



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS, EN EDIFICACIONES ANTE
UN SISMO EN LA URBANIZACIÓN SANTA LUZMILA, COMAS - 2022**

Línea de investigación:

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

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Sánchez Correa, Abel Emiliano

Asesor:

Ventura Barrera, Carmen Luz

ORCID: 0000-0003-0603-9777

Jurado:

Alva Velásquez, Miguel

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Lima - Perú

2024



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS, EN EDIFICACIONES ANTE UN SISMO EN LA URBANIZACIÓN SANTA LUZMILA, COMAS - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	www.municomas.gob.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS, EN EDIFICACIONES
ANTE UN SISMO EN LA URBANIZACIÓN SANTA LUZMILA, COMAS - 2022

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor(a)

Sánchez Correa, Abel Emiliano

Asesor(a)

Ventura Barrera, Carmen Luz
(ORCID: 0000-0003-0603-9777)

Jurado

Alva Velásquez, Miguel
Valdivia Orihuela, Braulio Armando
Naupay Vega, Marlitt Florinda

Lima – Perú

2024

Dedicatoria

El siguiente trabajo de investigación está dedicado para mis Padres Emiliano y María, por ser el motor de mis logros, por ser quienes me enseñaron que todo se consigue con mucho esfuerzo, y por ser mi mejor ejemplo de amor y comprensión.

A mi novia Fiorella por todo el apoyo incondicional, por su motivación y consejos.

Agradecimiento

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Federico Villarreal; y en especial, a la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo (FIGAE), por los años de muchas enseñanzas que me brindó en sus aulas.

A mi Asesora, Mg. Carmen Ventura Barrera, por el apoyo en el proceso de este trabajo de investigación y por sus consejos que ayudaron a culminar de la mejor manera esta investigación.

A mis Padres Emiliano y María, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, por las enseñanzas y consejos que me inculcaron de ser mejor siempre, por enseñarme a ser perseverante y que todo se consigue con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos José y Diana, por acompañarme en la vida con sus consejos y ejemplo de superación y perseverancia.
A mi novia Fiorella, con su apoyo y motivación a no rendirme, por ser mi compañera en la vida y durante todo el proceso en el que se realizó este trabajo de Tesis, por sus consejos a no tomar caminos fáciles, sino a tomar los caminos correctos.

A los pobladores de la Urbanización Santa Luzmila, en el Distrito de Comas, por el apoyo en la realización de este trabajo de Investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Descripción y formulación del problema.....	17
1.1.1. Descripción del problema	17
1.1.2. Formulación del problema	19
1.2. Antecedentes	20
1.2.1. Internacionales	20
1.2.2. Nacionales.....	23
1.3. Objetivos	25
1.4. Justificación.....	26
1.5. Hipótesis.....	27
II. MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Bases teóricas.....	28
2.1.1. Bases teóricas de la variable Vulnerabilidad	28
2.1.2. Bases teóricas de la variable Riesgos Sísmico.....	34
2.2. Marco legal.....	45
2.3. Diccionario de términos	46
III. MÉTODO.....	49
3.1. Tipo de investigación	49
3.2. Ámbito temporal y espacial	50
3.3. Variables	41

3.4.	Población y muestra	45
3.5.	Instrumentos	46
3.6.	Procedimiento	49
3.7.	Análisis de datos	52
3.8.	Consideraciones éticas	53
IV.	RESULTADOS.....	54
4.1.	Resultados del cálculo de los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila	54
4.1.1.	Aspectos generales del distrito Comas.....	54
4.1.2.	Ubicación de la urbanización de Santa Luzmila	57
4.1.3.	Análisis de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones de la Urb. Santa Luzmila	59
4.1.4.	Características físicas de las viviendas en la Urb. Santa Luzmila	59
4.1.5.	Determinación de los valores de vulnerabilidad de acuerdo a la susceptibilidad de sufrir daños las edificaciones por un evento sísmico	82
4.2.	Resultados de la estimación de los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila..	87
4.2.1.	Evaluación del peligro.....	87
4.3.	Resultados de la propuesta de medidas de prevención en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.	102
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	114
5.1.	Con relación al cálculo de los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila	114
5.2.	Con relación a la estimación de los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila	116

5.3.	Con relación a la propuesta de las medidas de prevención en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.	118
VI.	CONCLUSIONES	120
VII.	RECOMENDACIONES	121
VIII.	REFERENCIAS	122
IX.	ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de valoración de vulnerabilidad	29
Tabla 2. Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones, ante sismos	30
Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos	30
Tabla 4. Tipos de edificaciones	32
Tabla 5. Coeficientes de uso	33
Tabla 6. Niveles de riesgos	36
Tabla 7. Leyenda.....	37
Tabla 8. Estimación de daños e impactos identificados	39
Tabla 9. Qué hacer ante un sismo	44
Tabla 10. Marco legal para la gestión de riesgos de desastres.....	45
Tabla 11. Operacionalización de la variable Vulnerabilidad $V(x)$	43
Tabla 12. Operacionalización de la variable Riesgo Sísmico $V(y)$	44
Tabla 13. Datos técnicos para cálculo de muestra	45
Tabla 14. Tipo de mapas y planos temáticos	48
Tabla 15. Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad	50
Tabla 16. Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos	50
Tabla 17. Matriz para definir los niveles de riesgo ante sismos	51
Tabla 18. Características de los sectores críticos de riesgo	51
Tabla 19. Tipo de edificación	60
Tabla 20. Material predominante	62
Tabla 21. Condición de ocupación.....	64
Tabla 22. Estado de conservación.....	66
Tabla 23. Uso de la edificación.....	69

Tabla 24. Antigüedad de la edificación	72
Tabla 25. Número de pisos	75
Tabla 26. Población residente en la edificación.....	77
Tabla 27. Asignación de tipo de edificación para las edificaciones de la urbanización Santa Luzmila, Comas	80
Tabla 28. Clasificación de las edificaciones en Santa Luzmila	81
Tabla 29. Nivel de vulnerabilidad para los distintos sistemas estructurales.....	83
Tabla 30. Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos	84
Tabla 31. Relación del nivel de daño y nivel de vulnerabilidad de las edificaciones.....	84
Tabla 32. Estimación de daños e impactos identificados en la urbanización Santa Luzmila..	86
Tabla 33. Estimación de Daños e Impactos Identificados	87
Tabla 34. Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos	94
Tabla 35. Nivel de riesgo	95
Tabla 36. Sector de riesgo en Santa Luzmila.....	99
Tabla 37. Estado por sectores críticos.....	101
Tabla 38. Medidas de mitigación ante la ocurrencia de un sismo	106
Tabla 39. Medidas de preparación ante la ocurrencia de un sismo	106
Tabla 40. Medidas de respuesta ante la ocurrencia de un sismo	107
Tabla 41. Medidas de respuesta ante la ocurrencia de un sismo	107
Tabla 42. Etapa de prevención y preparación en función a responsabilidades del Estado	108
Tabla 43. Etapas de prevención y preparación en función a responsabilidades del Estado	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico del escenario de riesgo por sismo de gran magnitud en la costa central del Perú.....	38
Figura 2. Interacción de la placa Nazca con la placa Sudamericana	40
Figura 3. Localización del foco y epicentro de un sismo	41
Figura 4. Qué hacer ante un sismo.....	43
Figura 5. Mapa de Ubicación de la Urbanización Santa Luzmila - Comas.....	40
Figura 6. Zonales 4, 5, 8 y 12 afectados por flujo de detritos.....	56
Figura 7. Zona de la urbanización Santa Luzmila-Comas 2023	57
Figura 8. Zona Urbana de Santa Luzmila	58
Figura 9. Tipo de edificación	60
Figura 10. Mapa de Tipo de Edificación	61
Figura 11. Material predominante.....	62
Figura 12. Mapa de Material predominante.....	63
Figura 13. Condición de ocupación	64
Figura 14. Mapa de Condición de ocupación	65
Figura 15. Estado de conservación	66
Figura 16. Mapa de Estado de Conservación.....	68
Figura 17. Uso de edificación	69
Figura 18. Mapa de Uso de la edificación	71
Figura 19. Antigüedad de la edificación	72
Figura 20. Mapa de Antigüedad de la edificación	74
Figura 21. Número de pisos	75
Figura 22. Mapa de Número de pisos de la edificación.....	76

Figura 23. Población residente en la edificación	77
Figura 24. Mapa de Población Residente	79
Figura 25. Caracterización de la vulnerabilidad	83
Figura 26. Mapa de peligros	89
Figura 27. Mapa de Vulnerabilidad	91
Figura 28. Mapa de riesgo	96
Figura 29. Mapa de sectores críticos.....	98
Figura 30. Mapa de Zonificación.....	100
Figura 31. Simulacros de sismos	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia	130
Anexo B Panel fotográfico (Labores de campo).....	132
Anexo C Ficha Cuestionario	144
Anexo D Validación de Instrumento por Juicios de Expertos.....	148
Anexo E Mapas.....	150

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo: general evaluar la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones, ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, Comas – 2022; y, como específicos, calcular los niveles de vulnerabilidad, estimar los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros y proponer las medidas de prevención en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo. Método: fue descriptiva, observacional de corte transversal y de nivel explicativa; se utilizó el análisis documental y la guía de observación para el recojo de datos, la muestra estuvo representada por 368 viviendas de la urbanización Santa Luzmila. Resultados: El sector crítico de nivel Alto fue el IX; se conoció que el 88.32% de las viviendas son de tipo residencial y 98.1% están ocupadas; más del 50% están en estado regular, el 1.09% de las estructuras son de adobe y quincha, vulnerables físicamente ante un sismo. Conclusiones: se propusieron medidas de prevención de riesgo como las mejora en construcciones antisísmicas con el reforzamiento de sus estructuras, contar con un plan de prevención de riesgos; y, las autoridades conjuntamente con la población deben implementar medidas de mitigación, preparación y respuesta para la seguridad minimizando los daños; así, generar planes de emergencia, educación y concientización hacia la población con campañas públicas y desarrollo de simulacros en los diferentes sectores de la urbanización.

Palabras clave: vulnerabilidad, riesgo, peligros, sismo, sectores críticos, medidas preventivas.

ABSTRACT

The general purpose of the research was to evaluate the vulnerability and risks, in buildings, in the event of an earthquake, in the Santa Luzmila urbanization, Comas - 2022; and, as specific, calculate the levels of vulnerability, estimate the critical sectors by levels of risks and dangers and propose prevention measures in buildings, in the event of an earthquake. Method. It was descriptive, cross-sectional observational and explanatory level; Document analysis and the observation guide were used to collect data, the sample was represented by 384 homes in the Santa Luzmila urbanization. Results. They were the following, the critical High level sectors were III and IV, it was known that 88.32% of the homes are residential type and 98.1% are occupied; More than 56% are in fair condition, 1.09% of the structures are made of adobe and quench, physically vulnerable to an earthquake; Risk prevention measures were proposed by improving anti-seismic constructions with the reinforcement of their structures, a risk prevention plan must be in place; and, the authorities, together with the population, must implement mitigation, preparation and response measures for security, minimizing damage; Emergency plans, education and awareness-raising for the population will be generated with public campaigns in the different sectors of urbanization, schools with the development of drills.

Keywords: vulnerability, risk, hazards, earthquake, critical sectors, preventive measures.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, al igual que otros países, enfrenta diversas amenazas por la naturaleza, tales como deslizamientos, tsunamis, terremotos, heladas, sequías e inundaciones. Estos eventos pueden causar pérdidas de vidas, impactos en la salud pública, daños al medio ambiente y graves pérdidas económicas. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2020). Los terremotos, estos eventos adversos representan peligros para la vida humana y tienen un impacto negativo en el desarrollo socioeconómico de las comunidades. (Cardona, citado por Iñiguez, 2017). La vulnerabilidad es un factor crucial al estudiar el riesgo. Comprender sus indicadores y características es fundamental para comprender los escenarios de riesgo que pueden surgir debido a amenazas de baja intensidad o con diversas características de origen natural (CENEPRED, 2020).

El riesgo se refiere al resultado de la interacción entre una amenaza (peligro) y la vulnerabilidad. En el contexto de terremotos, se relaciona con consecuencias de origen social y económico dando resultado de la incapacidad de las estructuras para resistir el impacto. La amenaza sísmica es la probabilidad de que ocurra un evento, lo que puede causar efectos perjudiciales en la actividad humana. Estos efectos se ven agravados por la vulnerabilidad del territorio, que se basa en la calidad intrínseca de las estructuras (CENEPRED, 2020).

La valoración de la vulnerabilidad constituye un elemento esencial dentro del proceso de evaluación de riesgos, dado que involucra el análisis de aspectos como la exposición, fragilidad y capacidad de recuperación en relación con el grado de peligro presente. El análisis establece el nivel de vulnerabilidad y elaborar un mapa que visualice dicho nivel de vulnerabilidad correspondiente a la unidad física, social o ambiental objeto de evaluación. Esta evaluación puede aplicarse tanto a proyectos nuevos como a los existentes, con el propósito de analizar su susceptibilidad a sufrir daños en caso de desastres (CENEPRED, 2020).

El problema de la vulnerabilidad y el riesgo en edificaciones afecta a comunidades en todo el mundo; este problema se relaciona con la incapacidad de muchas edificaciones para resistir eventos naturales o situaciones de emergencia, lo que puede resultar en daños significativos a la propiedad, lesiones e incluso pérdidas de vidas humanas. Esto se asocia a la calidad de construcción que regularmente son deficientes, por la falta de regulación y supervisión adecuada en la construcción que lleva al uso de materiales de baja calidad. ya prácticas constructivas deficientes. Esto hace que las estructuras sean más vulnerables a terremotos, inundaciones, huracanes y otros desastres naturales (Gómez y Cirvini, 2022).

Según el registro histórico de terremotos en el Perú, toda la población ha presenciado de forma constante la ocurrencia de terremotos de gran magnitud, los cuales han afectado a la población de diversas maneras. (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2020). Las consecuencias de un sismo en las edificaciones son causantes de daños estructurales, esto incluye grietas en muros y columnas, desplazamiento de elementos estructurales, colapsos parciales o totales de edificios, y la pérdida de la capacidad portadora de ciertas partes de la estructura. La presente investigación tiene como propósito central evaluar la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones, ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, en Comas.

El método fue aplicado en la presente investigación; según la variable, descriptiva y de acuerdo con la intervención el investigador observacional, transversal, de nivel explicativa; la población estuvo representada por las viviendas, cuya muestra representativa en el estudio fueron 368 viviendas; el muestreo fue no probabilístico simple, cuya técnica fue documental y observacional; se utilizó las fichas de notas documentales y guías de observación; se evidenciaron hechos y acciones con la cámara fotográfica; y se determinaron los procedimientos en base a objetivos; así, se realizaron las operaciones para los análisis de los datos que luego son presentados en tablas, figuras y mapas; y, que permitieron la interpretación y análisis de los resultados que demostraron los objetivos planteados.

La investigación se divide en 9 capítulos, en el primero desarrolla la introducción que da cuenta de la problemática, los niveles de vulnerabilidad física y riesgos en edificaciones, ante un sismo severo; se describen antecedentes de las variables y plantea como objetivo evaluar la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila; y, estimar los sectores críticos, calcular los niveles de vulnerabilidad y hacer una propuestas de medidas de prevención; la investigación se justifica teórica, práctica, social y económica; luego, se plantea que, el nivel de vulnerabilidad física y riesgos en edificaciones es alto, ante la ocurrencia de un sismo severo, en la urbanización Santa Luzmila, Comas - 2022.

El segundo capítulo, desarrolla el marco teórico de las variables evaluación de la vulnerabilidad, que se determina en la etapa de evaluación de riesgos. Se examinan los factores de exposición, fragilidad y resiliencia en relación con el nivel de peligrosidad. Además, se analiza la amenaza, características físicas de las estructuras y riesgos, los que se definen a partir de la estimación o evaluación de las pérdidas y daños; se hacen cálculos con los parámetros de Instituto de Defensa Civil -INDECI, y la identificación de peligros, asociado al riesgo; los daños que generan los sismos y medidas de prevención y mitigación de los riesgos; por último, se desarrollara un glosario de terminología para su comprensión.

El capítulo tercero, desarrolla el método; siendo de tipo descriptivo, observacional, transversal de nivel explicativo; la muestra estuvo representada por 368 viviendas de la urbanización Santa Luzmila, que se visitaron para levantar información en campo sobre las características físicas; se generaron mapas temáticos como de sectores críticos, peligro, riesgo, vulnerabilidad y de las características de las viviendas de estudio; se siguieron los procedimientos alineados a los objetivos y analizo la información haciendo uso del Excel 2016 para presentarla en tablas y figuras; por último se desarrollan los “principios éticos” que garantizan el progreso del conocimiento, asimilación y el mejoramiento de la condición humana, así como el avance de la sociedad.

El capítulo cuarto, desarrolla los resultados que vinculan a los 3 objetivos; el primero determinó 14 sectores y el IX es el sector en estado crítico Alto; en relación con los cálculos de niveles de vulnerabilidad, se realizó en base a la intensidad sísmica e identifiqué que, el 1.09% de las viviendas hechas de barro y quincha están en un nivel Muy Alto de vulnerabilidad ante un sismo, de otro lado, con relación a las medidas de mitigación y prevención, deben estar vinculadas a la estructura de la edificación contando con un plan de prevención ante un sismo y deben participar los sectores sociales y productivos como el INDECI, CENEPRED, MEF, MTC el, MVCS y Municipalidad de Comas.

El capítulo quinto, desarrolla la discusión de resultados; acá se realizó un recuento del propósito de cada uno de los objetivos; así como, se describieron los resultados antes desarrollados y se hicieron los análisis propios que da cuenta sobre la identificación de sectores críticos acorde con una evaluación de los factores geológicos, tectónicos y sísmicos, lo que hace posible prevenir los riesgos si hay un sismo y en consecuencia la reducción de los daños materiales para planificar y recuperar estos, conociendo la ubicación de los sectores críticos; y, también la concientización de autoridades y de la población de Santa Luzmila; estos datos permitieron contrastar y analizar con los antecedentes, para conocer los vacíos de conocimientos que se han dejado de tratar y comparar con nuestros resultados.

El sexto capítulo, desarrolla las conclusiones, en la que se determinó el sector crítico de nivel Alto fue el IX; el 88.32% de las viviendas son de tipo residencial, el 98.1% están ocupadas; más del 50% están en estado regular y el 1.09% son de adobe y quincha; se hicieron propuestas de medidas de prevención haciendo las mejoras de construcciones antisísmicas con el reforzamiento de estructuras, contar con un plan de prevención de riesgos; donde las autoridades con la población deben implementar medidas de mitigación, preparación y respuesta para la seguridad minimizando daños con planes de emergencia, educación y concientización en las escuelas y diferentes sectores de la urbanización.

El séptimo capítulo, desarrolla las recomendaciones, en la cual se recomienda a la Municipalidad de Comas que, en coordinación con CENEPRED, Ministerio de Vivienda, el INDECI, desarrollen campañas y acercamiento a la población que residen en los sectores de estado crítico Alto para la mejora y refuerzo del sistema constructivo de las viviendas, a proponer planes de acción, para implementar medidas estructurales y no estructurales; a su vez, identificar las áreas de evacuación seguras, inspeccionando instalaciones del sistema eléctrico y gas y fortaleciendo a la población mediante capacitaciones, primeros auxilios, botiquines de emergencia, simulacros, rutas de evacuación, etc.

El Noveno y décimo capítulos, desarrollan la bibliografía y anexos; en relación con las referencias bibliográficas se han realizado en formato APA 7ma edición, dando cuenta del autor, año y nombre del documento; así como, el link en línea de descarga; en relación con los anexos se describe la matriz de consistencia donde se resume la formulación del problema, los objetivos, hipótesis, las variables y sus dimensiones; así como, la metodología de trabajo para alcanzar los objetivos. Otro punto que va en este capítulo son las evidencias mediante el panel de fotos de las importantes áreas visitada en Santa Luzmila.

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

El planeta está enfrentando un aumento de desastres naturales, lo que incrementa la vulnerabilidad de la sociedad debido a factores espontáneos y el aumento de amenazas naturales. Según el Banco Mundial (BM, 2020), la mayoría de la población urbana, que reside en países de bajos y medianos ingresos, alcanza aproximadamente 2.800 millones de personas de un total de 3.500 millones en todo el mundo. En estas áreas, las viviendas inseguras incrementan el riesgo para las personas durante desastres. En los últimos 25 años, más de 1.300 millones de personas han perdido la vida debido a desastres naturales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNDU], 2015).

En América Latina, alrededor de un tercio de la población vive en áreas altamente susceptibles a desastres naturales. Esto es aplicable a nuestro país, ya que su ubicación geográfica aumenta la probabilidad de sufrir daños y pérdidas debido a desastres sísmicos (CENEPRED, 2014).

En América Latina, habitan alrededor de 600 millones de habitantes y el 80% se encuentran emplazadas en las grandes ciudades, es la región más urbanizada del mundo, donde hay pobreza y desigualdad; cerca de 111 millones de habitantes, viven en asentamientos informales, que son vulnerables a un sismo; y, el 80% de los impactos afecta a las poblaciones más pobres (Watanabe, 2015). Por otro lado, la débil gestión urbana y falta de reglamentación en las construcciones, medidas preventivas y planificación efectiva han causado la modificación de ciudades. Debido a la desigualdad, los pobres y excluidos se ven forzados a ocupar zonas no aptas como márgenes de ríos, terrazas fluviales y riberas donde los desastres naturales afectan radicalmente al suelo y por tanto sus edificaciones son totalmente vulnerables a estos sismos (Duhalde, 2014).

Son muchas las metodologías que se presentan para reducir el riesgo ante un sismo, que identifique los niveles de peligro, estandarizando ciertos criterios que permitan evaluar la vulnerabilidad, a la que están expuestas las viviendas y por consecuencia a la población que reside en ellas; evaluando la vulnerabilidad, conociendo los escenarios y puntos críticos, se presenta como una opción, para proponer las medidas de mitigación y prevención, con la finalidad de la reducción de los niveles de riesgos ante sismos, cuya primera fase, es el reconocimiento del problema, para generar alternativas y analizar mediante criterios de ponderación, las variables de peligro, vulnerabilidad, escenarios de riesgos y luego evaluar las condiciones de las viviendas y tomar un decisión (Centro de Estudio de Prevención de Desastres [PREDES], 2022).

En cuanto a la urbanización Santa Luzmila cuenta con una población de 39,567 habitantes y más de la mitad está en alto riesgo ante un sismo (INEI, 2018); y en esta área no se tienen identificados sectores de riesgos y menos se tiene un inventario de estructura crítica como el de las viviendas; de otro lado los estudios de microzonificación sísmica en Comas no tiene el alcance para identificar zonas vulnerables; un ejemplo se vio cuando se suscitaron eventos el 16 de abril del 2019, a las 18:19 horas, donde se produjo el derrumbe del techo de la edificación “Nuestra Señora de la Luz”, dado la débil estructura y el tipo de suelo, que pudo afectar la vida y la salud de los habitantes que se localizan en la Av. Guillermo de la Fuente N°200 - Santa Luzmila, situación que amerita una propuesta para la reducción del riesgo. Bajo este contexto, se plantean las siguientes preguntas de investigación.

En consecuencia, basado en los párrafos precedentes, se formulan las preguntas de investigación siguientes.

1.1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad física y riesgos, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, de gran magnitud, en la urbanización Santa Luzmila, comas – 2022?

Problemas específicos

- ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?
- ¿Dónde se localizan los principales sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?
- ¿Qué medidas de prevención de riesgo en edificaciones, se pueden promover, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacionales

Ballesteros y Caizaguano (2020) en su tesis denominada *"Manual para la evaluación de la susceptibilidad sísmica de escuelas ubicadas en la parroquia de Sangolquí, tomando como base la guía FEMA P-1000"*, desarrollada por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE-Ecuador, se centró en analizar y adaptar la Guía para la evaluación de la susceptibilidad sísmica con el objetivo de mejorar la seguridad ante desastres naturales, específicamente enfocada en el riesgo sísmico. Su propósito principal fue crear una herramienta para evaluar la infraestructura de la zona frente a la amenaza de terremotos. Se proporcionó a la comunidad educativa de la parroquia de Sangolquí un procedimiento práctico para identificar áreas que requieran atención urgente. Una vez completada la elaboración del manual, se escogió una escuela representativa para aplicar la metodología y evaluar su susceptibilidad sísmica. Tras la evaluación, se determinó el riesgo sísmico y global de la institución con el fin de clasificarla según su grado de vulnerabilidad.

En la tesis de (Ordaz, et al., 2019) titulada *"Aproximación cartográfica a la vulnerabilidad estructural ante sismos empleando una metodología cualitativa: aplicación para la Ciudad de Toluca"*, publicada por la Editorial Universidad de Granada-España, se concluyó que la vulnerabilidad es el factor clave al evaluar áreas geográficas con riesgo sísmico evidente. Mediante una metodología cualitativa, se analizó la vulnerabilidad estructural considerando la tipología, antigüedad y periodo de construcción de las edificaciones, utilizando el Reglamento General de Construcciones. Los resultados identificaron cuatro niveles de vulnerabilidad estructural, destacando 866 áreas urbanas con una vulnerabilidad extremadamente alta y 1430 áreas con una vulnerabilidad alta, donde residen aproximadamente 218,314 personas. El mapa resultante es una contribución valiosa para planificar estrategias de reducción de la vulnerabilidad.

Gutiérrez (2018) en la tesis *Vulnerabilidad sísmica en estructuras de edificaciones indispensables en Santiago de Cali-Colombia*; de la Universidad Militar Nueva Granada-Colombia; determinó que, ante la ocurrencia de un sismo y después, se debe de realizar un análisis de las falencias estructurales que pudieran verse afectados por un sismo; en la cual, cuya guía es el suelo (geología), haciendo uso de la normatividad Ley 400 de 1997, NSR-10 y la microzonificación sísmica. Las 576 edificaciones estudiadas, se realizó los análisis de vulnerabilidad sísmica y corrección, por medio de reforzamientos estructurales; primero fue mitigar los efectos ante un sismo, por lo cual fueron estudiados de forma independiente para cada región y en el caso de Santiago de Cali-Colombia.

Cardona, et al., (2017) en el ensayo denominado *Amenaza y riesgo sísmico del cono sur de Chile y Argentina*; de la Universidad Nacional de Colombia, cuyo objetivo fue determinar el perfil de riesgo catastrófico de ambos países. Se realizó un análisis exhaustivo que abarcó tanto la exposición como la vulnerabilidad de los activos expuestos. La exposición se modeló considerando activos socioeconómicos y valores de infraestructura, así como los sectores económicos de la región.

(Rahman, 2014) señaló que, la amenaza de peligro ha ido aumentando con el rápido crecimiento de la urbanización. El riesgo de peligro en las zonas urbanas es más complejo que en las zonas rurales debido a la alta concentración de población y las actividades económicas. La evaluación de la vulnerabilidad a los peligros se ha convertido en un tema de investigación principal en el campo de la Ingeniería y la Planificación Urbana y Regional. Debido a las complejas características de los peligros, no sólo se necesitan medidas de ingeniería sino también de planificación para mitigarlos de manera efectiva. La ciudad de Dhaka corre riesgo de sufrir un terremoto y ha experimentado muchos accidentes de incendio. En la mayoría de los casos, la falta de medidas de precaución adecuadas junto con la ineficiencia institucional, el apoyo insuficiente al equipo y la falta de conciencia pública están empeorando la situación.

En este estudio, se seleccionó el distrito 29, una parte antigua de la ciudad de Dhaka, para evaluar la vulnerabilidad tanto a terremotos como a incendios. Se ha analizado una muestra de 350 edificios mediante un método de detección visual FEMA-RVS para la evaluación de la vulnerabilidad a terremotos, una metodología desarrollada por ADPC (2004) para la evaluación de la vulnerabilidad al riesgo de incendio y una metodología desarrollada por el Banco Mundial (2014) para la evaluación de la vulnerabilidad social. El puntaje de vulnerabilidad compuesto se desarrolló incorporando el riesgo de terremotos e incendios, así como la condición de vulnerabilidad social del área de estudio.

El resultado final de la evaluación de vulnerabilidad es un mapa que muestra edificios con diferentes categorías de vulnerabilidad. El área de estudio es relativamente más vulnerable al riesgo de incendio que a los terremotos. De 350 edificios de muestra, el 58,6% de los edificios son vulnerables al riesgo de incendio y el 16,3% de los edificios necesitan una investigación más detallada para detectar terremotos. Como el área de estudio es uno de los distritos más poblados de la ciudad de Dhaka, los factores sociales han agravado la vulnerabilidad general a mayor escala. La mayoría de los edificios (38%) son altamente vulnerables tanto al riesgo de terremotos como de incendios considerando los impactos sociales. A pesar de vivir bajo grave amenaza de terremotos e incendios, la población local no es consciente de ello.

Al ser una de las áreas urbanizadas más densamente pobladas y con una alta concentración de actividades económicas, la planificación de mitigación ideal para reducir el riesgo es casi imposible sin la participación de la gente de la comunidad. Por lo tanto, es inevitable incluir a la gente de la comunidad en la planificación de mitigación, advirtiéndoles de su propio riesgo y haciéndolas resilientes a través de programas de concientización y capacitación.

1.2.2. Nacionales

Padilla (2021) en la tesis titulada “*Identificación de las Fallas y Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería Confinada Ubicadas en el A. H La Primavera III-etapa, distrito de Castilla-Piura*”; de la Universidad de Piura, El enfoque metodológico utilizado fue descriptivo y de campo, con un enfoque mixto. La población estudiada consistió en las viviendas ubicadas en el área de investigación. Se llevó a cabo un levantamiento a través de encuestas a los propietarios de las 35 viviendas seleccionadas, utilizando herramientas como libretas de campo y fichas de recolección de datos. Se llegó a la conclusión de que las principales deficiencias incluyen la falta de juntas de dilatación con las construcciones vecinas (100%), la exposición y corrosión del acero de refuerzo (91%), defectos en el encofrado y presencia de cangrejeras (83%), ausencia de arriostramiento en los tabiques (71%) y columnas con una separación excesiva entre sí (66%). Además, se determinaron los niveles de vulnerabilidad de las viviendas de albañilería en el área de estudio: el 20% presentó un índice de vulnerabilidad baja, el 23% un índice de vulnerabilidad media, el 37% un índice de vulnerabilidad alta y el 20% un índice de vulnerabilidad muy alta.

Santos (2019) en la tesis “*Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017*” de la Universidad Continental, se empleó el enfoque cualitativo ATC 21 para la evaluación de la vulnerabilidad de sismos de las viviendas construidas de forma autónoma. Los hallazgos indicaron que el 54% de estas viviendas exhiben un nivel de vulnerabilidad muy alto, el 38% presenta un nivel alto y el 8% muestra un nivel moderado según el ATC 21. Además, según la misma metodología, el 50% de las viviendas autoconstruidas no pueden ser evaluadas debido a su construcción con materiales precarios. Como resultado de esta investigación, se determinó que el 47% de las viviendas seleccionadas presentan una vulnerabilidad de moderada a alta, mientras que solo el 3% muestra una vulnerabilidad de baja a moderada.

Rodríguez (2019) en su estudio analizó las particularidades del entorno y los elementos que inciden en la vulnerabilidad estructural de las residencias frente a terremotos. El diseño metodológico de la investigación fue de naturaleza no experimental y transeccional. Se llevó a cabo una encuesta en un total de 343 hogares, empleando el Proceso de Análisis Jerárquico para evaluar el grado de vulnerabilidad (PAJ). Los resultados indican que la Subcuenca Chucchun, debido a su geología, topografía y exposición, presenta niveles de vulnerabilidad elevados y extremadamente elevados. Además, las encuestas muestran que las viviendas tienen características que las hacen vulnerables y se consideran altamente susceptibles en caso de un terremoto de gran magnitud que ocasionaría daños considerables en las viviendas.

Poicón (2017) en la tesis *“Análisis y evaluación del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos-Piura”*; de la universidad de Piura, consistió en determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en residencias construidas con materiales de albañilería, evaluando las posibles consecuencias que podrían surgir en caso de un evento sísmico, considerando la vulnerabilidad y peligrosidad de la zona; la investigación fue de tipo descriptiva-explicativa, de diseño no experimental, aplicó la encuesta a los propietarios de las viviendas de las diferentes zonas de Catacaos. Los resultados fueron que, el índice de Riesgo de sismo de las edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos es “Alto”; La susceptibilidad de las construcciones sirve como un llamado de alerta para la preparación de la comunidad Cataquense ante la eventualidad de un catastrófico evento sísmico. Además, se observa una reducción en la práctica de la autoconstrucción en comparación con años anteriores. Se calcula que un total de 592 residencias corren el riesgo de colapsar en caso de desencadenarse un evento sísmico devastador, lo que podría afectar a aproximadamente 2,483 personas.

Chijcheapaza (2016) en la tesis titulada “*Análisis de vulnerabilidad y riesgos, ante un Sismo –Tsunamigénico en el centro histórico del Callao*”, de la Universidad Federico Villarreal, quien, utilizó la metodología del PREDES (2008), para analizar la vulnerabilidad y el riesgo ante inundaciones y sismos, en edificaciones de centros urbanos; levantó la encuesta a 910 viviendas, para saber las condiciones, estado y ubicación de las viviendas; los hallazgos fueron 4 escenarios de riesgos bajos (16,604 hab.); 2 medios (12,343 hab.); 2 altos (1926 hab.); 2 muy altos (5,287 hab.); todos los sectores críticos cuentan con 90,741 manzanas, donde reside una población de 417 587 habitantes. Los niveles de vulnerabilidad más del 90% de las viviendas tienen un nivel alto y muy alto, exponiendo al riesgo la vida y el patrimonio de los pobladores frente a un sismo; las construcciones no cumplen con el reglamento nacional de construcciones y ante un sismo tsunamigénico un 35% a 40% sufrirían daños considerables; propuso medidas de prevención que se encuentran reglamentadas en el D.S.Nº098-2007-PCM sobre el plan nacional de operaciones de emergencia; y, el D.S.Nº037-2010-PCM sobre el Plan Nacional de prevención por sismos.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, Comas - 2022.

Objetivos específicos

- Calcular los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.
- Estimar los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.
- Proponer medidas de prevención en edificaciones ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.

1.4. Justificación

Justificación teórica

Se aportaron nuevos conocimientos a los ya existentes en temas relacionados con la vulnerabilidad, el riesgo en edificaciones ante sismos; en la cual, con los resultados encontrados se pudo hacer las discusiones y los análisis, para incorporarlos como nuevos entendimientos en el campo de las ciencias del territorio y en lo académico. Por otro lado, se contrastaron las teorías relacionadas con vulnerabilidad, riesgo y sismos; se revisaron las normas legales vinculadas con estas materias en el país.

Justificación práctica

Se trató de un problema complejo en la cual se identificaron los sectores críticos por niveles de riesgo y peligro; para luego, evaluar las variables y dimensiones del estudio; asimismo, se determinaron los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones en mal estado de conservación que conlleva a daños estructurales; y, cuyas consecuencias alcanza a la comunidad ante un desastre natural que regularmente se presentan en ámbitos urbanos de alta densidad, sin ninguna acción de prevención por parte de las autoridades o instituciones que ven el tema.

Justificación social

Los resultados y aportes de la investigación estuvieron dirigidos a beneficiar a la población de Santa Luzmila, quienes al contar con las medidas de prevención de riesgo estarían alertados ante un acontecimiento de un sismo; de otro lado, en el proceso investigativo se trabajó con información que proporcionó la población sobre las condiciones físicas de sus viviendas, permitiendo hacer los análisis para la propuesta de las medidas de mitigación y prevención, ante la ocurrencia de un sismo.

Justificación económica

Los resultados de la investigación permitió cuantificar costos de lo que significa un desastre ante un sismo; los impactos económicos se verían reflejados en los ingresos Municipales, quienes correrían riesgos de que ante un desastre natural incumplan con sus pagos de arbitrios u otros; esto significaría que se tendría menos credibilidad en los mercados de capital; la Municipalidad del distrito se vería afectada en su recaudación fiscal, afectando el crecimiento urbano de la zona en estudio particularmente.

1.5. Hipótesis

Hipótesis general

El nivel de vulnerabilidad física y riesgos en edificaciones es alto, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en la urbanización Santa Luzmila, Comas - 2022.

Hipótesis específicas

- Los niveles de vulnerabilidad en edificaciones son severos, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.
- Los sectores críticos de alto riesgo se localizan en el área urbana y ámbito de influencia determinada por niveles de peligros en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.
- Las medidas de prevención de un sistema de alerta temprana y la promoción de construcción en edificaciones, se reducirían los daños causados por un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Bases teóricas de la variable Vulnerabilidad

Definición. Son las condiciones ambientales, sociales, económicas, políticas y educativas que determinan el nivel de exposición de una comunidad a un desastre; así como, su capacidad para responder y recuperarse del desastre. Las amenazas y vulnerabilidad son factores interconectados, y la vulnerabilidad se incrementa cuando la población no está bien informada acerca de las amenazas o peligros a los que se enfrenta. Un ejemplo de vulnerabilidad podría ser la falta de acceso a condiciones de vivienda, servicios sanitarios, educación, oportunidades laborales dignas y participación en la sociedad (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2017).

Evaluación de la vulnerabilidad. Es una etapa en la evaluación de riesgos que implica el análisis de la exposición, fragilidad y resiliencia en relación al nivel de peligrosidad determinado. Esto permite evaluar el grado de vulnerabilidad de una unidad física, social o ambiental y crear un mapa que represente dicho nivel de vulnerabilidad (CENEPRED, 2020).

Vulnerabilidad física. Se refiere a las zonas de riesgo físico en las que se ubica la población, las condiciones provocadas por la pobreza y la falta de acceso a lugares de menor riesgo (condiciones ambientales y ecosistémicas, ubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo) (INDECI, 2017).

Niveles de vulnerabilidad. La fragilidad de las estructuras y elementos no estructurales ante un terremoto de gran magnitud evidencia la vulnerabilidad en diferentes niveles. Esto puede derivar de la exposición y el grado de peligro asociado. En este contexto, resulta pertinente introducir la matriz elaborada por INDECI para la evaluación de la vulnerabilidad.

En el presente estudio, se han contemplado cuatro niveles de vulnerabilidad para un análisis más detallado (INDECI, 2017) (Tabla 1).

Tabla 1*Matriz de valoración de vulnerabilidad*

Zonas	Vulnerabilidad
Muy alto	Áreas con viviendas construidas con materiales de baja calidad, en estado deficiente, con un rápido aumento en la sobrepoblación y la degradación de las condiciones de vida. Residentes con recursos económicos limitados, carencia de una mentalidad orientada hacia la prevención, y dificultades en cuanto a la accesibilidad para recibir asistencia en situaciones de emergencia.
Alto	Áreas donde prevalecen viviendas construidas mayormente con materiales de baja calidad, en estados de conservación deficientes y regulares, caracterizadas por un rápido incremento en la aglomeración y la degradación de las condiciones de vida. Habitantes con recursos económicos limitados, carencia de una mentalidad orientada hacia la prevención y dificultades en cuanto a la accesibilidad para recibir asistencia en situaciones de emergencia.
Medio	Áreas donde prevalecen viviendas construidas principalmente con materiales de calidad, en estados de conservación regulares y buenos, caracterizadas por una población con ingresos económicos intermedios, en proceso de desarrollo de una cultura preventiva, y con facilidades de acceso para recibir asistencia en situaciones de emergencia.
Muy bajo	Áreas en las cuales predominan viviendas construidas con materiales de alta calidad y en excelente estado de conservación. La población que reside en estas zonas cuenta con ingresos económicos medios y altos, está en proceso de desarrollo de una cultura preventiva y dispone de un alto nivel de accesibilidad para recibir asistencia en situaciones de emergencia.

Nota. Tomado de INDECI (2017)

Evaluación de la amenaza. Una amenaza se refiere a un evento o proceso, ya sea de origen natural o inducido por la actividad humana, que tiene el potencial de representar un riesgo para la seguridad y bienestar de un grupo de individuos, sus pertenencias y su entorno, en ausencia de medidas preventivas (CENEPRED, 2020).

Otras amenazas, como las asociadas a los ciclones tropicales, son menos claras en su evaluación. Por otro lado, es difícil realizar evaluaciones de peligros múltiples, en parte porque las diferentes disciplinas tienen enfoques diferentes para evaluar peligros potenciales específicos, como la aparición de ciclones tropicales. Los incidentes no pueden analizarse de forma aislada, y los diversos componentes que realmente representan la amenaza deben considerarse individualmente o en conjunto (CENEPRED, 2020).

Evaluación de la vulnerabilidad ante sismos. El análisis de vulnerabilidad de las edificaciones frente a terremotos se basa en una metodología heurística similar a la utilizada para inundaciones, pero con diferentes variables e indicadores, lo que conlleva a rangos distintos para los niveles de vulnerabilidad. (Tablas 2 y 3).

Tabla 2

Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones, ante sismos

Variables de vulnerabilidad		Materiales	Estado de conservación	Altura de edificación
PONDERACIÓN		6	8	4
Valor (V) (de los Indicadores)	4 Muy alto	Adobe	Muy malo	3
	3 Alto	Quincha	Malo	2
	2 Medio	Adobe reforzado	Regular	1
	1 Bajo	Ladrillo	Bueno	0

Nota. Tomado de PREDES 2008

Tabla 3

Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos

Niveles de vulnerabilidad	Rangos
Muy alto 4	De 59 a 72
Alto 3	De 45 a 58
Medio 2	De 32 a 44
Bajo 1	De 18 a 31

Nota. Tomado de PREDES 2008

Análisis de la amenaza. Implica la identificación, el estudio y la evaluación de las amenazas para determinar su potencial, origen, características, comportamiento y probabilidad de convertirse en eventos destructivos. Además, conlleva la planificación de medidas y acciones destinadas a mitigar los posibles efectos negativos de estas amenazas en las actividades humanas, económicas o ambientales (CENEPRED, 2020).

Las edificaciones. Las edificaciones, según la norma G040 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se definen como obras de carácter permanente destinadas a albergar actividades humanas. Incluyen las instalaciones fijas y complementarias asociadas a ellas.

El término "edificación" se utiliza para describir todas las construcciones realizadas artificialmente por los seres humanos con propósitos específicos. Las edificaciones pueden variar en tamaño, forma y propósito, siendo las viviendas las más comunes, pero también incluyendo templos, monumentos, comercios, obras de ingeniería y otras construcciones. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2016).

Parámetros de las edificaciones. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018), señaló que las características principales de las viviendas son las siguientes:

- localización de la vivienda
- nombre de quinta
- total, de viviendas en quinta
- número de hogares en cada vivienda
- número de habitaciones
- condición de ocupación
- tipo de uso
- antigüedad de la vivienda y ocupación
- área construida y sin construir
- material predominante en paredes y techos
- presencia de humedad
- nivel de humedad y presencia de fisuras
- presencia de rajaduras en paredes y de derrumbes
- disponibilidad y uso de altillos (2do. Piso)
- número de edificaciones según niveles de riesgo

Características de las edificaciones. Las características de la arquitectura es que es la obra de construcción humana en el espacio.

Esto implica que las construcciones no surgen de manera natural, sino que son el resultado de la creatividad y la acción humana. Por otro lado, la construcción de edificaciones requiere sistemas complejos de planificación, diseño y ejecución, que requieren una inversión de tiempo, dinero y materiales en el proceso constructivo (la cantidad variará dependiendo del grado de complejidad de la edificación). El uso de una edificación determina los procedimientos de construcción. En el caso de viviendas u otras actividades humanas, implican procesos de compra y venta. Por otro lado, edificaciones como monumentos no suelen requerir estas operaciones comerciales. (MVCS, 2016).

Tipos de edificaciones. Los tipos de edificaciones hacen referencia a los materiales utilizados en su construcción. En la tabla 4, se muestran tipos como albañilería, adobe, adobe y quincha, industrial, concreto armado, de madera y no tecnificado, junto con sus descripciones. (MVCS, 2016) (Tabla 4).

Tabla 4

Tipos de edificaciones

Tipos	Descripción
Edificación de albañilería	Edificaciones de albañilería con entre 1 y 4 niveles, utilizando un sistema estructural de albañilería, ya sea confinada o no, y con un diafragma (techo) rígido. Estas construcciones suelen ser informales y se encuentran en áreas designadas para uso residencial en su entorno.
Edificio de adobe	Viviendas construidas con adobe, por lo general de carácter antiguo o catalogadas como monumentos históricos, que presentan techos con gran altura entre entresuelos y estructuras de viguetas de madera. Estas edificaciones se ubican en áreas monumentales dentro de su entorno.
Edificio de adobe y quincha	Residencias construidas con adobe y quincha, destinadas principalmente a fines residenciales y con frecuencia en un estado de deterioro significativo, ocupadas por arrendatarios en condiciones precarias. Estas viviendas se sitúan en las áreas más densamente pobladas dentro de su entorno.
Construcción industrial	Edificaciones de carácter industrial o destinadas a funciones de almacenamiento, caracterizadas por su estructura de acero o albañilería y una cubierta liviana. Estas construcciones suelen ser modernas y poseen amplias luces. Se encuentran ubicadas en la zona comercial dentro de su entorno.
Edificio de concreto armado	Un edificio de concreto armado destinado a uso comercial, no residencial o institucional, que comúnmente se caracteriza por su estructura de columnas, muros y vigas de concreto armado. Estas edificaciones se ubican en las zonas comerciales dentro de su entorno.
Estructura de madera	Una estructura de madera de uno o dos pisos, que suele ser de carácter antiguo o está catalogada como un monumento histórico. El estado de conservación puede variar. Estas construcciones se encuentran en la zona monumental dentro de su entorno.
No tecnificado	Edificaciones no tecnificadas construidas con materiales de baja calidad o precarios. Estas construcciones se ubican en la margen derecha del río Rímac.

Nota. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2016)

Clasificación de las edificaciones según su uso. MVCS (2023) de la revisión del Reglamento Nacional de Construcciones (RNC), las edificaciones se clasifican de acuerdo a grupos; siendo las siguientes:

Grupo A. Edificaciones que albergan infraestructuras críticas para el funcionamiento vital, en situaciones de emergencia, o cuya eventual falla podría resultar en considerables pérdidas tanto humanas como económicas, y/o que tienen una prolongada vida útil, abarcando, aunque no de manera restrictiva.

Grupo B. Edificaciones de uso público o privado, tales como, aunque no limitadas a:

Residencias, complejos de apartamentos, estructuras de oficinas y hoteles, entidades bancarias, restaurantes, cines y teatros, instalaciones industriales, almacenes y depósitos, así como cualquier construcción cuyo colapso pudiera representar una amenaza para aquellas pertenecientes a este conjunto o al grupo A.

Grupo C. Se refiere a construcciones que no pertenecen a las categorías anteriores, es decir, que no están destinadas a la vivienda o al uso público, y cuyo colapso no representaría un riesgo para otras edificaciones de los dos primeros grupos.

Coefficiente de uso. De acuerdo a la anterior clasificación de establecer un coeficiente de uso a conforme la tabla siguiente (Tabla 5).

Tabla 5

Coefficientes de uso

Grupo	
A	1.25
B	1.00

Nota. RND (2023)

Las edificaciones del grupo C no requieren análisis sísmico.

2.1.2. Bases teóricas de la variable Riesgos Sísmico

Definición de riesgo de desastres. Es un evento peligroso, como terremoto, inundación, tormenta, incendio forestal u otro desastre provocado por el ser humano, ocurra y haga daño a humanos, propiedades, medio o la sociedad en general (CENEPRED, 2020).

Definición de riesgo sísmico. Hace referencia a que probablemente ocurra un terremoto en un determinado sector y a las consecuencias negativas que este terremoto podría tener en términos de daños a edificios, infraestructura, propiedades y, lo más importante, la seguridad y la vida de las personas. El riesgo sísmico se basa en la evaluación de factores como la actividad sísmica pasada, la ubicación de fallas geológicas, la vulnerabilidad de las estructuras y la densidad de población en la zona afectada (CENEPRED, 2020).

Análisis del riesgo. Es un proceso sistemático que se utiliza para evaluar y comprender los posibles peligros o amenazas, así como sus consecuencias, y determinar la probabilidad de que ocurran. El objetivo principal del análisis del riesgo es identificar y cuantificar los riesgos asociados con un evento, actividad o situación específica.

En este proceso, se consideran factores como la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y las posibles consecuencias adversas que podría tener, incluyendo daños a personas, propiedades, medio ambiente o cualquier otro elemento de interés. A menudo, el análisis del riesgo se utiliza para priorizar los riesgos y ayudar en la toma de decisiones, ya sea para mitigar los riesgos, implementar medidas de prevención o preparación, o tomar decisiones informadas sobre la gestión de riesgos (CENEPRED, 2020).

Evaluación del riesgo. (INDECI, 2016) señaló que, se trata de un proceso metódico que abarca la identificación, análisis y evaluación de los riesgos relacionados con un evento, actividad, proyecto o situación particular. El propósito de este proceso es entender a fondo los riesgos y sus posibles impactos, así como tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar o mitigar esos riesgos de manera efectiva. Esto implica:

Identificar los peligros naturales y/o tecnológicos presentes.

Analizar las condiciones de vulnerabilidad de las personas e infraestructuras.

Calcular el riesgo esperado, teniendo en cuenta las probabilidades de ocurrencia de daños, incluyendo pérdidas humanas y de infraestructura.

Hay que destacar la Importancia de la Estimación del Riesgo: Su relevancia radica en la capacidad para cuantificar los niveles de daño, así como los costos sociales y económicos asociados con un núcleo poblacional o una región geográfica ante la presencia de una amenaza latente. Este proceso de cuantificación resulta esencial para comprender la magnitud de los posibles perjuicios y los gastos involucrados (CENEPRED, 2020).

Es una seguridad para la inversión en proyectos de desarrollo.

Facilita la implementación de medidas preventivas y mitigación/reducción de desastres.

Representa un componente fundamental para la concepción e implementación de acciones preventivas particulares, tales como la instrucción y concienciación de la población con respecto a una respuesta efectiva en situaciones de emergencia, fomentando al mismo tiempo una mentalidad orientada hacia la prevención.

Facilita la optimización de los RRHH y financieros disponibles para la prevención y gestión de desastres, permitiendo una asignación más eficiente y efectiva de estos recursos.

Cálculo del riesgo. El riesgo se define como la evaluación anticipada de las posibles pérdidas de vidas y daños a la propiedad, bienes materiales y la economía durante un periodo específico en una región determinada. Después de identificar los peligros (P) a los que se expone la zona de estudio y llevar a cabo los análisis de vulnerabilidad (V), se procede a la evaluación combinada para calcular el riesgo. Esto implica estimar la probabilidad de pérdidas y daños anticipados, los cuales podrían afectar a personas, bienes materiales y recursos económicos en caso de que ocurra un fenómeno, ya sea de origen natural o tecnológico (CENEPRED, 2020).

El cálculo de riesgo corresponde a una combinación de datos tanto de Peligro como de Vulnerabilidad y se representa en la siguiente fórmula:

$$R = f(P, V)$$

Determinación de los niveles de riesgo. Es el proceso de cuantificar y categorizar los riesgos identificados en una evaluación del riesgo. Implica asignar valores numéricos o categorías a los riesgos con el fin de comprender mejor su importancia y gravedad relativa. Este proceso es fundamental para priorizar los riesgos y tomar decisiones informadas sobre cómo abordarlos.

La determinación de los niveles de riesgo generalmente incluye los siguientes pasos:

Cuantificación del riesgo: En este paso, se asignan valores numéricos a los riesgos en función de su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial en términos de consecuencias adversas. Esto puede implicar el uso de escalas, porcentajes o valores absolutos.

Categorización de riesgos: Una vez que se han asignado los valores, los riesgos se categorizan en diferentes niveles o clases. Estas categorías pueden variar según la metodología utilizada, pero comúnmente incluyen categorías como "muy alto", "alto", "moderado" y "bajo".

Priorización: Con los riesgos categorizados, se pueden priorizar según su nivel de riesgo. Los riesgos de nivel "muy alto" o "alto" generalmente requieren una atención inmediata y medidas de mitigación, mientras que los riesgos de nivel "moderado" y "bajo" pueden requerir una gestión menos intensiva (INDECI, 2019) (Tablas 6 y 7).

Tabla 6

Niveles de riesgos

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Nota. INDECI (2019)

Tabla 7*Leyenda*

	Riesgo Bajo (< de 25%)
	Riesgo Medio (26% al 50%)
	Riesgo Alto (51% al 75%)
	Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

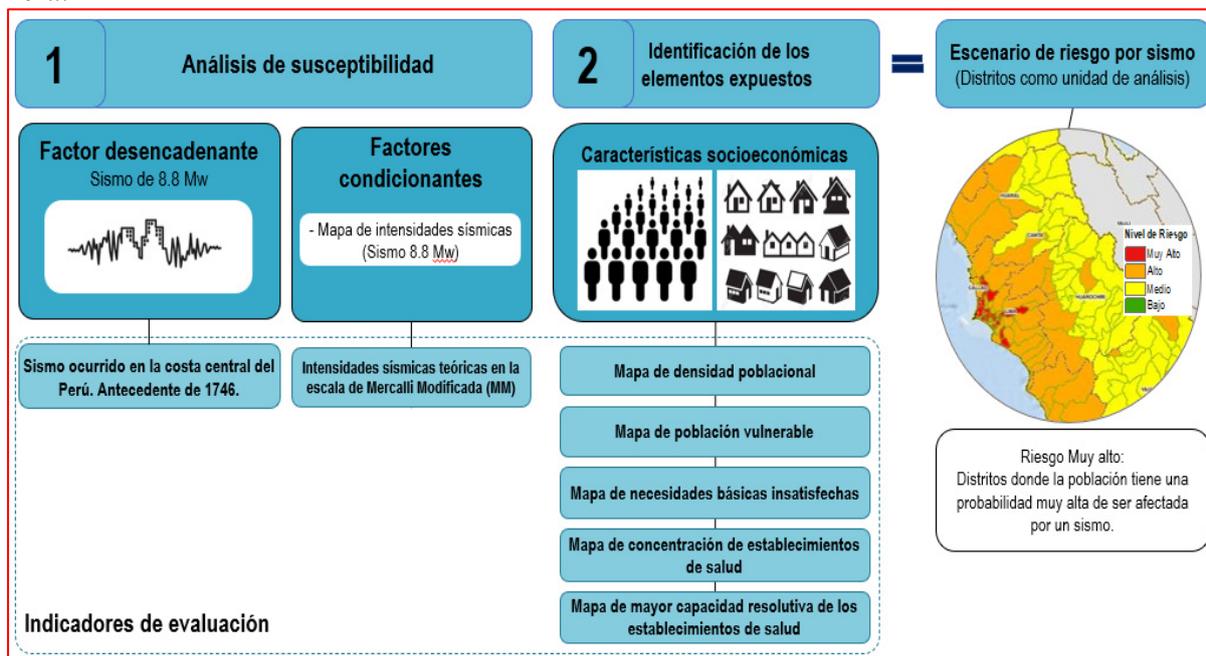
Nota. INDECI (2019)

Escenarios de riesgos Se refieren a descripciones detalladas y plausibles de situaciones o eventos futuros en los que los riesgos identificados pueden materializarse. Estos escenarios son una parte integral de la gestión de riesgos y se utilizan para comprender mejor cómo los riesgos pueden afectar a una organización, proyecto o situación (CENEPRED, 2020).

- La descripción del riesgo: Se especifica cuál es el riesgo en cuestión, incluyendo su naturaleza y causa potencial.
- La probabilidad de ocurrencia: Se evalúa la probabilidad de que el riesgo se materialice en un escenario particular.
- Las consecuencias: Se describen las posibles consecuencias o impactos que resultarían si el riesgo se concretara.
- Las acciones de respuesta: Se identifican las medidas o acciones que se tomarían en caso de que el riesgo se materialice.

Figura 1

Esquema metodológico del escenario de riesgo por sismo de gran magnitud en la costa central del Perú.



Nota. CENEPRED (2020)

Sectores críticos de riesgo. A partir del mapa de riesgos se analizan los sectores de riesgo más importantes, que generan un nivel de riesgo muy alto y elevado. Se busca homogeneizar espacios con condiciones de riesgo similares para que en cada espacio y según criterios específicos se sistematicen acciones técnicas y/o específicas encaminadas a mitigar los efectos de inundaciones o terremotos (Pareja, 2022).

El riesgo urbano. Toda ciudad es el escenario para el incremento del riesgo, por su dinámica que contribuye a conformar las condiciones de inseguridad (Ochoa y Serrano, 2019).

Estas ciudades comparten características comunes, como una gran población que vive en condiciones de pobreza e indigencia, la expansión ilegal de las zonas urbanas a través de la creación de áreas marginales, la segregación socio espacial y procesos significativos de degradación ambiental (INDECI, 2018).

Identificación del peligro, asociado al nivel de riesgo. Es el proceso de identificar y reconocer fuentes específicas de riesgos o amenazas que podrían dar lugar a situaciones adversas o daños. Esta etapa es fundamental en la evaluación y gestión de riesgos, ya que antes de poder evaluar un riesgo, se debe identificar claramente cuáles son los peligros potenciales involucrados. Una vez determinado el cálculo de riesgo, se puede estimar el total de daños o los impactos ante la ocurrencia de los peligros (Tabla 8).

Tabla 8

Estimación de daños e impactos identificados

Nivel de riesgo	Peligros concurrentes	Viviendas		Estructura y equipamiento	
		Número	Impactos o daños	Tipo	Impactos o daños
Riesgo muy alto					
Riesgo Alto					
Riesgo bajo					

Nota. Tomado del Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción (MVCS, 2016)

Identificación y caracterización de los elementos en riesgos. En cada nivel de riesgo, es esencial identificar, describir y cuantificar los elementos en situación de riesgo, en este caso:

Residencias: Es necesario considerar el material principal de construcción, la cantidad de pisos, el estado de conservación, la antigüedad de la edificación, el tipo de tenencia de la propiedad y la posesión del título de propiedad (MVCS, 2016).

Equipamientos urbanos: Educación, salud y áreas recreativas.

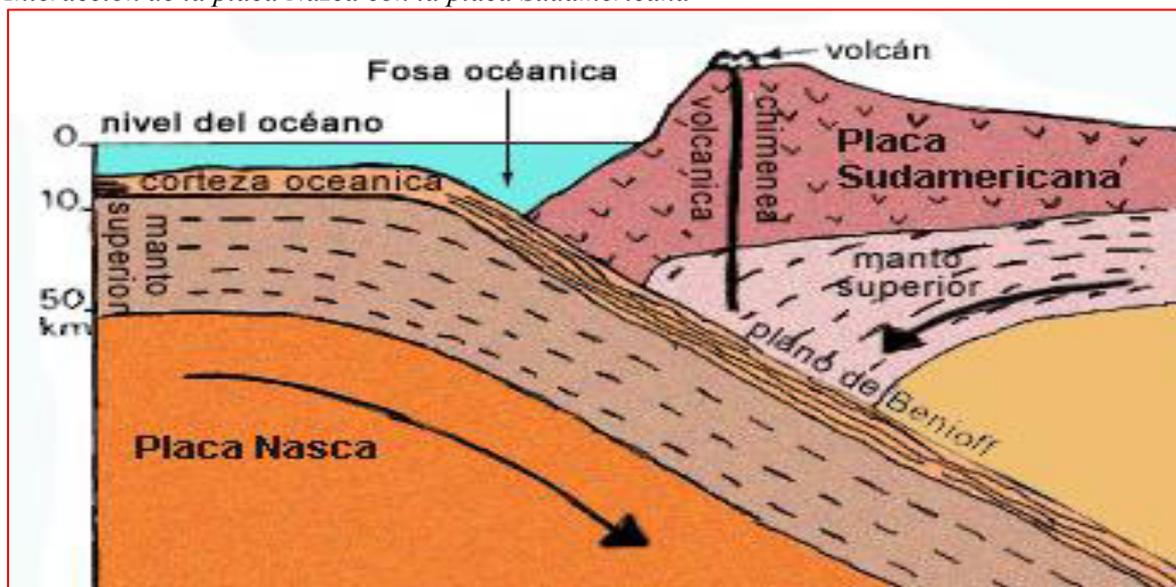
- **Respecto a la infraestructura educativa,** se recopila información acerca de las instituciones educativas ubicadas en la zona considerada de riesgo alto y muy alto. Es esencial conocer el nombre y/o número para su identificación, así como su categoría y nivel educativo, ya sea centro inicial, primaria, secundaria o superior, incluyendo academias.

- **En cuanto a la infraestructura de salud**, se busca obtener datos de las áreas señaladas como de alto y muy alto riesgo. Se identifican el nombre y la categoría del centro de salud, que puede variar entre hospitales, centros de salud o puestos de salud.
- **Áreas recreativas**. Se identifican áreas recreativas como parques, plazas, campos deportivos, etc. de debe estimar el área total en m² / Ha, de las áreas recreativas que se encuentran en el área de estudio considerando de alto y muy alto riesgo.
- **Comisarias, cuerpos de bomberos, otros**. De deben de identificar cada uno de ellos en la zona (MVCS, 2016).

Los sismos. Tienen su origen en la liberación de energía acumulada, ocasionada por el desplazamiento de materiales terrestres en diversas direcciones. Esta energía se propaga en forma de ondas, surgiendo de la inestabilidad generada por el movimiento entre placas tectónicas, como resultado de fenómenos como actividad volcánica, deslizamientos de tierra, hundimientos, variaciones naturales e intervenciones humanas (Russell, 2010) (Figura 2).

Figura 2

Interacción de la placa Nazca con la placa Sudamericana



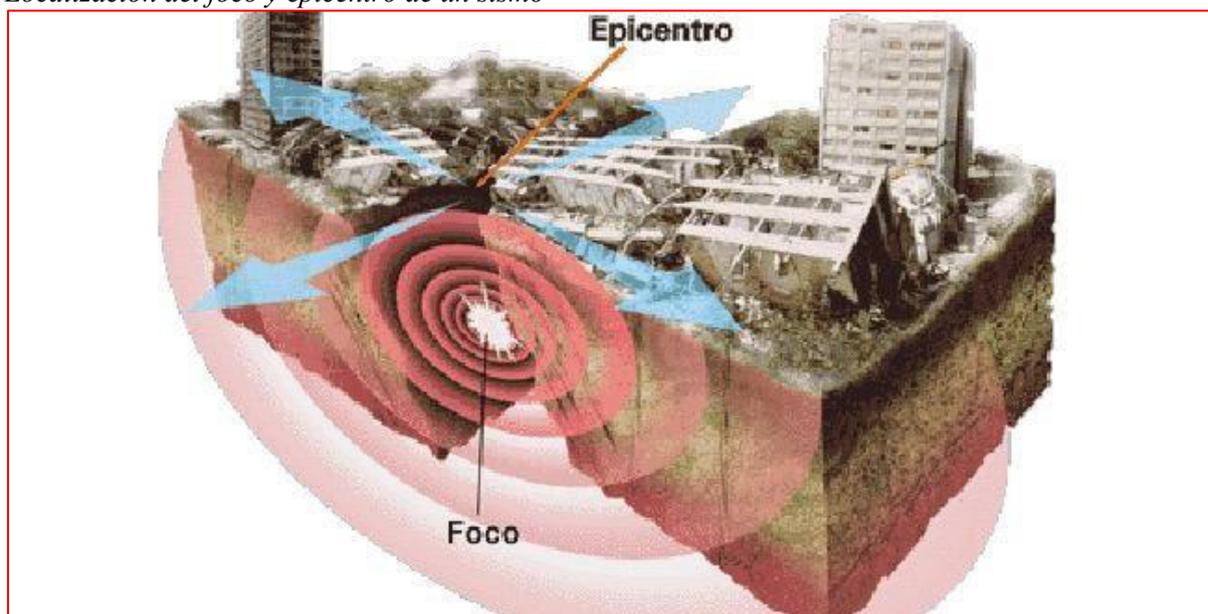
Nota. Tomado de Paredes (2011)

Amenaza sísmica. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de terremotos en una determinada región geográfica durante un período de tiempo específico. Esta amenaza se basa en la actividad sísmica pasada y presente de la zona y se utiliza para evaluar el riesgo de terremotos en esa área (Chávez y Bojórquez, 2016).

Medición de los sismos. Este proceso consiste en cuantificar y registrar parámetros de un terremoto, como magnitud, ubicación, profundidad y duración, con el fin de entender sus propiedades. Estas mediciones son esenciales para el estudio de la sismología y para evaluar los posibles efectos de los terremotos en áreas específicas (Chávez y Bojórquez, 2016).

Figura 3

Localización del foco y epicentro de un sismo



Nota. Tomado de Paredes (2011)

Clasificación de los sismos según su magnitud. Sirve para cuantificar y categorizar la intensidad de los terremotos. La magnitud de un sismo es una medida de la cantidad de energía liberada. Existen varios sistemas de clasificación de magnitud, siendo el más conocido y ampliamente utilizado la Escala de Richter. Sin embargo, también se emplean otras escalas como la Escala de Magnitud de Momento (M_w) y la Escala de Magnitud de Energía.

La Escala de Richter es una escala logarítmica que asigna un número único al terremoto, denominado "magnitud de Richter". Cada unidad en la escala representa un aumento de diez veces en la amplitud de las ondas sísmicas y un aumento de aproximadamente 31.6 veces en la energía liberada. Por ejemplo, un terremoto con magnitud 7 en la Escala de Richter es diez veces más grande en términos de energía que un terremoto con magnitud 6. (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2023). La magnitud de un terremoto puede ser inferior a 2.0 y superior a 9.0:

- Magnitud menor de 2.0: Microsismo.
- De 2.0 a 2.9: Terremoto menor.
- De 3.0 a 3.9: Terremoto menor.
- De 4.0 a 4.9: Terremoto ligero.
- De 5.0 a 5.9: Terremoto moderado.
- De 6.0 a 6.9: Terremoto fuerte.
- De 7.0 a 7.9: Terremoto mayor.
- De 8.0 a 8.9: Gran terremoto.
- De 9.0 a 9.9: Gran terremoto.

Medidas de prevención y mitigación de riesgos. Son acciones y estrategias que se implementan para reducir la probabilidad de que ocurran daños (riesgos) o de minimizar sus efectos negativos en caso de que se materialicen. Estas medidas son fundamentales en la gestión de riesgos y la seguridad en diversos ámbitos, incluyendo la seguridad pública, la gestión de desastres, la salud y la seguridad en el trabajo, entre otros (CENEPRED, 2020).

¿Qué es la prevención? Es un conjunto de acciones y estrategias diseñadas para evitar que ocurran eventos adversos o para reducir la probabilidad de que ocurran, con el fin de evitar daños, lesiones o pérdidas. La prevención se enfoca en tomar medidas proactivas para prevenir riesgos y promover la seguridad y la salud.

¿Qué es la mitigación? Se refiere a las acciones y estrategias destinadas a reducir o minimizar los efectos adversos de eventos o situaciones riesgosas que ya han ocurrido o que son inevitables. La mitigación se concentra en limitar los daños, reducir las consecuencias negativas y promover la recuperación tras la materialización de un riesgo.

La prevención y mitigación comienzan por:

- Conocer las amenazas y riesgos expuestos en nuestra comunidad.
- Reunirnos con la familia y hacer planes para reducir las amenazas y riesgos.
- Realizar lo que planeamos para reducir nuestra vulnerabilidad.
- No es suficiente hablar sobre el tema, hay que tomar acciones (CENEPRED, 2020).

Qué hacer ante un sismo. Los sismos son oscilaciones sísmicas que se generan en las capas internas de la Tierra y se desplazan en forma de ondas. Su origen se atribuye a los movimientos de las placas tectónicas, que al chocar entre sí provocan estos fenómenos. Dada la ubicación geográfica del Perú en el "Círculo de Fuego del Océano Pacífico", una región que alberga el 85% de la actividad sísmica mundial, es fundamental tener en cuenta ciertos consejos y precauciones en caso de un temblor o terremoto (Instituto Geofísico del Perú-IGP, 2023) recomienda lo siguiente (Figura 4) (Tabla 9).

Figura 4

Qué hacer ante un sismo



Nota. Extraído de IGP (2023)

Tabla 9

Qué hacer ante un sismo

Antes del sismo	<ol style="list-style-type: none"> 1. En su hogar, determine los objetos que puedan convertirse en un peligro durante un terremoto, como, por ejemplo, cuadros, espejos, lámparas, macetas colgantes, etc. y reubíquelos o asegúrelos de manera que no puedan caerle encima de ocurrir un sismo. 2. Practique simulacros de terremoto. Con anticipación, cada miembro de su familia, oficina o escuela debería saber dónde colocarse en caso de sismo; por ejemplo, debajo de un escritorio o una mesa fuerte. 3. Conozca dónde y cómo cerrar el paso de la electricidad, el gas y el agua en los interruptores y tomas principales. 4. Acuerde un teléfono de contacto fuera de la ciudad al cual los miembros de su familia puedan llamar para hacerles saber a los demás que están bien. 5. Mantenga una reserva de alimentos no perecibles y agua potable para al menos 3 días.
Durante el sismo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¡Échese al piso, cúbrase y agárrese! Dé solo los pasos que le permitan colocarse debajo de un lugar seguro, como un escritorio o una mesa resistente. Una vez allí agárrese con ambas manos de una pata. 2. Manténgase alejado de ventanas, vidrios, espejos, puertas exteriores o paredes y de todo lo que pueda caerle como lámparas y muebles. 3. Si no hay una mesa o escritorio cerca de usted, cúbrase la cara y la cabeza con sus brazos y agáchese lejos de ventanas y estanterías. 4. Si usted está en la calle, aléjese los postes y los cables eléctricos. Un edificio.
Después del sismo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si queda atrapado en los escombros: <ul style="list-style-type: none"> • No encienda fuego. • Trate de no moverse ni levantar polvo. • Cúbrase la boca con un pañuelo o con su ropa. • Dé golpes en un tubo o la pared para que los rescatadores puedan encontrarlo. Use un pito, si tiene uno. Grite sólo como último recurso, ya que al hacerlo podría tragar cantidades peligrosas de polvo. 2. Sepa que después de un terremoto, vendrán réplicas. Si el lugar donde se encontraba fue afectado por el primer temblor, evite volver a él. Estas réplicas por lo general son menos violentas que el terremoto principal, pero suficientemente fuertes para causar daños adicionales a estructuras debilitadas. 3. Verifique si hay lesiones. No intente mover a las personas que estén seriamente lesionadas, a menos que estén en peligro inmediato de muerte o nuevas lesiones. Si tiene que mover a una persona inconsciente, estabilice primero el cuello y la espalda, y luego pida ayuda inmediatamente. Si la víctima no está respirando, coloque cuidadosamente a la víctima en posición para administrar resucitación de boca a boca. 4. Mantenga la temperatura del cuerpo de la persona lesionada con una frazada, pero asegúrese de que no se caliente demasiado. 5. Nunca dé líquidos a una persona inconsciente. 6. Si la luz se corta, use linternas de batería. No use velas ni fósforos en el interior después de un terremoto, ya que puede haber fugas de gas. 7. Inspeccione su hogar para ver si hay daños estructurales. Si tiene dudas acerca de la seguridad, haga que un ingeniero civil inspeccione su casa antes de regresar. 8. Limpie el suelo de medicinas, blanqueadores, gasolina y otros líquidos inflamables derramados. Si se detectan vapores de gasolina y el edificio no está bien ventilado, salga inmediatamente. Si siente olor a gas o escucha un sonido de silbido o soplido, abra una ventana y salga. 9. Corte la corriente eléctrica, si sabe o sospecha que hay daños. Cierre el suministro de agua en la toma principal si las tuberías de agua están dañadas. No baje el agua de los inodoros hasta que sepa que el alcantarillado está en buenas condiciones. 10. Abra los gabinetes con cuidado, ya que los objetos pueden caer de los estantes.

Nota. Extraído del portal del IGP <http://www.igp.gob.pe> (2023)

2.2. Marco legal

En la siguiente tabla se hace referencia a las diferentes normas legales vigentes en materia de gestión de riesgos de desastres, como la Ley N°29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD; y el reglamento de reasentamiento poblacionales para zonas de alto riesgo no mitigable; con 2 órganos técnicos: 1) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción al Riesgo de Desastres (CENEPRED) y 2) Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Otras de las normas señaladas están las medidas para fortalecer la planificación y operatividad del Sistema Nacional de gestión de riesgo de desastres, mediante la transferencia de funciones al M. Defensa, a través del INDECI; se modifica el Reglamento de la Ley N°29664, que crea el SINAGERD y el Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones; y, los Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en GRD, de las entidades del Estado (Tabla 10).

Tabla 10

Marco legal para la gestión de riesgos de desastres

N°	Ley/DL	Descripción
01	Decreto Supremo N°048-2011-PCM,	Aprueba el Reglamento de la Ley N°29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD.
02	Ley N°29664	Creación del SINAGER
03	Ley N°29869	Ley del Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
04	Decreto Supremo N°111-2012-PCM	aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
05	Ley N°29930,	Ley que incorpora al Ministro de Desarrollo e Inclusión Social en el Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
06	Decreto Supremo N°034-2014-PCM	aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021
07	Decreto Supremo N°018-2017-PCM	Aprueba medidas para fortalecer la planificación y operatividad del Sistema Nacional de GRd, mediante la transferencia de funciones al M. Defensa, a través del INDECI.
08	Decreto Supremo N°021- 2017-PCM	Aprueba el Reglamento que establece disposiciones para la conducción y la participación multisectorial de entidades el Estado en la GRd, para la atención de emergencias. .

09	Decreto Supremo N°057-2017-PCM	Modifican Reglamento de la Ley N°29664, que crea el SINAGERD.
10	Resolución Jefatural N°079-2017-CENEPRED/J	Aprobó el “Manual para la Evaluación del Riesgo por Tsunamis.
11	Decreto Supremo N°115 – 2013 – PCM	D.S. Aprueba el reglamento de la Ley N°29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
12	Decreto Supremo N°058 – 2014 – PCM	Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones.
13	Resolución Ministerial N°147-2016-PCM	Aprobación de los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción.
14	Resolución Ministerial N°222-2013-PCM	Aprobación de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
15	Resolución Ministerial N°220-2013-PCM.	Aprobación de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
16	Resolución Ministerial N°046-2013-PCM	Aprueban Directiva “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en GRd, de las entidades del Estado.
17	Resolución Ministerial N°334-2012-PCM	Aprobación de los lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres.

Nota. Revisión del diario El Peruano (2022)

2.3. Diccionario de términos

Desastre

Un desastre se define como un evento que causa daños significativos, incluyendo pérdidas humanas, materiales o económicas, y que supera la capacidad de respuesta de una comunidad u organización. Estos eventos pueden ser provocados por fenómenos naturales, como terremotos, inundaciones, incendios forestales o huracanes, así como por factores humanos, como accidentes industriales, conflictos armados o crisis de salud pública. La magnitud y complejidad de los desastres exigen respuestas coordinadas y efectivas para reducir sus impactos. La clave para que algo se considere un desastre es la magnitud de sus efectos y la incapacidad de la comunidad o entidad para enfrentarlos sin ayuda externa (INDECI, 2017).

Escenario de riesgo

Es una descripción detallada de una situación hipotética en la cual un riesgo o amenaza identificados se materializa. Estos escenarios se utilizan para evaluar cómo los riesgos pueden afectar a una organización, comunidad o sistema, y para planificar respuestas y medidas de prevención, mitigación o recuperación. Un escenario de riesgo incluye información sobre la naturaleza del riesgo, las circunstancias que rodean su ocurrencia, la magnitud de sus efectos, las posibles consecuencias y las acciones necesarias para responder a él (INDECI, 2017).

Edificación

Una edificación es una estructura construida para diversos fines, como vivienda, comercio, oficinas, almacenamiento o recreación. Estas construcciones pueden variar en tamaño y propósito, desde pequeñas casas unifamiliares hasta rascacielos, y están diseñadas para satisfacer diversas necesidades humanas. Las edificaciones pueden ser residenciales, comerciales, industriales o institucionales, y su diseño y construcción siguen normas y regulaciones específicas para garantizar la seguridad de las personas y la integridad de la estructura (El Peruano, 2023).

Peligro o amenaza

Se refiere a una fuente, situación, evento o circunstancia que tiene el potencial de causar daño, perjuicio, lesiones o pérdidas (INDECI, 2017).

Riesgo

Es la probabilidad de que ocurra un evento dañino o adverso y a las posibles consecuencias negativas que resultarían de dicho evento. Los riesgos son inherentes a muchas actividades, situaciones y entornos, y pueden variar en su magnitud y gravedad (INDECI, 2017).

Riesgo sísmico

Se refiere al riesgo asociado a los terremotos o sismos. Implica la probabilidad de que ocurra un terremoto en una determinada región geográfica y las posibles consecuencias adversas que resultarían de ese terremoto (CENEPRED, 2020).

Resiliencia

Es la capacidad de una persona, comunidad, organización o sistema para resistir, adaptarse y recuperarse de adversidades, desafíos, traumas, crisis o situaciones estresantes. La resiliencia implica la capacidad de mantener el funcionamiento adecuado y, en muchos casos, incluso fortalecerse a pesar de la presión o las circunstancias difíciles (INDECI, 2017).

Sismo

Es un término utilizado para referirse a un temblor o movimiento brusco de la Tierra, generalmente causado por la liberación repentina de energía acumulada en la corteza terrestre. Los sismos son fenómenos naturales que pueden variar en magnitud y pueden tener efectos que van desde leves vibraciones hasta movimientos sísmicos graves (INDECI, 2019).

Vulnerabilidad

Se refiere a la susceptibilidad o debilidad de una persona, comunidad, organización o sistema a sufrir daños, adversidades o riesgos, especialmente en situaciones de riesgo o crisis. La vulnerabilidad está relacionada con la incapacidad de resistir, adaptarse o recuperarse de manera efectiva cuando se enfrentan a amenazas o peligros (INDECI, 2017).

Vivienda en riesgo.

Se refiere a una vivienda que se encuentra en una ubicación o en una condición que la expone a riesgos significativos. Estos riesgos pueden ser de diversas naturalezas, como riesgos naturales (por ejemplo, inundaciones, terremotos, incendios forestales) o riesgos relacionados con la seguridad y la salud (por ejemplo, contaminación del aire o del agua, condiciones de construcción deficientes) (INDECI, 2019).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Tipo

Según la variable, la investigación fue **Descriptiva**, Gallardo (2017) indica que gran parte de la literatura y la investigación en el ámbito social se limita a este enfoque. Principalmente, se centra en la descripción de un fenómeno o situación específica, resaltando sus características más distintivas o diferenciadoras; es por ello por lo que, se describirán y analizarán las características de la población, el marco normativo, la evolución demográfica, la percepción de la población respecto a las variables vulnerabilidad y riesgo sísmico.

El análisis de vulnerabilidad fue determinado mediante la identificación de las variables como: material predominante de la construcción, alturas y estado de conservación.

Se abordó la problemática a través de la formulación de marcos teóricos, contrastándolos con la información recopilada en el campo. Asimismo, se llevó a cabo un diagnóstico y análisis situacional de las características fundamentales de las edificaciones para asegurar una interpretación precisa. En este contexto, se eligió medir el estudio mediante la realización de trabajos de campo y la revisión de documentación cartográfica.

La investigación fue **Observacional**. Gallardo (2017) indica que, “en este contexto, el investigador no interviene; los datos reflejan la evolución natural de los eventos, independientemente de la voluntad del investigador.”. No se intervino, los datos que se recogieron en la urbanización Santa Luzmila y las instituciones públicas y privadas, se tomaron en su desarrollo natural, donde se analizó las causas de la vulnerabilidad sísmica y sus impactos que se dieron en la zona urbana de la urbanización Santa Luzmila.

Dependiendo de cuántas veces se registre la variable. Fue **Transversal**. Gallardo (2017) indica, “todas las variables se registran en un único momento; por lo tanto, al realizar comparaciones, se refiere a muestras independientes”.

Debido a que las mediciones de las variables de vulnerabilidad y riesgo sísmico se realizaron en un único momento (en términos de temporalidad, la fecha en que se recopiló la información de campo mediante la técnica de observación), fue posible comparar las muestras de manera independiente.

Nivel

De otro lado fue **Explicativa**. En este sentido, Gallardo (2017) destacó que esta perspectiva se enfoca en la explicación de por qué se produce un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, así como en las relaciones entre dos o más variables. Aunque guarda una estrecha relación con la investigación descriptiva, proporciona información adicional acerca del objeto observado y sus interacciones con el entorno.

Explicó mediante la variable independiente vulnerabilidad, que se convirtió en la causa; y sus impactos o consecuencias, se vieron reflejados en los riesgos sísmicos, en la urbanización Santa Luzmila. O también, porque, la causa de la vulnerabilidad, se evidenció por no implementar medidas de mitigación y prevención de riesgo en edificaciones.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito temporal

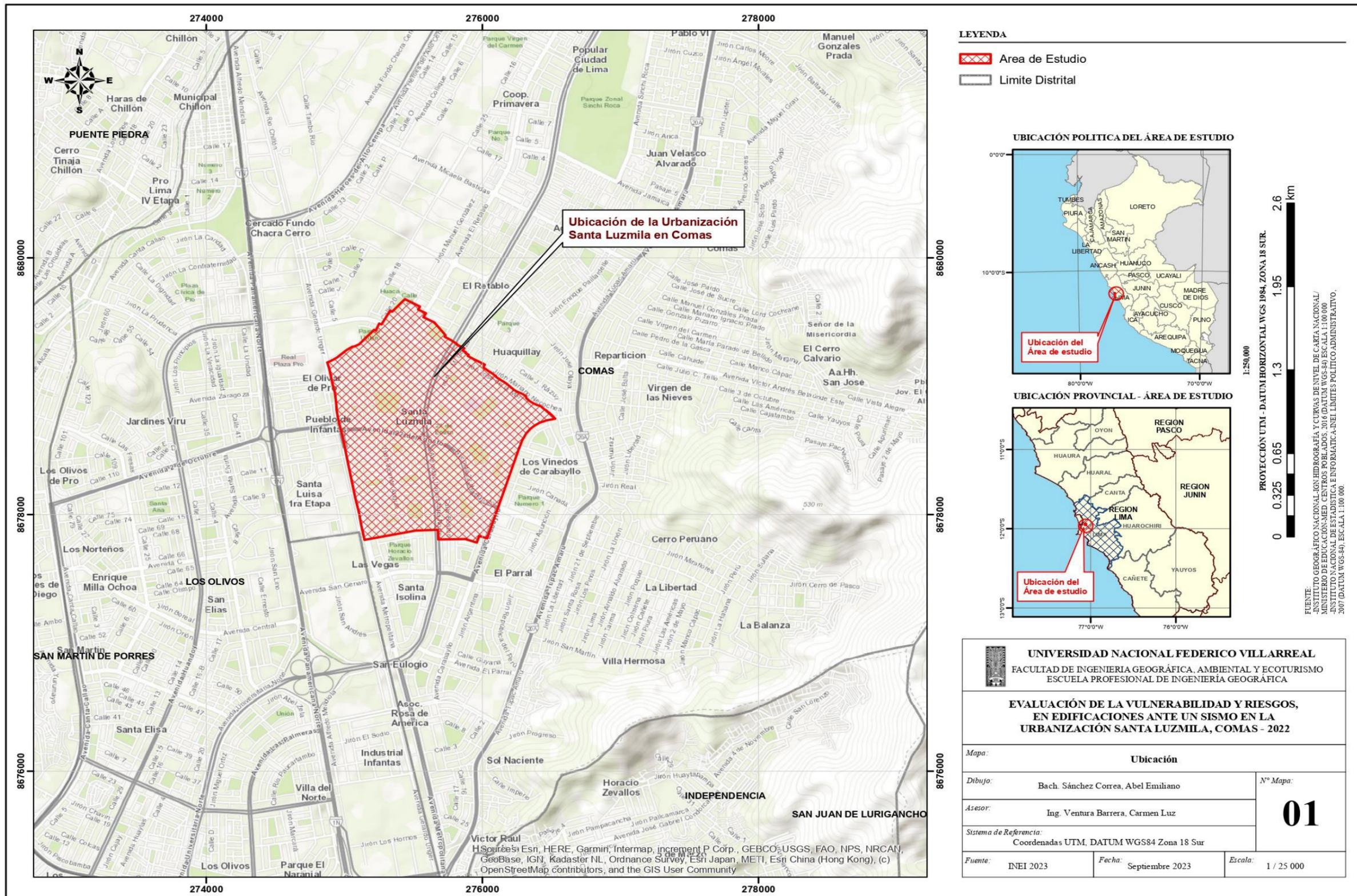
Se realizó entre 2022-2023.

Ámbito espacial

Se realizó en la urbanización Santa Luzmila, perteneciente al distrito de Comas, de la provincia de Lima Metropolitana (Figura 5).

Figura 5

Mapa de Ubicación de la Urbanización Santa Luzmila – Comas



3.3. Variables

Variable independiente V(x)

Gallardo (2017) señaló que, “es la que representa los tratamientos o condiciones que el investigador controla para probar sus efectos sobre algún resultado.

$$V(x) = \text{Vulnerabilidad.....(1)}$$

Definición conceptual. La vulnerabilidad abarca las condiciones ambientales, sociales, económicas, políticas y educativas que determinan el nivel de exposición de una comunidad a un desastre. Esto puede deberse tanto a condiciones inseguras preexistentes como a la capacidad de la comunidad para responder y recuperarse de eventos adversos. La evaluación de la vulnerabilidad es esencial para comprender y abordar de manera efectiva los riesgos asociados a desastres naturales o provocados por el ser humano. No puede haber vulnerabilidad sin amenazas, ni amenazas sin vulnerabilidad. En este sentido, la vulnerabilidad se incrementa cuando la población no tiene un conocimiento adecuado de las amenazas o peligros a los que está expuesta (INDECI, 2017).

Definición operacional. La medición de la variable fue realizada con la las fichas de trabajo en campo, solicitando datos a los propietarios y/o residentes de las viviendas que se ubican en la urbanización Santa Luzmila, distrito de Comas; que incluyeron ítems relacionados con niveles de vulnerabilidad, exposición al desastre, estimación de la amenaza y los parámetros de las viviendas; cuya valoración de cada uno de los indicadores de las dimensiones señaladas, se determinó sobre la base de los parámetros definidos en el marco de la metodología para analizar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de las edificaciones en entornos urbanos.

Variable dependiente V(y)

Gallardo (2017) señaló que, “es la que refleja los resultados de un estudio de investigación. Es la variable que el investigador desea explicar”.

$$V(y) = \text{Riesgo sísmico..... (2)}$$

Definición conceptual. El riesgo sísmico se vincula con los desplazamientos del suelo y los impactos generados por dichos movimientos en la población humana y otros recursos situados en las áreas afectadas por los sistemas de fallas geológicas activas presentes (CENEPRED, 2020). Este riesgo también guarda relación con los movimientos del suelo y sus consecuencias sobre la población y demás recursos en las zonas de influencia de los sistemas de fallas geológicas activas existentes (CENEPRED, 2020).

Definición operacional. La medición de la variable fue realizada con las fichas de trabajo en campo, solicitando datos a los propietarios y/o residentes de las viviendas que se ubican en la urbanización Santa Luzmila, distrito de Comas; que incluyen ítems relacionados con los escenarios de riesgo sísmico, sectores críticos, nivel de peligros y las medidas de mitigación y prevención; cuya valoración de cada uno de los indicadores de las dimensiones señaladas, se determinó sobre la base de los parámetros definidos en la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante sismos de las edificaciones en centros urbanos.

Operacionalización de variables

Se tienen las siguientes (Tablas 11 y 12).

Tabla 11

Operacionalización de la variable Vulnerabilidad $V(x)$

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V(x): VULNERABILIDAD	Conjunto de condiciones ambientales, sociales, económicas, políticas y educativas que hacen que una comunidad esté más o menos expuesta a un desastre, sea por las condiciones inseguras existentes o por su capacidad para responder o recuperarse ante tales desastres. No existe vulnerabilidad sin amenazas, ni amenazas sin vulnerabilidad. Así, la vulnerabilidad es mayor si la población no conoce bien sus amenazas/peligros (INDECI, 2017).	La medición de la variable vulnerabilidad, será medida con la entrevista y las fichas de trabajo en campo, solicitando datos a los propietarios y residentes de las viviendas seleccionadas, que se ubican en la urbanización Santa Luzmila, distrito de Comas; y, que incluyen los ítems relacionados con los niveles de vulnerabilidad, la exposición al desastre, estimación de la amenaza y los parámetros físicos de las viviendas; cuya valoración de cada uno de los indicadores de las dimensiones señaladas, se determinará mediante la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos (Centro de Estudios y Prevención de Desastres [PREDES], 2008).	Niveles	Muy alto Alto Medio Bajo
			Exposición al desastre	Física Susceptibilidad Fragilidad Resiliencia Probabilidad de ocurrencia
			Estimación de la amenaza	Periodo de ocurrencia Intensidad Área de impacto Eventos
			Parámetros de las viviendas	Tipo Material predominante Estado de conservación Antigüedad Pisos y condición de ocupación

Nota. Elaboración sobre la base del contenido del plan

Tabla 12

Operacionalización de la variable Riesgo Sísmico $V(y)$

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V(y): RIESGO SISMICO	<p>El riesgo sísmico se relaciona con los movimientos del suelo y con los efectos que tales movimientos causan sobre la población humana y otros recursos establecidos en las zonas de influencia de los sistemas de fallas geológicas activas existentes (CENEPRED, 2020).</p> <p>También se relaciona con los movimientos del suelo y con los efectos que tales movimientos causan sobre la población humana y otros recursos establecidos en las zonas de influencia de los sistemas de fallas geológicas activas existentes (CENEPRED, 2020).</p>	<p>La medición de la variable riesgo sísmico, será medida con la entrevista y las fichas de trabajo en campo, solicitando datos a los propietarios y residentes de las viviendas que se ubican en la urbanización Santa Luzmila, distrito de Comas; que incluyen ítems relacionados con los escenarios de riesgo sísmico, sectores críticos, nivel de peligros y las medidas de mitigación y prevención; cuya valoración de cada uno de los indicadores de las dimensiones señaladas, se determinará mediante la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos (Centro de Estudios y Prevención de Desastres [PREDES], 2008).</p>	Escenarios de riesgo sísmico	Muy alto
				Alto
			Sectores críticos	Medio
				Bajo
				Manzanas
				Lotes
			Nivel de peligros	Viviendas
				Población afectada
				Muy alto
			Medidas de mitigación y prevención	Alto
Medio				
Bajo				
Prevención autoridades y población				
Sistema de alerta temprana				
	Simulacros			
	Capacitaciones			
	Plan de seguridad			

Nota. Elaboración sobre la base del contenido del plan

3.4. Población y muestra

Población

La población estuvo representada por las viviendas que se localizan en la urbanización Santa Luzmila, en este aspecto Santa Luzmila cuenta con 8,972 viviendas a nivel de categoría urbana de urbanización al año 2017 (INEI, 2022).

Muestra

Para el cálculo de la muestra, cuando se conoce el dato de la población se aplica la siguiente fórmula.

$$n = Z^2 \times q \times p \times N / E^2 (N-1) + Z^2 \times p \times q \dots \dots \dots (3)$$

Tabla 13

Datos técnicos para cálculo de muestra

Nombre	Inicial	Dato
Tamaño de la población	N	8,972
Desviación Normal, límite de confianza: p=probabilidad de éxito en obtener la información	Z	1.96
1-p, probabilidad de fracaso en obtener la información	q	0.5
Probabilidad de éxito de obtener la información	p	0.5
Margen de error que se está disponiendo a aceptar	E	0.05
Muestra	m	?

Nota. Datos técnicos para el cálculo de una muestra

La muestra resultó luego de aplicar la fórmula de población finita, la cual tiene un margen de error del 5% y una escala de confiabilidad del 1.96.

Reemplazando.

$$n = (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 8,972 / (0.05)^2 (8,972 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5$$

$$n = 8,616.7088 / 23.3879$$

$$n = 368.42$$

$$n = 368 \text{ (Viviendas de la urbanización Santa Luzmila)}$$

Muestreo

Es un proceso de recopilación de datos en el que se selecciona una parte o subconjunto representativo de una población más grande con el propósito de realizar análisis, investigaciones o estimaciones sobre la población en su conjunto. En lugar de recopilar datos de toda la población, lo cual podría ser costoso y consume mucho tiempo, el muestreo permite obtener información precisa y útil a partir de una muestra más pequeña (Gallardo, 2017).

3.5. Instrumentos

Técnica

Documental. La revisión bibliográfica consiste en examinar la documentación existente sobre un tema en particular, siendo un paso esencial en cualquier investigación. Este proceso implica la selección de fuentes de información pertinentes y ayuda a los investigadores a comprender el estado actual del conocimiento en el área, identificar brechas en la investigación y establecer el contexto teórico para su propio trabajo.

Es una fase mediante la cual permitió recaudar datos consignados en estudios, PDU, planes de riesgos de desastres, que ayudaron a comprobar las hipótesis, cuyas fuentes fueron a nivel de los sectores del INDECI, CENEPRED, la Municipalidad de Comas y Lima Metropolitana; que conservaron y se transmitieron mediante USB los hechos, eventos y situaciones convirtiéndose en una estrategia mediante la cual se observaron y reflexionaron sistemáticamente sobre realidades, haciendo uso de estos documentos como referencia.

Observación. Se refiere a la recopilación sistemática y el registro de información a través de la percepción directa de hechos, eventos, comportamientos, fenómenos o situaciones. En otras palabras, es la práctica de ver, escuchar, registrar y analizar lo que sucede en un entorno específico o en relación con un tema de estudio sin intervenir de manera activa en los acontecimientos (Supo, 2018).

Se utilizó esta técnica, para observar insitu, el comportamiento del fenómeno y se levantaron datos en su verdadero contexto natural, sin alteración o manipulación de variables de vulnerabilidad y riesgo sísmico, en el caso la unidad de análisis fueron las viviendas, ubicadas en la urbanización Santa Luzmila, en el distrito Comas.

Instrumentos

Fichas de notas documentales de campo. La información importante se registra en guías de observación, de los casos, pistas y lugares. Toda la información que descubra y que sea relevante para el caso se registra automáticamente en el cuaderno (Garay, 2020).

Se usó este instrumento donde se registraron datos de las viviendas, su estado de conservación, el número de piso, entre otros; estas fueron elaboradas y ordenadas por contener la mayor parte de la información del fenómeno de estudio, constituyéndose en un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorrar mucho tiempo, espacio y dinero.

Para la investigación se utilizó las siguientes fichas documentales y formularios.

Ficha de resumen. Se condensó información relevante sobre las variables de vulnerabilidad y riesgo sísmico, obtenida de diversos documentos, estadísticas, registros, tales como libros, revistas, tesis, estudios previos, periódicos y otras fuentes tanto primarias como secundarias.

Fichas personales o de comentario. Se tomó en cuenta la información más relevante durante el levantamiento de Información del trabajo de Investigación, tratando de que sea anotada todo tipo de ocurrencias y evitar ignorarlas.

Formularios. Para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico, estos formularios, fueron herramientas que permitieron conocer los parámetros físicos de las viviendas, con las consideraciones y apreciaciones del informante.

Guías de observación. Se utilizó estas fichas de observación en el campo, con la que se recopiló información visual del fenómeno de estudio; en esta guía se consignó el evento, su imagen y datos relevantes como las características externas de las viviendas y otros datos de importancia.

Instrumentos mecánicos. Fueron los siguientes.

Cámara fotográfica. Con este dispositivo se capturaron imágenes de hechos, eventos que se suscitaron en la urbanización Santa Luzmila, que fueron las evidenciadas en fotografías como la toma de la muestra, entre otros eventos.

Planos y mapas cartográficos. Es la representación geográfica de la tierra, sobre una superficie plana, de acuerdo con una escala (Real Academia Española [RAE], 2023) (Tabla 14).

Se hizo uso del plano urbano de la urbanización Santa Luzmila en escalas 1:5.000 y/o 1:10.000 y otros planos y/o mapas temáticos. Los mapas/planos, fueron los siguientes.

Tabla 14

Tipo de mapas y planos temáticos

Nombre	Tipo	Descripción
1. Ubicación y límites	Plano	La ubicación determina el posicionamiento geográfico del área del estudio.
2. Sectores críticos	Plano	Identificación de los principales sectores críticos de riesgos, de la urbanización Santa Luzmila, en el distrito de Comas, con mayor incidencia de peligro y vulnerabilidad.
3. Zonificación	Plano	División homogénea de los principales sectores de la urbanización Santa Luzmila, en el distrito de Comas, de acuerdo al uso del suelo urbano para el encausamiento del desarrollo y crecimiento urbano.
4. Vulnerabilidad	Plano	Se representa los riesgos para determinar qué poblaciones que se ubican en las edificaciones se encuentran en riesgo de sufrir desastres.
5. Peligro	Plano	Se identificaron zonas de mayor o menor riesgo frente a diferentes peligros, como factor clave para intervenir
6. Riesgo	Plano	Se representan las probabilidades que tiene el territorio y la sociedad que habita en él, y que se pueden ver afectados por episodios naturales de rango extraordinario.
7. Tipo de edificación	Plano	Se determinará en función a la zonificación caracterizándola por tipo residencial comercial, industrial, recreacional, entre otros.
8. Material predominante	Plano	Se determinará de acuerdo a la técnica de observación el tipo de material de la edificación como hechas en adobe, albañilería, madera, quinchá, etc.
9. Estado de conservación	Plano	Se clasificará categorizándola por muy bueno, bueno, malo, muy malo y regular. Esto en base a la observación <i>insitu</i> .
10. Antigüedad	Plano	Aleatoriamente se generarán rangos por antigüedad que van desde el año 1970 a la fecha.
11. Pisos	Plano	Se clasificará por piso, y esto podrá levantarse en campo mediante la técnica de la observación.
12. Condición de ocupación	Plano	Se clasificará si está ocupada o desocupada o en abandono, y se determinará por el número de personas que la ocupan cuyos rangos van desde 1 persona hasta más de 15 personas.

Nota. Esta información se levantará en campo y se ubicarán las bases de datos en los instrumentos de gestión local

Validez del instrumento. Se hizo mediante la validez de constructo; Garay (2020) señaló que, se refiere a la capacidad del instrumento o herramienta de medición para evaluar con precisión lo que pretende medir. En otras palabras, se refiere a si un instrumento mide de manera confiable la variable o concepto que se supone que debe medir. La validez es fundamental en la investigación y la evaluación, ya que garantiza que los resultados obtenidos sean representativos y útiles para la toma de decisiones o la comprensión de un fenómeno.

3.6. Procedimiento

Procedimiento para calcular los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

- Para evaluar los niveles de vulnerabilidad se utilizó la metodología PREDES 2008, conocida como "Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos".
- A continuación, se identificaron las variables pertinentes y se elaboraron tablas y gráficos que presentan información relevante según el tipo de elemento vulnerable analizado, considerando tanto la disponibilidad de información como los datos recolectados en el terreno.
- Para identificar el nivel de vulnerabilidad los indicadores que estuvieron referidos al tipo de edificación, el material predominante de la construcción; acá existen algunos materiales más vulnerables para sismos (por ejemplo, el adobe).
- Otro indicador fue la altura de la edificación: A mayor altura, se incrementa la vulnerabilidad ante sismos. El mal estado de conservación vuelve vulnerables a las edificaciones frente a sismos, sin su ocurrencia podrían desplomarse.
- Otro indicador fue la antigüedad de la edificación que oscilara entre el los años 1970 a la fecha; de allí los pisos y a la condición de su ocupación.

- Con estas variables se obtuvo una base de datos, que enlazada a través del Sistema de Información Geográfica (GIS), generó los mapas temáticos antes señalados. La unidad utilizada fue la vivienda.
- Para el análisis de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos, se dieron rangos para los niveles de vulnerabilidad (Tabla 15).

Tabla 15

Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad

Variables de vulnerabilidad		Materiales	Estado de conservación	Altura de edificación
PONDERACIÓN		6	8	4
Valor (V) (de los Indicadores)	4 Muy alto	Adobe	Muy malo	3
	3 Alto	Quincha	Malo	2
	2 Medio	Adobe reforzado	Regular	1
	1 Bajo	Ladrillo	Bueno	0

Nota. Tomado de PREDES (2008)

Tabla 16

Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos

Niveles de vulnerabilidad	Rangos
Muy alto 4	De 59 a 72
Alto 3	De 45 a 58
Medio 2	De 32 a 44
Bajo 1	De 18 a 31

Nota. Tomado de PREDES (2008)

Procedimiento para estimar los principales sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

- Para la formulación de escenarios, se tomó como referencia la estimación de los escenarios de riesgos con la que cuenta la matriz que INDECI, tuvo para tal fin, utilizar las amenazas (peligros) ocurrentes en el área de estudio.
- En una primera etapa, en base a la matriz de zonificación del riesgo, se obtuvo la matriz para definir los niveles de riesgo ante sismos.

- Posteriormente, se aplicó a cada una de las manzanas mediante los Sistemas de Información Geográfico (GIS), identificando los sectores en riesgo.
- Luego, en base a la evaluación de peligros, análisis de vulnerabilidad y la identificación de los niveles de riesgo, se formularon los sectores de riesgo (Tabla 17).

Tabla 17

Matriz para definir los niveles de riesgo ante sismos

		NIVELES DE VULNERABILIDAD			
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
		4	3	2	2
NIVELES DE PELIGRO	MUY ALTO	4	Muy alto	3	Alto
	ALTO	3	Alto	2	Medio
	MEDIO	2	Medio	1	Bajo
	BAJO	1	Medio	1	Bajo
		NIVELES DE RIESGO ANTE SISMOS			

Nota. Tomado de PREDES (2020)

- Para identificar los sectores críticos de riesgo, se realizó en base al mapa de riesgos por sismos, la delimitación de los sectores críticos, aquellos que resultaron a partir de los niveles muy altos y alto respectivamente.
- Dicha información fue recogida en la siguiente (Tabla 18).

Tabla 18

Características de los sectores críticos de riesgo

Riesgo	Sectores críticos	Cantidad de Lotes	Población Aprox.
Muy Alto	Total, Muy Alto		
Alto	Total, Alto		
Total, sectores críticos			
Viviendas Santa Luzmila			

Nota. Tomado de PREDES (2008)

- Como se puede apreciar en la tabla, se recogió información en campo en base a los sectores identificados la cantidad de los lotes cuyos riesgos estuvieron en muy alto y alto y se estimó la población afectada.

Procedimiento para proponer las medidas de mitigación y prevención de riesgo en edificaciones, se pueden promover, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

- Se hizo una revisión del marco normativo en gestión de riesgos de desastres como es la Ley N°29664, crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Posteriormente, se identificó las zonas críticas y los escenarios de riesgos determinadas anteriormente.
- Posteriormente, se identificó los niveles de peligros asociados al sismo y posteriormente, los niveles de vulnerabilidad.
- Se propuso las acciones para mitigar los impactos y reducir la exposición, estas acciones afrontan las consecuencias con el menor impacto posible.
- Una segunda acción concurrente fue, proponer los indicadores de prevención la participación social de la comunidad comprometida.
- Se propuso la situación prospectiva y correctiva el riesgo por sismos, en base a los marcos legales antes señalados
- Se contó con la capacidad operativa de recursos económicos y humanos, materiales y financiamiento.
- Se generaron las medidas propuestas, así como el responsable de su aplicación.

3.7. Análisis de datos

El análisis de datos, tuvo como propósito la realización de operaciones, esto se hizo con para obtener conclusiones, permitiendo lograr nuevos conocimientos.

En este contexto, las técnicas aplicadas fueron la documental y observación. La información de campo, fue tabulada y presentada en tablas y figuras; y, con la estadística, se analizaron e interpretarán los datos; asimismo, se visualizaron vistas fotográficas.

Los resultados cartográficos fueron producidos con la asistencia de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que permitió la creación de una base de datos y su análisis gráfico. Además, se utilizaron programas como Excel y Word de Office 365. Los análisis realizados fueron principalmente descriptivos, los cuales explicaron el fenómeno de estudio en detalle. Para cada ítem se llevaron a cabo análisis específicos, así como la distribución de estadísticas documentales. Además, se realizó la interpretación visual de las fotografías y se generó cartografía temática a partir de la selección de variables pertinentes.

3.8. Consideraciones éticas

Para la elaboración de la tesis, se establecieron como fundamentos esenciales la originalidad en el abordaje del tema de investigación y el debido respeto a las fuentes, tanto en citas textuales como en la incorporación de ideas de autores. Se reconoció y respetó expresamente la autoría de los autores, y se registraron de manera completa las referencias bibliográficas y virtuales en la tesis.

Por razones éticas y en consideración al respeto hacia los residentes de las viviendas estudiadas, se obtuvo su autorización expresa por escrito en un documento en el que se detallaban el propósito y el uso previsto de la información suministrada. Además, se preservó el anonimato de los residentes de las viviendas, quienes participaron en el llenado de las fichas de manera voluntaria bajo esa condición.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del cálculo de los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

4.1.1. Aspectos generales del distrito Comas

- **Ubicación natural.** Comas, situado en la zona norte de Lima Metropolitana, pertenece a la Costa, en la provincia y departamento de Lima, tiene 4,889.2469 hectáreas, representa el 5% del territorio del Cono Norte y el 1.7% de Lima Metropolitana. Forma parte de la cuenca del río Chillón, contribuyendo con un 2.2% en esta área geográfica.
- **Ubicación política.** Se ubica en la provincia y distrito de Lima, limitando al norte y noreste con Carabaylo, al este con San Juan de Lurigancho, al sur con Independencia, y al oeste con Los Olivos y Puente Piedra.
- **Localización.** Las coordenadas geográficas abarcan los paralelos 11°53'16.014" y 11°58'37.312" de latitud sur, y los meridianos 76°59'16.637" y 77°4'25.156" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La altitud varía desde los 100 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en Urb. Carabaylo, hasta los 1080 m.s.n.m. en el cerro Pirámide.
- **Antecedentes históricos de desastres por Sismos en el distrito Comas.** El Perú se sitúa en una zona caracterizada por una actividad sísmica frecuente, atribuible a su ubicación en la franja de interacción entre dos placas tectónicas: la placa de Nazca, que ocupa gran parte del lecho marino del Océano Pacífico y presenta un borde de colisión desde Panamá hasta el sur de Chile; y la placa Sudamericana, que se extiende desde la fosa marina de Perú-Chile en el oeste hasta el eje de la Cordillera del Atlántico Sur en el este. La placa de Nazca se desplaza en dirección N 80° E a una velocidad media de 11 centímetros por año y se encuentra en proceso de subducción bajo la placa Sudamericana.

Debido a su ubicación geográfica, es crucial identificar y comprender las áreas de alta vulnerabilidad en el distrito de Comas, situado al noroeste de Lima Metropolitana, Perú. Comas abarca 4,889.2469 hectáreas, representando el 5% del territorio del Cono Norte y el 1.7% de Lima Metropolitana. El distrito se divide en 14 zonas y 348 agrupaciones urbanas, según la Municipalidad Distrital de Comas (2021).

Análisis del entorno físico. El Distrito de Comas exhibe una altitud que varía entre 100 y 1080 metros sobre el nivel del mar, situándose en una Latitud Sur de 11°56'00" y una Longitud Oeste de 77°04'00". Con una superficie total de 4,889.2469 hectáreas, representa el 5% de la extensión territorial de Lima Norte y el 1.7% del área total de Lima Metropolitana. La población del distrito asciende a 520,450 habitantes (INEI, 2017), con 254,512 varones (48.9%) y 268,900 mujeres (51.1%) del total de la población.

Comas experimenta una de las tasas de crecimiento demográfico más elevadas. Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), en los últimos años, Comas ha experimentado un crecimiento con una tasa del 3%, a la que se suma el factor migratorio desde provincias.

El 57% de la población se concentra en pueblos jóvenes y asentamientos humanos en áreas elevadas. El relieve incluye numerosas quebradas en el este, con tres formando parte de la cuenca del río Chillón: Río Seco en Collique, quebrada "El Carmen" y quebrada "Pampa de Comas". El territorio combina terrenos llanos, montañosos y declives, con suelos aluviales y eólicos (cantos rodados, arenisca, limo y arcilla) (Figura 6).

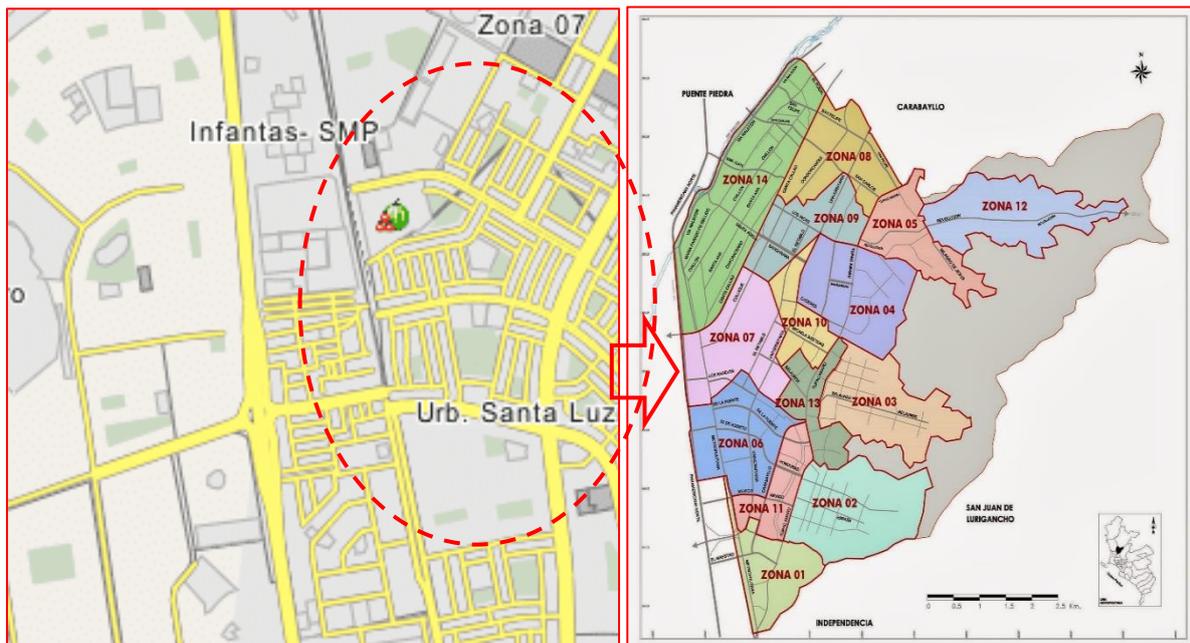
La urbanización Santa Luzmila, cuenta con cimentaciones con gravas semi compactas, arenas densas o material fino de consistencia firme. La capacidad de carga admisible para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho varía de 1.70 a 3.0 kg/cm² a una profundidad que oscila entre 0.80 y 1.50 m. Sin embargo, la ciudad de Comas, se encuentran expuestas a un nivel significativo de peligro sísmico. Esto se debe a la intensa actividad sísmica causada por el proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, cuyos límites convergen a escasa distancia de la costa peruana y chilena.

4.1.2. Ubicación de la urbanización de Santa Luzmila

- Departamento. Lima
- Provincia. Lima Metropolitana
- Distrito. Comas
- Urbanización. Santa Luzmila
- Zonificación. Zona 6

Figura 7

Zona de la urbanización Santa Luzmila-Comas 2023



Nota. Municipalidad del distrito Comas (2021)

Distribución poligonal. La urbanización Santa Luzmila pertenece a la zona 06, que tiene una extensión de 279.08 Has y una población de 39,567 hab.

Límites de la zona 6 Santa Luzmila:

- por el Norte zonal 07 y zonal 13.
- por el Sur zonal 01, 11.
- por el Este zonal 11 y 13.
- por el Oeste Distrito Los Olivos.

Figura 8

Zona Urbana de Santa Luzmila



Nota. Municipalidad del distrito Comas (2021)

4.1.3. Análisis de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones de la Urb. Santa Luzmila

El análisis de vulnerabilidad estructural implica evaluar la relación entre la intensidad sísmica y el nivel de daño en las edificaciones. En este caso, se ha considerado necesario determinar los niveles de vulnerabilidad de las viviendas en la urbanización Santa Luzmila, y para ello se realizará un análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad, tomando en cuenta las características específicas de las viviendas y utilizando los parámetros y descriptores recopilados en el campo.

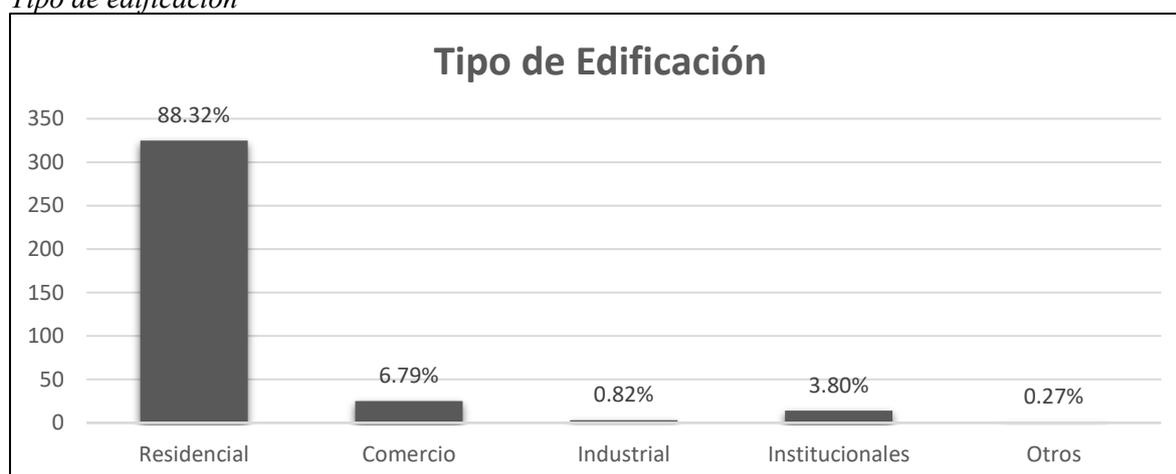
4.1.4. Características físicas de las viviendas en la Urb. Santa Luzmila

Las edificaciones se refieren a las construcciones artificiales diseñadas y realizadas por seres humanos con propósitos específicos, como viviendas, negocios, servicios públicos o privados, templos, monumentos, comercios y estructuras de ingeniería, entre otros. Estas construcciones varían en tamaño y forma y son utilizadas para diversos fines, proporcionando espacios de resguardo y actividades humanas. Se han determinado las siguientes:

- **Tipo de edificación.** Tipo residencial, comercio, industrial, instituciones y otros; en este último rubro. Se incluyen las edificaciones que no se ajustan a las clasificaciones mencionadas previamente, como edificaciones en estado de abandono, edificaciones construidas con materiales como quincha y madera, y otras edificaciones destinadas a fines residenciales u otros usos habitables (Tabla 19, Figura 14).

Tabla 19*Tipo de edificación*

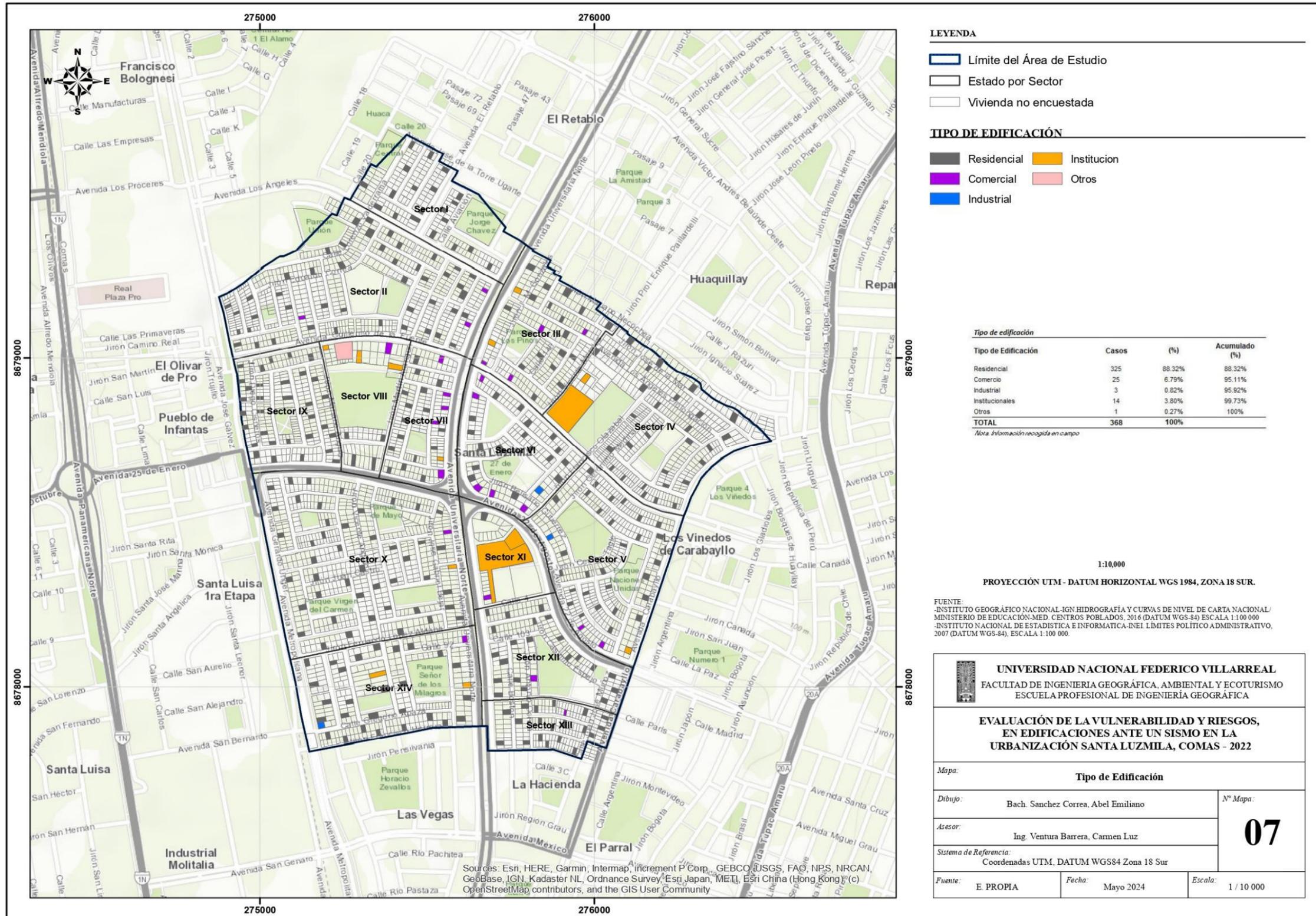
Tipo	Casos	%	Acumulado (%)
Residencial	325	88.32	88.32
Comercio	25	6.79	95.11
Industrial	3	0.82	95.92
Institucionales	14	3.80	99.73
Otros	1	0.27	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo**Figura 9***Tipo de edificación**Nota.* Información recogida en campo

Interpretación. De la recopilación de la información de campo, relacionado al tipo de edificación, la muestra existente es de 368 casos el cual representa el 100%. Asimismo, es necesario precisar que el 88.32% representa edificaciones residenciales, comercio representa un 6.79% (entre mercados, tiendas y financieras), industrial representa a un 0.82%, instituciones representa a un 3.80% (entre centros de salud, comisarias, instituciones educativas y universitarias, iglesias, municipalidad), y otros tipos de edificación representa a un 0.27%

Figura 10

Mapa de Tipo de Edificación



- **Material predominante.** Esto es referido a los materiales y elementos utilizados en la construcción de viviendas; en este trabajo se clasificó como albañilería, adobe, quincha (caña con barro), madera, construcción antigua o monumento histórico y otros (sin especificar), no tecnificado, material precario (Tabla 20, Figura 11).

Tabla 20

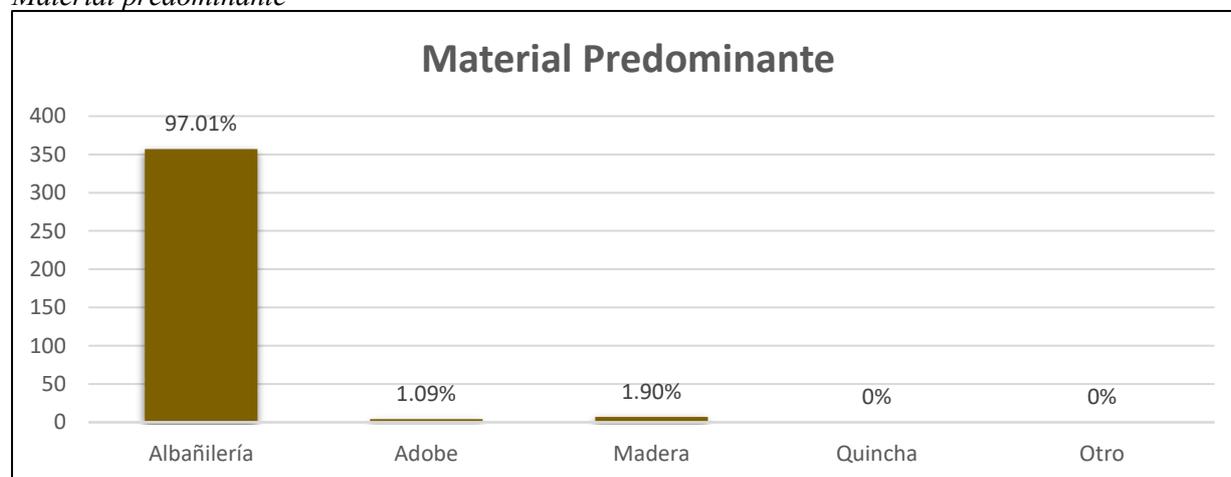
Material predominante

Material	Casos	%	Acumulado (%)
Albañilería	357	97.01	97.01
Adobe	4	1.09	98.10
Madera	7	1.90	100.00
Quincha		0.00	
Otro		0.00	
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 11

Material predominante

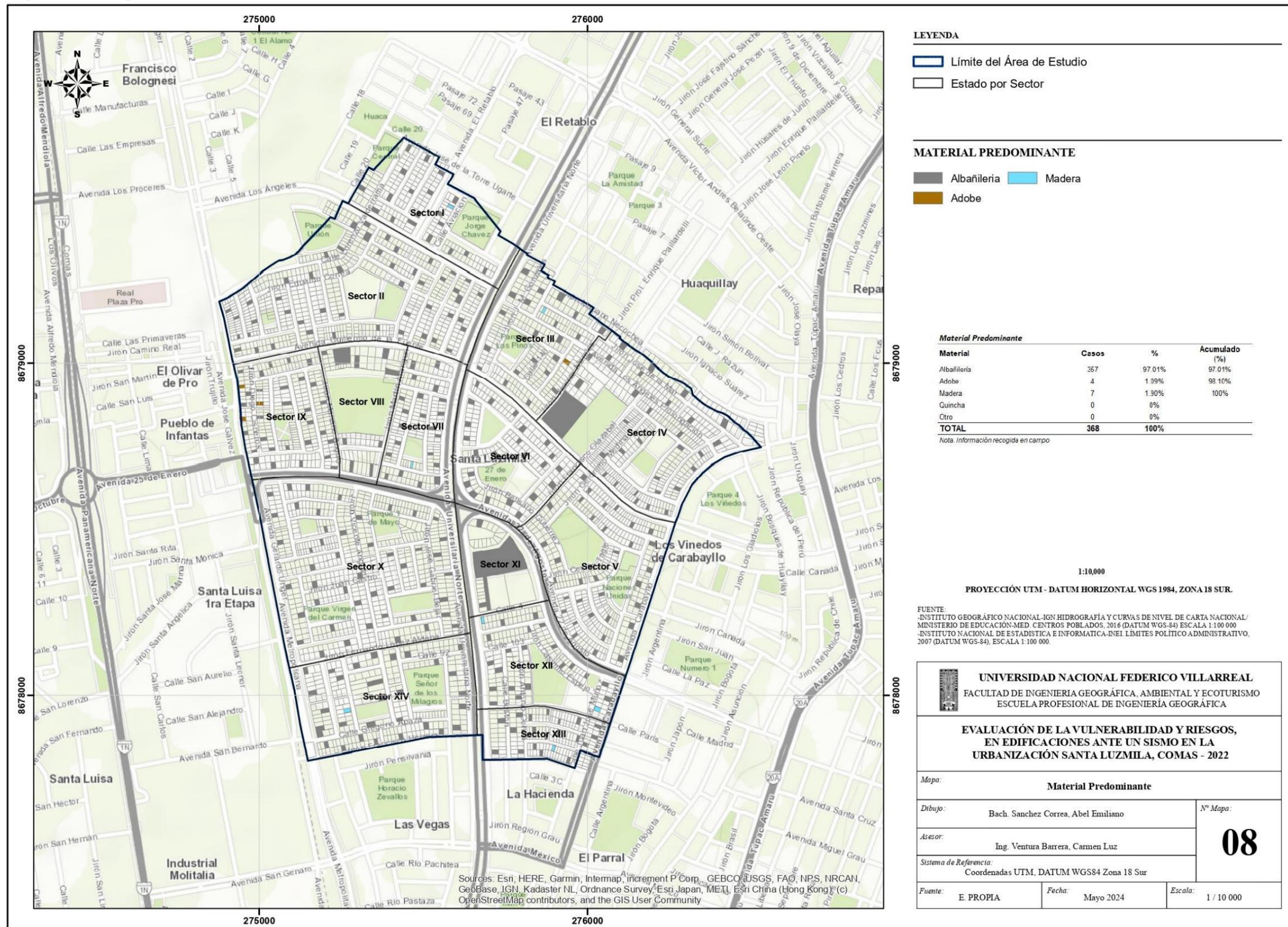


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De la recopilación de la información de campo, relacionado al material predominante de la edificación, la muestra de 368 casos representó el 100%. Asimismo, es necesario precisar que el 97.01% representa albañilería, es decir con material de concreto y ladrillo; material de adobe representa el 1.09 y material de madera representa a un 1.91%.

Figura 12

Mapa de Material predominante



• **Condición de ocupación.** Estuvo referido a que, si la edificación se encuentra ocupada o desocupada (Tabla 21, Figura 13).

Tabla 21

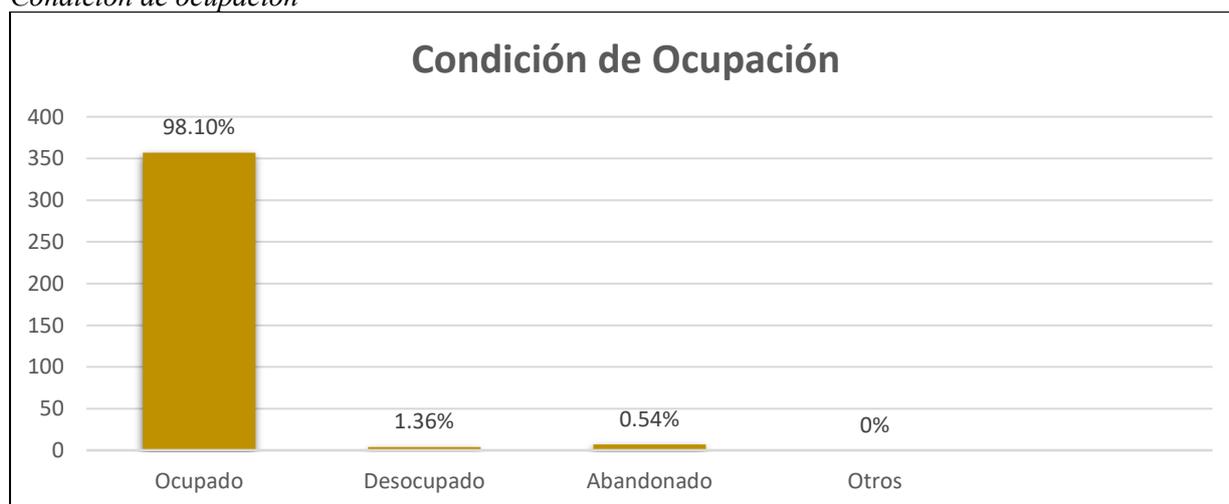
Condición de ocupación

Condición	Casos	%	Acumulado (%)
Ocupado	361	98.10	98.10
Desocupado	5	1.36	99.45
Abandonado	2	0.54	100.00
Otro		0.00	
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 13

Condición de ocupación

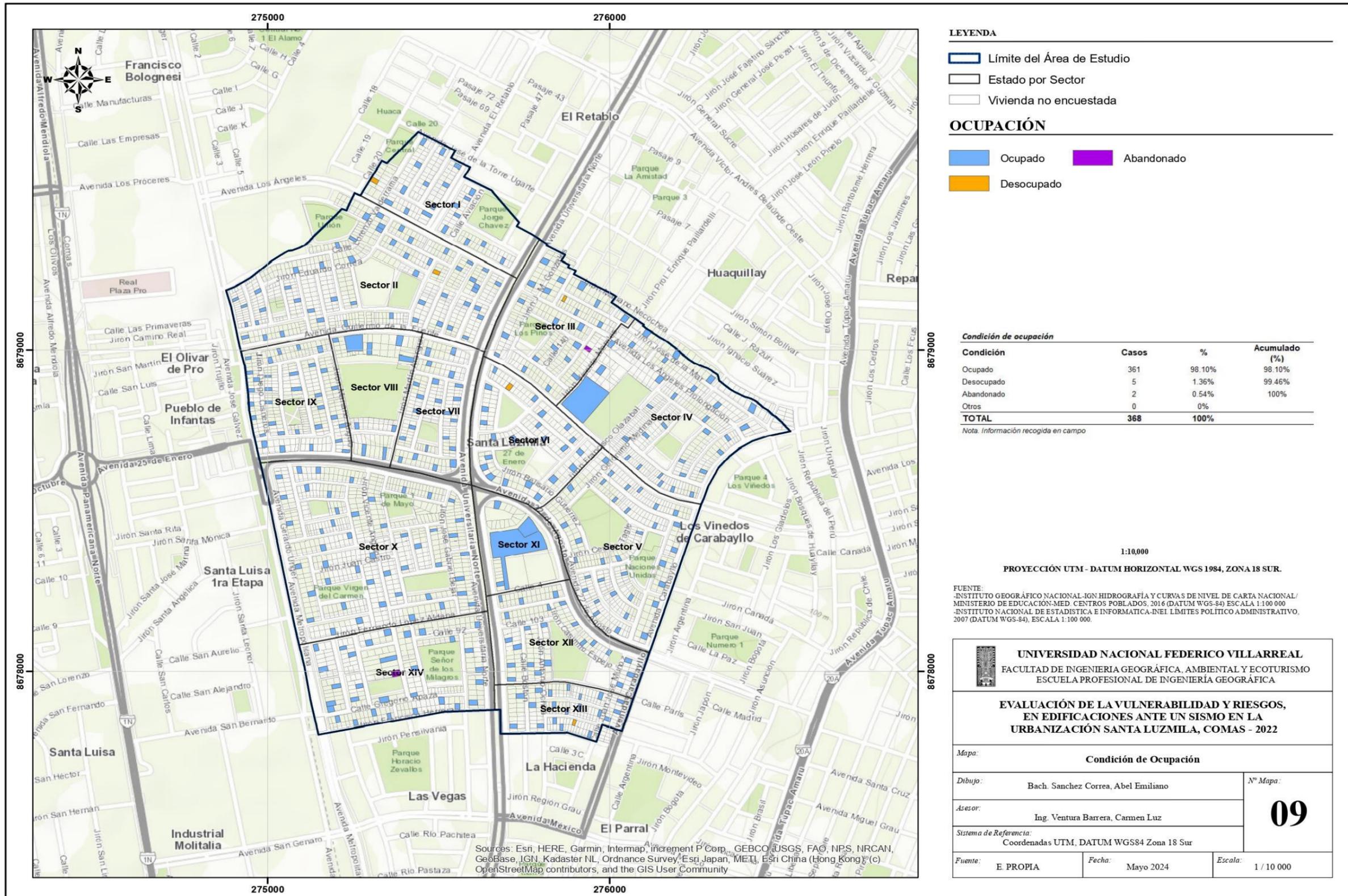


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De la recopilación de la información de campo, relacionado a la condición de ocupación de la edificación, la muestra existente es de 368 casos el cual representa el 100 por ciento. Se puede apreciar que 359 edificaciones se encuentran ocupadas por una o más personas, lo que representa a un 98.09%, es decir residen u ocupan el bien; 5 edificaciones de éstas no están habitadas u ocupadas por alguna persona, lo que representa el 1.36% y finalmente 2 edificaciones están en estado de abandono, representando el 0.54%, el cual son aquellas donde no hay personas quienes dan razón del predio.

Figura 14

Mapa de Condición de ocupación



• **Estado de conservación.** El estado de conservación de una edificación se refiere a su mantenimiento, cuidado y la probabilidad de que la estructura continúe existiendo en el presente y el futuro cercano. Para evaluar el estado de conservación, se ha establecido una clasificación cualitativa que incluye categorías como "muy bueno", "bueno", "regular", "malo" y "muy malo". Cada edificación se clasificará en una de estas categorías en función de su estado de conservación (Tabla 22, Figura 15).

Tabla 22

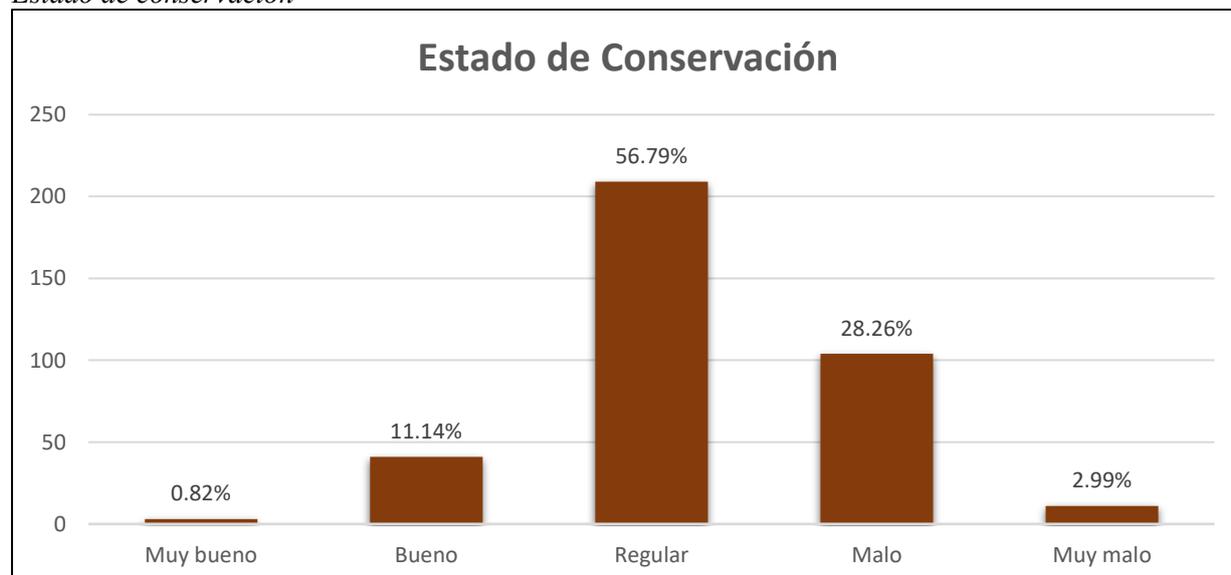
Estado de conservación

Estado	Casos	%	Acumulado (%)
Muy bueno	3	0.82	0.82
Bueno	41	11.14	11.96
Regular	209	56.79	68.75
Malo	104	28.26	97.01
Muy malo	11	2.99	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 15

Estado de conservación

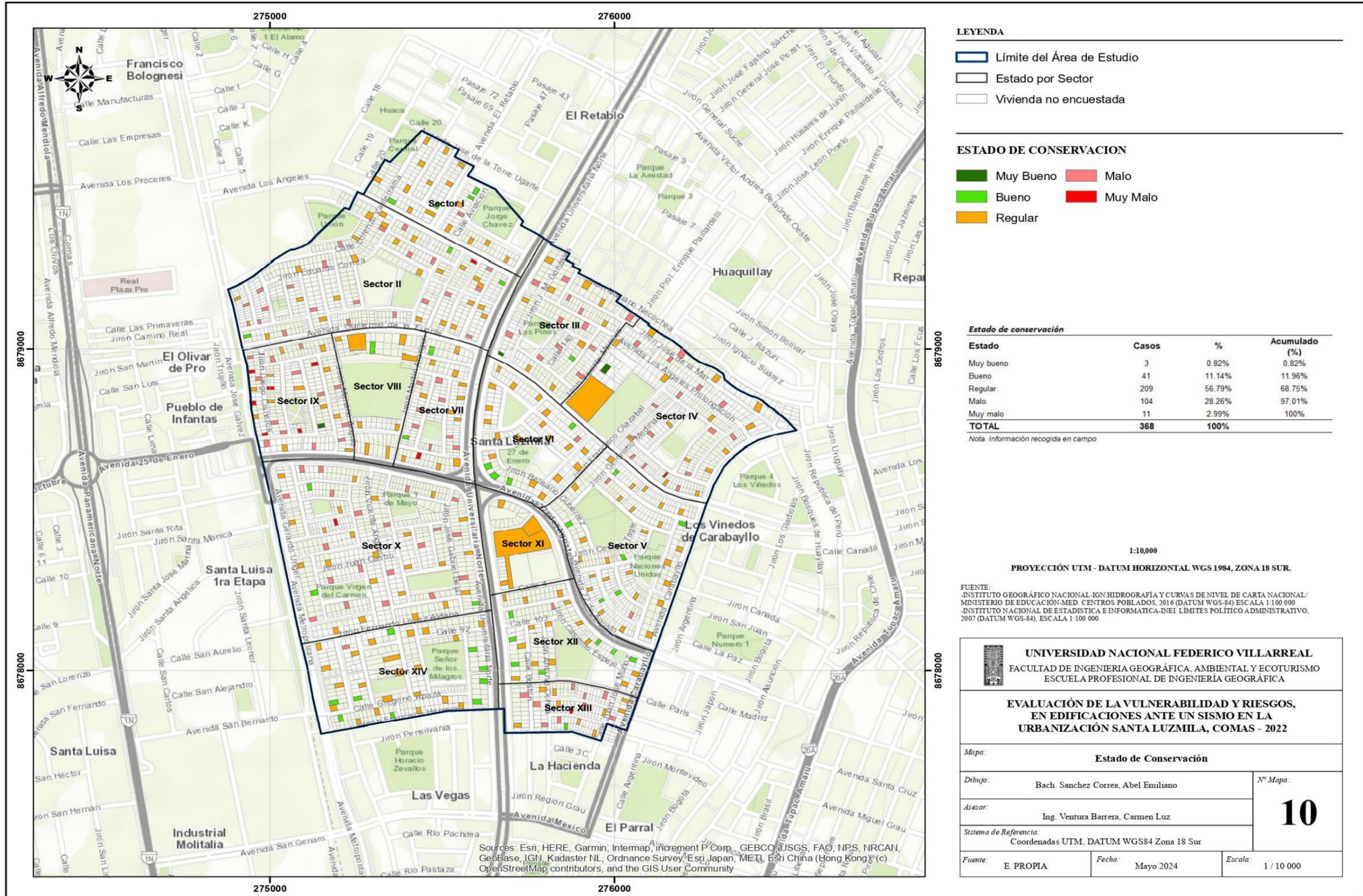


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De la recopilación de información realizado en campo a 368 edificaciones, los resultados determinan que el 56.79% están en estado regular, eso quiere decir que de las 368 edificaciones analizadas de la muestra 209 se encuentran en esta condición; por otro lado, el 0.82% el cual representa a 3 viviendas se encuentran en estado muy bueno, el 11.14% equivalente a 41 viviendas se encuentra en estado bueno; contrariamente también es preciso indicar que el 2.99% equivalente a 11 viviendas se encuentra en estado muy malo y el 28.26%, equivalente a 104 viviendas se encuentra en estado malo.

Figura 16

Mapa de Estado de Conservación



• **Uso de edificación.** Se desea conocer el uso que se le da a la edificación; es decir la utilización del bien como modo de lograr una meta u objetivo uso vivienda familiar, banco, financiera, hospitales, tiendas y comercios, entre otros (Tabla 23, Figura 17).

Tabla 23

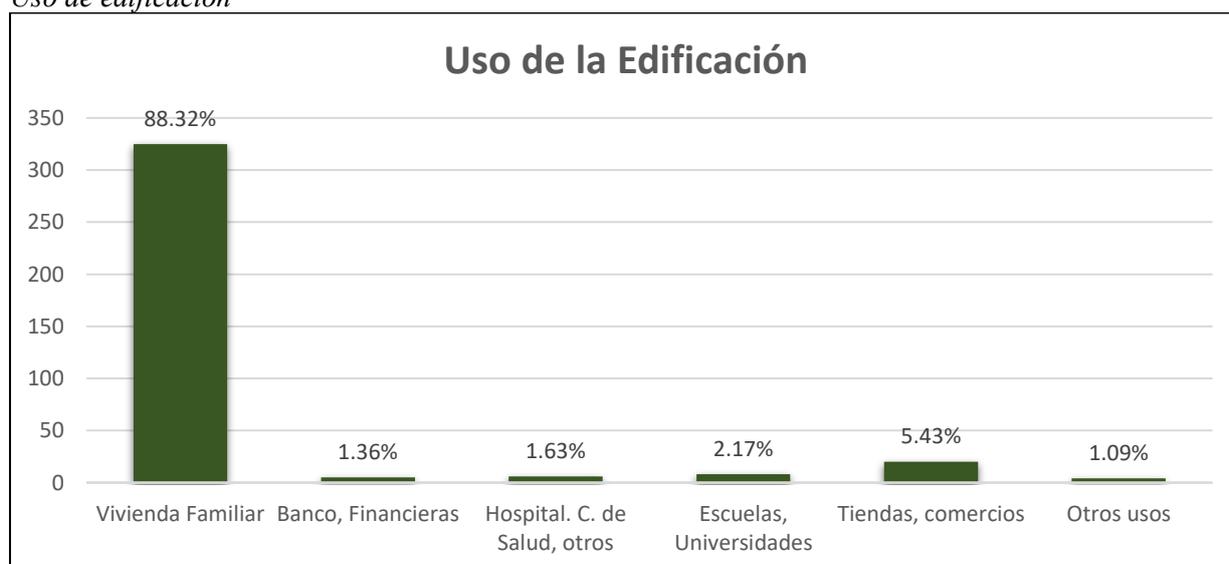
Uso de la edificación

Uso	Casos	%	Acumulado (%)
Vivienda Familiar	325	88.32	88.32
Banco, Financiera	5	1.36	89.67
Hospital. C. de Salud, otros	6	1.63	91.30
Escuelas, Universidad, otros	8	2.17	93.48
Tiendas comercio, otros	20	5.43	98.91
Otros usos	4	1.09	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 17

Uso de edificación

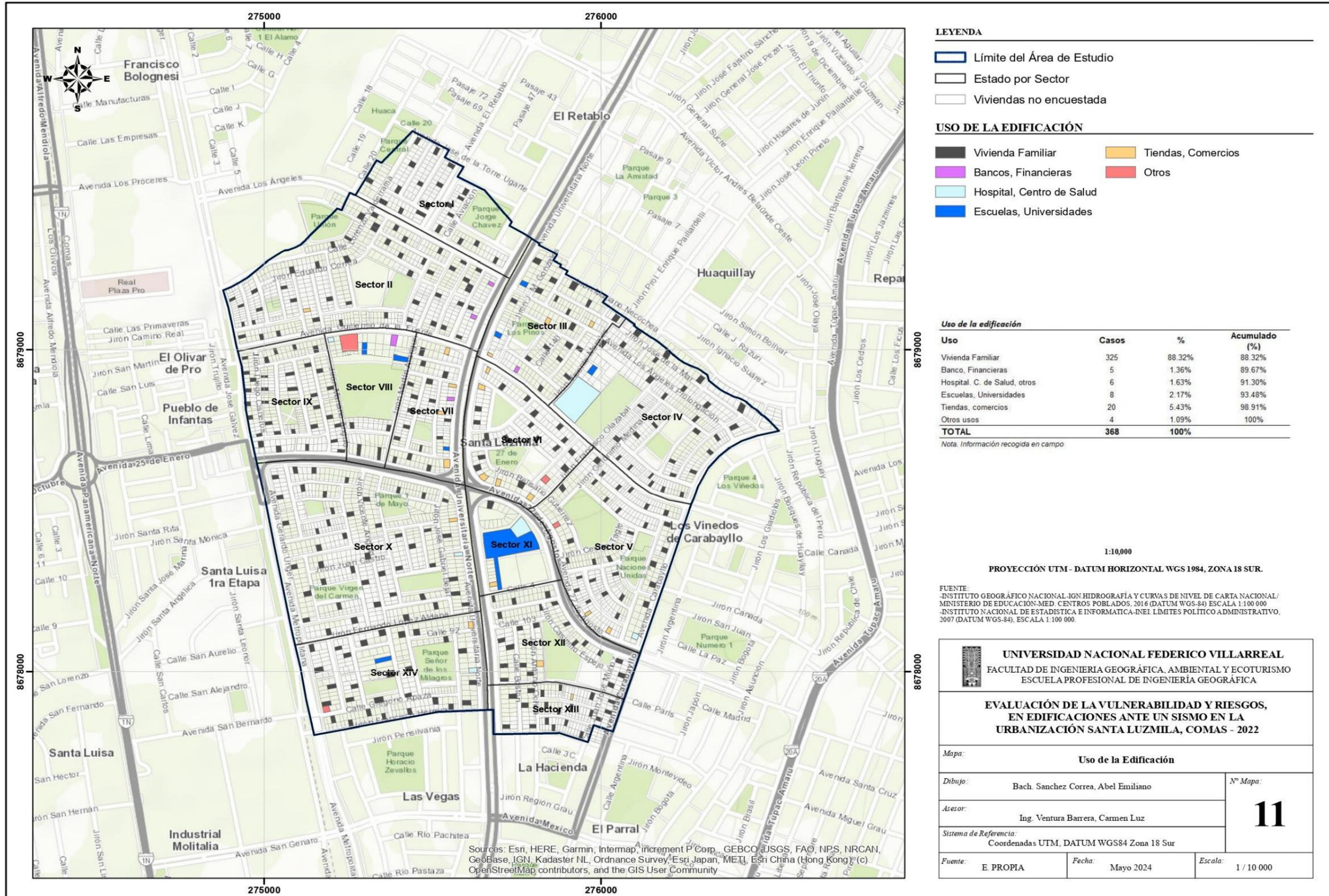


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De la recopilación de información realizado en campo a 368 edificaciones, los resultado determinan que el 88.32% están en uso por viviendas familiares, eso quiere decir que de las 368 edificaciones analizadas de la muestra 325 se encuentran en este uso; por otro lado el 5.43% el cual representa a 20 viviendas se encuentran en uso de tiendas o comercios, el 2.17% equivalente a 8 viviendas se encuentra en uso institucional ya sea por colegios, cunas o centros deportivos; de igual manera se aprecia que en banco o cajas financieras tenemos al 1.36%, lo que representa a 5 viviendas de la muestra, el 1.63% de las viviendas fueron centros de salud u hospitales, por último el 1.09% de la muestra que representan 4 viviendas le dan otros usos.

Figura 18

Mapa de Uso de la edificación



- **Antigüedad de la edificación.** Se refiere a los años transcurridos desde su construcción.

Esta información generalmente se encuentra registrada en los títulos de propiedad u otros documentos. En este estudio, se han establecido cinco categorías para medir la antigüedad de las edificaciones, lo que permite clasificarlas en función de cuántos años han pasado desde su construcción. (Tabla 24, Figura 19).

Tabla 24

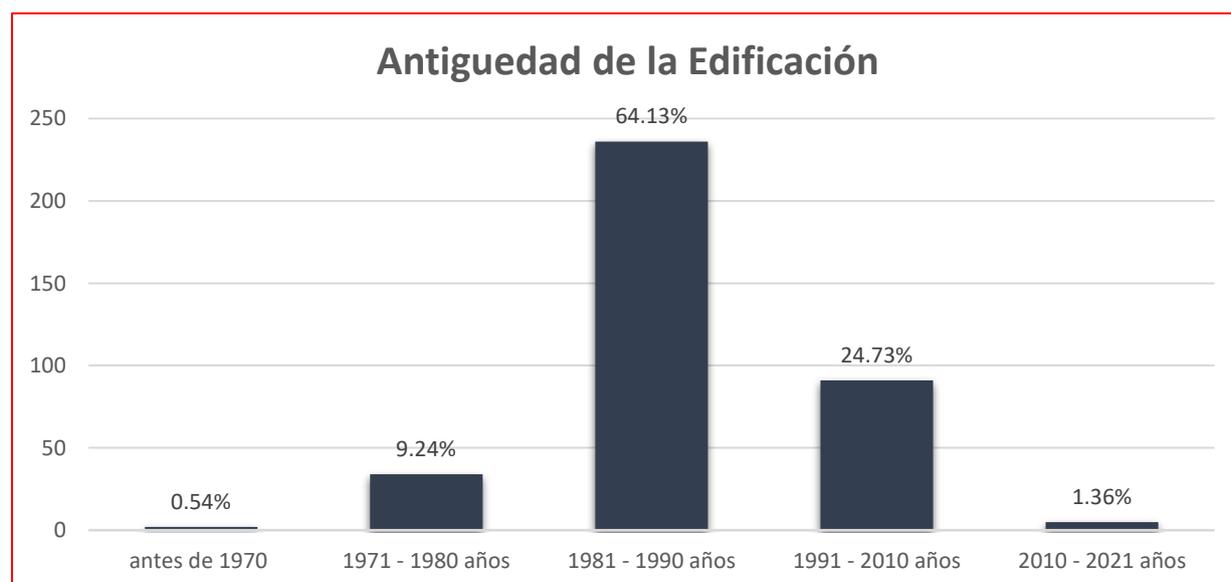
Antigüedad de la edificación

Antigüedad	Casos	%	Acumulado (%)
antes de 1970	2	0.54	0.54
1971 - 1980 años	34	9.24	9.78
1981 - 1990 años	236	64.13	73.91
1991 - 2010 años	91	24.73	98.64
2010 - 2021 años	5	1.36	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 19

Antigüedad de la edificación

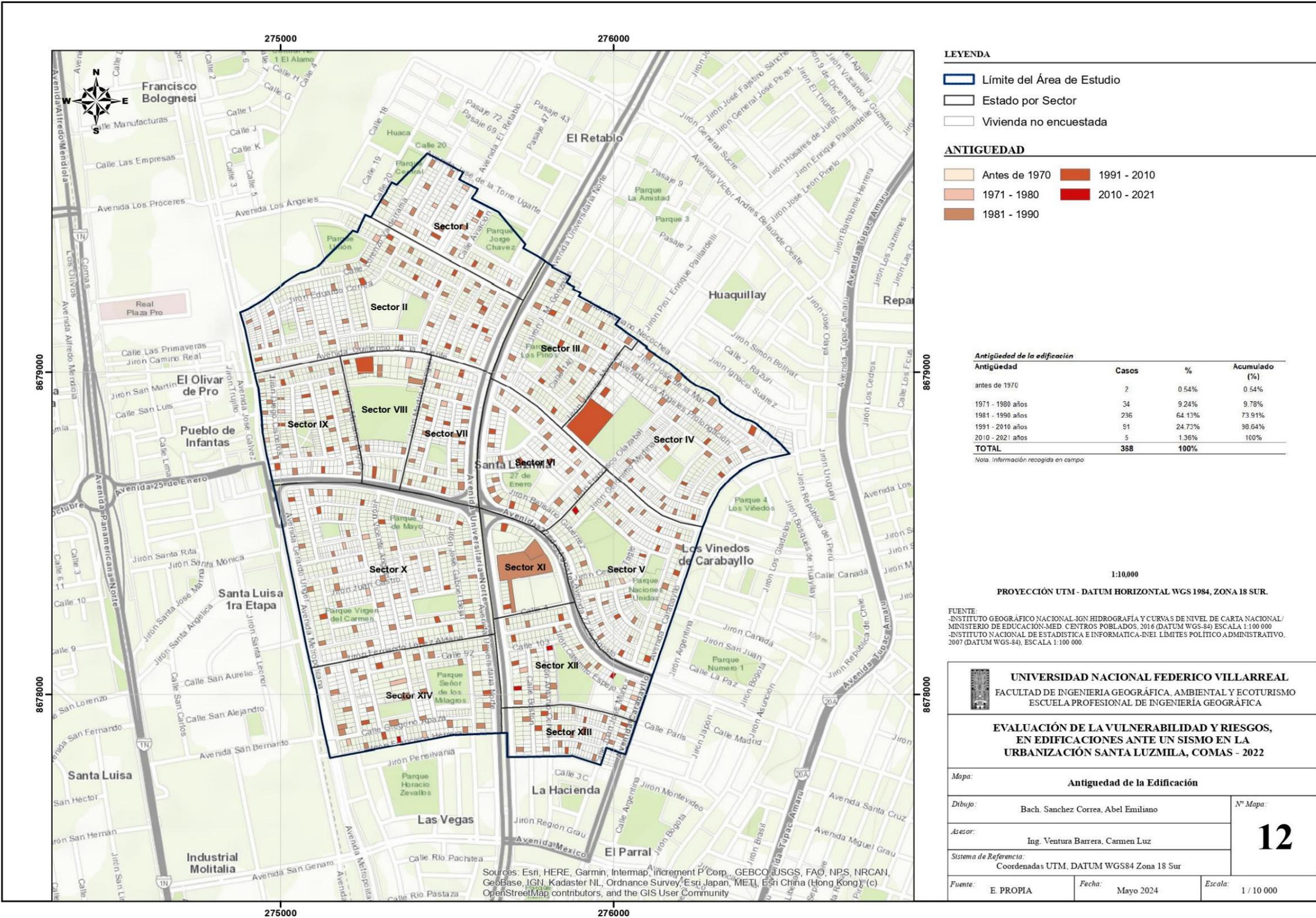


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De las 368 viviendas verificadas, se puede ver que solo el 0.54% del total tienen una antigüedad mayor a los años 70 de su construcción; asimismo el 9.24 % del total tiene una antigüedad que oscila entre los años 1971 y 1980; el 64.13% del total tiene una antigüedad que oscila entre 1981 a 1990 en su construcción; luego las construcciones de las viviendas entre los años 1991 al 2010 se puede apreciar que existe un 24.73% y finalmente entre los años 2010 al 2021 existe una antigüedad de construcción de un 1.36%.

Figura 20

Mapa de Antigüedad de la edificación



- **Número de pisos de la edificación.** Esta pregunta está vinculada al número de pisos que tiene la edificación, es decir también relaciona a la altura para las categorías dadas a esta pregunta se han definido desde un (01) piso hasta más de cinco (05) pisos, pasando por los pisos consecutivos del primer al quinto (Tabla 25, Figura 21).

Tabla 25

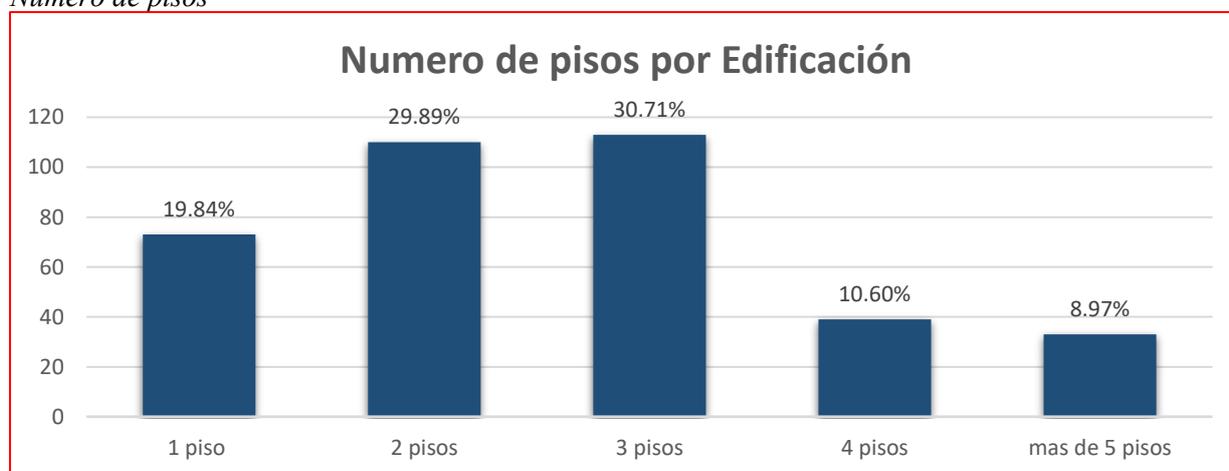
Número de pisos

Antigüedad	Casos	%	Acumulado (%)
1 piso	73	19.84	19.84
2 pisos	110	29.89	49.73
3 pisos	113	30.71	80.43
4 pisos	39	10.60	91.03
mas de 5 pisos	33	8.97	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 21

Número de pisos

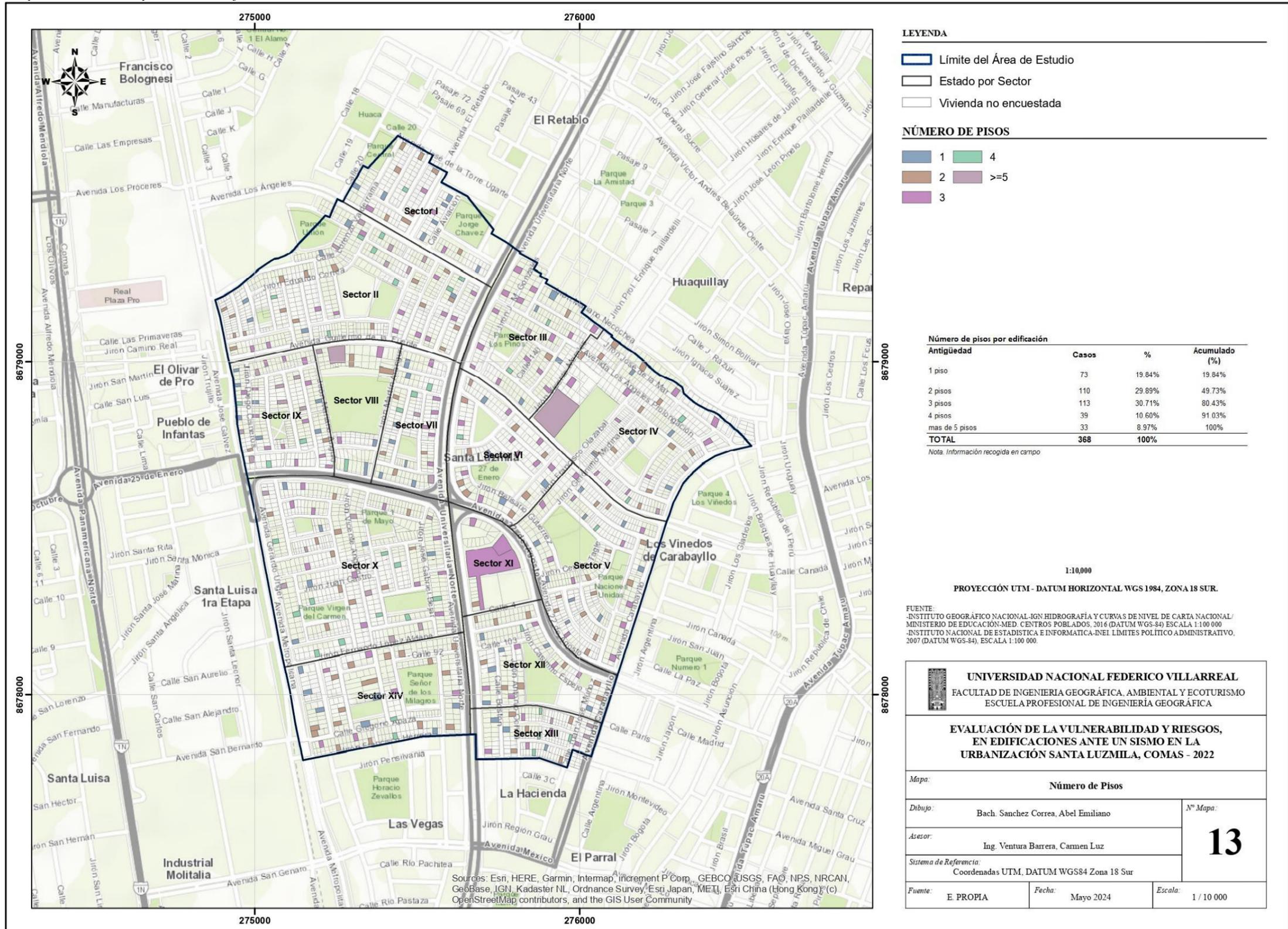


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De las 368 viviendas verificadas, se ha podido observar in-situ, que 73 edificaciones son de un solo piso representando el 19.84% del total, 110 edificaciones de dos pisos el cual representa el 29.89% del total, 113 edificaciones de tres pisos el cual representa el 30.71% del total, 39 edificaciones de cuatro pisos el cual representa el 10.60% del total y finalmente 33 edificaciones de más de 5 pisos, representando el 8.97% del total

Figura 22

Mapa de Número de pisos de la edificación



• **Población Residente en la edificación.** Se busca determinar la población residente de manera permanente en las edificaciones, excluyendo a aquellos que pueden considerarse como ocupantes temporales o transitorios. Para lograr esto, se utilizan preguntas específicas relacionadas con el tipo y la condición de ocupación de las edificaciones. Esto permite distinguir entre residentes permanentes y personas que pueden estar en las edificaciones de manera temporal; se han clasificado de entre 1 y 5 personas; entre 6 y 7, 8 y 10 entre 11 y 15 y más de 16 personas (Tabla 26, Figura 23).

Tabla 26

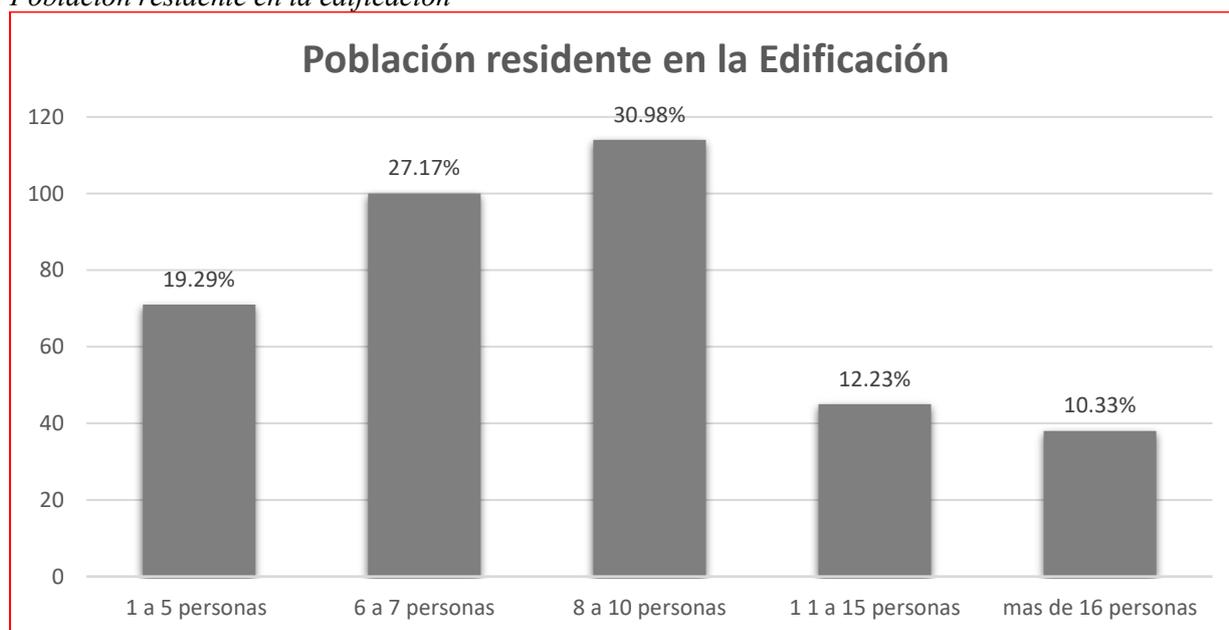
Población residente en la edificación

Población	Casos	%	Acumulado (%)
1 a 5 personas	71	19.29	19.29
6 a 7 personas	100	27.17	46.47
8 a 10 personas	114	30.98	77.45
11 a 15 personas	45	12.23	89.67
mas de 16 personas	38	10.33	100.00
TOTAL	368	100.00	

Nota. Información recogida en campo

Figura 23

Población residente en la edificación

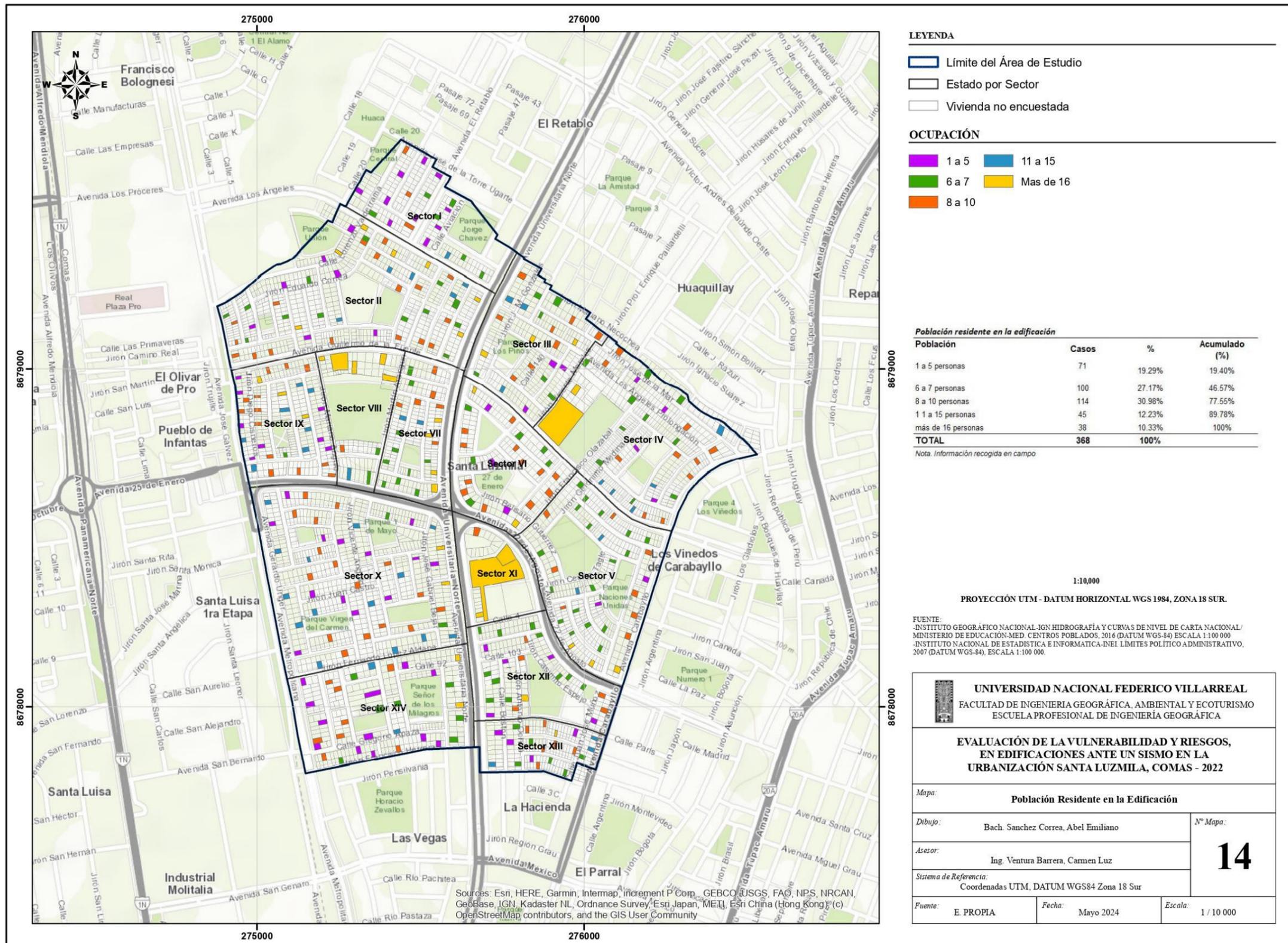


Nota. Información recogida en campo

Interpretación. De las 368 viviendas verificadas, el 19.29% del total están ocupadas por un grupo de personas que oscila entre 1 a 5 personas; 27.17% oscila entre 6 a 7 personas; 30.98% oscila entre 8 a 10 personas; el 12.23% oscila entre los 11 a 15 personas y finalmente el 10.33% se encuentran ocupadas por un grupo mayor a 16 personas.

Figura 24

Mapa de Población Residente



1. Clasificar los tipos de edificaciones en la urbanización Santa Luzmila, según su sistema estructural predominante.
2. Determinar valores de vulnerabilidad de acuerdo a la susceptibilidad de sufrir daños en un evento sísmico.
3. Estimación de vulnerabilidad de las edificaciones.

En la urbanización Santa Luzmila, ubicada en el distrito de Comas, el análisis se ha llevado a cabo a nivel de las edificaciones en sus respectivos lotes. La clasificación de los tipos de edificaciones se basa en la información recopilada en el terreno, la cual determina características como el uso del lote, el material predominante de las paredes, el número de pisos y la antigüedad de las construcciones. (Tabla 27).

Tabla 27

Asignación de tipo de edificación para las edificaciones de la urbanización Santa Luzmila, Comas

Material predominante de la edificación	Material, uso y número de pisos
Casa de albañilería	Material: Ladrillo Uso : Residencial
Casa de adobe	Material: Adobe y quincha Uso : Residencial N° piso < 2
Casa de madera	Material: Madera Uso : Residencial
Casa de adobe y quincha	Material: Adobe y Quincha Uso : Residencial N° piso > 2
Otros materiales	Material: No apto para construcción, cartones, papeles, esteras, etc. Uso : Residencial

Nota. Información recogida en campo

Como se puede apreciar en la tabla, lo encontrado en la urbanización Santa Luzmila han sido concretamente casa para vivienda de material predominante el ladrillo; en más de un 97%; es decir es una zona consolidada pero que no garantiza la buena construcción de las viviendas; en poco porcentaje se ha identificado el uso residencial en edificaciones cuyos materiales son el adobe y la quincha, el cartón y la estera (Tabla 32).

Las edificaciones de la urbanización Santa Luzmila, se clasifican en (Tabla 28).

Tabla 28

Clasificación de las edificaciones en Santa Luzmila

Tipo	Descripción	Ejemplo representativo	Comportamiento estructural	Imagen
1.	Casa de albañilería de 1 a 4 pisos con sistema estructural de albañilería confinada o no confinada con diafragma (techo) rígido. Construcción informal. Ubicadas en zonas de uso residencial en la Urb. Santa Luzmila.	Calle José María Valdez, Santa Luzmila Comas	Se trata de una estructura de uso residencial con paredes construidas en ladrillo, perteneciente a sistemas de albañilería, ya sea confinada o no, con la presencia de un diafragma (techo) que puede ser rígido o flexible. El sistema de albañilería confinada con techo rígido se destaca como uno de los enfoques estructurales más eficientes frente a eventos sísmicos. La estructura se compone de muros construidos con unidades sólidas de ladrillo de arcilla cocida, reforzados mediante elementos verticales y horizontales de concreto armado, que actúan como confinamientos. En la práctica, se han observado principalmente dos tipos de errores constructivos: (1) la presencia de muros sin confinamiento con techos flexibles y (2) la ausencia de un diafragma rígido en este tipo de edificaciones.	
2.	Casa de adobe. Generalmente vivienda antigua con gran altura de entrepiso y techo de viguetas de madera. Ubicada en un sector de la Urb. Santa Luzmila.	Calle Camilo Dongo N°195 Santa Luzmila - Comas	Este sistema estructural se compone de gruesas paredes construidas con unidades de adobe (barro secado al sol). Debido a la baja resistencia del adobe en comparación con el ladrillo sólido de arcilla, no es común utilizar techos de concreto en construcciones de adobe. En su lugar, se prefiere emplear materiales ligeros y resistentes, como la madera. Aunque las edificaciones de adobe a menudo se asocian con sistemas estructurales de baja resistencia sísmica, en el Perú se han desarrollado técnicas de refuerzo que confieren al adobe propiedades sismorresistentes adecuadas. Sin embargo, estas técnicas aún no se aplican de manera	
3.	Estructura de Madera de 1 o 2 pisos. Construcción antigua o monumento histórico. El estado de conservación es variable. Se ubica en la zona monumental del ámbito de Comas, Urb. Santa Luzmila.	Av. Guillermo de la Fuente Santa Luzmila - Comas	La madera, utilizada como material estructural, destaca por ser ligera, poseer una buena resistencia y ser relativamente flexible. Esta característica permite que, durante sismos, las fuerzas inducidas en estas construcciones sean de baja intensidad, permitiendo que las estructuras experimenten considerables deformaciones sin sufrir daños significativos. El aspecto crítico en su comportamiento se encuentra en las uniones entre los diversos elementos. En resumen, este sistema estructural se caracteriza por tener una baja vulnerabilidad ante eventos sísmicos.	
4.	Casa de adobe y quincha. Casas destinadas principalmente a uso residencial generalmente con gran deterioro y habitada por inquilinos precarios. Se localiza en las zonas más densamente pobladas de la urbanización Santa Luzmila.	Av. 22 de agosto Santa Luzmila - Comas	En las edificaciones de adobe de más de un piso, se utiliza comúnmente la quincha en las paredes del piso superior para reducir el peso sobre los muros de adobe del primer piso. La quincha es un sistema que implica un armazón de madera cubierto con tejido de caña y recubierto de barro. Las paredes de quincha, considerablemente más delgadas que las de adobe, se consideran esencialmente módulos de madera. Sin embargo, estas construcciones presentan las mismas deficiencias estructurales que en el caso anterior, con la complicación adicional de que la falla de un muro de adobe en los pisos inferiores puede precipitar el colapso de la estructura superior de quincha.	

5. No tecnificado, material precario. Este tipo de edificaciones se encuentra en aisladas de la urbanización Santa Luzmila.

Vivienda precaria en la 1era etapa de la urb. Santa Luzmila

En el ámbito de la construcción de viviendas, el término "materiales precarios" se refiere a aquellos materiales de construcción que exhiben baja calidad o no cumplen con los estándares mínimos de seguridad y durabilidad. Estos materiales suelen carecer de resistencia adecuada y no son óptimos para su utilización en la construcción de estructuras, lo que puede incrementar de manera significativa el riesgo de colapso o daños en situaciones como eventos sísmicos, incendios u otras emergencias.



Nota. Información recogida en campo

4.1.5. Determinación de los valores de vulnerabilidad de acuerdo a la susceptibilidad de sufrir daños las edificaciones por un evento sísmico

En la tabla siguiente presenta el daño promedio esperado en un evento sísmico de intensidad VIII en la escala de Richter, para los diversos tipos de edificaciones estudiadas en la urbanización Santa Luzmila. Se han determinado los niveles de daño para los sistemas estructurales predominantes de cada tipo de edificación; estos valores se han promediado ponderadamente, utilizando como factor de ponderación el porcentaje de incidencia del sistema estructural, obtenido a partir de estudios de campo realizados en una muestra representativa de las viviendas visitadas en la urbanización Santa Luzmila. (Tabla 29).

Tabla 29

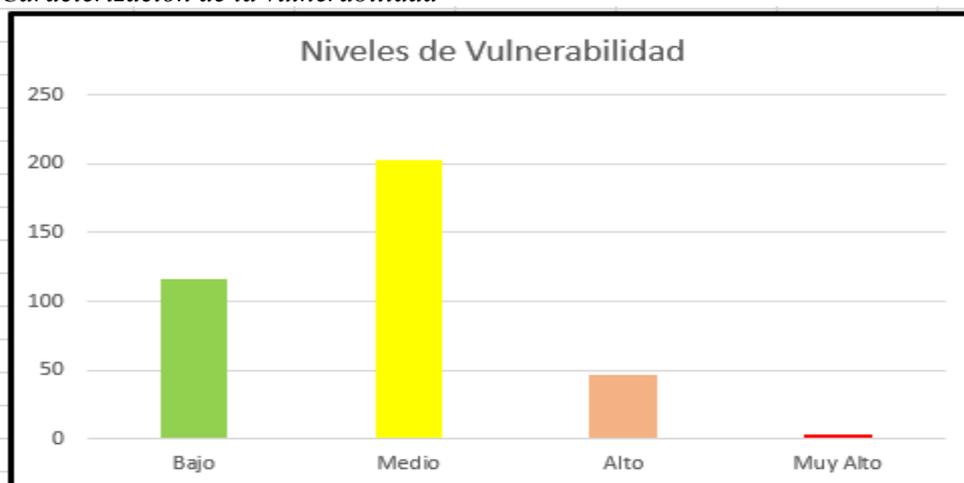
Nivel de vulnerabilidad para los distintos sistemas estructurales

Tipo de edificación	Sistema estructural probable	% de incidencia	Valor de daño del sistema estructural	Valor promedio de daño del tipo de edificación	Nivel de vulnerabilidad
1. Casa de albañilería	Albañilería confinada con diafragma (techo) rígido	28%	5%	20%	Bajo
	Albañilería confinada con techo flexible	10%	15%		Bajo
	Albañilería confinada con techo flexible	42%	30%		Medio
	Albañilería confinada con techo rígido	20%	20%		Medio
	Albañilería de adobe	100%	40%		Muy Alto
3. Casa de Madera y latas	Estructura de madera y latas	100%	6%	6%	Bajo
4. Casa de adobe y quincha.	Albañilería de adobe y quincha	100%	40%	40%	Muy Alto
5. Sistema no tecnificado, material precario	Material precario	100%	30%	30%	Alto

Nota. Valores obtenidos de Kuroiwa (2002) p.122

Figura 25

Caracterización de la vulnerabilidad



Nota. Elaboración propia de acuerdo con el trabajo de campo

Tabla 30*Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos*

Niveles de vulnerabilidad		Viviendas	%
Muy alto	4	3	0.82
Alto	3	46	12.5
Medio	2	203	55.16
Bajo	1	116	31.52
Total		368	100,00

Nota. Elaboración propia de acuerdo con el trabajo de campo

Estimación de la vulnerabilidad de las edificaciones. Los niveles de vulnerabilidad se relacionan con un grado de daño que serían ocasionados ante un sismo, de acuerdo a la tabla siguientes (Tabla 31).

Tabla 31*Relación del nivel de daño y nivel de vulnerabilidad de las edificaciones*

Daño (1)	Descripción	Nivel de Vulnerabilidad
0 – 4.9%	Sin daño	Bajo
5 – 11.9%	Daño no estructural pequeño. Pequeñas grietas en muros de albañilería, desprendimiento de grandes trozos de estucos en zonas extendidas. Daños en elementos no estructurales como chimeneas, cornisas, etc. La capacidad resistente de la estructura no está reducida apreciablemente. Fallas generalizadas en los elementos no estructurales.	Bajo
12 – 19.9%	Pequeñas grietas en muros de albañilería, desprendimiento de grandes trozos de estucos en zonas extendidas. Daños en elementos no estructurales como chimeneas, cornisas, etc. La capacidad resistente de la estructura no está reducida apreciablemente. Fallas generalizadas en los elementos no estructurales.	Bajo
20 – 29.9%	Daño estructural moderado. Grietas grandes y profundas en muros de albañilería, extenso agrietamiento en muros columnas de concreto armado. Inclinación o caídas de chimeneas, estanques y plataformas de escalas. La capacidad resistente de la estructura está parcialmente reducida	Medio
30 – 69.9%	Daño estructural severo. Se caen trozos de muros, se parten los muros interiores y exteriores y se producen desplome entre sus trozos. Corte en elementos que unen partes de edificios. Aproximadamente falta un 40% de los elementos estructurales principales. El edificio toma una condición peligrosa	Alto
70 – 100%	Colapso de una gran parte o total del edificio	Muy Alto

Nota. (1) Relación entre intervalos de daño obtenidos con la descripción de daños de la escala de Mercalli y el daño promedio para diferentes tipos de edificaciones

La clasificación de vulnerabilidad para edificaciones se establece según el porcentaje de daño sufrido. Se considera un nivel de vulnerabilidad bajo cuando el daño es inferior al 20%, ya que las reparaciones se limitan al ámbito arquitectónico y no requieren evacuación. Con un daño entre el 20% y el 30%, se asigna un nivel medio de vulnerabilidad, siendo necesario evacuar la edificación y realizar trabajos de reparación y refuerzo. Cuando los daños superan el 30% (alto) y alcanzan más del 70% (muy alto), se recomienda la demolición de la edificación debido a la complejidad del proceso y la falta de mano de obra para la reconstrucción en la zona afectada.

Santa Luzmila en el distrito de Comas, presenta cuatro niveles vulnerabilidad ante sismos, MUY ALTO corresponde al 0.82% del área de estudio; las zonas vulnerables de nivel ALTO corresponden al 12.5% del área de estudio, compuesto por viviendas que se ubican generalmente en las grandes avenidas de la urbanización de Santa Luzmila, cuenta con áreas críticas de nivel freático entre 0.8 a 2m, por su ubicación y depresión topográfica.

Los niveles de vulnerabilidad MEDIO corresponden a 55.16% del área de estudio, se encuentra depósitos cuaternarios de grava con arena y/o materiales finos superficiales en la zona Este y Sur de la urbanización y el nivel Bajo corresponde al 31.52% del área de estudio.

El número de habitantes en la urbanización Santa Luzmila, es de 39,567 distribuidas en 19,316 mujeres y 20,251 hombres, de acuerdo con el diagnóstico de brechas del distrito de Comas Programación Multianual de inversiones 2021-2022; aprobado por la Municipalidad del distrito de Comas al 2017; esto hace un promedio de 8972 viviendas, distribuidas en 4487 lotes (Tabla 32).

Tabla 32*Estimación de daños e impactos identificados en la urbanización Santa Luzmila*

Nivel de Vulnerabilidad	Daños concurrentes (%)	Viviendas		Población afectada	
		Número	Impactos o daños	Nivel de vulnerabilidad (%)	Población afectada
Muy alto	0.50	74	37	0.82	326
Alto	0.30	1 121	336	12.5	4,941
Medio	0.15	4 949	742	55.16	24,815
Bajo	0.05	2 828	141	31.52	9,485
TOTAL	1.00	8 972	1,256	1.00	39,567

En la tabla 32 se puede apreciar que los sismos en esta parte del distrito de Comas (Urbanización Santa Luzmila), pueden causar daños estructurales en edificios y viviendas; en la tabla se han determinado en función a los tipos de edificaciones; estos daños incluyeron grietas en las paredes, colapso parcial o total de estructuras y daños en techos y cimientos. Las viviendas mal construidas o no diseñadas para resistir sismos son especialmente vulnerables; del total de las viviendas que han sido identificadas en el área de estudio; es decir, 8972 viviendas.

Se estima que de acuerdo con el tipo de vivienda y de nivel vulnerabilidad MUY ALTA, de las 73 viviendas identificadas se estima que el 50% podrían sufrir daños estructurales en sus viviendas; es decir, 37; en el nivel ALTO, sufrirían posibles daños estructurales; es decir 336 viviendas; en el nivel MEDIO 742 viviendas; y en el nivel BAJO al menos 141 viviendas podrían verse afectadas por daños estructurales por tipo de vivienda. En relación con el número de habitantes y de acuerdo con los porcentajes de los niveles de vulnerabilidad los daños que afectarían a la población en el nivel muy alto serían a 326 habitantes, en el nivel Alto y Medio afectaría aproximadamente a unos 29,756 habitantes y en el nivel bajo afectaría a un promedio de 9,485 pobladores de la urbanización.

4.2. Resultados de la estimación de los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

4.2.1. Evaluación del peligro

Para elaborar el Mapa de Peligros lo hace previamente considerando los aspectos geotécnicos y geológicos han sido los elementos de referencia utilizados para elaborar el mapa de peligros e identificar los sectores críticos.

Evaluación de los peligros asociado al nivel de riesgo. En la identificación de los peligros se ubicó los sectores del ámbito de estudio que fueron zonas específicas de la urbanización Santa Luzmila, ámbito urbano cuyas características urbanas son consolidadas, se revisaron los antecedentes de desastres ocurridos años anteriores; así como, la extensión del área de afectación y la severidad del fenómeno natural peligroso.

En la época de verano se han presentado con poca frecuencia algunos peligros cuyas consecuencias generaron impactos de todo tipo (Tabla 33).

Tabla 33

Estimación de Daños e Impactos Identificados

Nivel de riesgo	Peligros concurrentes	Viviendas		Estructura y equipamiento	
		Número	%	Tipo	Impactos o daños
Riesgo muy Alto	Sismos	10	2.7	Módulos de Adobe, antecedentes con daño sísmico	Alto
Riesgo Alto	Sismos	92	25.0	Muros de Madera, o albañilería sin sistema estructural, antecedentes de daño sísmico sin daño considerable	Medio
Riesgo Bajo	Sismos	266	72.3	Muros de concreto y albañilería con sistema estructural, antecedentes sísmicos sin daño	Bajo
Total		368	100.0	-	-

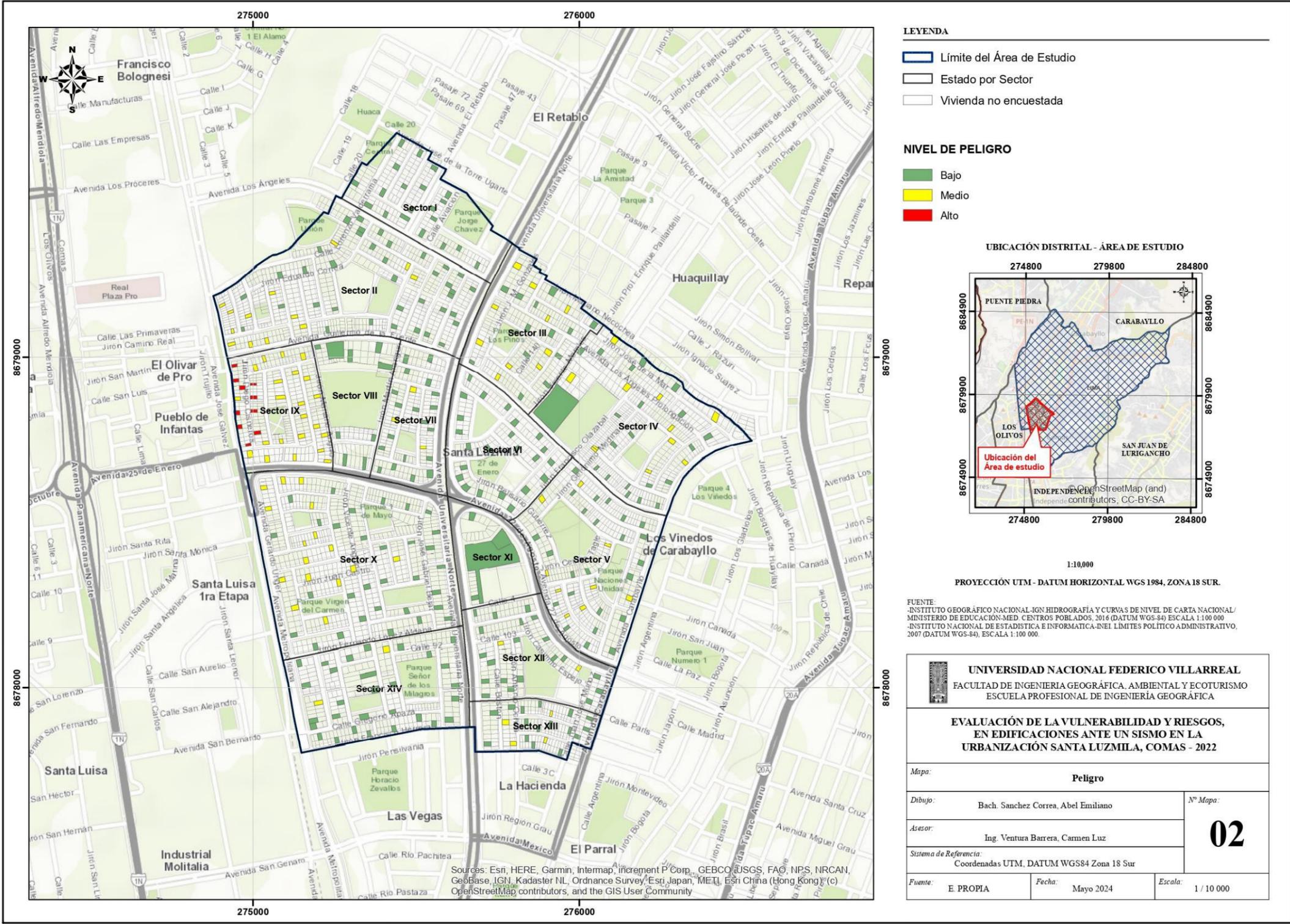
Nota. Resultados determinados del trabajo de campo (2022)

Interpretación. En la tabla se aprecia que del cálculo de las 368 viviendas que fueron tratadas en el estudio; y acorde con el mapa de peligros, los peligros concurrentes para un sismo el 2.7% de estas viviendas están expuestas a un impacto o daños Alto que en términos absolutos representarían 10 viviendas cuya estructura y equipamiento y de impactos por tipos serían de modelos de adobe o construcción prefabricadas, antecedentes sísmicos con daño para las edificaciones ; el 25% tiene un riesgo medio, es decir 92 viviendas cuyas características son de módulos de madera, o albañilería sin sistema estructural, presenta daños no considerables por antecedentes sísmicos de acuerdo a la norma de construcción y edificaciones; y, por último, el 72.3%, es decir 266 viviendas tratadas en el estudio tienen un riesgo bajo; los cuales sus estructuras de edificación de muros y metálicos cuyos impactos o daños son bajos.

Se consideró capas temáticas morfológicas, lito estratigráficas, geo estructurales y recurrencia de eventos geológicos, otros. Las integraciones permitieron generar el mapa, cuyas categorías fueron las siguientes (Figura 26)

Figura 26

Mapa de peligros



Se logró determinar 3 niveles de peligro diferenciados (Figura 26):

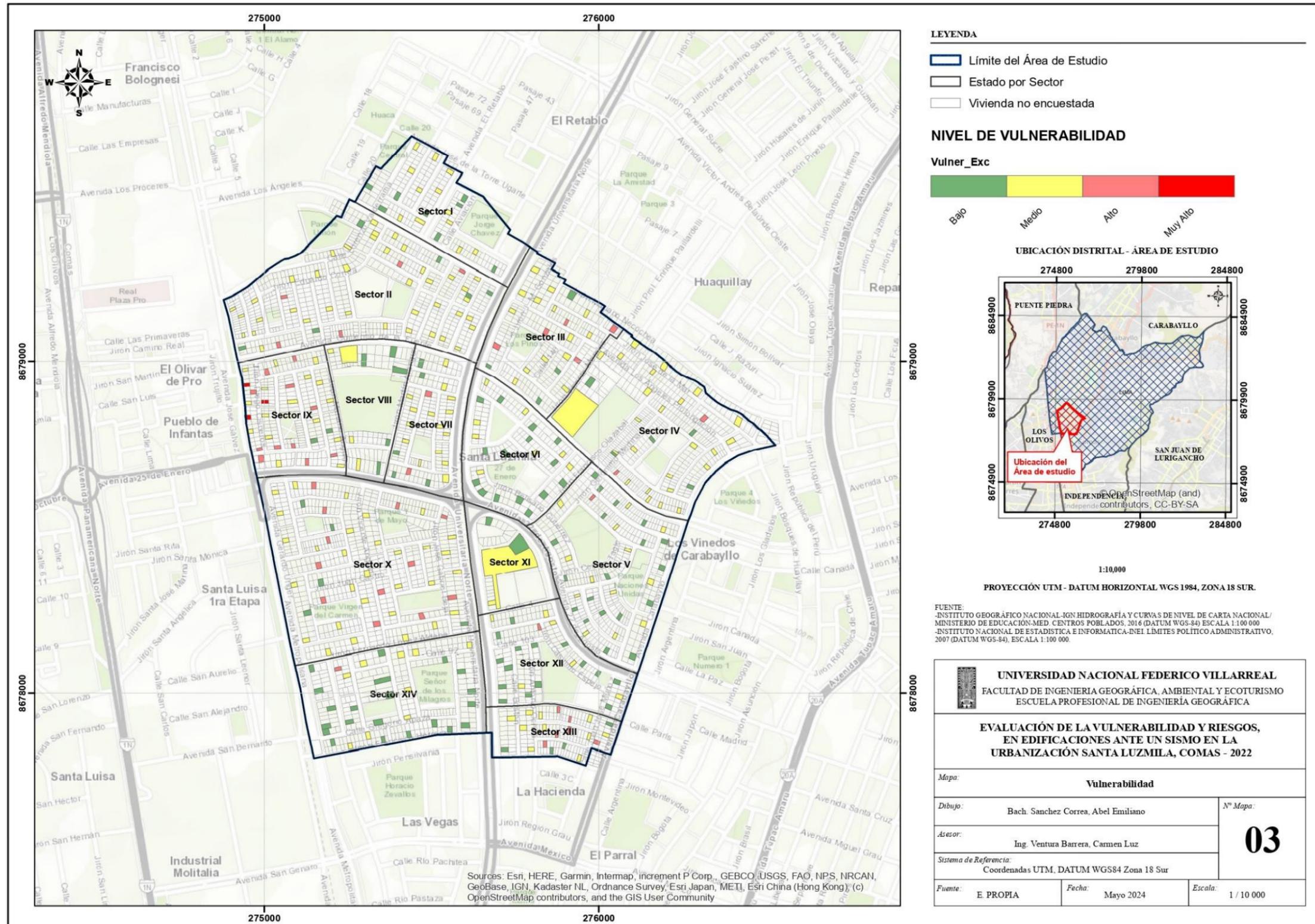
Zona de peligro Alto. Abarca el sector noroeste de la urbanización Santa Luzmila; abarcando manzanas localizadas en la Avenida Gerardo Unger con la Avenida 22 de agosto, localizadas en el sector IX; esta son zonas se desplazan por vías asfaltadas que recorre de sur a norte.

Zona de peligro Moderado. Se encuentra viviendas con este peligro en varios sectores de la Urbanización como los sectores II, III, IV, V, IX, X, XIII respectivamente; en esas zonas está determinada por comercios, centros comerciales, grifos y tiendas de respuestas de automóviles, así como también de viviendas de tipo residencial.

Zona de peligro Bajo. Corresponde más del 70% de la zona urbana de la urbanización Santa Luzmila; considerando que la zona está consolidada y lo primero fue que en campo se contrastaran los estudios realizados por la Municipalidad de Comas en 2018 dichas zonas que, según historia sísmica del distrito, sus efectos no han sido catastróficos.

Figura 27

Mapa de Vulnerabilidad



Fenómenos geológicos. Sismos.

Fenómenos climáticos. Son eventos o patrones climáticos que ocurren en la atmósfera terrestre y que pueden tener un impacto significativo en el clima y el tiempo en una región o a nivel global. Estos fenómenos pueden variar en escala, duración y gravedad, y pueden influir en las condiciones meteorológicas a corto y largo plazo.

Asentamientos urbanos. Se han tenido en cuenta las particularidades y los materiales utilizados en las construcciones, determinando así la densidad bruta promedio en el estudio. La mayoría de la zona se caracteriza principalmente por un nivel de vulnerabilidad Med. Sin embargo, en las áreas más suaves de los 14 sectores, se observa que algunos lotes presentan un nivel de vulnerabilidad alto. Esto es debido al tipo de materiales de construcción empleados en las viviendas y al estado de las edificaciones, que en su mayoría carecen de características estructurales adecuadas. Por lo tanto, podrían colapsar en caso de un sismo severo, ya sea de origen geológico-climático. Esta situación se agrava aún más debido a que algunas viviendas están ubicadas en las grandes avenidas de la urbanización.

Líneas y servicios vitales. En cuanto a las redes de servicios, se identifican deficiencias en los sistemas de agua y desagüe, especialmente relacionadas con la antigüedad de las redes en los 14 sectores, superando en algunos casos los 40 años de antigüedad, como es el caso de Comas, que data desde 1961. La carencia de pavimento en ciertas vías es evidente y contribuye al deterioro de las redes. Se destaca la necesidad de proteger las fuentes de captación de agua y reforzar las tuberías que atraviesan la urbanización. En términos de infraestructura vial, en todos los sectores, existe una red de vías de sección normal que facilita el acceso y la circulación durante situaciones de emergencia. Las calles y avenidas cumplen con los estándares normativos de pavimentación y se encuentran ubicadas en terrenos sin pendiente, esto favorece la capacidad de desplazamiento y la realización de evacuaciones durante situaciones de emergencia.

En cuanto a los servicios de emergencia, se ha evaluado una vulnerabilidad media en las microrredes de Santa Luzmila y Collique, que albergan 11 centros de salud y 17 centros educativos de diversos niveles. Estos lugares han sido equipados y sus instalaciones reforzadas después de una evaluación física de todo el equipamiento.

Actividades económicas. Se considera que existe vulnerabilidad de las actividades económicas en la urbanización Santa Luzmila porque las edificaciones donde se desarrollan las actividades comerciales, en su mayoría no están debidamente acondicionadas.

Lugares de concentración pública. Estos se evalúan los equipamientos públicos que concentran personas en función de su nivel de vulnerabilidad tanto Baja como Alta como los colegios Tupac Amaru, Villa Clorinda, N°371, Virgen de las Mercedes y el Colegio Nacional N°2047, las áreas verdes como parques Las Gardenias de Santa Luzmila, Los Artesanos, N°8 Juan Pablo II. Dichos equipamientos no muestran sistemas internos de drenaje, por lo que se requiere una evaluación física.

De acuerdo a lo mencionado se logró identificar los siguientes niveles de vulnerabilidad:

- **Zonas de vulnerabilidad Muy Alta y Alta.** Se considera esta calificación en el sector II, III, IV, VII, IX, X, XIII donde se encuentran viviendas con un nivel de vulnerabilidad muy elevado; esto se evidenció, en el trabajo de campo, vista las condiciones del estado de conservación de las viviendas, se pudo comprobar en el recorrido hacia la parte sur que bordea la avenida Guillermo de la Fuente con la avenida Vicente Morales y la avenida Francisco Olazabal de la misma manera la Avenida Carabayllo con 22 de Agosto tienen presencia de edificaciones con este nivel de vulnerabilidad.
- **Zonas de vulnerabilidad Media y Bajo.** Este nivel se encuentra en las edificaciones de todos los sectores de la Urbanización, tanto como viviendas, colegios.

Otros son los centros de salud y educativos; es en todo el ámbito que se puede evidenciar este tipo de vulnerabilidad de las edificaciones que fuera identificado en la inspección de campo; Este nivel de vulnerabilidad se puede observar a través del estado de diversos elementos de construcción, la antigüedad de edificios, el acceso vial y procesos de construcción. Estos factores clasifican a esta área como poseedora de vulnerabilidad media y alta.

Evaluación del riesgo. Al evaluar el riesgo de la urbanización Santa Luzmila en Comas, se llevaron a cabo cálculos después de identificar y analizar los peligros a los que está expuesta la zona. Posteriormente, se examinaron los componentes que influyen en la vulnerabilidad, teniendo en cuenta la exposición, fragilidad y resiliencia. Se identificaron elementos potencialmente vulnerables y se evaluó el tipo y nivel de daños que podrían ocurrir. Finalmente, se combinaron estos factores para calcular el nivel de riesgo de la zona en estudio.

El riesgo es definido como el resultado de la interacción entre el peligro y la vulnerabilidad de los elementos expuestos para determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas con uno o varios fenómenos peligrosos.

Cualquier cambio en uno o más de estos factores tendrá un impacto en el riesgo general, es decir, en la suma total de pérdidas esperadas y las implicaciones en una zona específica (Tabla 34).

Tabla 34

Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos

Niveles de vulnerabilidad		Rangos
Muy alto	4	De 59 a 72
Alto	3	De 45 a 58
Medio	2	De 32 a 44
Bajo	1	De 18 a 31

Nota. Tomado de PREDES 2008

La Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función f () del peligro y la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo} = f(\text{Pi}, \text{Ve}) / t$$

Dónde:

- R= Riesgo.
- f= En función
- Pi =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t
- Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

(Tabla 35).

Tabla 35

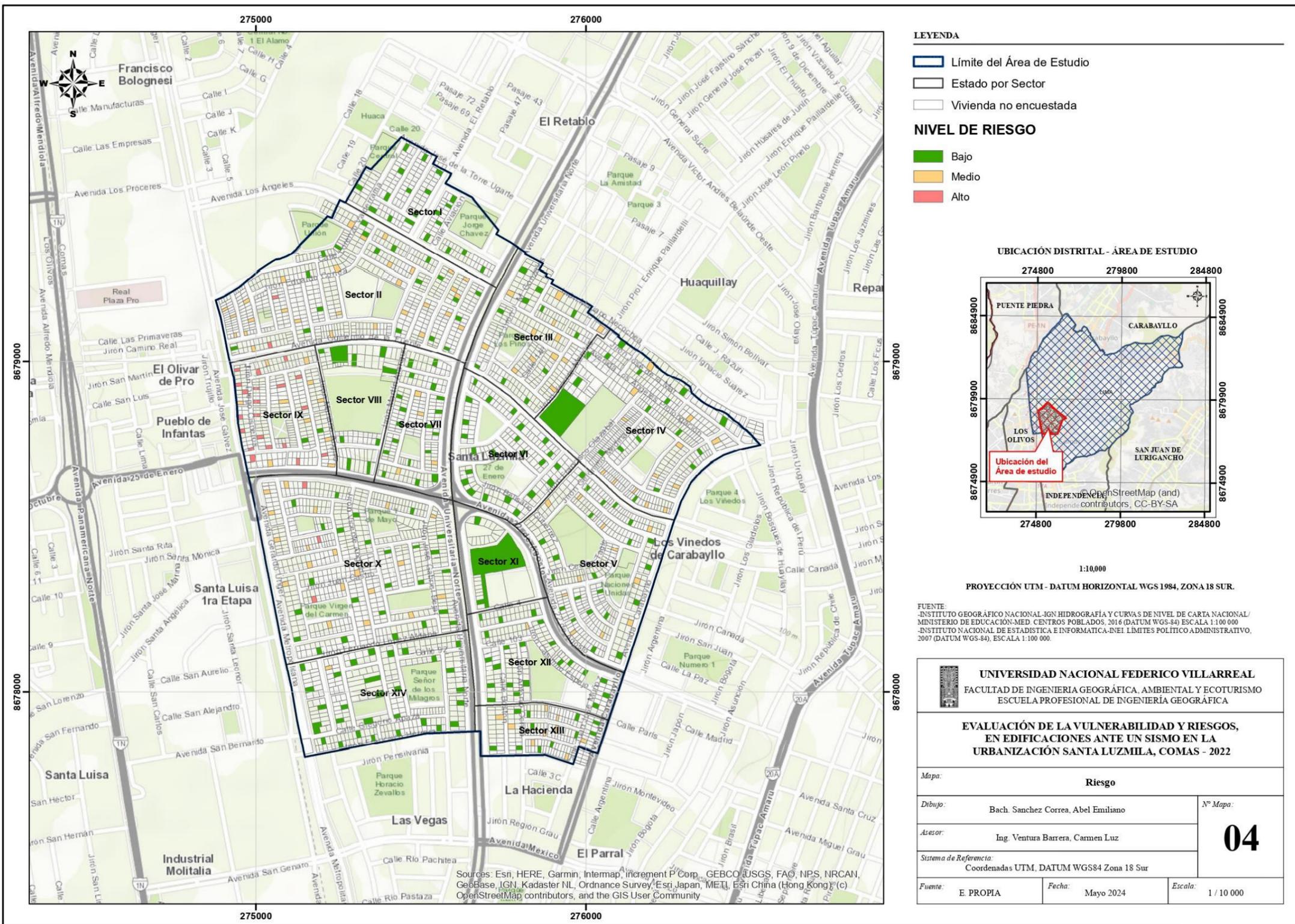
Nivel de riesgo

		NIVELES DE VULNERABILIDAD							
		MUY ALTO		ALTO		MEDIO		BAJO	
		4		3		2		2	
NIVELES DE PELIGRO	MUY ALTO	4	Muy alto	4	Muy alto	3	Alto	2	Medio
	ALTO	3	Alto	3	Alto	2	Medio	2	Medio
	MEDIO	2	Medio	2	Medio	1	Bajo	1	Bajo
	BAJO	2	Medio	1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo
		NIVELES DE RIESGO ANTE SISMOS							

Nota. Tomado de PREDES 2020

Figura 28

Mapa de riesgo



En cuanto al desarrollo del mapa de riesgos (Figura 11) El mapa de riesgos se creó a partir de un análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad. En este proceso, se identificaron diferentes zonas con varios niveles de riesgo que se utilizarían en la planificación territorial y en la toma de decisiones sobre el uso y las posibles exposiciones a daños en cada área.

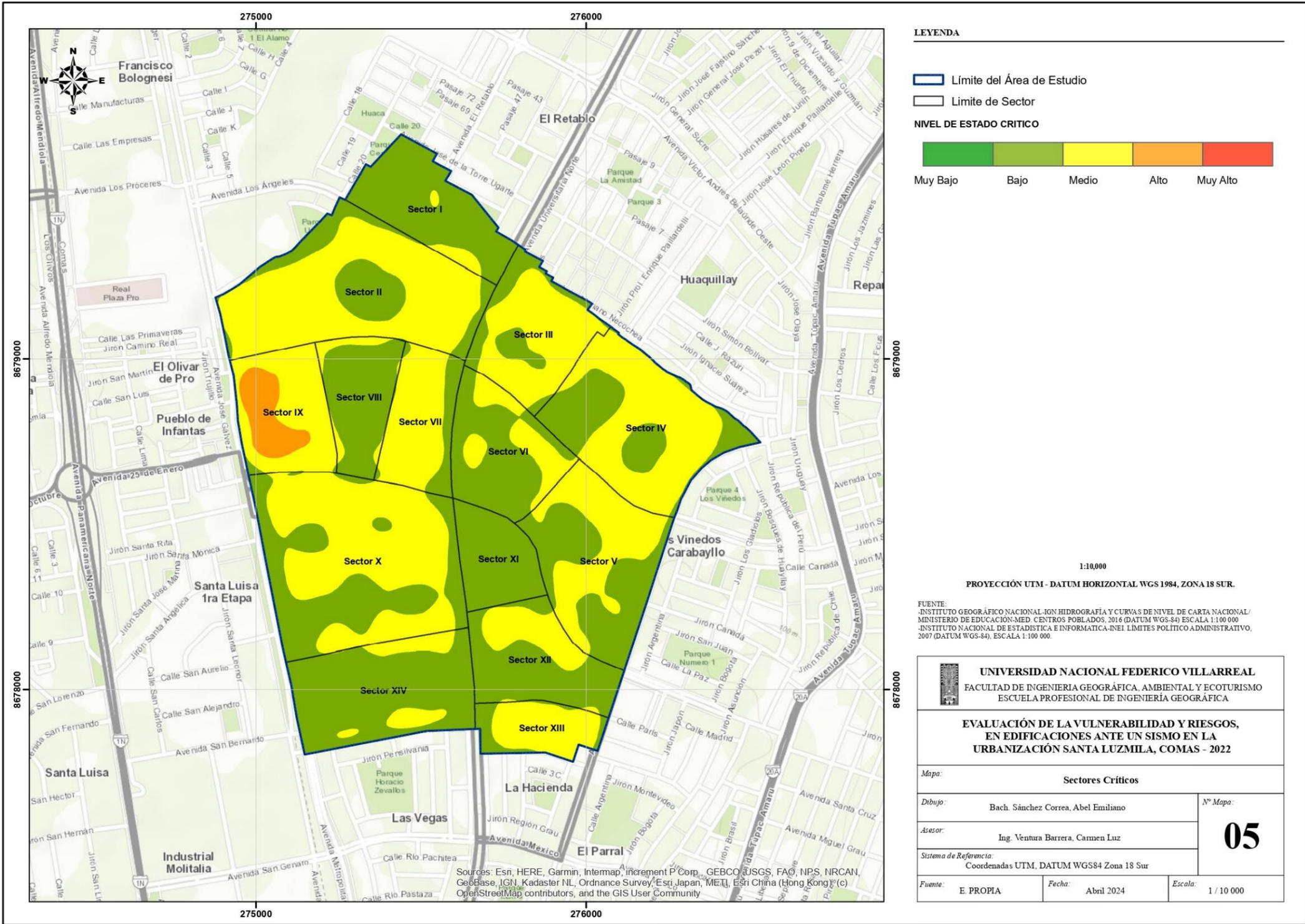
Riesgo alto: Corresponde en específicos a lotes que se encuentran en los Sectores II, IX, X. Estos lotes que son parte de la muestra nos representan que hay un alto nivel de riesgo en ellos considerando sufrir daños significativos o impactos graves debido a sismos (terremotos). En general, un nivel alto de riesgo sísmico implica que las probabilidades son altas de que un sismo destruya las viviendas y afecten área, o que las construcciones y la infraestructura en esa área están diseñadas y construidas para no resistir sismos de manera efectiva.

Riesgo moderado: De igual manera en este nivel de riesgo se localizan lotes en específico que están en todos los sectores; siendo los que más presentan este nivel de riesgo los sectores II, III, IV, V, VII, X, XII y XIII. En este nivel de riesgo o probabilidad de sufrir daños significativos o impactos considerables son pocos, la posibilidad de que ocurran sismos destructivos no es tan baja como en un nivel bajo de riesgo, pero tampoco es tan alta como en un nivel alto de riesgo.

Riesgo bajo. En este nivel se encuentra varios lotes ubicados en los 14 sectores de la urbanización Santa Luzmila; en este nivel la ubicación de las viviendas es poco vulnerable o poco propensa a sufrir daños significativos o impactos graves debido a sismos (terremotos). En otras palabras, en un nivel bajo de riesgo sísmico, la probabilidad de que ocurran sismos destructivos es baja o muy baja.

Figura 29

Mapa de sectores críticos



Sectores críticos. Se analizaron catorce (14) sectores críticos (Figura 29), que se encuentran con nivel de Riesgo Bajo, Medio y Alto. Los sectores críticos analizados, se detallan a continuación (Tabla 36).

Tabla 36

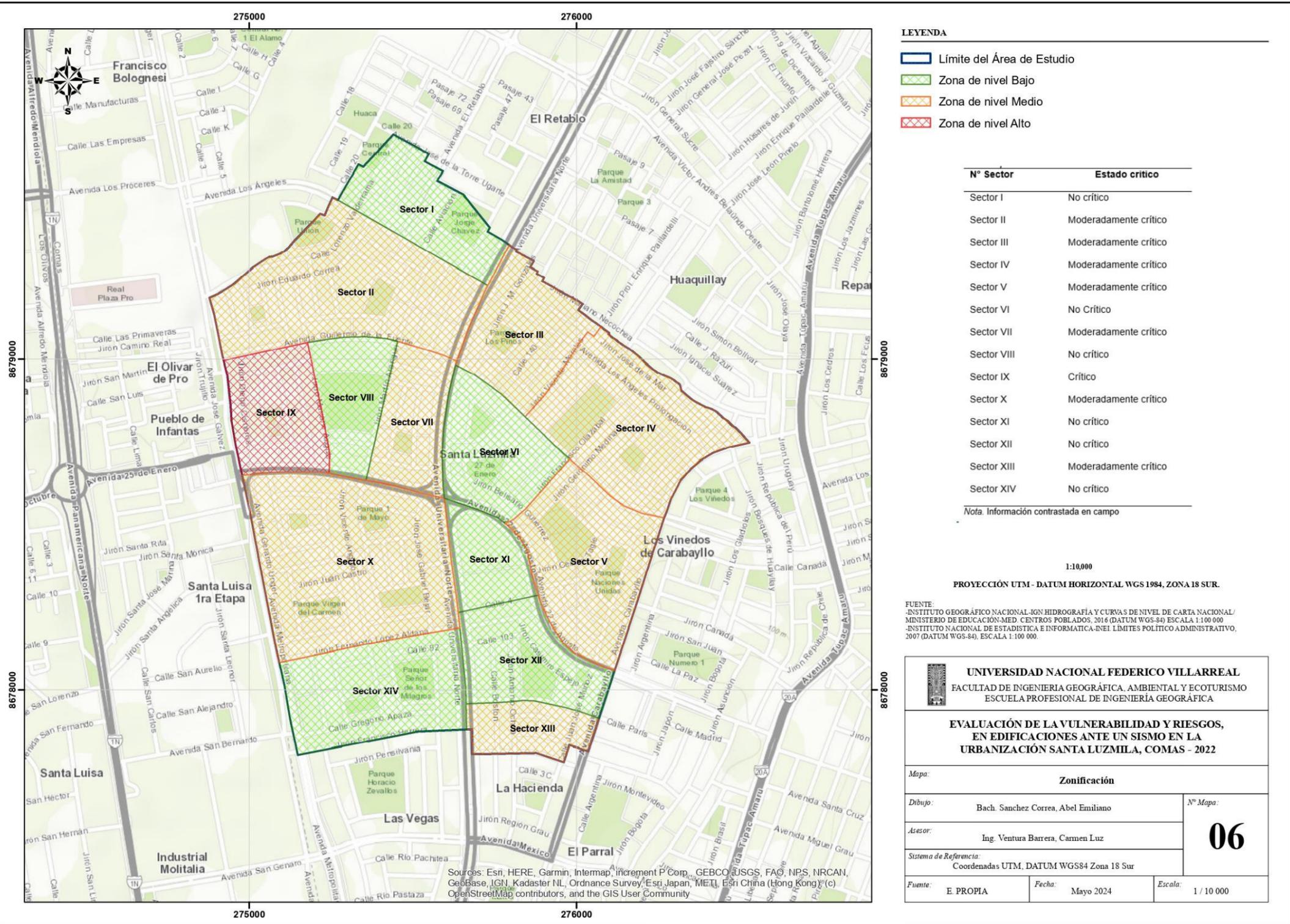
Sectores de riesgo en Santa Luzmila

Sector	Nivel	Descripción de Sector
I	Bajo	Este sector ubicado al noroeste de Santa Luzmila, forma parte de la Avenida Universitaria, dirigiéndose de sur a norte; bordeando las calles Vicente Morales, José María Quiroga, calle Juan de Arona, hasta alcanzar la calle José Antonio Veliz, Marcos Dongo hasta alcanzar la avenida Mariano Necochea; estos sectores involucran a las escuelas N° 371 Jesús Mi Buen Pastor; rodea el sector la Avenida 22 de Agosto.
II	Medio	Estos sectores se encuentran ubicados desde la Intersección de la Avenida Gerardo Unger, con Avenida Los Angeles, este sector forma parte de la Avenida Universitaria de sur a Norte siendo, limítrofe con grandes centros comerciales como el mercado Unicachi y el Mall Plaza Comas.
III		
IV		
V	Bajo	Estos sectores está ubicado entre la Av. José de La Mar y la avenida Carabayllo, Este sector que es de riesgo bajo se inicia en la intersección de las avenidas Avenida Guillermo de La Fuente con Carabayllo; luego recorre en dirección sur por la avenida Carabayllo, hasta intersectar la avenida 22 de Agosto y dirigirse por esta avenida hasta la Avenida Universitaria, en este Sector se encuentra el Centro Civico de la Municipalidad de Comas y la presencia de centros de Salud Maternos, en la prolongación de la calle Francisco Olazábal con la Avenida 22 de Agosto se ubica el
VI		
VII	Medio	Este sector se encuentra en la Intersección de las avenidas Universitaria con 22 de Agosto, extendiéndose por el norte hasta la avenida Guillermo de la Fuente y teniendo como limite el jirón Martín Arangurí.
VIII	Bajo	Este sector se encuentra en la Intersección de las avenidas 22 de Agosto con el jirón Martín Arangurí, extendiéndose por el norte hasta la avenida Guillermo de la Fuente y teniendo como limite el jirón Mariano Angulo.
IX	Alto	Este sector se encuentra en la Intersección de las avenidas Gerardo Unger con la Avenida 22 de Agosto, extendiéndose por el norte hasta la avenida Guillermo de la Fuente y teniendo como limite el jirón Mariano Angulo.
X	Medio	Entre las intersecciones de la avenida Universitaria con la Avenida 22 de Agosto se localiza este sector, el cuál tiene como límite por el oeste a la Avenida Gerardo Unger extendiéndose hasta el Jirón Fernando Lopez Aldana.
XI	Bajo	Este sector se ubica en la parte sur este de la urbanización tomando las calles Mariátegui hasta intersecar con la avenida 22 de Agosto; luego va por ella hasta alcanzar hasta llegar a la calle 4 y desciende hasta la Avenida Mariátegui.
XII		
XIII	Medio	Esta zona es de riesgo medio y se circunscribe entre las avenidas Mariátegui, Carabayllo y la calle Antonio Ochoa, alcanzado las intersecciones de la calle 103 y seguir por esta hasta intersectar la calle Casimiro Espejo; en esta zona se ubica el parque Virgen de la Asunción.
XIV	Bajo	La zona 14 está ubicada en la parte sur de la urbanización, se extiende por toda la avenida universitaria hasta intersectar la calle Francisco Herrera, luego ir por esta hasta la avenida Metropolitana e ingresar por la calle José Santos Figueroa, circunscribe este sector la calle Juan Castro, Martín Arangurí y Esteban Briceño, en esta parte se ubica los parques Señor de los Milagros, San Martín y Belén.

Nota. Información contrastada en campo

Figura 30

Mapa de Zonificación



En este mapa se puede apreciar la siguiente (Figura 30) (Tabla 37).

Tabla 37

Estado por sectores críticos

N° Sector	Estado crítico
Sector I	No crítico
Sector II	Moderadamente crítico
Sector III	Moderadamente crítico
Sector IV	Moderadamente crítico
Sector V	Moderadamente crítico
Sector VI	No Crítico
Sector VII	Moderadamente crítico
Sector VIII	No crítico
Sector IX	Crítico
Sector X	Moderadamente crítico
Sector XI	No crítico
Sector XII	No crítico
Sector XIII	Moderadamente crítico
Sector XIV	No crítico

Nota. Información contrastada en campo

En la tabla 37 (Figura 13), se puede apreciar en los 14 sectores en las que se divide la urbanización Santa Luzmila que hay 7 sectores no críticos que tienen un bajo nivel de vulnerabilidad ante un sismo y se localizan en la parte norte, central y sur de la urbanización; en relación con el estado crítico de nivel moderado son los sectores de nivel moderado que son los sectores II, III, IV, VII, X y XIII; en lo que respecta al estado crítico corresponden al sector IX que se localiza en la parte noreste de la urbanización.

4.3. Resultados de la propuesta de medidas de prevención en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.

La gestión de la reducción del riesgo sísmico es fundamental para la evolución de la sociedad. Implica evaluar las amenazas sísmicas y comprender las vulnerabilidades en diferentes áreas geográficas, construcciones, actividades, procesos tecnológicos y economía. Esta gestión se basa en la capacidad de manejar la incertidumbre relacionada con las amenazas sísmicas en un lugar y tiempo específicos. Con base en el conocimiento de estas particularidades en la urbanización Santa Luzmila en el distrito de Comas, se proponen recomendaciones para la prevención, especialmente en relación con las edificaciones. Estas recomendaciones buscan reducir la vulnerabilidad y los posibles daños en caso de un sismo.

Medidas de prevención vinculante con la edificación. Se proponen las siguientes.

1. Diseño y construcción sísmica:

- Cumplir con las normativas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones para un correcto diseño sísmico local y nacional.
- Contratar a un especialista en sistema estructurales, en este caso un ingeniero con especialización en el tema.
- Utilización de materiales de buena calidad y con garantía, es imprescindible para la durabilidad y resistencia de una edificación.
- Elegir siempre construir una edificación con un sistema estructural garantizado para vivienda, ya sea de tipo albañilería confinada, sistema a porticado, etc.

2. Reforzamiento de estructuras:

- Evaluar y, si es necesario, reforzar las estructuras existentes para mejorar su resistencia sísmica, siempre de la mano de un especialista en el tema.
- Fortalecer las conexiones entre elementos estructurales, como vigas y columnas.

- Colocación de placas de concreto adherido a los muros para continuar con la capacidad portante de los muros de la base, al haberse evidenciado la alta existencia del uso de muros de tabiquería en las edificaciones analizadas.

3. Aislamiento sísmico:

- Considere la instalación de sistemas de aislamiento sísmico para reducir las fuerzas transmitidas.
- Tener siempre estudios de mecánica de suelos previos a la construcción de una edificación.
- Las estructuras de aislamiento sísmico deben tener un análisis estructural para recibir esfuerzos de carga por gravedad y por esfuerzo sísmico.

4. Planificación y diseño de interiores:

- Asegurar que los muebles y equipos pesados estén anclados o asegurados para evitar que caigan durante un sismo evitando la correcta evacuación de las personas o incluso que atente contra la integridad de la misma.
- Evitar la colocación de objetos pesados en ambientes donde circulan personas por debajo de estos.

5. Almacenamiento seguro:

- Almacenar productos químicos y materiales peligrosos en áreas seguras y bien ventiladas.
- Asegúrese de que los objetos pesados estén almacenados de manera segura para prevenir caídas, preferiblemente que objetos pesados se encuentren sobre el piso.

6. Sistemas de detección y alarma:

- Instalar sistemas de detección temprana de sismos y alarmas para evacuación durante sismos.

- Implementar sistemas de detección rápida.

7. Plan de evacuación:

- Desarrollar un plan de evacuación claro que cuente con todas las calles y avenidas aptas para evacuar, proponerlo y comunicarlo a todos los ocupantes para definir rutas de evacuación para cada sector de acuerdo a su ubicación.
- Detectar las áreas de riesgos por sectores y diseñar rutas de evacuación donde se considere poco tránsito vehicular y cercanía a puntos de gran afluencia como parques.
- Realizar simulacros de evacuación periódicamente, designando a representantes por cada sector participante.

8. Zonas de refugio:

- Designar zonas seguras dentro de la edificación, éstas deben estar alejadas de ventanas y objetos que puedan caer y dañar la integridad de las personas.
- Marcar rutas de evacuación como avenidas o calles donde haya poca afluencia vehicular, y que el peatón pueda desplazarse hacia algún punto de refugio.

9. Educación y entrenamiento:

- Promover la concientización sobre la importancia de la preparación y la respuesta adecuada frente a sismos y ante cualquier fenómeno natural que se presente.
- Educar a todos los implicados tanto niños como adultos a conocer definiciones básicas de los desastres para conocer de mejor manera la naturaleza de estos.

10. Mantenimiento regular:

- Realizar inspecciones cada y mantenimiento regular de la edificación y sus sistemas de seguridad.

11. Evaluación post-sismo:

- Después de un sismo, realice una evaluación estructural para detectar daños ocultos en la edificación, así sabremos si se puede corregir algunas fallas o evacuar con urgencia el lugar.

12. Adaptación a la ubicación:

- Considerar las características geológicas y geotécnicas locales al diseñar y construir edificaciones, siempre antes de construir conocer el tipo de suelo mediante un análisis de laboratorio.
- Conocer la historia sísmica de la zona, revisar estudios realizados por la municipalidad del distrito para tener cierto conocimiento de la actividad sísmica, de los peligros que se enfrenta en su localidad con respecto a vulnerabilidad sísmica y tomar medidas en consecuencia con lo que se conoce.

Medidas de prevención vinculadas con la población. La falta de información sobre los peligros naturales que pueden afectar a la urbanización Santa Luzmila es un problema grave. A menudo, la información llega a las generaciones mayores, pero no se transmite eficazmente a los miembros más jóvenes de la familia. La experiencia ha demostrado que cuando los niños y los jóvenes reciben esta información, la difunden y pueden responder a preguntas de los adultos o personas mayores. Es esencial promover una comunicación efectiva de los riesgos y fomentar la educación sobre cómo enfrentarlos en todos los grupos de edad para aumentar la conciencia y la preparación para posibles eventos naturales adversos. Las medidas en este sentido son las siguientes (Tabla 38).

Tabla 38

Medidas de mitigación ante la ocurrencia de un sismo

¿Qué medidas tomar ante un sismo?	<ul style="list-style-type: none"> • Elabora y actualiza tu Plan Familiar y/o pide a la administración de tu inmueble que genere un Programa Interno de Protección Civil. • Verifica tu casa periódicamente, revisa hundimientos, desplomes o grietas y fisuras existentes. • Prepara una maleta de vida con los siguientes elementos: Llaves, linterna, equipo de primeros auxilios, celulares, PH, abrelatas, alimentos no perecibles, documentación importante, Bolas impermeabilizada. • Participa responsablemente y con seriedad en los simulacros que se programen en tu localidad o centro de trabajo.
¿Qué medidas tomar antes de un sismo?	<ul style="list-style-type: none"> • Mantén tus dispositivos electrónicos con batería y de ser necesario lleva contigo una carga adicional. • Determina con tus familiares y amistades las zonas de menor riesgo y puntos de reunión. • Especifica con tu familia un lugar de la ciudad como punto de encuentro. • Diseña y utiliza una pulsera o collar de identificación con teléfono de emergencia y tipo de sangre.

Nota. Adaptado del manual de IGP (2023)

Tabla 39

Medidas de preparación ante la ocurrencia de un sismo

¿Qué hacer durante el alertamiento de un sismo?	<ul style="list-style-type: none"> • Al sonar la alerta sísmica, mantén la calma y si te encuentras en pisos bajos y te es posible, evacúa el inmueble y sigue las rutas de evacuación previamente establecidas. • En caso de encontrarte en un piso alto y no tienes tiempo de salir, colócate en la zona de menor riesgo previamente establecida. • Implementa tu Plan Familiar o sigue los protocolos de tu Programa Interno de Protección Civil y acata las indicaciones de los brigadistas. • Si puedes, apaga interruptores de luz, cierra llaves de paso, de agua y gas. • No corras, muchos accidentes ocurren durante una evacuación desordenada. • No grites, contagias a otras personas y eso puede generar pánico y caos durante la evacuación. • No empujes, puedes lesionar o lastimar a las personas que van evacuando, dales tiempo de salir. • Si no evacuaste a tiempo, repliégate a la zona de menor riesgo más cercana. • Aléjate de ventanas, muebles, espejos, plantas u otros objetos pesados que puedan caer.
¿Qué hacer durante el movimiento sísmico?	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay infantes, personas de la tercera edad o personas con discapacidad, ayúdales a replegarse o a mantenerse de pie en la zona de menor riesgo. • Durante el sismo, no hagas uso de las escaleras ni de elevadores. • Evacúa el inmueble hasta que el movimiento telúrico haya concluido, si la ruta de evacuación lo posibilita.

Nota. Adaptado del manual de IGP (2023)

Tabla 40*Medidas de respuesta ante la ocurrencia de un sismo*

¿Qué hacer después del movimiento sísmico?	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de haber replegado a zonas de menor riesgo durante el sismo, evacúa el inmueble hacia un punto de reunión. • Mantén la calma y atiende las indicaciones de brigadistas, cuerpos de rescate y autoridades de gestión integral de riesgos y protección civil. • En caso de que no haber realizado la interrupción de los servicios de gas, agua y electricidad, realiza el corte de suministro lo más pronto posible. • Utiliza celular solo para emergencias o lo mínimo posible • Utiliza redes sociales para avisar que estás bien. • Una vez terminado el temblor verifica el estado estructural de del edificio, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.
---	--

Nota. Adaptado del manual de IGP (2023)

Tabla 41*Medidas de respuesta ante la ocurrencia de un sismo*

Sugerencias después del movimiento sísmico	<ul style="list-style-type: none"> • No regreses al inmueble en caso de detectar algún daño estructural y pide una revisión a las autoridades competentes. • Si los servicios de luz siguen interrumpidos, usa linternas de baterías. No uses velas, evita explosiones por fugas de gas y evita fumar, hasta verificar que no haya fuga de algún combustible. • Ayuda a calmar a quienes tienen crisis nerviosa. • Si estás con infantes, explícales de manera sencilla lo que pasó y diles qué deberán hacer a continuación para cuidarse. Hazles saber que estarás ahí para escucharlos cuando así lo requieran. • Mantente informado y espera indicaciones de personal de emergencias. • Mantén la calma. Los cuerpos de emergencia se dirigirán al lugar de la emergencia. • Si te es posible, golpea con un objeto a la mano, las tuberías o estructuras, a fin de que los rescatistas puedan ubicar su posición.
En caso de haber quedado atrapado en un derrumbe	<ul style="list-style-type: none"> • Comunícate vía WhatsApp o redes sociales con familiares o amigos y establece tu posición, además de informar con cuántas personas te encuentras atrapada/o. • Responde las señales que emitan los cuerpos de rescate para dar auxilio. • No intentes salir por ti solo/a. Si el edificio se ha derrumbado parcialmente, con tus movimientos y las réplicas del sismo podría colapsarse por completo.

Nota. Adaptado del manual de IGP (2023)

Medidas de prevención vinculadas con las entidades del Estado. Se requiere que el Estado desarrolle estudios de riesgo sísmico para cuantificar las pérdidas para cada los sectores sociales y productivos; y, conociendo el nivel de riesgo, debe desarrollar la planificación estratégica priorizando inversiones multianuales para reducir el riesgo en las infraestructuras que lo concentren. Las municipalidades son responsables ante los vecinos de todas las acciones de preparación a una emergencia; estas, conducen la atención durante la emergencia y realizan la rehabilitación y reconstrucción (Tabla 42).

Tabla 42

Etapas de prevención y preparación en función a responsabilidades del Estado

Descripción	Responsables
1. Capacitar a directivos, funcionarios y especialistas del territorio en los fundamentos, vías y acciones de la gestión del riesgo sísmico, en correspondencia con la identificación del peligro y las vulnerabilidades identificadas, contextualizándolas para la Municipalidad de Comas y los dirigentes y pobladores de Santa Luzmila.	Defensa Civil
2. Solicitar estudios detallados para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en los objetos de obras de las instalaciones que manifiesten posibilidad de sufrir daños ante la ocurrencia de un sismo. Sobre todo, las destinadas al mantenimiento de los servicios y al sistema de líneas vitales.	MEF, MTC y MVCS
3. Priorizar programas de viviendas en mal estado a corto, mediano y largo plazo; con prioridad para las instalaciones que hoy se encuentran apuntaladas o en mal estado y conservan aún sus valores patrimoniales.	MVCS
4. Garantizar que todas las construcciones de la urbanización Santa Luzmila, se realicen cumpliendo todo lo reglamentado para zonas sísmicas (sobre suelo firme con cimentaciones y sistemas constructivos para zonas sísmicas, con suficiente resistencia y rigidez para garantizar la adecuada transmisión de las cargas, diseño de los elementos estructurales para resistir los efectos de los movimientos sísmicos).	MVCS, CENEPRED
5. Garantizar que las nuevas construcciones estén ubicadas fuera de las áreas de peligro de zonas inundables, rellenos mal compactados, instalaciones que manipulen, almacenen, produzcan o usen dentro de su proceso tecnológico productos químicos peligrosos, combustibles o lubricantes.	CENEPRED, MVCS- MDC
6. Ejecutar la construcción y mantenimiento de los sistemas para el suministro de agua, evacuación y tratamiento de residuales domésticos y el escurrimiento pluvial lo antes posible, con prioridad en las áreas semi consolidadas, lugares donde pueden acumularse los residuales debido a la obstrucción de vías.	MVCS, Municipalidad de
7. Capacitar y preparar al personal médico y paramédico desde el punto de vista profesional y psicológico para el trabajo en situaciones de desastres sísmicos.	Comas, MINSA
8. Evaluar periódicamente el suministro de agua, energía eléctrica, comunicaciones y alimentos a los centros hospitalarios, puestos de mando y órganos de dirección, considerando el uso de energías renovables	MVCS, MDC
9. Garantizar el buen funcionamiento y la disponibilidad de combustible en los grupos electrógenos, así como considerar el uso de fuentes de energía renovable en las instalaciones esenciales que prestarán servicios o las destinadas a la elaboración de alimentos y centros de evacuación.	MINEM
10. Actualizar los Planes de Reducción de Desastres de cada organismo y entidad a partir de los resultados del presente estudio, considerando las vulnerabilidades y la disponibilidad de los materiales requeridos para mantener cada situación	MPLM, MDC
11. Desarrollar e implementar programas de capacitación y preparación a la población, con prioridad en los consejos con riesgo sísmico alto.	INDECI, MDC

Nota. Revisión sistemática de las competencias establecidas en sus marcos normativos

Tabla 43

Etapas de prevención y preparación en función a responsabilidades del Estado

Descripción	Responsables
1. Capacitar periódicamente las brigadas de rescate y salvamentos existentes en el municipio y otros organismos en los temas concernientes al tratamiento del impacto causado por los terremotos en las poblacionales, edificios colapsados e instalaciones con peligro químico.	INDECI, CENEPRED, MDC
2. Evaluar la existencia y estado técnico de la maquinaria ingeniera a utilizar en las labores de rescate, limpieza y desobstrucción de las calles. Garantizar los medios de transporte destinados a la evacuación o traslado de heridos y damnificados	MVCS
3. Aplicar en los centros de salud y educación, técnicas para la protección y cuidado de medicamentos, utensilios, equipos y materiales almacenados o dispuestos para la prestación de los servicios. Garantizar la fijación de objetos pesados, estantes, balones de oxígeno, etc., para evitar que pueda caer productos de las oscilaciones que tenga la estructura.	MINSA
4. Lograr que los organismos incluyan dentro de su presupuesto económico, acciones que permitan el tratamiento de las vulnerabilidades identificadas en este estudio.	MEF, CENEPRED
5. Controlar que el presupuesto destinado para la reducción de desastres en cada organismo sea utilizado en acciones y labores que disminuyan las vulnerabilidades en cada uno de ellos.	CENEPRED Y MDC
6. Chequear las reservas operativas y estatales de cada entidad y organismos.	MVCS
7. Implementar mecanismos para monitorear la ejecución y calidad de las obras ejecutadas, sobre todo en la construcción de viviendas por esfuerzo propio.	MVCS, MDC
8. Velar y hacer cumplir los códigos sísmicos y las regulaciones establecidas para el distrito de Comas en función del peligro sísmico existente.	MLM, CENEPRED
9. Mantener los recursos y los planes de reducción de desastres actualizados en los nueve objetivos con peligro químico y las instalaciones con depósitos de combustibles, de manera que sean autónomos para el enfrentamiento de la situación y resolver la situación sin ayuda externa.	CENEPRED, MVCS, MINEM

Nota. Revisión sistemática de las competencias establecidas en sus marcos normativos

Medidas de prevención y reducción de riesgos. Será la municipalidad de Comas, a quien le corresponderá promover la ejecución de las medidas siguientes.

Medidas estructurales

- En Santa Luzmila, se tiene un suelo de capacidad portante mediano que se deberá reforzar y construir vivienda de material noble y metálico antisísmico considerando que se evidenció un alto grado de informalidad en la construcción.
- Si bien por ser una zona asentada en pampas costaneras con relieve ondulados, sus manzanas deben seguir una distancia acorde a los parámetros legales vigentes, para evitar deslizamiento en un eventual sismo de gran magnitud.
- Es necesario llevar a cabo un mantenimiento adecuado de las tuberías de agua y desagüe con el fin de prevenir la filtración de agua.

Evitar posibles daños a los muros de contención presente en las viviendas de todas las manzanas ubicadas en la totalidad del área urbana de Santa Luzmila.

- Mejorar las bases de las construcciones existentes en manzanas localizadas en el sector norte y noroeste de la urbanización donde se ubican un alto grado de viviendas con construcciones informales.

Medidas no estructurales

- Desarrollar un Plan de contingencia para atender sismos de considerable intensidad y adquirir el equipamiento necesario para su ejecución.
- Promover el cumplimiento de diseños sismo-resistentes en las licencias de edificación.
- Elaborar un Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de desastres en la zona de Santa Luzmila, considerando instrumentos de gestión del distrito y del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Crear un programa de capacitación para la población no conoce sobre conocimiento de peligros, prevención y preparación ante sismos.
- Para nuevos Proyectos de Inversión Pública o Privada, requerir estudios de suelos y capacidad portante que incorporen la gestión del riesgo de desastres.
- Fortalecer las capacidades organizativas de la comunidad.
- Promover la educación de la población en materia de sismos, incluyendo sistemas de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras, así como la implementación de planes familiares.

Los simulacros de sismos. Los simulacros son esenciales para evaluar y mejorar la capacidad de respuesta de la población ante situaciones de urgencia, como terremotos u otros eventos catastróficos.

Estos ejercicios prácticos reproducen condiciones similares a las que se esperan en un evento real, lo que permite aprender procedimientos efectivos y corregir errores. Es crucial contar con la orientación de expertos en la materia y acceder a información relevante para llevar a cabo simulacros exitosos y fortalecer la preparación de la comunidad.

¿Por qué realizar simulacros? La realización de simulacros es imperativa para prevenir una mayor pérdida de vidas en caso de una catástrofe, ya que ni el sentido común ni la buena voluntad serán adecuados para preservar vidas durante el desarrollo de un desastre. Los simulacros regularmente son organizados por Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Para llevar a cabo simulacros de manera efectiva, es necesario seguir una rutina de entrenamiento o un proceso que permita realizarlos sin previo aviso, lo que facilita la evaluación de la eficiencia de los participantes. Este proceso puede llevar tiempo, por lo que es importante iniciar y acelerar la preparación a intervalos regulares para reducir la vulnerabilidad. La práctica constante es esencial, ya que cada período sin ensayos aumenta el nivel de vulnerabilidad. Es fundamental recordar que no todos los desastres desencadenan el caos, y gran parte de ello depende de nuestra preparación. (Figura 31).

Figura 31

Simulacros de sismos



Nota. Vistas tomadas durante el simulacro de sismos en 2023

Previos a planificar o ejecutar simulacros se considera los siguientes pasos:

- a) Formar un equipo de trabajo bien informado sobre los peligros.
- b) Fomentar la motivación e integración entre los participantes.
- c) Evaluar la vulnerabilidad del entorno y planificar las acciones a seguir.
- d) Capacitar y organizar brigadas de respuesta.
- e) Familiarizarse con las rutas de evacuación.

Análisis de la prevención en las edificaciones en Santa Luzmila. En base a las medidas de prevención ante un sismo que supere los 8.0 grados en la escala de Mercalli, en la urbanización Santa Luzmila del distrito de Comas, es esencial mencionar que el diseño de las viviendas está estrechamente vinculado con el riesgo sísmico, la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza sísmica varía en diferentes áreas de la urbanización, siendo el tipo de suelo una preocupación principal en algunas zonas. En particular, los suelos licuables representan un riesgo significativo para la construcción de viviendas. Por lo tanto, es fundamental realizar estudios de suelo antes de iniciar cualquier proyecto de construcción para determinar la profundidad adecuada de la cimentación, la capacidad del suelo y las dimensiones de las losas de cimentación, entre otros factores cruciales. Conocer y considerar el tipo de suelo es esencial para asegurar la integridad de las estructuras en caso de un sismo.

La planificación y construcción deben ser llevadas a cabo por un equipo técnico competente, capaz de identificar las amenazas y vulnerabilidades del sitio. Un equipo de especialistas, incluyendo arquitectos e ingenieros estructurales, sanitarios y eléctricos, es esencial para incorporar características técnicas que protejan las viviendas ante terremotos. La calidad en el diseño se debe reflejar en elementos como techos, vigas, columnas, escaleras y ascensores, asegurando que la estructura no colapse ante una amenaza significativa.

En la fase de construcción, el constructor debe garantizar tanto la calidad de los materiales como del proceso constructivo, siguiendo fielmente los planos técnicos. El uso de materiales o técnicas constructivas deficientes puede resultar en viviendas que, aunque estéticamente agradables, presenten fallas estructurales. Por ejemplo, los ladrillos fabricados artesanalmente que no cumplen con los estándares mecánicos mínimos y las técnicas constructivas inadecuadas, como el llenado incompleto de columnas que crea "cangrejas", representan puntos críticos de vulnerabilidad que se suelen disimular para mejorar la apariencia superficial, pero que en realidad comprometen la seguridad estructural.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Con relación al cálculo de los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

En este objetivo, se calculó los niveles de vulnerabilidad en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo; se pudo encontrar que, se calculó en base a la intensidad sísmica y el nivel de daño; para ello se conocieron las características físicas donde el 88.8% fueron de tipo residencial y 6.51% comercial; el 97.14% son de albañilería y 1.04% de adobe; el 98.18% se encuentran ocupadas; el 57.03% están en estado regular; y, el 27.60%, se encuentra en estado malo; el 88.80% fueron de uso para viviendas familiares; el 63.54% se construyeron entre 1981 a 1990; el 19.27% es de un solo piso y el 10.94% son de más de 5 pisos; el 32.03% viven entre 8 a 10 personas. Los niveles de vulnerabilidad por sistemas estructurales; el 20% son de albañilería y están en el nivel Bajo y Medio; las casas de adobe, el 1.09% están en un nivel de vulnerabilidad Muy Alto, y 6% son de madera de nivel Bajo; las casas de adobe y quincha el 0.82% están en el nivel Muy Alto de vulnerabilidad, material precario está en el nivel de vulnerabilidad Alto. Otro dato es que, el 77.87% se encuentran en un nivel Bajo de vulnerabilidad; cuyos daños se pueden evidenciar en pequeñas grietas en muros de albañilería. Esto quiere decir que, los daños por efectos de un sismo son predecible si contamos con el diagnóstico de la vulnerabilidad; los daños que pudieran darse en las viviendas en Santa Luzmila son que 37 de ellas están en un nivel Muy Alto; 336 Alto, 742 Medio y 141 Bajo; frente a lo mencionado, los daños causados se deben a la magnitud y profundidad del sismo, a la ubicación de Santa Luzmila, a las fallas geológicas y a la propia geología del suelo lo que amplificaría que las ondas sísmicas aumentan el riesgo de daños; otro factor es la resistencia y calidad de la construcción se ha visto en campo que, las edificaciones que no respetan los parámetros y normas de construcción y el Estado no incentiva construcción de edificaciones formales.

Estos resultados son corroborados por Ballesteros y Caizaguano (2020), en la parroquia de Sangolquí, en Ecuador; realizó una evaluación del grado de vulnerabilidad y calculó el riesgo sísmico para categorizarla; habiendo cierta semejanza con los resultados encontrados. Ordaz, et al. (2019), en España, identificaron 4 niveles de vulnerabilidad estructural; y, 866 manzanas están en vulnerabilidad Alto; por su lado Gutiérrez (2018), realizó la microzonificación sísmica; de los cuales. 576 edificaciones estudiadas, se realizó los análisis de vulnerabilidad sísmica y corrección, por medio de reforzamientos estructurales. Otro autor es Cardona, et al. (2017), donde encontraron que, la evaluación del riesgo sísmico incluye la microzonificación sísmica de la ciudad y el catastro detallado, logrando así una evaluación completa a nivel de edificaciones para toda la ciudad. Por su lado, Jara y Cardozo (2017), propuso una mejora en las condiciones de seguridad integral en base a la evaluación de la vulnerabilidad con enfoque de riesgo y desastres. En el ámbito nacional, Padilla (2021), en el distrito Castilla en Piura, encontró que, el índice de vulnerabilidad de tipo baja (20%); índice de vulnerabilidad de tipo media (23%), índice de vulnerabilidad de tipo alta (37%) y índice de vulnerabilidad de tipo muy alta (20%); cuyo resultados fueron semejantes a los encontrados en la investigación; por su parte Santos (2019), en el distrito Chilca encontró que, El 54% de las viviendas autoconstruidas muestran un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto, el 38% exhibe un nivel de vulnerabilidad sísmica alto, y el 8% presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica moderado y, Rodríguez (2019), en Carhuaz encontró que se presentan condiciones de vulnerabilidad Alta y Muy Alta. En tal sentido bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados se confirma que, el cálculo de la vulnerabilidad en edificaciones se relaciona directamente con la seguridad de las personas y se identifican las debilidades y deficiencias estructurales o de construcción permite tomar medidas para prevenir lesiones y salvar vidas en caso de un sismo u otro desastre natural.

5.2. Con relación a la estimación de los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila

En este objetivo, se estimaron los sectores críticos por niveles de riesgos y peligros en las edificaciones, ante un sismo; se pudo encontrar que, en base al mapa de riesgos por sismos se delimitaron los sectores críticos que resultaron a partir de los niveles muy altos y alto del nivel de riesgo. El distrito de Comas cuenta con 14 zonas y 348 urbanizaciones; y, en Santa Luzmila se levantó datos sobre características físicas de las viviendas cuyos resultados son que el 88.8% son viviendas, el 97.14% representa albañilería, el 98.18% se encuentran ocupadas; su estado de conservación en un 57.03% es regular, el 63.54% tiene una antigüedad de 40 años, el 32.3% tiene más de 3 pisos, el 32.03% viven entre 8 a 10 personas. Santa Luzmila se divide en 14 sectores, de los cuales, 1 es de nivel de estado crítico Alto, ubicado en el sector 9; los sectores 2, 3, 4, 5, 7, 10 y 13 están en el nivel crítico Medio; luego, los sectores 1, 6, 8, 11, 12 y 14 son de nivel crítico Bajo; de este sector crítico 7 son viviendas de madera. Esto implica evaluar las áreas con infraestructura en función de su exposición a peligro sísmico y vulnerabilidad; por ello, la infraestructura de construcción puede sufrir daños significativos o colapso durante el sismo de Moderada a Alta intensidad, esto incluye edificios antiguos y mal construidos, redes de agua y luz; así como, poblaciones vulnerables. El no identificar áreas críticas donde la evaluación de los factores geológicos, tectónicos y sísmicos, podrían indicar un mayor riesgo si hay un sismo; en todo caso, para la gestión de desastres y la seguridad pública esta debe estar enfocada en la protección de vidas humanas, para la reducción de lesiones y la preservación de la infraestructura crítica que albergan los hospitales, clínicas, escuelas, redes de suministro de agua y luz; y, la reducción de los daños materiales lo que permitiría planificar, dando respuesta y recuperar conociendo donde se ubican las zonas críticas; y, también en la concientización social. Otro elemento es que las áreas cercanas a fallas geológicas activas son propensas a sismos

Estos resultados son corroborados por Ballesteros y Caizaguano (2020), en su trabajo en la parroquia de Sangolquí, evaluó la vulnerabilidad sísmica en unidades educativas, no identifica sectores críticos y no se coincide con este autor. Ordaz, et al. (2019) en Toluca México, analizaron la vulnerabilidad estructural y hace una tipificación física de las viviendas de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones; esto se asemeja al trabajo realizado. En Ecuador, Jara y Cardozo (2017), estudiaron los factores de vulnerabilidad con enfoque de riesgo de desastres y propone una mejora en las condiciones de seguridad. En el Perú, Padilla (2021), aplica la encuesta a 35 viviendas y las caracteriza físicamente y propone medidas de prevención. Por su parte, Santos (2019), estudió la vulnerabilidad ante sismos en 2017 en Chilca, determinó niveles de vulnerabilidad e identifico que el 38% de las viviendas son construidas de manera independiente y muestra una vulnerabilidad Alta; el 4% presenta una vulnerabilidad Baja. Rodríguez (2019), caracterizó el territorio e indicadores que afectan la vulnerabilidad estructural de las viviendas ante un sismo; se encuestaron que, 343 viviendas fueron afectadas, y los resultados evidenciaron que estas presentan condiciones de vulnerabilidad significativas Muy Altas. En caso de ocurrir un evento sísmico, las viviendas son altamente vulnerables. Así, Poicón (2017), en Catacaos-Piura; identificó el índice del riesgo sísmico en viviendas de albañilería, estimando los probables daños que se presenten aplicó la encuesta determino que 592 viviendas podrían colapsar de los cuales 2483 personas podrían ser las afectadas. En tal sentido bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados se confirma que, el proceso de estimar los sectores críticos por el riesgo y vulnerabilidad que es fundamental para la gestión de desastres y la planificación de la resiliencia sísmica; este proceso de la gestión de desastres y la planificación de la seguridad sísmica, implicaría identificar y evaluar los sectores encontrados en Santa Luzmila, así como la infraestructura en función de su exposición a los peligros sísmicos y su vulnerabilidad ante los mismos.

5.3. Con relación a la propuesta de las medidas de prevención en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.

En este objetivo, se realizó una propuesta de medidas de prevención en edificaciones ante la ocurrencia de un sismo; y, se pudo encontrar que, las medidas de prevención vinculantes con la edificación son las mejoras en el diseño y construcción sísmica, el reforzamiento de estructuras, el aislamiento sísmico; la planificación y diseño de interiores con almacenamiento seguro y sistemas de detección y alarma; se debe contar con un plan de evacuación y zonas de refugio, ahondando en la educación y entrenamiento, haciendo una evaluación post sismo y adaptándose a la ubicación. Las medidas de prevención para la población expuesta son las de mitigación, preparación y respuesta; en este caso el Estado en sus tres niveles tiene su rol significativo; son quienes deben desarrollar estudios de riesgo sísmico que permitan cuantificar las pérdidas sísmicas para cada uno de sus sectores sociales y productivos. Son el INDECI, CENEPRED, MEF, MTC el, MVCS; así como la Municipalidad de Comas quienes deben generar la preparación y respuesta ante un sismo para garantizar la seguridad de la población y minimizar los daños. Entre las medidas de preparación se tiene el desarrollo de planes de emergencia, la educación y concientización de la población mediante campañas de educación pública para aumentar la conciencia y preparación y respuesta a sismos; evaluación de la infraestructura críticas y mediante los sistemas de alerta temprana; para ello los simulacros juegan un rol importante para la prevención evitando el mayor número de muertos durante una catástrofe. Esto quiere decir que, su importancia refiere a que se salvaguardas las vidas humanas y se concientiza a la población educando a las familias que hacer antes, durante y después de un sismo. Frente a lo mencionado, se requiere planificar y realizar simulacros de sismos e identificar las zonas seguras para casos de evacuación y lo más importante es manteniendo la calma.

Estos resultados son corroborados por Ballesteros y Caizaguano (2020), en la parroquia de Sangolquí en Ecuador; quien basó su análisis y adaptación de la Guía para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica y mejorar la seguridad ante amenazas naturales propuso aplicar la guía para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica; otro autor fue Ordaz, et al. (2019), en Toluca; propuso medidas tomando como referente el Reglamento General de Construcciones. Por su parte Jara y Cardozo (2017), en Ambato-Ecuador, propuso un plan de prevención de factores de vulnerabilidad física en la UTA para salvaguardar los componentes arquitectónicos y la seguridad integral de la comunidad universitaria. En el Perú, Padilla (2021), Santos (2019), en Chilca, desarrollo un análisis de la vulnerabilidad sísmica utilizando el método cualitativo – ATC 21, proponiendo las medidas correctivas antes, durante y posismo, coincidiendo en este aspecto con este autor; por su lado Rodríguez (2019), en la subcuenca Chucchun – Carhuaz; evidencio que por las condiciones de vulnerabilidad son altas o muy altas debido a las características de litología, pendiente y susceptibilidad o exposición. proponiendo las medidas correctivas; otro autor fue Poicón (2017), en Catacaos-Piura; de la universidad de Piura, Propuso advertencias destinadas a la preparación de la sociedad Cataquense frente a la ocurrencia de un evento sísmico catastrófico; y Chijcheapaza (2016), en el centro histórico del Callao, propuso medidas de prevención que se encuentran reglamentadas en el D.S.Nº098-2007-PCM sobre el plan nacional de operaciones de emergencia; y, el D.S.Nº037-2010-PCM sobre el Plan Nacional de prevención por sismos. Dicho eso tras la referencia anterior y al analizar estos resultados se confirma que, es una forma importante de promover la seguridad y reducir el riesgo de daños y lesiones; se debe evaluar la estructura existente e identificar posibles debilidades estructurales y áreas de mejora; evaluando siempre los riesgos haciendo respetar los códigos de construcción y las normativas.

VI. CONCLUSIONES

- a) Se calcularon los niveles de vulnerabilidad, en base a la intensidad sísmica y el nivel de daño. El 88.8% son viviendas residenciales y el 98.1% están ocupadas, que más del 50% están en estado regular, y que más del 97% de las viviendas son de albañilería, el nivel de vulnerabilidad por sistemas estructurales son que, el 1.09% de las estructuras de adobe y quincha son vulnerables físicamente ante un sismo. Las viviendas con niveles de vulnerabilidad Muy Alto y Alto sumarían 1195 viviendas, que afectaría a una población aproximada de 5267 de las 39,567 que son el total de la urbanización.
- b) Se estimaron los principales sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, determinándose que, de los 14 sectores, el sector IX está en estado crítico Alto, localizándose entre las Av(s). Gerardo Unger y Guillermo de la Fuente, que reflejarían el comportamiento dinámico ante la ocurrencia de un sismo severo, que afectaría a esta parte la urbanización; los sectores II, III, IV, V, VII, X y XIII se encuentran en estado crítico moderado; los demás sectores se encuentran en estado crítico Bajo.
- c) Se propusieron las medidas de prevención de riesgo en edificaciones para la población y autoridades que vinculan a la mejora de los diseños y construcciones antisísmicas, con reforzamiento de sus estructuras, aislamiento de sistemas de detección de alarmas y contando con un plan de prevención. Las autoridades y la población deben implementar medidas de mitigación, preparación y respuesta para garantizar la seguridad de la población. Contar con planes de emergencia, educación y concientización de la población con campañas públicas en la urbanización y las escuelas, desarrollando simulacros para identificar zonas seguras en casos de evacuación.

VII.RECOMENDACIONES

- a) A la Municipalidad de Comas, generar campañas y acercamiento a la población en los sectores cíclicos Alto y Moderado identificados para mejorar y/o reforzar el sistema constructivo de las viviendas; así como adecuarse y respetar las normas y regulaciones de la construcción de manera adecuada, ante la ocurrencia de un sismo severo. Asimismo, en coordinación con el CENEPRED e INDECI, generar planes de acción para implementar medidas estructurales y no estructurales instrumentos en las viviendas con un nivel Alto de vulnerabilidad Sísmica; como son los casos de las viviendas construidas a base de adobe, quincha y madera.
- b) La Municipalidad de comas con la población y actores locales del distrito, identifiquen áreas de evacuación seguras, inspeccionando instalaciones del sistema eléctrico y gas y fortaleciendo las capacidades a la población mediante la capacitación, simulacros, primeros auxilios, botiquines de emergencia, rutas de evacuación, otros.
- c) Al notar que más del 90% de las viviendas en la Urbanización Santa Luzmila son de Albañilería se recomienda que se siga procedimientos constructivos antisísmicos probados por entidades especialistas en el tema como lo plantea CISMID en su “Construyendo edificaciones de albañilería con tecnologías apropiadas” Guía para la construcción con Albañilería. Así como el estudio, sirva como un aporte a los estudios sobre Gestión del Riesgo de Desastres en el distrito de Comas.

VIII. REFERENCIAS

- Ballesteros, K. y Caizaguano, D. (2020). *Guía para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades educativas localizadas en la parroquia de Sangolquí, basada en la guía FEMA P-1000. Estudio de caso*. [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE-Ecuador]. Repositorio institucional de la ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/22553>
- Cardona, O., Bernal, G., Zuloaga, D., Salgado M., y González, D. (2017). *Amenaza y riesgo sísmico del cono sur de Chile y Argentina*. Universidad Nacional de Colombia, 1(1), 43 – 69. <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/4/4>
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (2020). *Diagnóstico distrital de riesgo sísmico, san juan de Miraflores*. <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2020/09/DIAGNOSTICO-RIESGO-SISMICO-SJM-ENTREGADO-13.01.2020.pdf>
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (2022). *Acciones para reducir el riesgo de desastres en tu barrio*. Municipalidad de Puente Piedra. <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2023/02/5-acciones-PP-en-alta-comprimido.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2020). *Manual para la evaluación del riesgo, originados por fenómenos naturales*. 2da. Versión. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2020). *Escenario de riesgo por sismo de gran magnitud seguido de tsunami frente a la costa central del Perú*. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//10810_escenario-de-riesgo-

[por-sismo-de-gran-magnitud-seguido-de-tsunami-frente-a-la-costa-central-del-peru.pdf](#)

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2020).

Estudio de vulnerabilidad y riesgo de origen natural. Estudio en un tramo del Río Rímac

– Gobierno Regional del Callao.

[http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//9593_estudio-de-evaluacion-](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//9593_estudio-de-evaluacion-de-riesgo-en-el-area-geografica-del-rio-rimac-comprendido-en-el-tramo-de-la-av-elmer-faucett-hasta-el-limite-del-distrito-carmen.pdf)

[de-riesgo-en-el-area-geografica-del-rio-rimac-comprendido-en-el-tramo-de-la-av-](#)

[elmer-faucett-hasta-el-limite-del-distrito-carmen.pdf](#)

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014).

Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da

Versión. [https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/MAN-manual-evaluacion-](https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/MAN-manual-evaluacion-riesgos-natural-v2.pdf)

[riesgos-natural-v2.pdf](#)

Chávez, R. y Bojórquez, E. (2016). *Análisis de peligro sísmico probabilístico usando una nueva*

medida de intensidad sísmica. *Dyna (Medellín)*, 83(195), 2 - 10

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532016000100026)

[73532016000100026](#)

Chijcheapaza, A. (2016). *Análisis de vulnerabilidad y riesgos, ante un Sismo –Tsunamigénico*

en el centro histórico del Callao. [Tesis de pregrado, Universidad Federico Villarreal].

Repositorio de la UNFV.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/1507?show=full>

Duhalde, J. (11 de abril del 2014). *Asentamientos informales: la marca de la desigualdad urbana*

en América Latina. *BID, Mejorando Vidas*. [https://blogs.iadb.org/ciudades-](https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/asentamientos-informales-la-marca-de-la-desigualdad-urban-en-america-latina/)

[sostenibles/es/asentamientos-informales-la-marca-de-la-desigualdad-urban-en-america-](#)

[latina/](#)

El Peruano (2023). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento*

- Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible*. Aprobado por D.S. N°026-2016-VIVIENDA. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-acondicionamien-decreto-supremo-n-022-2016-vivienda-1466636-3>
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Manual Auto formativo Interactivo, 1era edición; de la Universidad Continental-Sede Huancayo. Repositorio Institucional UC. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MA_I_UC0584_2018.pdf
- Garay, C. (08 de diciembre 2020). *Metodología y técnicas de investigación*. [Diapositiva]. Scribd <https://es.scribd.com/document/545497515/Tecnicas-e-Instrumentos-de-Investigacion>
- Gómez, J. y Cirvini, S. (2022). *La adaptabilidad en edificios patrimoniales. Conceptos y alcance*. *Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá)*, 35(1), 10 – 15. [https://revistas.javeriana.edu.co/files/articulos/APUNTES/35%20\(2022\)/539571871004/index.html](https://revistas.javeriana.edu.co/files/articulos/APUNTES/35%20(2022)/539571871004/index.html)
- Gutiérrez, J. (2018). *Vulnerabilidad sísmica en estructuras de edificaciones indispensables en Santiago de Cali*. [Ensayo de la Universidad Militar Nueva Granada-UMNG]. Repositorio de la UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17952?show=full>
- Instituto Geofísico del Perú (2020). *¿Qué hacer en caso de un sismo?* <https://www.igepn.edu.ec/que-hacer-ante/un-sismo>
- Instituto Geofísico del Perú (2023). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4893/ESCENARIO_SISMICO_PERU_IGP2020.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2017). *Fortalecimiento de Capacidades en Gestión Urbana*

Sostenible y Gestión del Riesgo de Desastres. <https://docplayer.es/55614466-Fortalecimiento-de-capacidades-en-gestion-urbana-sostenible-y-gestion-del-riesgo-de-desastres.html>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). *Compendio Estadístico 2018*. Preparación, respuesta y rehabilitación. https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/02/COMPENDIO-GRAN-FINAL-2018_28dic_PDF.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil (2019) *Compendio estadístico del INDECI 2019-En la preparación, respuesta y rehabilitación de la GRD.* <http://www.indeci.gob.pe>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Perfil sociodemográfico. Censos nacionales 2017.* https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022). *Lima Supera los 10 millones de habitantes al año 2022.* [https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-supera-los-10-millones-de-habitantes-al-ano-2022-13297/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20las%20estimaciones%20y%20proyecciones,586%20mil%20914\)%%20y%20el](https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-supera-los-10-millones-de-habitantes-al-ano-2022-13297/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20las%20estimaciones%20y%20proyecciones,586%20mil%20914)%%20y%20el)

Iñiguez, G., Barragán, G., Mas, M. y Vallejo, M. (2017). *Estudio de amenazas, vulnerabilidad y riesgos estructurales en las instituciones de la parroquia urbana del Cantón Chimbo.* Revista Publicando, 4(12), 554 - 562. https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/712/pdf_526

Jara, V. y Cardozo, P. (2017) *Factores de vulnerabilidad con enfoque de riesgos y desastres y planteamiento de una propuesta de reducción de riesgos y desastres para el componente arquitectónico en la Universidad Técnica de Ambato.* [Tesis de maestría, Universidad de

Ambato]. Repositorio Institucional de la UA.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26706>

[Ministerio de Medio Ambiente \(\[MINAM\], 2015\). *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente \(ERSA\) en sitios contaminados*. Sitio web <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/02/Anexo-R.M.-N%C2%B0-034-2015-Guia-ERSA.pdf>](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/02/Anexo-R.M.-N%C2%B0-034-2015-Guia-ERSA.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). *Actualización de la información para la gestión del riesgo de desastres*.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metas/taller_PI_meta16_27.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2023). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Municipalidad del distrito de Comas (2019). *Plan de Prevención y reducción de Riesgos de Desastres del distrito de Comas 2019-2022*.

https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//8023_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-de-comas-2019-2022.pdf

Municipalidad del distrito de Comas (2023). *Diagnóstico de brechas del distrito de Comas Programación Multianual 2021-2022*.

<https://www.municomas.gob.pe/resources/upload/transparencia/informacion-adicional/DIAGNOSTICO-DE-BRECHAS-DEL-DISTRITO-DE-COMAS-PMI-2021-2023.pdf>

Ochoa, J y Serrano, A. (2019) *Migración interna y sus efectos en el crecimiento urbano del municipio de Querétaro*. Universidad de Guanajuato, 21(2), 49 - 61.

<https://www.redalyc.org/journal/401/40161003004/html/>

- Ordaz, A., Hernández, J. y Garatachia, J. (2019). *Aproximación cartográfica a la vulnerabilidad estructural ante sismos empleando una metodología cualitativa: aplicación para la Ciudad de Toluca*. Universidad de Granada. 59(2), 178 – 198.
<https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/9340>
- Ordoñez, M. (24 de enero de 2019). *La Vulnerabilidad del distrito de Comas*.
<https://www.tumblr.com/alexcarrilloblog/137983443041/la-vulnerabilidad-del-distrito-de-comas>
- Padilla, J. (2021). *Identificación de las fallas y análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el A. H La Primavera III-etapa, distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio de la UNP.
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2717>
- Paredes, L. (2011). *El riesgo sísmico*. Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3234/riesgosismicolosterremotos.pdf>
- Pareja, D. (06 de octubre del 2020). *5 pasos para hacer un mapa de riesgos*.
<https://www.piranirisk.com/es/blog/5-pasos-para-hacer-un-mapa-de-riesgos>
- Poicón, A. (2017). *Análisis y evaluación del riesgo sísmico en acidificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos-Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio de la UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1248>
- Programa de las Nacionales Unidas para el Desarrollo (2015). *La evaluación global sobre la reducción del riesgo para el desarrollo*.
<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/c2fc505d8ae00977a9c1e3e11f9668b8a48f88b5dbcf67f3bee823f6e3b41ed3.pdf>

- Real Academia Española (2023). *Definición de mapa*. <https://www.rae.es/dpd/mapa>
- Rodríguez, R. (2019). *Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuenca Chucchun – Carhuaz*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional de la UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10316#:~:text=Los%20hallazgos%20evidencian%20que%20el,de%20vulnerabilidad%20y%20ante%20la.>
- Russell, R. (29 de abril 2016). *Ventanas al Universo*. Asociación de Maestros de la Tierra. [https://www.windows2universe.org/?page=/earth/geology/quake_4.html&lang=sp&e%20du=high.](https://www.windows2universe.org/?page=/earth/geology/quake_4.html&lang=sp&e%20du=high)
- Santos, D. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio de la UC. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>
- Supo, J. (2018). *Metodología de la investigación*. Bioestadístico. <https://bioestadistico.com/author/bioestadistico>

IX. ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	Dimensiones (Dn)	Metodología
¿Cómo incide la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, comas – 2022?	Evaluar la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones, ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, comas – 2022.	La evaluación de la vulnerabilidad y riesgos, en edificaciones, minimizan un desastre ante un sismo, en la urbanización Santa Luzmila, comas – 2022.	V(x): VULNERABILIDAD D1. Niveles D2. Exposición al desastre D3. Estimación de la amenaza D4. Parámetros de las viviendas	Técnica Encuesta - Documental Observacional Instrumentos Cuestionario – Fichas y formularios de notas documentales Guías de observación Escenario de estudio Urbanización SANTA Luzmila, distrito de Comas. Participantes Propietarios de viviendas de la Urb. Santa Luzmila Población y muestra Población: s/d $n = Z_{\alpha}^2 * p * q / E^2$ n =384 viviendas que se localizan en la urbanización Santa Luzmila.

Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones (Dn)	Metodología
<p>a. ¿Dónde se localizan los principales sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?</p> <p>b. ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?</p> <p>c. ¿Qué medidas de mitigación y prevención de riesgo en edificaciones, se pueden promover, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila?</p>	<p>a. Localizar los principales sectores críticos por niveles de riesgos y peligros, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p> <p>b. Identificar los niveles de vulnerabilidad, en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p> <p>c. Proponer las medidas de mitigación y prevención de riesgo en edificaciones, se pueden promover, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p>	<p>a. Los sectores críticos de alto riesgo se localizan en la el área urbana y ámbito de influencia determinada por niveles de peligros en edificaciones, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p> <p>b. Los niveles de vulnerabilidad en edificaciones son severos, ante la ocurrencia de un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p> <p>c. Las medidas de prevención de un sistema de alerta temprana y la promoción de construcción en edificaciones, se reducirían los daños causados por un sismo, en la urbanización Santa Luzmila.</p>	<p>V(Y): RIESGO SISMICO</p> <p>D1. Escenarios de riesgo sísmico</p> <p>D2. Sectores críticos</p> <p>D3. Nivel de peligros</p> <p>D4. Medidas de mitigación y prevención</p>	<p>Técnica</p> <p>Encuesta - Documental</p> <p>Observacional</p> <p>Instrumentos</p> <p>Cuestionario – Fichas y formularios de notas documentales</p> <p>Guías de observación</p> <p>Escenario de estudio</p> <p>Urbanización SANTA Luzmila, distrito de Comas.</p> <p>Participantes</p> <p>Propietarios de viviendas de la Urb. Santa Luzmila</p> <p>Población y muestra</p> <p>Población: s/d</p> $n = Z_{\alpha}^2 * p * q / E^2$ <p>n =384 viviendas que se localizan en la urbanización Santa Luzmila.</p>

Anexo B Panel fotográfico
(Labores de campo)

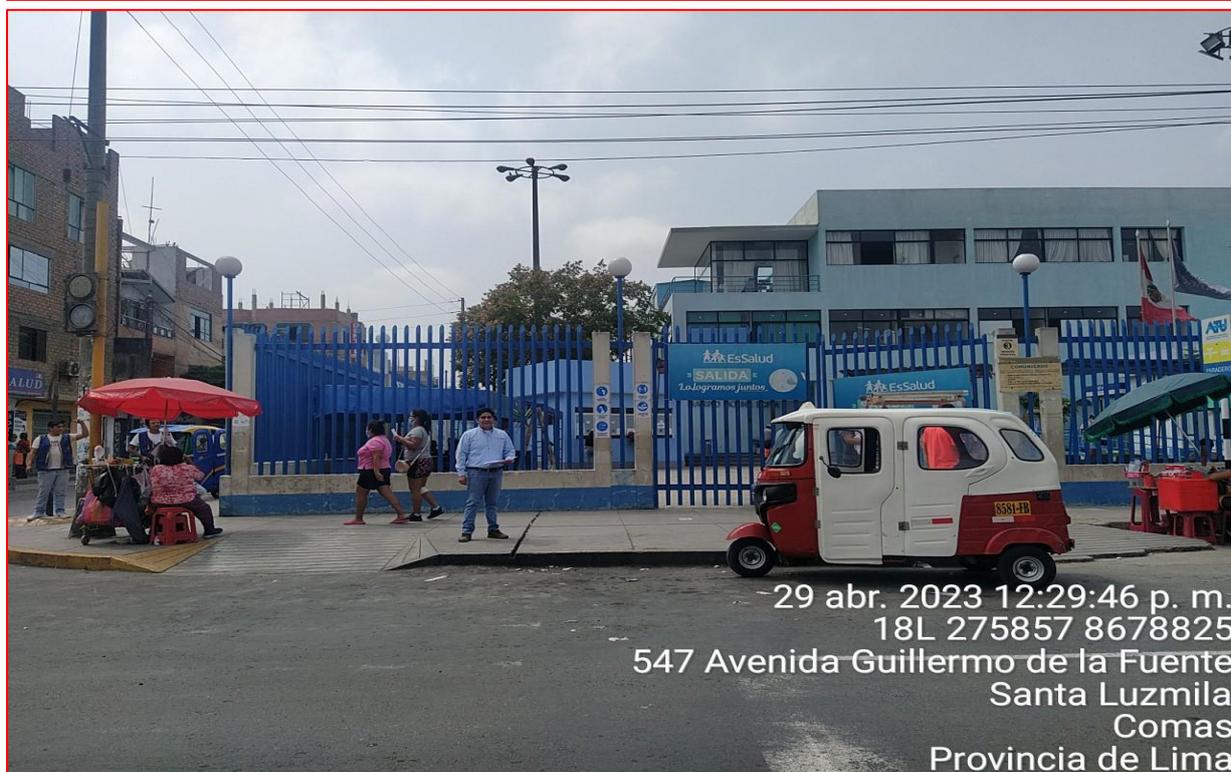


Foto 1 y 2. Visitando Instituciones en la Urbanización Santa Luzmila



Foto 3 y 4 Vista observacional del entorno y de las viviendas en Santa Luzmila



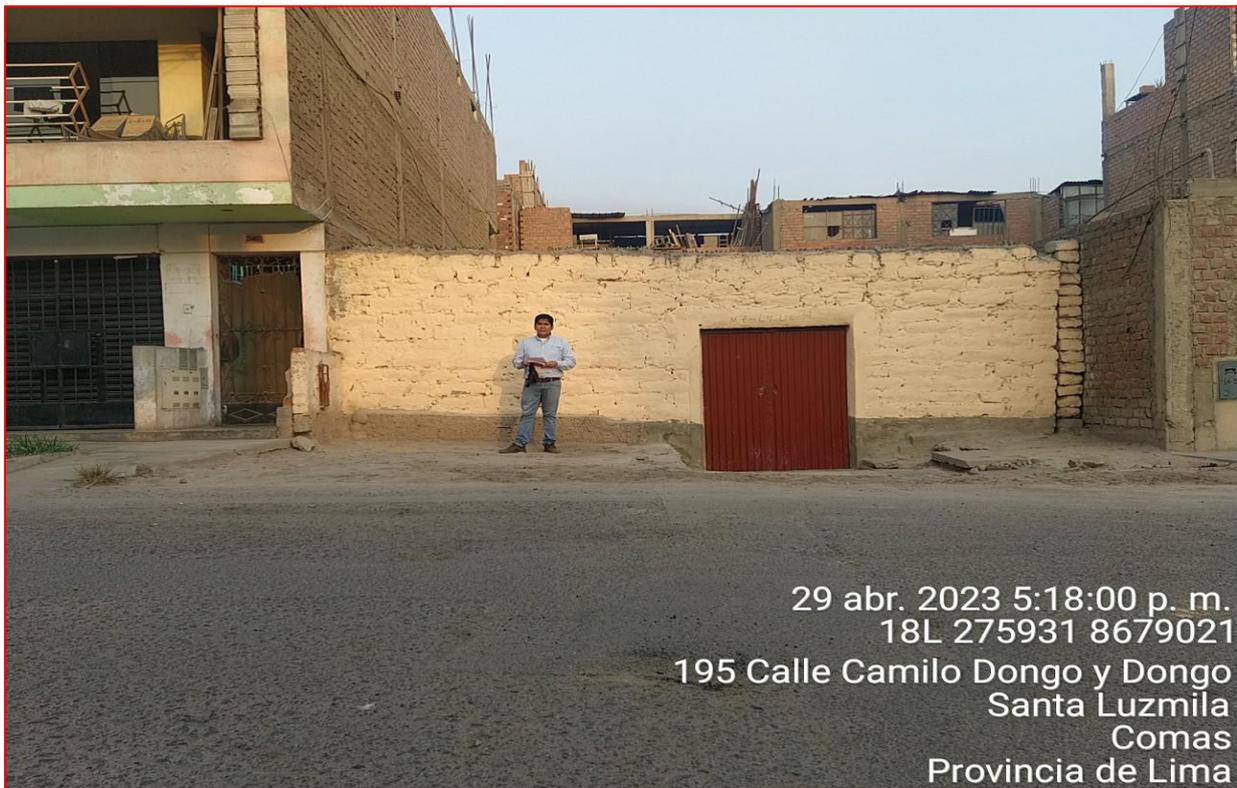
Foto 5 Tomando los datos de la población sobre la vivienda que ocupa



Fotos 6 y 7. Vista de viviendas sin reforzamiento de sus estructuras



Fotos 8 y 9. Vistas de viviendas precarias



Fotos 10 y 11. Vivienda de adobe y tomando datos de la vivienda de un poblador

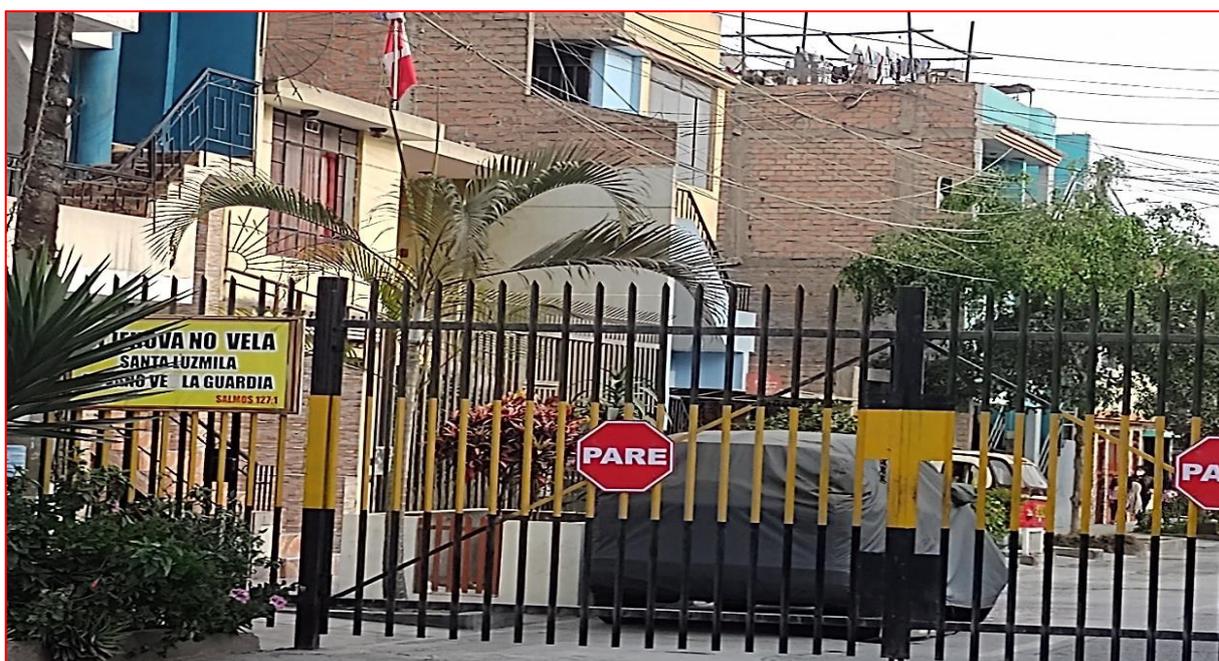


Foto 12. Zona con cerco de seguridad en plena Av. Universitaria en la zona de Santa Luzmila



Foto 13. Centro artesanal CETPRO con estructuras de calaminas y fierros



Foto 14. Av. 22 de Agosto en Santa Luzmila



Foto 15. Edificación de barro en zona externa de vivienda en Av. 22 de Agosto



Foto 16. Edificación sin columnas laterales en plena Av. 25 de Enero



Foto 17. Av. Carabayllo en Santa Luzmila



Foto 18. Av. Mercado modelo de Santa Luzmila



Foto 19. Avenida Guillermo de la Fuente (Centro de EsSalud)



Foto 20. Centro educación particular en la calle Vicente Angulo



Foto 21. Vivienda sin columna en primer piso en Jr. Espejo

Anexo C Ficha Cuestionario

22/04

Anexo C Ficha Cuestionario

Ubicación	URBANIZACIÓN SINTPLUZTILCO - COBAS SECTOR IX	
Número de Pisos	PRESENTA 1 SOLO PISO VIVIENDA DE MATERIAL PRECARIO, DEBANTE EL SISMO DEL 2007 SE CAYO UNA PARED DE ADENTRO.	
Parámetros estadísticos	Antigüedad Edificación:	de 1970 APROX, HA SIDO UN POCO REFORZADA CON PAREDES DE CONCRETO PERO SIN AISLAMIENTO SISMICO
	Estado Conservación	de SE ENCUENTRA EN UN MAL ESTADO, PARECE A PUNTO DE COLAPSAR POR FALTA DE CONCRETO EN LAS COLUMNAS.
	Tipo Edificación	de EDIFICACION DE TIPO RESIDENCIAL, CON TELAR PROVISIONAL
	Material Construcción	de MATERIAL DE DABO E CON PARTES DE Muros DE CONCRETO EN COLUMNAS DE AMORE
	Condición Ocupación	de EN OCUPACION
Población Residente	ALREDEDOR DE 6 HABITANTES	
Plano de ubicación		

30-04

Anexo C Ficha Cuestionario

Ubicación	URBANIZACIÓN SANTA LUCILLA-COMAS		SECTOR IV
	Número de Pisos	3 PISOS → NO HUBO NINGUN CAMBIO LUEGO DE LOS EVENTOS SÍSMICOS SUSCITADOS CON ESA ALTEZA.	
Parámetros estadísticos	Antigüedad Edificación:	de	LA VIVIENDA FUE CONSTRUIDA EN 1989 APROX. CONSTRUYERON CON SU ESPOSO YA FALLEADO.
	Estado Conservación	de	SE OBSERVA UN ESTADO REGULAR, PRESENCIA DE SALTRE SIN COMPROMETER SECCIÓN DE LA COLUMNA.
	Tipo Edificación	de	TIPO RESIDENCIAL CON UNA DOCECA EN EL PRIMER PISO
	Material Construcción	de	TOTAL MATE DE ALBAÑILERÍA, MANIFIESTA QUE TIENEN PLANOS, ALBAÑILERÍA CONFIRMADA
	Condición Ocupación	de	VIVIENDA CON SUS 3 PISOS OCUPADOS.
	Población Residente	ALREDEDOR DE 10 PERSONAS	
Plano de ubicación	<p>A hand-drawn site plan showing a street layout. A vertical street on the left is labeled 'Olazaola'. A horizontal street at the top is labeled 'Miller'. A vertical street on the right is labeled 'Silva'. A building is indicated by a small shaded rectangle on the 'Miller' street. The name 'Medina' is written vertically between the 'Olazaola' and 'Silva' streets. A north arrow (↑N) is located in the top right corner of the plan.</p>		

Anexo D Validación de Instrumento por Juicios de Expertos

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: Ing. Claude Armando Meléndez Chota
 Cargo e institución donde labora: Especialista en Gestión de Riesgo de Desastres
 Especialidad o línea de investigación: Gestión de Riesgo de Desastres
 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha cuestionario
 Autor del Instrumento: Abel Emiliano Sánchez Correa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

SI

X

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%


 CLAUDE ARMANDO
 MELENDEZ CHOTA
 Ingeniero Geógrafo
 CIP N° 137728

Anexo D Validación de Instrumento por Juicios de Expertos

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: Ing. Karina Rocío Juana Altamiza Chávez
 Cargo e institución donde labora: Especialista GIS
 Especialidad o línea de investigación: Gestión de Riesgo de Desastres
 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha cuestionario
 Autor del Instrumento: Abel Emiliano Sánchez Correa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible													X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico													X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

SI

X

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95%

Lima, 05 de mayo de 2024


 KARINA ROCIO JUANA ALTAMIZA CHAVEZ
 INGENIERO GEOGRAFO
 Reg. CIP N° 98587

**Anexo E MAPAS
(A3)**