debido a que este acontecimiento sobrepasa la capacidad de respuesta local, necesitando apoyo del Gobierno Nacional y extranjero.

## **Figura 2**

*Área de afectada por el terremoto de Pisco del 15 de agosto del 2007*



*Nota.* Tomado de “Pisco, Ica 2007: A 17 años del terremoto más fuerte que sufrió el país en las últimas décadas”, Suarez, 2024, Federación de Periodistas del Perú.

## **Sismos**

Se define como la liberación repentina de energía acumulada que se percibe en la corteza terrestre, resultado de las ondas liberadas que radian hacia la superficie desde el origen del sismo, este punto de origen del sismo se denomina “epicentro”. (British Geological Survey, 2021)

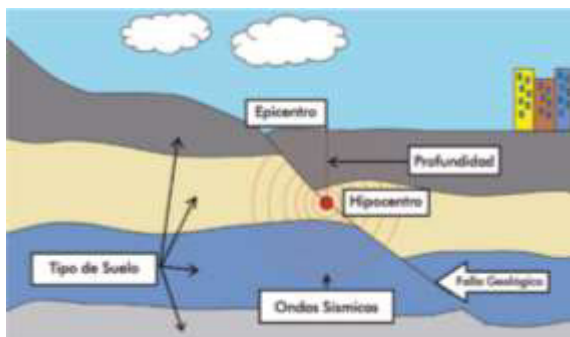
Asimismo, el sismo se clasifica, en el contexto de gestión del riesgo de desastres como un peligro natural de geodinámica interna, ocasionado por la liberación de energía de la zona de subducción por el rozamiento de las placas tectónicas.

Un sismo también funciona como factor desencadenante para otros peligros como erupciones volcánicas, deslizamiento de masas, aluviones, explosiones, incendios, tsunamis, etc.

A continuación, se adjunta una imagen sobre los componentes de un sismo, señalando el Hipocentro: punto exacto donde se origina el sismo en el subsuelo, Epicentro: punto en la superficie donde se origina el evento sísmico, Profundidad: distancia desde el hipocentro hasta el epicentro, Ondas Sísmicas: ondas que transmiten el movimiento sísmico, Tipo de Suelo: material del suelo que intensifica o reduce los efectos de las ondas sísmicas y Falla Geológica: límite de dos grandes masas rocosas que generan fricción o acumulación de fuerzas sísmicas.

### Figura 3

#### *Componentes de un sismo*



*Nota.* Tomado de Sismo originado por una falla geológica, por Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres, 2014, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, Versión 02.

### **Escalas de un Sismo**

Los sismógrafos son instrumentos utilizados para medir el movimiento de la Tierra, mientras que, el instrumento que detecta el movimiento sísmico es denominado sismómetro.

Actualmente, para determinar la intensidad o magnitud de un evento sísmico, se utilizan las escalas: Escala de Richter, Escala de Mercalli y Magnitud de Momento.

#### Escala de Richter (Magnitud):

Esta escala se utiliza desde el año 1935 y es propuesta por el sismólogo Charles Richter, sus valores cuantitativos son medidos desde el 1 al extremo abierto y cada número aumenta de manera logarítmica, con cada número entero se representa una amplitud de las ondas sísmicas diez veces más que la anterior y aproximadamente 30 veces más la energía liberada que el anterior. Esta escala de medición de un sismo es la más utilizada, e históricamente, la mayor escala registrada de un sismo es de 9,5 grados Richter en 1960, Chile. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

#### Escala de Mercalli (Intensidad):

Conocida como escala de Mercalli desde el año 1902, Giuseppe Mercalli propuso la Tabla cualitativa que marca la intensidad de un sismo de acuerdo con los daños o efectos que esta causa.

Actualmente la escala de Mercalli consta de 12 grados de intensidad, que va desde el I al XII, cada valor (número romano) mide la intensidad de un sismo de manera cualitativa, en el que se describen los efectos que ocasiona un sismo en personas y estructuras. El grado I tiene efectos imperceptibles, mientras que el máximo grado XII tendría efectos catastróficos. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

### Figura 4

#### *Escala de Mercalli Modificada*

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien contruidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

*Nota.* Escala de Mercalli modificada por H. O. Wood y F. Neumann (1931).

### Escala Richter y Escala de Mercalli

Ambas escalas miden aspectos distintos de los sismos, la Escala Richter mide la energía liberada desde el hipocentro, mientras que la escala de Mercalli mide los efectos y daños que causa un sismo en su área de impacto.

Un sismo de una magnitud Richter tiene diferentes intensidades en la escala Mercalli en diferentes lugares, este se debe tanto a sus factores condicionantes y vulnerabilidad. Por lo tanto, la escala Richter mide de manera científica y objetiva, mientras que la escala Mercalli es subjetiva y se basa en los efectos y observaciones.

### Escala Magnitud de Momento (Mw)

El Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) utiliza la escala de magnitud de momento (Mw) para informar sobre la intensidad del sismo, en especial, los de gran magnitud. Esta escala, introducida en 1979, es más precisa que la escala de Richter y no se satura con magnitudes altas, ya que se basa en el momento sísmico, una medida de la fuerza total liberada por el terremoto.

En Perú, esta escala ha sido utilizada por el Instituto Geofísico Peruano – IGP, asimismo, las investigaciones nuevas sobre sismos determinan la intensidad en base a la escala Magnitud de Momento Mw, misma que se usa para la investigación actual, debido a las grandes magnitudes para determinar.

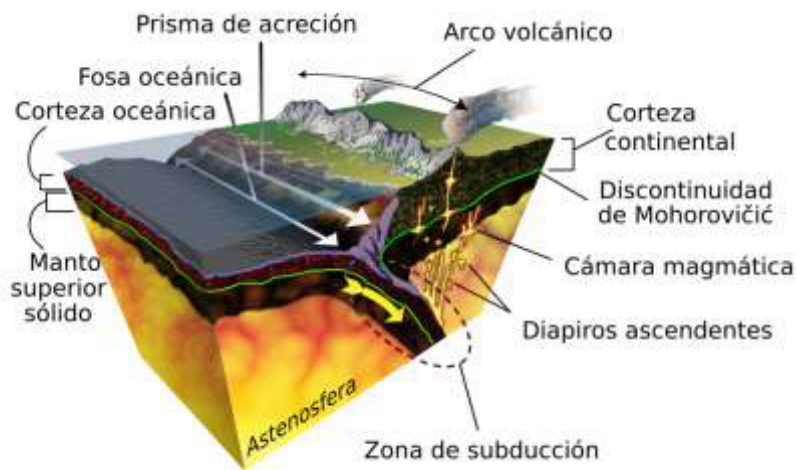
### **Placas Tectónicas en Perú**

La corteza terrestre, lugar donde se ubican las ciudades del mundo, está conformada por placas tectónicas, las cuales son fragmentos de la litosfera (corteza y parte superior del manto). Enormes placas de roca.



## Figura 6

### *Proceso de subducción de placas tectónicas*



*Nota.* Se muestra el proceso de subducción de una placa tectónica de corteza oceánica bajo una de corteza continental, en la zona de subducción se originan los acoplamientos sísmicos.

### **Silencio Sísmico**

El término “silencio sísmico” hace referencia a la zona de convergencia de placas, para el caso de Perú, placas de Nazca y Sudamericana, en la cual existe un choque de placas en un área donde no ha ocurrido un sismo de gran magnitud en los últimos 100 años. (Tavera, 2022)

Se conoce así a la ausencia de eventos sísmicos de gran magnitud por largos periodos de tiempo en un área determinada, en consecuencia, desencadena un evento sísmico de gran magnitud.

Asimismo, por palabras del jefe del Instituto Geofísico Peruano, Hernando Tavera, menciona que Lima cuenta con 279 años de silencio sísmico, por lo que el acoplamiento de fuerzas sísmicas acumuladas podría desencadenar un sismo de 8,8 Mw.

## **Sistemas de Información Geográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la herramienta básica para el manejo y utilización de la información geográfica, que es importante en muchas actividades de toda índole. La combinación de SIG, geodatos libres y estándares abiertos se presenta como una solución óptima para el trabajo con información geográfica en países en desarrollo, y puede contribuir positivamente al avance de éstos. En este artículo, examinaremos de manera breve las funciones fundamentales de cada uno de estos componentes y sus relaciones, y investigaremos la razón por la cual en una combinación crean un elemento de gran potencialidad para el desarrollo. (Olaya, 2009)

## **Mapa Temático**

Son ilustraciones del papel que tienen las características de un tema específica, fundamentado en una base topográfica donde se destaca, mediante la aplicación de varios colores y recursos de las técnicas cartográficas, obras de infraestructura, caminos, áreas seguras, etc. (Resolución Ministerial N°220, 2013, p. 10)

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo de Investigación

En términos de Gonzales (2020) el estudio fue de tipo aplicada, ello buscará no sólo generar soporte teórico sino ser fuente de mejorar la calidad de vida de las familias de la zona objeto de estudio. En este caso, aplicar la georreferenciación de datos técnico-científicos para estimar los niveles del riesgo de desastres de Pamplona Alta, estos resultados clasificarán, mediante mapas temáticos, los niveles de riesgo de sismos en Pamplona Alta, permitiendo así, informar a la población sobre el riesgo existente en su zona, y principalmente, permitirá al Gobierno Local, la Municipalidad de San Juan de Miraflores, fortalecer la capacidad de Gestión Correctiva y poder minimizar los niveles de Riesgo Alto y Muy Alto para reducir los efectos ante la ocurrencia de eventos sísmicos de gran magnitud.

Aunado a ello, el nivel de estudio corresponde al no experimental, debido a que el presente estudio no manipula las variables utilizadas, contrario a ello, la información utilizada se analiza e interpola para realizar el cálculo final del nivel de riesgo ante sismos.

De acuerdo con su desarrollo, este estudio se complementa como investigación de campo, ya que, como primera instancia se desarrolla con la inspección ocular de Pamplona Alta, evaluando así, las zonas vulnerables y principales factores de vulnerabilidad en Pamplona Alta, entre ello se observó el material de viviendas, grupo etario, cercanía a zonas con pendientes, etc. Asimismo, la investigación también se apoya en las encuestas realizadas a familias de Pamplona Alta.

Además, durante el proceso de gabinete para el desarrollo de este estudio, la investigación es de tipo descriptiva, ya que, se analizan y describen los parámetros y factores utilizados para el cálculo del peligro, vulnerabilidad. Finalmente, para el cálculo del riesgo ante sismos, se cuenta

con una información ordenada y clasificada para describir los niveles de riesgo que se obtienen como resultado en Pamplona Alta de SJM.

## **3.2 *Ámbito temporal y espacial***

### **3.2.1 *Ámbito temporal***

El plazo del presente estudio es de 2023 a 2025; además, la elaboración de la investigación dura de diciembre de 2023 a febrero del 2025. El tiempo de la investigación se recopiló, corroboró, complementó y consolidó la información para dar resultado al Análisis del Riesgo de Sismos.

### **3.2.2 *Ámbito espacial***

El ámbito de estudio de la presente investigación abarca Pamplona Alta, Sector ubicado en la parte Norte del distrito de San Juan de Miraflores, departamento de Lima, Perú. El ámbito espacial cuenta con una superficie de 6,87 km<sup>2</sup>.

## **3.3 Variables**

### **3.3.1 *Variable Independiente***

Georreferenciación de datos técnico-científicos de los Geo Portales del Perú

### **3.3.2 *Variable Dependiente***

Análisis de Riesgo en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores

## **3.4 Población y Muestra**

### **3.4.1 *Población***

Está definida como el agrupamiento de entidades, animales, sujetos u otros elementos que sirvan para estudiar, además, se consideran dentro del mismo cuando tienen cualidades afines (Pimienta y De la Orden, 2017). Para este estudio, la población se conformará por el distrito de San Juan de Miraflores, Lima, a nivel de “manzanas”. Este distrito cuenta con una superficie de 25,24 km<sup>2</sup> y según el plano catastral de San Juan de Miraflores, cuenta con 3412 manzanas y con

una población aproximada de 348059 habitantes, según la proyección de población con datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

### **3.4.2 Muestra**

Para el marco muestral, es una proporción de la población, del mismo modo, para considerarla debe poseer las cualidades afines (Carhuancho et al., 2019). En ese sentido, para este estudio se considerará Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, a nivel de manzanas, el cual cuenta con una superficie de 6,87 km<sup>2</sup> y se analizará a nivel de manzanas, contando con 1647 manzanas, según el plano catastral de la Municipalidad SJM y una población aproximada de 134940 habitantes.

## **3.5 Instrumentos**

### **3.5.1 Materiales**

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales:

#### **De campo:**

- Camioneta, Smartphone (cámara, GPS), Encuestas de campo, Dron (Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores), Mapa Sectorizado de San Juan de Miraflores (escala 1:15000).

#### **De gabinete:**

- Mapa Sectorizado de San Juan de Miraflores (escala 1:15000), Informe de Análisis de Riesgo de San Juan de Miraflores (2023), Manual del Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres. Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (Versión 02), Laptop, USB.

### **3.5.2 Instrumentos**

En cuanto al instrumento, está entendido como un grupo de elementos que son que tienen como fin sustraer los datos más resaltantes de los fenómenos (Cisneros et al., 2022). Para este caso, los Sistemas de Información Geográfica, Software ArcGis 10.7, imágenes satelitales, Google Earth, Portales Geoespaciales del Perú y AutoCad 2018, permitirán determinar el nivel de riesgo ante sismos en Pamplona Alta, San Juan de Miraflores.

### **3.6 Procedimientos**

#### **1° Etapa de Gabinete (preliminar)**

El proyecto inicia observando la problemática en el distrito de San Juan de Miraflores, en cuanto a la Gestión del Riesgo de Desastres. En Pamplona Alta de SJM se cuenta con zonas expuestas al peligro sísmico, en las cuales, la urbanización va en crecimiento, aumentando así su nivel de riesgo.

La primera etapa de gabinete escoge el ámbito espacial para el periodo 2023 – 2024. Además, se recopila la información municipal:

- De la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas, se recopila la información catastral de Pamplona Alta a nivel de manzana.
- De la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres, y del Análisis de Riesgo de San Juan de Miraflores realizado por la ONG PREDES, se verifican las zonas expuestas a sismos en Pamplona Alta.

#### **2° Etapa de Campo (inspección ocular)**

En la segunda etapa del procedimiento, se realiza la inspección ocular a las zonas expuestas de Pamplona Alta, la verificación concluye en la problemática del distrito y los elementos expuestos que existe en Pamplona Alta, para lo cual se requiere realizar un Análisis de Riesgo,

para determinar los niveles de riesgo ante sismos a fin de mitigar el nivel de riesgo mediante las recomendaciones estructurales y no estructurales.

Esta etapa de campo se realiza con el apoyo de la Municipalidad de San Juan de Miraflores:

- De la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres, se puso a disposición la camioneta.
- De la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas, se puso a disposición los planos sectorizados de San Juan de Miraflores, Pamplona Alta.
- De la Subgerencia de Comunicaciones e Imagen Institucional, se puso a disposición el dron, para la toma de fotografías expuestas en la presente investigación.

### **3° Etapa de Gabinete (análisis de datos)**

En la tercera etapa, etapa de gabinete, se recopila la información municipal, la información de campo y se complementa con la georreferenciación de los datos técnico-científicos de las plataformas geoespaciales (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ, INGEMMET, etc.).

- La información municipal recopilada: información catastral, zonas expuestas a peligros sísmicos.
- Información de campo recopilada: encuestas para determinar la exposición, resiliencia y fragilidad en la dimensión física y social de la población, zonas expuestas a peligros sísmicos, fotografías.
- Información georreferenciada: Unidades Geológicas, Geomorfológicas, Pendiente, Microzonificación Sísmica, fragilidad, exposición y resiliencia en la dimensión física y social de la población de Pamplona Alta.

Obtenida la información, se realiza un análisis de datos, utilizando el método de Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty y herramientas como el ArcGIS 10.7.

#### **4º Etapa de Gabinete (resultados - final)**

En la etapa final, se realiza la interpolación de la información georreferenciada, con la herramienta ArcGIS 10.7, teniendo como resultados el nivel del peligro, el nivel de la vulnerabilidad, y el resultado final, el nivel de riesgo sísmico en Pamplona Alta.

- La información se interpola en ArcGIS, debido a que se trabajará la información en formato shapefile.
- Los niveles de riesgo sísmico en Pamplona Alta se interpretan mediante un mapa temático de riesgo, clasificando los niveles de riesgo mediante colores (verde, amarillo, naranja y rojo).

El resultado final, permitirá, en primer lugar, verificar la veracidad de la georreferenciación de datos técnico-científicos, comparándolo principalmente con el Análisis de Riesgo de San Juan de Miraflores realizado por la ONG PREDES. También, recomendar acciones estructurales y no estructurales para reducir el nivel de riesgo sísmico en Pamplona Alta, fortaleciendo la Gestión del Riesgo de Desastres en San Juan de Miraflores.

### **3.7 Análisis de datos**

#### **3.7.1 Recolección de datos**

La información utilizada se recopiló principalmente de 03 fuentes: información municipal, información de campo e información georreferenciada de las plataformas geoespaciales.

- La información municipal, se recopiló principalmente de la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas y de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres.

- La información de campo se realizó visitando las zonas expuestas de Pamplona Alta, con la camioneta de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres.
- La información georreferenciada se recopila de las plataformas geoespaciales peruanas, como el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ, INGEMMET, etc.

### **3.7.2 *Presentación de los datos***

Para la presentación de datos se utilizaron Tablas y gráficos realizados con Microsoft Office y los planos y mapas temáticos realizados con AutoCAD 2018 y ArcGIS 10.7, las fotografías fueron tomadas en las visitas de campo.

### **3.7.3 *Análisis y procesamiento de los datos***

Para el procesamiento de datos se utilizaron 02 herramientas principalmente, Excel y ArcGIS.

El procesamiento en Excel se realiza mediante las fórmulas y se presentan en Tablas, gráficos.

El procesamiento en ArcGIS se realiza mediante la interpolación de los shapefile con valores ya determinados mediante el Proceso de Análisis Jerárquico.

## **3.8 Consideraciones éticas**

Los resultados de la presente investigación se presentan de manera honesta, explicándose la recopilación de cada dato técnico-científico utilizado y analizándose con profesionalismo. Asimismo, el resultado final y la recomendación de la investigación se realiza desde el punto de vista de la Gestión del Riesgo de Desastres, poniendo como prioridad la objetividad para minimizar la problemática.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de la Zona de Estudio

#### 4.1.1 Descripción del Área de Estudio

Pamplona Alta ubicada al Norte del Distrito de San Juan de Miraflores, el cual se ubica al sur de Lima, aproximadamente a 21 km al sur de la capital histórica. Este distrito forma parte de los distritos de Lima Sur.

En todo el sector se puede identificar un predominio de viviendas, entre ellas, viviendas con más de 04 pisos, viviendas de material noble, madera, quincha, viviendas ubicadas en zonas con pendiente y con pircas inestables como base. Asimismo, se puede identificar un desarrollo urbano en etapas distintas y un eje comercial que se desarrolla en la Av. Salvador Allende, el cual es la conexión entre distritos.

Pamplona Alta de San Juan de Miraflores se encuentra delimitada por los distritos de Santiago de Surco, La Molina, Villa María del Triunfo y la Av. Salvador Allende.

#### Ubicación y Localización

**Tabla 1**

*Coordenadas UTM de la Zona de Estudio*

UTM WGS84		ALTITUD
ESTE	NORTE	
286610.51	8658835.56	351 m.s.n.m.

*Nota.* Información corroborada mediante ArcGIS 10.7

### Límites y División Administrativa

Pamplona Alta de San Juan de Miraflores se encuentra limitada por:

- **Noreste** : Distrito La Molina
- **Noroeste** : Distrito Santiago de Surco
- **Sur** : Zona de Pamplona Baja de San Juan de Miraflores
- **Este** : Distrito Villa María del Triunfo
- **Oeste** : Distrito Santiago de Surco

Para una mejor administración y gestión del territorio, Pamplona Alta de SJM se divide en tres Sectores: Pamplona Alta, Rinconada y Nueva Rinconada.

**Tabla 2**

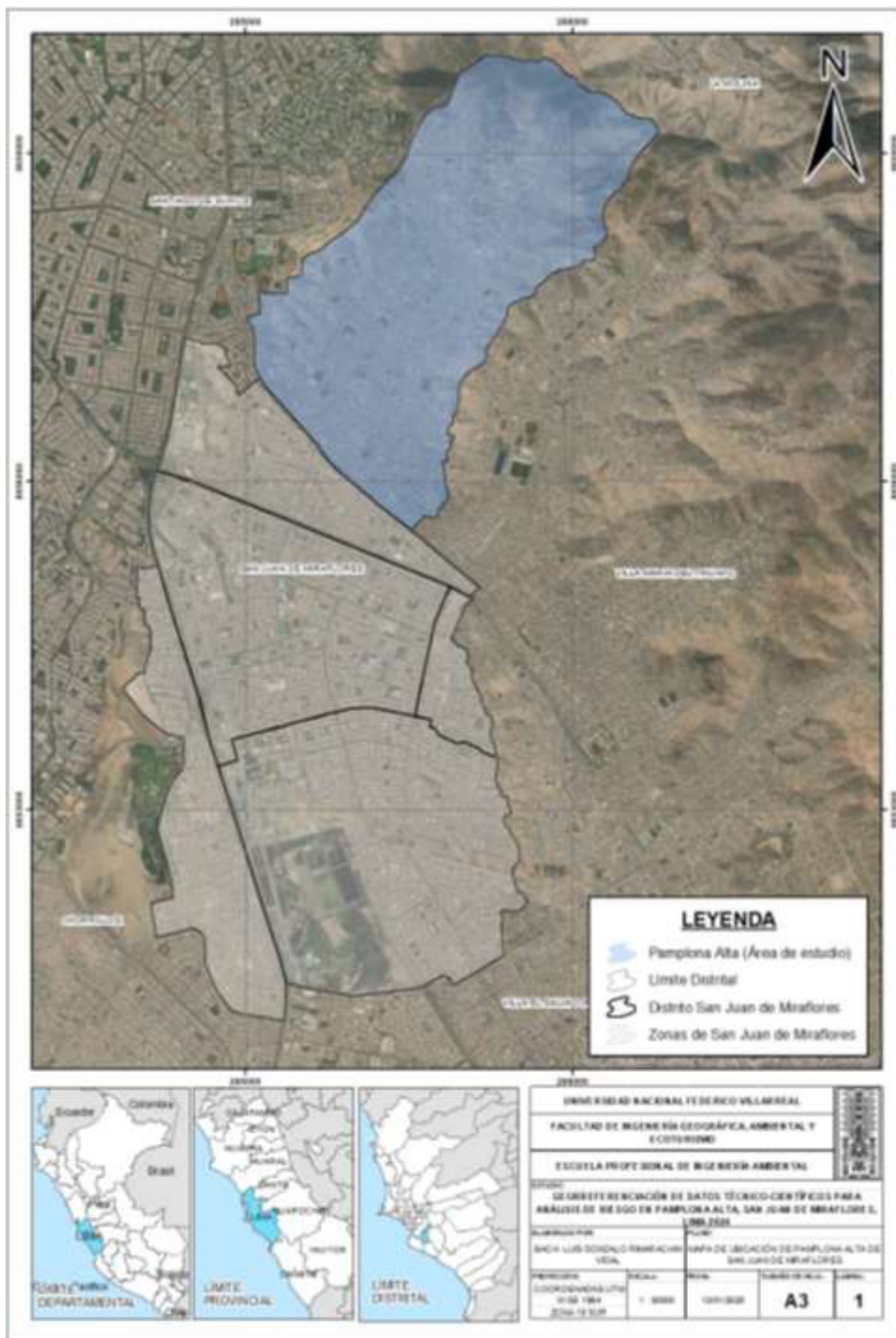
*Sectorización de Pamplona Alta SJM*

SECTORES DE PAMPLONA ALTA DE SAN JUAN DE MIRAFLORES		
ZONA	SECTOR	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )
Pamplona Alta	Pamplona Alta	4,37 km <sup>2</sup>
	Rinconada	0,32 km <sup>2</sup>
	Nueva Rinconada	2,18 km <sup>2</sup>
TOTAL		6,87 km <sup>2</sup>

*Nota.* Tomado del Plan de Desarrollo Local Concertado de San Juan de Miraflores 2017–2021, (Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores, 2021).

**Figura 7**

*Mapa de Ubicación del ámbito de estudio*



*Nota.* Información proporcionada por la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas de la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores.

### **Superficie y extensión**

Pamplona Alta de San Juan de Miraflores tiene una extensión de 6.87 km<sup>2</sup>. Pamplona Alta presenta una composición de: cadenas de cerros con pendientes moderadas – fuerte que forma parte de la superficie, esta se encuentra urbanizada y en proceso de densificación.

### **Altitud**

El distrito de San Juan de Miraflores se ubica a una latitud oficial de 141 m.s.n.m. Mientras que, Pamplona Alta presenta zonas que superan los 600 m.s.n.m.

### **Accesibilidad**

Como vía principal al distrito SJM se tiene la Carretera Panamericana Sur, la cual pasa por las Zonas II, III, V y VI. Como vía arterial, en SJM se tiene la Av. Los Héroes, permitiendo el acceso de Villa María del Triunfo a San Juan de Miraflores.

Como accesibilidad principal en Pamplona Alta de SJM, se tiene la Av. Salvador Allende, convirtiéndose después en la Av. Agustín la Rosa Lozano, la cual permite el acceso de Villa María del Triunfo a San Juan de Miraflores y a Surco.

#### **4.1.2 Geología**

Los factores geológicos, o características y propiedades del suelo son estudiados por la geología. Estos factores influyen en la composición suelo, clasificando así los tipos de suelo. Las unidades geológicas también influyen en el nivel de peligro sísmico, un suelo con una capacidad de resistencia baja no es el adecuado para una edificación mayor de 03 pisos, por lo que influye de manera proporcional a los efectos de un evento sísmico.

Los datos técnico-científicos georreferenciados para la presente investigación se recopilaron del Análisis del Riesgo de Desastres realizado en el Distrito de San Juan de Miraflores

por la ONG PREDES, y de la plataforma geoespacial Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres.

#### **a) Rocas intrusivas, Granodioritas**

Este tipo de roca, dioritas de Santa Rosa, se ubica en las laderas de las partes altas de Pamplona Alta. Estas rocas forman las colinas de mayor altimetría de la zona de estudio, actualmente, sus laderas se encuentran urbanizadas. En Nueva Rinconada de Pamplona Alta, se encuentran granodioritas con una coloración gris que representan enclaves de dioritas Santa Rosa aseverando su emplazamiento posterior.

#### **Figura 8**

*Formación granodiorítica en las partes altas de Nueva Rinconada – Pamplona Alta*



*Nota.* Fotografía tomada por el Equipo Técnico de PREDES (2022).

#### **b) Depósitos antropogénicos**

En las partes altas de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, se observa principalmente la urbanización de laderas, lo que modifica su suelo natural. Mediante la salida a campo, se observan excavaciones de laderas, perforaciones de rocas, relleno de suelos para fines de construcción de viviendas; asimismo, también se observaron suelos con relleno sanitario y desmontes. En las partes altas de la zona de estudio, los vecinos manifiestan que, en su mayoría,

los suelos son rellenos sanitarios, debido a que anteriormente predominaban la crianza de chanchos como medios de vida.

### **Figura 9**

*Depósitos antropogénicos en las partes altas de Nueva Rinconada - Pamplona Alta*



*Nota.* Fotografía tomada por el Equipo Técnico de PREDES (2022).

### **Depósitos aluviales**

Los depósitos aluviales se ubican en los terrenos llanos de Pamplona Alta. Estos depósitos constan de gravas angulosas y sub-redondeadas. Por lo general en Pamplona Alta los depósitos aluviales están cubiertos por arenas de origen eólico. El espesor de la depositación de estas arenas varía; por ejemplo, es mayor en los terrenos planos, pues las arenas se depositan en las laderas por gravedad, por deslizamiento.

En la zona de estudio, estos sedimentos han sido arrastrados desde la parte alta de Pamplona Alta, extendiéndose radialmente ladera abajo asentando en las zonas planas.

**Figura 10***Depósitos Aluviales en la Zona de Pamplona Alta*

*Nota.* Fotografía tomada por el Equipo Técnico de PREDES (2022).

**c) Calizas y lutitas**

Las rocas sedimentarias son de tipo caliza, marga, limo arcilloso y lutítica. Las calizas encontradas en la zona de estudio son de tonalidades gris claro, estratificadas en bancos gruesos, con buzamiento hacia el Norte.

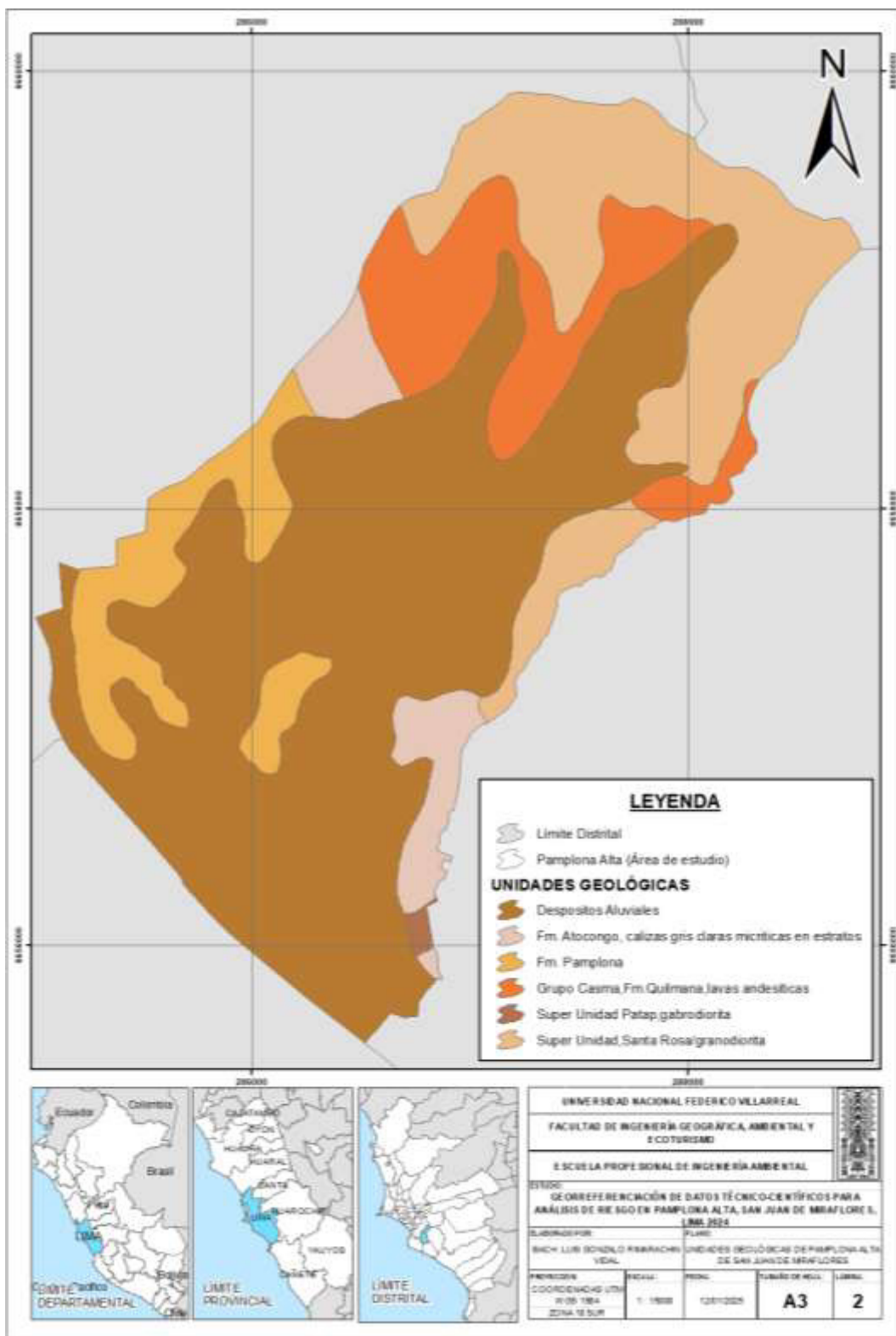
Estas rocas se ubican en la margen derecha de Pamplona Alta, principalmente en los sectores de Nueva Rinconada, Rinconada y 12 de noviembre.

**Figura 11***Formación de caliza y lutita en la margen derecha de Pamplona Alta*

*Nota.* Fotografía tomada por el Equipo Técnico de PREDES (2022).

Figura 12

Mapa de Unidades Geológicas de Pamplona Alta de SJM



### **4.1.3 Geomorfología**

Según la clasificación de zonificación propuesta por Tavera y Buforn en Sismicidad y sismotectónica de Perú (Tavera & Buforn, 1998), la morfología regional se agrupa por: Zona I – Costanera, Zona II - La Cordillera Occidental, el Altiplano y la Cordillera Oriental y Zona III – Subandina. Asimismo, la zona de estudio, Pamplona Alta de San Juan de Miraflores se ubica en la Zona I, denominada la Costanera.

#### **a) Terrenos llanos**

Llanuras semiplanas u ondulantes, se forman por depósitos aluviales. Los cerros presentan en la base terrenos semi planos, como llanuras de pendiente moderada, cubiertas por arenas finas de origen eólico.

#### **b) Área de Lomadas**

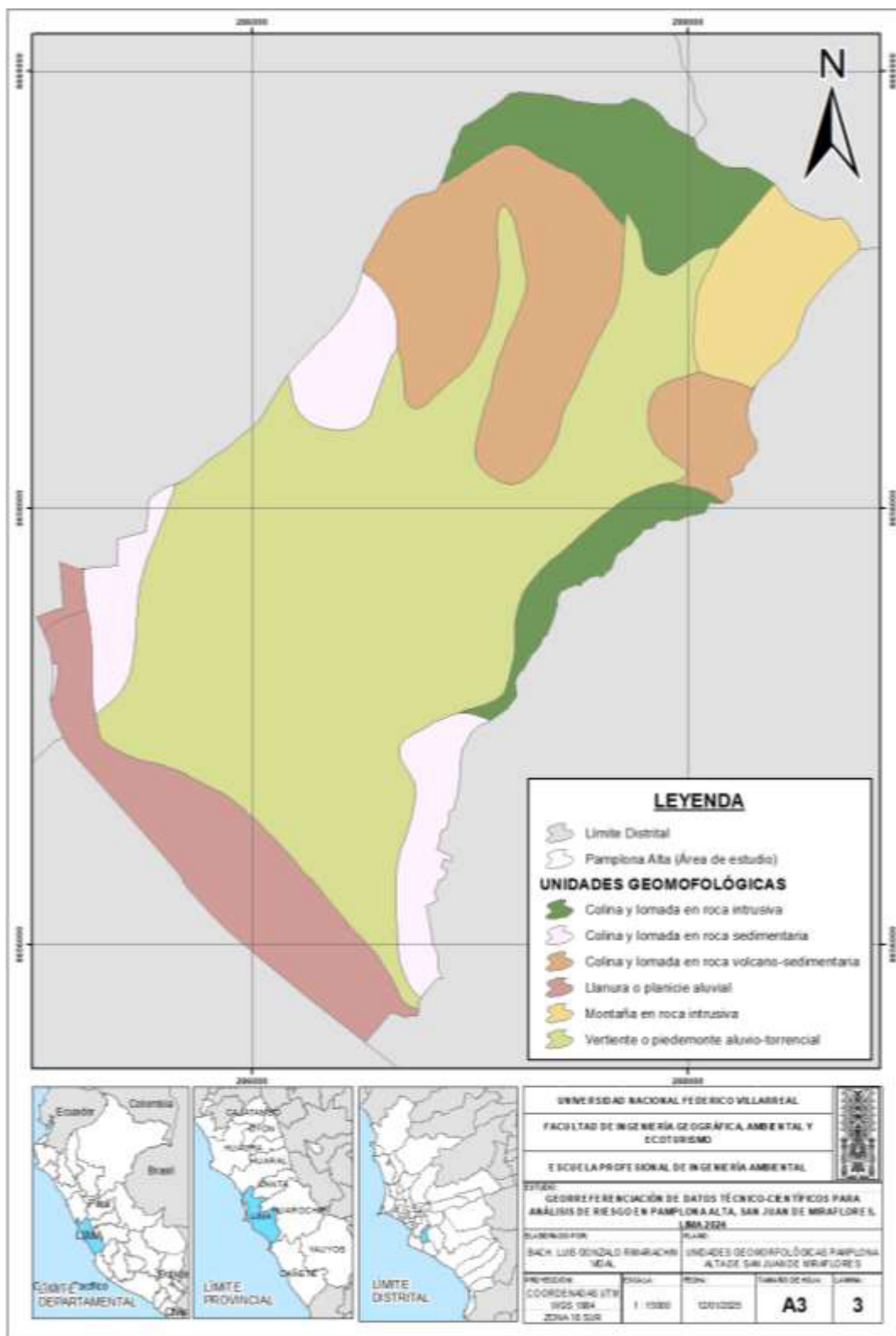
Cerros de baja altitud, están rodeados de llanuras de pendiente moderada en sus faldas.

#### **c) Área de Colinas**

Cerros con baja altitud, así como las lomadas estas también pueden estar cubiertas por material fino que es acarreado por el viento del Sur.

**Figura 13**

*Unidades Geomorfológicas de Pamplona Alta de SJM*



#### 4.1.4 Pendiente

Para la determinación de la susceptibilidad, se tomará en cuenta que, a mayor pendiente será mayor la susceptibilidad a los movimientos sísmicos, pero las zonas con menor pendiente pueden ser afectados por eventos producidos en zonas adyacentes de mayor pendiente.

Asimismo, para clasificar la pendiente en Pamplona Alta se utiliza principalmente la clasificación de pendientes del INGEMMET:

**Tabla 3**

*Clasificación de pendientes*

PENDIENTE	CLASE	DESCRIPCIÓN
0° - 5°	Muy Baja	Zonas poco susceptibles de movimientos en masa producto de sismos. Topografías planas de depósitos aluviales.
5° - 10°	Baja	Se consideran zonas de acumulación de materiales (depósitos aluviales, coluviales, eólicos).
10° - 15°	Media	Conformado por laderas medias y zonas de relieves encorvados, inclinados que forman parte de las colinas, son zonas medianamente susceptibles para desencadenar movimientos en masa producto de sismos.
15° - 30°	Alta	Conforman relieves de pendientes elevadas, con alta probabilidad de generar movimientos en masa.
30° a más	Muy Alta	Corresponde a zonas de pendiente pronunciadas, altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa.

*Nota.* Adaptado de INGEMMET, por el equipo técnico de PREDES.

**Figura 14**

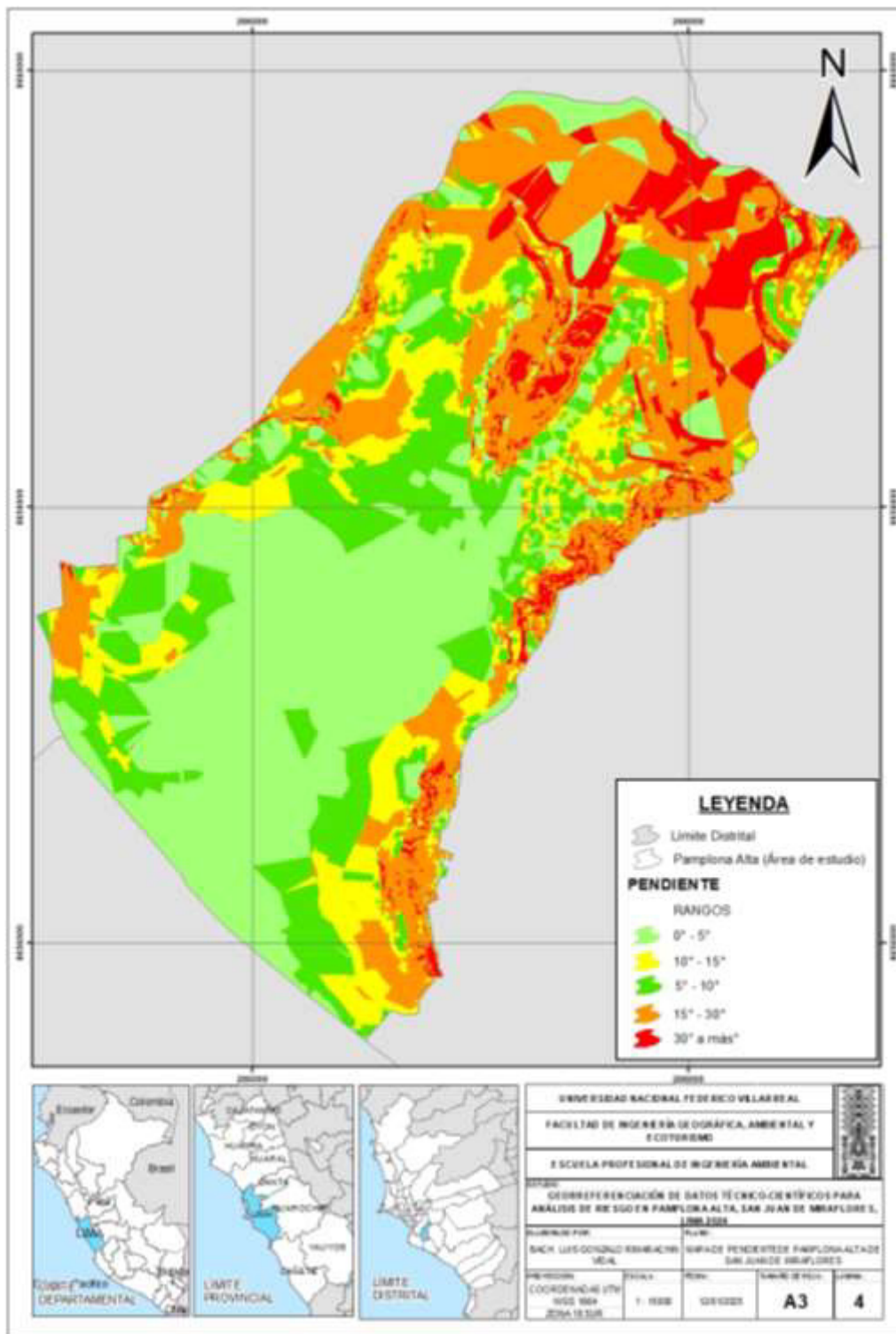
*Pendientes en Pamplona Alta*



*Nota.* Fotografía tomada por el Equipo Técnico de PREDES (2022).

Figura 15

Mapa de Pendientes de Pamplona Alta



Nota. Elaboración propia a partir de la ortofoto elaborada por COFOPRI (2025).

#### 4.1.5 *Microzonificación Sísmica*

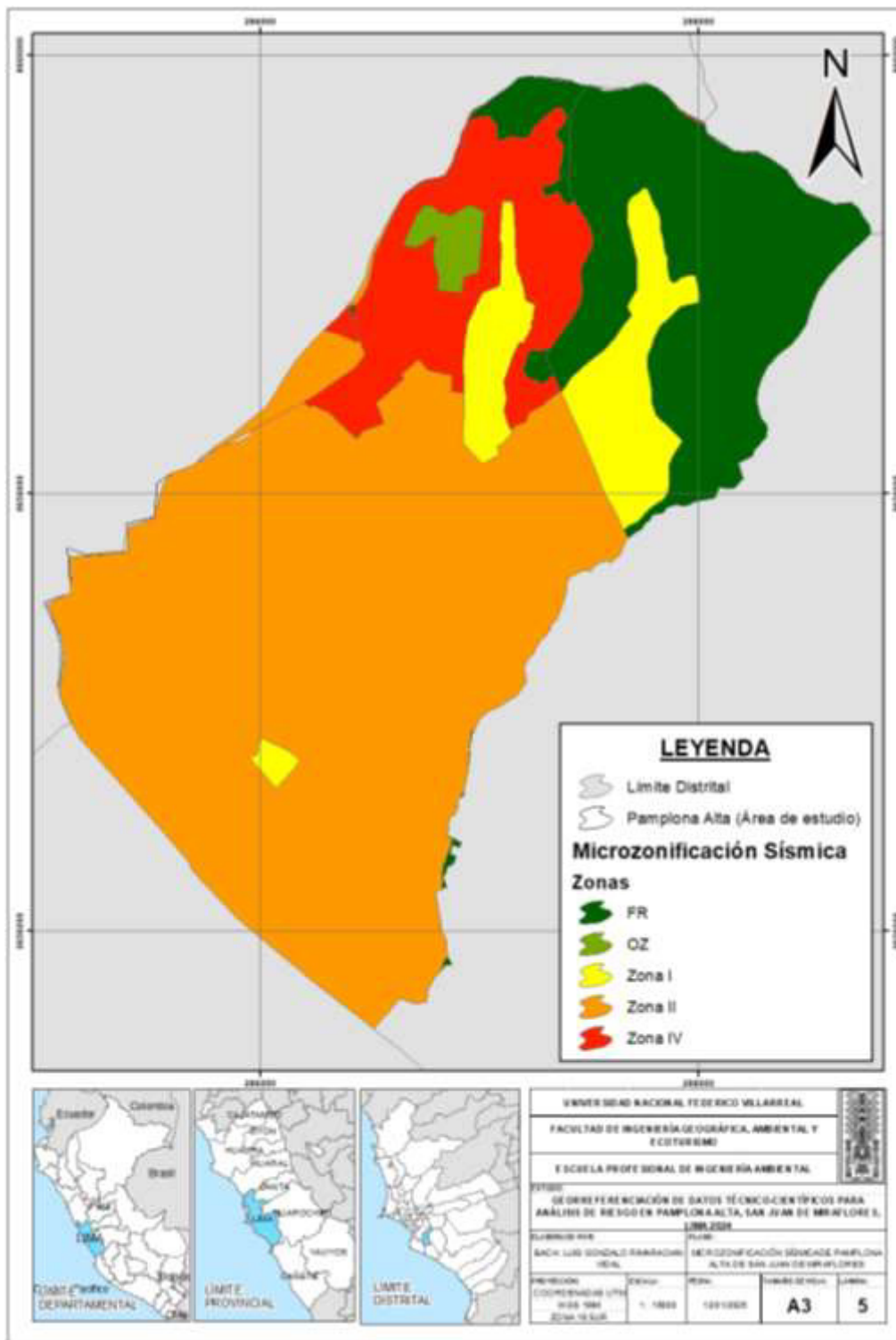
El estudio de microzonificación sísmica del distrito de San Juan Miraflores, realizado por el CISMID, considera aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sísmicos y geofísicos, que según la normativa sismorresistente E-30.

- Zona I: Conformada por afloramientos rocosos (cerros) de diferente grado de fracturamiento. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural (registros de vibración ambiental) menores a 0,20 s. Por composición del suelo presentan las mejores características geotectónicas para la cimentación de edificaciones convencionales.
- Zona II: Considera terrenos conformados depósitos de arena de origen aluvial y eólico de compacidad semisuelta a densa. Describen áreas de pendiente moderada. Los periodos predominantes del terreno varían entre 0,20 y 0,30 s. Por su composición del suelo, también presentan una de las mejores características geotectónicas para la cimentación de edificaciones convencionales.
- Zona IV: Taludes inestables con fuerte pendiente, canteras informales, depósitos de arenas y licas de compacidad suelta potencialmente licuables. Zonas con alta amplificación sísmica.
- Zona V: Conformada por un suelo alterado por el hombre, como relleno, desmonte, escombros, etc. En casos de cimentación de edificaciones convencionales, el suelo debe ser reemplazado en su totalidad.

Cabe mencionar, que, en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, no se determinó la existencia de una Zona III (suelos flexibles).

**Figura 16**

*Microzonificación Sísmica en Pamplona Alta de SJM*



*Nota.* Elaboración propia a partir de la Microzonificación Sísmica del CISMID (2015).

#### ***4.1.6 Aceleraciones Máximas del Suelo***

Para el presente proyecto, las aceleraciones máximas del suelo serán el factor desencadenante para determinar el nivel del peligro sísmico.

Las líneas de aceleraciones máximas representan el registro de sismos ocurridos anteriormente. 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.

Por ejemplo, se tienen mayores valores de aceleraciones máximas en las zonas con los mayores registros de eventos sísmicos ocurridos, como Ica y Arequipa.

A continuación, se adjunta el mapa de Aceleraciones Máximas del Suelo de las Provincias de Lima, realizado por el Instituto Geofísico Peruano.

Figura 17

Mapa de Aceleraciones Máximas del Suelo de las Provincias de Lima



Nota. Tomado de Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú, por el Instituto Geofísico del Perú – IGP (2014).

#### **4.1.7 Vulnerabilidad: Aspectos Sociales**

En análisis de la dimensión social de la vulnerabilidad se realiza a nivel de manzanas de Pamplona Alta, tomando como referencia los parámetros de fragilidad, resiliencia y exposición.

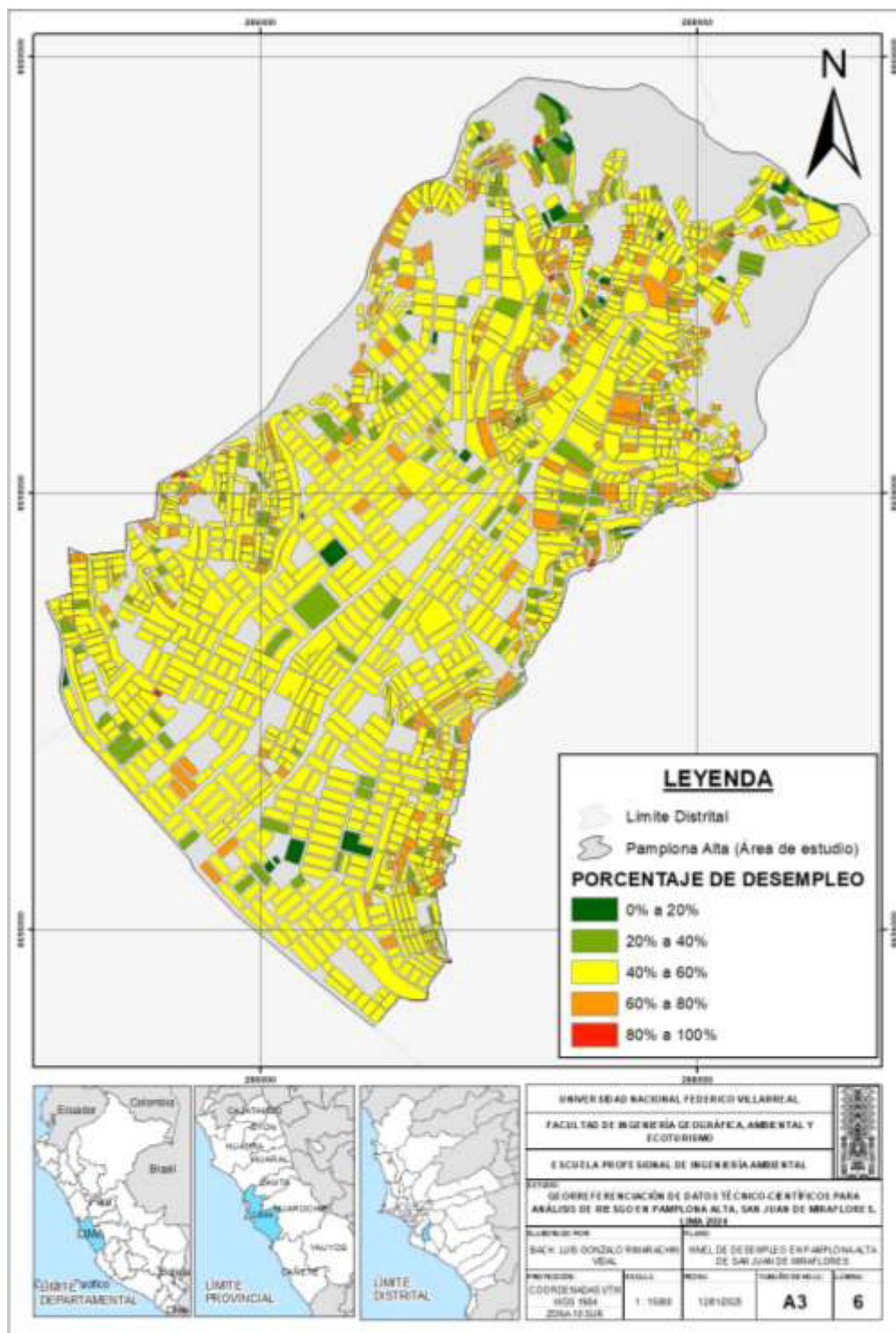
El análisis de la fragilidad hace referencia al nivel de desventaja de la población frente a los desastres, mientras que la resiliencia está referida al nivel de asimilación de la población para responder hacia los desastres, en cuanto a la exposición hace referencia a la población directamente expuesta al desastre.

Para el análisis de la fragilidad, se toma en referencia los siguientes parámetros:

- **Población Desempleada:** El nivel de desempleo hace referencia directa al nivel de desventaja de la población frente a desastres; asimismo se toman los siguientes parámetros para la clasificación de población desempleada por manzana: 1° (0% a 20%), 2° (20% a 40%), 3° (40% a 60%), 4° (60% a 80%), 5° (80% a 100%), predominando el nivel de desempleo del 40% al 60% por manzanas en Pamplona Alta, representando que, entre el 35% y 52% de la población no cuenta con empleo en Pamplona Alta. (Ver Figura 18)
- **Sin Seguro de Salud:** En cuanto a la población sin seguro de salud, predomina el indicador 20% a 40% sin seguro de salud por manzana, representado un 78% de la población total de Pamplona Alta (Ver Figura 19)
- **Grupo Etario:** El grupo etario servirá como parámetro para evaluar la fragilidad social de la vulnerabilidad, clasificando las manzanas por predominancia de grupos de edades. (Ver Figura 20)

Figura 18

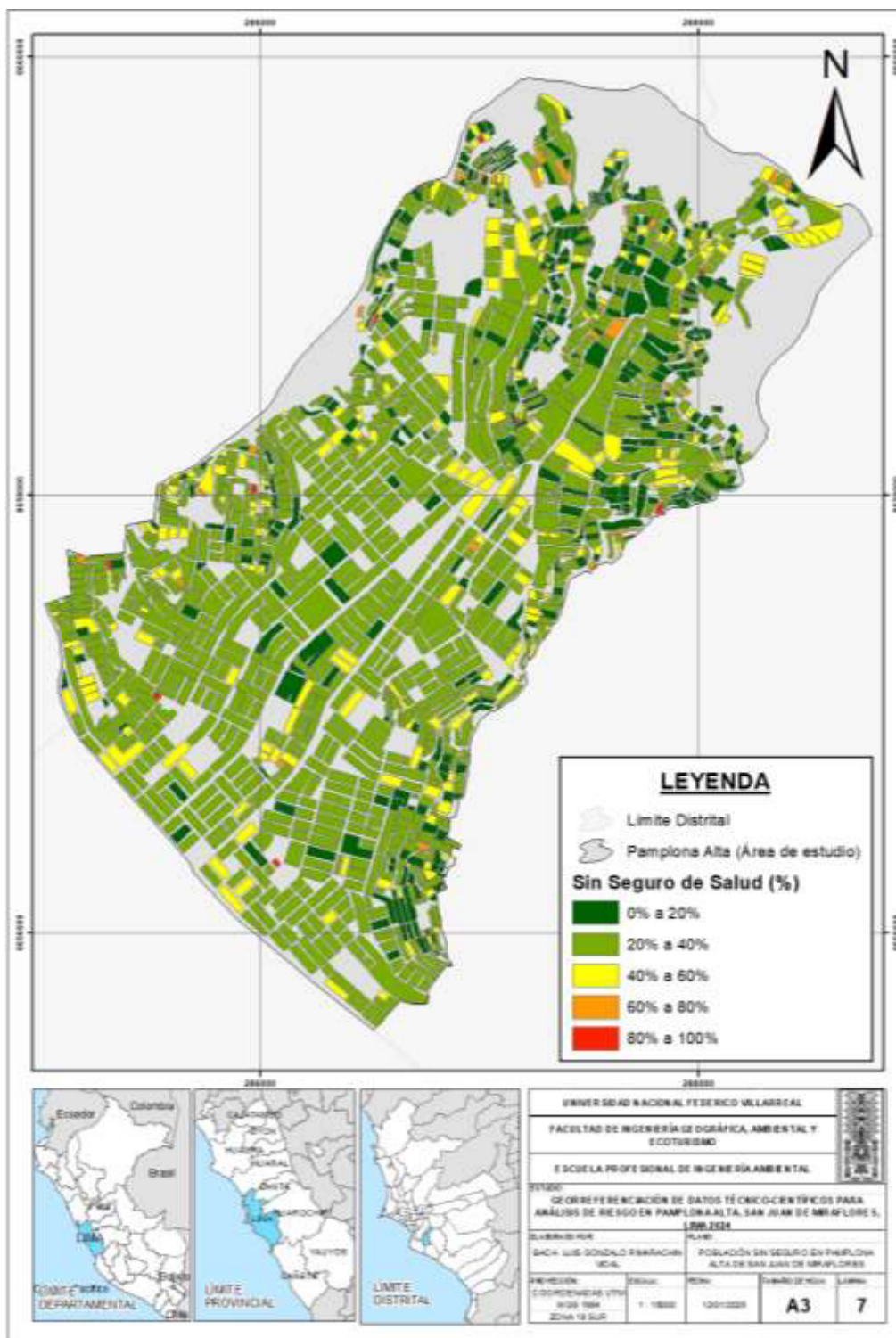
Porcentaje de Desempleo en Pamplona Alta de SJM



Nota. Datos Georreferenciados de la Plataforma Nacional GEOPERÚ

**Figura 19**

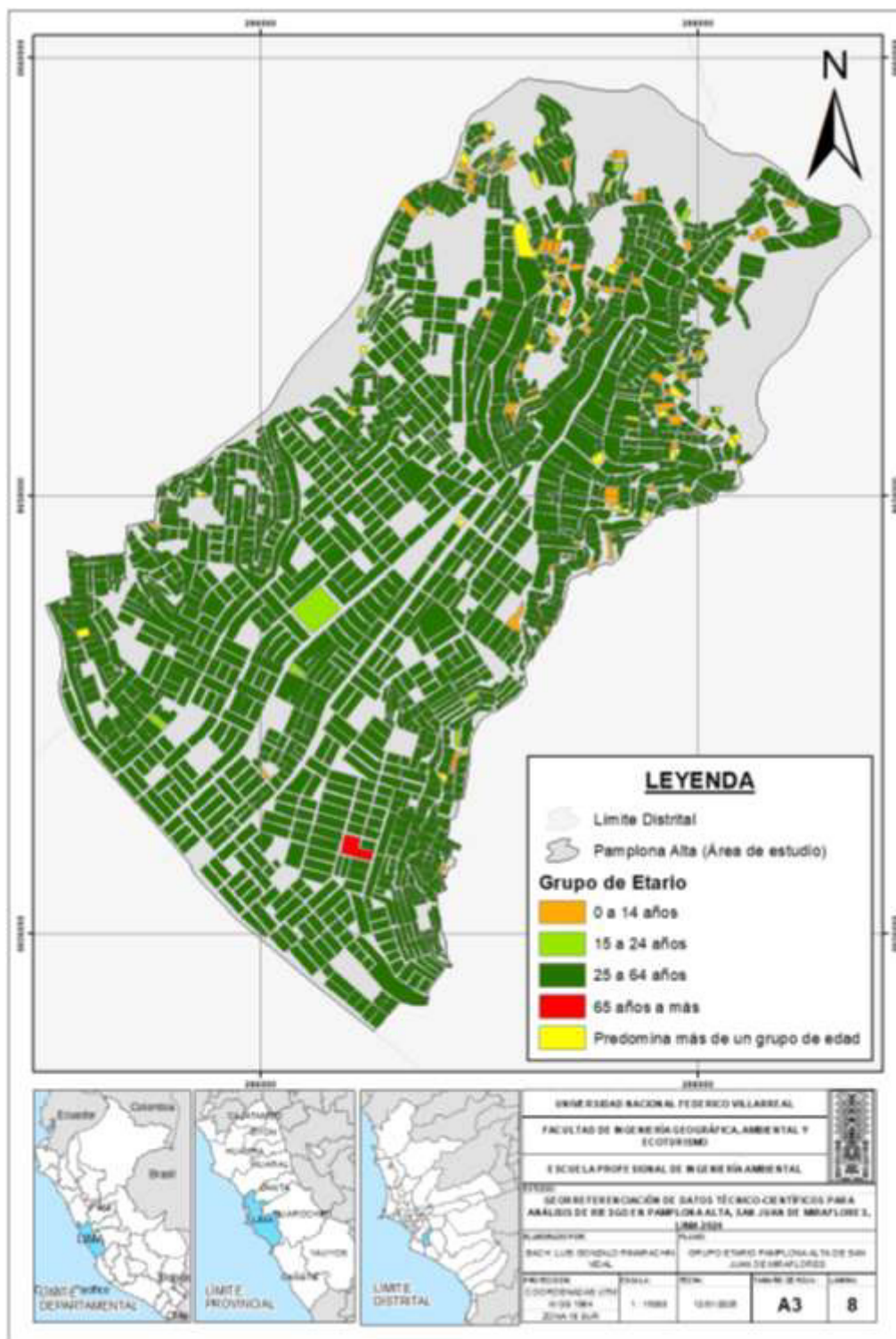
*Población Sin Seguro de Salud de Pamplona Alta de SJM*



*Nota.* Datos Georreferenciados de la Plataforma Nacional GEOPERÚ

Figura 20

Grupo Etario de Pamplona Alta de SJM



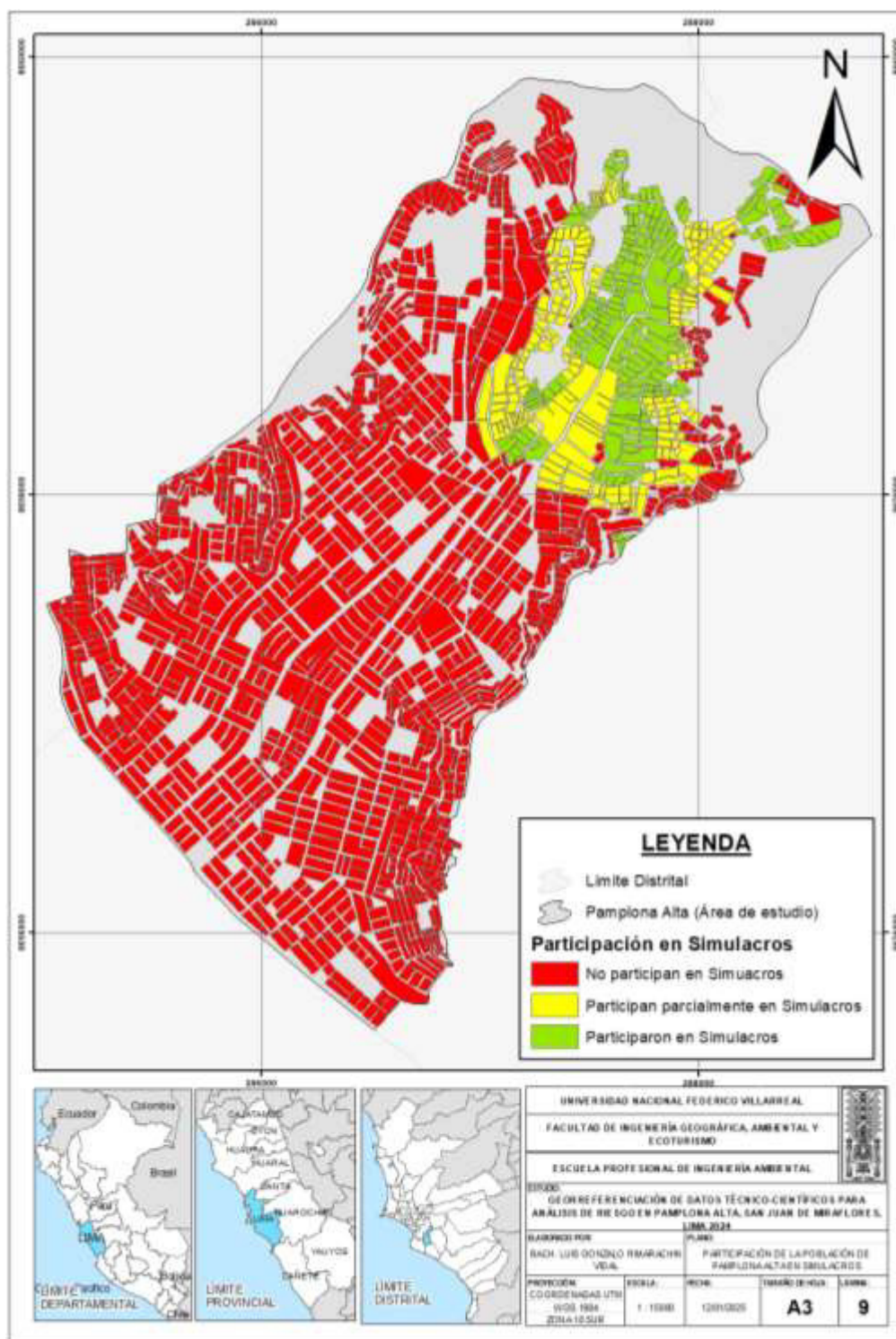
Nota. Información georreferenciada del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017).

Para el análisis de la resiliencia, el parámetro tomado en cuenta es el siguiente:

- **Participación en actividades de GRD (simulacros):** Los Simulacros son un ejercicio de respuesta ante desastres, mediante el cual, la población se prepara y se organiza a nivel comunitario ante los desastres. Para el análisis de la participación de la población en Simulacros se clasifica en: 1° Manzanas que participan en Simulacros, 2° Manzanas que participan parcialmente en Simulacros, 3° Manzanas que no participan en Simulacros. La información de estos parámetros se recoge de los 03 últimos simulacros nacionales del 2024. (Ver Figura 21)

Figura 21

Participación de la Población de Pamplona Alta en Simulacros Multipeligros



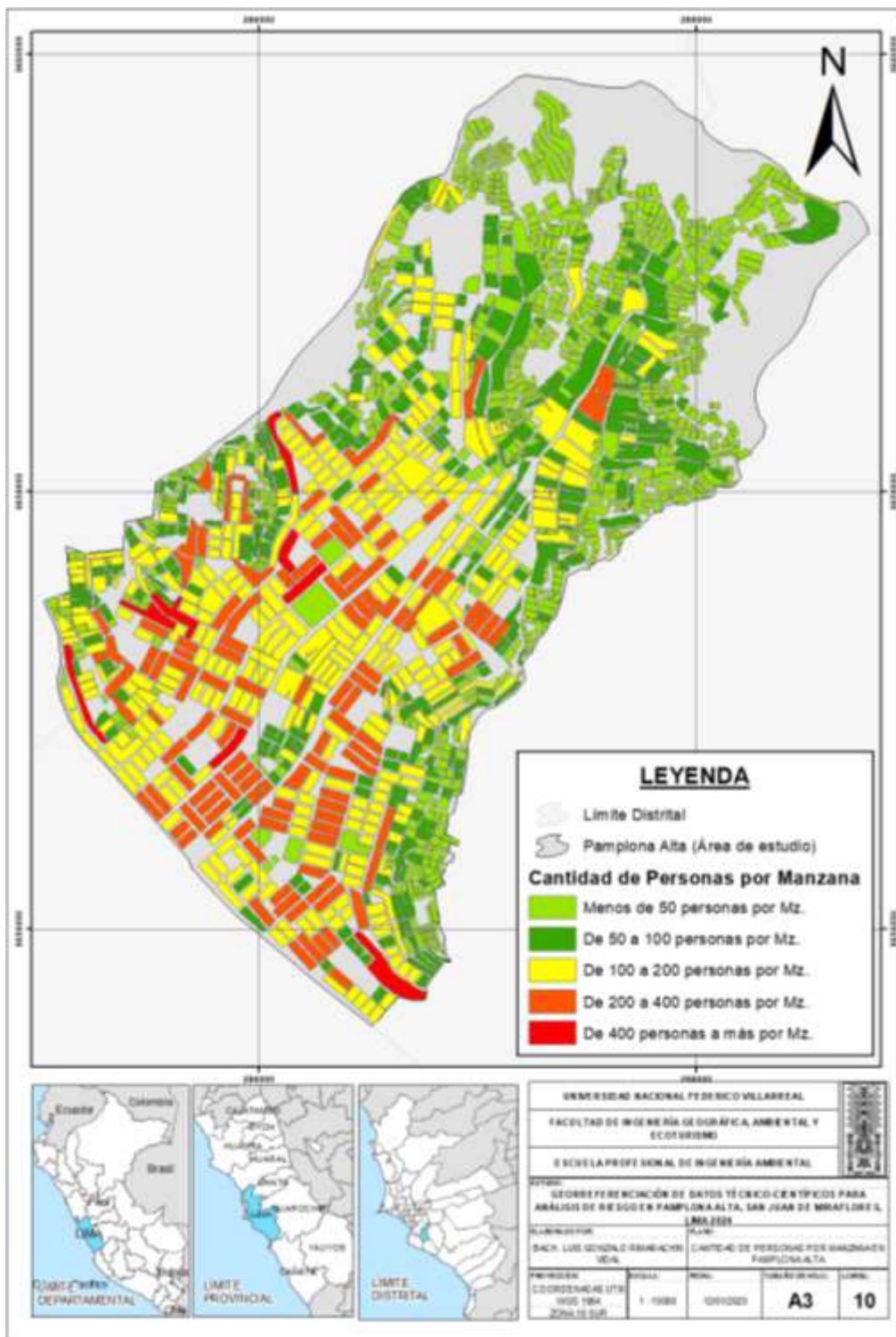
*Nota.* Información georreferencia con datos de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres

Para el análisis de la exposición, el parámetro a tomar en cuenta es el siguiente:

- **Cantidad de personas por manzana:** Las personas que habiten las manzanas, son la población principalmente expuesta frente al peligro, para el análisis de este parámetro se clasifica en: 1° Menos de 50 personas por manzana, 2° De 50 a 100 personas por manzana, 3° De 100 a 200 personas por manzana, 4° de 200 a 400 personas por manzana, 5° de 400 a más personas por manzana, predominando las dos primeras clasificaciones en Pamplona Alta. (Ver Figura 22)

**Figura 22**

*Cantidad de personas por manzana en Pamplona Alta de SJM*



*Nota.* Datos Georreferenciados de la Plataforma Nacional GEOPERÚ

#### **4.1.8 Vulnerabilidad: Aspectos Físicos**

El análisis de la dimensión física de la vulnerabilidad se realiza a nivel de manzanas de Pamplona Alta, tomando como referencia la fragilidad, resiliencia y exposición.

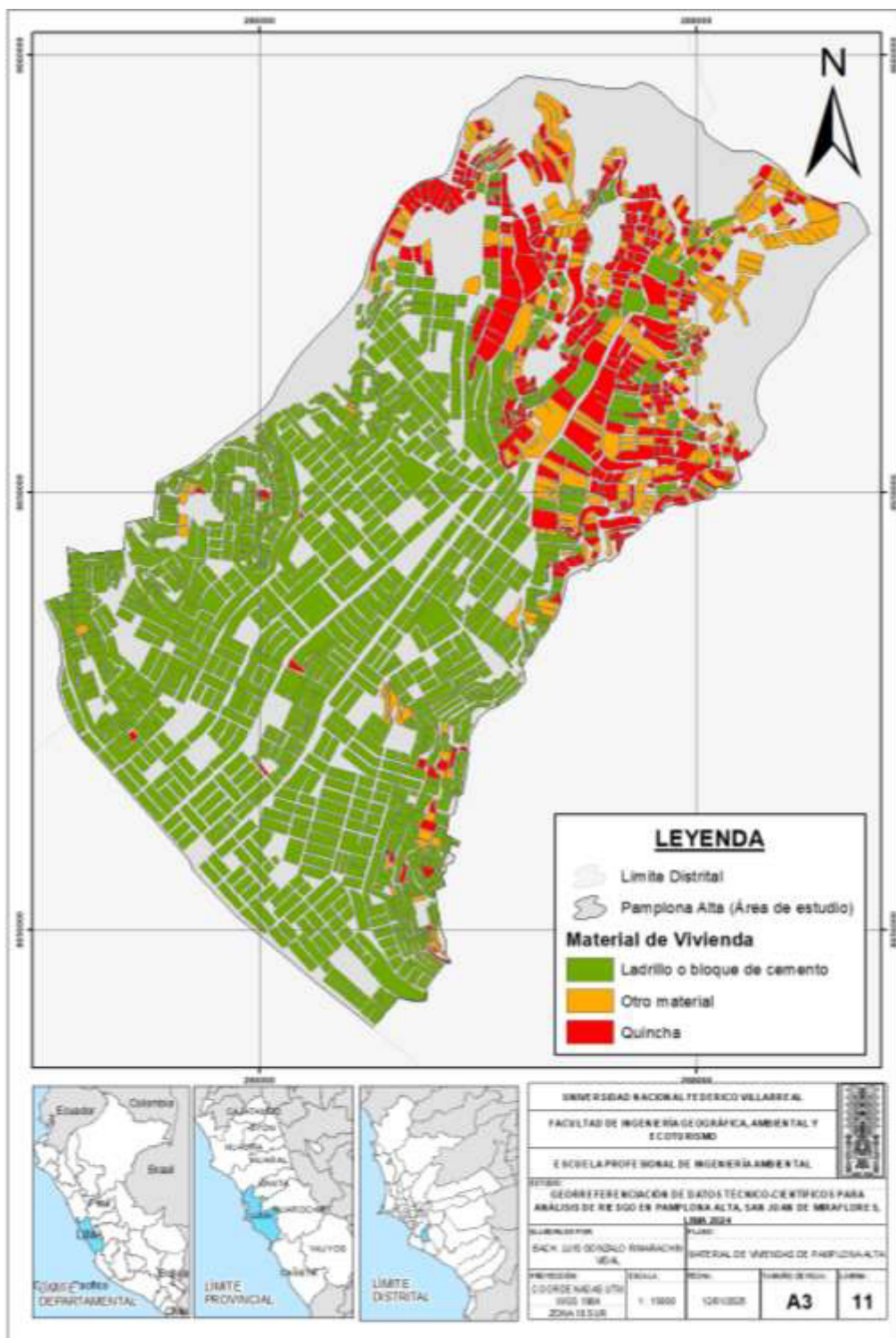
Para el caso de la fragilidad física, se toma como referencia los siguientes parámetros:

- **Material de Vivienda:** Hace referencia a la condición física de las manzanas de Pamplona Alta, clasificándose en 05 parámetros: 1° ladrillo o bloque de cemento, 2° Adobe, 3° Madera, 4° Quincha, 5° otro material. Estos parámetros representan directamente el nivel de vulnerabilidad física de las manzanas.

En Pamplona Alta, se encuentran 03 de los 05 parámetros: ladrillo o bloque de cemento, Quincha y Otro material, predominando el material de construcción Ladrillo o bloque de cemento, tal como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 23**

*Material de las Viviendas de Pamplona Alta*



*Nota.* Datos georreferenciados de la Plataforma Nacional – GEOPERÚ

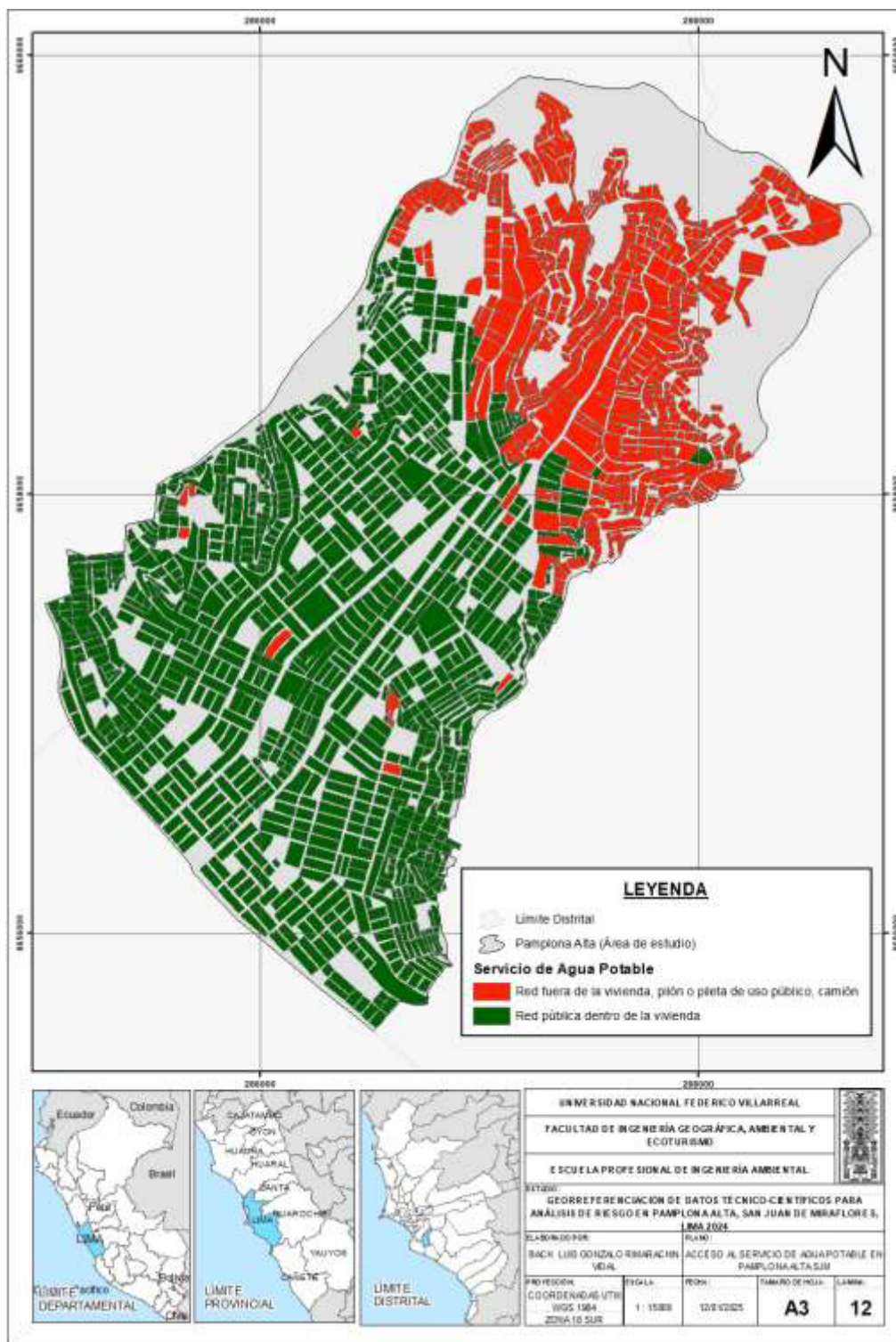
Para el caso de la resiliencia física se toma como referencia los siguientes parámetros:

- **Servicio Básico de Agua**
- **Acceso al Sistema de Desagüe**

El acceso al servicio básico de agua potable y al sistema de desagüe representa de manera indirecta el nivel de la resiliencia física de la vulnerabilidad. Los mapas mostrados a continuación muestran el acceso al servicio básico de agua y al sistema de desagüe en Pamplona Alta.

Figura 24

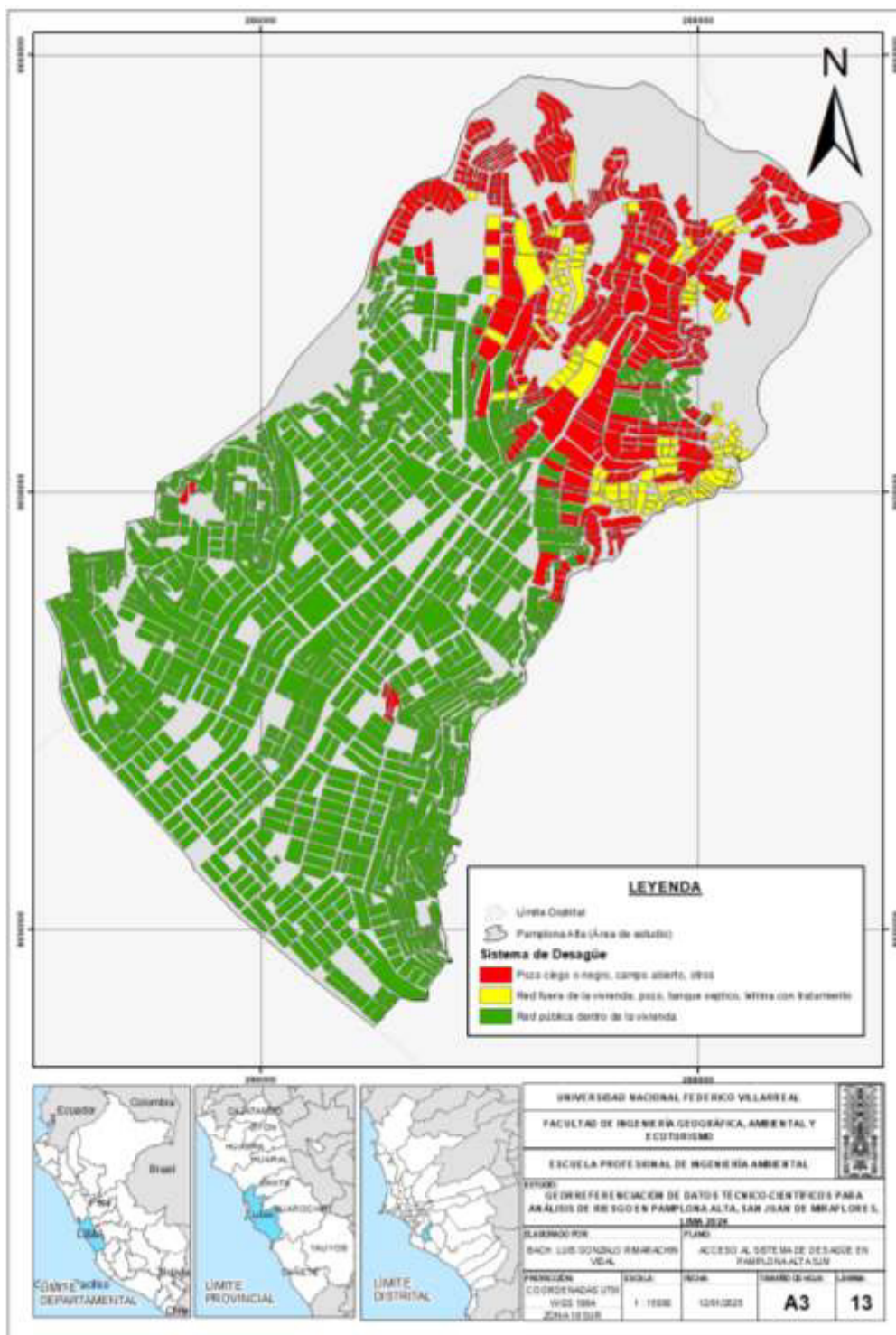
*Acceso al Servicio de Agua Potable en Pamplona Alta SJM*



*Nota.* Información georreferenciada del Análisis de Riesgo de Desastres de SJM (2023).

Figura 25

*Acceso al sistema de desagüe en Pamplona Alta SJM*



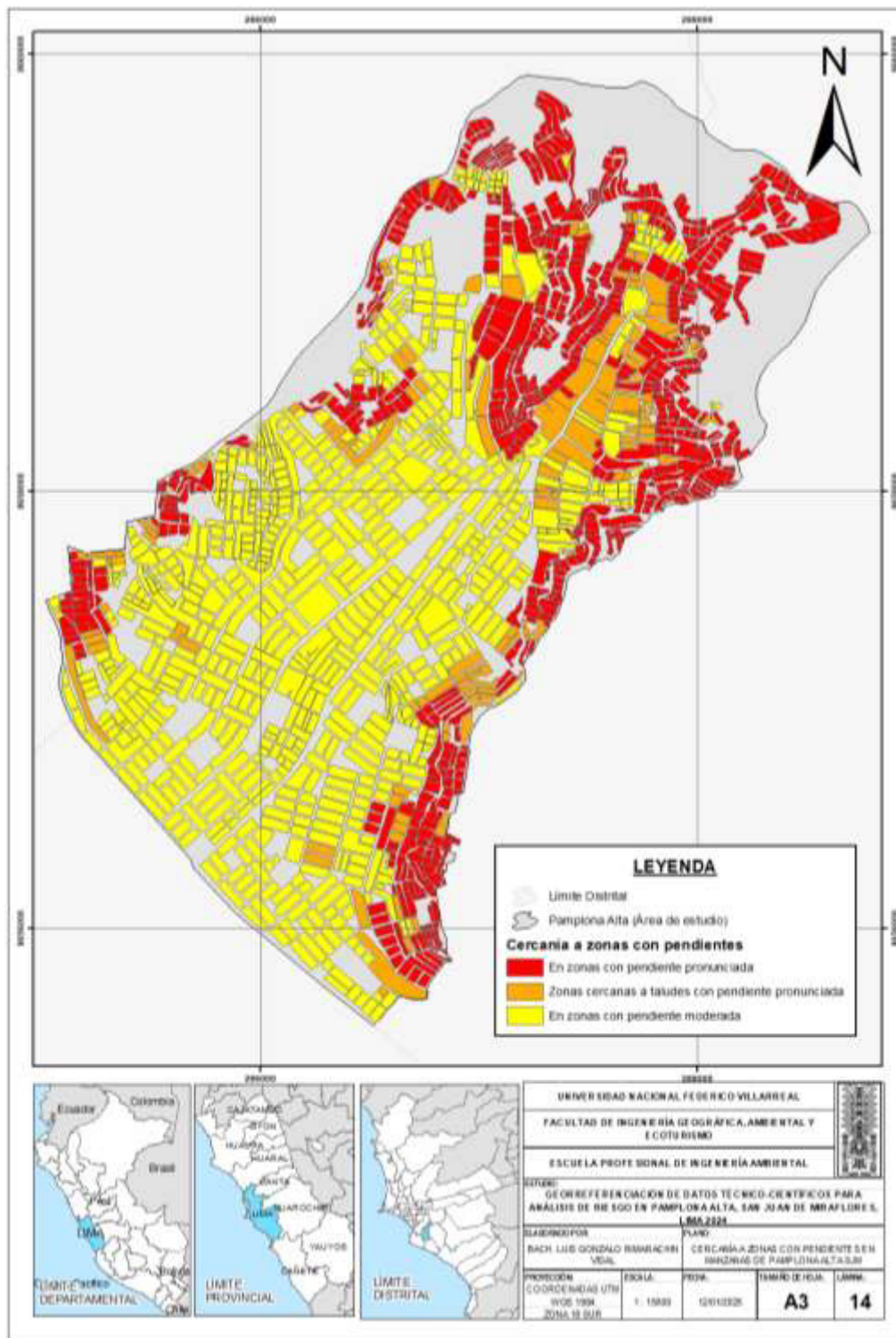
*Nota.* Información georreferenciada del Análisis de Riesgo de Desastres de SJM (2023).

Para el análisis de la exposición física se toma como referencia el siguiente parámetro:

- **Cercanía a zonas con pendiente:** Las manzanas con cercanías o ubicadas en zonas con pendientes pronunciadas representan directamente su exposición ante el peligro de sismo. El siguiente mapa se clasifica en: 1° En zonas con pendiente pronunciada, 2° Zonas cercanas a taludes con pendiente pronunciada, 3° En zonas con pendiente moderada, siendo esta última la clasificación predominante en Pamplona Alta.

**Figura 26**

*Cercanía a zonas con pendiente en Manzanas de Pamplona Alta SJM*



*Nota.* Elaboración propia a partir del mapa de pendientes.

## 4.2 Identificación y Caracterización del Riesgo Sísmico (en la zona de estudio)

Para el análisis situacional ante eventos sísmicos en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, se realizaron inspecciones oculares en las zonas expuestas, pudiéndose observar problemas estructurales y no estructurales, así como zonas expuestas ante los movimientos sísmicos.

A continuación, se adjuntan las fotografías tomadas de las inspecciones de campo:

Inspección Ocular – AA.HH. San Juan, Sector 7 de julio

### Figura 27

*Talud con pendiente pronunciada y material suelto*



### Figura 28

*Viviendas aledañas a taludes inestables*



## Inspección Ocular – Asociación Residencial 5 Semillas

**Figura 29**

*Viviendas de material noble en mal estado de conservación*

**Figura 30**

*Viviendas ubicadas sobre pircas inestables como base estructural*



## Inspección Ocular – Asociación de Propietarios Villa Nueva Vida

**Figura 31**

*Viviendas de material noble en mal estado de conservación*



## Inspección Ocular – Mz F-2 Lote 3 Agrupación de Propietarios Sub-Lote 37 A-1

**Figura 32**

*Construcciones sobre suelos inestables (rellenos sanitarios)*



Inspección Ocular – Asociación de Propietarios Parcela 51-A y Remanentes

**Figura 33**

*Desmontes inestables ubicados en zonas altas*



Inspección Ocular – Muro de Contención de la Mz. D - A.H.M. Horacio Zeballos Gámez

**Figura 34**

*Muro de contención ubicado sobre suelos inestables*



#### 4.2.1 Georreferenciación de Datos Técnico-Científicos

Realizada la inspección ocular y encuestas en diferentes zonas expuestas de Pamplona Alta, se tendrá como información principal, la georreferenciación de Datos Técnico-Científicos, los cuales se recopilarán principalmente de la información de las diferentes oficinas de la Municipalidad Distrital de SJM, de la ONG PREDES y de las Plataformas Geoespaciales: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ. Estos datos Técnico-científicos se utilizarán para determinar el nivel del peligro y vulnerabilidad.

#### 4.2.2 Identificación y Caracterización de Peligro

En el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales del Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres, clasifica los fenómenos naturales en tres grupos: fenómenos de geodinámica interna, geodinámica externa y fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos. (CENEPRED, 2014)

**Tabla 4**

#### Clasificación de Peligros

Clases de Peligros		Tipos de Peligros		Fenómeno	
Clasificación de Peligros	Peligros Generados por Fenómenos Naturales	Peligros Generados por Fenómenos de Geodinámica interna	Peligros Generados por Fenómenos de Geodinámica Externa	Sismo	
				Tsunamis o Maremotos	
				Vulcanismo	
				Caídas	
				Volcamiento	
				Deslizamiento de roca o suelo	
				Propagación lateral	

	Flujos de detritos
	Reptación
	Deformaciones Gravitacionales
	Profundas
	Inundaciones
	Lluvias intensas
	Oleaje Anómalos
	Sequia
	Descenso de Temperatura
Peligros Generados por	Granizadas
Fenómenos	Fenómenos del Niño
Hidrometeorológicos y	Tormentas eléctricas
Oceanográficos	Vientos fuertes
	Erosión
	Incendio Forestal
	Olas de Calor y Frio
	Desglaciación
	Fenómenos de la Niña

*Nota.* Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (2da versión), Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres (2014).

La presente investigación, se enfoca en el peligro por sismo, el cual comprende un fenómeno natural de geodinámica interna, tal como lo clasifica Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres (Tabla 3: Clasificación de Peligros).

La caracterización del peligro, en este caso, peligro por sismo, se enfoca principalmente en los factores geológicos, geomorfológicos, de pendiente y aceleraciones máximas del suelo. Esta

información fue georreferenciada de la información técnico-científica de diversas fuentes: ONG PREDES, oficinas de la Municipalidad de SJM y Plataformas Geoespaciales (Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ, INGEMMET y Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres).

Asimismo, se hace de conocimiento que, la información generada por el Instituto Geofísico del Perú indica que en el escenario sísmico que podría ocurrir en el departamento de Lima podría alcanzar una magnitud de 8 a 8,8 Mw (Magnitud de momento), siendo fundamental reconocer las principales características físicas del área de estudio (Unidades, Geotécnicas, geomorfología, geología y pendientes), a fin de determinar los niveles de peligro que podrían generarse ante la ocurrencia del sismo en mención.

#### 4.2.3 *Identificación y Caracterización de Vulnerabilidad*

Para el análisis de la Vulnerabilidad, según el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales del Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres, se evalúan primero los factores de exposición, fragilidad y resiliencia. A continuación, se muestra un gráfico con los factores de la Vulnerabilidad:

#### **Figura 35**

##### *Factores de la Vulnerabilidad*



*Nota.* Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (2da versión), Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres (2014).

Asimismo, para la presente investigación, solo se enfocará en evaluar la dimensión social y física de la vulnerabilidad (fragilidad, exposición y resiliencia) de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores.

### 4.3 Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico

El Proceso de Análisis Jerárquico – PAJ, fue diseñado para la toma de decisiones mediante criterios múltiples, construyendo un modelo jerárquico, permitiendo a los actores estructurar el problema de manera visual. (Saaty, 1980).

El objetivo del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto a los criterios seleccionados, permitiendo combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, tangible y emocional del comportamiento humano. (Keeney y McDaniels, 1992)

A continuación, se muestra la escala de Saaty para el Proceso de Análisis Jerárquico:

#### Figura 36

##### Escala de Saaty

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

*Nota.* Escala de Saaty (1980), adaptado por el Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres.

Para obtener estos ponderados son necesarios respuestas (numéricas o verbales) a una serie de preguntas que comparan dos parámetros o dos descriptores a una serie de preguntas.

A continuación, se mostrará un ejemplo, adaptado del cálculo de los Factores Condicionantes de la Susceptibilidad de esta investigación, de la Matriz de Comparación de Pares:

Paso 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el peligro evaluado (peligro sísmico para esta investigación). En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

### Tabla 5

*Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes*

FACTOR CONDICIONANTE	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas
Pendiente			
Unidades Geomorfológicas			
Unidades Geológicas			

*Nota.* Comparación de los factores condicionantes del peligro sísmico

Paso 2: identificados los parámetros, se procede a llenar matriz, mediante una comparación de pares, para ello, se utilizará la Escala de Saaty (Figura 21), quedando la Matriz de la siguiente manera:

**Tabla 6***Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes*

FACTOR CONDICIONANTE	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas
Pendiente	1,000	3,000	3,000
Unidades Geomorfológicas	0,333	1,000	1,000
Unidades Geológicas	0,333	1,000	1,000

Paso 3: se determinará la inversa de las sumas totales de cada columna, tal como se muestra en la siguiente figura, en la fila “suma” se realizará la suma de la columna, y en la fila “1/suma” se calculará la inversa ( $1 / \text{suma total de la columna}$ ).

**Tabla 7***Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes (cálculo inverso de la suma total)*

FACTOR CONDICIONANTE	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas
Pendiente	1,000	3,000	3,000
Unidades Geomorfológicas	0,333	1,000	1,000
Unidades Geológicas	0,333	1,000	1,000
SUMA	1,666	5,000	5,000
1/SUMA	0,600	0,200	0,200

Paso 4: Cálculo de la Matriz de Normalización. La Matriz de Normalización se elaborará multiplicando la inversa de la suma total ( $1/SUMA$ ) por cada elemento de su columna correspondiente. Una vez realizada la multiplicación de la inversa de la suma total por cada elemento de su columna correspondiente, se tendría la Matriz de Normalización, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 8**

*Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes*

FACTOR CONDICIONANTE	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas
Pendiente	0,600	0,600	0,600
Unidades Geomorfológicas	0,200	0,200	0,200
Unidades Geológicas	0,200	0,200	0,200

Paso 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad, tal como se muestra en la siguiente Tabla.

**Tabla 9***Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes*

FACTOR CONDICIONANTE	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas	Vector Priorización
Pendiente	0,600	0,600	0,600	<b>0,600</b>
Unidades Geomorfológicas	0,200	0,200	0,200	<b>0,200</b>
Unidades Geológicas	0,200	0,200	0,200	<b>0,200</b>

La Ponderación indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro, por ejemplo, Pendiente 60%, Unidades Geomorfológicas 20% y Unidades Geológicas 20%.

Paso 6: Vector Suma Ponderada. Este se obtiene de la multiplicación de la Matriz de Parámetros (Matriz de Comparación de Pares, Tabla N°7) por el Vector Priorización (Tabla 9):

**Tabla 10***Matriz para cálculo del Vector Suma Ponderada*

Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0,600	0,600	0,600	1,800
0,200	0,200	0,200	0,600
0,200	0,200	0,200	0,600

Paso 7: Cálculo de  $\lambda_{\max}$ . Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el vector de Priorización, tal como se muestra en la siguiente figura:

**Tabla 11**

*Cálculo de  $\lambda_{\max}$*

Vector Suma Ponderada		Vector Priorización	$\lambda_{\max}$
1,800	÷	0,600	3,000
0,600		0,200	3,000
0,600		0,200	3,000

$$\lambda_{\max} = \frac{3,000 + 3,000 + 3,000}{3} = 3,000$$

Paso 8: Cálculo del Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{3,000 - 3}{3 - 1} = 0,000$$

Paso 9: Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0,000}{0,525} = 0,000$$

Nota: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón et al., 2001), son:

**Figura 37**

*Valores del Índice Aleatorio (IA)*

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

### 4.3.1 Determinación del Nivel de Peligro por Sismos

#### Cálculo de la Susceptibilidad

En esta investigación, la susceptibilidad se calcula según lo establecido en el Manual del Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres. Se calcularán los factores condicionantes más el factor condicionante utilizando el método del Proceso de Análisis Jerárquico, explicado en el punto 4.3 Proceso de Análisis Jerárquico.

#### Factores Condicionantes

Los factores condicionantes utilizados para esta investigación son: pendiente, unidades geológicas y unidades geomorfológicas, cada factor con una importancia de 60%, 20% y 20%, peso explicado en el ejemplo del punto 4.3 Proceso de Análisis Jerárquico.

A continuación, se muestra el cuadro resumen del cálculo de los Factores Condicionantes de la presente investigación:

**Tabla 12**

*Cálculo de los Factores Condicionantes*

FACTORES CONDICIONANTES (FC)							
PENDIENTE		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICA		VALOR	PESO
Peso	Parámetro	Peso	Parámetro	Peso	Parámetro		
0,600	0,461	0,200	0,394	0,200	0,449	<b>0,45</b>	<b>0,60</b>
0,600	0,270	0,200	0,265	0,200	0,228	<b>0,26</b>	<b>0,60</b>
0,600	0,145	0,200	0,161	0,200	0,149	<b>0,15</b>	<b>0,60</b>

0,600	0,077	0,200	0,102	0,200	0,100	<b>0,09</b>	<b>0,60</b>
0,600	0,046	0,200	0,031	0,200	0,029	<b>0,04</b>	<b>0,60</b>

*Nota.* Para cada factor condicionante se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico, obteniendo los datos mostrados en la anterior Tabla.

#### Factor Desencadenante

El factor desencadenante utilizado para la presente investigación, son las aceleraciones máximas del suelo, establecido en el Mapa de isosistas dado por el Instituto Geofísico Peruano.

#### Tabla 13

*Tabla resumen del cálculo para el Factor Desencadenante*

FACTOR DESENCADENANTE (FD)		
ACELERACIONES MÁXIMAS DEL SUELO		
DESCRIPTORES	VALOR	PESO
[1000-800>	<b>0,503</b>	<b>0,40</b>
[800-600>	<b>0,260</b>	<b>0,40</b>
[600 – 400>	<b>0,134</b>	<b>0,40</b>
[400 – 200>	<b>0,068</b>	<b>0,40</b>
[200 - 0]	<b>0,035</b>	<b>0,40</b>

*Nota.* Para la elaboración de la Tabla, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico.

#### Susceptibilidad

Tal cual lo explicado, la susceptibilidad es la suma de los Factores Condicionantes (Tabla 12) más el Factor Desencadenante (Tabla 13):

**Tabla 14***Cálculo de la Susceptibilidad*

CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD								
FACTORES				FACTOR			SUSCEPTIBILIDAD	
CONDICIONANTES				DESENCADENANTE				
VALOR		PESO		VALOR		PESO		VALOR
0,45	x	0,60	+	0,503	x	0,40	=	<b>0,468</b>
0,26	x	0,60	+	0,260	x	0,40	=	<b>0,261</b>
0,15	x	0,60	+	0,134	x	0,40	=	<b>0,143</b>
0,09	x	0,60	+	0,068	x	0,40	=	<b>0,079</b>
0,04	x	0,60	+	0,035	x	0,40	=	<b>0,038</b>

*Nota.* Suma de la Tabla 12 más la Tabla 13

### Parámetro de Evaluación

**Tabla 15***Tabla resumen del cálculo de los Parámetros de Evaluación*

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)		
MAGNITUD DEL SISMO Mw		
DESCRIPTORES	VALOR	PESO
8,8 Mw	<b>0,503</b>	<b>0,50</b>
7,5 Mw	<b>0,242</b>	<b>0,50</b>
7 Mw	<b>0,139</b>	<b>0,50</b>
6 Mw	<b>0,074</b>	<b>0,50</b>

5,5 Mw

**0,042****0,50**

*Nota.* Para la elaboración de la Tabla, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico.

### Niveles de Peligro

Para determinar los niveles del peligro, se sumará la Susceptibilidad (Factores Condicionantes más Factor Desencadenante) más el Parámetro de Evaluación.

### Cálculo del Peligro (Susceptibilidad + Parámetro de Evaluación)

**Tabla 16**

*Cálculo del Peligro*

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)		VALOR DEL PELIGRO
VALOR	PESO	MAGNITUD DEL SISMO Mw		(VALOR S*PESO S) +(VALOR PE*PESO PE)
		VALOR	PESO	VALOR
0,468	0,50	0,503	0,50	<b>0,486</b>
0,261	0,50	0,242	0,50	<b>0,251</b>
0,143	0,50	0,139	0,50	<b>0,141</b>
0,079	0,50	0,074	0,50	<b>0,076</b>
0,038	0,50	0,042	0,50	<b>0,040</b>

*Nota.* Resultado de la Tabla 14 más la Tabla 15

### Clasificación de los Niveles del Peligro

**Tabla 17**

*Niveles del Peligro Sísmico*

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0,251	≤	P	≤	0,486
ALTO	0,141	≤	P	<	0,251
MEDIO	0,076	≤	P	<	0,141
BAJO	0,040	≤	P	<	0,076

*Nota.* Finalmente se tiene el cálculo cuantitativo de los niveles del Peligro.

**Tabla 18**

*Clasificación del Peligro*

NIVELES	DESCRIPCION	RANGO
DE PELIGRO		
MUY ALTA	Corresponde a eventos geodinámicos como caída de rocas y derrumbes que comprenden áreas de acumulación de suelos; pendiente del terreno es muy alta (mayor a 30°); Unidad Geomorfológica, Montaña en roca intrusiva y Colina y lomada en rocas sedimentaria; Unidad Geológica, Depósitos Aluviales, Fm. Pamplona; Son generados por sismos con una magnitud de 7,5 Mw – 8,8Mw.	$0,251 \leq P \leq 0,486$

ALTA	<p>Corresponde a eventos geodinámicos como caída de rocas y derrumbes que comprenden áreas de acumulación de suelos; pendiente del terreno es alta (15° a 30°); Unidad Geomorfológica, Montaña en roca intrusiva, Colina y lomada en rocas sedimentaria, Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria; Unidad Geológica, Depósitos Aluviales, Fm. Pamplona y Super unidad, Santa Rosa/granodiorita; Son generados por sismos con una magnitud de 7,5 Mw – 8,8Mw.</p>	0,141≤P<0,251
MEDIA	<p>No corresponde a eventos geodinámicos como caída de rocas y derrumbes que comprenden áreas de acumulación de suelos; pendiente del terreno es media (10° a 15°); Unidad Geomorfológica, Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria, Colina y lomada en roca intrusiva y Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial; Unidad Geológica, Super Unidad, Santa Rosa/granodiorita, Fm. Atocongo, calizas gris claras micriticas en estratos y Super Unidad Patap, gabrodiorita.</p>	0,076≤P<0,141
BAJO	<p>No presenta eventos geodinámicos como caída de rocas y derrumbes que comprenden áreas de acumulación de suelos; pendiente del terreno es media (0° a 5°); Unidad Geomorfológica, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y Llanura o planicie aluvial.; Unidad Geológica, Super Unidad Patap, gabrodiorita y Grupo Casma.</p>	0,042≤P<0,076

*Nota.* Finalmente se tiene el cálculo cualitativo de los niveles del Peligro.

### 4.3.2 Determinación del Nivel Vulnerabilidad por Sismos

#### Análisis de la Dimensión Social

#### Comparación de la Fragilidad, Resiliencia y Exposición

**Tabla 19**

*Matriz de Comparación de Pares de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad*

Dimensión Social	Fragilidad	Resiliencia	Exposición
Fragilidad	1,00	2,00	3,00
Resiliencia	0,50	1,00	2,00
Exposición	0,33	0,50	1,00
SUMA	1,83	3,50	6,00
1/SUMA	0,55	0,29	0,17

*Nota.* Se muestra la comparación de pares de la Fragilidad, Resiliencia y Exposición de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad.

**Tabla 20**

*Matriz de Normalización de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad*

Dimensión Social	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	<b>Vector Priorización</b>
Fragilidad	0,545	0,571	0,500	<b>0,54</b>
Resiliencia	0,273	0,286	0,333	<b>0,30</b>
Exposición	0,182	0,143	0,167	<b>0,16</b>

*Nota.* Aplicando el Proceso de Análisis Jerárquico, se calcula el Vector Priorización de la Fragilidad, Resiliencia y Exposición de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad.

**Tabla 21**

*Matriz de Índice y Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad*

IC	0,0046
RC < 0,1 (*)	0,0088

*Nota.* A través del Índice y Relación de Consistencia, se verifica que el procedimiento se realizó de manera correcta.

- **Exposición Social**

Para determinar la exposición social de la vulnerabilidad, se utilizó el parámetro “Cantidad de Personas por Manzana”.

**Tabla 22**

*Tabla resumen del Valor y Peso de la Exposición Social de la Vulnerabilidad*

Exposición Social		
Cantidad de personas por manzana	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Pdes x P par		Peso del Factor
0,43	<b>0,43</b>	<b>0,54</b>
0,26	<b>0,26</b>	<b>0,54</b>
0,17	<b>0,17</b>	<b>0,54</b>
0,10	<b>0,10</b>	<b>0,54</b>
0,05	<b>0,05</b>	<b>0,54</b>

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Exposición Social.

- **Resiliencia Social**

Para determinar la resiliencia social de la vulnerabilidad, se utilizó el parámetro “Participación de la población en actividades de Gestión del Riesgo de Desastres”.

**Tabla 23**

*Tabla resumen del Valor y Peso de la Resiliencia Social de la Vulnerabilidad*

Resiliencia Social		
Participación en actividades de GRD	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Pdes x P par		Peso del Factor
0,44	0,44	0,164
0,27	0,27	0,164
0,17	0,17	0,164
0,08	0,08	0,164
0,04	0,04	0,164

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Resiliencia Social.

- **Fragilidad Social**

Para determinar la fragilidad social de la vulnerabilidad, se utilizaron los parámetros: “Grupo Etario”, “Población Desempleada” y Población Sin Seguro de Salud”.

**Tabla 24***Valor y Peso de la Fragilidad Social de la Vulnerabilidad*

Fragilidad Social				
Grupo etario	Población desempleada	Sin seguro de salud	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		Peso del Factor
0,29	0,12	0,05	<b>0,47</b>	<b>0,297</b>
0,15	0,07	0,03	<b>0,26</b>	<b>0,297</b>
0,08	0,04	0,02	<b>0,14</b>	<b>0,297</b>
0,05	0,02	0,01	<b>0,09</b>	<b>0,297</b>
0,03	0,01	0,01	<b>0,05</b>	<b>0,297</b>

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Fragilidad Social.

### **Análisis de la Dimensión Física**

#### **Comparación de la Exposición, Fragilidad y Resiliencia Física**

**Tabla 25***Matriz de Comparación de Pares de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad*

Dimensión Física	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,00	2,00	6,00
Fragilidad	0,50	1,00	5,00
Resiliencia	0,17	0,20	1,00
SUMA	1,67	3,20	12,00
1/SUMA	0,60	0,31	0,08

*Nota.* Se muestra la comparación de pares de la Fragilidad, Resiliencia y Exposición de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad.

**Tabla 26**

*Matriz de Normalización de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad*

Dimensión Física	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0,600	0,625	0,500	<b>0,58</b>
Fragilidad	0,300	0,313	0,417	<b>0,34</b>
Resiliencia	0,100	0,063	0,083	<b>0,08</b>

*Nota.* Aplicando el Proceso de Análisis Jerárquico, se calcula el Vector Priorización de la Fragilidad, Resiliencia y Exposición de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad.

**Tabla 27**

*Matriz de Índice y Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad*

IC	0,015
RC < 0,1 (*)	0,028

*Nota.* A través del Índice y Relación de Consistencia, se verifica que el procedimiento se realizó de manera correcta.

- **Exposición Física**

Para determinar la exposición física de la vulnerabilidad, se utilizó el parámetro “Cercanía de la población a zonas con pendiente”.

**Tabla 28***Valor y Peso de la Exposición Física de la Vulnerabilidad*

Exposición Física			
Cercanía a zonas con pendiente		Valor Exposición Física	Peso Exposición Física
Pdes x P par			Peso del Factor
0,45		0,45	0,575
0,26		0,26	0,575
0,15		0,15	0,575
0,09		0,09	0,575
0,05		0,05	0,575

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Exposición Física.

- **Resiliencia Física**

Para determinar la resiliencia física de la vulnerabilidad, se utilizaron los parámetros “Población con Servicio Básico de Agua Potable” y “Población con Acceso al Sistema de Desagüe”.

**Tabla 29***Valor y Peso de la Resiliencia Física de la Vulnerabilidad*

Resiliencia Física			
Servicio básico de agua potable	Acceso al sistema de desagüe	Valor Fragilidad Física	Peso Fragilidad Física
Pdes x P par	Pdes x P par		Peso del Factor
0,23	0,23	0,46	0,082

0,13	0,13	<b>0,26</b>	<b>0,082</b>
0,08	0,08	<b>0,15</b>	<b>0,082</b>
0,04	0,04	<b>0,09</b>	<b>0,082</b>
0,02	0,02	<b>0,04</b>	<b>0,082</b>

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Resiliencia Física.

- **Fragilidad Física**

Para determinar la fragilidad física de la vulnerabilidad, se utilizó el parámetro “Material de la Vivienda”.

### **Tabla 30**

*Valor y Peso de la Fragilidad Física de Vulnerabilidad*

Fragilidad Física		
Material de la vivienda	Valor Fragilidad Física	Peso Fragilidad Física
Pdes x P par		Peso del Factor
0,433	<b>0,43</b>	<b>0,343</b>
0,281	<b>0,28</b>	<b>0,343</b>
0,148	<b>0,15</b>	<b>0,343</b>
0,087	<b>0,09</b>	<b>0,343</b>
0,051	<b>0,05</b>	<b>0,343</b>

*Nota.* Aplicando el método PAJ, se obtiene el valor y peso de la Fragilidad Física.

### **Niveles de Vulnerabilidad**

- Valores y Pesos de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad

## Dimensión Social de la Vulnerabilidad

**Tabla 31**

*Valor y Peso de la Dimensión Social de la Vulnerabilidad*

VALORES Y PESOS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA VULNERABILIDAD							
Exposición		Fragilidad		Resiliencia		VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso		
Exposición Social	Exposición Social	Fragilidad Social	Fragilidad Social	Resiliencia Social	Resiliencia Social		
0,43	0,54	0,47	0,297	0,44	0,164	<b>0,442</b>	<b>0,30</b>
0,26	0,54	0,26	0,297	0,27	0,164	<b>0,259</b>	<b>0,30</b>
0,17	0,54	0,14	0,297	0,17	0,164	<b>0,162</b>	<b>0,30</b>
0,10	0,54	0,09	0,297	0,08	0,164	<b>0,091</b>	<b>0,30</b>
0,05	0,54	0,05	0,297	0,04	0,164	<b>0,046</b>	<b>0,30</b>

*Nota.* Datos obtenidos mediante la aplicación del método de Proceso de Análisis Jerárquico.

- Dimensión Física de la Vulnerabilidad

### Dimensión Física de la Vulnerabilidad

**Tabla 32**

*Valor y Peso de la Dimensión Física de la Vulnerabilidad*

VALORES Y PESOS DE LA DIMENSIÓN FÍSICA DE LA VULNERABILIDAD							
Exposición		Fragilidad		Resiliencia		VALOR DIMENSIÓN FÍSICA	PESO DIMENSIÓN FÍSICA
Valor	Peso del Factor	Valor	Peso del Factor	Valor	Peso del Factor		
0,45	0,575	0,43	0,343	0,46	0,082	<b>0,445</b>	<b>0,70</b>
0,26	0,575	0,28	0,343	0,26	0,082	<b>0,270</b>	<b>0,70</b>
0,15	0,575	0,15	0,343	0,15	0,082	<b>0,148</b>	<b>0,70</b>
0,09	0,575	0,09	0,343	0,09	0,082	<b>0,089</b>	<b>0,70</b>
0,05	0,575	0,05	0,343	0,04	0,082	<b>0,047</b>	<b>0,70</b>

*Nota.* Datos obtenidos mediante la aplicación del método de Proceso de Análisis Jerárquico.

- Nivel de la Vulnerabilidad

**Tabla 33***Matriz del Valor de la Vulnerabilidad*

DIMENSIÓN SOCIAL (DS)		DIMENSIÓN FÍSICA (DF)		VALOR VULNERABILIDAD
VALOR (DS)	PESO (DS)	VALOR (DF)	VALOR (DF)	
0,442	0,30	0,445	0,70	<b>0,444</b>
0,259	0,30	0,270	0,70	<b>0,267</b>
0,162	0,30	0,148	0,70	<b>0,152</b>
0,091	0,30	0,089	0,70	<b>0,090</b>
0,046	0,30	0,047	0,70	<b>0,047</b>

*Nota.* Finalmente, con la suma de la dimensión social y física, se tiene el valor de la vulnerabilidad síntesis.

**Tabla 34***Matriz de los Niveles de Vulnerabilidad*

Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0,267	$\leq v <$	0,444
Vulnerabilidad Alta	0,152	$\leq v <$	0,267
Vulnerabilidad Media	0,090	$\leq v <$	0,152
Vulnerabilidad Baja	0,047	$\leq v <$	0,090

*Nota.* Finalmente se tiene el cálculo cuantitativo de los niveles de la vulnerabilidad.

**Tabla 35***Niveles de la Vulnerabilidad*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTA	Manzanas habitadas por más de 400 personas, con grupo etario de 0 a 14 años y de mayores de 65 años; con un porcentaje de población desempleada de 40 a 60 % y un porcentaje de población sin seguro de salud de 40 a 60%.  Manzanas ubicadas en zonas con pendientes altas, viviendas de material noble en mal estado de conservación y sin acceso a los servicios básicos.	$0,267 \leq V < 0,444$
ALTA	Manzanas habitadas por más de 200 personas, con grupo etario de 0 a 14 años y de mayores de 65 años; con un porcentaje de población desempleada de 40 a 60 % y un porcentaje de población sin seguro de salud de 40 a 60%.  Manzanas ubicadas en zonas cercanas a pendientes altas, viviendas de material noble y de concreto en mal estado de conservación, sin acceso a los servicios básicos en algunas zonas.	$0,152 \leq V < 0,267$

---

MEDIA	Manzanas habitadas por más de 100 personas, con grupo etario predominante de 25 a 65 años; con un porcentaje de población desempleada menor al 40 % y un porcentaje de población sin seguro de salud menor al 40 %. Manzanas ubicadas en zonas con pendiente media, viviendas de material noble y de concreto, con acceso a los servicios básicos.	$0,090 \leq V < 0,152$
-------	--	------------------------

---

BAJA	Manzanas habitadas por menos de 100 personas, con grupo etario predominante de 25 a 65 años y de 15 a 24 años; con un porcentaje de población desempleada menor al 20 % y un porcentaje de población sin seguro de salud menor al 20 %. Manzanas ubicadas en zonas con pendiente media, viviendas de material noble y de concreto en buen estado de conservación, con acceso a los servicios básicos.	$0,047 \leq V < 0,090$
------	---	------------------------

---

*Nota.* Finalmente se tiene el cálculo cualitativo de los niveles de la Vulnerabilidad.

### ***4.3.3 Cálculo de los Niveles de Riesgo***

La siguiente matriz con los niveles de riesgo sísmico, se elabora mediante la multiplicación de la Tabla 26: Niveles del Peligro Sísmico y la Tabla 78: Matriz de los Niveles de Vulnerabilidad.

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

**Tabla 36***Matriz con Niveles de Riesgo Sísmico*

RIESGO		RANGOS			
MUY ALTO	0,067	≤	R	≤	0,216
ALTO	0,021	≤	R	<	0,067
MEDIO	0,007	≤	R	<	0,021
BAJO	0,002	≤	R	<	0,007

*Nota.* Se clasifican así los niveles de riesgo: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo.

#### **4.4 Aplicación de Sistema de Información Geográfica**

##### **4.4.1 Procesamiento Geoespacial**

Se obtuvo el archivo shapefile del plano de manzanas de San Juan de Miraflores a través de la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas de la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores. En cuanto a la información de la susceptibilidad, para el análisis de la pendiente y la elaboración de su mapa temático, se obtuvo la información de curvas de nivel de la ortofoto realizada por COFOPRI a través del proyecto con la Municipalidad; las unidades geológicas y geomorfológicas se obtuvo la información digital a través del geo portal INGEMMET, la cual permitió realizar sus mapas temáticos.

La información de las dimensiones sociales y físicas de la vulnerabilidad se obtuvieron a través del geo portal GEO PERÚ, a excepción de la Fragilidad Social de la Vulnerabilidad, que se obtuvo de la información de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores e identificándose en el plano de lotización en el software ArcGIS 10.7.

## Proceso geoespacial para el cálculo del nivel del peligro

Para el cálculo del nivel del peligro sísmico en Pamplona Alta, se añadieron 03 columnas a la Tabla de atributos de los Factores Condicionantes: Pendiente, Unidades Geológicas y Unidades Geomorfológicas; estas columnas son (ejemplo para la Pendiente): Peso de cada descriptor de la pendiente (PDES\_PENDI), peso del factor de la pendiente (PFAC\_PENDI) y peso descriptor por el peso del factor pendiente (PDxP\_PEND), tal como se muestra en la siguiente imagen.

**Figura 38**

*Pesos de los Factores Condicionantes en Tabla de Atributos*

The screenshot displays three attribute tables from a GIS application:

**PENDIENTE**

FID	Shape *	Id	gridcode	RANGOS	PDES_PENDI	PFAC_PENDI	PDxP_PEND
0	Polygon	1	2	5° - 10°	0.077	0.6	0.0462
1	Polygon	2	3	10° - 15°	0.145	0.6	0.087
2	Polygon	173	4	15° - 30°	0.27	0.6	0.162
3	Polygon	320	5	30° a más°	0.461	0.6	0.2766
4	Polygon	566	1	0° - 5°	0.046	0.6	0.0276

**geologia\_pamplona**

PAN	BW	SGEO	DESCRIP	HOJA	PDES_GEOLO	PFAC_GEOLO	PDxP_GEOLO
0	0	0	Depositos Aluviales		0.394	0.2	0.0788
0	0	84	Super Unidad, Santa Rosa/granodiorita	26-j1	0.161	0.2	0.0322
0	0	2	Grupo Casma, Fm. Quilmana, lavas andesíticas	26-j1	0.031	0.2	0.0062
0	0	0	Fm. Atocongo, calizas gris claras micríticas en estrato	24-j	0.102	0.2	0.0204
0	0	0	Fm. Pamplona	24-j	0.265	0.2	0.053
0	0	2	Grupo Casma, Fm. Quilmana, lavas andesíticas	26-j1	0.031	0.2	0.0062

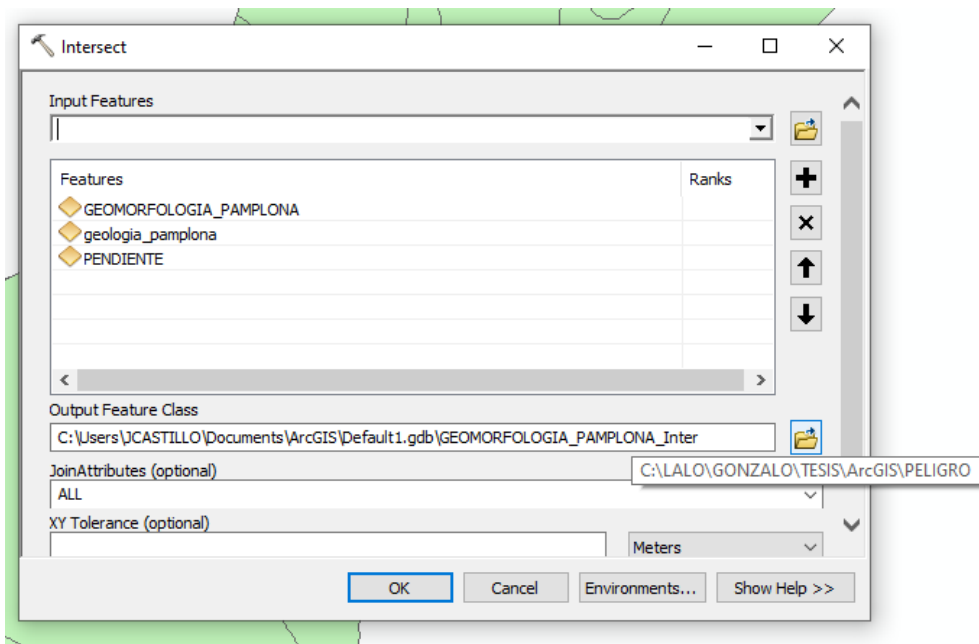
**GEOMORFOLOGIA\_PAMPLONA**

etiqueta	sub_uni	PDES_GEOMO	PFAC_GEOMO	PDxP_GEOMO
RCL-rs	Colina y lomada en roca sedimentaria	0.228	0.2	0.0456
RCL-rs	Colina y lomada en roca sedimentaria	0.228	0.2	0.0456
RCL-ri	Colina y lomada en roca intrusiva	0.1	0.2	0.02
RCL-rvs	Colina y lomada en roca volcánico-sedimentaria	0.149	0.2	0.0298
RCL-rs	Colina y lomada en roca sedimentaria	0.228	0.2	0.0456
P-at	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	0.046	0.2	0.0092

El peligro se calculará a través de la interpolación de los 03 shapefile de los factores condicionantes, para ello, se utiliza la herramienta “Intersect” del Geoprocessing del ArcGis 10.7.

### Figura 39

*Herramienta "Intersect" para el análisis del Peligro*



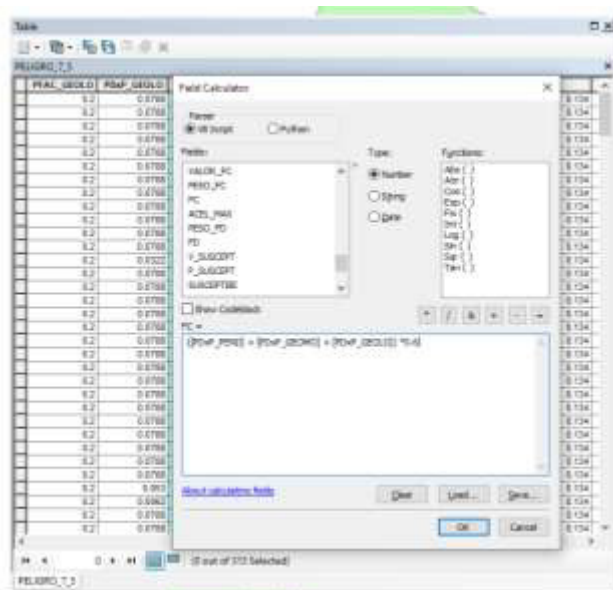
Al crearse el nuevo shapefile a través de la herramienta “intersect”, se creará, en la Tabla de atributos, la columna del factor condicionante (FC) en el que, a través de la herramienta “field calculator”, se colocará la siguiente formula:

$$(PDxP\_PEND + PDxP\_GEOLO + PDxP\_GEOMO) \times 0,6$$

- Peso descriptor por el peso del factor pendiente (PDxP\_PEND)
- Peso descriptor por el peso del factor de unidades geológicas (PDxP\_GEOLO)
- Peso descriptor por el peso del factor de unidades geomorfológicas (PDxP\_GEOMO)
- Peso de los Factores Condicionantes (0,6)

Figura 40

Cálculo del Factor Condicionante

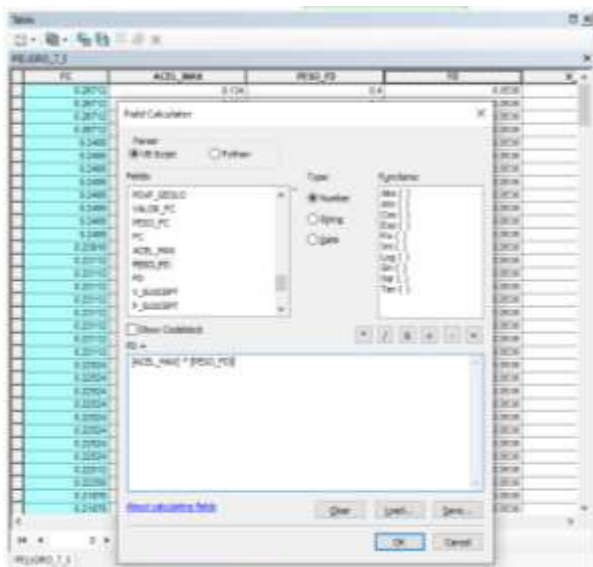


Para el cálculo del Factor Desencadenante, se multiplica el valor (ACEL\_MAX) y el peso (PESO\_FD) de las Aceleraciones Máximas del Suelo en la columna FD (Factor Desencadenante).

$$ACEL\_MAX \times PESO\_FD$$

Figura 41

Cálculo del Factor Desencadenante

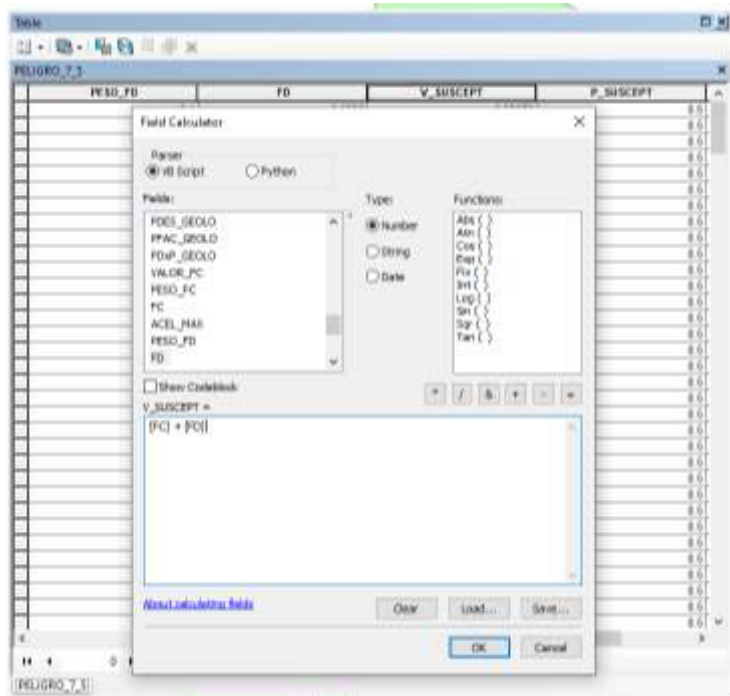


Teniendo el Factor Condicionante y el Factor Desencadenante, se calcula la susceptibilidad ( $V\_SUSCEPT$ ), con la siguiente formula:

$$FC + FD$$

**Figura 42**

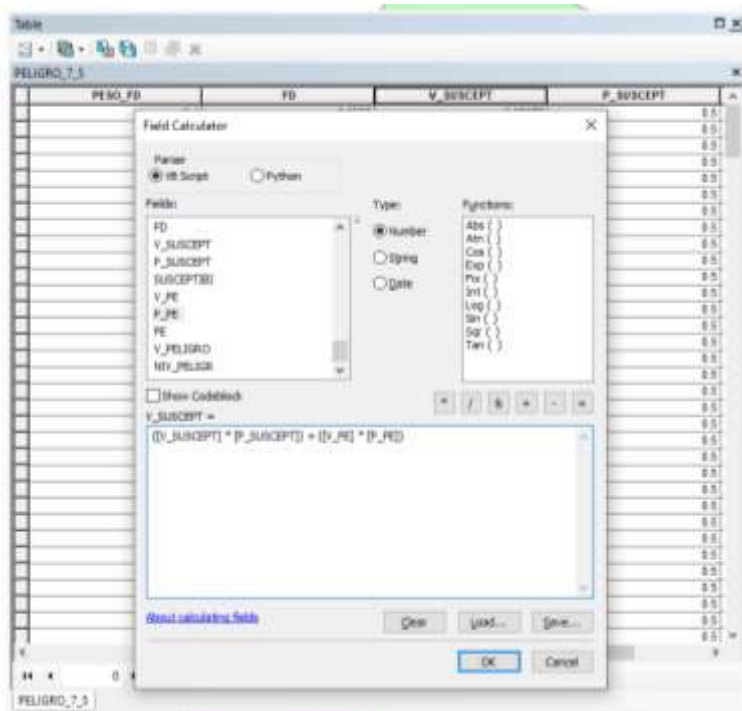
*Cálculo de la Susceptibilidad*



Finalmente, se calcula el peligro, sumando el Valor de la Susceptibilidad ( $V\_SUSCEPT$ ) por su peso ( $P\_SUSCEPT$ ) más el Valor del Parámetro de Evaluación –  $V\_PE$  (magnitud del sismo) por su peso ( $P\_PE$ ), teniendo la siguiente fórmula:

$$([V\_SUSCEPT] * [P\_SUSCEPT]) + ([V\_PE] * [P\_PE])$$

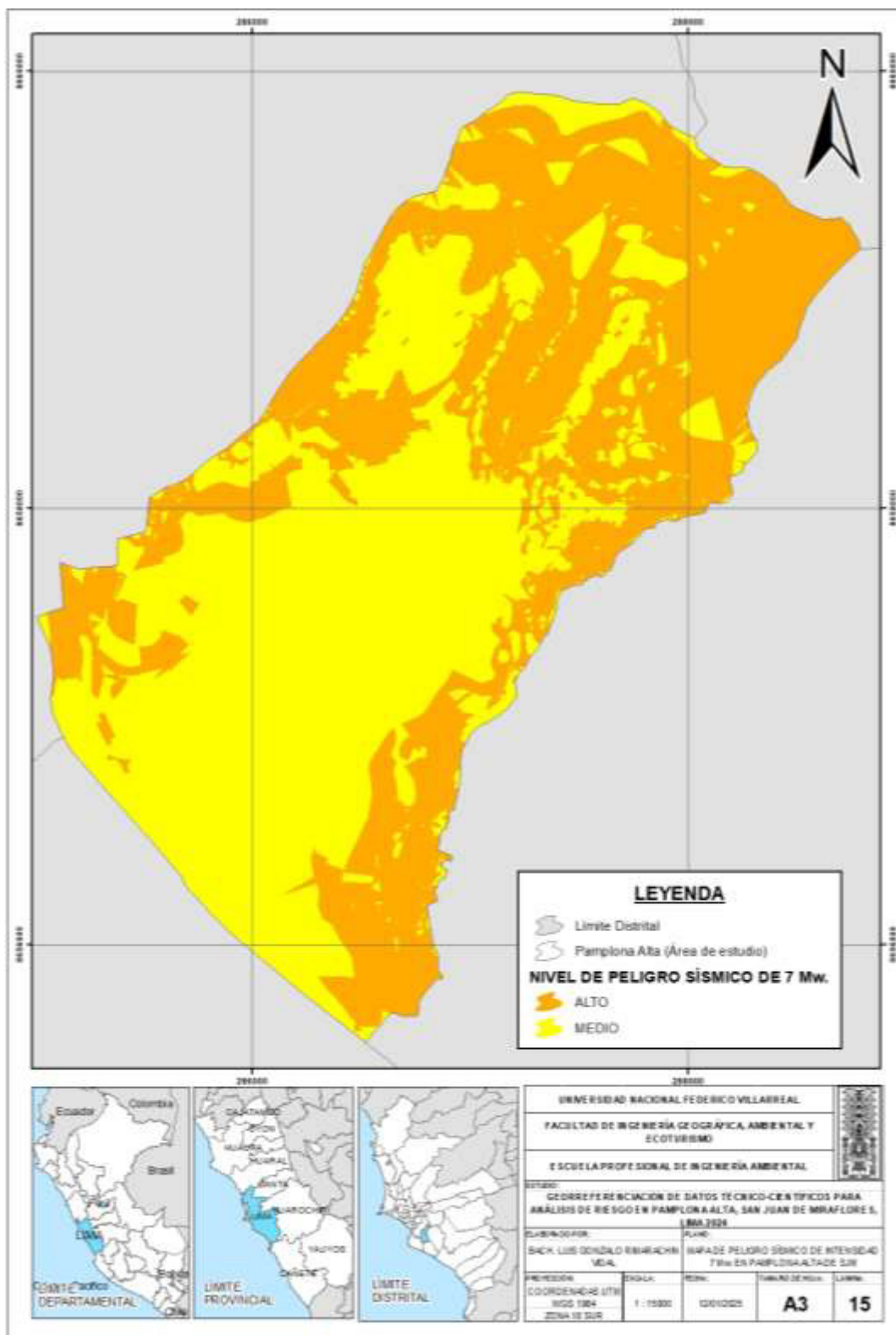
Figura 43

*Cálculo del Peligro de Sismo*

Para el presente proyecto, el cálculo del peligro se realiza en 03 contextos, tomando en cuenta 03 valores del Parámetro de Evaluación (PE) o 03 valores de la Magnitud del Sismo: 8,8 Mw (V\_PE: 0,503), 7,5 Mw (V\_PE: 242) y 7 Mw (V\_PE: 0,139), teniendo como resultado, 03 mapas temáticos del peligro Sísmico:

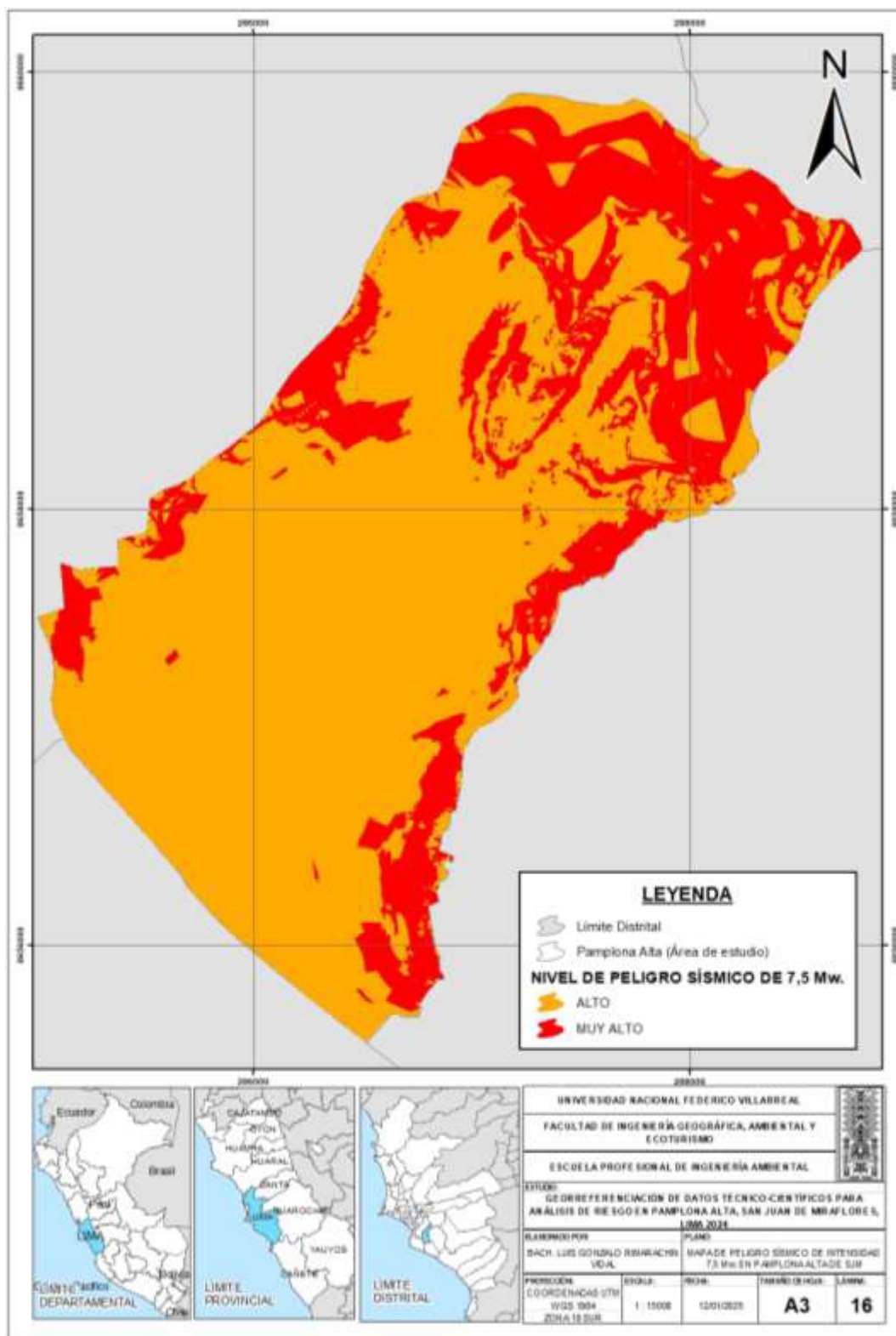
**Figura 44**

*Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 4 Mw.*



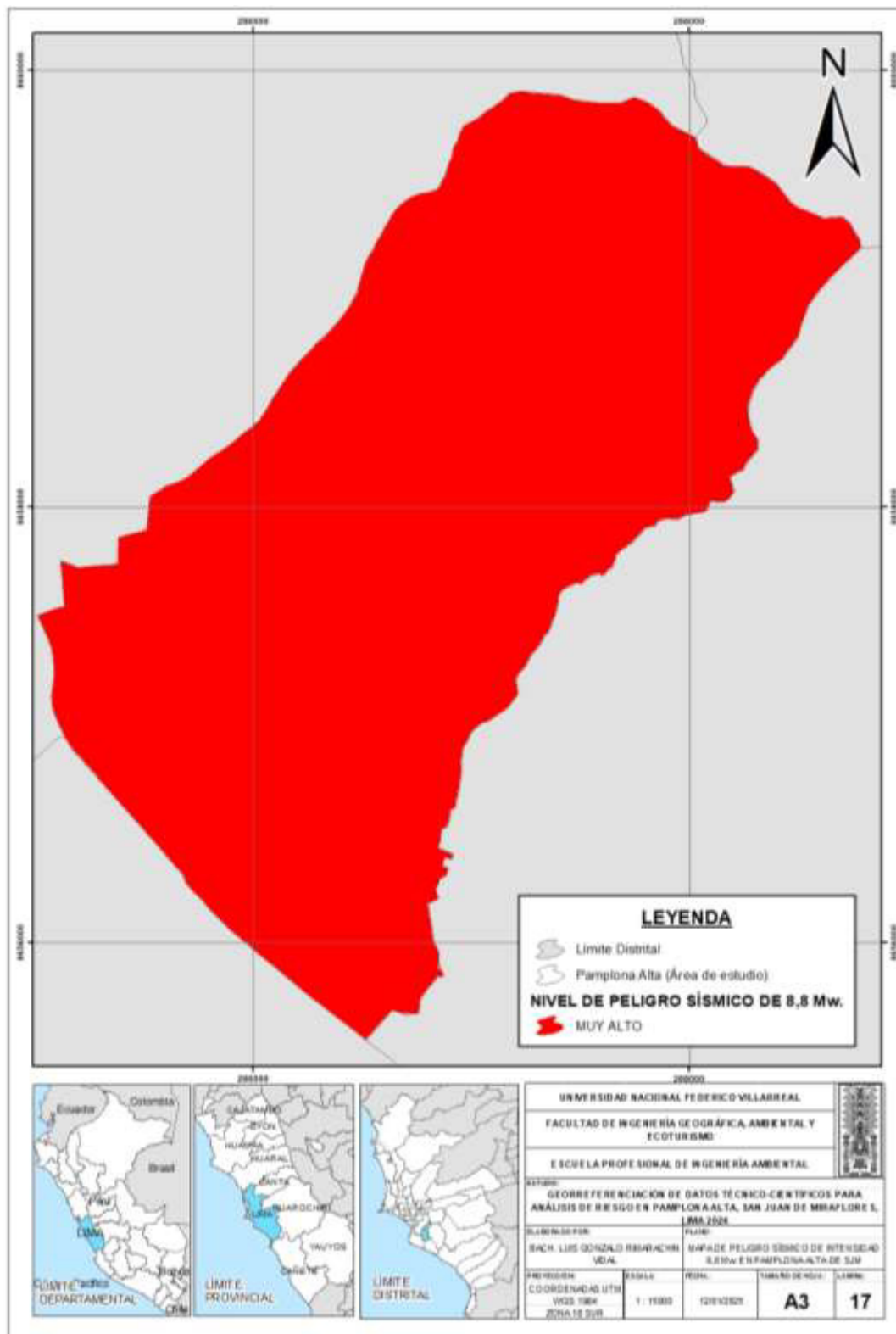
**Figura 45**

*Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 7,5 Mw.*



**Figura 46**

*Mapa de Peligro Sísmico de Intensidad 8.8 Mw.*



### Proceso geoespacial para el cálculo del nivel de la vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad, se carga la información por manzana en la Tabla de atributos del shapefile de manzanas compartido por la Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Habilitaciones Urbanas.

Siguiendo con la temática del análisis del peligro, se cargan las columnas del valor y peso de cada parámetro de la vulnerabilidad. Asimismo, para simplificar los nombres, se tiene la siguiente Tabla:

**Tabla 37**

*Simplificación de los nombres del Peso de cada parámetro*

<b>Peso del parámetro /</b>	<b>Parámetros y</b>	<b>Peso del parámetro /</b>	<b>Parámetros y</b>	<b>Peso del parámetro /</b>	<b>Parámetros y</b>
<b>Peso de</b>	<b>descriptores</b>	<b>Peso de</b>	<b>descriptores</b>	<b>Peso de</b>	<b>descriptores</b>
<b>Descriptores</b>		<b>Descriptores</b>		<b>Descriptores</b>	
<b>Ppar1:</b>	Cantidad de	<b>Ppar4:</b>	Sin seguro de	<b>Ppar7:</b>	Material de la
<b>Pdes1:</b>	personas por	<b>Pdes4:</b>	salud	<b>Pdes7:</b>	vivienda
	manzana				
<b>Ppar2:</b>	Grupo etario	<b>Ppar5:</b>	Participación en	<b>Ppar8:</b>	Servicio básico
<b>Pdes2:</b>		<b>Pdes5:</b>	actividades de	<b>Pdes8:</b>	de agua potable
			GRD		
<b>Ppar3:</b>	Población	<b>Ppar6:</b>	Cercanía a zonas	<b>Ppar9:</b>	Acceso al
<b>Pdes3:</b>	desempleada	<b>Pdes6:</b>	con pendiente	<b>Pdes9:</b>	sistema de
					desagüe

*Nota.* Se realiza esta Tabla para un mejor manejo de los parámetros y descriptores utilizados para esta investigación.

### Figura 47

#### *Peso de los Parámetros y Descriptores de la Vulnerabilidad*

	Ppar6	Pdes6	Ppar7	Pdes7	Ppar8	Pdes8	Ppar9	Pdes9
▶	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.265	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.265	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.265	1	0.433	0.5	0.152	0.5	0.152
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.265	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04
	1	0.147	1	0.051	0.5	0.04	0.5	0.04

Luego de tener la información de los pesos de los parámetros y descriptores de la vulnerabilidad, se implementarán las columnas con los pesos de la Exposición (P\_EXPSOC, P\_EXPFIS), Fragilidad (P\_FRAGSOC, P\_FRAGFIS) y Resiliencia (P\_RESSOC, P\_RESFIS) de la Dimensión Física y Social de la Vulnerabilidad y también, el Peso de la Dimensión Social (P\_DSOC) y Física (P\_DFIS), tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 49**

*Ecuación para determinar la Dimensión Física de la Vulnerabilidad*



Como último paso para determinar el valor de la vulnerabilidad, se suma la Dimensión Social y Física.

**Figura 50**

*Ecuación para determinar el valor de la Vulnerabilidad*

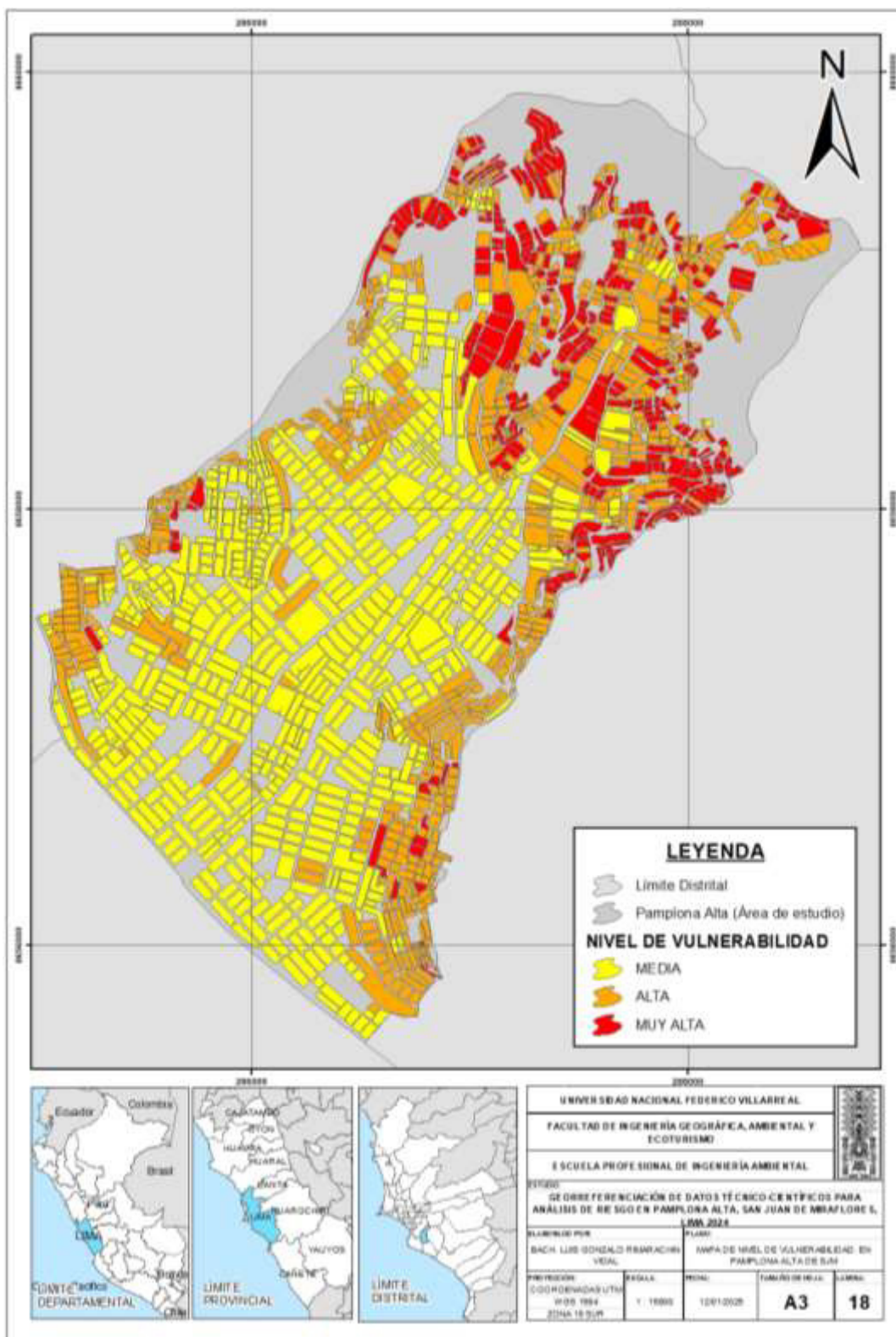


Para realizar el mapa temático de la vulnerabilidad, clasificamos los valores con los niveles de vulnerabilidad determinados con las matrices SAATY.

Y, finalmente, se tendrá como resultado, el mapa temático de la Vulnerabilidad de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores.

**Figura 51**

*Mapa de Vulnerabilidad de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores*



#### 4.5 Nivel de Riesgo Sísmico

Para este proyecto, se realizarán tres mapas temáticos de riesgo sísmico, debido a que anteriormente se analizaron tres contextos de peligro sísmico con la magnitud del sismo (7 Mw, 7,5 Mw y 8,8 Mw).

Para determinar los niveles de Riesgo Sísmico, se interceptará el shapefile del peligro y el de vulnerabilidad, utilizando la herramienta “intersect” del Geoprocessing. Los shapefile resultantes se nombrarán RIESGO\_SISMOS\_7, RIESGO\_SISMOS\_7\_5 y RIESGO\_SISMOS\_8\_8.

Una vez creado el shapefile, se creará una columna V\_RIESGO, para determinar los valores del riesgo a través de la multiplicación de los valores de la vulnerabilidad y del peligro.

#### Figura 52

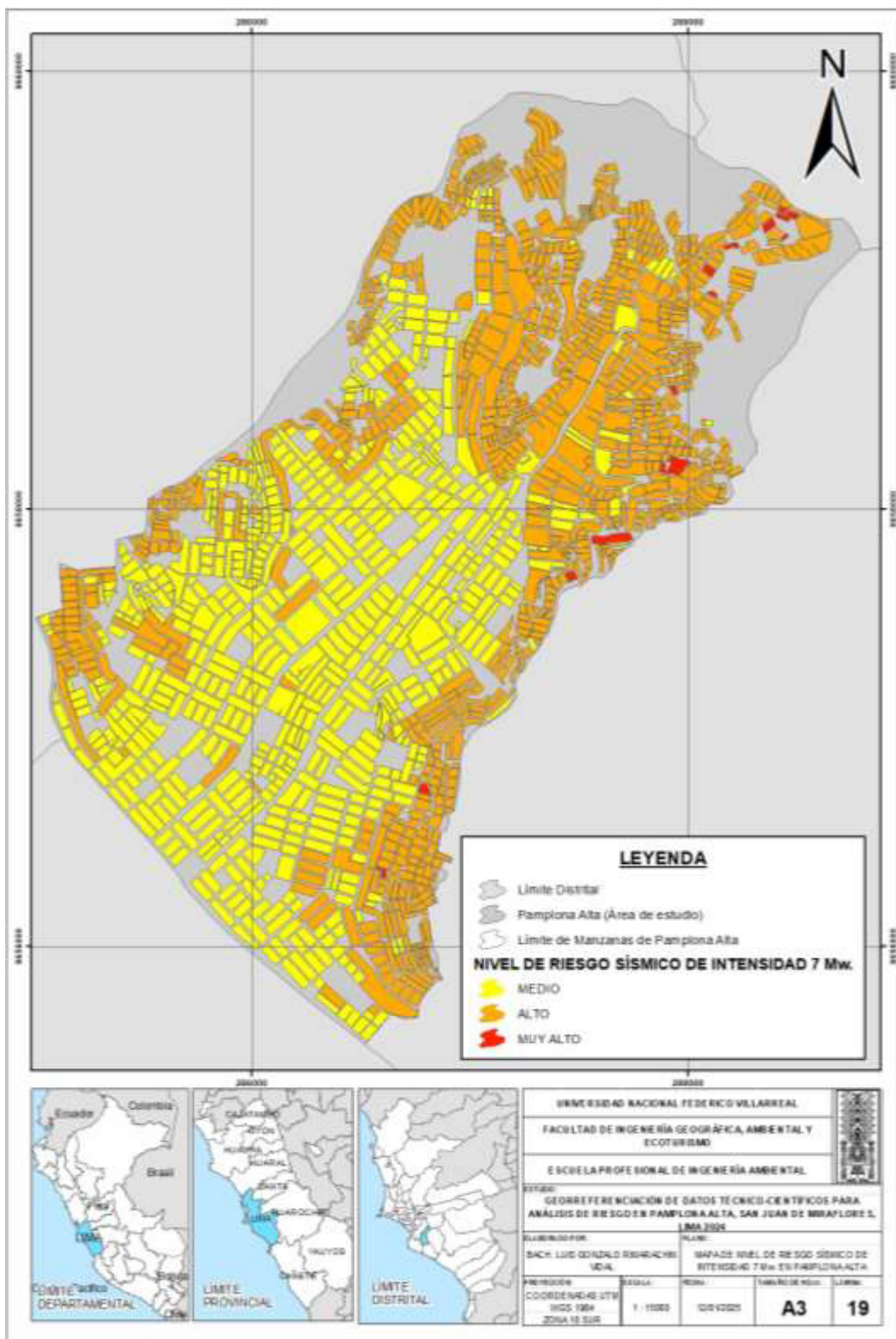
##### *Cálculo del Valor del Riesgo Sísmico*



Como último paso, se creará la columna NIVEL\_RIESGO, donde se clasificarán los valores del riesgo, con la Matriz de Niveles de Riesgo de la Tabla 36, para determinar los niveles de Riesgo Sísmico y realizar finalmente el mapa temático del Nivel de Riesgo Sísmico.

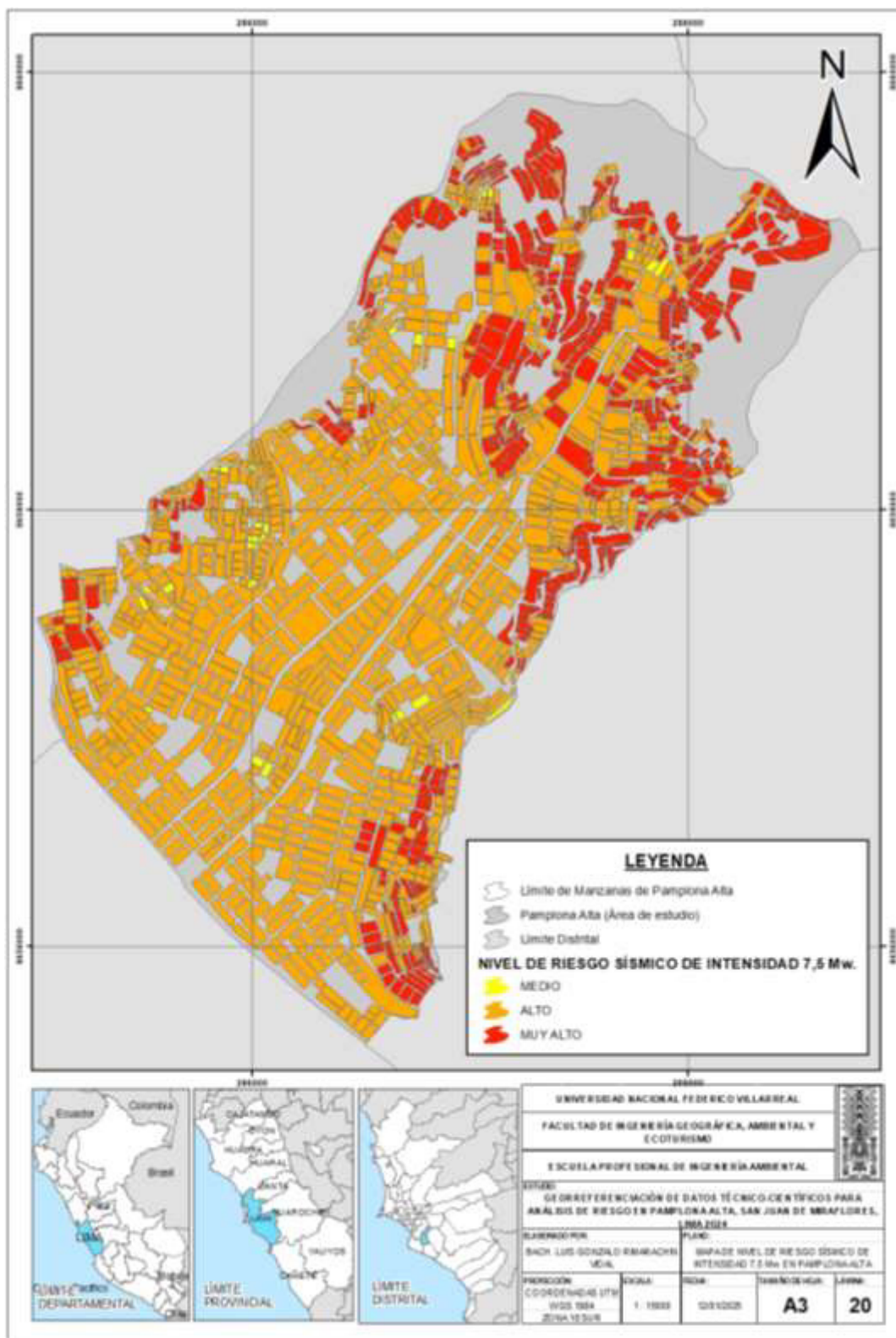
**Figura 53**

*Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 7 Mw.*



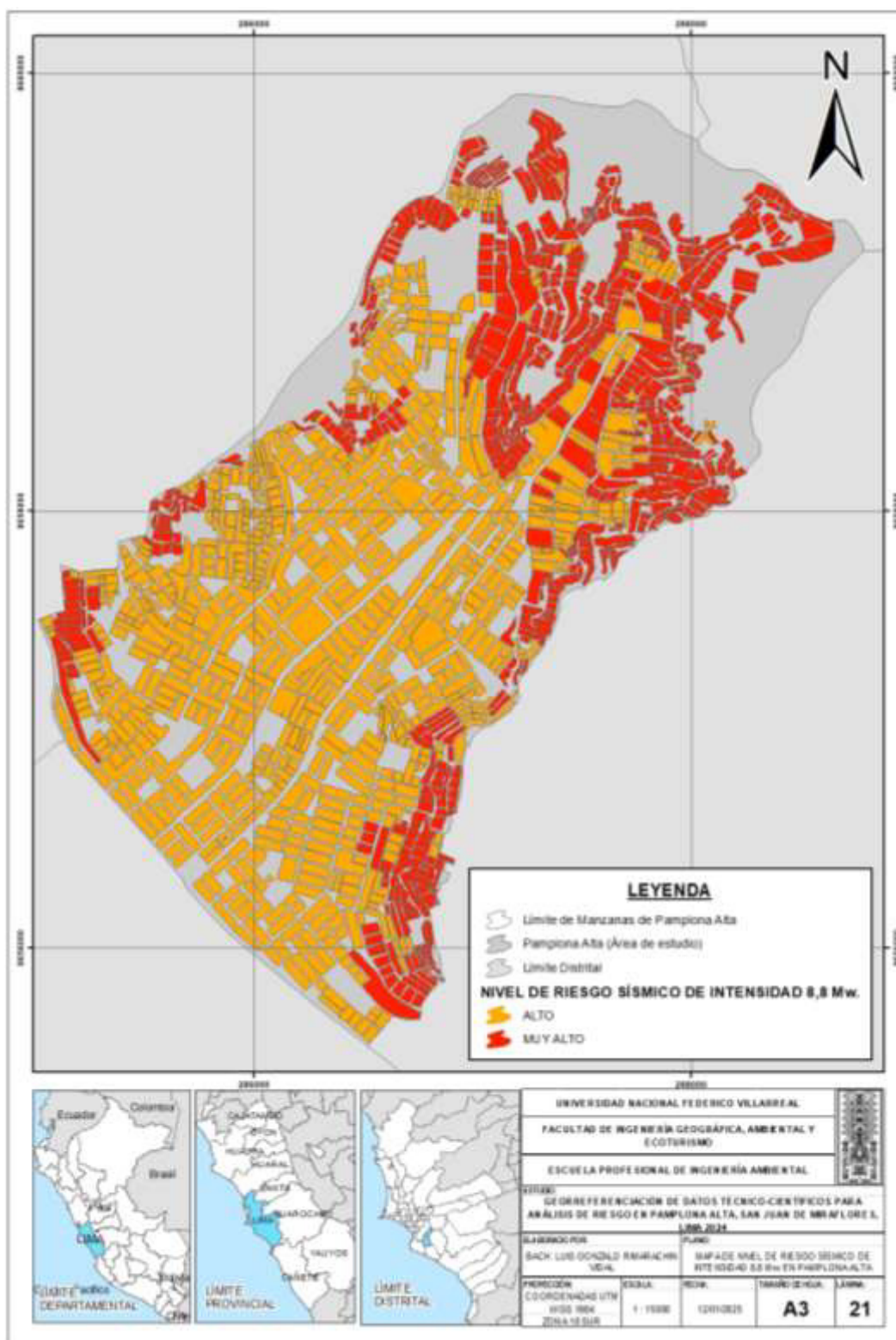
**Figura 54**

*Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 7,5 Mw.*



**Figura 55**

*Nivel de Riesgo Sísmico de Intensidad 8,8 Mw.*



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hoy en día, las ciudades costeras de Lima son conscientes sobre el silencio sísmico y la estimación sobre un sismo de gran magnitud, 8,8 Mw. Comparando al Perú, país con un silencio sísmico de más de 250 años, con el País Euroasiático, Turquía, el cual llevaba más de 280 años de silencio sísmico y, en 2023 ocurrió el desastre, dos sismos de 7,5 a 7,8 Mw, destruyendo ciudades y muertes de miles de personas en Turquía y Siria.

El presente informe, da los niveles de riesgo sísmico en Pamplona Alta, en tres contextos: ante un evento sísmico de 7 Mw, ante un sismo de 7,5 Mw y ante un sismo de 8,8 Mw, los cuales se observan en los Mapas 20, 21 y 22 de Resultados. Estos casos de magnitudes diferentes nos muestran cuál es la diferencia en los daños causados por un sismo, con distintas intensidades.

En la Tesis “Aplicación de un sistema de información geográfica en el modelamiento de zonas con riesgo a desastres naturales del distrito de Paita año 2018” se obtiene el resultado de los niveles de riesgo a través de actividades de campo y analizadas mediante los Sistemas de Información Geográfica. En el presente informe, se realizaron las actividades de campo; sin embargo, para abarcar una zona extensa del ámbito de estudio, se optó por georreferenciar información técnico-científicas para complementar la información de campo y poder realizar un análisis total de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores.

De igual manera, el proyecto de Análisis del Riesgo de Desastres en el distrito San Juan de Miraflores realizado por el Centro de Estudios y Prevención de Desastres, PREDES, utiliza la información generada por su equipo a través de estudios, diagnósticos, encuestas y análisis de campo, así como también, la información de Instituciones Nacionales y entidades técnico-científicas, el resultado del Análisis de Riesgo realizado por PREDES es muy similar al del presente estudio, ambos se realizan a nivel de manzana; sin embargo, el presente informe muestra

el resultado en tres contextos sobre la intensidad del peligro evaluado, el sismo, pudiendo diferenciar los niveles de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de 7 Mw, 7,5 Mw y 8,8 Mw, siendo este informe útil para diferentes contextos.

En cuanto al análisis del peligro, en el proyecto de Análisis del Riesgo de Desastres en el distrito San Juan de Miraflores realizado por PREDES, la metodología y los datos son iguales; sin embargo, hay pequeñas variaciones, el resultado del Análisis de Riesgo realizado por PREDES es muy parecido al resultado del peligro sísmico de 7,5 Mw del presente informe, deduciendo así que, 7,5 Mw es la variable utilizada para el análisis del peligro en el proyecto de PREDES; asimismo, las pequeñas variaciones se dan debido a la metodología de Proceso de Análisis Jerárquico, este análisis matemático permite evaluar los parámetros utilizados a criterio del evaluador, teniendo resultados precisos y, en caso los evaluadores sean distintas personas, el resultado es similar, tal como se compara con el proyecto de PREDES.

En cuanto al análisis de la vulnerabilidad, tanto en el proyecto de PREDES como en el presente informe, se analiza la dimensión social y física. En el proyecto de PREDES se tienen más factores evaluados como: Nivel Educativo, Material de Piso, Nivel de incorporación de la GRD en la gestión municipal, debido su extenso equipo técnico y su presupuesto para el proyecto; sin embargo, este solo analiza su fragilidad y resiliencia, contrario a esto, el presente informe analiza la fragilidad, resiliencia y exposición de las dimensiones social y físicas de la vulnerabilidad, debido a esto, el resultado del análisis de la vulnerabilidad cuenta con niveles mayores a la vulnerabilidad del presente estudio, esto se debe a los factores que PREDES analizó con su equipo técnico, y también al ámbito temporal del proyecto, siendo realizado a fines del 2022 y aprobado en el 2023.

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ Las tres intensidades de un sismo, nos muestra la diferencia de peligrosidad en un mismo lugar, con un sismo de 7 Mw aún se tienen áreas, 4,43 km<sup>2</sup> (64,4%) con nivel de peligro medio y áreas, 2,44 km<sup>2</sup> (35,6%) con nivel de peligro alto; mientras que, con una intensidad de 7,5 Mw., se tienen áreas, 5,52 km<sup>2</sup> (80,4%) con nivel de peligro alto y áreas, 1,35 km<sup>2</sup> (19,6%) con nivel de peligro muy alto; con intensidad 8,8 Mw., solo se registran áreas, 6,87 km<sup>2</sup> (100%) con nivel de peligro muy alto. Comprobando así, que un sismo aumenta de manera exponencial en cuanto al incremento de su intensidad de magnitud de momento.
- ❖ En cuanto al análisis de la vulnerabilidad, se realizaron actividades de campo, como inspecciones oculares y evaluaciones de elementos expuestos en zonas determinadas de San Juan de Miraflores. Para complementar esta información, se utilizaron datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y de los Geo portales Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados – GEOPERÚ, georreferenciando los datos y obteniendo así los niveles de vulnerabilidad. La vulnerabilidad se analizó a nivel de manzana, evaluando 1647 manzanas de Pamplona Alta, las cuales cuentan con niveles de vulnerabilidad Media con 673 manzanas (40,86%), Alta con 616 manzanas (37,40%) y Muy Alta con 358 manzanas (21,74%). Predominando manzanas con nivel de vulnerabilidad media en las zonas planas y nivel de vulnerabilidad alta y muy alta en zonas con pendientes pronunciadas; además, en estas zonas se tienen viviendas precarias, de material de quincha, madera y con cimientos de pircas.
- ❖ El nivel de riesgo sísmico se calcula interceptando el peligro y la vulnerabilidad, por ello, se cuenta con tres mapas temáticos de riesgo sísmico. Con intensidad 7 Mw: Riesgo Medio con 652 manzanas (39,6%), Riesgo Alto con 979 manzanas (59,4%) y Riesgo Muy Alto con 16

manzanas (1%). Con intensidad 7,5 Mw: Riesgo Medio con 30 manzanas (2%), Riesgo Alto con 1070 manzanas (65%) y Riesgo Muy Alto con 536 manzanas (33%). Con Intensidad 8,8 Mw: Riesgo Alto con 836 manzanas (50,7%) y Riesgo Muy Alto con 811 manzanas (49,3%). Teniendo en contexto, las tres intensidades analizadas, en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, presenta mayor riesgo en sus zonas altas. En casos de sismos de 7 a 7,5 Mw, se cuenta con zonas con nivel de riesgo medio, donde se podrían ubicar las zonas seguras y puntos de encuentro en casos de réplicas. En cuanto al aumento de la intensidad de un sismo, se calcula que todo Pamplona Alta de San Juan de Miraflores se encuentra en riesgo alto y muy alto, quedando muy pocas edificaciones en pie, en caso de un sismo de 8,8 Mw.

- ❖ El manejo de los Sistemas de Información Geográficos a través de la georreferenciación de datos técnico – científicos nos permite realizar cálculos de peligro, vulnerabilidad y riesgo para evaluar la magnitud de los daños en caso se presenten peligros naturales, como son los sismos. Estos resultados servirán de estudios base para el ordenamiento territorial, elaboración de proyectos de inversión, enfocar los procesos de preparación en las zonas con mayor nivel de riesgo en San Juan de Miraflores.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ De acuerdo con los niveles del peligro, se recomienda, con un equipo técnico amplio, realizar el análisis del peligro a nivel distrital y realizar un ordenamiento territorial, a fin de restringir la construcción y población en las zonas de peligro alto y muy alto, y evitar los daños en casos de desastres.
- ❖ De acuerdo con los niveles de vulnerabilidad de Pamplona Alta, se recomienda que, a través del Gobierno Local de San Juan de Miraflores, realicen una mejor Gestión Reactiva en el proceso de Preparación y realizar programas, talleres y campañas de capacitación, a fin de preparación a la población para casos de desastres; así como, la construcción de viviendas, escaleras, pircas seguras.
- ❖ De acuerdo con los niveles del riesgo sísmico, se recomienda que, a través del Gobierno Local de San Juan de Miraflores, se realice una mejor Gestión Prospectiva a través de los proyectos de inversión, a fin de reducir los niveles de riesgo existentes: “Mantenimiento de la red vial en Pamplona Alta, a fin de mejorar la accesibilidad en las zonas con nivel de riesgo alto y muy alto en casos de emergencias o desastres”, “creación de espacios ecológicos mediante la reforestación natural en las laderas” y “construcción de muros de contención en zonas con pendientes pronunciadas”. Asimismo, tomar la presente investigación como estudio base y actualizar el Análisis de Riesgo de San Juan de Miraflores, a fin de contar con las herramientas de gestión para fortalecer las capacidades de la Gestión del Riesgo de Desastres del Gobierno Local de San Juan de Miraflores.
- ❖ Asimismo, publicar los mapas temáticos realizados en el presente proyecto para concientizar a la población sobre sus zonas de peligros, niveles de vulnerabilidad y nivel de riesgo sísmico existente en Pamplona Alta.

### VIII. REFERENCIAS

- Aguilar, H. C. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres . *Semestre Económico*, 85-112.
- Aranda, L. H., & Guillemes Peira, Á. (2022). Los modelos de estimación de riesgo de desastres y la clasificación de sus niveles de riesgo. *South Sustainability*, e051-e051.
- Barrios-Rodríguez, U., Scherezada, S., & Flores-Lucero, M. (2021). Análisis espacial para la prevención de riesgo de inundación en la colonia Encinal, Xicotepéc. *Revista Arquitectura +*, 6(12). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/529/5292802010/>
- British Geological Survey. (09 de diciembre de 2021). *Earthquakes - British Geological Survey*. <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/earth-hazards/earthquakes/#:~:text=An%20earthquake%20is%20the%20sudden,existing%20or%20new%20fault%20plane.>
- Campos, J. P. (2020). *Aplicación de un sistema de información geográfica en el modelamiento de zonas con riesgo a desastres naturales del distrito de Paita año 2018*.
- Cargua, C. J., Espin, R., Valencia, B., Simbaña, M., Araujo, S., Cornejo, C., & Ocampos, A. (2024). Análisis de susceptibilidad a deslizamientos empleando el proceso de jerarquía analítica en una carretera amazónica del Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 39(1), 116-136.
- Carhuancho, I., Nolzco, F., Sicheri, L., & Casana, K. (2019). *Metodología para la investigación holística*. Repositorio Institucional de la UIDE.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 02*.

- Centro de Estudios de Prevención de Desastres. (2023). *Análisis del Riesgo de Desastres del Distrito de San Juan de Miraflores*.
- Cisneros, A., Guevara, A., Urdanigo, J., & Garces, J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia. *Revista Dominio de las ciencias*, 8(1), 1165-1185.  
doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo Desastres. (26 de mayo de 2011). <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/1093199-decreto-supremo-n-048-2011-pcm-y-su-modificatoria>
- Espíndola Castro, V. H., & Pérez Campos, X. (2018). ¿Qué son los SISMOS, dónde ocurren y cómo se miden? *ciencia*, 11, 12.
- Gonzales Shocush, F. N. (2020). *Gestión de riesgo de desastres en el Centro Poblado de Tumpa, distrito de Yungay, provincia de Yungay, 2020*.  
[https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)
- Keeney, R., & McDaniels, T. (1992). Value-Focused Thinking about Strategic Decisions at BC Hydro. *Informs Journal on Applied Analytics*.
- Moreno Jiménez, J. M., Aguarón Joven, J., & Escobar Urmeneta, M. T. (2001). *Scientific methodology in environmental valuation and selection*. University of Zaragoza.
- Narváez, L. M. (2021). Análisis espacial de evaluación multicriterio con la lógica fuzzy y sistemas de información geográfica aplicado a la vulnerabilidad global en el departamento Pocito (San Juan-Argentina). *Revista del Instituto de Geografía de la UNNE*, 36, 54-67.

- Olaya, V. (2009). Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, 8 , 15.
- Parra, S. (10 de Octubre de 2023). Este ha sido el terremoto más fuerte en España: ¿estamos preparados para uno igual?. *National Geographic*.  
[https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/terremotos#header\\_16591221\\_0](https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/terremotos#header_16591221_0)
- Pimienta, J., & De la Orden, A. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: Pearson.
- Pinto, G. I. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Boletín Científico Sapiens Research*, 13-17.
- Resolución Ministerial N° 220-2013 -PCM. Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres (21 de agosto de 2013). <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/466563-220-2013-pcm>
- Rey, M. M. (2022). La información espacial aplicada en la gestión del riesgo de desastres naturales y antrópicos. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 63-77.
- Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. *The Journal of the Operational Research Society*, 1073-1076.
- Servicio Geológico Mexicano. (15 de enero de 2017). *SGM Escalas de un Sismo*.  
[https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion\\_complementaria/Escalas-sismos.html#](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html#)
- Suasnabar, J. C. (2024). *Análisis de la vulnerabilidad mediante el sistema de información geográfica de la localidad de Gilapata de la región Huancavelica, en el año 2022*. Universidad Continental.
- Tavera, H. (9 de enero de 2022). #Para Entender con un Terremoto. (E. TV, Entrevistador)

- Tavera, H. (04 de setiembre de 2022). ¿Qué es el acoplamiento sísmico? (U. F. Comunicaciones, Entrevistador)
- Tavera, H., & Bernal, I. (2005). Distribución Espacial de Áreas de Ruptura y Lagunas Sísmicas en el Borde Oeste del Perú. *Centro Nacional de Datos Geofísicos -Sismología. Instituto Geofísico del Perú*, 94, 95.
- Tavera, H., & Buforn, E. (1998). *Sismicidad y sismotectónica de Perú*. Perú.
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (julio de 2015). *UAEH*. Obtenido de Vida científica boletín científico de la Escuela Preparatoria NO. 4:  
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n6/r3.html>
- Vargas, J., Olcina, J., & Paneque, P. (2022). Cartografía de riesgo de inundación en la planificación territorial para la gestión del riesgo de desastre. Escalas de trabajo y estudios de casos en España. *EURE*, 1 - 25.
- Velásquez, C. V. (2009). Subdivisión de la Placa de Nazca en tres nuevas placas tectónicas y su incidencia con la sismicidad peruana actual. *Revista del Instituto de Investigaciones UNMSM*, 7-87.
- Villegas-Lanza, Chlieh, M., Cavalié, O., Tavera, H., Baby, P., Chire-Chira, J., & Nocquet, M. (2016). Active tectonics of Peru: Heterogeneous interseismic coupling along the Nazca megathrust, rigid motion of the Peruvian Sliver, and Subandean shortening accommodation. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*.

**IX. ANEXOS**

**Anexo A.**

**Tabla 38**

*Matriz de Consistencia*

<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Metodología</b>	<b>Población/ Muestra</b>
¿Cómo influye la estimación de riesgos de desastres, a través de la georreferenciación de datos técnicos, a la población vulnerable?	Determinar los niveles de riesgo ante sismos en Pamplona Alta del distrito San Juan de Miraflores, Lima 2024, a través de la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú.	Pamplona Alta cuenta, en su mayoría, zonas de nivel de riesgo Alto ante sismos.	<b>Enfoque</b> Cuantitativo con resultado cualitativo  <b>Diseño</b> No experimental	Población: Distrito San Juan de Miraflores  Muestra: Pamplona Alta de San Juan de
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		

¿Cómo el nivel de peligro influye en la ocurrencia de sismos?	Determinar los niveles de peligro ante sismos en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, aplicando la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú con GIS (ArcGis 10.7).	Se cuenta con un peligro de nivel alto ante sismos en Pamplona Alta de San Juan de Miraflores.	<b>Nivel:</b> Descriptivo	Miraflores, con una extensión de 6,78 km <sup>2</sup>
¿Cómo influye la vulnerabilidad en la ocurrencia de un evento sísmico?	Analizar la Vulnerabilidad de Pamplona Alta de San Juan de Miraflores, aplicando la georreferenciación de datos de los Geo Portales técnico-científicos del Perú con GIS (ArcGis 10.7).	Pamplona Alta cuenta con población e infraestructura expuesta, cuya vulnerabilidad es de nivel muy alto.		