

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE  
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB.  
SAN PATRICIO, DISTRITO DE PARAMONGA,  
BARRANCA – 2024”**

**Tesis para optar al título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Enrique Alejandro Valencia Soto**

**Asesor:**

**Mag. Gonzalo Hugo Diaz Garcia**

**<https://orcid.org/0000-0002-3441-8005>**

**Lima - Perú**

**2024**

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>NEICER CAMPOS VASQUEZ</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>NIXON BRAYAN PECHE MELO</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>GONZALO HUGO DIAZ GARCIA</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD






Página 2 of 87 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3075537665

### 12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

Se dedica esta tesis a mis abuelos Luciano y Eudocia y mis abuelos maternos Enrique y Margarita por haber marcado mi horizonte profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Se agradece a mis Padres Carlos y Bertha, mi tía Gloria y mi hermana Margberth por su constante apoyo en todos los ámbitos que me han permitido lograr avanzar en mi vida personal y académica.

## INDICE DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR .....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
INDICE DE CONTENIDO .....	6
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRAC.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1.    Realidad Problemática.....	12
1.2.    Formulación del problema.....	40
<b>1.2.1.    Problema general</b> .....	40
<b>1.2.2.    Problemas específicos</b> .....	40
1.3.    Objetivos.....	40
<b>1.3.1.    Objetivo general</b> .....	41
<b>1.3.2.    Objetivos específicos</b> .....	41
1.4.    Hipótesis .....	41

1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	41
1.4.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	41
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	42
2.1. Tipo de investigación .....	42
2.1.1. Tipo.....	42
2.1.2. Nivel de investigación .....	42
2.1.3. Enfoque cuantitativo.....	42
2.1.4. Diseño de investigación.....	43
2.3. Población y muestra .....	45
2.4. Materiales, instrumentos y métodos .....	46
2.5. Aspectos éticos .....	57
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	58
OE 1: Recopilar información de las autoconstrucciones.....	58
OE 2: Analizar el comportamiento sísmico.....	62
OE 3. Estimar el índice de la vulnerabilidad sísmica.....	67
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	71
4.1. Discusión .....	71
4.2. Conclusiones.....	74
4.3. Recomendaciones .....	76
REFERENCIAS .....	77
ANEXOS .....	81

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Valores característicos para distintos perfiles de suelos</i> .....	39
Tabla 2 <i>Factor “s”</i> .....	39
Tabla 3 <i>Periodos “TP” y “TL”</i> .....	39
Tabla 4 <i>Operacionalización de Variables</i> .....	44
Tabla 5 <i>Parámetros de clasificación de suelos</i> .....	49
Tabla 6 <i>Matriz Nro. 01 para recolectar información de las viviendas y usuario</i> .....	58
Tabla 7 <i>Matriz Nro. 02 para recolectar datos planimétricos de las viviendas</i> .....	59
Tabla 8 <i>Cuadro resumen de viviendas analizadas</i> .....	60
Tabla 9 <i>Cortante Basal</i> .....	64
Tabla 10 <i>Participación Modal Dinámica</i> .....	65
Tabla 11 <i>Deriva Máxima de Entrepiso</i> .....	66
Tabla 12 <i>Vulnerabilidad Física INDECI</i> .....	67
Tabla 13 <i>Vulnerabilidad Física COSUDE</i> .....	68
Tabla 14 <i>Vulnerabilidad FEMA</i> .....	68
Tabla 15 <i>Vulnerabilidad Subjetiva</i> .....	69

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Autoconstrucción Desarrollada</i> .....	16
Figura 2 <i>Densidad adecuada e inadecuada de muros ejes X - Y</i> .....	17
Figura 3 <i>Alfeizar de albañilería no aislado de la estructura</i> .....	18
Figura 4 <i>Coque de estructuras de Distintos Tamaños</i> .....	18
Figura 5 <i>Discontinuidad de Muros</i> .....	19
Figura 6 <i>Separación Máxima de columnas</i> .....	20
Figura 7 <i>Cangrejeras en elementos estructurales</i> .....	21
Figura 8 <i>Espesor excesivo de Juntas Horizontales y Verticales</i> .....	22
Figura 9 <i>Muros portantes con ladrillos pandereta</i> .....	22
Figura 10 <i>Vulnerabilidad sísmica técnicas de análisis de evaluación</i> .....	34
Figura 11 <i>Distribución de una función de vulnerabilidad Sismicidad del Perú</i> .....	35
Figura 12 <i>Mapa sísmico del Perú, año 1960 – 2023</i> .....	36
Figura 13 <i>Planos análisis de vulnerabilidad sísmica</i> .....	61
Figura 14 <i>Modelamiento de la vivienda de código V01 en ETABS18</i> .....	62
Figura 15 <i>Corrida del modelo de V01</i> .....	63

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024, empleando una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental, teniendo como población a 58 viviendas autoconstruidas y como muestra 05 viviendas en la Calle Ricardo Palma, Urbanización San Patricio, distrito de Paramonga, Barranca, los resultados indicaron que la mayoría de las viviendas fueron construidas en múltiples etapas, con un predominio de materiales como concreto, acero y muros de albañilería, utilizando sistemas estructurales duales y de pórticos. La Vivienda 01 (V01) presentó un cortante basal de 18.58 tonf en dirección X y 15.86 tonf en Y, mientras que la Vivienda 02 (V02) alcanzó 28.7 tonf y 24.5 tonf, respectivamente. La participación modal dinámica osciló entre 99.52% y 99.88%. Las derivas máximas en las viviendas V04 y V05 fueron de 0.0175 y 0.0197 en X, y 0.0162 y 0.0188 en Y, respectivamente. En cuanto al índice de vulnerabilidad sísmica, la Vivienda 01 tuvo un 51.25% (INDECI) y la Vivienda 03 el mayor con 54.50%, mientras que la metodología FEMA mostró niveles de 59.10% para las Viviendas 02 y 03. En promedio, la Vivienda 03 presentó una vulnerabilidad del 54.53%, y la Vivienda 01, del 51.93%, situando a todas las estructuras en un rango de vulnerabilidad media. Finalmente se concluye en la necesidad urgente de mejorar las prácticas constructivas y los materiales utilizados en estas viviendas, dado que se identificaron vulnerabilidades estructurales significativas.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad sísmica, viviendas autoconstruidas, resistencia estructural, practicas constructivas

## ABSTRAC

The present investigation had the objective of analyzing the seismic vulnerability of informal self-built houses in the district of Paramonga, Barranca 2024, using a methodology of applied type, quantitative approach, non-experimental design, having as population 58 self-built houses and as sample 05 houses in Ricardo Palma Street, Urbanization San Patricio, district of Paramonga, Barranca, the results indicated that most of the houses were built in multiple stages, with a predominance of materials such as concrete, steel and masonry walls, using dual and portal frame structural systems. Housing 01 (V01) presented a basal shear of 18.58 tonf in X direction and 15.86 tonf in Y direction, while Housing 02 (V02) reached 28.7 tonf and 24.5 tonf, respectively. The dynamic modal share ranged from 99.52% to 99.88%. The maximum drifts in Dwellings V04 and V05 were 0.0175 and 0.0197 in X, and 0.0162 and 0.0188 in Y, respectively. Regarding the seismic vulnerability index, Housing 01 had a 51.25% (INDECI) and Housing 03 the highest with 54.50%, while the FEMA methodology showed levels of 59.10% for Housing 02 and 03. On average, Housing 03 presented a vulnerability of 54.53%, and Housing 01, 51.93%, placing all structures in the medium vulnerability range. Finally, it is concluded that there is an urgent need to improve the construction practices and materials used in these dwellings, since significant structural vulnerabilities were identified.

**Key words:** Seismic vulnerability, self-built houses, structural resistance, construction practices.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

A nivel internacional, La vulnerabilidad sísmica es una preocupación global debido a la alta incidencia de terremotos en diversas regiones del mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los terremotos son responsables de más de 750,000 muertes en el mundo en los últimos 20 años. Además, el Banco Mundial estima que los terremotos causan pérdidas económicas anuales en dólares con cifras mínimas de 40 mil millones a nivel global. Artículos recientes como el publicado en la revista científica Nature en 2023 revelan que la urbanización no planificada y la falta de normativas de construcción adecuadas aumentan la vulnerabilidad sísmica en muchas regiones del mundo, exacerbando el impacto de los terremotos en comunidades vulnerables (Peralta , 2022)

En América Latina, por su ubicación tiene una gran vulnerabilidad de acontecimiento sísmicos. Por lo mencionado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), entre 1980 y 2020, la región experimentó más de 700 terremotos de magnitud 6 o superior, con un promedio de más de 20,000 muertes anuales debido a estos eventos. Las organizaciones como la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) han trabajado en la región para fortalecer las capacidades de respuesta y mitigación de desastres, pero la falta de planificación urbana y la proliferación de construcciones informales aumentan la vulnerabilidad de las comunidades latinoamericanas frente a los terremotos (Oliveira, 2019)

En Sudamérica, la vulnerabilidad sísmica es una preocupación constante. Según datos del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), la región experimenta en promedio más de 3,000 terremotos por año, con una alta concentración

en zonas urbanas densamente pobladas. Organizaciones como la Organización de Estados Americanos (OEA) han promovido iniciativas de cooperación regional para fortalecer la resiliencia ante desastres naturales, pero la falta de recursos y la informalidad en la construcción siguen siendo desafíos importantes (Salcedo et al., 2024)

Para el territorio nacional de Perú, los sismos como amenaza latente es una preocupación crucial debido a su ubicación sobre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el país experimenta en promedio más de 1000 sismos por mes, con una alta probabilidad de eventos de gran magnitud. Es un problema significativo la irresponsabilidad al edificar, ya que más del 60% de las viviendas en áreas urbanas son autoconstrucciones informales, por la data presentada del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Romero et al., 2023).

Esto aumenta la vulnerabilidad de millones de peruanos frente a los terremotos, como lo evidenció el devastador terremoto de Pisco en 2007, que dejó más de 500 muertos y miles de personas sin hogar. A pesar de los esfuerzos del gobierno peruano y de organizaciones internacionales, como la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), para mejorar la resiliencia ante desastres, aún queda mucho por hacer para abordar esta problemática de manera integral (Romero et al., 2023)

Para definir, Autoconstrucción, la debemos entender como un proceso, sobre elaboración de edificaciones habitar donde la responsabilidad y compromiso fue asumida por los propios dueños, sumado al apoyo del maestro de obra contratado por la ubicación del momento. Según la bibliografía estudiada, se sugiere utilizar este término en lugar de autoproducción o autogestión de viviendas, lo que contribuiría a evitar la idea errónea generalizada de que la autoconstrucción se limita a la participación de su personal. (Grassi, Cerra 1995)

La gran cantidad de pasos que involucra este proceso puede constar desde la administración de tanto recursos físicos como de materiales y las personas para trabajos a desarrollar, también es importante el sentido económico del proceso constructivo de viviendas, siendo nada favorable la ausencia de un profesional para el control y asesoramiento. Por otra parte, esta tipología de vivienda será afectada en gran medida por los problemas para el desempeño estructural como también criterios funcionales de diseño. La falta de conocimiento de los requisitos técnicos de las edificaciones, en cuanto a la materialidad las bajas cualidades, con ausencia de atención al soporte de especialistas y la falta de capacitación de los trabajadores son los culpables de esto. Los daños estructurales detectados a consecuencia de estos problemas afectan a los muros, cimientos, escaleras como también columnas y losas (De La Cruz, 2011).

Esta es la secuencia a tomar para el desarrollo constructivo de una casa con técnicas de autoconstrucción. El desmonte del terreno es el primer paso, seguido del trazado del terreno, la extracción de tierra para los cimientos y desarrollar las zapatas y los cimientos continuos. Al comparar la construcción de estas casas con las regulaciones técnicas nacionales (RNE) se encuentran varias infracciones a la norma técnica en cuestión (Mamani y Huarcaya, 2018).

Laucata (2013) menciona que el sistema de autoconstrucción, que funciona de forma independiente, supera todos los obstáculos oficiales al carecer de financiación y asistencia técnica, creando una sucesión constructiva de viviendas completamente extraoficial.

Al momento de los posibles ventos sísmicos de gran magnitud es cuando mucho más las problemáticas de la autoconstrucción sale a la luz, siendo en gran capacidad vulnerables para los habitantes de estos interiores y exteriores. El Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, realizado por la Oficina de las

Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNISDR, 2015), señala que es necesario contar con una data almacena suficiente en la zona en la que se construyen las edificaciones para habitar para lograr una reducción suficiente de los daños en las viviendas autoconstruidas. Además, obliga a incluir mapas de riesgo, utilizar métodos de construcción adecuados y respetar las restricciones de zonificación.

Se pueden tomar decisiones bien meditadas si se gestiona adecuadamente la vulnerabilidad de los espacios autoconstruidos, lo que reducirá significativamente el riesgo y fortaleciendo la capacidad de resiliencia siendo suficiente para recuperarse de un incidente negativo. (Maskrey,2015).

### **Sistemas constructivos más empleados en autoconstrucción**

#### **Albañilería simple:**

La mampostería simple o no reforzada como también puede ser nombrada, empleada tradicionalmente, se distingue por el uso de ladrillo y mortero. Si bien estos componentes deben ser resistentes a posibles cargas, su desempeño es deficiente durante terremotos fuertes. En la mayoría de casos hay fisuras verticales en los encuentros de las paredes y grietas diagonales en las paredes, lo que podría provocar un colapso (Sepulveda, 2016).

#### **Albañilería confinada**

En las ciudades peruanas, los sistemas de albañilería confinada es un método de construcción frecuentemente empleado para edificaciones residenciales. Muros de albañilería, vigas, columnas y losas de concreto armado conforman este modelo constructivo.

La capacidad para ser dúctil de las estructuras consiste en cómo puede llegar a sufrir deformaciones antes de fallar, la proporcionan las columnas y las vigas. Existen

dos categorías para diferenciar a los muros: los muros de carga, que confieren resistencia al edificio, y los muros no portantes, que están hechos para soportar esfuerzos presentando perpendicularidad a la dirección de la capa (San Bartolomé, 2018). También, en grandes productos de la informalidad en el territorio nacional tienen la generalidad de aplicar al ladrillo pandereta como principal elemento o componente los muros portantes considerado por su beneficio económico. Se refleja en gran medida por estudio realizados o casos de deficiencia que este tipo de entidad de albañilería carecen de la capacidad para ser muros portantes, ya sea por la ligereza del material como también que desde su concepción no fueron destinados para soportar cargas siendo de fácil fractura.

Para diseñar viviendas que puedan sobrevivir a los impactos de fuertes terremotos, a menudo se deben tener en cuenta tres criterios al emplear el método de mampostería restringida. Estos incluyen la condición para la materialidad, el diseño estructural y la gestión del proceso de desarrollo del inmueble. En la Figura 1 a continuación se puede apreciar el desarrollo de edificaciones de albañilería confinada.

### **Figura 1**

#### *Autoconstrucción Desarrollada*



*Nota. Google Imágenes*

### Proceso de Autoconstrucción

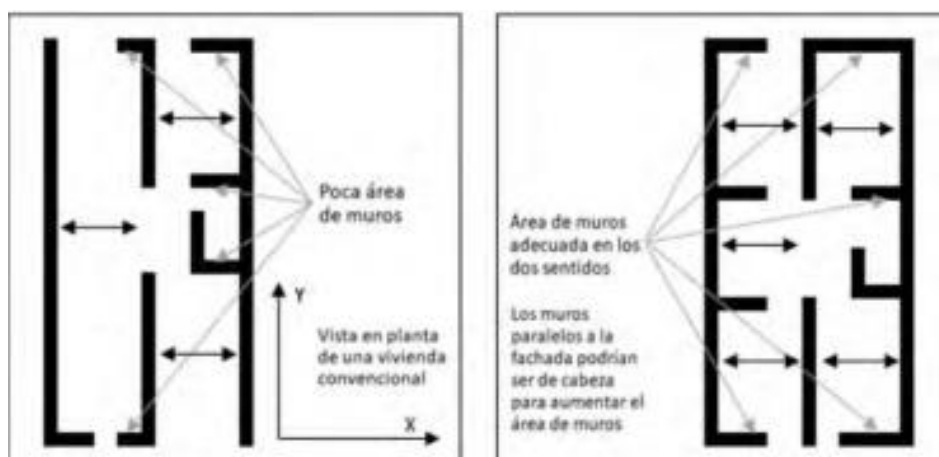
Las casas construidas mediante procesos de autoconstrucción siguen el siguiente procedimiento de edificación. Primero se inicia con la pulcritud de la parcela después se realiza el trazo y replanteo, la extracción del suelo para el desarrollo del cimiento sumado al desarrollo de cada elemento con funciones en la estructura y la transmisión de cargas, seguido de la edificación de techo, posterior a esto se sigue con el desarrollo de la red sanitaria además de la red para proporcionar fluido. Se concluye con los remates estéticos.

### Daños en albañilería por falta de calidad profesional

Las fallas más relevantes de este tipo de sistema estructural, determinadas por la evidencia bibliográfica consultada, se enumeran a continuación: En cada dirección principal, la densidad de muros estructurales bien confinados puede utilizarse para cuantificar la falta de resistencia sísmica. En lotes con frentes limitados, las barreras adyacentes a la fachada rara vez se toman en cuenta durante la autoconstrucción. Se muestra la manera correcta para dar densidad de muros en los ejes X-Y.

**Figura 2**

*Densidad adecuada e inadecuada para ambos ejes de muros (X-Y)*

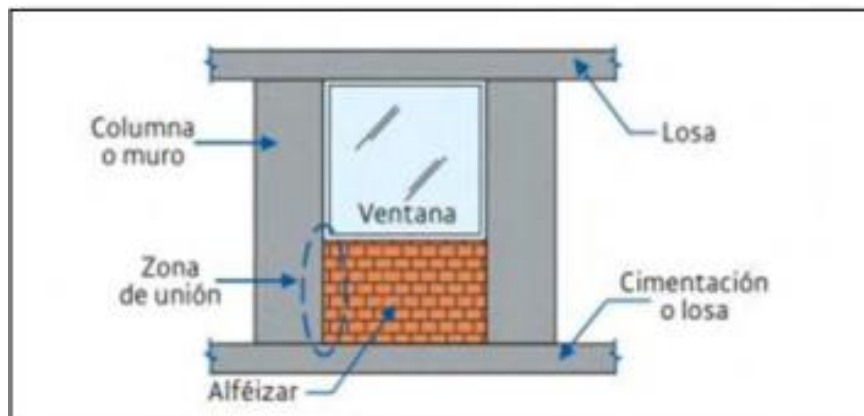


*Nota. Google Imágenes*

La gran parte de las grietas desarrolladas cercano la ubicación de los vanos (puertas o ventanas), los alféizares de las ventanas crean así pequeñas paredes con función de una especie de columnas de menor dimensión, siendo de gran necesidad la aplicación de juntas de aislamiento sísmico. Sin embargo, para estructuras con diafragma rígido, los elementos estructurales y los alféizares de las ventanas deberán mantenerse separados, de acuerdo con la Norma Técnica E.070. Para la figura a continuación es evidente como el alféizar sin aislamiento de la ventana del edificio principal.

### Figura 3

*Alféizar de albañilería no aislado de la estructura*

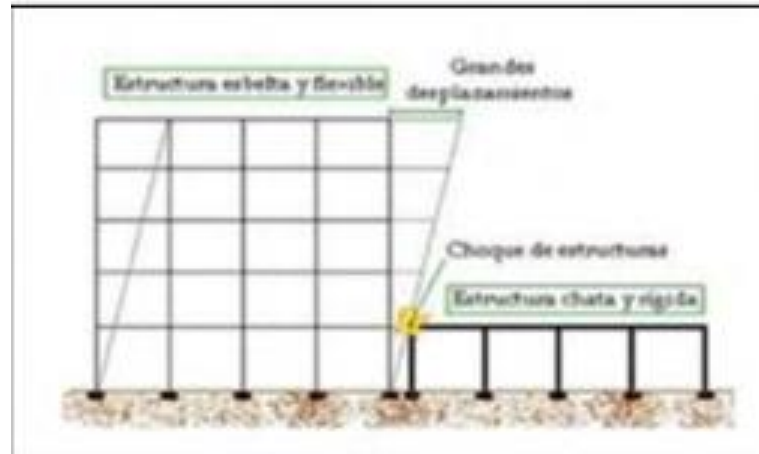


*Nota. Google Imágenes*

Tras no completar juntas sísmicas entre las edificaciones contiguas da la posibilidad a eventos de impacto entre las estructuras durante sismos, por consecuencia la presencia de falla en la estructura con fisuras y grietas. De manera similar, para evitar colisiones estructurales durante un sismo, cada estructura debe estar al menos a cierta distancia de sus estructuras vecinas, por lo dicho en la Norma Técnica E.030. En seguida se puede ver como la ausencia de juntas produce daños entre estructuras con diferencia dimensional.

### Figura 4

*Choque entre edificaciones con variación dimensional*



*Nota.* Google Imágenes

La estructura sufre torsión como consecuencia de la ausencia de encadenamiento para las paredes, lo que produce una insuficiente transferencia de cargas de los muros de la parte baja y superior, en consecuencia, la errónea transferencia para las paredes en el plano.

Como está estipulado en la normativa nacional los muros de albañilería confinada se considera una prevalencia en la continuidad por como estructuralmente soporta cargas verticales. Cuando un muro restringido es continuo desde la base hasta el nivel superior, se considera estructural. Los muros continuos y discontinuos se aprecian a continuación.

### Figura 5

*Discontinuidad de Muros*



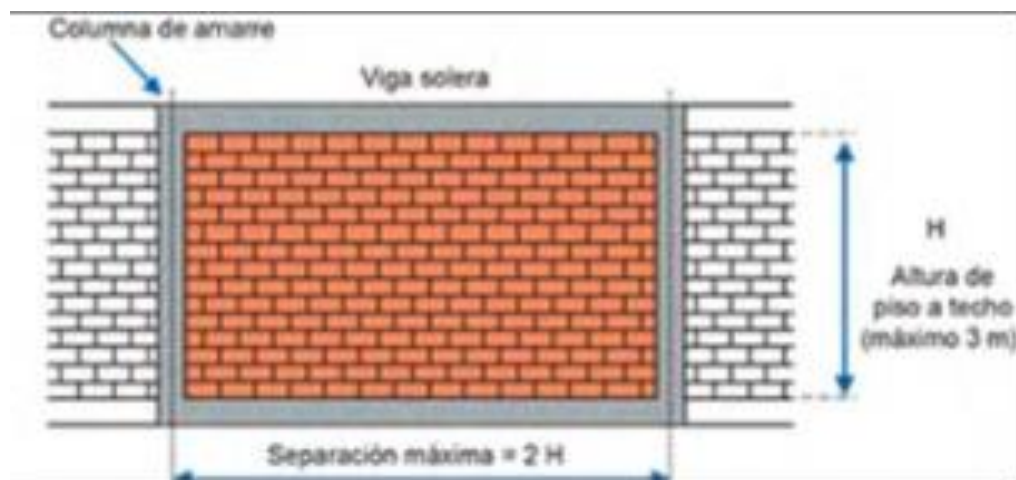
*Nota.* Google Imágenes

Las columnas que están muy separadas entre sí presentan una falla que resulta de una falta de calidad profesional. Esto puede provocar que el muro no pueda soportar las cargas sísmicas y que se formen fracturas para el punto medio de la pared. Como resultado, la regulación nacional de construcción estipula de manera clara como las columnas confinadas de un muro no deben tener más del doble de altura que el muro de hormigón. De manera similar, la altura no debe ser más de 20 veces el espesor real del muro. Por ejemplo, la cifra más elevada para la altitud del muro solo puede ser mayor 4 metros si se construye con un tirante de cabeza ( $t=0,23$  m).

A continuación, podemos ver como el distanciamiento superior de columnas que confinan un muro.

### Figura 6

*Distancia mayor permitida entre columnas*



*Nota. Google Imágenes*

Con lo mencionado en la ACI 116R-00 "Terminología del cemento y concreto", la presencia de vacío que se crea en el concreto se denomina como cangrejera en la cual el mortero no cubre de manera regular la superficie del ladrillo debilitando la capacidad estructural ya que no completa en totalidad los vacíos para cada grano abultado de adición a la pasta.

En como se desarrollan las mencionadas cangrejas tiene una gran variedad causas para su surgimiento. Siendo la principal causa del desarrollo de cangrejas en el proceso de construcción o posterior es que durante el colocado y vibrado de concreto no fue el óptimo al igual que no se trabajó con relaciones proporcional entre los agregados granulométricos y también con la sobredimensión de piedras incorporadas a la mezcla. Por consecuencia esto lo establecido en la regulación E.070 que, para evitar una disminución para la contención de cargas en forma corntante, compresión y tracción, es necesario garantizar que las partes estructurales estén libres de grietas. Para la figura siguiente se ve la formación de cangrejas entre columnas y vigas.

### **Figura 7**

*Evidencia de cangrejas en estructura*

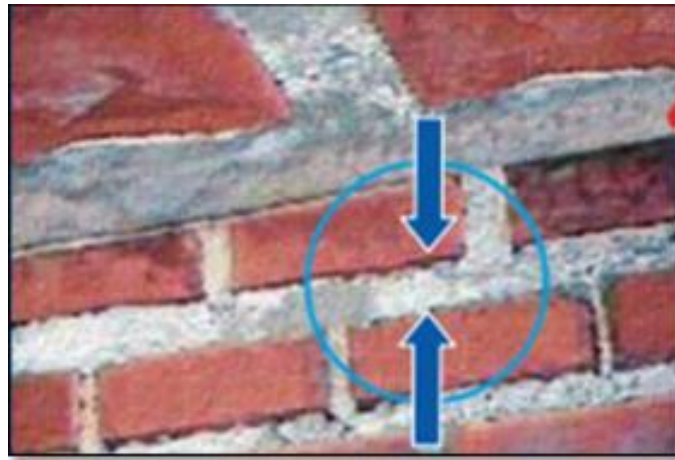


*Nota. Google Imágenes*

También el no cumplimiento de la norma E.070 se muestra con los ladrillos colocados con mortero, para separaciones horizontales y verticales con dimensione de ancho mínimo de 10 mm y máximo de 15 mm. Aun así, siendo mayor para edificaciones que no cumplen este requisito y superan el espesor máximo permitido, lo que debilita considerablemente el muro de carga. En seguida se muestra como la sobredimensión de juntas de mortero tanto laterales como superiores al ladrillo.

### Figura 8

*Espesor sobre dimensionado superior y lateral.*



*Nota. Google Imágenes*

La prohibición por parte de la Norma E.070 en muros portantes para el desarrollo y participación de ladrillos pandereta los cuales tiene gran presencia en la informalidad por su facilidad económica de adquisición, teniendo gran debilidad de respuesta a eventos telúricos (Araoz y Velezmoro, 2012). Los muros de carga realizados con ladrillos pandereta se ven en la figura 9.

### Figura 9

*Muros portantes con ladrillos pandereta*



*Nota. Google Imágenes*

Tenemos como **antecedentes a nivel internacional** a Villalba y González (2020) realizaron una investigación en Colombia, en donde se expuso los múltiples factores que se consideraron al evaluar la susceptibilidad sísmica de las estructuras de los grupos II, III y IV en la Comuna 2, una porción considerable del municipio de Dosquebradas-Risaralda. Como objeto se destaca realizar mediante la metodología de la Plataforma de Evaluación Probabilística de Riesgos Naturales - Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment (CAPRA-GIS), los parámetros de riesgo sísmico producidos por la intensidad del movimiento determinan los parámetros de amenaza sísmica a causa de la intensidad del movimiento. Para el método el uso de tecnologías de aporte geográfico y el levantamiento de datos no primordiales de diversas organizaciones públicas, se realizaron visitas de campo a cada inmueble de la comuna con el fin de evaluar la construcción de estructuras pertenecientes a las categorías II, III y IV. Para los hallazgos el software CAPRA-GIS se realiza un análisis de datos en base a la información recopilada. Para la realización del modelamiento se utilizó la aplicación CAPRA-GIS, la cual calcula los índices de daño de las estructuras en los diferentes escenarios sísmicos a partir de la información y el riesgo con las funciones de vulnerabilidad correspondientes, cuantificando así las pérdidas materiales y humanas. Finalizando la conclusión que se pudieron determinar las estructuras más susceptibles, las características de construcción en la tipología de edificio, múltiples escenarios de movimiento de tierras cortantes, las estimaciones de daños en los edificios y el número de víctimas mortales. Como parte de la originalidad para el estudio el Municipio de Dos Quebradas-Risaralda en la comuna 2 no se desarrolló la evaluación del desempeño ante movimiento de tierras y se podría emplear en los POT del municipio. Durante las circunstancias de COVID-19 se limitó en gran medida el acceso para el análisis de viviendas, limitando información detallada.

Bungacho (2022) autor de Ecuador, realizó un estudio que se orienta al reforzamiento de una vivienda construida de manera informal de 3 plantas ubicada en la ciudadela Emprovit, sector Turubamba en el sur de la ciudad de Quito – Ecuador, que, en su mayoría de datos para adecuada ejecución del trabajo fue recolectada mediante salidas de campo y pruebas de laboratorio. Los pórticos, que consisten en vigas de banda, losas aligeradas en dos direcciones y columnas, forman la base de la estructura estructural de la casa. La casa presenta una alta vulnerabilidad sísmica, según la valoración realizada con relación a las directrices mencionado en la regulación NEC15 y ASCE 41-17. El análisis estructural también reveló que la casa no tiene un buen comportamiento dinámico, y el refuerzo estructural es necesario ya que el edificio tiene un rendimiento deficiente en el rango no lineal. El revestimiento de paredes y el encofrado de columnas fueron las dos opciones de refuerzo que se sugirieron para sobrevivir a eventos sísmicos significativos. Para identificar la mejor solución en cada situación, se realizó un estudio estructural y económico. Se determinó que el revestimiento de muros es la opción más efectiva, ya que mejora la actividad lateral y dinámica de los muros. Por otro lado, aunque el revestimiento de columnas mejora el comportamiento dinámico, la tensión del suelo es demasiado alta, por lo que es necesario reforzar la cimentación.

Carpio et al. (2022), autores peruanos que publicaron en una revista Latinoamericana, un estudio que buscó dar una estimación de la vulnerabilidad sísmica e identificar los sectores críticos del área de estudio al año 2022. Se presenta metodología cuantitativa generando resultados fiables y concisos, donde se propone el modelo estructurado de la relación de indicadores propuesto y resultados que serán utilizados para la identificación de los índices a mitigar en la vulnerabilidad sísmica para viviendas de albañilería y poder establecer la aplicación de soluciones futuras para el crecimiento integral de la ciudad. Resultando en que un 84.72% de las viviendas cuenta con falta de

rigidez siendo un indicador predominante en la vulnerabilidad que está fuertemente relacionado con su proceso constructivo, diseño arquitectónico y distribución de paredes de albañilería. La irregularidad de dimensión vertical y piso blando son consecuencia de una mala concepción de la filosofía sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones (R.N.E.) del Perú. El sector cuatro según los parámetros de tipos de vivienda cuenta con una vulnerabilidad baja, pero superponiendo los factores de tipo de suelo, aceleración espectral del suelo, pendientes, deterioro de la estructura y su composición geométricas se a podido determinar la obtención de una vulnerabilidad media a consecuencia de que el entorno y distribución sismorresistente de la vivienda son afectados negativamente.

Soria y Quilumba (2022) realizó una investigación en Ecuador en la cual se tuvo como objetivo estudiar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, en la parroquia de Ponceano. Las estructuras más antiguas de esta zona fueron construidas sin seguir los estándares profesionales, el Reglamento Ecuatoriano de Construcción o las recomendaciones de la Cámara de la Construcción de Pichincha. Además, estas estructuras están expuestas a una serie de desastres naturales y peligros sísmicos que son comunes en Quito. Según varias evaluaciones, Quito podría sufrir un evento sísmico importante dentro de 50 años. Debido a esto, los investigadores del rubro se mantienen realizando una serie de investigaciones sobre edificaciones informales colapsen y se vuelvan vulnerables a movimientos telúrico. Para ello, con gran importancia examinar los caracteres de las viviendas respecto a su estructura, en particular si son autoportantes. También hay que tener en cuenta la industria, su topografía y su posición geográfica. Además, se debe dar máxima prioridad a la gestión adecuada de la construcción y las propiedades de los insumos, tanto en las estructuras actuales como en las futuras. Es

fundamental recordar que el análisis estructural se puede realizar de diversas formas. Las ineficiencias en las estructuras se pueden detectar con una rápida inspección visual. Sin embargo, también se pueden realizar investigaciones más técnicas utilizando herramientas asociadas al estudio del riesgo sísmico. Al utilizar el esclerómetro se puede conocer el comportamiento para resistir de las vigas y columnas de concreto, como mayor importancia de componente del sistema de resistencia. El concreto utilizado en los principales componentes estructurales del proyecto, vigas y columnas, se evaluó mediante un esclerómetro. Mediante esta resistencia es posible determinar si las edificaciones son susceptibles a los fenómenos sísmicos examinados en este estudio de debilidad en el movimiento de tierras. Al evaluar su debilidad sísmica también debe tener en cuenta otros factores pertinentes, como la posición con respecto a cualquier falla sísmica activa, el estándar de los materiales de construcción, la planificación urbana y la capacidad de las viviendas para soportar daños estructurales. En conjunto, todos los elementos deben considerarse para obtener una evaluación integral de la susceptibilidad sísmica en el área en estudio.

Otañez (2023) realizó una investigación en Ecuador con el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica en las estructuras ubicadas en el barrio Dávalos, sector Velazco, de la ciudad de Riobamba; considerando para comprensión un diseño sismo resistente, la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC), Se trata de un conjunto de leyes internacionales que ofrecen estándares sobre las condiciones superficiales, diseño y concepciones cruciales con urgencia de atender tratando de tener una óptima evaluación del sistema de soporte para la edificación. Enfatizar la necesidad de contar con una orientación profesional adecuada para la construcción y, en última instancia, la necesidad de reforzar las estructuras existentes es tan crucial como entenderlo. La historia que muestra los antecedentes del tema, el enunciado del problema donde se inicia el estudio

y la justificación que destaca la importancia de la ejecución del proyecto se incluyen en la breve introducción que se incluye en el Capítulo I. El segundo capítulo establece un marco teórico necesario para comprender las definiciones y conceptos de diseño sismorresistente, proporcionando las bases para la evaluación de estructuras seleccionadas en la ciudad de Riobamba. Posteriormente, en el Capítulo III, se organiza y presenta la información recopilada en sitio, acompañada de los procesos y cálculos necesarios, siempre en cumplimiento con la normativa ecuatoriana y siguiendo una metodología predefinida. En el cuarto punto de los hallazgos y sugerencias del Capítulo V se establece cómo se tratarán los datos, incluyendo cómo se presentarán a través de estadísticas, tablas, modelos y resultados.

**En el ámbito nacional** tenemos a Sanchez (2023) realizaron un estudio motivado por la alta informalidad que vive el país en temas de construcción, el presente estudio se centró en investigar la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en Santa María Alta del Valle de Carapongo. Para detectar y evaluar los riesgos sísmicos encontrados en 18 residencias seleccionadas, el método para la indagación es: Benedetti Petrini como también el de INDECI. De acuerdo a Petrini, el 38,89% para las casas presentó un grado de riesgo bajo, el 50% con cuantificación promedio y el 11,11% elevado, por la condición de debilidad para movimientos de suelo. 56% de las casas fueron categorizadas como de alto grado de riesgo sísmico y el 44% como de muy alto, según la metodología del INDECI. Se empleó un nivel de correlación aplicando como estadístico a Pearson considerando la evaluación entre las de ambos métodos. Los resultados, que indican una fuerte correlación entre los resultados de ambos enfoques, demuestran que existe un acuerdo sobre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en estudio. En resumen, este estudio aporta información importante sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas de Santa María Alta en el

Valle de Carapongo. La comprensión y medición de los riesgos sísmicos en estas viviendas es posible gracias a los resultados de las técnicas Benedetti Petrini e INDECI. De igual forma, la evaluación de la susceptibilidad sísmica con ambos enfoques es consistente, como lo confirma el estudio de correlación.

Bravo (2021) realizó un estudio que tuvo como objetivo general determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica derivada de la autoconstrucción en la asociación de vivienda, Villa de Salud, como parte del método se toma como aplicada, considerando ambos enfoques permitidos por ello de carácter mixto sin considera la experimentación. El estudio comprendido como población 374 viviendas de la Asociación de vivienda Villa Salud y como parte más específica para la muestra un total de 23 viviendas siendo la elección no probabilística. Los resultados indican un nivel de susceptibilidad significativo. Para la dirección X, La agrupación de pared de carga es inaceptable. Además, el modelo muestra porcentajes por encima del límite superior en las distorsiones del piso. Finaliza con la conclusión con la latente necesidad de mejorar el sistema de resistencia de cargas y cambios a la agrupación de muros confinados lo que reduce las patologías encontradas.

Castillo y Izquierdo (2023), Como parte de la investigación se realizó un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural a las viviendas autoconstruidas en la zona antes mencionada, debido al crecimiento descontrolado y constante de la población en las zonas rurales, lo que ocasionó que las personas construyeran sus viviendas sin seguir ninguna norma ni estándares de calidad estructural, desconociendo así el peligro potencial de un sismo de gran magnitud, es por ello que nuestra finalidad es analizar la vulnerabilidad sísmica estructural, aplicando el método de Benedetti y Petrini. Como parte del método aplicado estableciendo el enfoque cuantitativo, diseñado para ser no experimental y

transversal-descriptivo, en gran magnitud se toma a 491 viviendas autoconstruidas para el número inicial de población determinando como muestra no probabilista a 25 viviendas, siempre en cuando tenga las condiciones de ser habitada en el momento de estudio para ser incluido. Como técnica principal para obtener información se aplicó la observación directa, sumado a esto el método Benedetti y Petrini fue útil para la obtención de resultados, de acuerdo a información recabados empleando el método para brindar una confiabilidad a los habitantes de la indagación, el 16% de las viviendas autoconstruidas presentan vulnerabilidad sísmica baja, el 24% vulnerabilidad sísmica media a baja, el 40% vulnerabilidad sísmica media a alta y el 20% vulnerabilidad sísmica alta. Por último, se sugieren posibles alternativas de solución básica en relación a las desigualdades.

Calle y Salazar (2023) realizó una investigación que tuvo como finalidad evaluar la vulnerabilidad y el comportamiento sísmico de viviendas de albañilería confinada ejecutadas por autoconstrucción en el pueblo joven Santa Rosa en el distrito del Rímac. Para la metodología considerada se tomó a Mosqueira y Tarque, los cuales aplican fichas de encuesta y de reporte como parte de la observación para la recolección, además que se toma un total de 21 viviendas como parte representativa de la población del sector definido. La información sobre las estadísticas de las viviendas, la conducción de la construcción, la arquitectura y cualidades para la materialidad y la mano de obra se recogieron mediante cuestionarios de encuesta. Por el contrario, los formularios de informe identificaron la vulnerabilidad sísmica al determinar la evaluación ante el movimiento de tierras en cuanto a agrupación además de firmeza del muro contra el vuelco. En segundo lugar, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el estudio de riesgo sísmico realizado por el Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres (CISMID), el análisis del comportamiento sísmico se realiza utilizando el software ETABS 2019, que calcula la

fuerza cortante basal como también movimientos relativos de los pisos. Siguiendo los protocolos se logró conocer en que rango se ubica de susceptibilidad sísmica de las viviendas, lo que demuestra qué tan susceptibles son a un evento sísmico. Por último, se dan recomendaciones para disminuir el riesgo sísmico para los hogares que se consideraron debilidad en el análisis y se derivan las inferencias pertinentes a partir de los datos adquiridos.

Jurado y Gutierrez (2021) realizó un estudio que tuvo como objetivo principal el estudio de vulnerabilidad sísmica de la construcción informal ubicada en el asentamiento humano Huáscar. Como parte muestral por conveniencia se considera a 1 vivienda, con la condicionante de tener 2 niveles y de albañilería confinada. Para evaluar el desempeño sísmico de la casa, se emplearon dos modelos de diseño cuasi-experimental aplicado para simular las fallas de componentes estructurales como vigas y columnas. Según los resultados, durante el modelado original del edificio se detectaron problemas importantes con las vigas del primer piso, los elementos de soporte y la distribución de cargas. Si estas fallas ocurren durante un evento sísmico, la casa puede colapsar. Luego, se utilizó Etabs para evaluar el modelado revisado, pero esta vez los resultados se compararon con un  $F'c$  con una prueba esclerométrica previa de  $175 \text{ kg/cm}^2$ . Ahora estamos evaluando el programa utilizando una barra longitudinal de  $3/8, 1/2"$  y acero de refuerzo con un  $F'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Como resultado, se produjo un modelo preciso sin fallas, sin un tamaño excesivo de concreto y con proporciones adecuadas de acero, vigas y columnas.

### **Justificación Teórica:**

La investigación sobre la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales en el distrito de Paramonga, Barranca, se fundamenta en la necesidad de contribuir al cuerpo teórico existente en ingeniería civil y gestión de riesgos. La escasez de estudios específicos sobre la vulnerabilidad sísmica en contextos de autoconstrucción

informal crea un vacío en la comprensión de los factores determinantes. Al abordar este tema, la investigación aportará conocimientos teóricos que permitirán mejorar las estrategias de mitigación y adaptación en situaciones similares a nivel mundial.

### **Justificación Metodológica:**

La elección de una metodología rigurosa y bien fundamentada es esencial para obtener resultados confiables y aplicables. La investigación utilizará métodos de evaluación de riesgos sísmicos y técnicas de ingeniería estructural avanzadas para analizar la vulnerabilidad de las estructuras informales. Al establecer un marco metodológico sólido, se garantiza la validez y la robustez de los resultados, proporcionando así en la superficie firme para saber cómo se determinará la aplicación de condicionantes de reducción.

### **Justificación Social:**

La vulnerabilidad sísmica afecta directamente a las comunidades, especialmente a aquellas que residen en viviendas informales. La investigación busca generar pensamientos responsables para conocer el conflicto además de cuidar la vida sumando a su tranquilidad de los residentes. Al comprender la vulnerabilidad sísmica desde una perspectiva social, la investigación contribuirá a la promoción de regulación estatal y propuestas de aplicación que mejoren la seguridad de las comunidades afectadas.

### **Justificación Científica:**

Desde una perspectiva científica, la investigación ampliará el conocimiento sobre la interacción entre construcciones informales y eventos sísmicos. Al analizar las causas fundamentales de la vulnerabilidad y proponer soluciones basadas en evidencia científica, se fortalecerá la base de conocimientos en ingeniería sísmica. Esto no solo beneficiará a la comunidad académica sino también a los profesionales que trabajan en el trabajo de riesgos y la ingeniería estructural.

### **Justificación Ambiental:**

La construcción informal a menudo implica la aplicación de materiales que no cuidan ecosistemas naturales, contribuyendo a la degradación ambiental. El trabajo abordará la interacción para la debilidad sísmica y el impacto ambiental de las construcciones informales. Proporcionar soluciones que minimicen este impacto, como la promoción de materiales sostenibles, contribuirá a la integración de prácticas más ecológicas en la concepción integral y la ejecución de viviendas.

### **Justificación Económica:**

Las consecuencias económicas de los desastres sísmicos son significativas, especialmente en comunidades vulnerables. La investigación busca justificar la inversión en medidas de mitigación al demostrar que la reducción de la vulnerabilidad sísmica no solo salva vidas, de la misma forma presenta disminución en los costos asociados a la reconstrucción y rehabilitación. Al proporcionar datos económicos sólidos, la investigación respaldará la toma de decisiones a nivel gubernamental y comunitario para asignar recursos de manera más eficiente.

### **Tenemos Bases teóricas a**

#### **Vulnerabilidad sísmica**

La "Vulnerabilidad Sísmica" se refiere a la medida a un análisis exhaustivo que tenga en cuenta diversas variables, entre ellas la resistencia estructural de las viviendas, la determinación de la susceptibilidad de las viviendas y estructuras de una determinada localidad a un evento sísmico, como un terremoto, es posible gracias a la capacidad de reacción sísmica de los materiales de construcción y a la evaluación de los daños y deformaciones después de un sismo. La medición de la susceptibilidad sísmica es esencial para comprender y reducir los riesgos relacionados con los fenómenos sísmicos, así como

para la seguridad de las comunidades y la creación de planes de prevención y respuesta adecuados (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022).

Tratamiento o manipulación (propuesta de insumo reciclado o natural que sea sostenible y económico/ técnica innovadora (tratamiento)/método/etc. A continuación, se menciona a detalle las variables dependientes y como se desarrolla para la indagación:

### **Vulnerabilidad sísmica**

Por lo mencionado por (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022) esta debilidad de una estructura es lo más normal que pueda sufrir daños o derrumbes al mismo momento de un terremoto se denomina vulnerabilidad sísmica. Su fundamento es la capacidad de las estructuras de soportar la potencia sísmica producida por un terremoto y de seguir funcionando y manteniendo en plenitud del sistema después del evento. Las concepciones previas urbanísticas, la reducción del riesgo sísmico y optar por posiciones en decisiones en materia de diseño y construcción de estructuras dependen de las evaluaciones de vulnerabilidad sísmica. Para identificar las debilidades de la estructura actual y dirigir las iniciativas de fortalecimiento y mejora estructural, se emplean métodos de evaluación, mediante la regulación gráfica, evaluación estructural, en ensayos de laboratorio y por recreación por computadora. Lo que disminuirá la vulnerabilidad sísmica se debe tener en consideración condiciones que tiendan a prevenir o mitigar el riesgo al que se pueda someter, aplicando tecnología para planeación sismorresistente, desarrollos en los códigos de fabricación, fortalecimiento estructural, calidad de la construcción, diseño urbano óptimo y conocimiento público de la amenaza sísmica (Makridakis y otros, 2020).

Para el desarrollo de la evaluación en cuanto lo vulnerable que es una estructura frente a los sismos se considera a Corsanego y Petrini.

Los resultados encontrados dictan en cómo será la clasificación:

### **Técnicas directas**

Se puede predecir decididamente y por única vez el daño generado por el movimiento telúrico.

### **Técnicas indirectas**

En primer lugar, se crea una señal para la debilidad y, a continuación, mediante análisis estadísticos e investigaciones posteriores al terremoto, se relaciona el alcance de los prejuicios por la magnitud del movimiento. Al evaluar la susceptibilidad sísmica de un edificio a gran escala, estos métodos funcionan increíblemente bien.

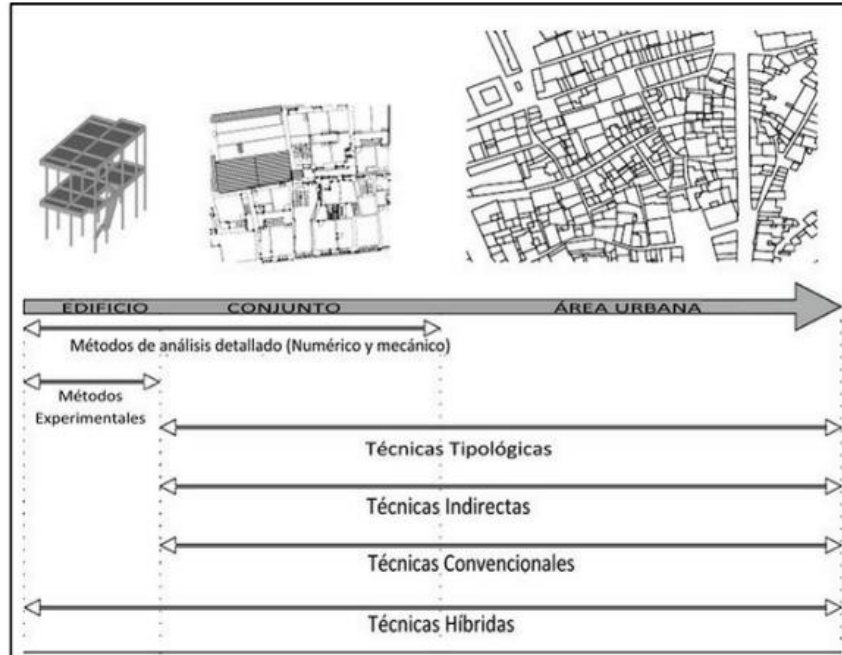
### **Técnicas convencionales:**

Para el funcionamiento como heurísticas y ofrecen un índice de vulnerabilidad independiente a la estimación con gran detalle de daños. Como más importante uso es comparar la susceptibilidad relativa de varios edificios de una región determinada que pertenecen al mismo tipo. Para ejemplificar la categorización está método HAZUS ((FEMA 356), 2000). Por lo indirecto de esta metodología además de no ser controlados los hallazgos tienden a una precisión por el apoyo gráfico estimando los posibles reflejos (Li y otros, 2023).

**Métodos híbridos:** Al añadir elementos como funciones de vulnerabilidad basadas en la apreciación para nada ficticias y calificación relativa de expertos, estas soluciones combinan las mejores características de los enfoques analizados anteriormente. En términos generales, esta debilidad se divide en niveles por la específica escala macro sísmica.

### **Figura 10**

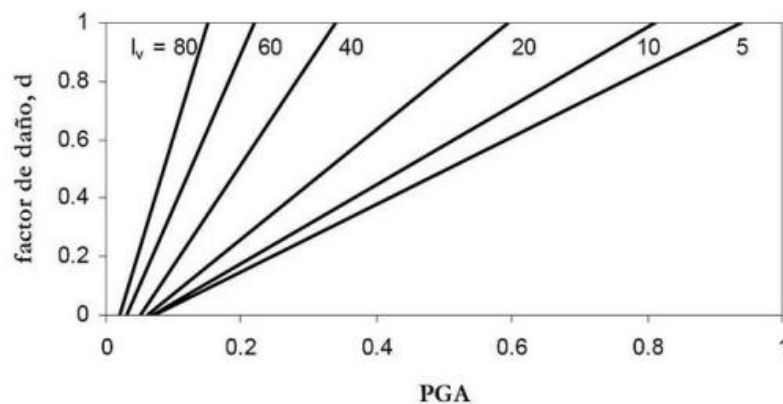
*Técnicas de Apreciación analítica en base a vulnerabilidad sísmica*



De manera principal para el análisis la metodología tiene 2 ramas, una es el análisis lineal, tanto estático como dinámico y el otro viene a ser no lineal, también en sus modalidades estática y dinámica. El documento técnico ATC-40 de 2015 incorpora el método del espectro de capacidad (CSM), un ejemplo bien conocido de una técnica estática no lineal. Para cuantificar como se desplaza esta metodología no proporciona una ilustración adicional, utilizado en ((FEMA 356), 2000).

**Figura 11**

*Distribución de una función de vulnerabilidad Sismicidad del Perú*

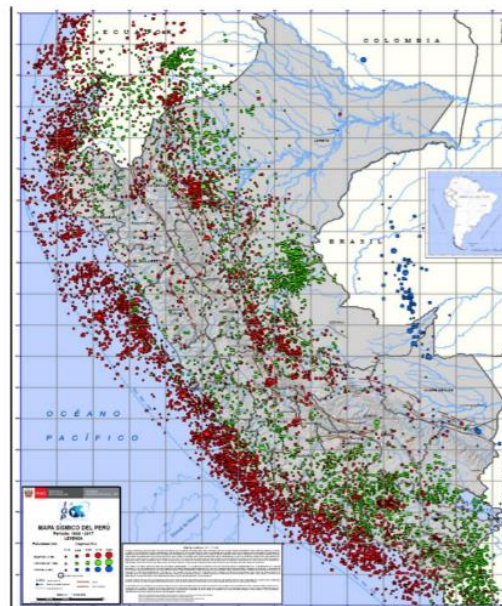


Para Carrillo (2007), debido al movimiento de la placa oceánica, en el hemisferio este de América del Sur en comparación con el resto del planeta presenta mucha

susceptibilidad a los sismos (Nazca). Como es sabido, el Perú se encuentra dentro del Cinturón de Fuego y su costa suele sufrir terremotos de distinta magnitud, lo que genera una actividad sísmica constante. Es de vital importancia contar con un modelo de riesgo que describa las implicancias (Desastres, 2021).

### **Figura 12**

*Año 1960 – 2023, Mapa sísmico de Perú*



Las condiciones sísmicas regionales, incluyendo la posición de los focos sísmicos, la trayectoria de las ondas, la distancia epicentral y la energía liberada, han sido consideradas en la creación del mapa de zonificación sísmica de nuestro país. Las coordenadas geográficas que se muestran en la tabla se han tomado en cuenta para evaluar el riesgo sísmico probabilístico en el área de Chimbote, especialmente en el AA. HH San Pedro.

### **Edificaciones con Muros de Albañilería**

Se tiene como componente principal a los ladrillos cocidos de arcilla o bloques de concreto para el desarrollo de muros, donde la unificación de este elemento se da por la

aplicación de mortero. Para la parte superior se puede considerar 2 principales tipologías como son los techos de losas aligeradas que emplean unidades con vacíos, como también se presentan losas macizas que en gran proporción aplican el concreto macizo. Considerando así a las losas suficientemente sólida y rígida para funcionar como aberturas, permitiendo la distribución de la fuerza sísmica en función de la rigidez del muro (Mesta, 2017). En el Artículo 19 de la Norma Técnica E.030 del 2016, como es de importancia en la formula un apoyo para resistir por parte de los muros portantes:

$$\frac{\text{area de corte de los muros reforzados}}{\text{area de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

L: Longitud total del muro

t: Espesor efectivo del muro

A<sub>p</sub>: Área de la planta típica

N: Número de pisos

Z,U,S,N = Parámetros sísmos resistentes especificados en la NTE. E.030

## CONDICIONES GEOTECNICAS

Se realizarán las investigaciones pertinentes para determinar las características de los suelos que sirven de base para las construcciones en estudio. Las investigaciones de suelos planificadas incluirán: El objetivo de la clasificación de suelos es determinar el tipo de suelo que se utilizará como base para las construcciones en estudio. Por lo desarrollado en la presente investigación es posible comprender en profundidad las características mecánicas básicas de los suelos (GUTIERREZ, 2018)

Ensayo de corte directo: Este proceso implica la aplicación de cargas verticales a una muestra del suelo de interés, simultáneamente sometiéndola a esfuerzos horizontales para medir el esfuerzo de corte. A través de este ensayo, podemos obtener dos parámetros esenciales del suelo: el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) y su cohesión ( $c$ )

Profundidad de exploración: Conforme al punto 2.3.2 c de la normativa de suelos (E050), la profundidad mínima de exploración se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

$$p = Df + z.$$

Donde  $Df$  representa la profundidad de la cimentación, medida desde el nivel del terreno natural hasta el fondo de la zapata más profunda; mientras que  $z$  se define como 1.5 veces el ancho de la cimentación prevista, donde  $B$  es dicho ancho.

Según las condiciones establecidas en este estudio, se ha calculado que:  $Df = 1.20$  m y  $Z = 1.5 * 1$  m = 1.5 m. Por lo tanto, la profundidad mínima de exploración requerida será:  $P = 2.7$  m.

Es fundamental asegurarse de que las dimensiones del plano sean lo suficientemente amplias para permitir el movimiento del operario. Se ha determinado que las medidas mínimas de la excavación en este contexto serán de 0,60 x 0,60 x 2,70 m. No obstante, para la indagación se emplearon medidas mayores de 1,20 m x 1,20 m x 2,70 m.

Para simplificar, es por ello que la Norma Técnica Peruana (NTP) de Sismorresistente, de acuerdo a la NTP E.030 (2016), se considera como tipología de suelo a lo mencionado para la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Valores característicos para distintos perfiles de suelos*

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	$> 1500 \text{ m/s}$	-	-
$S_1$	$500 \text{ m/s}$ a $1500 \text{ m/s}$	$> 50$	$> 100 \text{ KPa}$
$S_2$	$180 \text{ m/s}$ a $500 \text{ m/s}$	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
$S_3$	$< 180 \text{ m/s}$	$< 15$	20 KPa o 50 KPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

*Nota.* (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

El factor de amplificación del suelo 'S' se calcula para cada zona sísmica 'Z', teniendo en cuenta los períodos correspondientes  $T_p$  y  $T_L$  para cada valor del factor 'S'.

**Tabla 2**

*Factor "s"*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0.80	1	1.05	1.10
$Z_3$	0.80	1	1.15	1.20
$Z_2$	0.80	1	1.20	1.40
$Z_1$	0.80	1	1.60	2.00

*Nota.* (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).

**Tabla 3**

*Periodos "TP" y "TL"*

PERIODOS "Tp" Y "TL"				
	Perfiles de Suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L$	3.0	2.5	2.0	1.6

*Nota.* (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

## Modelos de Interacción Suelo-Estructura

Los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura deben ser detallados rigidez dinámica del suelo de manera más realista. Esto lleva al hecho de que hay datos de deslizamientos, compresión y rotación.

$$R_a = K_a u_a; \quad R_{\varphi\alpha} = K_{\varphi\alpha} \varphi_\alpha; \quad (\alpha = x, y, z)$$

Donde:

$R_a, R_{\varphi\alpha}$ : Fuerzas de reacción

$K_z$ : Coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme

$K_x, K_y$ : Coeficiente de rigidez de desplazamiento elástico uniforme

$K_{\varphi x}, K_{\varphi y}$ : coeficientes de rigidez de compresión no uniformes

$K_{\varphi z}$ : Coeficiente de rigidez de desplazamiento no uniforme

$\mu_\alpha$ : Desplazamiento lineal

$\varphi_\alpha$ : Desplazamiento angular

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál será el análisis la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la información de viviendas realizadas por autoconstrucción en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?
- ¿Cuál será el análisis el comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?
- ¿Cuál será el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?

## 1.3. Objetivos

### **1.3.1. *Objetivo general***

Analizar la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.

### **1.3.2. *Objetivos específicos***

- Recopilar información de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.
- Analizar el comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.
- Estimar el índice de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. *Hipótesis general***

Existe vulnerabilidad sísmica en las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.

### **1.4.2. *Hipótesis específicas***

- La información de las autoconstrucciones informales de viviendas presenta carencias constructivas y estructurales. en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.
- El comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal será crítico en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.
- El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas será muy alto en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### 2.1.1. Tipo

La metodología utilizada en la investigación aplicada implica la aplicación de teorías de apoyo para las variables de estudio. Para resolver problemas sociales, la investigación aplicada se basa en los hallazgos de investigaciones fundamentales anteriores. Dicho enfoque se caracteriza por abordar problemas específicos del mundo real y busca proporcionar soluciones prácticas a través de la aplicación de conocimientos teóricos y científicos (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 65).

#### 2.1.2. Nivel de investigación

Para establecer el nivel de la investigación y la minuciosidad para la presente investigación se decide considerar el nivel explicativo, tratando de encontrar respuesta mediante la observación de los fenómenos, entendiendo a detalle cada característica para las variables consideradas (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 70).

#### 2.1.3. Enfoque cuantitativo

Para indagar se considera el enfoque cuantitativo, los datos se recogieron mediante la observación con el fin de medirlos y analizarlos estadísticamente para apoyar o contradecir las teorías planteadas. A través de mediciones exactas y pruebas de laboratorio, se recopilan y analizan datos numéricos y cuantitativos como base de esta metodología (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 85).

#### 2.1.4. Diseño de investigación.

Para diseñar esta indagación tomamos como no experimental, por como se trata de alcanzar una manipulación de las variables de estudio. Esta condición para el diseño, es aplicable siempre en cuando se tenga la intención de conocer la influencia de la variable independiente en la variable dependiente (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 85).

Como la herramienta para almacenar datos se utilizó para una ocasión definida, también es transversal. Dado que cada fenómeno se observó en su entorno natural y no se modificó ninguna variable, la tesis no fue experimental. Al examinar simultáneamente cada sector de una muestra en las que se observan varias unidades, este tipo de estudio mantiene el objetivo de examinar los efectos durante un período prolongado de tiempo.

**Tabla 4**

*Operacionalización de Variables*

	Definición conceptual	Definición Operacional	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Dependiente</b>	<p>La vulnerabilidad sísmica, en el contexto de este estudio, representa la medida en que las autoconstrucciones informales de viviendas en el Distrito de Paramonga son propensas a sufrir daños sustanciales durante eventos sísmicos. Este concepto abarca la fragilidad intrínseca de las estructuras, la calidad de los materiales utilizados en la construcción, la idoneidad del diseño estructural y la capacidad general de resistir las fuerzas generadas por un sismo. En esencia, la vulnerabilidad sísmica refleja la susceptibilidad de estas construcciones a los impactos negativos de los movimientos telúricos, abordando tanto aspectos físicos como estructurales.</p>	<p>Para medir la vulnerabilidad sísmica, se empleará un enfoque operacional que comprende diversos indicadores cuantificables. Esto incluye un análisis estructural detallado para evaluar la capacidad de carga y resistencia de las estructuras, la inspección de los materiales de construcción utilizados y su capacidad para resistir movimientos sísmicos, la revisión de los planos y diseño estructural de las construcciones para determinar su adecuación sísmica, y la consideración de la ubicación geográfica en relación con las zonas sísmicas y el tipo de suelo. Cada indicador será evaluado en una escala cuantitativa, asignando puntajes que reflejen el nivel de vulnerabilidad en cada aspecto. La suma de estos puntajes proporcionará un índice total de vulnerabilidad sísmica para cada autoconstrucción informal, facilitando la clasificación y comparación de la susceptibilidad de estas viviendas a los riesgos sísmicos.</p>	Comportamiento Sísmico	Modelamiento estructural	Software especializado
			DIMENSIONES	INDICADORES	
<b>Independiente</b>	<p>La variable "Viviendas Informales Autoconstruidas" se refiere a las unidades habitacionales presentes en el Distrito de Paramonga que han sido erigidas sin la intervención formal de arquitectos o ingenieros, siendo el resultado de la iniciativa de los propios residentes. Estas viviendas, caracterizadas por la falta de un diseño estructural planificado, se construyen comúnmente con materiales fácilmente disponibles y pueden carecer de los estándares de seguridad y resistencia necesarios, lo que aumenta su vulnerabilidad frente a eventos sísmicos.</p>	<p>Para operacionalizar la variable "Viviendas Informales Autoconstruidas", se utilizarán criterios específicos que permitan identificar y clasificar estas construcciones. Se evaluará el proceso de construcción, verificando si la iniciativa provino principalmente de los residentes, y se analizarán los materiales utilizados, destacando su disponibilidad y capacidad estructural. La planificación estructural también será un factor clave, examinando la presencia o ausencia de un diseño estructural formal y la participación de profesionales en la planificación de la construcción.</p>	Planimetría de viviendas autoconstruidas	Planos estructurales de las viviendas	Recolección de información
			Nivel de Riesgo	Análisis según INDECI	Ficha Análisis de Indeci

## 2.3. Población y muestra

### La población

El número total de unidades de investigación que cumplen los criterios necesarios para ser categorizadas como tales se conoce como población, siendo compuesta por 58 viviendas autoconstruidas en la Calle Ricardo Palma, Urbanización San Patricio, distrito de Paramonga, Barranca. Estas viviendas comparten características comunes de construcción informal, pero varían en cuanto a materiales y alturas, lo que influye en su vulnerabilidad sísmica.

### La muestra

No hay ningún malentendido, ya que la definición de la muestra (un subconjunto de la población que posee los atributos requeridos para el estudio) es suficientemente explícita. (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198). Para indagar se consideró como pertinente tomar a 05 que fueron consideradas al interior de la población. Esta selección se justifica debido a las siguientes razones:

- **Altura estructural:** Las 5 viviendas seleccionadas cuentan con más de un piso construido con materiales tradicionales (ladrillo o concreto), a diferencia del resto de las viviendas en la población, que tienen un solo piso o un segundo piso construido con DRYwall o madera. Las viviendas de mayor altura presentan un mayor riesgo de colapso durante un evento sísmico debido a su mayor masa y vulnerabilidad a movimientos telúricos.
- **Representatividad de la vulnerabilidad:** Las viviendas de más de un piso construidas con materiales tradicionales tienden a presentar mayor vulnerabilidad sísmica debido a las cargas adicionales y la necesidad de un diseño estructural adecuado. Por lo tanto, estas 5 viviendas representan los casos más críticos y relevantes para el análisis

Con esta justificación, se está seleccionando una muestra adecuada que refleja las características más críticas de la población, enfocándose en los casos de mayor vulnerabilidad sísmica para realizar un análisis más detallado y efectivo.

### **Muestreo**

El proceso de muestreo determina cuales serán las unidades de estudio que componen la muestra con el fin de reunir los datos necesarios para la investigación planificada (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198). Se toma como no probabilístico ya las condiciones para evaluar los casos se vieron cubiertas por la magnitud de casos considerado.

### **Unidad de estudio**

La muestra se crea utilizando esta unidad estadística. Uno de los aspectos más importantes del diseño de la muestra es la elección de la mejor unidad de muestreo (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198). Como agente particular del cual se toman la caracterización y el análisis fue la vivienda con niveles de mediana magnitud.

## **2.4. Materiales, instrumentos y métodos**

### **Técnicas**

Se utiliza un enfoque descriptivo para la creación y desarrollo de instrumentos de investigación, y se emplean procedimientos específicos para la recolección de información y datos con el fin de validar hipótesis en el trabajo (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198).

Como técnica empleada se tomó a la encuesta y levantamiento de planos in situ para así poder desarrollar una evaluación detallada con la recopilación de data.

### **Métodos**

#### ***Clasificación de viviendas***

El “Formulario de Encuesta” se utilizará para recabar información general sobre las viviendas objeto de estudio. En él se solicita data en cuanto a la cuantificación de viviendas las que son parte de la encuesta, la dirección, la fecha de la encuesta, la familia a la que pertenece la propiedad y cantidad de ocupantes.

Es necesario la información previa sobre el proceso constructivo; considerando si se tuvo participación profesional o no para dicha construcción, con que antelación fue desarrollado la construcción (Su vida útil), cantidad de niveles, considerar si estimo el desarrollo de más pisos y falencias.

También es necesario de gran importancia considerar a la E 0.30 del RNE, ya que permitirá información técnica de la estructura; dimensiones de cimentaciones, muros, columnas, losa, vigas y el tipo de suelo.

Para culminar, se discuten observaciones sobre los materiales, la artesanía, el tipo, la simetría, las patologías estructurales y las imágenes de la casa inspeccionada.

#### ***Elaboración de planimetría de vivienda***

Para la obtención de datos planimétricos de las viviendas autoconstruidas se aplicará el método de "recopilación de datos planimétricos". Junto con los datos que solicita esta nueva matriz, se utilizará el mismo esquema de numeración que se empleó para el Formulario de Encuesta. En estos datos se incluyen detalles sobre la estructura actual, como el número de columnas, su uniformidad, el espaciamiento entre ellas y si las vigas son planas o elevadas. Todos estos detalles deben incluirse en un plano. Esto permitirá el desarrollo a detalle de los planos en relación a lo obtenido en la ficha de “Recolección de datos planimétricos” considerando así la NTP 833.004:1979 y NTP 833.007:1981 para tener los planos correctamente dibujados.

#### ***Vulnerabilidad y peligro según INDECI***

***Vulnerabilidad física según INDEC:*** El formulario “Evaluación de vulnerabilidad física-SUNEDU” fue elaborado a partir de la matriz proporcionada por el organismo mencionado, como guía para el análisis de vulnerabilidad física recomendado por el INDECI. A partir de los parámetros especificados por el INDECI, se calificará la edificación en función de factores como su ubicación, integridad estructural, geología y legalidad.

***Peligro según INDECI:*** Para calificar la peligrosidad se analiza la edificación en conjunto con los parámetros que indica, pues el INDECI especifica que evaluar la vulnerabilidad implica analizar el peligro que corre dicha estructura porque están directamente relacionados. De ahí la creación del formulario “Evaluación de Peligrosidad-INDECI”, que evalúa la pendiente de la edificación, la capacidad portante, el potencial de inundación, la aceleración sísmica y la licuefacción del suelo.

#### ***Vulnerabilidad y peligro según COSUDE***

***Vulnerabilidad física según COSUDE:*** La matriz desarrollada por esta organización para este examen en particular se utilizó como guía para el análisis de vulnerabilidad física de COSUDE. El formulario de Evaluación de Vulnerabilidad Física de COSUDE es donde se realiza la evaluación de vulnerabilidad física de acuerdo con COSUDE utilizando criterios como el sitio de construcción, la calidad de la construcción y los daños probables en caso de una amenaza. Estos factores luego se califican en una escala de 0 a 2 para finalmente asignar un valor al análisis.

***Peligro según COSUDE:*** Para evaluar el riesgo de acuerdo con COSUDE se utiliza el formato “Evaluación de peligrosidad-COSUDE”, que se basa en la matriz de peligrosidad de la organización. El formato basa la evaluación en la ubicación y los peligros potenciales en el área inmediata, utilizando como base la norma E 0.30.

De acuerdo con las evaluaciones de peligrosidad y vulnerabilidad de INDECI y COSUDE, una vez finalizado el estudio se puede determinar el riesgo de la edificación en análisis. El riesgo que corre la estructura evaluada se califica mediante la Evaluación de peligrosidad y vulnerabilidad.

### ***Vulnerabilidad según FEMA***

Para el análisis de vulnerabilidad según FEMA se realizó por partes según indica la ficha titulada “Evaluación de vulnerabilidad-FEMA” donde tenemos:

De manera inicial se debe tomar a la: dirección, código postal, número de pisos, área estimada, evaluadores, fecha y uso

También se debe realizar un dibujo de la planta que incluya las proporciones esenciales y primarias del edificio, la distribución y las irregularidades. Este boceto debe mostrar si cada componente de la estructura es único; en caso contrario, debe mostrar que todo es simétrico. De la misma forma debe contener características únicas, incluidas las grietas existentes.

### **Tabla 5**

*Parámetros de clasificación de suelos*

*Parámetros de clasificación de suelos.*

		Parámetros de clasificación de los suelos		
Tipo		Velocidad de onda de corte en los primeros 30 m	Número de golpes estándar	Resistencia al corte no drenado sobre los primeros 300m
		Vs [m/s]	N [1]	Su [Kg/m <sup>2</sup> ]
A	Roca dura	Vs > 1520		
B	Roca	760 < Vs < 1520		
C	Rocas blandas y suelos muy densos	366 < Vs < 760	N > 50	Su > 9760
D	Suelo rígido	183 < Vs < 366	15 < N < 50	4880 < Su < 9760
E	Suelo blando	Vs < 183	N < 15	Su < 4880
F	Suelo pobre	Presencia de más de 30 m de suelo blando, IP > 20, w > 40%		Su < 2440
Estos suelos requieren evaluación específica del sitio. Dentro de esta clasificación se encuentran:				
a) Suelos vulnerables a la falla potencial o colapso bajo cargas sísmicas, tales como suelos licuables, arcillas altamente sensibles, suelos débilmente cementados.				
b) Turbas o arcillas altamente orgánicas, h > 3 metros de turba o arcilla altamente orgánica.				
c) Arcillas de muy alta plasticidad (h > 7.5 metros con IP > 75). d) Más de 36 metros de arcillas blandas o medianamente rígidas.				

*Nota.* Adaptación de FEMA 154 (2015)

Tiene una gran importancia saber cómo se da la ocupación de la edificación, siendo predecible ya que solo será empleado en vivienda única o múltiple. Se identificará las condiciones de la parcela en cuanto a la licuefacción de suelos como también su tipología, con condicionante sobre lo establecido en FEMA 154, siendo evidente así que, de no existir algo preestablecido para clasificar el tipo de suelo, se toma partido por la tipología E, pero si se trata para un hogar de uno o dos pisos con dimensiones para la altitud de planta igual o menor a 2.50 metros, se opta por tipo D. Si no están correctamente anclados, elementos como chimeneas, parapetos, cornisas y revestimientos pesados pueden generar problemas de seguridad, por lo que es importante destacar la posibilidad de colapso.

## Identificación del sistema estructural FEMA 154

- a) W1: Las dimensiones para esta estructura no deben ser mayores 465 m<sup>2</sup> con función de habitabilidad como hogares y también destinada al comercio. El material es de madera ligera.

Para la composición vertical, los elementos son de madera por lo general.

Para exterior y parte estética se considera más diversidad para revestir como compuestos innovadores como el estuco, misma madera o metálicos.

- A lo largo del tiempo la edificación de este carácter se desarrolla satisfactoriamente ante y después del evento telúrico gran parte por sus condiciones o comportamientos como también por ser ligeros y cortos verticalmente.
- En la actualidad para estos sistemas en edificaciones de antigüedad las fallencias que suelen presentarse son por el poco cuidado y la ausencia de empalmes entre la superestructura y la base.
- Por lo general las fallas solo son superficiales sobre materiales de recubrimiento como es el caso del estuco o los arcillosos, no llegando a afectar a la estructura y su desempeño.

- b) W2: La amplitud en dimensión superficial se ve aumentada (465 m<sup>2</sup>) en comparativa con el caso anterior, pero en similitud con el material ligero.

- Por lo único que lo podemos diferenciar con el caso anterior es por la magnitud en m<sup>2</sup>.
- Se suma a la posibilidad de uso la industria
- La cantidad de niveles no supera el número 3 pero en alguna ocasión se desarrolló hasta seis pisos.

- c) S1: Edificios con pórticos de acero.

- Para la distancia entre las luces es muy favorable en su estado sólido el rango oscila entre [6m, 9m], pudiendo asimilar la dimensión para el eje transversal como el longitudinal.

- Este sistema no está aislado de la aplicación de concreto ya que para los diafragmas en entrepiso en aplicado. Su uso de mayor responsabilidad coincide con el tipo institucionales privadas como estatales.

d) S2: Edificios arriostrados con pórticos de acero.

- Para la ubicación de estos agentes tan beneficios se debe excluir partes exteriores a la parcela.

- La ubicación es de forma diagonal al interior de cada pórtico.

- Al implementarlos por lo general se debe tener la consumición de ser longitudinalmente alto además de esbelto presentando poca dureza en los laterales.

- Para conocer si se tuvo una aplicación de este carácter se sabrá evaluar al interior entre pórticos de acero arriostrados y pórticos de acero con muros de corte.

- En la parte inferior de edificios es donde mayor daño se evidencia de la aplicación específicamente entre las conexiones.

e) e) S3: Construcciones livianas de metal

- Es de importancia definir la dirección para el sistema ya que solo se puede considerar la dirección transversal además que para la simplicidad del pórtico la vista hacia lo longitudinal.

- Algunas ubicaciones geográficas toman postura en reducir las dimensiones para la altitud de paredes por lo liviano.

- De forma estética se puede apreciar el sistema estructural desde el interior ya que por lo general tiene ausencia en el acabado.

- En movimientos sísmicos la afectación son por el pobre aporte de los arriostres a tracción.

- Es importante la conexión con la parte inferior de cimientos ya que posiblemente al no ser óptimo se presente deslizamiento para las columnas.

- Es constante el mantenimiento al igual que los protectores exteriores.
- f) S4: Edificios con estructura de acero con muros de corte de concreto.
- Para este caso los acabados son aplicados con mayor frecuencia, la eventualidad de fuerzas laterales los muros de corte de concreto tienen gran aporte, ubicados perimetralmente de los núcleos de acero y escaleras.
  - Por evaluación y determinación se puede considerar a un espesor.
  - Para dimensiones mayores a los 15 cm. se sigue el cambio de bloques a concreto macizo.
  - Para los sismos las fallas más frecuentes están ubicadas periféricamente a los vanos en los muros de corte.
- g) S5: Edificios con estructura de acero con muros de corte de albañilería no fortificada.
- Con posibilidad a estar ocultos por los muros ya que presentan mucha esveltes.
  - Para poder apreciar si se aplicó paredes de ladrillo no es necesario un mayor esfuerzo incluso visible entre las ventanas.
  - Los muros estructurales tiene dirección hacia la parte superior.
  - Para aplicar de relleno la albañilería la composición de hileras no supera el rango [2 a 3].
  - Alrededor de columnas o vigas, los revestimientos de mampostería con frecuencia están mal anclados y son propensos a desprenderse.
- h) C1: Edificios con pórticos de concreto.
- Existe una exclusividad del concreto armado para la composición de las paredes en el pórtico exceptuando todo aquellos que ya tengan al concreto como parte del tarrajeo.
  - La falla por corte y la falta de confinamiento del hormigón pueden ser resultado de un gran espacio entre los estribos de las columnas.

- Los daños visuales sin afectación a la resistencia del edificio por lo general es por la baja solides de los pórticos.

- La gran afectación en los pilare es debido al impacto con aledaños edificios.

i) C2: Edificios con muros de corte de concreto.

- Las estructuras con muros de corte de hormigón se construyen utilizando hormigón en el lugar, dejando al descubierto el encofrado en los componentes estructurales finales.

- El rango de variación para el muro está establecido entre los 15 y los 25 centímetros.

- En general, estas estructuras superan a las estructuras de marco de hormigón.

- Debido a los muros de corte, son más fuertes que las estructuras con marco de acero, aunque son más pesadas.

- Las fuertes discontinuidades verticales y la configuración desigual son las principales causas de daños que se observan frecuentemente en estructuras de mayor altura.

j) C3: Edificios de concreto reforzados rellenos con muros de albañilería.

- Es posible ver columnas y vigas de hormigón del mismo espesor que el muro.

- En la mayoría de los casos, la mampostería es visible entre las ventanas.

- Algunos componentes sólidos de las paredes están orientados verticalmente.

- Cuando se aplican tensiones elevadas perpendiculares a su plano, las paredes de relleno tienden a doblarse y a salirse del plano.

- La mampostería que rodea las vigas o columnas suele estar suelta y mal anclada.

k) PC1: Edificios Tilt-up

- El término "tilt-up" describe un tipo de construcción que se arma y se construye en el lugar.

- Las construcciones de tilt-up tienen un diseño esencialmente rectangular y, por lo general, tienen una altura de uno o dos pisos.

- Las paredes exteriores se construyen en el lugar cerca de su ubicación prevista, luego se izan en su lugar y se fijan a la losa del piso.

- El techo puede consistir en vigas de madera laminada o un diafragma de madera contrachapada compuesto de madera, con una plataforma de acero liviana y un sistema de vigas sostenido por columnas de tubos de acero dentro de la estructura.

**D) PC2: Estructuras de concreto prefabricadas.**

- Los edificios emplean frecuentemente hormigón o mampostería reforzada (ladrillo o bloque) en los muros de corte.

- Los marcos de hormigón prefabricado se construyen principalmente a partir de componentes de grado industrial y constan de columnas y vigas.

- Debido a que depende de cómo se ensambla la estructura, el comportamiento del edificio durante los eventos sísmicos puede ser muy errático y, en ocasiones, defectuoso.

- Estos edificios sufren los mismos tipos de daños que las construcciones de hormigón con muros de corte (C2, Edificios con muros de corte de hormigón).

- Las conexiones con piezas prefabricadas que están mal planificadas pueden no funcionar.

- Una superficie de apoyo inadecuada y conexiones suelo-columna pueden provocar la pérdida del apoyo vertical;

- También puede producirse corrosión de los conectores metálicos entre piezas prefabricadas.

**m) RM1: Edificios de albañilería reforzada con diafragma flexible; y RM2: Edificios de albañilería reforzada con diafragma rígido.**

- Para construir los muros se utilizan ladrillos o bloques de hormigón, y su espesor típico es de entre 20 y 30 cm.

- Para determinar si los diafragmas son rígidos o flexibles, es necesario realizar una investigación interna.
- El sistema de suelo más popular está compuesto de hormigón prefabricado, acero ligero y madera.
- Si se fortifican adecuadamente, estas estructuras resisten bien a terremotos leves.
- Los muros no reforzados, que son propensos a fallar, pueden ser consecuencia de procedimientos de construcción deficientes.

**n) URM: Edificaciones con muros de albañilería no reforzada.**

- Estas estructuras con frecuencia combinan los componentes de mampostería con un mortero de cal débil.
- Un elemento arquitectónico que con frecuencia indica la antigüedad de un edificio son sus arcos de ladrillo.
- También se utilizan dinteles de piedra y acero. Los tirantes de cabeza suelen ser visibles en la superficie de la pared de mampostería no reforzada.
- Este tipo de construcción tiene un rendimiento deficiente porque las paredes no están aseguradas al techo y los pisos, el mortero es débil y los espacios entre las aberturas de las ventanas son pequeños.

**Instrumento de recolección de datos**

Para determinar la pertinencia de un instrumento este debe registrar datos que representan con certeza las definiciones o las variables que el autor tenga en mente (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198). Los instrumentos que se deben utilizar en esta situación son el cuestionario y los instrumentos de medición de la encuesta correspondiente.

**Validez**

Esto determina en que magnitud y media un instrumento mide de manera real una variable (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 198). Tres ingenieros registrados evaluaron y

firmaron el cuestionario de la encuesta, dando fe de su idoneidad para recopilar la información necesaria para cumplir los objetivos.

### **2.5. Aspectos éticos**

Según (Hernandez y Mendoza, 2018)., el campo de estudio de la ética es la moral. El investigador responsable del estudio está capacitado para asegurar la autenticidad de los resultados, sin realizar ningún cambio en la información que será posteriormente evaluada y analizada. Además, se cuenta con la presencia de un profesional calificado que supervisa la investigación (p.90).

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Según las metodologías ya descritas en los apartados anteriores, se analizará la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024

#### OE 1: Recopilar información de las autoconstrucciones

En relación al objetivo específico 1, recopilar información de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, barranca 2024. Se desarrollan cuadros resumen de datos recopilados en las viviendas como se muestra en la tabla 6 y 7 a continuación.

**Tabla 6**

*Matriz Nro. 01 para recolectar información de las viviendas y usuario*

MATRIZ N°01 - FICHA DE DATOS GENERALES					
FICHA:			FECHA:		
DATOS GENERALES					
Vivienda N°					
Dirección					
Familia					
Habitantes					
Asesoría para la construcción de su vivienda			SI		NO
En caso de que la respuesta sea "SI" especificar:					
Antigüedad					
Etapas de ejecución					
Niveles Construidos					
Niveles proyectados					
Fallas encontradas					
Estado de la edificación					
Observaciones a destacar					
DATOS TECNICOS					
Cimentaciones				Observaciones	
Zapata		Cimiento corrido			
Profundidad (m)		Profundidad (m)			
Area (m <sup>2</sup> )		Area (m <sup>2</sup> )			
Muros				Observaciones	
Material de Ladrillo					
Tipo de Ladrillo					
Dimensiones (cm)					
Juntas					
Columnas				Observaciones	
Dimensiones (cm)					
Losa					
Tipo					
Espesor (cm)					
Viga					
Tipo					
Dimensiones (cm)					
Tipo de Suelo					
S0 ( ) S1 ( ) S2 ( ) S3 ( ) S4 ( )					

*Nota.* Se aprecia en la tabla la matriz 01 – utilizada para recolectar información técnica y general de las viviendas autoconstruidas en Paramonga, centrándose en aspectos estructurales críticos como cimentaciones, muros, columnas, vigas, losas y el tipo de suelo. Se evaluaron las cimentaciones en términos de profundidad y material, los muros en relación a su grosor y capacidad para resistir fuerzas laterales, y las columnas y vigas en cuanto a su diseño estructural y resistencia. Además, se analizó el tipo de losa utilizada y su capacidad para soportar cargas sísmicas, así como la influencia del tipo de suelo, crucial para determinar la respuesta ante un evento sísmico. Estos datos permiten un análisis detallado de la vulnerabilidad estructural de las viviendas, alineado con los objetivos de la investigación, para modelar su comportamiento sísmico y estimar su nivel de riesgo.

### Tabla 7

*Matriz Nro. 02 para recolectar datos planimétricos de las viviendas*

MATRIZ N°02 - RECOLECCION DE DATOS PLANIMETRICOS PARA CROQUIS				
DATOS GENERALES				
Vivienda N°				
Numero de Columnas				
Columnas Homogeneas	SI		NO	
	Cant			
Vigas homogeneas	SI		NO	
Vigas peraltadas	SI		NO	
	Cant			
<b>CROQUIS</b>				

*Nota.* Se aprecia en la tabla la matriz 02 – Ficha de Recolección de datos Planimétricos para Croquis de las viviendas autoconstruidas en Paramonga, con un enfoque en la evaluación de elementos estructurales clave como la cantidad y disposición de columnas, vigas y vigas peraltadas. Esta información permite analizar la distribución y continuidad de estos componentes en cada vivienda, fundamentales para asegurar la estabilidad estructural frente a cargas sísmicas. La presencia de vigas peraltadas también se demostró, ya que su función es clave para mejorar la rigidez y resistencia de la estructura. Estos datos son esenciales para modelar el comportamiento sísmico de las viviendas y evaluar su vulnerabilidad, en línea con los objetivos de la investigación.

A continuación, se presentan los resultados tras la recopilación de información de cinco viviendas derivando en un cuadro resumen como en la Tabla 6 y el desarrollo de planimetría con la información obtenida como se ve en la Figura 13.

### **Tabla 8**

*Cuadro resumen de viviendas analizadas*

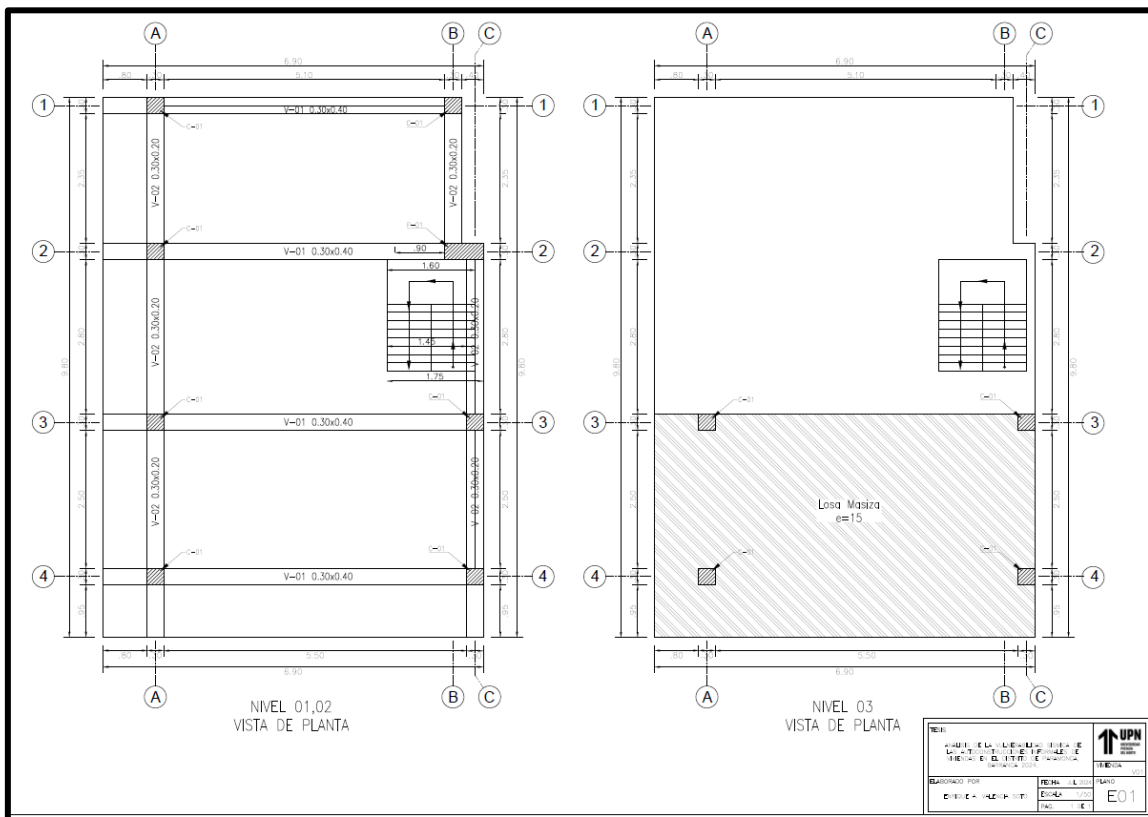
<b>VIVIENDAS ANALIZADAS</b>	5
<b>UBICACIÓN</b>	URB. SAN PATRICIO – DIST. PARAMONGA – PROV. BARRANCA
<b>ITEMS</b>	<b>DATOS RECOLECTADOS</b>
<b>EJECUCIÓN</b>	1 ETAPA 2 ETAPAS O MAS
<b>ASESORÍA</b>	MAESTRO DE OBRA
<b>MATERIALES</b>	CONCRETO ACERO MURO DE ALBAÑILERIA (LADRILLO)
<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>	COLUMNAS VIGAS LOSA ALIGERADAS LOSA MACIZAS ESCALERA
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	DUAL PORTICOS

*Nota.* Se aprecia en la tabla el cuadro de resumen de las 05 viviendas analizadas en el cual es una información de las personas entrevistadas sobre los datos estructurales de sus viviendas. Estos indican que la ejecución fue desarrollada en 1 o más etapas, mediante

una asesoría netamente de Maestro de Obra empírico, los materiales empleados fueron concreto, acero y muros de albañilería (ladrillos), contemplando elementos estructurales como columnas, vigas, losas aligeradas, losas macizas, escalera; finalmente los sistemas estructurales empleados fueron el sistema Dual y sistema de Pórticos

**Figura 13**

*Planos análisis de vulnerabilidad sísmica.*



*Nota.* Se aprecia en la figura el plano elaborado para la vivienda 01 (V01), revela la distribución detallada de los principales elementos estructurales, como vigas, columnas, las aligeradas, las macizas y escaleras. Este plano es fundamental para entender cómo cada uno de estos componentes está organizado dentro de la vivienda, lo que influye directamente en su capacidad para resistir cargas sísmicas. La correcta disposición y diseño de las vigas y columnas refuerza la estabilidad general de la estructura, mientras que la presencia de las aligeradas y macizas se considera clave para la distribución de cargas verticales y horizontales. Las escaleras, por su parte, deben ser evaluadas en cuanto

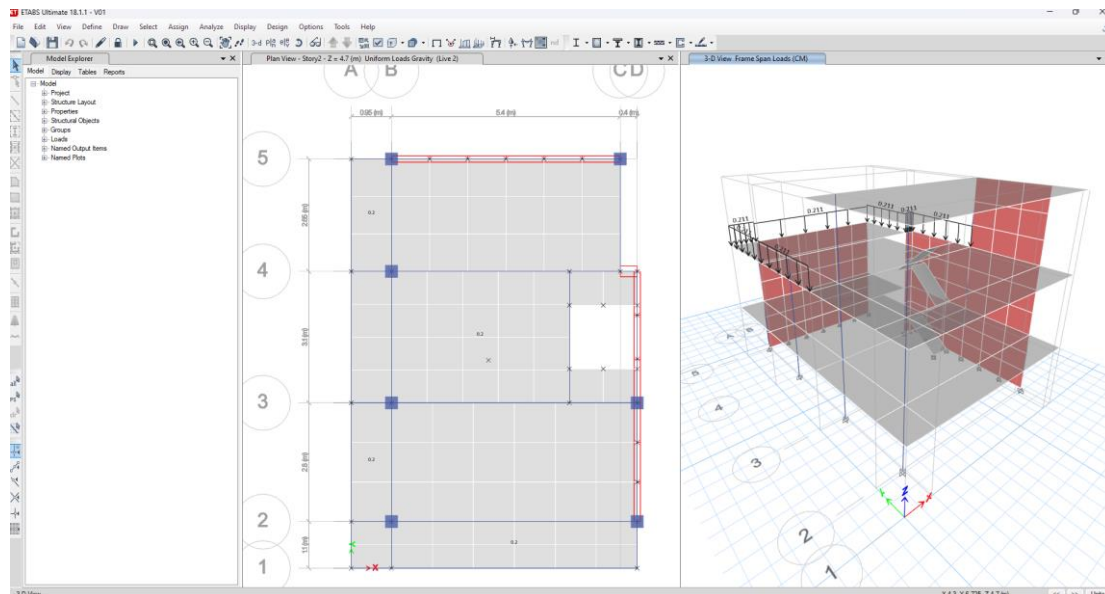
a su capacidad para no generar concentraciones de esfuerzos en puntos críticos. Este análisis detallado permite evaluar la efectividad del diseño estructural y contribuir al modelamiento sísmico para determinar la vulnerabilidad de la vivienda, tal como lo plantean.

## OE 2: Analizar el comportamiento sísmico

En relación al objetivo específico 2, analizar el comportamiento sísmico de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024. Se modela la vivienda con el código V01 en el software ETABS18 que nos permite tener una representación digital de la vivienda como como se ve en la Figura 14 y posterior a ello se da la corrida del modelo que permitirá conocer las vulnerabilidades en el modelo.

**Figura 14**

*Modelamiento de la vivienda de código V01 en ETABS18*

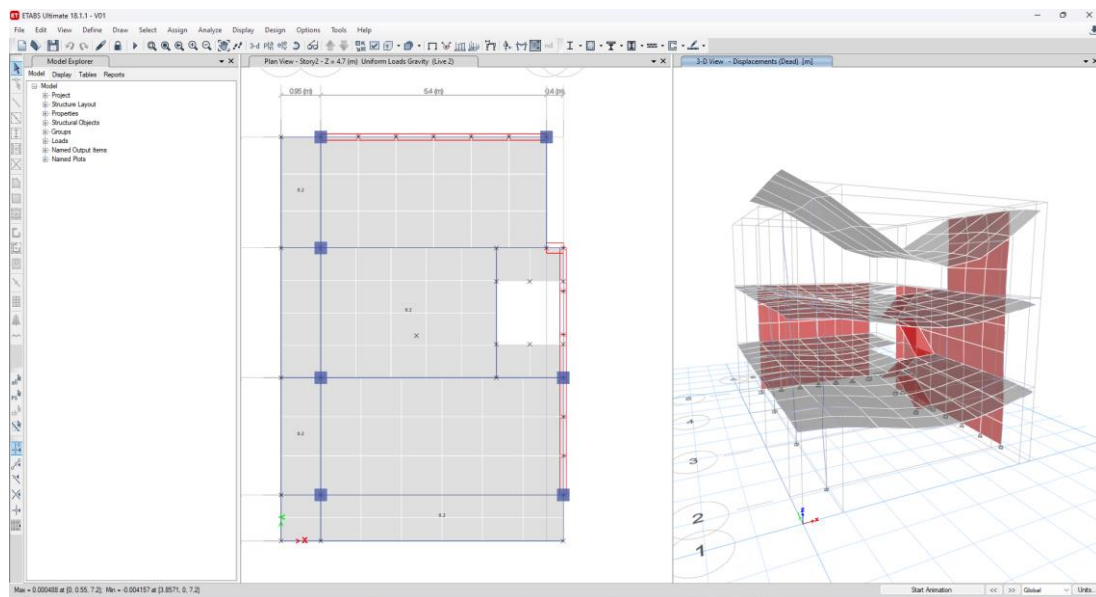


*Nota.* Se aprecia en la figura el plano elaborado para la vivienda 01 (V01), presenta una representación detallada basada en la información recolectada y los planos elaborados previamente. En el modelado se visualizan claramente los muros portantes, las aligeradas, vigas, columnas y escaleras, así como todos los elementos estructurales que componen la vivienda. Este modelamiento es esencial para evaluar el

comportamiento estructural de la vivienda ante cargas sísmicas, ya que permite simular cómo los elementos estructurales trabajan juntos para resistir dichas fuerzas. Los muros portantes y columnas juegan un papel crucial en la estabilidad de la edificación, mientras que las vigas y las aligeradas contribuyen a la adecuada distribución de cargas. El modelado proporciona una base técnica sólida para realizar el análisis sísmico y determinar el grado de vulnerabilidad de la vida.

### Figura 15

*Corrida del modelo de V01*



*Nota.* La figura representa la corrida del modelo estructural, ofrece una visión crítica de la respuesta del sistema ante condiciones de carga, destacando las posibles fallas en los elementos estructurales, incluyendo losas y muros. Esta representación es fundamental para identificar las áreas de debilidad dentro de la edificación, permitiendo una evaluación detallada de su comportamiento sísmico.

Tras la corrida del modelo en el software ETABS18 conocemos los resultados sobre el análisis dinámico de la vivienda. Como es el caso de la cortante basal como se ve en la Tabla 7, además podemos conocer la participación modal dinámica como se

aprecia en la tabla 8 y en la tabla 9 se ve la deriva máxima de entrepiso en cada uno de estos casos analizado en el eje X e Y.

**Tabla 9**

*Cortante Basal*

ITEM	CORTANTE BASAL	
	EN X	EN Y
V01	18.58 tonf	15.86 tonf
V02	28.7 tonf	24.5 tonf
V03	22.7 tonf	21.16 tonf
V04	17.12 tonf	16.75 tonf
V05	19.4 tonf	17.6 tonf

*Nota.* La tabla que presenta el cortante basal de cada vivienda proporciona información esencial sobre las fuerzas que actúan en ambas direcciones de las estructuras analizadas. En este sentido, se observa que para la Vivienda 01 (V01), el cortante basal en la dirección X alcanzó 18.58 tonf, mientras que en la dirección Y fue de 15.86 tonf. Para la Vivienda 02 (V02), los valores fueron notablemente mayores, con 28.7 tonf en la dirección X y 24.5 tonf en la dirección Y, lo que sugiere una mayor exigencia estructural en este modelo. La Vivienda 03 (V03) mostró una cortante de 22.7 tonf en la dirección X y 21.16 tonf en la dirección Y, indicando una respuesta equilibrada pero significativa ante cargas sísmicas. Por otro lado, la Vivienda 04 (V04) presentó un comportamiento similar con 17.12 tonf en la dirección X y 16.75 tonf en la dirección Y; así mismo la Vivienda 05 (V05) presentó un comportamiento similar con 19.4 tonf en la dirección X y 17.6 tonf en la dirección Y. Esta información es crucial, ya que permite identificar cómo cada vivienda se comporta frente a fuerzas sísmicas, facilitando la evaluación de su resistencia y vulnerabilidad. Los datos recopilados son fundamentales para determinar si las estructuras cumplen con los requisitos de seguridad necesarios y para proponer mejoras que aumenten su capacidad de resistencia ante eventos sísmicos.

**Tabla 10**
*Participación Modal Dinámica*

ITEM	PARTICIPACIÓN MODAL DINAMICA	
	EN X	EN Y
V01	99.73%	99.80%
V02	99.52%	99.85%
V03	99.80%	99.71%
V04	99.75%	99.64%
V05	99.57%	99.88%

*Nota.* La tabla representa la participación modal dinámica de cada vivienda proporciona un análisis detallado de cómo se distribuye la masa de las estructuras ante cargas dinámicas, lo cual es crucial para evaluar su comportamiento frente a eventos sísmicos. En particular, para la Vivienda 01 (V01), se registró una participación modal dinámica de 99.73% en la dirección X y 99.80% en la dirección Y, lo que indica una alta eficiencia en la distribución de la masa estructural. De manera similar, la Vivienda 02 (V02) mostró una participación de 99.52% en la dirección X y 99.85% en la dirección Y, sugiriendo también una adecuada respuesta a las fuerzas sísmicas. En la Vivienda 03 (V03), la participación fue de 99.80% en la dirección X y 99.71% en la dirección Y, lo que refuerza la consolidación en el comportamiento estructural. La Vivienda 04 (V04) presentó valores de 99.75% en la dirección X y 99.64% en la dirección Y, mientras que la Vivienda 05 (V05) alcanzó 99.57% en la dirección X y 99.88% en la dirección Y. Estos altos porcentajes reflejan que la mayor parte de la masa de cada estructura participa de manera efectiva en la respuesta dinámica, lo que es indicativo de una configuración estructural adecuada que puede contribuir a su estabilidad durante eventos sísmicos. Estos resultados son fundamentales para validar la resistencia de las viviendas analizadas y guiar las recomendaciones para mejorar su desempeño en situaciones de riesgo.

**Tabla 11**
*Deriva Máxima de Entrepiso*

ITEM	DERIVA MAXIMA DE ENTREPISOS	
	EN "X"	EN "Y"
V01	0.0148	0.0101
V02	0.0095	0.0125
V03	0.0088	0.0118
V04	0.0175	0.0162
V05	0.0197	0.0188

*Nota.* La tabla representa la Deriva máxima de entrepisos de cada vivienda. ofrece una evaluación crucial del desplazamiento lateral máximo en el punto más alto de las estructuras, lo que es esencial para determinar su comportamiento ante cargas sísmicas. En el caso de la Vivienda 01 (V01) , la deriva máxima en la dirección X fue de 0.0148 y en la dirección Y de 0.0101 , indicando un desplazamiento relativamente bajo, lo que sugiere una buena rigidez estructural. Por su parte, la Vivienda 02 (V02) presentó una deriva máxima de 0.0095 en la dirección X y 0.0125 en la dirección Y, lo que también apunta a un comportamiento favorable bajo condiciones de carga. En la Vivienda 03 (V03) , las mediciones fueron de 0.0088 en la dirección X y 0.0118 en la dirección Y, reforzando la idea de una estructura bien diseñada y construida. Por el contrario, la Vivienda 04 (V04) mostró derivas más elevadas, con 0.0175 en la dirección X y 0.0162 en la dirección Y, lo que podría indicar una mayor vulnerabilidad estructural que debe ser considerada en el análisis de su resistencia sísmica. Finalmente, la Vivienda 05 (V05) registró los valores más altos, con 0.0197 en la dirección X y 0.0188 en la dirección Y, sugiriendo que esta estructura, a pesar de su diseño, podría estar más expuesta a desplazamientos significativos durante un sismo. Estos resultados son fundamentales para identificar potenciales riesgos en el diseño y construcción de las viviendas, orientando así posibles intervenciones para mejorar su desempeño estructural ante eventos sísmicos.

### OE 3. Estimar el índice de la vulnerabilidad sísmica

Con relación al objetivo 3, estimar el índice de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.

Se presenta los resultados en cuanto a vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo a distintas autoridades como INDECI en la Tabla 10, COSUDE en la Tabla 11 y de acuerdo a FEMA en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Vulnerabilidad Física INDECI*

ITEM	VULNERABILIDAD FÍSICA INDECI
V01	51.25%
V02	53.75%
V03	54.50%
V04	52.00%
V05	54.50%

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados en cuanto a los porcentajes de Vulnerabilidad Física bajo la metodología de INDICE e muestra los índices obtenidos para las viviendas analizadas, revelando la susceptibilidad de cada una a sufrir daños en un evento sísmico. Para la Vivienda 01, el índice de vulnerabilidad física es del 51.25%, lo que indica un riesgo moderado pero considerable. La Vivienda 02 presenta un mayor nivel de vulnerabilidad, alcanzando un 53.75%, mientras que la Vivienda 03 registra el porcentaje más alto, con un 54.50%, lo que señala una mayor propensión al daño. Por otro lado, la Vivienda 04 muestra un índice de 52.00%, y la Vivienda 05 repite el porcentaje de 54.50%, situándose también entre las más vulnerables. Estos resultados reflejan la necesidad de implementar medidas correctivas para reducir el riesgo en estas viviendas autoconstruidas, en particular en aquellas con índices superiores al 50%, que presentan una mayor exposición a posibles colapsos estructurales en caso de sismos.

**Tabla 13**
*Vulnerabilidad Física COSUDE*

ITEM	VULNERABILIDAD FÍSICA COSUDE
V01	50.00%
V02	50.00%
V03	50.00%
V04	50.00%
V05	50.00%

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados en cuanto a los porcentajes de Vulnerabilidad Física bajo la metodología de COSUDE revela que todas las viviendas analizadas muestran un índice de vulnerabilidad uniforme del 50.00%. Este resultado indica que, según esta metodología, las Viviendas 01, 02, 03, 04 y 05 comparten el mismo nivel de susceptibilidad frente a daños estructurales ocasionados por un sismo. Un índice de 50.00% sugiere que estas edificaciones tienen una vulnerabilidad moderada, lo que implica que existe un riesgo significativo de que sufran daños en caso de un evento sísmico, aunque no tan elevado como en otras metodologías de evaluación. Este hallazgo uniforme podría ser reflejo de características estructurales similares en las viviendas o una evaluación estándar bajo los criterios aplicados por COSUDE, lo cual subraya la necesidad de revisar en mayor detalle los aspectos específicos de cada construcción para priorizar intervenciones.

**Tabla 14**
*Vulnerabilidad FEMA*

ITEM	VULNERABILIDAD FEMA
V01	54.55%
V02	59.10%
V03	59.10%
V04	54.55%
V05	54.55%

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados en cuanto a los porcentajes de Vulnerabilidad Física bajo la metodología de FEMA refleja variaciones notables en los niveles de vulnerabilidad de las viviendas evaluadas. Para la Vivienda 01, se obtuvo un 54.55%, lo que indica una vulnerabilidad moderada-alta. En el caso de las Viviendas 02 y 03, el porcentaje fue mayor, con un 59.10%, lo que sugiere una mayor susceptibilidad a daños en caso de un evento sísmico. Las Viviendas 04 y 05 también presentaron un 54.55% de vulnerabilidad. Estos resultados indican que, bajo la metodología FEMA, las viviendas 02 y 03 son las más vulnerables de todas, con una mayor probabilidad de sufrir daños significativos, mientras que las demás muestran una vulnerabilidad ligeramente menor, aunque aún considerable. Estos hallazgos sugieren que, si bien hay similitudes estructurales entre algunas viviendas, existen variaciones críticas que requieren atención particular para la reducción del riesgo sísmico.

Después de presentar los resultados de acuerdo a cada autoridad para evaluar la vulnerabilidad de las viviendas se calcula un promedio de cada resultado por vivienda, obtenemos así la vulnerabilidad medio.

**Tabla 15**

*Vulnerabilidad Subjetiva*

ITEM	VULNERABILIDAD SUBJETIVA	CLASIFICACIÓN
V01	51.93%	Vulnerabilidad Media
V02	54.28%	Vulnerabilidad Media
V03	54.53%	Vulnerabilidad Media
V04	52.18%	Vulnerabilidad Media
V05	53.02%	Vulnerabilidad Media

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados en cuanto a los porcentajes de Vulnerabilidad Subjetiva en el cual se obtuvo para la Vivienda 01 un 51.93% en una clasificación de Vulnerabilidad Media, así mismo para la Vivienda 02 un 54.28% en una

clasificación de Vulnerabilidad Media, por su parte la Vivienda 03 un 54.53% en una clasificación de Vulnerabilidad Media, finalmente la Vivienda 04 un 52.18% en una clasificación de Vulnerabilidad Media, la Vivienda 05 un 53.02% en una clasificación de Vulnerabilidad Media.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1. Discusión**

#### **Discusión 01**

En base a los resultados del objetivo específico 01, en el cual se aprecia, la recopilación de información técnica y general de las autoconstrucciones informales en el distrito de Paramonga, este reveló datos críticos sobre aspectos estructurales como cimentaciones, muros, columnas, vigas, losas y tipo de suelo. Se observó que muchas de estas viviendas fueron construidas en varias etapas, asesoradas únicamente por maestros de obra empíricos, utilizando materiales como concreto, acero y muros de albañilería. Los sistemas estructurales predominantes fueron el sistema dual y el de pórticos. Este análisis se basó en la evaluación de elementos estructurales claves, así como en la disposición de columnas y vigas, lo cual permite modelar el comportamiento sísmico de las viviendas.

En comparación con el estudio de Villalba y González (2020), donde también se realizó una evaluación de la vulnerabilidad sísmica en construcciones informales, nuestros resultados son consistentes en términos de la identificación de deficiencias estructurales en la cimentación y los sistemas de soporte como columnas y vigas. Al igual que en nuestro estudio, se destacó la importancia de realizar un modelamiento sísmico para predecir el riesgo estructural. Además, Jurado y Gutiérrez (2021) identificaron fallas significativas en las vigas del primer piso en viviendas informales, lo que coincide con nuestros hallazgos sobre la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas de Paramonga.

Nuestros resultados concuerdan con los estudios previos, ya que también encontramos que las viviendas autoconstruidas presentan serias vulnerabilidades estructurales debido a la falta de un diseño adecuado y asesoría técnica profesional. Este tipo de edificaciones

es altamente vulnerable a eventos sísmicos, lo que refuerza la necesidad de implementar mejores prácticas constructivas y evaluaciones técnicas, tal como concluyeron Villalba y González (2020), y Jurado y Gutiérrez (2021).

## **Discusión 02**

En base a los resultados del objetivo específico 02, en el cual se aprecia los resultados obtenidos en el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Paramonga revelaron diferencias significativas en la resistencia estructural de cada modelo. La Vivienda 01 (V01) presentó un cortante basal de 18.58 tonf en la dirección X y 15.86 tonf en la dirección Y, mientras que la Vivienda 02 (V02) mostró valores superiores, alcanzando 28.7 tonf y 24.5 tonf, respectivamente. En términos de participación modal dinámica, los valores oscilaron entre el 99.52% y el 99.88%, lo que indica una distribución efectiva de la masa estructural en todas las viviendas. Sin embargo, las derivas máximas de entrepiso revelaron algunas vulnerabilidades, particularmente en las viviendas V04 y V05, que registraron los mayores desplazamientos con 0.0175 y 0.0197 en la dirección X, y 0.0162 y 0.0188 en la dirección Y, respectivamente, lo que sugiere que estas estructuras podrían estar más expuestas a desplazamientos significativos durante un sismo.

Al comparar nuestros resultados con los estudios nacionales, como el de Carpio et al. (2022), observamos coincidencias en las deficiencias estructurales vinculadas con la falta de rigidez y la irregularidad en las alturas. Carpio et al. reportaron que un 84.72% de las viviendas analizadas mostraron una vulnerabilidad significativa debido a deficiencias constructivas, lo cual se alinea con los resultados observados en las viviendas V04 y V05 de nuestro estudio. En un contexto internacional, el estudio de Calle y Salazar (2023) realizado en el pueblo joven Santa Rosa en el distrito del Rímac encontró que la mayoría

de las viviendas autoconstruidas también presentaban un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, con derivas y cortantes basales elevadas, similares a lo que observamos en nuestro análisis de las viviendas más vulnerables en Paramonga.

En conclusión, nuestros resultados son consistentes con los antecedentes tanto nacionales como internacionales, confirmando que las viviendas autoconstruidas en Paramonga presentan vulnerabilidades estructurales similares a las observadas en otros estudios. Las deficiencias en la rigidez y la distribución de muros, así como los altos desplazamientos de entrepiso en algunas viviendas, refuerzan la necesidad de implementar mejoras en el diseño y construcción de estas edificaciones. Estos hallazgos validan la importancia de seguir profundizando en el análisis sísmico y en las soluciones de mitigación para reducir la vulnerabilidad sísmica en zonas de alto riesgo

### **Discusión 03**

En base a los resultados del objetivo específico 03, en el cual se aprecia, el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Paramonga fue evaluado bajo las metodologías de INDECI, COSUDE y FEMA, mostrando variaciones importantes. Bajo la metodología de INDECI, la Vivienda 01 presentó una vulnerabilidad del 51.25%, mientras que la Vivienda 03 alcanzó el nivel más alto con un 54.50%. De manera similar, con la metodología de FEMA, la Vivienda 02 y la Vivienda 03 presentaron los niveles más altos, con un 59.10%, mientras que bajo COSUDE, todas las viviendas obtuvieron un índice uniforme del 50.00%. Al calcular el promedio de las vulnerabilidades obtenidas, la Vivienda 03 mostró la mayor susceptibilidad con un 54.53%, mientras que la Vivienda 01 registró el nivel más bajo con un 51.93%, situando todas las viviendas en un rango de vulnerabilidad media.

Comparando nuestros resultados con los antecedentes nacionales, Sánchez (2023) encontró que, en su estudio en Santa María Alta del Valle de Carapongo, el 50% de las viviendas analizadas presentaban un nivel medio de vulnerabilidad sísmica, lo que coincide con los resultados obtenidos en Paramonga. Bajo la metodología de INDECI, ambos estudios identificaron una vulnerabilidad alta o media-alta en la mayoría de las viviendas evaluadas. A nivel internacional, el estudio de Castillo e Izquierdo (2023) realizado en la zona rural de Tambogrande también encontró que el 40% de las viviendas tenían vulnerabilidad de media a alta, lo cual es coherente con nuestros hallazgos, que revelan una vulnerabilidad media en todas las viviendas estudiadas en Paramonga.

En conclusión, la estimación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en Paramonga es consistente con los resultados obtenidos en estudios tanto nacionales como internacionales. La mayoría de las viviendas presentan una vulnerabilidad media a alta, lo que confirma la necesidad de implementar medidas de refuerzo estructural para mejorar la resistencia sísmica. La similitud en los resultados refuerza la validez de las metodologías empleadas (INDECI, COSUDE y FEMA) y su aplicabilidad en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en distintos contextos geográficos.

## **4.2. Conclusiones**

### **Conclusión 01**

Se concluye en base a los resultados del objetivo específico 01 que la mayoría de estas viviendas fueron construidas en múltiples etapas, asesoradas principalmente por maestros de obra empíricos. Se identificó el uso predominante de materiales como concreto, acero y muros de albañilería, con sistemas estructurales duales y de pórticos. El análisis mostró que los elementos estructurales más críticos incluyen cimentaciones, muros, columnas y

vigas, lo que resalta la necesidad de mejorar las prácticas constructivas y la evaluación de los materiales empleados para garantizar una mayor resistencia sísmica en estas viviendas.

## **Conclusión 02**

Se concluye en base a los resultados del objetivo específico 02 que el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas mostró diferencias considerables en la resistencia estructural. La Vivienda 01 (V01) registró un cortante basal de 18.58 tonf en la dirección X y 15.86 tonf en la dirección Y, mientras que la Vivienda 02 (V02) presentó valores superiores de 28.7 tonf y 24.5 tonf, respectivamente. La participación modal dinámica fue elevada en todas las viviendas, con valores entre 99.52% y 99.88%, lo que refleja una distribución efectiva de la masa estructural. Sin embargo, las derivas máximas de entrepiso mostraron que las viviendas V04 y V05 son más vulnerables, con desplazamientos máximos de 0.0175 y 0.0197 en la dirección X, y 0.0162 y 0.0188 en la dirección Y, lo que indica una mayor exposición a daños estructurales en caso de sismos.

## **Conclusión 03**

Se concluye en base a los resultados del objetivo específico 03, que la evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas mostró variaciones notables según las metodologías aplicadas. Bajo el enfoque de INDECI, la Vivienda 01 presentó una vulnerabilidad del 51.25%, mientras que la Vivienda 03 alcanzó el nivel más alto con un 54.50%. En la metodología de FEMA, la Vivienda 02 y la Vivienda 03 presentaron los niveles más altos, con un 59.10%, y bajo COSUDE, todas las viviendas mostraron un índice uniforme del 50.00%. El promedio general situó a la Vivienda 03 como la más vulnerable con un 54.53%, y a la Vivienda 01 como la menos vulnerable

con un 51.93%, ubicando a todas las viviendas en un rango de vulnerabilidad sísmica media.

### **4.3. Recomendaciones**

Se recomienda implementar programas de capacitación para maestros de obra empíricos, orientados hacia el uso adecuado de técnicas constructivas y materiales más eficientes, como concreto reforzado y sistemas de aislamiento sísmico. Además, sería beneficioso promover la adopción de sistemas estructurales avanzados que incrementen la estabilidad ante eventos sísmicos, como el uso de refuerzos en las columnas y vigas.

Se recomienda reforzar las estructuras de las viviendas con cortante basal más bajo y derivas máximas elevadas, como las V04 y V05, mediante la incorporación de sistemas de amortiguamiento sísmico o refuerzos adicionales en las columnas vigas.,

Se recomienda a futuras investigaciones explorar la influencia del uso de sistemas de base aislada para reducir desplazamientos en viviendas autoconstruidas, así como analizar la viabilidad de soluciones de construcción modular en áreas de alta sismicidad para mejorar la estabilidad estructural y la seguridad de las viviendas

Se recomienda a futuras investigaciones centrarse en comparar el impacto de diferentes técnicas de refuerzo en la reducción de vulnerabilidad, así como en realizar un análisis más profundo de la influencia del entorno y las características del terreno en la vulnerabilidad sísmica de estas construcciones

## REFERENCIAS

- (FEMA 356). (2000). *FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY*.  
PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC  
REHABILITATION OF BUILDINGS: <https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
- Bravo, J. (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica derivado de la autoconstrucción en la asociación de vivienda villa salud, San Martín de Porres 2021. [Tesis de grado - Universidad César Vallejo].  
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12692/100518>
- Bungacho, J. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicado en el sur del Quito - Ecuador. *Escuela Politécnica Nacional de Ecuador*.  
<https://doi.org/https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22639>
- Calle, S., & Salazar, J. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el pueblo Joven Santa Rosa en el distrito del Rímac. [Tesis de grado - Pontifice Universidad Católica del Perú].  
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12404/26595>
- Carpio, F., Vera, B., & Mejia, E. (2022). ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA – PERÚ, 2022. *Sostenibilidad y Salud en América Latina*, 52-64. <https://doi.org/https://www.rilco.org/wp-content/uploads/2023/02/Sostenibilidad-y-Salud-en-America-Latina.pdf#page=52>
- Carrillo, J. (2007). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS UTILIZANDO UN DISEÑO POR DESEMPEÑO.

*Universidad Militar Nueva Granada,* 1-12.

<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v75n155/a09v75n155.pdf>

Castillo, H., & Izquierdo, G. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas autoconstruidas en el Centro Poblado San Martín, Tambogrande-Piura 2023. [Tesis de grado - Universidad César Vallejo].  
<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130607>

Desastres, R. I. (2021). Impacto de futuros tsunamis de la fosa de Java en el bienestar de los hogares: fusionando geofísica y economía a través de modelos de catástrofes. *Revista Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres*, 61, e102291.  
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420921002570>

GUTIERREZ, L. Y. (2018). 9.

Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Jurado, J., & Gutierrez, J. (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar – San Juan de Lurigancho – 2021. [Tesis de grado - Universidad César Vallejo].  
<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90953>

LA NORMA TÉCNICA E.030. (24 de Enero de 2016). *LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:  
<https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>

Li, F., Yigitcanlar, T., & Nepal, M. (2023). Integración del aprendizaje automático y la teledetección para aprovechar la sostenibilidad urbana: una revisión y un marco.

- Ciudades y sociedad sostenibles*, 96, e104653.  
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670723002640>
- Makridakis, S., Hyndman, R., & Petropoulos, F. (2020). Previsión en entornos sociales: el estado del arte. *Revista internacional de previsión*, 36(1), 15-28.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.05.011>
- Oliveira, P. (2019). Home Disasters and Neoliberalism Chapter. *Disasters and Neoliberalism*. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-54902-2\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-54902-2_4)
- Otañez, H. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en estructuras del barrio “Dávalos”, Parroquia Velazco, Cantón Riobamba - Ecuador. *Universidad Internacional SEK*.  
<https://doi.org/https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5049>
- Peralta , R. (04 de October de 2022). Lesson of Hope: A Case Study on Self-built Homes in the Informal Neighborhoods of Tijuana. *Informality and the City*, 275-287.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-99926-1\\_19](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-99926-1_19)
- Romero , J., Flores , D., & Nizama , J. (2023). *Self-Built Houses in a Peruvian Andean City: Seismic Vulnerability and Seismic Behavior*. U continental.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/13787>
- Salcedo , E., Escobar , A., & More , S. (2024). The Influence Of Informal Residential Constructions On The Urban Image Of A Sector In Northern Peru. *Migration Letters*, 21(4). <https://migrationletters.com/index.php/ml/article/view/7280>
- Sanchez, L. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en la autoconstrucción de viviendas en Santa María Alta de Huachipa del Valle de Carapongo. [*Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte*]. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/11537/35197>

- Soria, L., & Quilumba, D. (2022). Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de un sector del barrio la esperanza al norte de la Ciudad de Quito, Provincia de Pichincha, de la parroquia: Ponceano, Quito- Ecuador. *Universidad Internacional SEK*. <https://doi.org/http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5048>
- SULCA-HUAMAN, J., & DELGADILLO, R. M. (2022). Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones mediante funciones de vulnerabilidad en la ciudad de Ayacucho - Perú. *SCielo*. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132022000200021&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132022000200021&script=sci_abstract)
- Villalba, M., & González, M. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para un sector de la comuna 2 del municipio de Dosquebradas-Risaralda-Colombia. *Universidad Militar de Nueva Granada*. <https://doi.org/https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37969>

## ANEXOS

### Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
¿Cuál será el análisis la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?	Analizar la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.	Existe vulnerabilidad sísmica en las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024.	Vulnerabilidad Sísmica	Comportamiento Sísmico	Modelamiento estructural	Software especializado	Enfoque
							Cuantitativo
							Tipo
							Aplicado
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLES INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES		Diseño
¿Cuál será la información de viviendas realizadas por autoconstrucción en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?	Recopilar información de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024	La información de las autoconstrucciones informales de viviendas presenta carencias constructivas y estructurales. en el distrito de Paramonga, Barranca 2024		Datos Generales	Información General de las viviendas	Recolección de datos	No - experimental
¿Cuál será el análisis el comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?	Analizar el comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal en el distrito de Paramonga, Barranca 2024	El comportamiento sísmico de cada vivienda de autoconstrucción informal será crítico en el distrito de Paramonga, Barranca 2024	Viviendas informales Autoconstruidas	Planimetría de viviendas autoconstruidas	Planos estructurales de las viviendas	Recolección de información	Nivel Transaccional
¿Cuál será el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024?	Estimar el índice de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Paramonga, Barranca 2024	El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas será muy alto en el distrito de Paramonga, Barranca 2024		Nivel de Riesgo	Análisis según INDECI	Ficha Análisis de Indeci	


## Matriz de operacionalización de variables

	Definición conceptual	Definición Operacional	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Dependiente	<p>La vulnerabilidad sísmica, en el contexto de este estudio, representa la medida en que las autoconstrucciones informales de viviendas en el Distrito de Paramonga son propensas a sufrir daños sustanciales durante eventos sísmicos. Este concepto abarca la fragilidad intrínseca de las estructuras, la calidad de los materiales utilizados en la construcción, la idoneidad del diseño estructural y la capacidad general de resistir las fuerzas generadas por un sismo. En esencia, la vulnerabilidad sísmica refleja la susceptibilidad de estas construcciones a los impactos negativos de los movimientos telúricos, abordando tanto aspectos físicos como estructurales.</p>	<p>Para medir la vulnerabilidad sísmica, se empleará un enfoque operacional que comprende diversos indicadores cuantificables. Esto incluye un análisis estructural detallado para evaluar la capacidad de carga y resistencia de las estructuras, la inspección de los materiales de construcción utilizados y su capacidad para resistir movimientos sísmicos, la revisión de los planos y diseño estructural de las construcciones para determinar su adecuación sísmica, y la consideración de la ubicación geográfica en relación con las zonas sísmicas y el tipo de suelo. Cada indicador será evaluado en una escala cuantitativa, asignando puntajes que reflejen el nivel de vulnerabilidad en cada aspecto. La suma de estos puntajes proporcionará un índice total de vulnerabilidad sísmica para cada autoconstrucción informal, facilitando la clasificación y comparación de la susceptibilidad de estas viviendas a los riesgos sísmicos.</p>	Comportamiento Sísmico	Modelamiento estructural	Software especializado
			DIMENSIONES	INDICADORES	
			Datos Generales	Información General de las viviendas	Recolección de datos
Independiente	<p>La variable "Viviendas Informales Autoconstruidas" se refiere a las unidades habitacionales presentes en el Distrito de Paramonga que han sido erigidas sin la intervención formal de arquitectos o ingenieros, siendo el resultado de la iniciativa de los propios residentes. Estas viviendas, caracterizadas por la falta de un diseño estructural planificado, se construyen comúnmente con materiales fácilmente disponibles y pueden carecer de los estándares de seguridad y resistencia necesarios, lo que aumenta su vulnerabilidad frente a eventos sísmicos.</p>	<p>Para operacionalizar la variable "Viviendas Informales Autoconstruidas", se utilizarán criterios específicos que permitan identificar y clasificar estas construcciones. Se evaluará el proceso de construcción, verificando si la iniciativa provino principalmente de los residentes, y se analizarán los materiales utilizados, destacando su disponibilidad y capacidad estructural. La planificación estructural también será un factor clave, examinando la presencia o ausencia de un diseño estructural formal y la participación de profesionales en la planificación de la construcción.</p>	Planimetría de viviendas autoconstruidas	Planos estructurales de las viviendas	Recolección de información
			Nivel de Riesgo	Análisis según INDECI	Ficha Análisis de Indeci

## Matriz para evaluación de expertos 01

<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>			
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUCCIONES EN LA URB. SAN PATRICIO DISTRITO DE PARAMONGA, BARRANCA 2024		
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Evolución, desarrollo y comprobación de os sistemas de construcción en el Perú.		
<b>APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO</b>	Lucio Quispe Sulca		
<b>PROFESIÓN</b>	Ingeniero Civil	<b>CIP</b>	214371
<b>EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PERTENECE A LA VARIABLE:</b>	Vulnerabilidad		

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medicion presenta el diseño adecuado?	<b>X</b>		
2	¿El instrumento de recoleccion de datos tiene relacion con el titulo de investigacion?	<b>X</b>		
3	¿En el instrumento de recoleccion de datos se mencionan las variables de investigacion?	<b>X</b>		
4	¿El instrumento de recoleccion de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigacion?	<b>X</b>		
5	¿El instrumento de recoleccion de datos se relaciona con las variables de estudio?	<b>X</b>		
6	¿La redaccion de la preguntas tiene un sentido coherente?	<b>X</b>		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medicion se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	<b>X</b>		
8	¿El diseño del instrumento de medicion facilitara el analisis y procesamiento de datos?	<b>X</b>		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medicion?	<b>X</b>		
10	¿El instrumento de medicion sera accesible a la poblacion sujeto de estudio?	<b>X</b>		
11	¿El instrumento de medicion es claro, preciso y sencillo de rsponder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	<b>X</b>		


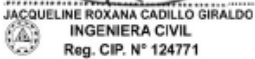
<b>Sugenerencias</b>
<b>Firma del experto</b>
  <b>Lucio Quispe Sulca</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 214371

## Matriz para evaluación de expertos 02

<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>			
TÍTULO DE LA TESIS	VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUCCIONES EN LA URB. SAN PATRICIO DISTRITO DE PARAMONGA, BARRANCA 2024		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Evolución, desarrollo y comprobación de los sistemas de construcción en el Perú.		
APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO	JACQUELINE ROXANA CADILLO GIRALDO		
PROFESIÓN	Ingeniero Civil	CIP	124771
EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PERTENECE A LA VARIABLE:	Vulnerabilidad		

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Sí	No	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias
Firma del experto

JACQUELINE ROXANA CADILLO GIRALDO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 124771