

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas Urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, Distrito de Luyando, Provincia de Leoncio Prado – 2021”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR: Peláez Ríos, Luis Fernando**

**ASESOR: Navarro Vásquez, Llerme**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería de la edificación

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74936906

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42669761

Grado/Título: Ingeniero agrónomo

Código ORCID: 0000-0003-0147-362X

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491
2	Gómez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Cárdenas Vega, José Antonio	Ingeniero en informática y sistemas	42878755	0000-0003-2365-566X

# D

# H



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
*Facultad de Ingeniería*  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL LEONCIO PRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Tingo María, siendo las 11:30 horas del día **jueves 01 de diciembre de 2022**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- **MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO** PRESIDENTE
- **MG. JHON ELIO GOMEZ VALLES** SECRETARIO
- **MG. JOSÉ ANTONIO CÁRDENAS VEGA** VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 2320-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO, DISTRITO DE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – 2021". presentado por el (la) Bachiller. **Luis Fernando PELAEZ RIOS** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 12:05 horas del día jueves 01 de diciembre de 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente**  
\_\_\_\_\_  
**Secretario**  
\_\_\_\_\_  
**Vocal**


## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Llerme Navarro Vasquez, asesora del PA de Ingeniería Civil y designado mediante Resolución N° 613-2021-D-FI-UDH, de fecha 10 de junio del 2021 del Bachiller Luis Fernando, PELAEZ RIOS, de la investigación titulada “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO, DISTRITO DE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – 2021.”

.....

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco. Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente. Tingo María, 07 de diciembre del 2022.

Atentamente,



Llerme Navarro Vásquez

N° Reg. CIP- 202423

DNI: 42669761

ORCID: 0000-0003-0147-362X

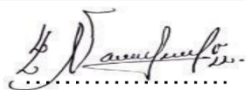
## DESPUES DE LA SUSTENTACION DE TESIS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>7%</b>	<b>10%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>core.ac.uk</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uandina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



Lierme Navarro Vásquez

N° Reg. CIP- 202423

DNI: 42669761

ORCID: 0000-0003-0147-362X

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada en primera instancia a dios y a la Virgen del Carmen, ya que gracias ellos eh logrado concluir mi carrera profesional; a mis padres Humberto y Nancy, porque gracias a sus sacrificios y esfuerzos me dieron esta carrera profesional, por creer en mí, por darme todo su apoyo y orientación necesaria para lograr todas mis metas y seguir por el buen camino y ser una mejor persona.

A mi abuelita María y a mi hermana Angela, por estar ahí acompañándome y alentándome para no darme por vencido y hacer que este sueño se haga realidad.

También dedico esta tesis a toda mi familia y amigos por brindarme todo su apoyo incondicionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi casa de estudios, la Universidad De Huánuco – Facultad de Ingeniería – E.P.A. Ingeniería civil, por darme la oportunidad de haber conocido a los diferentes que fueron participes de mi formación académica, por haber compartido sus conocimientos durante este proceso que perdurara para siempre.

A la ingeniera Llerme Navarro Vásquez, asesora y mentora en la elaboración de este trabajo de investigación (Tesis); por su apoyo, por darme las orientaciones e instrucciones necesarias para poder concluir con este trabajo de investigación.

A mis amigos que me apoyaron incondicionalmente en el proceso de la ejecución de este trabajo de investigación (Tesis), porque gracias a ellos fue posible el éxito de este trabajo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA .....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	19
1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS .....	20
1.6.2. RECURSOS HUMANOS.....	20
1.6.3. RECURSOS ÉTICOS.....	20
1.6.4. RECURSOS ECONÓMICOS .....	21
1.6.5. RECURSOS TECNOLÓGICOS .....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO .....	22



2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	22
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES .....	24
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	27
2.2.	BASES TEÓRICAS .....	28
2.2.1.	VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	28
2.2.1.	CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	29
2.2.2.	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	30
2.2.3.	MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	31
2.2.4.	MÉTODO FEMA 154.....	32
2.2.5.	PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO FEMA-154.....	33
2.2.6.	VIVIENDAS INFORMALES O AUTOCONSTRUIDAS .....	39
2.2.7.	TIPOS DE VIVIENDAS INFORMALES O AUTOCONSTRUIDAS .....	40
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	41
2.4.	HIPÓTESIS.....	44
2.5.	VARIABLES.....	44
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	44
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	44
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
CAPITULO III.....		46
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		46
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.1.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
3.1.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	47
3.2.1.	POBLACIÓN .....	47
3.2.2.	MUESTRA.....	47
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	48
3.3.1.	TÉCNICAS .....	48
3.3.2.	INSTRUMENTOS.....	48

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	49
3.4.1. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	49
3.4.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	50
CAPITULO IV.....	52
RESULTADOS.....	52
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	52
4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR NARANJILLO Y MAPRESA .....	52
4.1.2. GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO .....	68
4.1.3. DAÑOS EN LA ESTRUCTURA SEGÚN LA FUNCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO .....	83
4.1.4. ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO .....	85
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	85
CAPITULO V.....	87
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	87
5.1. CONTRASTACIÓN DE DATOS .....	87
5.1.1. RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL .....	87
5.1.2. RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	87
CONCLUSIONES .....	93
RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS.....	102

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Región sísmica según aceleración espectral .....	33
Tabla 2 Tipo de suelo .....	34
Tabla 3 Clasificación de las construcciones .....	35
Tabla 4 Verificación de irregularidades verticales.....	36
Tabla 5 Verificación de irregularidades en planta .....	37
Tabla 6 Clasificación de daños según tipo de edificio.....	38
Tabla 7 Interpretación de resultados en base a los índices de vulnerabilidad .....	39
Tabla 8 Operacionalización de variables .....	45
Tabla 9 Viviendas con planos constructivos en Naranjillo. ....	52
Tabla 10 Viviendas con planos constructivos en Mapresa. ....	53
Tabla 11 Número de pisos de las viviendas en Naranjillo.....	54
Tabla 12 Número de pisos de las viviendas en Mapresa.....	55
Tabla 13 Tipos de vivienda, sector Naranjillo. ....	56
Tabla 14 Tipos de vivienda, sector de Mapresa.....	57
Tabla 15 Mano de obra, sector de Naranjillo. ....	58
Tabla 16 Mano de Obra .....	59
Tabla 17 Supervisión de construcción, sector de Naranjillo.....	60
Tabla 18 Supervisión de construcción, sector de Mapresa.....	61
Tabla 19 Uso de la edificación, sector de Naranjillo. ....	62
Tabla 20 Uso de la edificación, sector de Mapresa. ....	63
Tabla 21 Número de habitantes por edificación, sector de Naranjillo. ....	64
Tabla 22 Número de habitantes por edificación, sector de Mapresa. ....	65
Tabla 23 Sistemas estructurales, sector de Naranjillo. ....	66
Tabla 24 Sistemas estructurales, sector de Mapresa. ....	67
Tabla 25 Tipo de suelo en los sectores Naranjillo y Mapresa. ....	69
Tabla 26 Peligros no estructurales, sectores Naranjillo y Mapresa.....	70
Tabla 27 Antigüedad de viviendas, sector Naranjillo. ....	71
Tabla 28 Antigüedad de viviendas, sector Mapresa. ....	72
Tabla 29 Índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del sector Naranjillo.....	73

Tabla 30 Índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del sector Mapresa. .....	78
Tabla 31 Puntaje final S, sector Naranjillo. ....	81
Tabla 32 Puntaje final S, sector Mapresa. ....	82
Tabla 33 Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Naranjillo.....	83
Tabla 34 Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Mapresa.....	84
Tabla 35 Contrastación de hipótesis.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de viviendas informales o autoconstruidas .....	41
Figura 2 Viviendas con planos constructivos en Naranjillo. ....	52
Figura 3 Viviendas con planos constructivos en Mapresa. ....	53
Figura 4 Número de pisos de las viviendas en Naranjillo. ....	54
Figura 5 Número de pisos de las viviendas en Mapresa. ....	55
Figura 6 Tipos de vivienda, sector Naranjillo. ....	56
Figura 7 Tipos de vivienda, sector de Mapresa. ....	57
Figura 8 Mano de obra, sector de Naranjillo. ....	58
Figura 9 Mano de obra, sector de Mapresa. ....	59
Figura 10 Supervisión de construcción, sector de Naranjillo. ....	60
Figura 11 Supervisión de construcción, sector de Mapresa. ....	61
Figura 12 Uso de la edificación, sector de Naranjillo. ....	62
Figura 13 Uso de la edificación, sector de Mapresa. ....	63
Figura 14 Número de habitantes por edificación, sector de Naranjillo. ....	64
Figura 15 Número de habitantes por edificación, sector de Mapresa. ....	65
Figura 16 Sistemas estructurales, sector de Naranjillo. ....	66
Figura 17 Sistemas estructurales, sector de Mapresa. ....	67
Figura 18 Zona sísmica de los sectores en estudio. ....	68
Figura 19 Tipo de suelo en los sectores Naranjillo y Mapresa. ....	69
Figura 20 Peligros no estructurales, sectores Naranjillo y Mapresa. ....	70
Figura 21 Antigüedad de viviendas, sector Naranjillo. ....	71
Figura 22 Antigüedad de viviendas, sector Mapresa. ....	72
Figura 23 Puntaje final S, sector Naranjillo. ....	81
Figura 24 Puntaje final S, sector Mapresa. ....	82
Figura 25 Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Naranjillo. ....	84
Figura 26 Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Mapresa. ....	85

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación emplea la metodología FEMA-154 para determinar, por medio de una inspección visual, el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales de los sectores Naranjillo y Mapresa del distrito Luyando. La investigación partió de un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental. La población estuvo conformada por 400 viviendas informales, de las cuales se seleccionó una muestra de 197 viviendas. Para la recolección de datos se utilizó la cartilla de verificación de la metodología FEMA-154 para una zona sísmica moderada. Durante la inspección se pudo notar que gran parte de las viviendas estudiadas fue construida por mano de obra no calificada, supervisadas, en su mayoría, por un maestro de obra o por el mismo propietario, adoptando, principalmente, la albañilería reforzada o la estructura de pórticos de concreto armado como sistema estructural. Los resultados de la inspección muestran que, en ambos sectores, más del 93% de las viviendas obtuvieron un valor de  $S > 2$ , lo que las califica como propensas a sufrir daños de grado 1 y 2, y el 7% restante tienen una alta probabilidad de sufrir de daños de grado 3 y 5, al obtener un puntaje final S menor a 2.

**Palabras claves:** peligro, riesgo, autoconstrucción, comportamiento sísmico, sistema estructural.

## ABSTRACT

This research work uses the FEMA-154 methodology to determine, through a visual inspection, the seismic vulnerability index of informal urban housing in the Naranjillo and Mapresa sectors of the Luyando district. The research started from a quantitative approach, with a non-experimental design. The population consisted of 400 informal dwellings, from which a sample of 197 dwellings was selected. For data collection, the verification booklet of the FEMA-154 methodology was transmitted for a moderate seismic zone. During the inspection, it was noted that a large part of the houses studied were built by unskilled labor, supervised, for the most part, by a master builder or by the owner himself, adopting, mainly, reinforced masonry or the structure of reinforced concrete frames as a structural system. The results of the inspection show that, in both sectors, more than 93% of the houses acquired a value of  $S > 2$ , which qualifies them as prone to suffering grade 1 and 2 damage, and the remaining 7% have a high probability of suffering grade 3 and 5 damage, by obtaining a final score  $S$  less than 2.

**Keywords:** danger, risk, self-construction, seismic behavior, structural system.

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con un potencial sísmico muy alto, ya que se encuentra ubicado a lo largo del cinturón de fuego del pacífico. Estos eventos naturales afectan a diversas regiones del país en diferentes niveles de intensidad, esto incluye a la región de Huánuco, que, a pesar de encontrarse en una zona de sismicidad moderada, se ve afectada constantemente por movimientos telúricos de baja intensidad. A pesar de la existencia de este riesgo, existen muchas zonas de la región en la que se construyen viviendas informales que no cumplen con los requisitos mínimos para hacer frente a este tipo de eventualidad, y que, en la mayoría de los casos, pueden sufrir daños que comprometen su integridad estructural poniendo en riesgo la vida de sus habitantes.

Es así como, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando, utilizando la metodología FEMA-154. El trabajo ha sido desarrollado siguiendo la estructura que se describe a continuación:

**CAPÍTULO I:** el presente capítulo presenta una descripción de la realidad problemática, formulando el problema de la investigación y los objetivos, asimismo se plantea la justificación de la investigación, sus limitaciones y viabilidad.

**CAPÍTULO II:** a través de este capítulo se describió el marco teórico, conformado por los antecedentes de la investigación, a nivel internacional, nacional y local, asimismo figuran las bases teóricas necesarias para el desarrollo del estudio y las definiciones conceptuales. Cabe resaltar que en este capítulo se incluyen las hipótesis y las variables de la investigación.

**CAPÍTULO III:** en este capítulo se presentan los aspectos metodológicos de la investigación, en los que se incluye: el enfoque, alcance, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y del procesamiento y análisis de la información referentes a la investigación,



**CAPÍTULO IV:** mediante el capítulo de presentan los resultados de la investigación a través de figuras (histogramas)., se presenta el análisis e interpretación de datos y la contrastación de hipótesis.

**CAPÍTULO V:** se describe la discusión de los resultados, mediante análisis e interpretación de resultados obtenidos mediante el cual fueron relacionados (contrariados y similaridad) que fueron considerados como antecedentes.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los asentamientos informales son un fenómeno urbano a nivel mundial que pueden existir en diversas formas, tipologías, dimensiones y ubicaciones, con una mayor prevalencia en ciudades del hemisferio sur. Este fenómeno es ocasionado por una serie de factores interrelacionados entre sí, tales como el crecimiento exponencial de la población, la migración rural – urbana, la falta de viviendas asequibles para la población pobre de las ciudades, políticas de gobierno deficientes, vulnerabilidad económica, discriminación y desplazamientos generados por conflictos, cambios climáticos y desastres naturales (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016).

En tal sentido, el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2017) expone que poco más del 10% de los habitantes del mundo, viven en asentamientos informales, mientras que, para América Latina, la tasa es entre dos y tres veces mayor. Por su parte, la ONU (2016) indica que alrededor del 90% del crecimiento urbano de los países en desarrollo y, aproximadamente 70 millones de residentes nuevos, se sumaban a las áreas urbanas anualmente. Asimismo, expone que en América Latina y el Caribe, donde la regularización de la vivienda informal contribuyó de forma histórica a plantear soluciones a los problemas de vivienda, los asentamientos informales continúan siendo una característica fundamental de las áreas urbanas, existiendo un 24% de población urbana en condición marginal para el entonces.

En cuanto el Perú, cada vez es más evidente que la ocupación del suelo mediante la invasión y la construcción informal, generan graves impactos económicos, ambientales, e institucionales, especialmente en las áreas urbanas del país; debido a que impiden la provisión oportuna y económica de servicios básicos, dificultan la conexión vial y la articulación de la ciudad, producen escasez de áreas verdes y espacios públicos; además, constituyen

una gran concentración para la violencia y la inseguridad ciudadana (Cámara Peruana de la Construcción [CAPECO], 2018).

En este contexto, las familias de menores ingresos son las más afectadas por la informalidad de la construcción, ya que esta reduce sensiblemente sus oportunidades de progreso personal y pone en peligro sus propias vidas; pues la informalidad es sin duda, la principal causa de devastación ante la ocurrencia de fenómenos naturales severos (CAPECO, 2018). A esto se debe agregar que el Perú es considerado como una zona de alto peligro sísmico, debido a su ubicación geográfica en el cinturón de fuego del Pacífico, en donde se ha evidenciado el 85% de la actividad sísmica en el mundo (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2011).

Pese a dicha condición, según estudio realizado por Ministerio de Vivienda en el 2012, en las 79 ciudades más pobladas del país, existían 8,900 barrios urbanos marginales asentados, los cuales fueron originados por invasión de terrenos y en los que residían el 40% de la población urbana para entonces. Asimismo, indicó que el 74% de esos barrios presentaban condición de vulnerabilidad ante desastres naturales (CAPECO, 2018). Análogamente, el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2017 reveló que las 43 ciudades con más de 50,000 habitantes se expandieron en un 50% entre los años 2000 y 2018, resultando de tal crecimiento un 93% de viviendas informales (Espinoza, 2020).

Precisamente, el riesgo de afectación ante estos escenarios es mucho mayor para quienes habitan viviendas construidas informalmente. Así, por ejemplo, el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) con patrocinio de la Cooperación Suiza en el 2009, estimó que un sismo en Lima Metropolitana con una magnitud similar a la ocurrida en Pisco el 2007 provocaría 51,000 muertos; 686,000 heridos y 549,000 viviendas inhabitables o colapsadas (COPECO, 2018).

Dentro de esta realidad, se encuentra el distrito de Luyando ubicado en la provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. Este distrito está comprendido por 2,334 casas particulares, de las cuales 1,098 están

compuestas por material noble en sus paredes, 43 por material adobe y 90 por material precario (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017). En este centro poblado, la gran mayoría de la población no tiene conocimiento sobre la importancia del diseño y adecuada ejecución de una edificación; ni cuenta con los recursos económicos para ello. Asimismo, la gran parte de las construcciones de viviendas se realizan sin permiso de las autoridades, de acuerdo con investigación de campo efectuada por el investigador.

En vista de ello, realizar estudios de vulnerabilidad sísmica de las construcciones informales permitirá determinar el grado de degradación o de daño que pueden sufrir estas ante la ocurrencia de un evento sísmico. Para lograr esto, uno de los métodos más comúnmente utilizado y estandarizado, es el denominado FEMA 154; el cual consiste básicamente en un procedimiento de inspección visual rápida utilizando plantillas estándar ATC – 21. Este método facilita una relación de edificaciones que presentan peligro potencial frente a eventos sísmicos, siendo un procedimiento económico, pues no requiere la inversión de costos elevados para llevar a cabo un análisis detallado de cada una de las edificaciones (FEMA, 2015).

En virtud de lo antes expuesto, la presente investigación se enfocó en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas urbanas informales del distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmicas de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuál es el tipo de sistema estructural prevalente en las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?

¿Cuáles son los daños en la estructura según la función de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?

¿Cuáles son las alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar el tipo de sistema estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

Estimar los daños en la estructura según la función de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

Plantear alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se basó en la evaluación de vulnerabilidad sísmica en viviendas urbanas de construcción informal, específicamente en regiones con factores climáticos mixtos entre zona sierra y zona selva, en las cuales se presentan frecuentes precipitaciones y predominan importantes fuentes de recursos hídricos naturales. Además, la construcción de viviendas informales es un aspecto muy importante ya que cada día va en aumento de forma directamente proporcional al incremento de la población; afecta factores económicos, ambientales e institucionales y constituye la principal causa de devastación ante la ocurrencia de fenómenos naturales severos; por lo cual este trabajo de investigación se encuentra dentro de la línea de investigación denominado “Gestión de Riesgos y Desastres”, de la escuela de ingeniería civil, de la universidad de Huánuco.

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA**

La investigación encajó dentro de este tipo de justificación, ya que adquiere una perspectiva práctica puesto que buscó plantear algún tipo de solución considerando los requisitos de diseño sismorresistente mínimos que deben cumplir las edificaciones del distrito Luyando, con el fin de mitigar posibles daños estructurales y no estructurales, así como pérdidas de diversas índoles que afecten la integridad física y económica de las personas que habitan en el mismo. Además, que permitió una relación con los habitantes, en la cual se aportaría orientación respecto a la importancia de la construcción y diseño adecuado de las viviendas, especialmente las ubicadas en esta zona del país; por lo cual esta justificación practica presentan los siguientes recursos:

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Fue necesario, hacer un estudio vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en el sector Mapresa – Naranjillo, jurisdicción del distrito de Luyando, debido a su importante crecimiento poblacional, económico y social en estos últimos años; para evitar daños materiales que traigan pérdidas económicas en la población, ya que se estuviera evitando construcciones innecesarias con gastos monetarios.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Adquiere especial relevancia puesto que buscó hacer un levantamiento de información asociado al riesgo de las construcciones del distrito de Luyando ante eventos naturales desastrosos, permitiendo así inferir sobre los riesgos generales de la población que habita la zona; llamando así su atención sobre la situación de las construcciones que habitan, a su vez, poner a disposición los resultados como un documento de consulta que permitiría tomar decisiones que coadyuven en reducir los riesgos sobre las estructuras y las personas.

En este sentido, la investigación se constituye en sí misma en un instrumento de prevención de desastres, dirigido específicamente a los habitantes del distrito de Luyando, en tanto que describió las principales fallas constructivas que ponen en riesgo la integridad estructural y no estructural, por lo que aportaría orientación respecto a la importancia de la construcción y diseño adecuado de las viviendas, especialmente las ubicadas en esta zona del país, con la finalidad de que dicha población tenga una tranquilidad que le brinde una seguridad de vida, a través de la infraestructura de su vivienda.

### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La investigación adquiere valor desde el punto de vista, según métodos aceptados y estandarizados que promovieron resultados confiables mediante normas que se requieren de la comparación de parámetros sísmicos según la normativa NTP. E.030 de diseño sismorresistente.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación estuvo limitada según los siguientes aspectos:

- Existe una falta de información bibliográfica referente a la localidad de estudio (sector Mapresa y Naranjillo del distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado).

- Hubo una ausencia de personal capacitado en la provincia con conocimiento referente a tema de estudio y como levantar datos.
- La investigación se limitó a los permisos y autorizaciones por parte de los pobladores que poseían las viviendas en estudio.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, fue dirigida para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado en el año 2021, encontrándose dentro de su viabilidad en su proceso por el cual conto con los siguientes recursos:

### **1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS**

Se contó con la información e investigaciones pertinentes sobre el tema ejecutado permitiendo tener la disposición de bases teóricas y antecedentes aplicados a casos similares, con las cuales permitieron desarrollar el presente estudio para la zona de estudio.

### **1.6.2. RECURSOS HUMANOS**

La investigación contó con la participación de personas que apoyaron en el proceso de levantamiento de información, los cuales recibieron la debida capacitación en el método FEMA 154, por lo que se encontraron preparados para la correcta ejecución de obtención de datos, llenado de las carrillas de verificación y de las fichas de registro de las características generales de las viviendas.

### **1.6.3. RECURSOS ÉTICOS**

Durante el desarrollo de la investigación se aseguró el correcto trato a las personas que participaron en el proceso de verificación de las viviendas; de igual forma, se mantuvo resguardo de la información y de la identidad de los habitantes de las construcciones, asegurando de esta manera la confidencialidad de los datos personales y de investigación para evitar daños morales.



#### **1.6.4. RECURSOS ECONÓMICOS**

Fueron garantizados gracias al ahorro considerable de los recursos, en vista que la aplicación de la metodología FEMA 154 sólo requiere de verificación visual de las características en las construcciones evaluadas, disminuyendo la necesidad de tomar muestras de las construcciones para su análisis.

#### **1.6.5. RECURSOS TECNOLÓGICOS**

El tesista contó con herramientas tecnológicas suficientes para procesar la información que se levantó durante el desarrollo del trabajo, así como su procesamiento para su correcto análisis y generación de sus resultados que ayudaron a entablar las correctas discusiones, conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Loor-Loor et al. (2021) realizaron un estudio que se titula “Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: El caso Santa Marianita – Manta – Ecuador”. Con este trabajo los autores buscaron determinar el índice de vulnerabilidad de viviendas rurales de la parroquia Santa Marianita de la ciudad de Manta-Ecuador, para ello, emplearon el método FEMA-154, con el cual realizaron una inspección visual de vulnerabilidad y peligrosidad sísmica para las viviendas encuestadas. Concluyeron que las viviendas evaluadas en la parroquia rural Santa Marianita posee una vulnerabilidad sísmica de incidencia alta, presentándose afectaciones latentes en un número superior al promedio de las edificaciones inspeccionadas, ya que el 69% de las mismas no cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, pues presentan un valor de “S” inferior a 2, lo que indica que ante la presencia de un sismo dichas edificaciones no poseen una seguridad estructural. Por lo descrito, se requiere de una evaluación en una escala mayor, a partir del nivel 2 del método FEMA-154.

Garcés (2017) realizó una investigación que lleva por título “Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali”. Con esta investigación buscó establecer los niveles de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de uno y dos pisos, trabajando las variables correspondientes dadas en la Norma NSR10, para mitigar el riesgo sísmico existente frente a una intensidad sísmica moderada, salvaguardando la vida y bienes de los propietarios. Para ello, empleó el método FEMA-154 (ATC 21) con el cual se realizó una inspección visual rápida para un total de 30 viviendas (7 de un piso y 23 de dos pisos) que

poseen potencial de riesgo sísmico. El autor concluyo que las viviendas inspeccionadas poseen un nivel de vulnerabilidad sísmico alto, esto debido a que evidenció fallas en los elementos estructurales motivado a la ausencia parámetros de seguridad sísmica, como es la falta de una viga de amarre en las cubiertas, discontinuidad de los elementos estructurales y fallas en el confinamiento de los muros. También, observó que los elementos no estructurales poseían deficiencias como lo es la falta de dinteles de concreto para los vanos de puertas y de las ventanas, los cuales generarían daños importantes a dichos elementos ante la presencia de un sismo. En relación con la calidad de los materiales y del proceso constructivo, observo debilidades asociadas a la presencia de mampostería mixta, empleando diferentes tipos de ladrillos en un mismo plano con la ausencia de elementos de amarre, barras de acero expuestas y oxidadas, acero de refuerzo con recubrimiento deficiente, alta existencia de humedad en fachadas y deterioro significativo de los materiales empleados en los acabados, los estucos, las pinturas y los repellos.

Mora (2017) en su trabajo titulado “Evaluación de edificaciones in situ según las normas NEC después de un evento sísmico.” Con este trabajo planteó elegir un método eficaz de evaluación de edificaciones in situ según las Normas NEC después de un evento sísmico, empleándose para ello una investigación bibliográfica con el uso de distintos documentos y revistas técnicas de ingeniería civil, que garanticen la obtención de los resultados oportunos, por lo cual empleó el método FEMA-154 para realizar evaluaciones visuales rápidas de la vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones después de un sismo y en aquellos casos en los que se supere los índices de vulnerabilidad, será necesario realizar una evaluación con mayores detalles de la edificación. Concluyendo que la utilización de la metodología FEMA-154 es viable para evaluar el deterioro presente en las edificaciones posterior a un evento sísmico, siendo éstas: el daño estructural, a partir del comportamiento de este, por ser parte del sistema resistente; el daño no estructural, con la evaluación de los elementos

arquitectónicos, sistemas eléctricos, mecánicos, sanitarios y los problemas geotécnicos. Finalizada la evaluación visual rápida, determino el índice de vulnerabilidad de la edificación, requiriéndose una evaluación más detallada cuando el índice es negativo. Otra de las ventajas del empleo de esta metodología es que indica los rangos para calificar la edificación, siendo estos: habitable, no habitable, de uso restringido y peligro de colapso.

Loor y Mosquera (2016) desarrollaron un estudio titulado “Aplicación del capítulo de riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras NEC-SE-RE, para una evaluación técnico visual de las estructuras de la zona 2 de peligro ante una posible erupción del Volcán Cotopaxi y sismos”. Cuyo propósito fue evaluar los posibles daños que se pueden presentar en las estructuras ante una posible erupción del volcán y sismos mediante una inspección técnica visual del estado actual de las construcciones del sector, presentando un cuadro de resultados que presente el grado de vulnerabilidad de las estructuras de suceder una erupción volcánica o sismos producidos por la falla de Quito que atraviesa el cantón Rumiñahui. Para alcanzar el objetivo del estudio, utilizaron la metodología FEMA-154, lo que les permitió identificar, inventariar y registrar aquellas edificaciones con algún riesgo ante la ocurrencia de un sismo, concluyendo que el 65% de las edificaciones presentaron puntajes menores a 2, por lo que se hace necesario realizar una evaluación con mayor detalle. En relación con el análisis vulnerabilidad sísmica, el 18% de las edificaciones inspeccionadas presentan un riesgo de colapso muy alto, el 47% colapso alto y el 35% colapso medio.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Arevalo (2020) llevó a cabo una investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres”. La cual tuvo la finalidad de determinar el nivel existente de la vulnerabilidad sísmica en viviendas construidas de

manera informal en el A.H. San José, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, empleando para ello el software Etabs 2016 con el cual determinó el comportamiento sísmico de las viviendas evaluadas de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), llegando a concluir que, una vez realizado el análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico, determinó que todas las edificaciones presentan un colapso estructural al estar frente a un sismo severo, ya que el riesgo sísmico estimado es de rango alto, por encontrarse valores de desplazamientos excedentes. Estos resultados se deben a que un grupo importante de viviendas presentan problemas constructivos, visto que no poseen arriostres en tabiquerías interiores y en los muros portantes, calidad de los materiales y de mano de obra en el desarrollo del proceso de construcción, ausencia de juntas sísmicas para cada edificación, muros portantes y parapetos en segundo nivel con ladrillos tipo pandereta y exposición del acero del refuerzo estructural en la intemperie lo que propicia su corrosión. Así mismo, la conformación de los elementos estructurales, los muros portantes y las tabiquerías poseen un diseño y distribución poco eficiente, ya que carecen de orientación y asesoramiento técnico por personal especialistas en la materia a los propietarios de las viviendas.

Santos (2019) presentó una investigación que lleva por título “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017”. Cuyo planteamiento central fue el de determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Para alcanzar este objetivo, empleo tres metodologías de evaluación: Método FEMA-154 (ATC 21), método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y el método de INDECI. Las conclusiones evidencian que las viviendas evaluadas en el distrito de Chilca poseen una vulnerabilidad sísmica alta, pudiendo colapsar al estar frente a un evento sísmico de magnitud superior a los 5.5 grados dentro de la escala de Richter, ya que, el método INDECI demostró que el 54% de las edificaciones poseen un nivel de muy alto de vulnerabilidad sísmica, el método FEMA-154 indicó que el

47% presentan un nivel medio alto de vulnerabilidad sísmica y el método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, reportó que el 38% presentan una nivel alto de vulnerabilidad sísmica. Así mismo determinó que los elementos estructurales como las vigas y las columnas están diseñados fuera de los parámetros establecidos por la norma E. 030 Diseño Sismorresistente, ya que presentan rigidez solamente en la dirección “Y” y en la dirección “X” las derivas superan el límite de distorsión 0.007, haciéndoles vulnerables sísmicamente. Otro dato resaltante, es que el 90% de las viviendas analizadas no poseen juntas de dilatación sísmica y no existe ningún material que separe las edificaciones que colindan, así mismo, la calidad de materiales empleados para la construcción de las viviendas no posee la calidad necesaria para este tipo de edificación.

Iparraguirre (2018) realizó un estudio titulado “Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir, 2018”. Este trabajo tuvo el propósito de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica, para lo cual empleó la metodología índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini. Las conclusiones evidenciaron que, del total de viviendas evaluadas, el 87.5% presentan una vulnerabilidad media, siendo los parámetros que indiquen directamente son el perfil de suelo que predomina en la zona, la resistencia convencional (87.5% de las viviendas), la distancia máxima entre muros y/o columnas (81.25% de las viviendas) y la configuración de planta (75% de las viviendas). Al comparar los resultados obtenidos con el estudio de microzonificación sísmica y análisis de riesgo que realizó la Municipalidad Distrital de El Porvenir a través de la propuesta por Miranda, observaron discrepancias, ya que en el mapa de nivel de vulnerabilidad del mencionado estudio la mayoría de las viviendas posee una vulnerabilidad sísmica baja, demostrando que el índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini de las viviendas evaluadas es de vulnerabilidad media.

Ysla (2018) llevó a cabo un trabajo de investigación que se titula “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas del sector San Gabriel Alto Distrito Villa María del Triunfo – Lima 2018”. En esta esta

investigación empleo la metodología índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini. Concluyendo que del total de viviendas autoconstruidas evaluadas el 65.4% posee un nivel de vulnerabilidad sísmica media, 14.23% vulnerabilidad sísmica alta y 20.38% vulnerabilidad sísmica baja. Así mismo el autor manifiesta que el proceso constructivo desarrollado es deficiente, ya que 77.31% de las viviendas fueron construidas por su propietario, sin la supervisión de un especialista y la calidad de los materiales constructivos no está conforme a la indicado en la NTP 339.181 y NTP 400.012 en el 62% de las viviendas inspeccionadas.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Cervantes (2019) realizó un estudio que se titula “Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos FEMA 154 e Italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en la urbanización Paucarbamba, distrito de Amarilis – Huánuco”, con el cual planteó utilizar el método FEMA-154 y el método italiano Benedetti – Petrini. Las conclusiones obtenidas indican que, por la metodología FEMA 154, 87% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica medio y por el método Benedetti – Petrini, dicho valor se única en 70%, siendo los elementos de mayor influencia el no poseer un sistema constructivo definido, ser viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica especializada y por poseer una distancia máxima entre muros fuera de lo establecido en la norma, siendo este último elemento el de mayor incidencia en las edificaciones inspeccionadas. El autor menciona que se requiere un reforzamiento de las viviendas a partir del criterio técnico de un ingeniero estructural o en su defecto, reforzar un área de la vivienda que funcione como refugio y no colapse en caso de que se origine un evento sísmico de alta magnitud.

Melgarejo (2018) realizó una investigación que se titula “Evaluación de las viviendas informales de albañilería aporticado para determinar los índices de vulnerabilidad sísmica en el Asentamiento Humano Leoncio Prado del pueblo Joven Las Moras – Huánuco”. Con esta investigación

se buscó determinar los índices de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales de albañilería aporricado, para lo cual necesitó emplear el método de evaluación de vulnerabilidad sísmica CENAPRED y modelación a través del software Etabs 2013. Concluyendo que del total de viviendas informales de albañilería – porticado evaluadas, el 58% poseen un nivel de vulnerabilidad sísmica alto, puesto que no existió un control de calidad del proceso constructivo, así mismo, 72% de las viviendas poseen irregularidades geométricas lo que incrementa la vulnerabilidad por no tener una respuesta integral frente a las vibraciones sísmicas. Otras de las debilidades presentes, es que el sistema estructural más común es el de albañilería – porticado (vigas, columnas, losa aligerada y muros de ladrillos), que no se distribuyen de manera correcta, por ausencia de apoyo técnico especializado, por lo que observó exceso de voladizos con sobrecarga continua y secciones variables en los elementos estructurales que disminuyen su resistencia. En relación a las condiciones del entorno en donde se ubican las viviendas, se evidenció que las mismas poseen pendientes moderadas con una inclinación promedio de 25° en relación a la horizontal y están construidas en suelos intermedios con estratos de arcilla, grava y arena de baja capacidad portante.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Define como el grado de pérdida que puede presentar un elemento o un grupo de ellos que se encuentran en riesgo, debido a la posibilidad de que ocurra un suceso catastrófico, siendo expresada en una escala de 0 a 1, en donde: 0 significa que no hay daño y 1 significa pérdida total (Castro, 2019). Así mismo, Barbat y Pujades (2004) indican que la vulnerabilidad sísmica puede afectar a una zona urbana completa, a un grupo de edificaciones o a una sola estructura, definiéndose como la predisposición que pueden poseer a sufrir un daño ante la presencia de un evento sísmico y que se asocia directamente con las características estructurales y físicas de diseño.



Según Castro (2019), la Organización de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) propusieron una definición de vulnerabilidad sísmica de acuerdo con los siguientes parámetros.

- **Amenaza, peligro o peligrosidad (H):** es la probabilidad de que ocurra un suceso calificado como potencialmente desastroso en un período de tiempo determinado y en un sitio específico.
- **Vulnerabilidad (V):** es el grado de pérdida de un elemento o de un grupo de estos que se encuentran bajo riesgo a consecuencia de una probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresado en una escala de 0 a 1, donde 0 significa sin daño y 1 significa pérdida total.
- **Riesgo específico (Rs):** es el grado de pérdidas que se esperan frente a la ocurrencia de un suceso particular, estando expresado en relación con la amenaza y la vulnerabilidad.
- **Elementos en riesgo (E):** asociado a la población, las edificaciones, las obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos y la infraestructura que se encuentra expuesta frente a una amenaza en determinada zona.
- **Riesgo total (R<sub>T</sub>):** hace referencia al número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre.

A partir de estas definiciones, la evaluación del riesgo total se determina de acuerdo con la siguiente fórmula general:

$$R_T = E \times R_s = E \times H \times V$$

### 2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según Galdós y Núñez (2020), la vulnerabilidad sísmica se clasifica en estructural y no estructural.

- **Vulnerabilidad estructural:** cualquier edificación consta de elementos estructurales que son aquellos que permiten que se mantenga en pie, siendo estos; vigas, columnas, muros portantes y cimientos. Dichos elementos reciben las cargas verticales, como puede ser el peso de la estructura, las sobrecargas, la carga viva, y las cargas horizontales, como lo es el viento y los sismos. Es por ello que, el comportamiento y la estabilidad de la estructura frente a un sismo dependen exclusivamente de dichos elementos. Por lo tanto, la vulnerabilidad estructural se asocia de manera directa al comportamiento y los posibles daños que pueden sufrir los elementos estructurales pasado un evento sísmico.
- **Vulnerabilidad no estructural:** las edificaciones poseen también elementos no estructurales, los cuales, a diferencia de los elementos estructurales, no poseen la capacidad para soportar las cargas esenciales que mantienen en pie la estructura. Dichos elementos se unen a las partes estructurales (tabiques, ventanas, parapetos, puertas), algunos pueden cumplir funciones esenciales (instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones de gas) y pueden estar ubicados dentro de las edificaciones (estantes, muebles, electrodomésticos, luminarias, entre otros). Como estos elementos no cumplen una función esencialmente estructural poseen una susceptibilidad ante la presencia de distintos tipos de movimientos como pueden ser los deslizamientos y los volcamientos, generando niveles de inseguridad al interior de las edificaciones. Por lo tanto, la vulnerabilidad no estructural se refiere al tipo de comportamiento que presentaran dichos elementos al estar ante la presencia de un sismo y posterior a este; así como, los daños posibles que pueden presentar.

## 2.2.2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

De acuerdo con Carreño et al (2014), es la capacidad que posee un sistema para resistir el impacto de un suceso que puede ser considerado una amenaza, por lo que se diferencia del análisis de riesgo, que consiste

en determinar las pérdidas en función al grado de la amenaza y en relación con el nivel de vulnerabilidad que posee el sistema expuesto.

Para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación se requiere conocer algunas características como lo son: el proceso constructivo (asistido técnicamente o autoconstruido), la calidad de los materiales de construcción, el tipo de suelo, la topografía de la zona de estudio y el tipo de metodología empleada para su valoración. El análisis de la vulnerabilidad puede ser cualitativo o cuantitativo, lo que permitirá definir el nivel de vulnerabilidad que presenta una edificación: alta, media o baja (Melgarejo, 2018).

### **2.2.3. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Según Palomino (2010), existen diferentes metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica, clasificándose en métodos cualitativos y cuantitativos.

- **Cualitativos.** Su propósito consiste en realizar una evaluación rápida y sencilla de las distintas condiciones de seguridad estructural que presenta una edificación. Al emplear este método, la estructura se clasifica partiendo de una revisión de los siguientes parámetros: edad de la edificación, características de los materiales, estado de conservación, configuración geométrica arquitectónica y número de pisos. Así mismo, se toma también en consideración para la clasificación de la edificación, las condiciones geológicas y la amenaza sísmica presente en la zona en la que se encuentra la edificación. Con esta evaluación, se determina la seguridad estructural de la edificación y en aquellos casos en donde resulte una edificación insegura, se requerirá del análisis cuantitativo en detalle para conocer en exactitud la vulnerabilidad sísmica de esta.
- **Cuantitativos.** Se fundamenta en determinar la resistencia de la estructura realizando un análisis mucho más profundo a los resultados que presenta el método cualitativo, cuando éstos

imposibilitan obtener un resultado determinante respecto a la seguridad estructural de la edificación. La aplicación de este método parte de la información relacionada con: las características de los materiales utilizados en la construcción de la edificación, las características del suelo donde está ubicada la edificación y los planos estructurales. El análisis se realiza a través de la modelación matemática sobre la estructura, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- ✓ La interacción de la estructura frente a los elementos no estructurales.
- ✓ Las cargas reales en la que la estructura es sometida tomando en consideración lo establecido en la NTE.020.
- ✓ El análisis de los diferentes sismos proyectados a partir de lo establecido en la NTE.030.

#### **2.2.4. MÉTODO FEMA 154**

Este método consiste en una “Investigación Visual Rápida de los Edificios para los Peligros Sísmicos Potenciales” buscando evaluar las características de una edificación desde el exterior de forma visual de manera rápida, con la finalidad de determinar si posee la capacidad de soportar las fuerzas sísmicas que pudieran presentarse de manera eventual y a su vez evaluar la existencia de dudas razonables en relación con el comportamiento sísmico de la estructura (Fernández y Párraga, 2013).

Por su parte, Álvarez y Pulgar (2019) exponen que es un método que permite evaluar e identificar las estructuras con un nivel alto de vulnerabilidad y a su vez conocer su porcentaje de colapso. Se recomienda para la evaluación de grandes estructuras por ser un análisis que se realiza de manera rápida, pudiendo conocer cuales estructuras no son aptas para ser consideradas como lugar de refugio a partir del grado de vulnerabilidad que presentan.

Al aplicar el método FEMA-154, resultado obtenido es una calificación estructural “S” que permite conocer el comportamiento sísmico de la estructura, por lo tanto, cuando este resultado es mayor o igual a dos la estructura presenta un buen comportamiento sísmico, cuando es menor a 2 y mayor que cero la estructura presenta un comportamiento sísmico regular, y cuando el valor obtenido es negativo la estructura presenta un comportamiento sísmico débil, por lo que deberá ser necesario realizar una evaluación más detallada (Fernández y Párraga, 2013).

### 2.2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO FEMA-154.

De acuerdo con la Federal Emergency Management Agency (2015), el procedimiento para la evaluación de edificaciones a través del método FEMA-154 debe seguir una serie de parámetros como lo son:

**a.- Determinar la región sísmica.** Con este primer parámetro se selecciona la cartilla a ser empleada para evaluar una edificación. Las cartillas están divididas en: baja sismicidad, moderada sismicidad, moderada-alta sismicidad, alta sismicidad y muy alta sismicidad. Para la determinación de la región sísmica, se requiere verificar el periodo del suelo para posteriormente seleccionar la región, con base a la aceleración espectral de respuesta, tal y como se aprecia en tabla 1.

**Tabla 1**  
*Región sísmica según aceleración espectral*

Región sísmica	Aceleración del suelo según el periodo (corto o 0.2 s)	Aceleración del suelo según el periodo (largo o 1 s)
Bajo	< 0.25g	< 0.10g
Moderado	≥ 0.25g < 0.50g	≥ 0.10g < 0.20g
Moderado alto	≥ 0.50g < 1.00g	≥ 0.20g < 0.40g
Alto	≥ 1.00g < 1.50g	≥ 0.40g < 0.60g
Muy alto	≥ 1.50g	≥ 0.60g

**b.- Determinar el tipo de suelo.** Este segundo parámetro se utiliza como un modificador por medio del cual se evalúa si el suelo donde está asentada la edificación evaluada es favorable o no. Para ello, se emplea el cuadro de la American Society of Civil Engineers (ASCE, 2013), tal y como se aprecia en tabla 2.

**Tabla 2**  
*Tipo de suelo*

Tipo de suelo	Velocidad cortante de las ondas, Vs	SPT, N	Resistencia no drenada al cortante por encima de los 100 pies, Su
A: Roca dura	Vs>5000 pies/s		
B: Roca	2500 pies/s<Vs<5000pies/s		
C: Suelo muy denso y Roca suave	1200 pies/s<Vs<2500pies/s	N>50	Su>2000psf
D: Suelo rígido	600 pies/s<V<1200pies/s	15<N<50	1000psf<Su<2000psf
E: Arcilla suave	Vs<=600 pies/s	N<15	Su<1000psf
Más de 10 pies de espesor de suelo con índice de plasticidad Pf>20, contenido de agua w>40% y Su<500psf			
F: Suelo pobre	Suelo que requiere de evaluaciones específicas. Suelo vulnerable a fallas potenciales o colapso bajo cargas sísmicas como licuefacción del suelo, arcillas altamente sensitivas, suelo colapsable débilmente cementado. Arcilla orgánica o espesor mayor a 10 pies de turba. Muy alta plasticidad de las arcillas (Pf>75). -Más de 120 pies de suave o mediana arcilla rígida.		

En aquellos casos en los que sea poco probable determinar el tipo de suelo en la zona evaluada, se recomienda considerar el suelo como rígido (D).

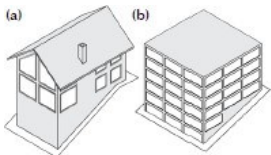
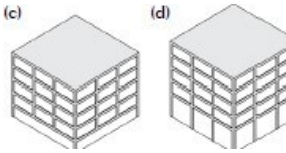
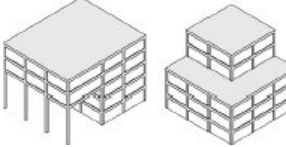
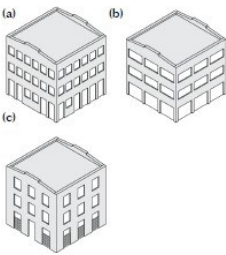
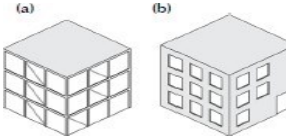
**c.- Escoger el tipo de construcción.** Este tercer parámetro se utiliza para obtener el puntaje inicial en la cartilla de evaluación, a partir de la clasificación de las construcciones que se aprecia en la tabla 3.

**Tabla 3**  
*Clasificación de las construcciones*

<b>Construcción</b>	<b>Características</b>
W1:	Construcciones de madera ligera unifamiliar o multifamiliar de 1 o más pisos. W1A: Construcciones de madera ligera de varios pisos (construcción residencial) con un área en planta mayor a 3000pies <sup>2</sup> =280m <sup>2</sup> .
W2	Construcciones de madera comerciales e industriales con un área en planta mayor a 5000pies <sup>2</sup> =465m <sup>2</sup>
S1	Construcciones de acero resistente a los momentos.
S2	Construcciones de acero con arriostres.
S2	Construcciones de metal ligero.
S3	Construcciones de acero con placas de concreto.
S4	Construcciones de acero con muros de ladrillo no reforzado.
S5	Construcciones de acero con muros de ladrillo no reforzado
C1	Construcciones de concreto resistente a los momentos
C2	Construcciones de concreto con placas
C3	Construcciones de concreto con muros de ladrillo no reforzado
PC1	Edificios inclinados
PC2	Construcciones con concreto prefabricado
RM1	Construcciones de ladrillo reforzado, con pisos y diafragmas flexibles
RM2	Construcciones de ladrillo reforzado, con pisos y diafragmas rígidos
URM	Construcciones con muros de contención de ladrillo sin reforzar
MH	Construcciones prefabricadas

**d.- Verificación de irregularidades verticales.** El cuarto parámetro permite verificar los tipos de irregularidades verticales presentes en la edificación que se está evaluando, siendo estos: lugares inclinados, columna corta, piso débil, variación en los pisos superiores en inferiores conocidos como (out-of-plane setback), mayores detalles se especifican en la tabla 4.

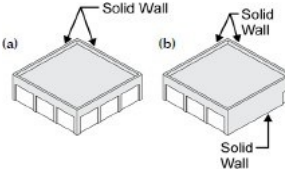

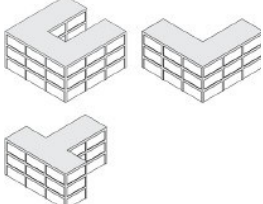

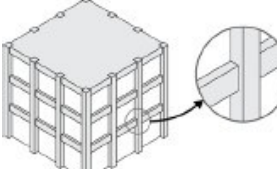
**Tabla 4**  
*Verificación de irregularidades verticales*

	Irregularidad vertical	Severidad	Instrucción
Lugar inclinado		Varía	Aplicable cuando hay más de 1 piso inclinado a) Aplicable para W1, moderado b) Aplicable en las demás estructuras, severo.
Piso débil		Severo	c) Aplicable en los casos de encontrar uno de los pisos con menos muros o columnas que los otros d) Aplicable cuando un piso es más alto que los otros.
Out-of-plane setback		Severo	Aplicable al observar esquinas verticales que varían homogeneidad de las estructuras.
Columna corta		Severo	a) Aplicable en los casos de columnas más pequeñas que las otras del mismo piso b) Aplicable en los casos de columnas pequeñas en relación al peralte de las vigas c) Aplicables al evidenciar muros que acortan el tamaño de las columnas.
In-plane setback		Moderado	Aplicable al evidenciar descompensación de los sistemas laterales.



**e.- Verificación de irregularidades en planta.** El quinto parámetro permite conocer los tipos de irregularidades en planta que posee la edificación, siendo estos: torsión, esquinas entrantes, sistemas no paralelos, diafragmas abiertos y vigas no alineadas a las columnas (ver tabla 5).

**Tabla 5**  
*Verificación de irregularidades en planta*

Irregularidad en planta	Instrucción
<p>Torsión</p> 	<p>Aplicable en los casos en los que existe buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra; o al evidenciar excentricidad de rigidez.</p>
<p>Sistemas no paralelos</p> 	<p>Aplicable en los casos en los que los lados de la construcción no forman 90°.</p>
<p>Esquinas entrantes</p> 	<p>Aplicable cuando se evidencian esquinas entrantes de más de 6m.</p>
<p>Diafragmas abiertos</p> 	<p>Aplicable cuando se evidencia aberturas de más del 50% del área total.</p>
<p>Vigas no alineadas con las columnas</p> 	<p>Aplicable cuando se evidencia que el perímetro de las columnas está fuera del perímetro de las vigas.</p>

Las irregularidades verticales y en planta deben ser evaluadas de forma manera visual en el primer nivel de verificación.

**f.- Determinación del índice de vulnerabilidad.** Este sexto parámetro permite que se determinen los pre-codes y post-benchmarks, a partir de los años en los cuales hubo se produjo un cambio drástico en la normativa de construcción. Para el caso del Perú, se parte del año 1997 ya que en dicho año se realizó un cambio drástico en la norma sismorresistente, por lo tanto, las edificaciones construidas antes del año 1997 se les asignará un puntaje en contra y las construidas posteriormente a dicho año se le asignará un puntaje a favor.

**g.- Determinación del comportamiento de la estructura:** Una vez que se ha determinado el valor final de S en el parámetro anterior, se procede a predecir cual será el posible comportamiento que presentará la estructura (ver tabla 6 y 7).

**Tabla 6**  
*Clasificación de daños según tipo de edificio*

<b>Grados</b>	<b>Clasificación de los daños en edificio</b>
<b>Grado 1: Daños de despreciables a ligeros</b>	Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros. Fisuras en tabiques y particiones
<b>Grado 2: Daños moderados</b>	Grietas en vigas y columnas de pórticos y en muros estructurales. Grietas en tabiques y particiones; caídas de enlucidos y revestimientos frágiles. Caída de mortero de las juntas de paneles prefabricados.
<b>Grado 3: Daños de importantes a graves</b>	Grietas en pilares y en juntas viga/columna en la base de los pórticos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revocos de hormigón, pandeo de la armadura de refuerzo. Grandes grietas en tabiques y particiones; se dañan paneles de particiones aislados.
<b>Grado 4: Daños muy graves</b>	Grandes grietas en elementos estructurales con daños en el concreto por compresión y rotura de armaduras; fallos en la trabazón de la armadura de las vigas; ladeo de columnas. Colapso de algunas columnas o de una planta alta.
<b>Grado 5: Destrucción</b>	Colapso de la planta baja o de partes del edificio.

**Tabla 7***Interpretación de resultados en base a los índices de vulnerabilidad*

<b>Interpretación de los resultados (comportamiento esperado de las construcciones)</b>
Alta probabilidad de tener daño de grado 5 y muy alta probabilidad de tener daño de grado 4
Alta probabilidad de tener daño de grado 4 y muy alta probabilidad de tener daño de grado 3
Alta probabilidad de tener daño de grado 3 y muy alta probabilidad de tener daño de grado 2
Alta probabilidad de tener daño de grado 2 y muy alta probabilidad de tener daño de grado 1
Probabilidad de tener daño de grado 1

## **2.2.6. VIVIENDAS INFORMALES O AUTOCONSTRUIDAS**

Una vivienda es una edificación que permite su habitabilidad; sin embargo, al hablar de autoconstrucción se hace mención de un tipo de vivienda que no cuenta con los parámetros necesarios para su construcción, los cuales están establecidos en la normativa de cada país a efecto de evitar en el futuro daños y peligros frente a la presencia de fenómeno natural. Dichas viviendas, poseen deficiencias a nivel arquitectónico, estructural y/o en su proceso constructivo, pudiendo traer a largo plazo pérdidas materiales, económicas y humanas, al estar ante la presencia de un fenómeno natural (Santos, 2019).

Para Hernández (2011), la autoconstrucción de viviendas se produce en las comunidades populares pues intentan dar solución al problema del acceso a una vivienda, empleando para ello los medios económicos que poseen pues la responsabilidad de la construcción de la vivienda recae en el usuario, sin buscar ningún fin lucrativo.

Así mismo, Wiesenfeld (2002) indica que la autoconstrucción es el medio por el cual los sectores de escasos recursos económicos pueden optar a una vivienda, por medio de la compra de materiales económicos que en su mayoría son de mala calidad. Su proceso constructivo es realizado por el mismo propietario sin contar con asistencia técnica, un diseño adecuado y sin cumplir con lo previsto en la normativa

sismorresistente de cada país, ocasionando que la construcción sea deficiente en cuanto a su configuración estructural.

### **2.2.7. TIPOS DE VIVIENDAS INFORMALES O AUTOCONSTRUIDAS**

De acuerdo con la DESCO (s.f.) en un estudio realizado en el Perú, indicó que las viviendas autoconstruidas se clasifican de acuerdo con los rangos de consolidación de un barrio o de las propias viviendas desde su inicio hasta la apariencia actual. En este sentido, los tipos de viviendas pueden clasificadas según DESCO (s.f.):

- **Vivienda provisional.** Clasificada como grado A y se caracteriza por no poseer una construcción definitiva, los materiales utilizados son precarios y posee un bajo valor económico.
- **Vivienda incipiente.** Clasificada como grado B y se caracteriza por tener una estructura básica y su ocupación es definitiva por el grupo familiar.
- **Vivienda de media consolidación.** Clasificada como grado C y se caracteriza por ser una vivienda avanzada, posee un primer piso y se necesitan remodelaciones para tener más de un departamento. La opción y posibilidades de remodelación depende de la relación costo beneficio del grupo familiar.
- **Vivienda consolidada.** Clasificada como grado D y se caracteriza por poseer más de un piso incluyéndose un segundo piso habitable, tiene posibilidades de edificar o independizar a partir de ciertas condiciones.

**Figura 1**  
*Tipos de viviendas informales o autoconstruidas*



### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Afectación:** se refiere al grado de perturbación funcional que puede presentar una edificación en relación con la vulnerabilidad funcional (Cholán, 2018).
- **Análisis sísmico:** análisis destinado a determinar las fuerzas que representan una acción sísmica sobre una edificación y cuales elementos mecánicos (fuerzas normales y cortantes y momentos flexionantes) generan dichas fuerzas en cada elemento de la estructura. Para ello, la normativa acepta que cualquier estructura posee un comportamiento elástico lineal y por lo que se podrá aplicar el método dinámico modal de análisis sísmico, a partir del cálculo de periodos y modos de vibrar (Melgarejo, 2018).
- **Asesoramiento técnico:** recomendaciones surgidas de un especialista en algún área específica, dirigidas a asegurar que se cumplan con normas que minimicen los riesgos (Zavaleta, 2020).
- **Irregularidades verticales:** son cambios repentinos de resistencia, rigidez, geometría y masa que producen distribución irregular de las fuerzas y deformaciones a lo largo de la altura de la construcción (Enríquez, 2018).

- **Licencia de construcción:** permiso que otorgan las autoridades competentes para la ejecución de una obra de construcción (Laserna, 2019).
- **Mano de obra:** se refiere a la fuerza laboral que se destina a las actividades requeridas para ejecutar las obras de construcción (Cabrera y Diana, 2016).
- **Peligro sísmico:** se refiere al factor de riesgo externo producto de un peligro latente asociado a un fenómeno físico de origen natural, el cual se puede presentar en una zona específica, en determinado periodo de tiempo y que tiene la capacidad de generar efectos adversos en los seres humanos, los bienes y el medio ambiente (Enríquez, 2018).
- **Planos de la obra:** el plano es un documento donde se plasma con detalle los componentes que forman parte de la obra de construcción (Laserna, 2019).
- **Región sísmica:** zona geográfica donde existen secciones de corteza terrestre que presenta mayores probabilidades de sufrir movimientos sísmicos, generalmente coinciden con zonas de colisión de placas tectónicas (INDECI, 2020).
- **Seguridad en la obra:** conjunto de políticas dirigidas a prevenir daños al personal que labora en una obra de construcción, así como a terceros que puedan circular por las cercanías (Zavaleta, 2020).
- **Sismo:** es todo movimiento, sacudida o vibración brusca que se genera en la superficie terrestre debido al desplazamiento relativo de las placas geológicas (Cholán, 2018).
- **Supervisión de la obra:** actividades de seguimiento y control para que se ejecuten cada una de las etapas necesarias que permitan cumplir con los requerimientos mínimos de la obra (Rodas, 2016).
- **Tipo de suelo:** corresponde a la clasificación de los suelos dependiendo de sus características estructurales (arenoso, calizo, húmico, arcilloso,

pedregoso o mixtos) o físicas (litosoles, luvisoles, acrisoles, gleysoles, fluvisoles, etc) (Bedoya, 2018).

- **Tipo de construcción:** clasificación de las construcciones dependiendo de ciertas características, las cuales podrían corresponder a su uso, al tipo de materiales o las normas regulatorias (Bedoya, 2018).
- **Vivienda consolidada:** viviendas que se encuentran parcialmente culminadas, y aunque cuentan con estructura adecuada, sus terminaciones evidencian que requieren de trabajo adicional para su culminación (Laserna, 2019).
- **Vivienda consolidada a media:** viviendas construidas totalmente, que cuenta con un sistema estructural adecuado, y puede verificarse que sus terminaciones interiores y exteriores han sido culminadas (Laserna, 2019).
- **Vivienda incipiente:** son viviendas que tienen la característica de ser construidas de manera progresiva, son edificadas para dar refugio a personas afectadas por desastres, pero pueden ser usadas por largos períodos de tiempo o ser finalmente viviendas permanentes (Vanga y Santamaría, 2019).
- **Vivienda provisional:** son estructuras construidas con el objetivo de dar acogida temporal a personas afectadas por desastres naturales, por lo que debe cumplir con ciertas características, tales como, debe ser de construcción rápida, sencilla, económica, con poca mano de obra y óptimo comportamiento estructural (Rodas, 2016).
- **Vivienda informal:** conocida también como vivienda autoconstruida que no posee parámetros de zonificación y urbanísticos adecuados. Son construcciones que se realizan con procedimientos tradicionales, con ausencia de apoyo técnico especializado en el diseño y proceso constructivo (Melgarejo, 2018).
- **Vulnerabilidad estructural:** se refiere a todas y cada una de las partes que conforman una edificación que hace que la misma este en pie, siendo

estos los cimientos, muros portantes, columnas, vigas y diafragmas (pisos y techos diseñados para que transmitan las fuerzas horizontales producto de un sismo, a través de las vigas y las columnas hacia los cimientos) (Enríquez, 2018).

- **Vulnerabilidad no estructural:** se refiere a los componentes de la edificación que están unidos los elementos estructurales y que tienen una función esencial para la edificación o que se encuentran en su interior, las cuales se agrupan en tres categorías: componentes arquitectónicos, instalaciones y equipos (Enríquez, 2018).
- **Vulnerabilidad sísmica:** está referido al grado de resistencia o exposición de uno o varios elementos frente a un sismo (Cholán, 2018).

## **2.4. HIPÓTESIS**

Ha: Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado presentan una la vulnerabilidad sísmica alta.

Ho: Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado no presentan una la vulnerabilidad sísmica alta.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Vulnerabilidad sísmica

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Viviendas urbanas informales



## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 8**  
*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Independiente  Viviendas urbanas informales	Tipo de vivienda	Provisional
		Incipiente
	Proceso constructivo	Consolidada a Media
		Consolidada
		Mano de obra
		Licencia de construcción
		Asesoramiento técnico
		Seguridad en la obra
		Planos de la obra
		Supervisión de la obra
Dependiente  Vulnerabilidad sísmica	Parámetros de evaluación	Región sísmica
		Tipo de suelo
		Tipo de construcción
		Irregularidades verticales
		Irregularidades en planta

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Es cuantitativo, pues es un tipo de investigación que se basa en la recolección de datos para comprobar la a partir de la medición numérica, así como el empleo del análisis estadístico (Hernández et al., 2014).

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Es descriptiva, ya que de acuerdo con Hernández et al. (2014), se busca describir las características y propiedades de mayor importancia del fenómeno objeto de estudio, puesto que su propósito es especificar los eventos transcurridos en la ejecución del diagnóstico y caracterización de las viviendas referentes a su vulnerabilidad.

##### 3.1.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es no experimental, pues no se manipula las variables en estudio; parte del análisis solamente de los hechos que se dan en la realidad estudiada después de su ocurrencia (Carrasco, 2017). Según la cronología de las observaciones, la investigación tuvo un estudio prospectivo debido que la información es obtenida y analizada en el presente. Así mismo el número de mediciones es de tipo transversal ya que la recolección de datos del presente estudio se basó en una toma de información para su respectiva evaluación.

La investigación presenta el siguiente diseño:

X-----O-----Y

**Donde:**

**X=** Viviendas Urbanas Informales.

**O=** Muestra

**Y=** Vulnerabilidad Sísmica.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Según Carrasco (2017) se define como el conjunto de todas las unidades de análisis o elementos que se encuentran dentro del ámbito espacial donde se desarrolla la investigación. En este sentido, en la presente investigación la población estuvo representada por 400 viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado.

### 3.2.2. MUESTRA

Es definida como un subgrupo representativo de la población que posee sus mismas características, y se calcula con la finalidad de inferir las propiedades de la totalidad de la población (Palomino et al., 2015). Para determinar el tamaño de la muestra, se empleó la siguiente fórmula relacionada a poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot (p) \cdot (q)}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot (p) \cdot (q)}$$

#### Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población = 400

Z= Límite de confianza = 1.96

p= Probabilidad de acierto = 0.5

q= Probabilidad de no acierto= 0.5

e= Error máximo permitido = 0.05

Reemplazando:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 400 \cdot (0.5) \cdot (0.5)}{0.05^2 \cdot (400-1) + 1.96^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5)}$$

n= 197

Ante el cálculo de la fórmula, la muestra estuvo constituida por 197 viviendas urbanas informales.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. TÉCNICAS**

En el presente estudio, se utilizó la técnica de la observación, que consistió en realizar una observación atenta del fenómeno en estudio, con el propósito de tomar la información necesaria que fue analizada posteriormente (Palomino et al., 2015). A través de la observación, se pudo realizar una inspección visual rápida de las viviendas urbanas informales en el sector en estudio, a efecto de poder determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica a las que están expuestas.

Las viviendas que fueron evaluadas se eligieron aleatoriamente, ya que esto dependió del permiso y/o autorización que nos otorgó el dueño de la vivienda. Posteriormente, cada verificador recibió una inducción (capacitación) sobre el proceso de verificación para que se realicen de forma correcta cada paso del proceso y lograr la uniformidad de la recolección de datos, a partir de la información levantada.

Seguidamente, se asignaron las viviendas que debieron ser visitadas por cada uno de los verificadores, de manera que, procedieron a realizar la inspección visual de las unidades seleccionadas, asegurándose de cubrir toda el área asignada y de completar la ficha de observación (explicados en el ítem 3.3.2) que requirieron en la revisión visual.

#### **3.3.2. INSTRUMENTOS**

Se utilizó la ficha de observación, la cual según Palomino et al. (2015) permite registrar los datos que son aportados por otras fuentes de información como lo son los grupos, las personas o lugares en donde se desarrolla el proceso investigativo. En el caso de la presente investigación, se utilizará las cartillas de verificación de la metodología FEMA-154 y una ficha de registro de las características generales de las viviendas urbanas informales.

En cuanto a la cartilla de verificación de la metodología FEMA-154, tuvo como finalidad identificar los inmuebles que requieren de un estudio de mayor profundidad dirigido por un especialista, todo ello mediante un procedimiento de inspección visual rápida de las estructuras que presentan probabilidad de riesgo sísmico.

La aplicación del instrumento se llevó a cabo la adecuada capacitación de los verificadores sobre el procedimiento correcto para el llenado de las cartillas.

Seguidamente, cada verificador debió completar la cartilla en las visitas que realicen a las unidades de vivienda informal que le fue asignada, indicándose que no debieron obviar ningún dato y cumpliendo con el tiempo de entrega de los datos a fin de cumplir con el cronograma general de trabajo.

Respecto a la ficha de observación, este instrumento estuvo diseñado para recoger las características adicionales de las viviendas urbanas informales, que permitieron elaborar una base de datos completa sobre sus principales debilidades y fortalezas frente a eventos sísmicos que pudieran comprometer su estabilidad y, por ende, poner en riesgo la vida de sus habitantes.

Para el correcto llenado de la planilla, se realizó una inducción al equipo verificador, garantizando la coherencia de los datos. De igual forma que se procedió con la cartilla de verificación, para la ficha de observación también debió ser completada sin obviar información y debiéndose cumplir los plazos necesarios.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.4.1. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se emplearon el uso de tablas para registrar la información estadística descriptiva (tablas de frecuencia, moda y mediana), así como también el empleo de figuras, extraídas de la aplicación de la

metodología FEMA-154, realizándose posteriormente el respectivo análisis e interpretación de los datos que se obtuvieron.

A modo de resumen a continuación se detalla los pasos como que se efectuaran el Método FEMA-154:

- Determinación la región sísmica.
- Identificación el tipo de suelo.
- Previamente, se habrá escogido el tipo de construcción, de las irregularidades verticales y de planta.
- Determinación del índice de vulnerabilidad.
- Estimación del comportamiento de la estructura.
- Compilación la información y el análisis descriptivo de los datos.

### **3.4.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El análisis de datos se define como la ciencia cuya finalidad es la de examinar los datos recabados y extraer de los mismos las conclusiones asociadas al fenómeno de estudio. Es empleada en las ciencias con el objetivo de verificar o reprobado las teorías o modelos existentes (Rouse, 2018). Por lo tanto, en la ejecución de la investigación se empleó para analizar los datos la estadística descriptiva, que permitió posteriormente realizar la discusión por medio de la confrontación literaria.

En detalle, una vez realizada la consolidación de datos (ítem 3.4.1), se realizó el análisis de la información a fin de determinar según los tipos de estructuras que se consiguieron en la evaluación de campo, los riesgos y vulnerabilidades a los cuales se enfrentan ante eventos sísmicos.

De igual forma, se pudo realizar las recomendaciones necesarias para que la investigación logre su aporte a la mejora de la información

que se requiere para disminuir los riesgos a los cuales se enfrentan las construcciones informales.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

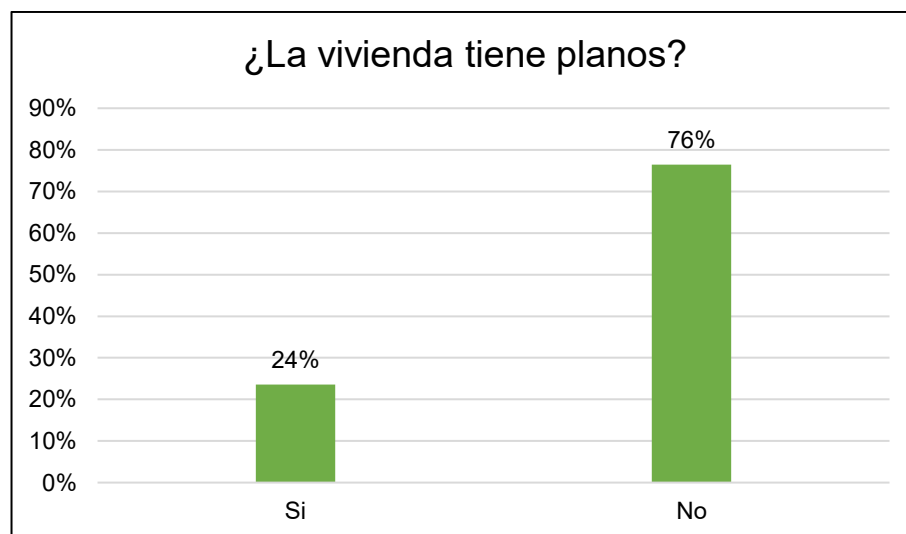
##### 4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR NARANJILLO Y MAPRESA

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron un total de 197 viviendas, 123 del sector de Naranjillo y 74 del sector de Mapresa, las cuales fueron inspeccionadas para determinar sus características constructivas y estructurales. En este sentido, en la tabla 9 se observa el resultado obtenido durante el proceso de inspección en el sector de Naranjillo, donde se muestra que el 76% de las viviendas no cuentan con planos y solo el 24% de las mismas cuentan con planos de construcción (ver figura 2).

**Tabla 9**  
*Viviendas con planos constructivos en Naranjillo*

Planos	N° de viviendas	Porcentaje
Si	29	24%
No	94	76%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 2**  
*Viviendas con planos constructivos en Naranjillo*



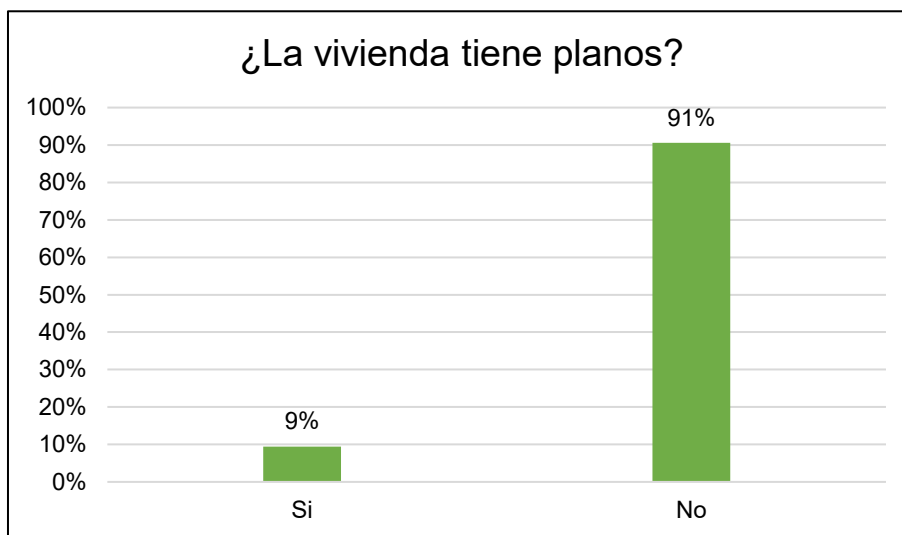


Por otra parte, los resultados del sector de Mapresa, representados en la tabla 10, muestran que solo el 9% de las viviendas estudiadas tienen planos de construcción, mientras que el 91% restante no los tiene (ver figura 3).

**Tabla 10**  
*Viviendas con planos constructivos en Mapresa*

Planos	N° de viviendas	Porcentaje
Si	7	9%
No	67	91%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 3**  
*Viviendas con planos constructivos en Mapresa*

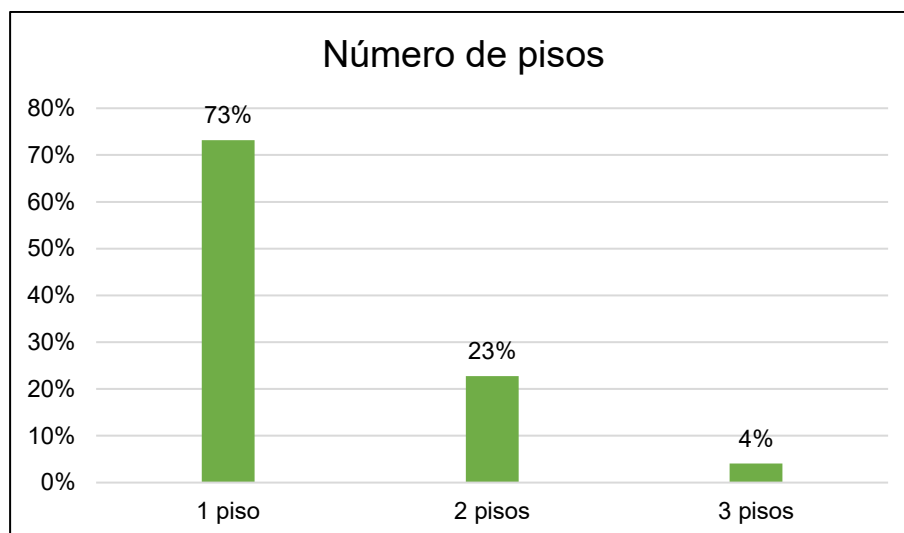


En segundo lugar, se realizó un registro del número de pisos de las viviendas en ambos sectores. En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos en el sector de Naranjillo, donde el 73% de las viviendas son de un piso, el 23% tienen dos pisos y solo el 4% tienen tres pisos (ver figura 4).

**Tabla 11**  
*Número de pisos de las viviendas en Naranjillo*

<b>N° de pisos</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
1	90	73%
2	28	23%
3	5	4%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 4**  
*Número de pisos de las viviendas en Naranjillo*

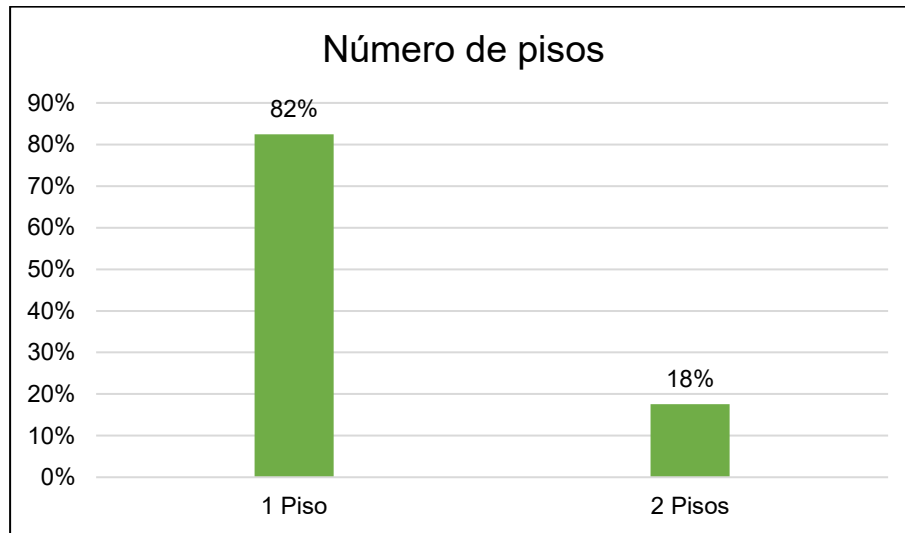


En el sector de Mapresa, por su parte, el 82% de las viviendas son de un piso y el 18% restante tienen dos pisos, esto se puede observar con mayor detalle en la tabla 12 y figura 5.

**Tabla 12**  
*Número de pisos de las viviendas en Mapresa*

Nº de Pisos	Nº de Viviendas	Porcentaje
1	61	82%
2	13	18%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 5**  
*Número de pisos de las viviendas en Mapresa*

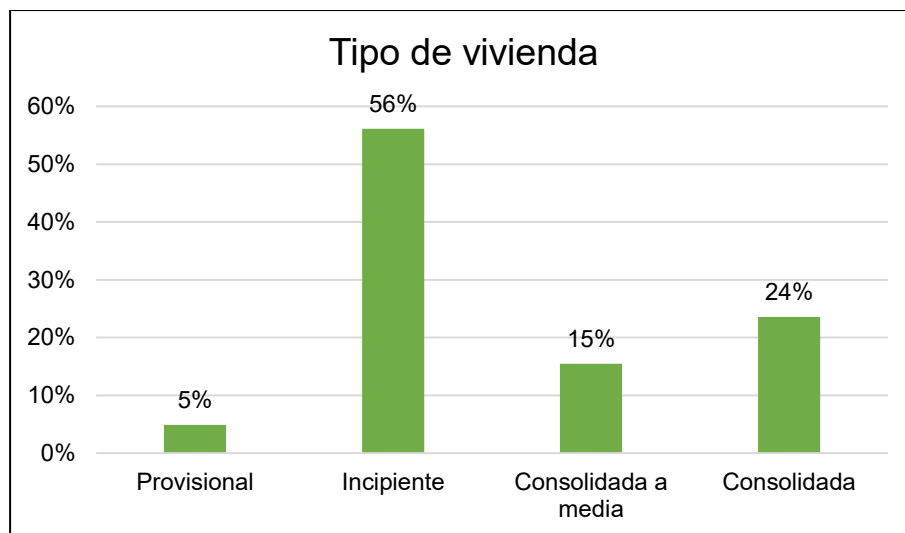


Respecto al tipo de vivienda, en la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos para el sector de Naranjillo, donde se aprecia que la mayoría de las viviendas pertenecen a la categoría de vivienda incipiente, con una representación del 56%, mientras que las viviendas consolidadas representan el 24%, las viviendas consolidadas a medias el 15% y el 5% restante corresponde a las viviendas provisionales (ver figura 6).

**Tabla 13**  
*Tipos de vivienda, sector Naranjillo*

Tipo de vivienda	N° de viviendas	Porcentaje
Provisional	6	5%
Incipiente	69	56%
Consolidada a media	19	15%
Consolidada	29	24%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 6**  
*Tipos de vivienda, sector Naranjillo*

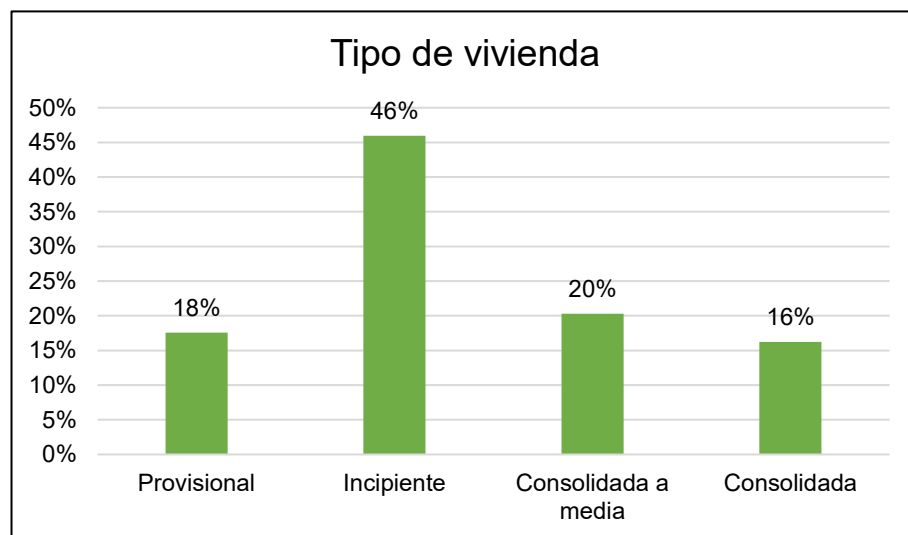


Los resultados obtenidos durante la inspección en el sector de Mapresa se pueden observar en la tabla 14, donde se aprecia que las viviendas incipientes representan el 46% del total de las viviendas estudiadas, mientras que las viviendas consolidadas a medias representan el 20%, seguido de las viviendas provisionales, con un 18%, y las viviendas consolidadas, con un 16% (ver figura 7).

**Tabla 14**  
*Tipos de vivienda, sector de Mapresa*

Tipo de vivienda	N° de viviendas	Porcentaje
Provisional	13	18%
Incipiente	34	46%
Consolidada a media	15	20%
Consolidada	12	16%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 7**  
*Tipos de vivienda, sector de Mapresa*

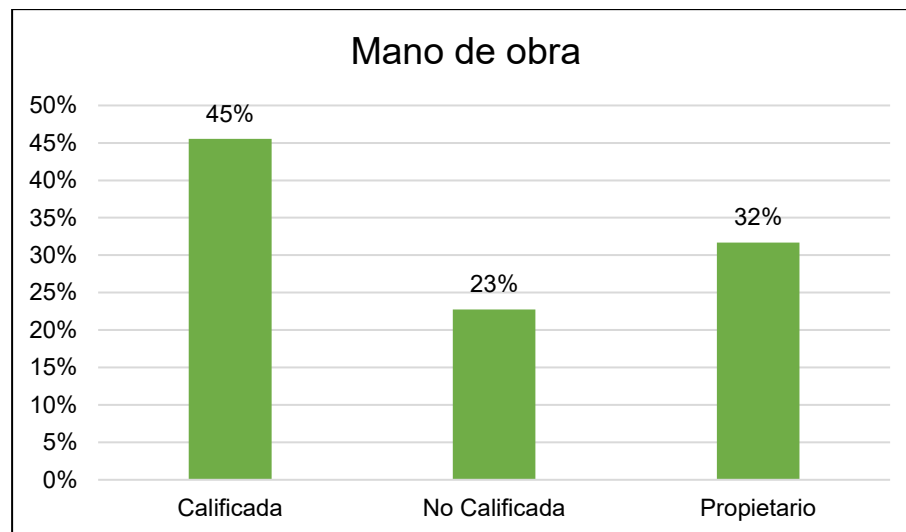


En cuanto a la mano de obra que participó en la construcción de las viviendas, en la tabla 15 se puede observar que, en el sector de Naranjillo, el 45% de las viviendas fueron construidas con mano de obra calificada, el 32% fueron construidas por el propietario y el 23% fueron construidas por mano de obra no calificada (ver figura 8).

**Tabla 15**  
*Mano de obra, sector de Naranjillo*

<b>Mano de obra</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Calificada	56	45%
No Calificada	28	23%
Propietario	39	32%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 8**  
*Mano de obra, sector de Naranjillo*

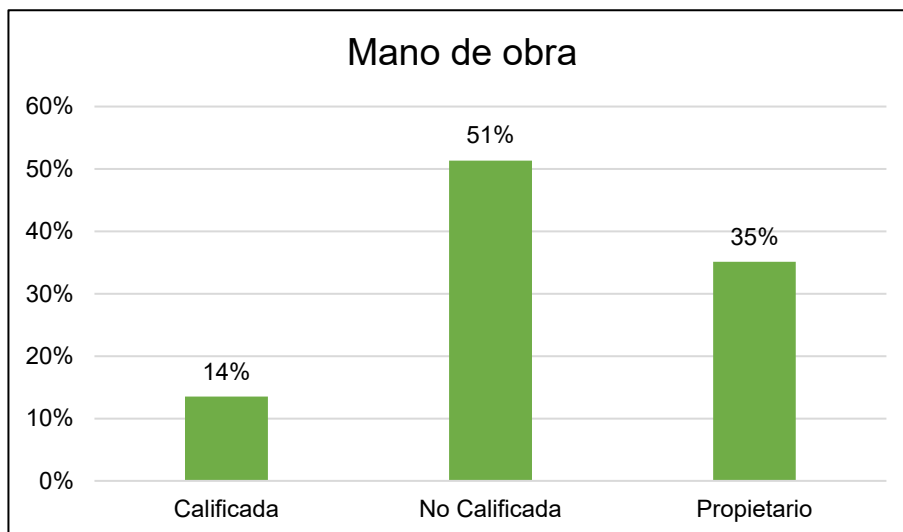


Para el sector de Mapresa, se obtuvo que, el 51% de las viviendas estudiadas fueron construidas con mano de obra no calificada, el 35% fueron construidas por su propietario y solo el 14% contó con la participación de mano de obra calificada. Estos datos se muestran en la tabla 16 y en la figura 9, a continuación.

**Tabla 16**  
*Mano de Obra*

<b>Mano de obra</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Calificada	10	14%
No Calificada	38	51%
Propietario	26	35%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 9**  
*Mano de obra, sector de Mapresa*

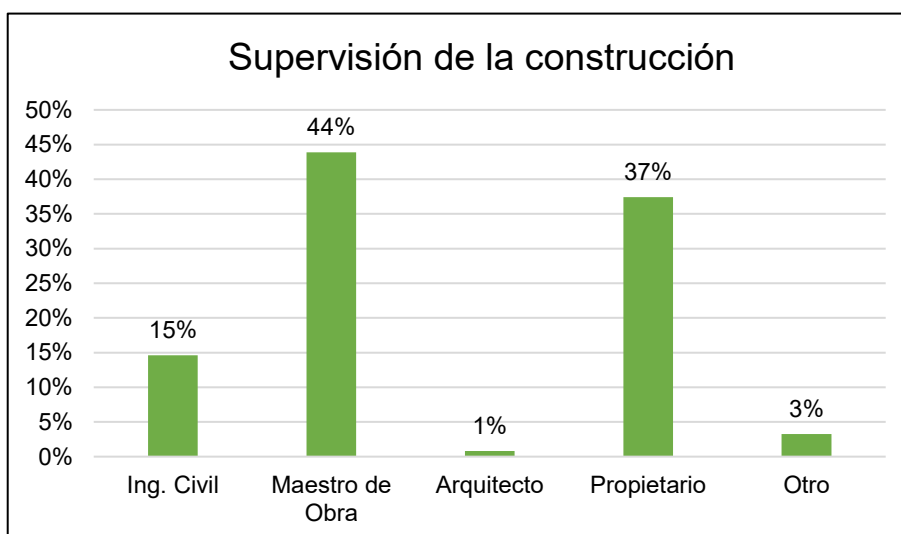


Al indagar acerca del personal encargado de la supervisión de la construcción se obtuvo como resultado que, en el sector de Naranjillo, el 44% de las construcciones fueron supervisadas por un maestro de obra, el 37% fueron supervisadas por su propio dueño, y solo el 15% contó con la participación de un Ingeniero Civil en las actividades de supervisión. Estos datos se muestran en la tabla 17 y en la figura 10, a continuación.

**Tabla 17**  
*Supervisión de construcción, sector de Naranjillo*

<b>Supervisión</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Ing. Civil	18	15%
Maestro de Obra	54	44%
Arquitecto	1	1%
Propietario	46	37%
Otro	4	3%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 10**  
*Supervisión de construcción, sector de Naranjillo*



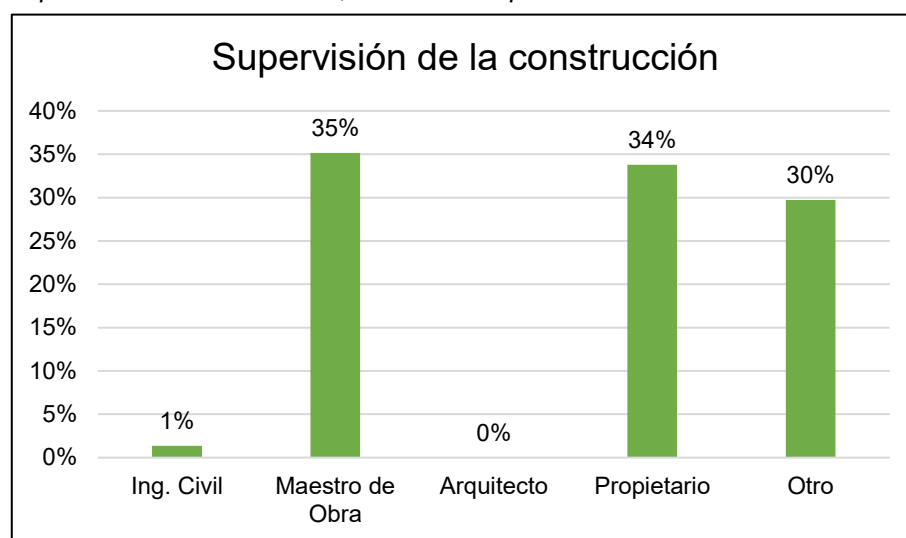


Por su parte, en la tabla 18 se observan los resultados obtenidos para el sector de Mapresa, donde se puede ver que el 35% de las viviendas fueron supervisadas por un maestro de obra, el 34% por el propietario y solo el 1% contó con la supervisión de un Ingeniero Civil (ver figura 11).

**Tabla 18**  
*Supervisión de construcción, sector de Mapresa*

Supervisión	N° de viviendas	Porcentaje
Ing. Civil	1	1%
Maestro de Obra	26	35%
Arquitecto	0	0%
Propietario	25	34%
Otro	22	30%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 11**  
*Supervisión de construcción, sector de Mapresa*

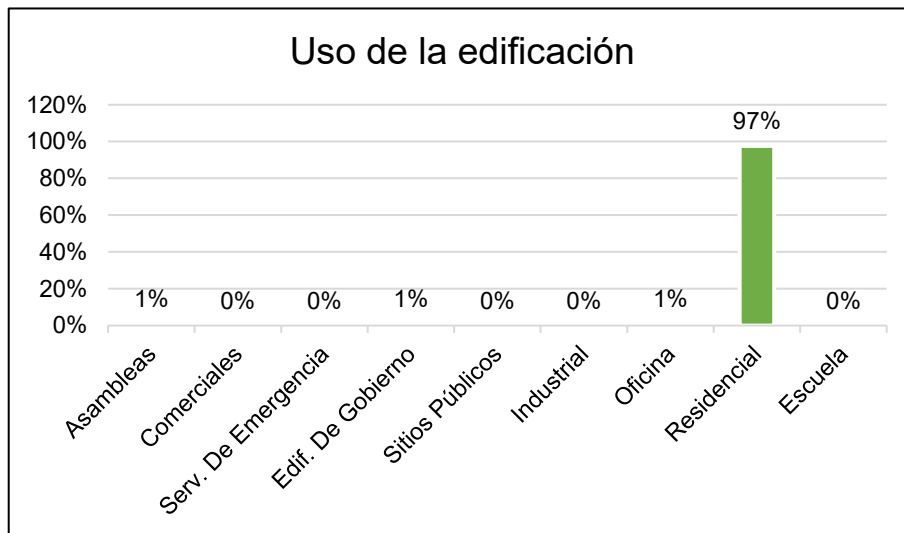


En la tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en el sector de Naranjillo en lo que se refiere al uso de las edificaciones, como se puede notar, el 98% de las edificaciones son de uso residencial y el 2% restante pertenece a edificios de oficina, asambleas y edificios de gobierno (ver figura 12).

**Tabla 19**  
*Uso de la edificación, sector de Naranjillo*

<b>Uso de la edificación</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Asambleas	1	1%
Comerciales	0	0%
Serv. De Emergencia	0	0%
Edif. De Gobierno	1	1%
Sitios Públicos	0	0%
Industrial	0	0%
Oficina	1	1%
Residencial	120	97%
Escuela	0	0%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 12**  
*Uso de la edificación, sector de Naranjillo*

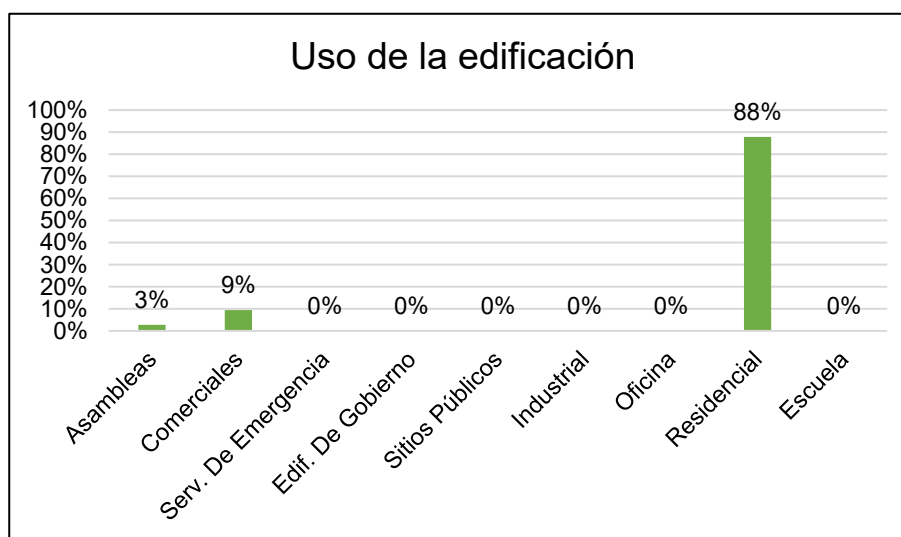


Los resultados obtenidos para el sector de Mapresa se observan en la tabla 20, donde se puede apreciar que el 88% de las viviendas estudiadas son de uso residencial, 8% de uso comercial y el 2% restantes pertenecen a la categoría de asambleas (ver figura 13).

**Tabla 20**  
*Uso de la edificación, sector de Mapresa*

Uso de la edificación	N° de viviendas	Porcentaje
Asambleas	2	3%
Comerciales	7	9%
Serv. De Emergencia	0	0%
Edif. De Gobierno	0	0%
Sitios Públicos	0	0%
Industrial	0	0%
Oficina	0	0%
Residencial	65	88%
Escuela	0	0%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 13**  
*Uso de la edificación, sector de Mapresa*

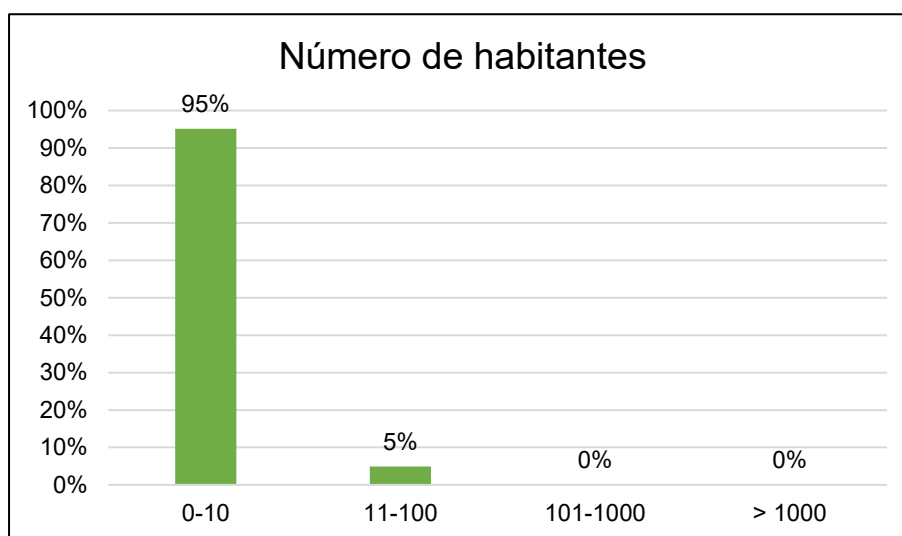


En cuanto al número de habitantes por edificación, se observó que el 95% de las viviendas del sector de Naranjillo están ocupadas por un máximo de 10 habitantes y el 5% restante se encuentra dentro del rango de 11 a 100 habitantes. Estos datos son apreciables en la tabla 21 y figura 14, a continuación.

**Tabla 21**  
*Número de habitantes por edificación, sector de Naranjillo*

Número de habitantes	N° de viviendas	Porcentaje
0-10	117	95%
11-100	6	5%
101-1000	0	0%
> 1000	0	0%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 14**  
*Número de habitantes por edificación, sector de Naranjillo*

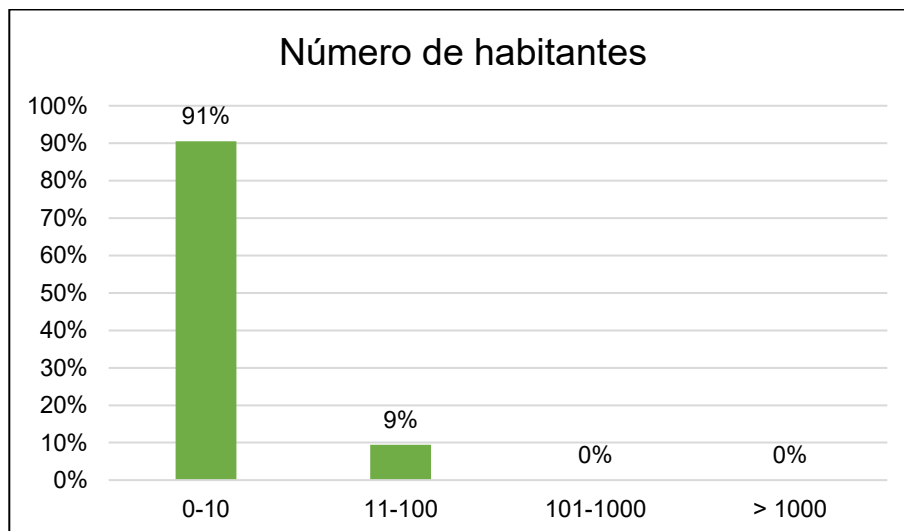


En la tabla 22 se muestran los resultados obtenidos para el sector de Mapresa, donde se puede ver que el 91% de las viviendas se encuentran dentro del rango de 0 a 10 habitantes, mientras que el 9% supera los 11 habitantes. Esta información se observa de forma gráfica en la figura 15.

**Tabla 22**  
*Número de habitantes por edificación, sector de Mapresa*

<b>Número de habitantes</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
0-10	67	91%
11-100	7	9%
101-1000	0	0%
> 1000	0	0%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 15**  
*Número de habitantes por edificación, sector de Mapresa*

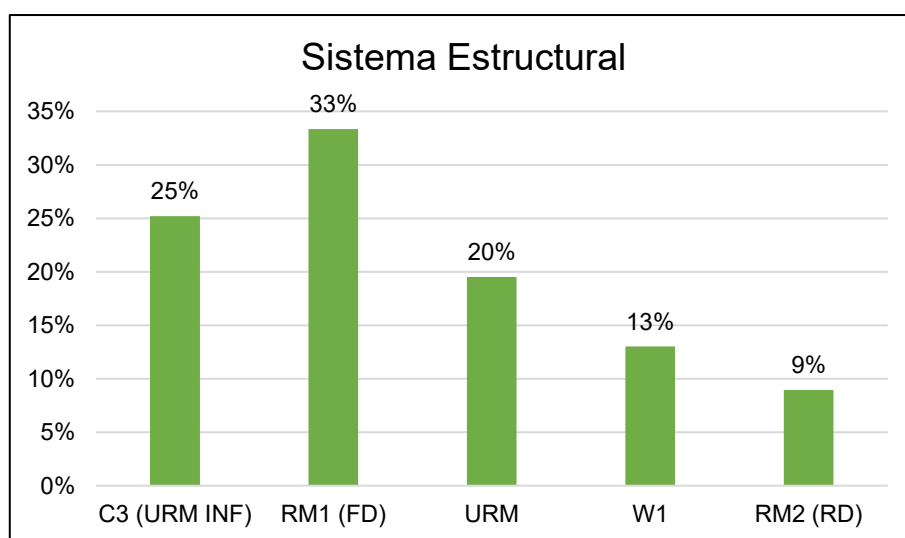


Finalmente, se determinó el sistema estructural de las viviendas de ambos sectores. Es así que, en la tabla 23 se muestran los resultados obtenidos en el sector de Naranjillo, donde el sistema predominante es el RM1 (FD) (albañilería reforzada con diafragma flexible), con una representación del 33%, seguido de C3 (URM INF) (Estructura de pórticos de concreto armado con muros de ladrillo no reforzado), que representa el 25% de las viviendas estudiadas, también se identificó el 20% de viviendas tipo URM (edificios con muro de contención de mampostería no reforzada), 13% de tipo W1 (estructuras de madera residenciales) y el 9% de tipo RM2 (RD) (edificios de albañilería reforzada con diafragma rígido). Esta información se puede observar gráficamente en la figura 16.

**Tabla 23**  
*Sistemas estructurales, sector de Naranjillo*

<b>Sistema estructural</b>	<b>N° de Viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
C3 (URM INF)	31	25%
RM1 (FD)	41	33%
URM	24	20%
W1	16	13%
RM2 (RD)	11	9%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 16**  
*Sistemas estructurales, sector de Naranjillo*

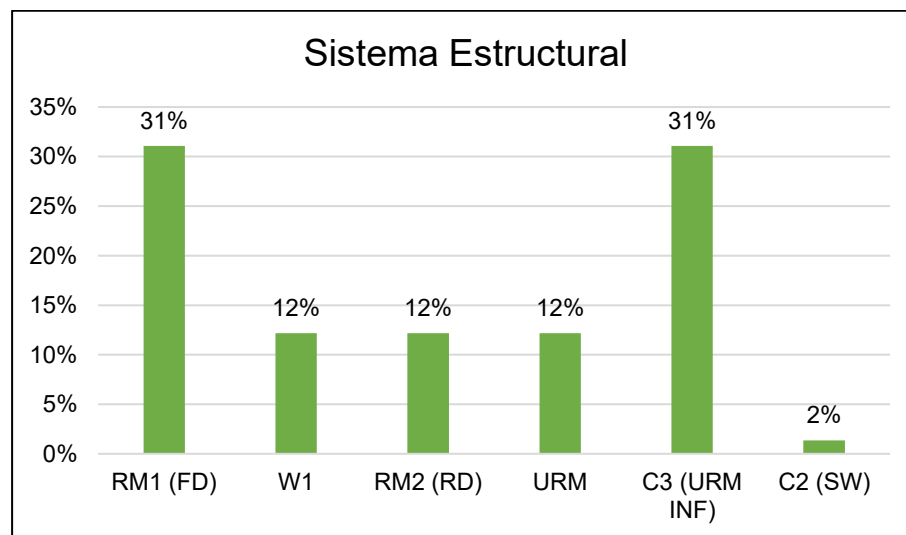


Los datos obtenidos en el sector de Mapresa se muestran en la tabla 24, donde se observa que los sistemas RM1 (FD) y C3 (URM INF) son los más utilizados, con una representación del 31% cada uno, mientras que los sistemas W1, RM2 (RD) y URM obtuvieron una representación del 12% cada uno, y el sistema C2 (SW) solo obtuvo el 2%. Estos datos se pueden apreciar en la figura 17.

**Tabla 24**  
*Sistemas estructurales, sector de Mapresa*

<b>Sistema estructural</b>	<b>N° de Viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
RM1 (FD)	23	31%
W1	9	12%
RM2 (RD)	9	12%
URM	9	12%
C3 (URM INF)	23	31%
C2 (SW)	1	2%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

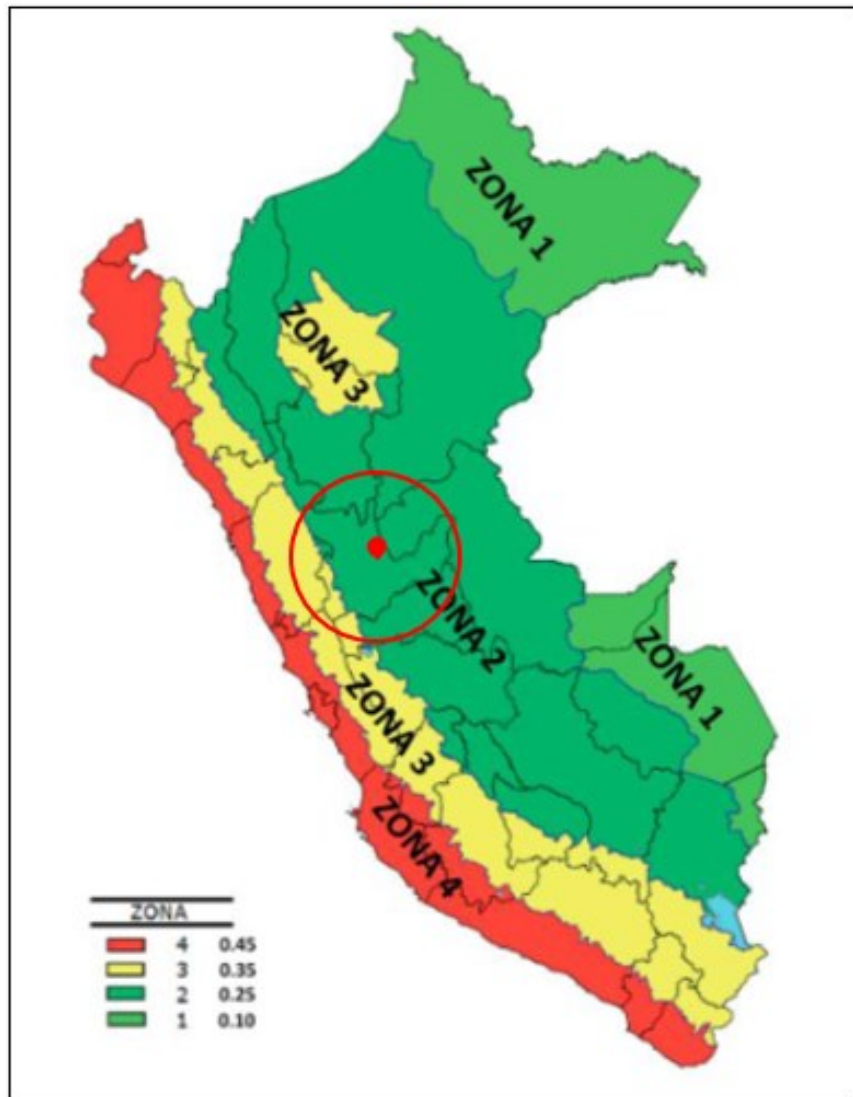
**Figura 17**  
*Sistemas estructurales, sector de Mapresa*



#### 4.1.2. GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO

Para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas estudiadas de los sectores de Naranjillo y Mapresa se determinó la zona sísmica en base al mapa sísmico del Perú elaborado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el año 2018, donde se establece que los sectores estudiados pertenecen a la zona 2, zona sísmica moderada, tal como se muestra en la figura 18.

**Figura 18**  
*Zona sísmica de los sectores en estudio*



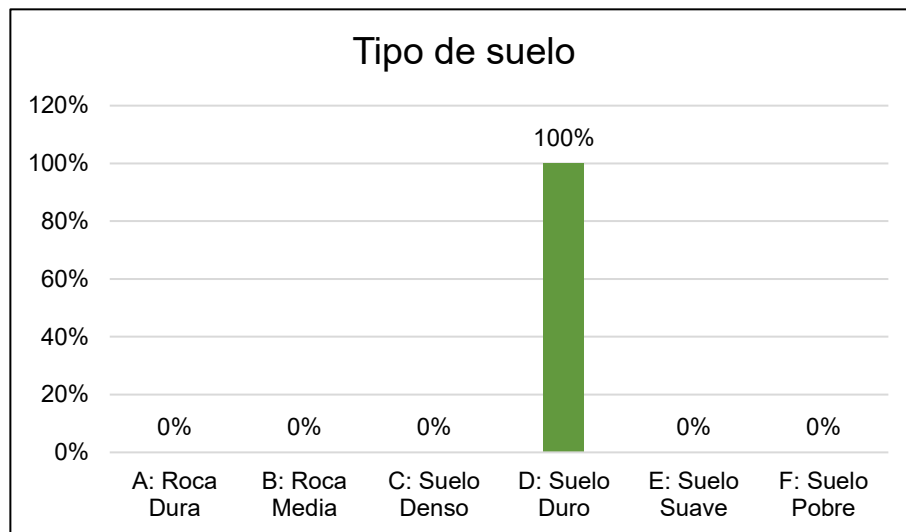


Asimismo, se determinó el tipo de suelo donde se encuentran asentadas las viviendas en estudio. Como resultado se obtuvo que, en los sectores de Naranjillo y Mapresa, el 100% de las viviendas se encuentran asentadas sobre suelo duro, estos datos se pueden observar en la tabla 25 y la figura 19, a continuación.

**Tabla 25**  
*Tipo de suelo en los sectores Naranjillo y Mapresa*

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
A: Roca Dura	0	0%
B: Roca Media	0	0%
C: Suelo Denso	0	0%
D: Suelo Duro	197	100%
E: Suelo Suave	0	0%
F: Suelo Pobre	0	0%
<b>Total:</b>	<b>197</b>	<b>100%</b>

**Figura 19**  
*Tipo de suelo en los sectores Naranjillo y Mapresa*

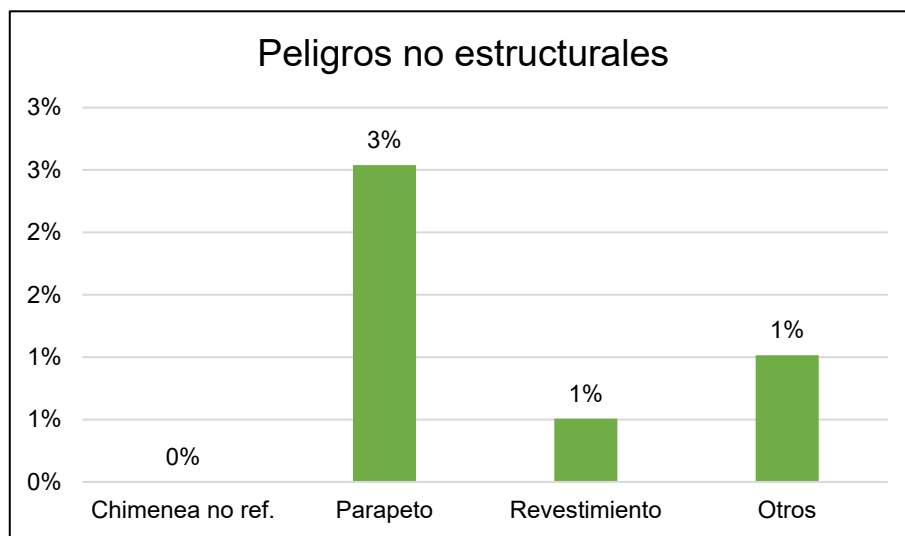


En cuanto a los peligros no estructurales, en la tabla 26 se observa que solo el 5% de las viviendas estudiadas presentaron elementos no estructurales que pueden comprometer la estructura. Estos resultados se muestran en la figura 20.

**Tabla 26**  
*Peligros no estructurales, sectores Naranjillo y Mapresa*

<b>Peligros no estructurales</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Chimenea no ref.	0	0%
Parapeto	5	3%
Revestimiento	1	1%
Otros	2	1%
<b>Total:</b>	<b>197</b>	<b>5%</b>

**Figura 20**  
*Peligros no estructurales, sectores Naranjillo y Mapresa*

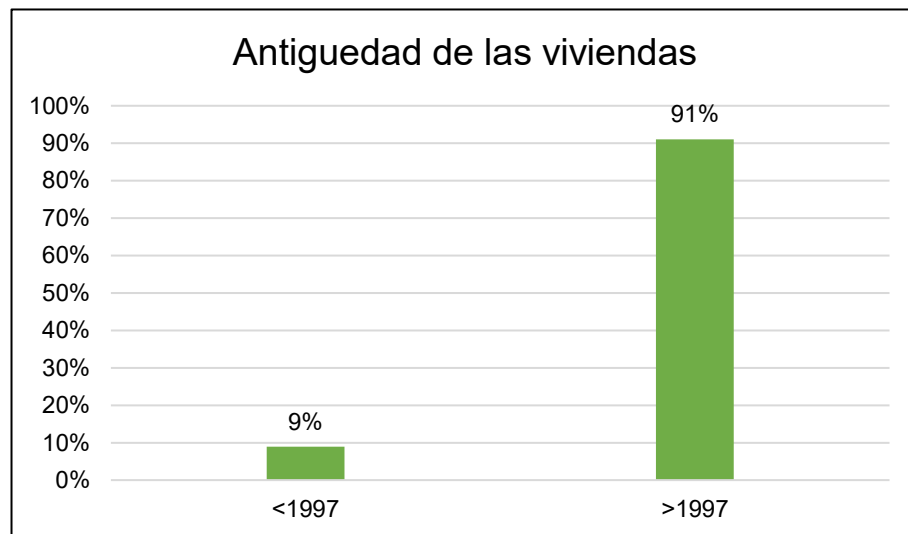


Otro aspecto importante a tener en cuenta para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica es la antigüedad de las edificaciones estudiadas. En la tabla 27 se muestran los resultados obtenidos en el sector Naranjillo para este parámetro, donde se observa que el 91% de las viviendas fueron construidas después del año 1997. Estos datos pueden ser observados en la figura 21.

**Tabla 27**  
*Antigüedad de viviendas, sector Naranjillo*

<b>Año de construcción</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Antes de 1997	11	9%
Después de 1997	112	91%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 21**  
*Antigüedad de viviendas, sector Naranjillo*

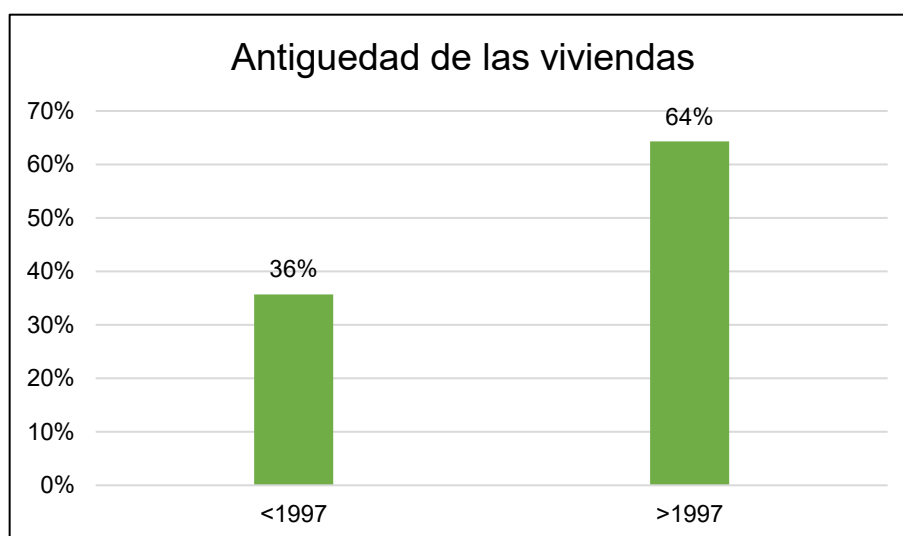


Asimismo, en la tabla 28 se muestran los resultados obtenidos en el sector de Mapresa, donde se tiene que, el 66% de las viviendas fueron construidas después del año 1997 y el 34% antes del mismo año. Esta información se aprecia en la figura 22.

**Tabla 28**  
*Antigüedad de viviendas, sector Mapresa*

<b>Año de construcción</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Antes de 1997	25	34%
Después de 1997	49	66%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 22**  
*Antigüedad de viviendas, sector Mapresa*



Una vez establecidos estos parámetros se determinó el puntaje final S, que representa el índice de vulnerabilidad sísmica de cada una de las viviendas estudiadas. En este sentido, en la tabla 29 se muestra el índice de vulnerabilidad obtenido para las viviendas del sector Naranjillo y, en la tabla 30, se aprecian los resultados correspondientes al sector Mapresa.

**Tabla 29***Índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del sector Naranjillo*

N° de vivienda	Tipo de construcción	Puntaje básico	Altura mediana	Altura elevada	Irregularidad vertical	Irregularidad en planta	Pre - código	Post. De ref.	Suelo tipo C (GM,GP)	suelo tipo D (SM,SC)	Suelo tipo E (ML,CL)	Puntaje final S
1	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
2	RM1 (FD)	3.6						2.0		-1.2		4.4
3	URM	3.4								-0.8		2.6
4	URM	3.4								-0.8		2.6
5	URM	3.4								-0.8		2.6
6	C3 (URM INF)	3.2			-2.0					-1.0		0.2
7	URM	3.4					-0.4			-0.8		2.2
8	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
9	RM1 (FD)	3.6								-1.2		2.4
10	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
11	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
12	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
13	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
14	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
15	W1	5.2				-0.5				-0.6		4.1
16	URM	3.4								-0.8		2.6
17	C3 (URM INF)	3.2								-1.0		2.2
18	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
19	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
20	C3 (URM INF)	3.2				-0.5				-1		1.7
21	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
22	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
23	URM	3.4								-0.8		2.6
24	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4

25	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
26	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
27	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
28	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
29	URM	3.4				-0.8	2.6
30	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
31	W1	5.2				-0.6	4.6
32	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
33	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
34	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
35	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
36	C3 (URM INF)	3.2	-0.5			-1	1.7
37	RM2 (RD)	3.4			1.8	-1.6	3.6
38	W1	5.2		0		-0.6	4.6
39	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
40	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
41	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
42	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
43	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
44	RM2 (RD)	3.4		-0.4		-1.2	1.8
45	RM2 (RD)	3.4			1.8	-1.2	4
46	RM2 (RD)	3.4			1.8	-1.2	4
47	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
48	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
49	C3 (URM INF)	3.2	-0.5			-1	1.7
50	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
51	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
52	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4

53	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
54	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
55	RM2 (RD)	3.4		-0.4		-1.2	1.8
56	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
57	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
58	URM	3.4				-0.8	2.6
59	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
60	URM	3.4		-0.4		-0.8	2.2
61	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
62	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
63	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
64	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
65	URM	3.4				-0.8	2.6
66	URM	3.4				-0.8	2.6
67	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
68	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
69	URM	3.4				-0.8	2.6
70	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
71	URM	3.4				-0.8	2.6
72	C3 (URM INF)	3.2	-0.5			-1	1.7
73	W1	5.2				-0.6	4.6
74	URM	3.4	-0.5			-0.8	2.1
75	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
76	URM	3.4				-0.8	2.6
77	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
78	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
79	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
80	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2

81	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
82	URM	3.4				-0.8	2.6
83	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
84	C3 (URM INF)	3.2	-2			-1	0.2
85	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
86	W1	5.2	-3.5		1.6	-0.6	2.7
87	URM	3.4				-0.8	2.6
88	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
89	URM	3.4				-0.8	2.6
90	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
91	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
92	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
93	RM1 (FD)	3.6		-0.5	2	-1.2	3.9
94	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
95	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
96	RM2 (RD)	3.4			1.6	-1.2	4
97	RM2 (RD)	3.4		-0.5	1.8	-1.2	3.5
98	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
99	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
100	RM2 (RD)	3.4			1.8	-1.2	4
101	RM2 (RD)	3.4		-0.5	1.8	-1.2	4.5
102	W1	5.2			1.6	-0.6	6.2
103	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
104	URM	3.4				-0.8	2.6
105	RM1 (FD)	3.6			2	-1.2	4.4
106	RM1 (FD)	3.6		-0.5	2	-1.2	3.9
107	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
108	W1	5.5			1.6	-0.6	6.2



109	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4
110	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4
111	RM2 (RD)	3.4		1.8	-1.2	4
112	W1	5.2		1.6	-0.6	6.2
113	W1	5.2		1.6	-0.6	6.2
114	RM1 (FD)	3.6			-1.2	2.4
115	URM	3.4			-0.8	2.6
116	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4
117	RM2 (RD)	3.4		1.8	-1.2	4
118	URM	3.4			-0.8	2.6
119	URM	3.4			-0.8	2.6
120	URM	3.4			-0.8	2.6
121	URM	3.4			-0.8	2.6
122	RM1 (FD)	3.6	-0.5	2	-1.2	3.9
123	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4

**Tabla 30***Índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del sector Mapresa*

N° de vivienda	Tipo de construcción	Puntaje básico	Altura mediana	Altura elevada	Irregularidad vertical	Irregularidad en planta	Pre - código	Post. De ref.	Suelo tipo C (GM,GP)	suelo tipo D (SM,SC)	Suelo tipo E (ML,CL)	Puntaje final S
124	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
125	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
126	RM2 (RD)	3.4						1.8		-1.2		4
127	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
128	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
129	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
130	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
131	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
132	RM1 (FD)	3.6						1		-1.2		4.4
133	RM2 (RD)	3.4						1.8		-1.2		4
134	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
135	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
136	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
137	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
138	URM	3.4								-0.8		2.6
139	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
140	W1	5.2						1.6		-0.6		6.2
141	URM	3.4								-0.8		2.6
142	C3 (URM INF)	3.2								-1		2.2
143	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
144	URM	3.4								-0.8		2.6
145	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4
146	C3 (URM INF)	3.2								-1		2.2
147	RM1 (FD)	3.6						2		-1.2		4.4

148	W1	5.2			1.6	-0.6	6
149	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
150	RM2 (RD)	3.4			1.8	-1.2	4
151	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
152	URM	3.4		-0.4		-0.8	2.2
153	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
154	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4
155	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
156	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
157	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
158	URM	3.4		-0.4		-0.8	2.2
159	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
160	URM	3.4				-0.8	2.6
161	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
162	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
163	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
164	RM2 (RD)	3.4	-0.5			-1.2	1.7
165	C3 (URM INF)	3.2		-1		-1	1.2
166	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
167	RM1 (FD)	3.6		-0.4		-1.2	2
168	URM	3.4				-0.8	2.6
169	RM2 (RD)	3.4	-0.4			-1.2	1.8
170	RM2 (RD)	3.4	-0.4			-1.2	1.8
171	RM2 (RD)	3.4	-0.5	-0.4		-1.2	1.3
172	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
173	C3 (URM INF)	3.2				-1	2.2
174	URM	3.4				-0.8	2.6
175	RM1 (FD)	3.6				-1.2	2.4

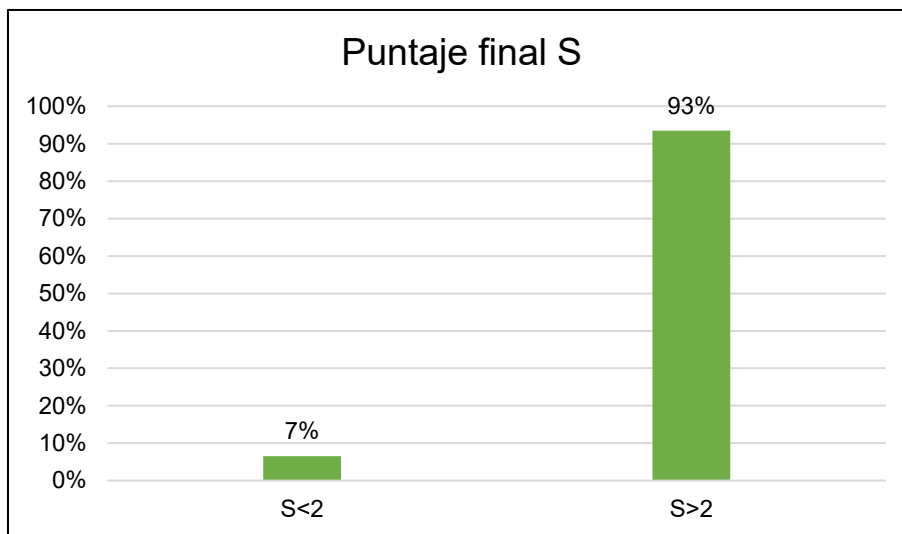
176	RM1 (FD)	3.6	-0.5		-1.2	1.9
177	C2 (SW)	3.6		1.6	-1.2	4
178	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
179	RM1 (FD)	3.6		-0.4	-1.2	2
180	RM1 (FD)	3.6		-0.4	-1.2	2
181	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4
182	URM	3.4			-0.8	2.6
183	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
184	RM1 (FD)	3.6		2	-1.2	4.4
185	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
186	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
187	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
188	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
189	RM1 (FD)	3.6			-1.2	2.4
190	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
191	RM2 (RD)	3.4			-1.2	2.2
192	RM2 (RD)	3.4			-1.2	2.2
193	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
194	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
195	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2
196	RM1 (FD)	3.6			-1.2	2.4
197	C3 (URM INF)	3.2			-1	2.2

Partiendo de esta información, se tiene que, en el sector Naranjillo, el 93% de las viviendas obtuvo un valor  $S > 2$ , mientras que el 7% obtuvo un resultado de  $S < 2$ . De ello, se puede deducir que la mayoría de las viviendas en este sector presentan una baja vulnerabilidad frente a los efectos de un evento sísmico. Estos resultados se pueden observar en la tabla 31 y en la figura 23.

**Tabla 31**  
*Puntaje final S, sector Naranjillo*

<b>Puntaje final S</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
S < 2	8	7%
S > 2	115	93%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

**Figura 23**  
*Puntaje final S, sector Naranjillo*

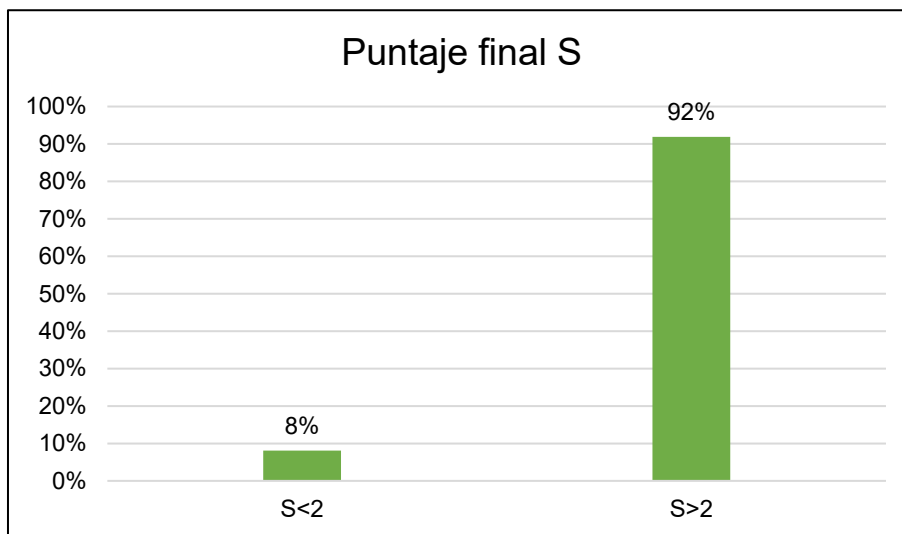


Asimismo, en la tabla 32 se observan los resultados obtenidos para el sector Mapresa, donde el 92% de las viviendas consiguió un puntaje  $S > 2$ , y el 8% se ubicó en  $S < 2$ . De manera similar al caso anterior, se establece que las viviendas construidas en este sector poseen una configuración estructural que les otorga un comportamiento estable frente a los efectos de un sismo, por lo que su nivel de vulnerabilidad es bajo. Estos datos se aprecian de forma gráfica en la figura 24.

**Tabla 32**  
*Puntaje final S, sector Mapresa*

<b>Puntaje final S</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
S < 2	6	8%
S > 2	68	92%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

**Figura 24**  
*Puntaje final S, sector Mapresa*



#### 4.1.3. DAÑOS EN LA ESTRUCTURA SEGÚN LA FUNCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO

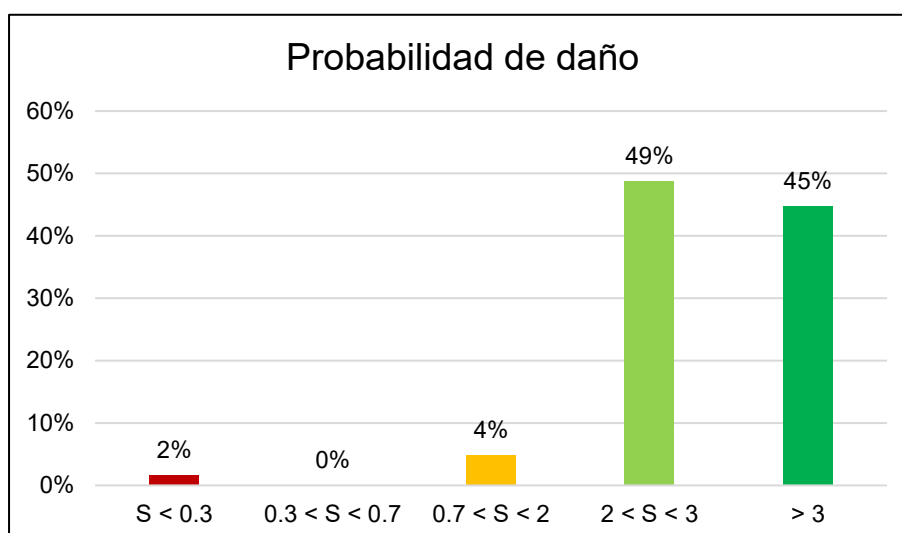
Una vez establecido el índice de vulnerabilidad, se determinó el posible comportamiento y los daños que pueden presentar las estructuras en caso de sismo, conforme a los rangos establecidos en la tabla 6. Los resultados obtenidos en el sector Naranjillo se muestran en la tabla 33.

**Tabla 33**

*Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Naranjillo*

Índice de Vulnerabilidad	N° de viviendas	Porcentaje
$S < 0.3$	2	2%
$0.3 < S < 0.7$	0	0%
$0.7 < S < 2$	6	4%
$2 < S < 3$	60	49%
$> 3$	55	45%
<b>Total:</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

Como se puede observar en la tabla 33, el 2% de las viviendas del sector Naranjillo obtuvieron un valor de  $S < 0.3$ , lo que indica que tienen una alta probabilidad de sufrir un daño de grado 5, esto implica el colapso parcial o total de la edificación. Mientras que, el 4% de las viviendas se ubican dentro del rango de 0.7 a 2, con una alta probabilidad de tener daños de grado 3, caracterizado por la aparición de grietas, bien sea diagonales u horizontales, en elementos estructurales. Asimismo, el 49% de las viviendas estudiadas en este sector se ubicaron dentro del rango de 2 a 3, con alta probabilidad de sufrir de daño grado 2, como la aparición de pequeñas grietas en elementos estructurales, y grietas de mayor tamaño en elementos no estructurales. Finalmente, el 45% de las viviendas obtuvieron un valor de  $S > 3$ , con probabilidad de sufrir daño de grado 1, lo cual no implica daños estructurales, pero sí la aparición de pequeños daños en los componentes no estructurales. Esto se puede observar de forma gráfica en la figura 25.

**Figura 25***Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Naranjillo*

En el caso del sector Mapresa, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 34, donde se aprecia que el 9% de las viviendas tiene probabilidades de sufrir daño de grado 3, al ubicarse dentro del rango de 0.7 a 2. Por su parte, el 59% de las edificaciones estudiadas se ubican dentro del rango de 2 a 3, lo que las hace proclives a sufrir daño de grado 2. Finalmente, el 32% de las viviendas obtuvieron un valor de  $S > 3$ , con tendencia a sufrir daños de grado 1. Estos datos se representan gráficamente en la figura 26.

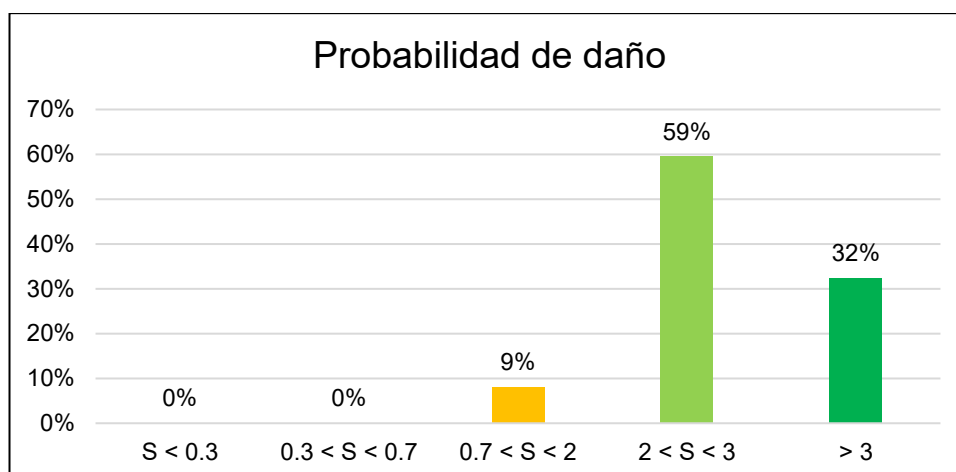
**Tabla 34***Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Mapresa*

Índice de Vulnerabilidad	N° de viviendas	Porcentaje
$S < 0.3$	0	0%
$0.3 < S < 0.7$	0	0%
$0.7 < S < 2$	6	9%
$2 < S < 3$	44	59%
$> 3$	24	32%
<b>Total:</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>



**Figura 26**

*Daño estructural en función del índice de vulnerabilidad, sector Mapresa*



De lo anterior, es posible decir que las viviendas de los sectores estudiados no son propensas a sufrir daños importantes que comprometan su estabilidad luego de los efectos de un sismo, donde la mayoría de los daños sufridos serían de baja intensidad y orientados principalmente a elementos no estructurales. En este sentido, los efectos serían más de tipo ornamental, pudiendo ser reparados sin mayores complicaciones.

#### **4.1.4. ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS URBANAS INFORMALES DEL SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO**

En función de los resultados obtenidos en las inspecciones realizadas, así como al considerar la revisión literaria y el estado del arte actual, a continuación, se presentan alternativas para mejorar el comportamiento estructural de las viviendas en los sectores de estudio, las cuales se han dividido en dos categorías: medidas no estructurales y estructurales

#### **4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

Ho: Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado no presentan una vulnerabilidad sísmica alta.

Según los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula, como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 35**  
*Contrastación de hipótesis*

<b>Hipótesis</b>	<b>Contrastación</b>	<b>Explicación</b>
<b>Ho:</b> Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado no presentan una vulnerabilidad sísmica alta.	En vista de los resultados obtenidos, no existe evidencia que permita rechazar la hipótesis nula.	Se acepta la hipótesis nula planteada en la presente investigación, puesto que existe un porcentaje muy bajo de viviendas vulnerables a sufrir daños que provoquen el colapso estructural.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1. CONTRASTACIÓN DE DATOS**

##### **5.1.1. RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL**

**Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.**

Se encontró que la mayoría de las viviendas de los sectores estudiados presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica baja, donde, a pesar de haber sido construidas de manera informal, se tiene a favor la elección de materiales para la construcción y los sistemas estructurales utilizados. Estos resultados son contrarios a los encontrados en investigaciones como las realizadas por Ipaguirre (2018) y Cervantes (2019), quienes en sus casos encontraron un nivel de vulnerabilidad sísmica medio, de lo cual, se debe tomar en consideración que estas ocurren dentro del ámbito nacional, lo que pone en manifiesto la diversidad de prácticas constructivas en el país.

##### **5.1.2. RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**a) Identificar el tipo de sistema estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.**

En cuanto a la identificación de los sistemas estructurales presentes en las viviendas de la zona de estudio, se obtuvo como resultado que los sistemas predominantes fueron la albañilería reforzada con diafragma flexible y las estructuras de pórticos de concreto armado con muros de ladrillo no reforzado.

Resultado similar fue observado por Santos (2019), quien también encontró la prevalencia de sistemas aporticados en su zona de estudio,

aunque recalca que no cumplen con las disposiciones normativas, por lo que su empleo no garantiza un comportamiento sísmico adecuado. Asimismo, Ysla (2018) evidencio que más del 50% de las viviendas observadas en la zona eran consideradas como edificaciones de consolidación media y alta, perteneciendo la mayoría de las viviendas a estructuras con pórticos de concreto y de albañilería confinada. Resultados contrarios fue obtenido por Arévalo (2020), al evidenciar que existe una incidencia alta de edificaciones que utilizan como sistema estructural los muros portantes, lo que deja entre ver que existen diferencias en las técnicas constructivas populares en ambas zonas, siendo que ambas se ubican en el entorno nacional.

**b) Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021**

Al obtener el índice de vulnerabilidad sísmica, se encontró que para el sector de Naranjillo el 93% de las viviendas obtuvieron un valor de  $S > 2$ , y solo el 7% se ubicó en  $S < 2$ , asimismo, para el sector Mapresa, el 92% de las viviendas obtuvo un valor de  $S > 2$  y apenas el 8% obtuvo un  $S < 2$ , ante los datos obtenidos referentes a ambos sectores de estudio, se puede deducir que la mayoría de las viviendas en estos sectores presentan una baja vulnerabilidad frente a los efectos de un evento sísmico.

Estudio realizado por Iparraguirre (2018) encontró que las viviendas analizadas presentaban un nivel de vulnerabilidad medio, lo que resalta la variedad de culturas y calidad constructiva en el entorno nacional. Por su parte, Cervantes (2019), quien desarrolló su investigación en el entorno local, encontró que el 70% de las edificaciones presentaban una vulnerabilidad media, lo que denota diferencias significativas en cuanto a la calidad de los edificios analizados y la respuesta sísmica esperada, siendo que ambas zonas se ubican en proximidad geográficamente.

De manera similar, los resultados son contrastados con los

obtenidos por Loor-Loor et al. (2021), quienes, a través de su investigación, determinaron que el 69% de las viviendas rurales estudiadas presentaron un valor de  $S$  inferior a 2, siendo totalmente contrario a la presente investigación. De forma similar, Loor y Mosquera (2016), encontraron que, el 65% de las estructuras estudiadas presentaron valores de  $S$  menores a 2.

Por otra parte, los resultados de la presente investigación no se ajustan con los obtenidos por Santos (2019), ya que en su estudio se consideran tres metodologías de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, obteniendo como resultado con el método INDECI un 54% de edificaciones con vulnerabilidad sísmica alta, con el método FEMA 154 un 47% de vulnerabilidad alta y con el método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica un 38% de vulnerabilidad sísmica alta, lo que denota que, en definitiva, una cantidad relevante de viviendas analizadas en su zona de estudio presentaban vulnerabilidad alta.

**c) Estimar los daños en la estructura según la función de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021**

En función de los valores del índice de vulnerabilidad obtenidos se estimó el posible comportamiento de las estructuras, encontrándose que, en el sector Naranjillo el 93% de las viviendas tienen probabilidad de sufrir daño de grado 1 y 2, por lo que la integridad estructural no se ve comprometida, y el 7% restante tiene alta probabilidad de sufrir daño de grado 3 y 5, lo que ponen en riesgo la integridad estructural. Resultados similares se obtuvieron para las viviendas estudiadas en el sector Mapresa, donde el 92% se encuentran propensas a sufrir daño de grado 1 y 2, y el 8% tiene alta probabilidad de sufrir daño de grado 3.

Estos resultados guardan relación con los obtenidos por Loor y Mosquera (2016), quienes sostienen que el 18% de las viviendas estudiadas presentan un riesgo de colapso muy alto, el 47% de colapso

alto y el 35% de colapso medio. Sin embargo, los resultados de Arevalo (2020), resultan contrarios a los encontrados por el anterior trabajo de investigación ya que, en su caso, la mayoría de las viviendas eran propensas al colapso frente a un evento sísmico de intensidad media

**d) Plantear alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021**

Se encontraron distintas opciones de refuerzo estructural para mejorar el comportamiento frente a un sismo, las cuales se han dividido en dos categorías: medidas no estructurales y estructurales

- Las medidas no estructurales, se pudo verificar que la tipología estructural juega un papel importante en el nivel de vulnerabilidad sísmica. En relación con ello, se debe fomentar la elección más favorable de sistema estructural para las nuevas edificaciones a construir. En este sentido, se observa que las edificaciones con sistemas resistentes tipo pórticos, muros de concreto o en su defecto albañilería confinada, presentan un comportamiento satisfactorio frente a los efectos de un sismo. Si bien es cierto la construcción de este tipo de edificaciones pudieran ser más costosas, la inversión se ve remunerada comparado al costo de reparación de una estructura que colapsa, además de que se pone en riesgo la vida de sus ocupantes.
- Aunado a lo anterior, se observa que una gran cantidad de viviendas son construidas sin la supervisión apropiada y con el empleo de mano de obra no calificada. Mas allá de los sistemas constructivos, se debe hacer énfasis en la calidad de los trabajos, para lo cual es importante seguir las recomendaciones de los códigos y normas de diseño. En este sentido, se requiere una mayor participación de los organismos encargados de la fiscalización de la construcción informal. Así mismo, resulta de utilidad práctica la elaboración de un prototipo de vivienda

cuyos detalles constructivos sean puestos a disposición de las comunidades, de manera que se pueda combinar criterios económicos y calidad técnica garantizada.

- Entre tanto, se ha encontrado un número significativo de edificaciones de construcción anterior a 1997, fecha en que se introdujeron modificaciones considerables a la normativa sísmica. Esto, sumado a la precariedad que presentan algunas de estas edificaciones da por entendido que presentan un nivel de riesgo elevado para sus habitantes. Por este motivo, se recomienda la intervención oportuna de dichas edificaciones. Si bien existen limitaciones para su realización inmediata, representan una oportunidad de poner en práctica las recomendaciones anteriores.
- Las medidas estructurales, como se pudo observar en la metodología aplicada, los mayores factores estructurales que influyen en forma negativa en el comportamiento sismorresistente de una edificación son las irregularidades y el tipo de suelo. Entre ellas, un manejo adecuado de las irregularidades puede mejorar el comportamiento estructural de la edificación, lo cual está ligado a la localización de los centros de rigidez y la resistencia a fuerzas laterales. En este sentido, técnicas como el encamisado han resultado ser efectivas, de costo accesible y una dificultad de implementación asequible; esta técnica permite aumentar la sección transversal de aquellos elementos del sistema resistente a sismos que no cumplen con las dimensiones mínimas normativas.

Investigaciones mostradas por Campos (2019) y Ariza et al. (2021), quienes discutieron la posibilidad de implementar técnicas como el encamisado, la adición de columnas de concreto a la estructura ya existente o el refuerzo con albañilería reforzada con malla electrosoldada, sin embargo, en todos los casos se recalca las dificultades para su aplicación, ya que es cierta inversión económica, motivo por el cual la población en general se ve impedida en muchos casos para su implementación. Por este motivo, se ha recurrido igualmente a la

formulación de medidas no estructurales, donde la difusión de información referente a los peligros generados por la falta de supervisión técnica y el seguimiento de normativas durante la construcción, ya que se estima que la prevención resulta económicamente más favorable que la toma de medidas correctivas.



## CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general de la investigación, gran parte de las viviendas estudiadas fueron construidas por mano de obra no calificada, supervisadas en su mayoría por un maestro de obra o por el mismo propietario, observándose que la mayoría de las viviendas se encontraban en un estado incipiente, con valores que rondan el 45%, mientras que un bajo porcentaje se encuentra debidamente consolidado, con un 20% de representación. A pesar de ello, la elección de los materiales y sistemas estructurales resultó acertado, por lo que la vulnerabilidad sísmica resultó baja para ambos sectores estudiados.

Referente al primer objetivo, de identificar el sistema estructural de las viviendas en la zona de estudio, se pudo establecer que el sistema estructural predominante en el sector Naranjillo es el de albañilería reforzada con diafragma flexible (RM1 (FD)), que representa el 33% de las viviendas estudiadas. A este sistema le sigue el de estructura de pórticos de concreto armado con muros de ladrillo no reforzado (C3 (URM INF)) con un 25%. Además, se identificaron los siguientes sistemas: edificios de muro de contención de mampostería no reforzada (URM), edificios de madera residenciales (W1) y edificios de albañilería reforzada con diafragma rígido (RM2 (RD)). De forma similar, en el sector Mapresa, predominan los sistemas RM1 (FD) y C3 (URM INF) con una representación de 31% cada uno, además se identificaron los siguientes sistemas estructurales: edificios de madera residenciales (W1), edificios de albañilería reforzada con diafragma rígido (RM2 (RD)) y estructuras de pórticos de concreto armado con placas (C2 (SW)).

En cuanto al segundo objetivo, de determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en la zona de estudio, se concluye que, en los sectores Naranjillo y Mapresa, más del 90% de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica baja, y solo el 8% de las mismas presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica. De ello, en el sector Naranjillo, el 45% de las viviendas evaluadas presentaron un índice de vulnerabilidad mayor a 3, 49% presentó un índice de vulnerabilidad de 2 a 3 y el 7% obtuvieron un valor

menor a 2. Mientras que, para el sector Mapresa, el 32% presentaron valores mayores a 3, 59% obtuvieron valores entre 2 y 3, y el 8% resultaron en valores menores a 2.

En cuanto al tercer objetivo, de estimar el daño en función de la vulnerabilidad sísmica, se encontró que en el sector Naranjillo, el 2% de las viviendas tienen alta probabilidad de sufrir daño de grado 5, el 5% son propensas a sufrir daño de grado 3, el 49% tiene tendencia a sufrir daño de grado 2 y el 45% puede sufrir daño de grado 1. Por su parte, en el sector Mapresa, el 8% de las viviendas tienen riesgo de sufrir daños de grado 3, 59% daño de grado 2 y el 32% daño de grado 1. A partir de ello, se establece que la mayoría de los daños probables ocurrirían en componentes no estructurales, lo que no compromete la integridad de la edificación hasta un nivel de colapso.

Respecto al cuarto objetivo, de plantear de alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales, se enunciaron un conjunto de recomendaciones y estrategias para mejorar el comportamiento estructural de las edificaciones en cuando a la vulnerabilidad sísmica, de ellas, el encamisado ha demostrado su utilidad y facilidad de implementación, mejorando el comportamiento de la estructura frente a los efectos de un sismo, a la vez que su implementación resulta en muchos casos asequible para el público.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a las autoridades municipales la creación de campañas de capacitación dirigidas a los propietarios y constructores no calificados, para brindar información sobre los procesos constructivos y de supervisión.

Se recomienda a futuros investigadores realizar la evaluación detallada de las viviendas cuyo valor de S fue menor a 2, para esto se debe contar con la colaboración de los propietarios de las mismas, a fin de obtener información específica de las estructuras a evaluar.

Se recomienda a las autoridades municipales la creación de programas de apoyo al constructor, con el fin de que cada propietario tenga acceso a personal capacitado que le brinde asesoramiento técnico.

Se recomienda a los entes gubernamentales brindar charlas informativas dirigidas a los propietarios de viviendas informales, para instruirlos acerca de los riesgos que corren frente a un evento sísmico, y promover la importancia de los sistemas constructivos seguros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., & Pulgar, X. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626377?locale-attribute=es>
- Andina . (2018). Autoconstrucción. *Agencia Peruana de Noticias*.
- Arevalo, A. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648665>
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2017). Reporte de Economía y Desarrollo (RED). *Crecimiento Urbano y Acceso a Oportunidades: Un Desafío de América Latina*.
- Barbat, A., & Pujades, L. (2004). Evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas. aplicación a Barcelona. En *Sísmica 2004 - 6º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica* (págs. 229-252).
- Bedoya, C. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de arquitectura*, 20(1), 62-70.
- Cabrera, A., & Diana, M. (2016). Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. *INGE CUC*, 12(1), 21-31.
- Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2018). Construyendo

Formalidad. Edición EXCON. *Revista Construcción e Industria*.

- Campos, M. (2019). *Diseño del reforzamiento de columnas y vigas, con la técnica del encamisado y el comportamiento estructural de una vivienda, distrito de Puente Piedra, Lima, Año 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21249>.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Carreño, M., Barbat, A., Cardona, O., & Marulanda, M. (2014). Holistic Evaluation of Seismic Risk in Barcelona. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards*, 21-52. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410528-7.00002-3>
- Castro, M. (2019). Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el método FEMA 154. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad de Piura*. Piura, Perú. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3940>
- Cervantes, E. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos FEMA 154 e Italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en la urbanización Paucarbamba, distrito de Amarilis – Huánuco. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad Nacional Hermilio Valdizan*. Huánuco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/6156>
- Cholán, T. (2018). Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del hospital regional de Cajamarca. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad Nacional de Cajamarca*. Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1999>
- DESCO. (S.F.). *Estimación del nivel de riesgo de las viviendas, pautas de mitigación de riesgo y recomendaciones técnicas en la zona de Quebrada Santa María (Distrito de Villa María Del Triunfo) y de Parque Metropolitano (Villa El Salvador)*. Obtenido de

[http://urbano.org.pe/observatoriourbano.org.pe/modulo\\_gestion\\_riesgo/01INFORMACION/02ESTUDIOS/01\\_RIESGO\\_QdaSTAMARIA\\_PqeMETROPOLITANO.pdf](http://urbano.org.pe/observatoriourbano.org.pe/modulo_gestion_riesgo/01INFORMACION/02ESTUDIOS/01_RIESGO_QdaSTAMARIA_PqeMETROPOLITANO.pdf)

Enríquez, J. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de ingeniería de la Universidad Señor del Sipán, actualizada a la norma E-030. (*Tesis de Pregrado*), Universidad Señor del Sipán. Pimentel, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5497>

Espinoza, E. (Julio de 2020). La Expansión Informal: El Camino Fácil. Lima, Perú.

Federal Emergency Management Agency. (2015). Handbook - FEMA 154. *Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards*. EE. UU.

Fernández, A., & Párraga, C. (2013). Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano. (*Tesis de Pregrado*), Universidad Nacional del Centro de Perú. Huancayo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/439>

Galdos, G., & Nuñez, R. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los edificios de la escuela profesional de ingeniería civil de de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, Distrito Cusco, 2018. (*Tesis de Pregrado*), Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco. Cusvo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5038>

Garcés, J. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. (*Tesis de Pregardo*), Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>

Hernández, J. (2011). Vivienda popular autoconstruida, programa de mejoramiento de vivienda del Distrito Federal. (*Tesis de Maestría*), Instituto Politécnico Nacional. Tecamachalco, Mexico. Obtenido de

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/12627>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

INDECI. (2020). Política Nacional de Gestión del Riesgo de desastres al 2050. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/indeci#publicaciones>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). Proyecto - Estudio SIRAD. *Recursos de respuesta inmediata y de recuperación temprana ante la ocurrencia de un sismo y/o tsunami en Lima Metropolitana y Callao*. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo. *Características de las Viviendas Particulares y Hogares*. Perú.

Iparraguirre, L. (2018). Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir, 2018. (*Tesis de Pregrado*), Universidad Privada del Norte. Trujillo, Peru. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14970>

Laserna, M. (2019). Proyecto de vivienda modular autosuficiente en Gaira, Santa Marta. *Tesis de grado*. Bogotá, Colombia.

Loor, D., & Mosquera, H. (2016). Aplicación del capítulo de riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras NEC-SE-RE, para una evaluación técnico visual de las estructuras de la zona 2 de peligro ante una posible erupción del Volcán Cotopaxi y sismos. (*Tesis de Pregrado*), Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12565>

Loor-Loor, E., Palma-Zambrano, W., & García-Vinces, L. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: El caso Santa Marianita – Manta – Ecuador. *INGENIAR*, 4(7), 2-16. doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i7.0018>

- Melgarejo, J. (2018). Evaluación de las viviendas informales de albañilería aporticado para determinar los índices de vulnerabilidad sísmica en el Asentamiento Humano Leoncio Prado del pueblo Joven Las Moras – Huanuco. (*Tesis de Pregrado*), *Universidad de Huánuco*. Huánuco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1273;jsessionid=AEA BBE0747DA4ABF13398A13BB67F050>
- Mora, F. (2017). Evaluación de edificaciones in situ según las normas NEC después de un evento sísmico. (*Tesis de Maestría*), *Universidad Técnica de Machala*. Machala, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10721>
- Naciones Unidas. (2016). Conferencia. *Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible*. Quito: Habitat III.
- Ortega, R. (2016). Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo Sísmico en Viviendas Autoconstruidas del Distrito de Samegua, Región Moquegua. *Revista Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*, 2(3), 35-41. doi:<http://dx.doi.org/10.37260/rctd.v2i3.38.g35>
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Rodas, P. (2016). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas urbanas informales evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas urbanas informales. *Tesis de grado*. Cuenca, Ecuador. Obtenido de Tesis de grado.
- Rouse, M. (2018). *Conceptos relacionados con la gestión de datos*. Obtenido de <https://www.evaluandoerp.com/conceptos-relacionados-la-gestion-datos/>
- Santos, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. (*Tesis de Pregrad*), *Universidad Continental*. Huancayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>



Vanga, M., A., P., & Santamaría, N. (2019). Viviendas emergentes para la comunidad de Río Muchacho. *Espacios*, 40(7), 1-11.

Wiesenfeld, E. (2002). La autoconstrucción. Un estudio psicosocial del significado de la vivienda. *Revista Interamericana de Psicología*, 36(1-2), 359-363. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3059605>

Ysla, F. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas del sector San Gabriel Alto Distrito Villa María del Triunfo – Lima 2018. (*Tesis de Pregrado*), Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25301>

Zavaleta, J. (2020). Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en edificaciones urbanas. una revisión sistemática entre el 2009 – 2019. Trujillo, Perú.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Peláez Ríos, L. (2023). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas Urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, Distrito de Luyando, Provincia de Leoncio Prado – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021

**TESISTA:** Bach. Luis Fernando Peláez Ríos

PROBLEMA General	OBJETIVO General	HIPÓTESIS General	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmicas de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.	<p>Ha: Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado presentan una la vulnerabilidad sísmica alta.</p> <p>Ho: Las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado no presentan una la vulnerabilidad sísmica alta.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>Viviendas urbanas informales</p>	Tipo de vivienda	<p>Provisional</p> <p>Incipiente</p> <p>Consolidada a media</p> <p>Consolidada</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Alcance o nivel:</b> Investigación básica y descriptiva.</p> <p><b>Diseño:</b> no experimental</p> <p><b>Población:</b> 400 viviendas.</p> <p><b>Muestra:</b> 197 viviendas</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación.</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de observación.</p>
				Proceso constructivo	<p>Mano de obra</p> <p>Licencia de construcción</p> <p>Asesoramiento técnico</p> <p>Seguridad en la obra</p> <p>Planos de la obra</p> <p>Supervisión de la obra</p>	
<b>Específicos:</b>	<b>Específicos:</b>					


<p>¿Cuál es el tipo de sistema estructural prevalente en las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?</p> <p>¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?</p> <p>¿Cuáles son los daños en la estructura según la función de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?</p> <p>¿Cuáles son las alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021?</p>	<p>Identificar el tipo de sistema estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.</p> <p>Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.</p> <p>Estimar los daños en la estructura según la función de vulnerabilidad sísmica de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.</p> <p>Plantear alternativas de mejoras para el comportamiento estructural de las viviendas urbanas informales del sector Mapresa y Naranjillo, distrito de Luyando en la provincia Leoncio Prado – 2021.</p>		<p><b>Dependiente</b></p> <p>Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>Parámetros de evaluación</p>	<p>Región sísmica</p> <p>Tipo de suelo</p> <p>Tipo de construcción</p> <p>Irregularidades verticales</p>	
---	--	--	---	---------------------------------	--	--

## ANEXO 2 INSTRUMENTOS

### Ficha de registro Método FEMA-154

CROQUIS										FOTOGRAFIA									
										Direccion: Nombre de la Edificacion: N° de bloque: Año de Construccion: Area total de piso en m2: Fecha: Uso: Zona de Importancia Sismica: Realizado por:									
TIPO DE VIVIENDA		N° DE PERSONAS		TIPO						PELIGROS DE CAIDA									
				A	B	C	D	E	F										
UNIFAMILIAR		0-10		ROCA DURA	ROCA MEDIA	SUELO DENSO	SUELO RIGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE	CHIMENEAS NO REFORZADAS	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO						
MULTIFAMILIAR		10-100																	
PUNTAJE BÁSICA, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S																			
TIPO DE CONSTRUCCION	V1	V2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	FM1	FM2	URM				
			(MRF)	(BR)	(LM)	(RC SW)	(URM INF)	(MRF)	(SW)	(URM INF)	(TU)		(FD)	(RD)					
Puntaje Basica	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4				
Altura Mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4				
Altura Elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.6	0.6	0.6	N/A				
Irregularidad Vertical	-3.5	-3.0	-2	-2	N/A	-2	-2	-2	-2	-2	N/A	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5				
Irregularidad en Planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5				
Posibilidad de Golpeo	N/A	N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	N/A	-0.5	N/A	N/A	N/A	-0.5	N/A	N/A	N/A				
Post. De Referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	N/A	N/A	1.2	1.6	N/A	1.8	N/A	N/A	1.8	N/A				
Suelo Tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4				
Suelo Tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1	-1.2	-1	-1	-1.2	-1	-1.2	-1	-1	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8				
Suelo Tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6				
PUNTAJE FINAL S	1.6																		
Comentarios:												REQUIERE EVALUACION DETALLADA							
												SI	NO						


## Ficha de registro características generales de la vivienda

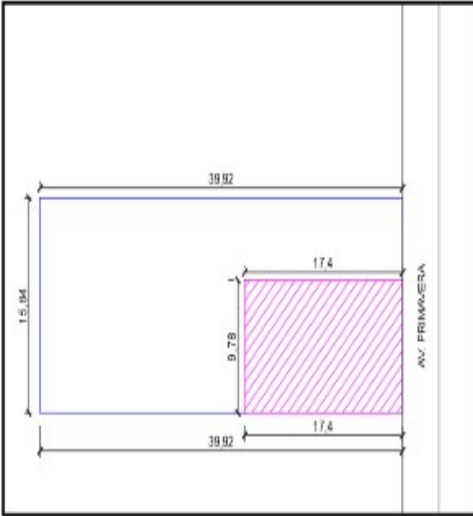

DATOS GENERALES											
VIVIENDA N°	<input type="text"/>										
<b>DIRECCIÓN</b>											
DISTRITO	<input type="text"/>		SECTOR: <input type="text"/>								
AVENIDA	<input type="text"/>	CALLE	<input type="text"/> Jr <input type="text"/>								
PASAJE	<input type="text"/>	Mz	<input type="text"/> Lt <input type="text"/>								
N°	<input type="text"/>										
DATOS DEL LOTE											
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI	<input type="text"/>									
	NO	<input type="text"/>									
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES	<input type="text"/>									
	DE LA CONSTRUCCIÓN										
	DESPUÉS	<input type="text"/>									
	DE LA CONSTRUCCIÓN										
ÁREA DE TERRENO	_____ X _____	= _____									
ÁREA DE CONSTRUIDA	_____ X _____	= _____									
ALTURA TOTAL	_____ m2										
NUMERO DE PISOS	_____										
ALTURA POR PISO	_____ m2										
TIPO DE VIVIENDA											
PROVISIONAL	<input type="text"/>										
INCIPIENTE	<input type="text"/>										
CONSOLIDADA A MEDIA	<input type="text"/>										
CONSOLIDADA	<input type="text"/>										
											
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Vivienda provisional</td> <td style="text-align: center;">Vivienda incipiente</td> <td style="text-align: center;">Vivienda en consolidación media</td> <td style="text-align: center;">Vivienda consolidada</td> </tr> </table>				A	B	C	D	Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada
A	B	C	D								
Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada								
PROCESO CONSTRUCTIVO											
<b>MANO DE OBRA</b>											
CALIFICADA	<input type="text"/>	NO CALIFICADA	<input type="text"/>								
PROPIETARIO	<input type="text"/>										
<b>SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN</b>											
INGENIERO CIVIL	<input type="text"/>	ARQUITECTO	<input type="text"/>								
MAESTRO DE OBRA	<input type="text"/>	PROPIETARIO	<input type="text"/>								
OTRO	<input type="text"/>										

### ANEXO 3

## FICHA DE REGISTRO MÉTODO FEMA-154 – SECTOR MAPRESA Y NARANJILLO, DISTRITO DE LUYANDO,

### FICHA DE REGISTRO CARACTERISTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA


DATOS GENERALES			
VIVIENDA N°	114		
DIRECCION			
DISTRITO	Luyando	SECTOR	Naranjillo
AVENIDA	Primavera	CALLE	
Jr		Mz	57
N°		PASAJE	
		LOTE	02
DATOS DEL LOTE			
VIVIENDA CUENTA CON LICENCIA DE CONSTRUCCION	SI		
	NO		X
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI		
	NO		X
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES DE LA CONSTRUCCION		-
	DESPUES DE LA CONSTRUCCION		-
AREA DEL TERRENO	15.84	X 39.92	= 632.33 m2
AREA CONSTRUIDA	9.78	X 17.40	= 170.17 m2
ALTURA TOTAL	2.90		ml
NUMERO DE PISOS	01		
ALTURA POR PISOS	2.90		
TIPO DE VIVIENDA			
PROVISIONAL			
INCIPIENTE		X	
CONSOLIDADA A MEDIA			
CONSOLIDADA			
			
A	B	C	D
Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada
PROCESO CONSTRUCTIVO			
MANO DE OBRA			
CALIFICADA	X	NO CALIFICADA	
PROPIETARIO			
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION			
INGENIERO CIVIL		ARQUITECTO	
MAESTRO DE OBRA	X	PROPIETARIO	
OTRO			

CROQUIS				Dirección: <b>Av. Primavera</b>		Fecha: <b>11/12/2021</b>									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>LEYENDA</b>  <span style="color: blue;">—</span> AREA DE TERENO  <span style="color: magenta;">—</span> AREA CONSTRUIDA                 </div> <p>MANZANA :57 LOTE: 02</p> 				Propietario: <b>Maria Magdalena Alvarez Amasifu</b>		Código Postal: <b>10141</b>									
				DNI: <b>▼</b>		Uso: <b>vivienda</b>									
UTM Norte: <b>390751</b>		UTM Este: <b>8477082</b>		Inspector: <b>F.A.R.N.</b>		Nro Pisos: <b>01 PISOS</b>									
Año de construcción: <b>2000</b>		Área de construcción (m <sup>2</sup> ):		Zona sísmica: <b>02</b>											
FOTOGRAFIA															
															
OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO				PELIGROS NO ESTRUCTURAL							
Asimiladas	Edif. Gobierno	Oficina	N° de personas	A	D	C	D	E	F	Chimenea no ref.	Parapeto	Revestimiento	Otros		
Comerciales	Sitios públicos	Residencial	D-10 11-100	Roca dura	Roca media	Suelo débil	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre						
Serv. Emerg.	Industrial	Escuela	101-1000 >1000												
<b>CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S"</b>															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SIB)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SIV)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (HO)	URM
Puntaje básica	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Altura mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
Altura elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.6	N/A	0.6	N/A
Irregularidad vertical	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-código	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Posi. De referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	1.2	N/A	1.2	1.6	N/A	1.8	N/A	2.0	1.8	N/A
Suelo tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Suelo tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Suelo tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>PUNTAJE FINAL (S)</b>													<b>2.40</b>		
COMENTARIOS:												REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
												SI		NO	

LEYENDA: MRF=ACORRADO RESISTENTE LAMICO; BR=MOCHA ABASTRADO; MH=CANAL MANDACILLADAS; LM=ALCALI VIBRO; RE=ELEMENTO REFORZADO; SIV=ARBUO DE CURIE; FD=DIAPHRAGMA FLEXIBLE; HD=HYPERBARMA NEGRO; URM=MEMBRONA DE BELLINO NO REFORZADO; TU=LEVANTAJE




FICHA DE REGISTRO CARACTERISTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA

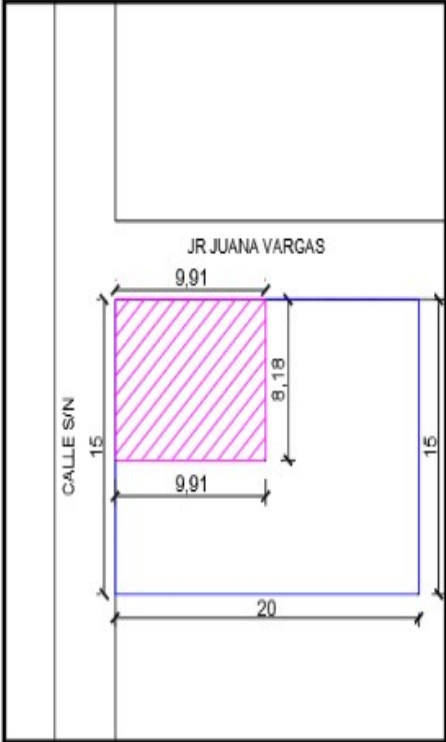

DATOS GENERALES				
VIVIENDA N°	119			
DIRECCION				
DISTRITO	Luzardo		SECTOR	Naranjillo
AVENIDA		CALLE	S/N	
Jr	Juana Vargas	Mz	57	
N°		PASAJE		
		LOTE	07	
DATOS DEL LOTE				
VIVIENDA CUENTA CON LICENCIA DE CONSTRUCCION	SI			
	NO	X		
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI			
	NO	X		
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES DE LA CONSTRUCCION	-		
	DESPUES DE LA CONSTRUCCION	-		
AREA DEL TERRENO	$7.97 \times 40.43 = 322.22$ m <sup>2</sup>			
AREA CONSTRUIDA	$7.97 \times 15.00 = 119.55$ m <sup>2</sup>			
ALTURA TOTAL	2.80 ml			
NUMERO DE PISOS	01			
ALTURA POR PISOS	2.80			
TIPO DE VIVIENDA				
PROVISIONAL				
INCIPIENTE	X			
CONSOLIDADA A MEDIA				
CONSOLIDADA				
				
A	B	C	D	
Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada	
PROCESO CONSTRUCTIVO				
MANO DE OBRA				
CALIFICADA	X			
NO CALIFICADA				
PROPIETARIO				
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION				
INGENIERO CIVIL				
MAESTRO DE OBRA	X			
OTRO				
ARQUITECTO				
PROPIETARIO				



FICHA DE REGISTRO CARACTERISTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA

DATOS GENERALES											
VIVIENDA N°	121										
DIRECCION											
DISTRITO	Luzardo	SECTOR	Naranjillo								
AVENIDA		CALLE	S/N								
Jr	Juana Vargas	Mz	57								
N°		PASAJE									
		LOTE	09								
DATOS DEL LOTE											
VIVIENDA CUENTA CON LICENCIA DE CONSTRUCCION	SI										
	NO	X									
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI										
	NO	X									
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES DE LA CONSTRUCCION	-									
	DESPUES DE LA CONSTRUCCION	-									
AREA DEL TERRENO	20	X	15 = 300 m2								
AREA CONSTRUIDA	9.91	X	8.18 = 81.06 m2								
ALTURA TOTAL	2.85		ml								
NUMERO DE PISOS	01										
ALTURA POR PISOS	2.85										
TIPO DE VIVIENDA											
PROVISIONAL											
INCIPIENTE	X										
CONSOLIDADA A MEDIA											
CONSOLIDADA											
											
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Vivienda provisional</td> <td style="text-align: center;">Vivienda incipiente</td> <td style="text-align: center;">Vivienda en consolidación media</td> <td style="text-align: center;">Vivienda consolidada</td> </tr> </table>				A	B	C	D	Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada
A	B	C	D								
Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada								
PROCESO CONSTRUCTIVO											
MANO DE OBRA											
CALIFICADA	X	NO CALIFICADA									
PROPIETARIO											
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION											
INGENIERO CIVIL		ARQUITECTO									
MAESTRO DE OBRA		PROPIETARIO	X								
OTRO											



CROQUIS		Dirección: <b>Tr Juana Vargas VDA</b>		Fecha: <b>01/12/2021</b>											
MANZANA :57 LOTE: 09  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <b>LEYENDA</b>  <span style="color: blue;">—</span> AREA DE TERENO  <span style="color: magenta;">—</span> AREA CONSTRUIDA                 </div> 		Propietario: <b>Damiano Sals Trujillo</b>		Código Postal: <b>10141</b>											
		DNI: -		Uso: <b>Vivienda</b>											
		UTM Norte: <b>390701</b>		Este: <b>8977119</b>											
		Inspector: <b>F.A.R.N.</b>		Nro Pisos: <b>01 PISO</b>		Año de construcción: <b>2007</b>									
		Área de construcción (m2)		Zona sísmica: <b>02</b>											
FOTOGRAFIA															
															
OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO		PELIGROS NO ESTRUCTURAL									
Asambleas	Edif. Gobierno	Oficina	N° de personas	A	B	C	D	E	F	Chimenea no ref.	Parapeto	Revolviniento	Otros		
Comerciales	Sitios públicos	Residencial	0-10	Roca dura	Roca media	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre						
Serv. Emerg	Industrial	Escuela	101-1000												
			>1000												
<b>CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S"</b>															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Puntaje básica	5.2	4.8	3.8	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Altura mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
Altura elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.6	N/A	0.6	N/A
Irregularidad vertical	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-código	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post. De referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	1.2	N/A	1.2	1.6	N/A	1.8	N/A	2.0	1.8	N/A
Suelo tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Suelo tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Suelo tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>PUNTAJE FINAL (S)</b>															<b>2.60</b>
COMENTARIOS:											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA				
											SI		NO		


LEYENDA:  
 MR= GOBIERNO RESISTENTE MARCO  
 BR= ANILLO CARROTERO  
 MR= CASAS MANUFACTURADAS  
 LM= MURO LIGERO

RC= CONCRETO REFORZADO  
 RM= MURO DE CORTA  
 FD= DIVISORIA PLATEAU  
 RD= UNIFORMEMENTE

URM= MAMPARANA DE URM NO REFORZADO  
 TU= LEVANTADO

ANEXO 3: INSTRUMENTOS

FICHA DE REGISTRO CARACTERISTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA

DATOS GENERALES			
VIVIENDA N°	36		
DIRECCION			
DISTRITO	Luzardo	SECTOR	Naranjello
AVENIDA	Los Colonos	CALLE	
Jr		Mz	10
N°		PASAJE	
		LOTE	07
DATOS DEL LOTE			
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	
	NO		
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES DE LA CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DESPUES DE LA CONSTRUCCION		
AREA DEL TERRENO	20.50 X 15.40	=	315.70 m <sup>2</sup>
AREA CONSTRUIDA		X	140.05 m <sup>2</sup>
ALTURA TOTAL	8.50	ml	
NUMERO DE PISOS	3 Pisos		
ALTURA POR PISOS	1P=2.80ml - 2P=3.10ml - 3P=2.60ml		
TIPO DE VIVIENDA			
PROVISIONAL	<input type="checkbox"/>		
INCIPIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONSOLIDADA A MEDIA	<input type="checkbox"/>		
CONSOLIDADA	<input checked="" type="checkbox"/>		
			
<p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 20px;">A</span> <span style="margin-right: 20px;">B</span> <span style="margin-right: 20px;">C</span> <span>D</span> </p> <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 20px;">Vivienda provisional</span> <span style="margin-right: 20px;">Vivienda incipiente</span> <span style="margin-right: 20px;">Vivienda en consolidación media</span> <span>Vivienda consolidada</span> </p>			
PROCESO CONSTRUCTIVO			
MANO DE OBRA			
CALIFICADA	<input checked="" type="checkbox"/>	NO CALIFICADA	<input type="checkbox"/>
PROPIETARIO	<input type="checkbox"/>		
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION			
INGENIERO CIVIL	<input type="checkbox"/>	ARQUITECTO	<input checked="" type="checkbox"/>
MAESTRO DE OBRA	<input type="checkbox"/>	PROPIETARIO	<input type="checkbox"/>
OTRO	<input type="checkbox"/>		


CROQUIS				Dirección: <b>MARACUJILLO</b> <b>AV. LOS COLONOS : MZ. 10 : LOTE N° 07</b>		Fecha: <b>29-10-21</b>									
MANZANA : 10 LOTE: 07				Propietario: <b>WALTER PEÑA PEÑA</b>		Código Postal: <b>10141</b>									
				DNI											
				Uso: <b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>											
				UTM		Norte: <b>8977516</b> Este: <b>391013</b>									
				Inspector: <b>Pelaez Rios Luis fernando</b>											
				Número Pisos:		Año de construcción: <b>2013</b>									
				Área de construcción (m²): <b>140.05</b>											
				Zona sísmica: <b>02</b>											
FOTOGRAFIA															
LEYENDA															
				— AREA DE TERENO											
				▨ AREA CONSTRUIDA											
OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO				PELIGROS NO ESTRUCTURAL							
Asamb/ías	Edif. Gobierno	Oficina	N° de personas		A	B	C	D	E	F	Chimenea no ref.	Parapeto	Revestimiento	Otros	
Comerciales	Silos públicos	Residencial	0-10	11-100	Roca dura	Roca media	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre					
Serv. Emerg	Industrial	Escuela	101-1000	>1000											
CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S"															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRP)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MH)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	FCL (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Puntaje básica	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Altura mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
Altura elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.6	N/A	0.6	N/A
Irregularidad vertical	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-código	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post. De referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	1.2	N/A	1.2	1.6	N/A	1.8	N/A	2.0	1.8	N/A
Suelo tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Suelo tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Suelo tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>PUNTAJE FINAL (S)</b>										<b>1.7</b>					
COMENTARIOS:											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA				
											SI NO				

LEYENDA: MRP = MOMENTO RESISTENTE MARCO

RL = CUBIERTO REFORZADO

URM INF = ARMADURA DE RELLENO NO REFERENCIADO



DATOS GENERALES													
VIVIENDA Nº	<input type="text" value="06"/>												
DIRECCIÓN													
DISTRITO	<u>JUYANOO</u>		SECTOR:	<u>VARANJINO</u>									
AVENIDA	<input type="text" value="Los Colobos"/>	CALLE	<input type="text"/>	Jr	<input type="text"/>								
PASAJE	<input type="text"/>	Mz	<input type="text" value="02"/>	Lt	<input type="text" value="04"/>								
Nº	<input type="text"/>												
DATOS DEL LOTE													
VIVIENDA CUENTA CON PLANOS	SI	<input type="text"/>											
	NO	<input checked="" type="text"/>											
LOS PLANOS FUERON REALIZADOS	ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN	<input type="text"/>											
	DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN	<input type="text"/>											
ÁREA DE TERRENO	<u>7.52 x 14.93 = 112.27 m<sup>2</sup></u>												
ÁREA DE CONSTRUIDA	<u>7.52 x 14.93 = 112.27 m<sup>2</sup></u>												
ALTURA TOTAL	<u>5.60 m<sub>1</sub></u>												
NUMERO DE PISOS	<u>02 Pisos</u>												
ALTURA POR PISO	<u>1P=3.10 ; 2P=2.50 m<sub>1</sub></u>												
TIPO DE VIVIENDA													
PROVISIONAL	<input type="text"/>												
INCIPIENTE	<input type="text"/>												
CONSOLIDADA A MEDIA	<input type="text"/>												
CONSOLIDADA	<input checked="" type="text"/>												
													
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Vivienda provisional</td> <td style="text-align: center;">Vivienda incipiente</td> <td style="text-align: center;">Vivienda en consolidación media</td> <td style="text-align: center;">Vivienda consolidada</td> </tr> </table>						A	B	C	D	Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada
A	B	C	D										
Vivienda provisional	Vivienda incipiente	Vivienda en consolidación media	Vivienda consolidada										
PROCESO CONSTRUCTIVO													
MANO DE OBRA													
CALIFICADA	<input checked="" type="text"/>		NO CALIFICADA	<input type="text"/>									
PROPIETARIO	<input type="text"/>												
SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN													
INGENIERO CIVIL	<input type="text"/>			ARQUITECTO	<input type="text"/>								
MAESTRO DE OBRA	<input checked="" type="text"/>			PROPIETARIO	<input type="text"/>								
OTRO	<input type="text"/>												

<p style="text-align: center;">CROQUIS</p> <p>MANZANA : 02 LOTE : 04</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>Dirección: <b>NARANJAL</b> <b>Av. los Colonos: MZ. 02, LOTE N° 04</b></p> <p>Fecha: <b>23-10-21</b></p> <p>Propietario: <b>Sr. PEDRO CABRERA</b> Código Postal: <b>10141</b></p> <p>DNI: <b>-</b></p> <p>Uso: <b>Vivienda comercio</b></p> <p>UTM: Norte <b>8977547</b> Este <b>340943</b></p> <p>Inspector: <b>PELAGI RIOS, Luis Fernando</b></p> <p>Nro Pisos: <b>-</b> Año de construcción: <b>2010</b></p> <p>Área de construcción (m2): <b>112.27</b></p> <p>Zona sísmica: <b>02</b></p>
<p style="text-align: center;">LEYENDA</p> <p>— AREA DE TERENO</p> <p>— AREA CONSTRUIDA</p>	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA</p> <div style="text-align: center;"> </div>

OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO						PELIGROS NO ESTRUCTURAL			
Asambleas	Edif. Gobierno	Oficina	N° de personas	A	B	C	D	E	F	Chimenea no ref.	Parapeto	Revestimie nto	Otros
Comerciales	Sitios públicos	Residencial	0-10 11-100	Roca dura	Roca media	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre				
Serv. Emerg	Industrial	Escuela	101-1000 >1000										

CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S"															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PCL (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Puntaje básica	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Altura mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
Altura elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.5	N/A	0.6	N/A
Irregularidad vertical	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-código	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post. De referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	1.2	N/A	1.2	1.6	N/A	1.8	N/A	2.0	1.8	N/A
Suelo tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Suelo tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Suelo tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>PUNTAJE FINAL S</b>										<b>0.20</b>					

COMENTARIOS:

REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA
<b>SI</b> NO

LEYENDA: MRF- MOVIMIENTO RESISTANTE MARRÓN      RC- CONCRETO REFORZADO      URM INF- MAMPUESTA (E) RELLENO NO REFORZADO  
 BR- MARCO ABRIGADO      SW- MURDO (E)      TEL- PUNTAJE