

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES EN ZONA DE  
EXPANSIÓN URBANA CONSTRUIDAS CON ALBAÑILERÍA DE BLOQUES  
DE CONCRETO VIBRADO EN LA LOCALIDAD DE NARANJILLO, DEL  
DISTRITO DE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TESISTA  
DEMETRIO LEVI CRISANTO ESPINOZA**

**ASESOR  
MG. JIM ARTURO RIVERA VIDAL**

**HUÁNUCO – PERÚ  
2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico en primer lugar esta tesis a Dios quien supo llevarme por el buen camino, me dio fuerzas para seguir adelante, me enseñó a no desanimarme ante los problemas que se presentan, y a enfrentar las adversidades sin rendirme y sin perder la dignidad en el intento. Así mismo quisiera agradecer a mis padres, Noe Crisanto Sandoval y Maruja Espinoza Isidro, por darme la oportunidad de vivir y luchar cada día por mí, para si lograr escalar y conseguir un peldaño más en la vida.

A mi amada esposa Susan Esteysi García Castañeda por darme su comprensión y su apoyo emocional Dia a Dia, con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

Por aceptarme ser parte de ella y abrirme las puertas de la ciencia para estudiar mi carrera, así como a los diversos profesores que me brindaron su conocimiento y apoyo para salir adelante día a día.

### **A MIS ASESORES**

Al Ing. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE, por brindarme el asesoramiento durante proceso de la elaboración del proyecto de tesis.

Al Ing. CARLOS VILLANUEVA VILLAR, por su asesoramiento y metodológico durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Jorge Luis Meyzan Briceño, por su asesoramiento y correcciones durante la planeación, elaboración y redacción de la presente investigación”

### **A LA POBLACION DE LA LOCALIDAD DE NARANJILLO**

Por abrirme las puertas de sus viviendas y convertirse parte de mi presente proyecto de elaboración.

## RESUMEN

El presente estudio sobre la vulnerabilidad sísmica de edificaciones con albañilería de bloques de concreto vibrado construidas en zona de expansión urbana en la localidad de Naranjillo en el distrito de Luyando, en la provincia de Leoncio Prado, también aplica la metodología del índice de vulnerabi, así como la observación directa y la ficha de recolección de datos como instrumento.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y un diseño no experimental transeccional. La información fue procesada mediante la metodología presentada por Benedetti y Petrini para obtener un índice de vulnerabilidad y estimar los daños que puedan presentar las viviendas unifamiliares de la localidad de Naranjillo ante un evento sísmico, en los trabajos de campo realizados se obtuvieron resultados que el 94% de las casas son medio o moderadamente vulnerables, y solo un 6% presenta un nivel de vulnerabilidad alto. Así mismo, los niveles de daño se presentaron únicamente para sismos de intensidad fuerte y severa, con daños medios predominantes, y solo una posibilidad de colapso del 12% durante un sismo severo.

Por lo que, con la investigación se pretende elaborar un diagnóstico situacional a nivel estructural de las viviendas en la localidad de Naranjillo para poder determinar la vulnerabilidad sísmica y así nos sirva plantear soluciones o metodologías de evaluación que sean aplicadas por las instituciones encargadas de hacer cumplir las normas vigentes

**Palabras clave: Vulnerabilidad, sismo, daño estructural.**

## SUMMARY

The present seismic vulnerability research work of buildings with vibrated concrete block masonry built in an area of urban expansion in the town of Naranjillo in the district of Luyando, province of Leoncio Prado, applying the methodology of the vulnerability index, as well as direct observation. and the data collection sheet as an instrument. The research had a quantitative approach, a descriptive level and a non-experimental transectional design. The information was processed using the methodology presented by Benedetti and Petrini to obtain the vulnerability index and estimate the damage that single-family homes in the town of Naranjillo may present in the face of a seismic event. In the fieldwork carried out, results were obtained that 94 % of the dwellings present a medium level of vulnerability, and only 6% present a high level of vulnerability. Likewise, damage levels were presented only for earthquakes of strong and severe intensity, with predominant medium damage, and only a 12% possibility of collapse during a severe earthquake.

Therefore, with the investigation, it is intended to elaborate a situational diagnosis at the structural level of the houses in the town of Naranjillo in order to determine the seismic vulnerability and thus serve us to propose solutions or evaluation methodologies that are applied by the institutions in charge of enforcing current regulations

**Keywords: Vulnerability, earthquake, structural damage.**

## INDICE

<b>CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	9
<b>1.1. Fundamentación del problema</b> .....	9
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	11
<b>1.2.1. Problema general</b> .....	11
<b>1.2.1. Problemas específicos</b> .....	12
<b>1.3. Justificación e importancia</b> .....	12
<b>1.4. Limitaciones</b> .....	13
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	13
<b>1.5.1. Hipótesis general</b> .....	13
<b>1.5.2. Hipótesis específicas</b> .....	14
<b>1.6. Variables</b> .....	14
<b>1.6.1. Variable dependiente</b> .....	14
<b>1.6.2. Variable independiente</b> .....	14
<b>1.7. Objetivos de la investigación</b> .....	15
<b>1.7.1. Objetivo general</b> .....	15
<b>1.7.2. Objetivos específicos</b> .....	15
<b>1.8. Definición operacional de variables</b> .....	16
<b>1.8.1. Definición operacional de la variable dependiente;Error! Marcador no definido.</b>	
<b>1.8.2. Definición operacional de la variable independiente;Error! Marcador no definido.</b>	
<b>CAPITULO II. MARCO TEORICO</b> .....	16
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	17
<b>2.1.1. Antecedentes internacionales</b> .....	17
<b>2.1.2. Antecedentes nacionales</b> .....	19
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	21

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica.....	21
2.2.2. Método del índice de vulnerabilidad.....	24
2.2.3. Edificaciones informales .....	28
2.2.4. Alternativas de rehabilitación y de reforzamiento anti – sísmico .....	30
2.3. Bases conceptuales.....	31
2.3.1. Bloque de concreto vibrado .....	31
2.3.2. Sismo .....	31
2.3.3. Peligro sísmico.....	31
2.3.4. Vulnerabilidad .....	31
2.3.5. Vulnerabilidad sísmica.....	31
2.3.6. Riesgo sísmico .....	31
2.3.7. Desastre.....	32
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
3.1. Población .....	33
3.2. Muestra.....	33
3.3. Nivel y tipo de investigación .....	34
3.3.1. Nivel de la investigación.....	34
3.3.2. Tipo de investigación .....	34
3.4. Diseño de la investigación .....	34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.5.1. Fuentes de recolección de datos.....	35
3.5.2. Técnicas de recolección de datos .....	35
3.5.3. Instrumentos de recolección de datos .....	35
3.6. Procesamiento y presentación de datos .....	35
3.7. Validación y confiabilidad de los instrumentos .....	36
3.8. Procedimiento .....	36
3.8.1. Marco situacional .....	36

3.8.2. Trabajo de campo .....	37
3.8.3. Trabajo de gabinete .....	38
3.9. Tabulación y análisis de datos .....	38
3.10. Consideraciones éticas.....	40
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1. Parámetros evaluados .....	41
4.2. Nivel de vulnerabilidad .....	48
4.3. Resultado por objetivo específico .....	51
4.3.1. Parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica.....	51
4.3.2. Grado de vulnerabilidad sísmica en términos de daño .....	52
4.3.3. Incidencia de las fallas por agrietamiento estructural en la vulnerabilidad sísmica.....	58
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
5.1. Contrastación de la hipótesis general .....	60
5.2. Contrastación de las hipótesis específicas .....	60
5.2.1. Hipótesis específica 1 .....	60
5.2.2. Hipótesis específica 2 .....	61
5.2.3. Hipótesis específica 3 .....	62
5.3. Contrastación de antecedentes .....	63
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>



## CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Fundamentación del problema

Los desastres naturales pueden ser de tipo climatológicos, hídricos, meteorológicos y geofísicos; encontrándose en este último caso, los terremotos, movimientos secos de masas, actividad volcánica, etc. En general, estos fenómenos pueden provocar importantes daños materiales y humanos debido a la interacción entre el hombre y la naturaleza. (Statista Research Department, 2019).

Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas - ONU (2020) señala que América Latina y el Caribe son las segundas regiones más vulnerables a los desastres naturales en el mundo; destacando que desde el año 2000 han sido afectados 152 millones de personas se han visto afectadas por 1,205 desastres naturales, entre huracanes, inundaciones, tormentas, incendios, sequías, temperaturas extremas, erupciones volcánicas y terremotos. En relación a los fenómenos telúricos (geofísicos), menciona que, en los últimos 20 años, la zona ha experimentado 75 sismos, con un saldo de 226,000 muertos y 339,000 heridos. Un total de 14 millones de personas se vieron afectadas, causando daños de hasta \$ 54 mil millones.

En adición, la ONU (2020) expone que la región de América Central y del Sur presentan un índice mayor de vulnerabilidad en comparación con El Caribe, debido a su ubicación geográfica dentro de la ruta del llamado “Anillo de Fuego” a lo largo del Océano Pacífico, representado por volcanes activos y frecuentes terremotos cuya actividad sísmica representa el 85% a nivel mundial (Instituto Geográfico Nacional - ING, 2006). En este escenario, países que rodean el océano pacifico como Chile, Ecuador y Perú han sido identificados con zonas de alta sismicidad, en los cuales podrían ocurrir terremotos de alta magnitud que representen peligro en el futuro. En efecto, como referencia de grandes eventos sísmicos se tienen los ocurridos en Arequipa en el año 2001 con magnitud 8.2; Pisco en 2007, con magnitud 8,0; Chile en 2010 y 2015, con magnitudes de 8,3 y 8,8 grados, respectivamente(Rodríguez, 2018).

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), los desastres que ocurren en la región de América Latina; son el resultado de una combinación de dos determinantes de riesgo: el riesgo natural y la vulnerabilidad urbana; puesto que gran parte del territorio se encuentra en zonas de alta amenaza sísmica como ya se

ha mencionado y, por otra parte, el 60% de la región radica en desarrollos informales. Además, también mencionó que una de cada tres familias (60 millones de personas) vive en viviendas inadecuadas o construidas con materiales precarios o sin servicios básicos.

Es preciso mencionar que el desarrollo informal crea un medio de vida que no puede soportar terremotos, fuertes lluvias o inundaciones. Por lo general de los casos, existe una ocupación inadecuada de la tierra, exacerbada por la falta de drenaje y saneamiento. Estas viviendas carecen de estructuras sismorresistentes, y en muchas ciudades la forma caótica en que los invasores definieron la ocupación del suelo hizo que las ambulancias, los rescatistas y las grúas necesitaran el acceso a las carreteras, lo que se vuelve difícil y fundamental para el rescate de sus vidas (BID, 2016). Por tanto, el mayor impacto de la actividad sísmica tiene que ver con la vulnerabilidad de la ubicación de las viviendas de los más pobres.

Estos fenómenos son muy comunes en el Perú, pues de acuerdo a proyecciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), alrededor del 70% de las viviendas construidas en el país son informales, es decir, son construidas por el propietario con la asistencia o aprobación de un supervisor de un maestro de obra o incluso por ayudantes, quienes no aplican los lineamientos contenidos en la mayoría de códigos de construcción (Kuroiwa, 2016).

En consecuencia, las edificaciones no son diseñadas ni construidas de manera profesional mediante métodos y técnicas aceptadas por los códigos de diseño, como el reglamento nacional de edificaciones (RNE) y la norma sismorresistente; por ejemplo, no consideran en su planificación parámetros como la densidad de muros, el refuerzo de columnas de hormigón armado o la distribución de la planta de la casa. Como resultado, las viviendas son altamente vulnerables a los terremotos, situación que se ve agravada por el crecimiento de la población, aún más con el exacerbado crecimiento de la población, la cual ha recurrido a la informalidad de la construcción (Kuroiwa, 2016). En este contexto, cifras del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2017, evidencian una expansión del 50% en las 43 ciudades con más de 50,000 habitantes entre los años 2000 y 2018, provocando un aumento de 93% de viviendas informales (Espinoza, 2020).

En el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, donde se encuentra la localidad de Naranjillo. Los suelos de esta zona se caracteriza por ser altamente propensas a los fenómenos geodinámicos externos, teniendo gran incidencia sobre

los asentamientos poblacionales, las áreas agrícolas e infraestructura vial, lo que demuestra sus diferentes grados de peligrosidad natural (Gobierno Regional de Huánuco, 2014). De hecho, el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional reportó en el año 2020 fuertes vientos en el distrito que causaron daños a las viviendas, como desprendimiento de techos, dejando 8 viviendas afectadas, 9 personas damnificadas, 15 personas afectadas y 4 viviendas inhabitables. Así mismo, la norma 0.30 de Diseño Sismoresistente ubica a la provincia de Leoncio Prado con un peligro sísmico de nivel intermedio, basado en el mapa de zonificación sísmica actual.

Estos eventos y condiciones dejan en evidencia el riesgo al que están expuestas las viviendas informales, ante eventos naturales como los deslizamientos, inundaciones e incluso y con mayor intensidad, sismos. Esto se debe a que muchos de los edificios son altamente vulnerables a los terremotos y están contruidos con materiales frágiles, evitando el uso de estructuras resistentes a los terremotos, los cimientos son inadecuados y se han deteriorado debido al envejecimiento o las renovaciones inadecuadas. (Ruiz et al., 2016).

En este sentido, Ruiz et. al. (2016) Muestra que el daño de los terremotos a los edificios depende básicamente de las características del movimiento sísmico local y la fragilidad de los edificios. Por esta razón, los modelos de estimación de daños por terremotos son de gran importancia para la urbanización para predecir el impacto de futuros terremotos y desarrollar estrategias de mitigación de riesgos. Por lo tanto, una parte importante de tales modelos es una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de los edificios existentes, como pueden ser la metodología de inspección rápida ATC-21 o métodos cualitativos como el llamado índice de vulnerabilidad italiano. En función de esto, la presente investigación pretende evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones con albañilería de bloques de concreto vibrado construidas en zona de expansión urbana en la localidad de Naranjillo del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2021.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál será la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ubicadas en zonas de expansión urbana contruidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en

la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

### **1.2.1. Problemas específicos**

#### **Problema especifica 1**

- ¿Cuáles serán los parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

#### **Problema Especifico 2**

- ¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmica que incide en el daño de las edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

#### **Problema especifico 3**

- ¿Cual será la falla por agrietamiento estructural que inciden en la vulnerabilidad sísmica de edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

### **1.3. Justificación e importancia**

La investigación presenta una justificación metodológica ya que, se basará en procedimientos establecidos según las metodologías ya aceptadas para evaluar la vulnerabilidad sísmica, emplea el procedimiento de recolección y procesamiento de datos propios del método científicos y realiza comparaciones técnicas, de acuerdo a los métodos y parámetros sismorresistente de la normativa NTP E.030.

Por otra parte, la investigación adquiere importancia teórica, puesto que aportará conocimientos sobre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones informales, construidas omitiendo las normas sismorresistentes y sin conocimientos técnicos aplicables, agregando valor a los resultados de futuras investigaciones en contextos similares al estudiado; los cuales representan zonas altamente propensas a eventos naturales, especialmente inundaciones, deslizamientos y sobre todo sismos; condiciones que las convierte en zonas de alto potencial de riesgos, las

cuales deben ser estudiadas con el fin de aportar soluciones que ayuden a mitigar futuros desastres.

Por último, el estudio tiene carácter social puesto que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión en la localidad de Naranjillo, lo cual implica la estimación de los daños y las pérdidas que pueden ocurrir ante la presencia de un sismo severo, con el fin de plantear medidas de mitigación o mejoras; además, proveer información al gobierno regional y la población respecto a la importancia de construir adecuadamente considerando parámetros y técnicas del RNE orientado a una mayor seguridad de la propiedad, y sobre todo, de las familias.

#### **1.4. Limitaciones**

La presente investigación puede limitarse a los siguientes aspectos:

- Limitación conceptual: se limita a evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021
- Limitación espacial: se llevará a cabo en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado y Departamento de Huánuco.
- Limitación temporal: se desarrollará durante el período 2021.
- Limitaciones climatológicas: sujeta a eventos climatológicos como son las precipitaciones de lluvias , dentro de periodo del levantamiento de información para en campo.
- Limitaciones sanitarias: puede verse limitada según las restricciones por tema covid-19, lo cual modifica condiciones sociales, horarios, restricciones sociales, etc.

#### **1.5. Hipótesis**

##### **1.5.1. Hipótesis general**

- En que influye la vulnerabilidad sísmica de edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de layando, provincia de Leoncio Prado – 2021

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

#### **Hipotesis especifica 1**

- ¿En que influyen los parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

#### **Hipótesis Especifico 3**

- ¿En que influye el nivel de vulnerabilidad sísmica que incide en el daño de las edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

#### **Problema especifico 3**

- ¿En que influye la falla por agrietamiento estructural en la vulnerabilidad sísmica de edificaciones ubicadas en las zonas de expansión urbana construidos con albañilería de bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Variable dependiente**

– **Descripción**

Vulnerabilidad sísmica

– **Dimensión**

Índice de vulnerabilidad

– **Indicadores**

Clase de vulnerabilidad ( $S_i$ )

Importancia del parámetro ( $W_i$ )

### **1.6.2. Variable independiente**

– **Descripción:**

Edificaciones de albañilería con bloques de concreto vibrado

– **Dimensión**

Parámetros estructurales

Índice de daño

Falla de agrietamiento estructural

– **Indicadores**

Organización del sistema sismorresistente

Calidad del sistema resistente

Resistencia convencional

Posición del edificio y cimentación

Diafragmas horizontales

Configuración en planta

Configuración en elevación

Separación máxima entre muros

Tipo de Cubierta

Elementos no estructurales

Estado de conservación

Daño ligero

Daño moderado

Daño Severo

Daño total

Agrietamiento de la columna por falla a cortante

Falla del empalme del traslapo

Daño en la conexión viga-columna

**1.7. Objetivos de la investigación**

**1.7.1. Objetivo general**

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021.

**1.7.2. Objetivos específicos**

- Evaluar los parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021.
- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en términos de daño de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de

concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021.

- Determinar la incidencia de las fallas por agrietamiento estructural en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021.

### 1.8. Definición Teórica y operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA/ESCALA
DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE
Vulnerabilidad Sísmica	El grado de pérdida de una parte o grupo de componentes en riesgo, por la posibilidad de un evento catastrófico, expresado en una escala de 0, que indica la ausencia de daño, a 1, representa la pérdida total. Cuyo nivel permite calificar cualitativamente la magnitud de los daños según el índice de vulnerabilidad.	Índice de Vulnerabilidad	- Clase de Vulnerabilidad (Si) - Importancia del Parámetro - Coeficiente de peso (Wi)	- A: 0 - B: 5 - 15 - C: 15 - 25 - D: 45 - Wi: 0.25 - 1.00
INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE
Edificaciones de albañilería con bloques de concreto vibrado	Las edificaciones en zonas de expansión urbana productos de la autoconstrucción conllevan a la ejecución de malas prácticas, como es el mal uso del refuerzo en las columnas, mezclas de mala calidad, cimentaciones incompletas, malas redes eléctricas y de fontanería, construidas sobre vertederos, malas obras en cerros, etc. pueden ocasionar derrumbes y accidentes.	Parámetros Estructurales	1. Organización del sistema resistente 2. Calidad del sistema resistente 3. Resistencia convencional 4. Posición del edificio y cimentación 5. Diafragmas horizontales 6. Configuración en planta 7. Configuración en elevación 8. Separación máxima entre muros 9. Tipo de Cubierta 10. Elementos no estructurales 11. Estado de conservación	1. A razón 2. A Razón - 3. A: $F_s \geq 1.0$ B: $1.0 > F_s \geq 0.6$ C: $0.6 > F_s \geq 0.4$ D: $0.4 > F_s$ 4. A razón 5. A razón 6. $b_1 \geq 0.8$ o $b_2 \leq 0.1$ $0.8 > b_1 \geq 0.6$ o $0.1 < b_2 \leq 0.2$ $0.6 > b_1 \geq 0.4$ o $0.2 < b_2 \leq 0.3$ $0.4 > b_1$ o $0.3 < b_2$ 7. A razón 8. A: $L/S < 15$ B: $15 \leq L/S < 18$ C: $18 \leq L/S < 25$ D: $25 \leq L/S$ 9. A razón 10. A razón 11. A razón
		Índice de daño	- Daño Ligero - Moderado - Severo - Total	- 0- 5 - 5 -25 - 25 - 50 - 50 - 100 o > 100



		Agrietamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrietamiento de la columna por falla a cortante</li> <li>- Falla del empalme del traslape</li> <li>- Daño en la conexión viga-columna</li> </ul>	A razón
--	--	---------------------------	--	---------

## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Armenteros (2018)** desarrolló un trabajo de investigación enfocado en la vulnerabilidad estructural ante desastres naturales, cuyo objetivo principal consistió en plantear diferentes soluciones específicas ante la ocurrencia de estos desastres; realizando análisis de la vulnerabilidad actual y en condiciones futuras en diferentes países; para lo cual consideró las áreas o regiones más afectadas por desastres naturales, frecuencia en los últimos años, factores sociales y económicos, Índice de Desarrollo Humano (IDH). La metodología incluyó un levantamiento detallado de las referencias existentes sobre emergencias, protocolos, tipos de desastres, etc. De diversas fuentes nacionales e internacionales. Se han creado varios mapas para poder correlacionar todos los parámetros que afectan la vulnerabilidad local ante eventos naturales y, posteriormente, efectuó un análisis de factores climáticos. Los resultados mostraron que los países con alto riesgo ante desastres naturales son Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Haití, República Dominicana, Mozambique, Madagascar, Bangladesh y Filipinas. Entre estos, el más vulnerable resultó Mozambique, para el cual se orientaron las propuestas de solución constructivas, las cuales se basan en el uso de madera o de caña de bambú como materiales locales, de forma adecuada y firmemente arriostrados, permiten resistir los vientos fuertes y por otro lado, la configuración del tejado, manteniendo el trazado arquitectónico tradicional prolongándolo hasta el nivel del suelo (proyectado) para expulsar la lluvia y reduce el efecto de succión del viento. Finalmente, se concluye que los peligros naturales se concentran en el margen

tropical del globo, caracterizado por condiciones climáticas similares con la adición de Asia Oriental y América Occidental. Además, los países en desarrollo tienen poblaciones vulnerables en crecimiento, con un rápido crecimiento de la población asociado con el establecimiento de asentamientos no planificados en terrenos inadecuados, lo que los hace más vulnerables a los desastres naturales.

**Garcés (2017)** realizó un estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas unifamiliares de una y dos plantas en el barrio San Judas Tadeo II de Santiago de Cali. El objetivo principal del estudio fue establecer los niveles de vulnerabilidad sísmica en las viviendas antes mencionadas, aplicando las respectivas variables dadas en la norma NSR10, para reducir el riesgo sísmico actual, ante un evento sísmico moderado, salvaguardando la vida y bienes de las personas. Para ello, empleó la metodología de inspección rápida ATC-21, mediante la técnica de la observación, para calificar la vulnerabilidad sísmica a 30 viviendas; en función de lo cual planteó basadas en la norma NSR-10. Los resultados mostraron falta de conceptos estructurales; también se encontró deficiente calda en los materiales, como la mampostería mixta, distintos tipos de ladrillos en un mismo plano sin piezas de unión, barras de acero oxidadas, mal revestimiento de las armaduras, humedades principalmente en fachadas y deterioro de los materiales utilizados en los acabados, estucos, pinturas y yeso. Finalmente, se obtuvo que el 57% de las viviendas presentan un nivel alto de vulnerabilidad, 13% presentan un nivel significativo y 13% un nivel muy alto de vulnerabilidad.

**Alzate (2017)** llevó a cabo un estudio de vulnerabilidad estructural de importantes edificaciones de los Grupos III y IV en la ciudad de Viterbo, Caldas. Para ello, evaluó el estado estructural de cinco grandes edificios; levantó información estructural y arquitectónica según especificaciones técnicas; posteriormente, realizó un modelado en software estructural y la vulnerabilidad de los edificios en estudio de acuerdo con los lineamientos de la norma NSR-10. Finalmente, hemos definido de manera general las medidas de mitigación requeridas para cumplir con los valores mínimos especificados en esta norma para edificios Tipo III y IV dentro del área de impacto, dicha norma para las edificaciones del tipo III y IV del área de influencia. Los resultados mostraron que el 100% de las edificaciones presentan un sistema constructivo de muros que no cumplen con la normativa NSR-10; el 60% de las edificaciones posee irregularidades en planta y en altura, condición que perjudica su comportamiento estructural; el 20% de las edificaciones poseen una

vulnerabilidad alta, en tanto que el 80% presenta vulnerabilidad media; en algunos casos, las edificaciones con cumplen con las condiciones para lo cual fueron diseñadas inicialmente, debido a las actualizaciones que ha experimentado la NSR-10. Finalmente, se concluye de manera general, que todas las edificaciones evaluadas son vulnerables estructuralmente.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Arévalo (2020)** efectuó una evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres. La investigación empleó métodos cualitativos y cuantitativos para el diagnóstico del riesgo y comportamientos sísmico en viviendas construidas de manera informal, aplicándose el estudio a una muestra de siete viviendas caracterizadas por un sistema constructivo de albañilería confinada. La metodología consistió en el levantamiento de campo de características estructurales, arquitectónicas y constructivas mediante fichas de encuestas; estimación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en función de la densidad de muros y muros al volteo de las muestras seleccionadas. Posteriormente, se analizó el comportamiento sísmico mediante software, determinando la fuerza cortante basal y los desplazamientos de acuerdo al RNE. Los resultados determinaron densidad de muros mal distribuidas; problemas constructivos por ausencia de arriostres, tabiquería y muros portantes; se encontró mala calidad de la construcción; asimismo, se identificaron irregularidades en la mayoría de las edificaciones. Se determinó que el 100% de las viviendas presenta vulnerabilidad sísmica alta con peligro sísmico medio y riesgo sísmico alto. Finalmente, se obtuvo que los niveles de desplazamientos en todos los sentidos superan los límites establecidos para una estimación de riesgo sísmico alto, por lo cual se concluye que las viviendas colapsarían en su totalidad ante la ocurrencia de sismo severo.

**Espinoza y Llamocca (2019)** llevaron a cabo una investigación sobre la vulnerabilidad de viviendas informales y sus índices sísmicos en el asentamiento humano Nueva Generación 2000 del distrito de Comas. Para ello, aplicaron un estudio a 13 viviendas informales, el cual consistió en el análisis de características técnicas constructivas relativas al sistema estructural mediante el método del índice de vulnerabilidad sísmica. La recolección de datos fue realizada mediante fichas

técnicas. Los resultados evidenciaron que un elevado número de edificaciones incumplen con la densidad de muros en el sentido transversal a la vivienda, lo cual influyó negativamente en el parámetro de resistencia convencional; asimismo, se determinó que predomina un nivel de vulnerabilidad alto con un 88% de representación del total de las viviendas. Finalmente, se agrega como conclusión general, que el método del índice de vulnerabilidad resultó útil debido a su practicidad y versatilidad de aplicarse a gran escala de la población.

**Santos (2017)** realizó un análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. La investigación se llevó a cabo para 40 viviendas mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica usando tres metodologías: Método Cualitativo – ATC 21, Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y Método de INDECI. Además, se emplearon las normas NTP E.030 de diseño sismorresistente y la NTP E0.80 de diseño y construcción con tierra reforzada, para comparar los límites de deformación interestatal (desviación) de una casa de mampostería y la resistencia final de la pared de una casa de ladrillo, respectivamente; ejecutando el análisis estático. Los resultados mostraron que los elementos estructurales de las viviendas no fueron diseñados correctamente de acuerdo con la NTP E.030, presentando rigidez solo en la dirección “Y” donde las derivas superan el límite de distorsión (0.07), haciéndolas vulnerables sísmicamente. Por otro lado, el 90% de las viviendas autoconstruidas no cuentan con juntas de dilatación sísmica y el 10% que se tienen, se encuentran en mal estado por el material (poliestireno). El 30% de las viviendas presentan precariedad estructural en muros y techos, en el 52% existe debilitamiento de muros y no existe calidad en la construcción. Por otro lado, se determinó que el 54% de las viviendas autoconstruidas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto; el 38% un nivel alto y el 8% un nivel moderado de acuerdo al método INDECI. Para el método ATC-21, el 50% de las viviendas al ser de adobe no se aplicó la plantilla, el 47% presenta un nivel de vulnerabilidad media – alta y un 3% presenta un nivel bajo – medio. En tanto que, por el método colombiano, el 38% de las viviendas presentan una vulnerabilidad alta, el 58% media y un 4% baja. Finalmente, se concluye las viviendas autoconstruidas analizadas en el distrito de Chilca presentan vulnerabilidad sísmica alta y podrían colapsar ante un movimiento sísmico de intensidad V en la escala de Mercalli o de magnitud superior a 5.5 grados en la escala de Richter.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Vulnerabilidad sísmica**

Barbat y Pujades (2004) definen la vulnerabilidad como la medida en que un elemento o grupo de elementos vulnerables se pierde como resultado de un evento potencialmente catastrófico. Se expresa en una escala de 0 sin daño a 1 sin pérdida total. Este puede entenderse como un factor de riesgo interno que corresponde a una predisposición inherente al daño, expresado como la probabilidad de que el sistema comprometido sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza. En otras palabras, se considera vulnerabilidad a la susceptibilidad o predisposición física, económica, política o social de una comunidad a sufrir daños cuando ocurre un evento peligroso de origen natural o humano. (Barbat et al., 2010).

El riesgo es descrito como una evolución del peligro y la vulnerabilidad, entendido como la pérdida potencial esperada del elemento expuesto y expresado como la probabilidad de exceder un nivel dado de las dimensiones social, económica o ambiental en cierto lugar en un determinado momento (Barbat et al., 2010). En el presente contexto de estudio, el riesgo está referido ante un evento sísmico, por tanto, es definido por la Academia Mexicana de Ciencias (2018), como el grado de pérdida o daño esperado en un sistema dado, por acción de un sismo, tomando en cuenta sus probabilidades de ocurrencia.

#### **2.2.1.1. Factores que inciden en la vulnerabilidad sísmica**

Alonso (2014) expone varios factores que tienen incidencia sobre la vulnerabilidad estructural de edificaciones:

- Factores geológicos. Relacionados con el grado de sismicidad de la zona, la dimensión del terreno, las fallas superficiales, características geotécnicas in situ, cimentación, etc.
  - Factores estructurales. Relativos al sistema estructural, característica de materiales, errores de en la distribución de cargas estimadas para la estructura, deficiencias en el diseño estructural, irregularidades en general, detalles deficientes del refuerzo estructural, etc.
  - Factores arquitectónicos. Estos son afines a configuraciones geométricas irregulares en planta y elevación, parámetros urbanísticos, grandes luces y

menos columnas, simetría impropia de elementos de fachada, asimetrías en general, excesos de elementos funcionales como ductos, etc.

- Factores constructivos. Referidos a encofrados inadecuados, mala calidad de materiales de construcción y mano de obra, conexiones defectuosas entre elementos estructurales, tabiques de mampostería, soldaduras, etc. Defectos relacionados al concreto, anclajes defectuosos de elementos, etc.
- Factores socioeconómicos. Uso inadecuado de la edificación, respecto a las condiciones iniciales, empleo de materiales inadecuados ante sismos, ausencia de información y capacitación ante contingencias, bajo nivel de instrucción de la población, viviendas de bajo recursos, inapropiados para zonas de alta sismicidad, ordenanzas en vigor, bajos recursos económicos, deficiencia en la mano de obra profesional, etc.

#### **2.2.1.2. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica**

Galdós y Núñez (2020) establecen la siguiente clasificación para la vulnerabilidad sísmica:

- Vulnerabilidad estructural. Está relacionada con el comportamiento y con los posibles daños que los elementos estructurales pueden experimentar luego de la ocurrencia de un sismo. Los elementos estructurales son los que mantienen parada toda estructura, pues estos son las columnas, las vigas, los muros portantes y los cimientos, los cuales absorben toda la distribución de cargas de diferentes naturalezas (muertas, vivas, ambientales).
- Vulnerabilidad no estructural. Se refiere al tipo de comportamiento que puede presentar elementos no estructurales como son tabiques, ventanas, parapetos, puertas, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones de gas, muebles en general y misceláneos, ante la ocurrencia de un sismo y posterior al mismo; así como también, se refiere a los posibles daños que puedan estos presentar.

#### **2.2.1.3. Metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica**

Barbat y Pujades (2004) mencionan que existen diferentes metodologías para la evaluación del riesgo sísmico de centros urbanos mediante escenarios de daños. Partiendo de una estimación de la amenaza sísmica mediante un estudio de micro

zonificación, con lo cual se aplican luego, matrices o funciones de vulnerabilidad para diversas tipologías estructurales, que relacionan el daño potencial con la severidad del movimiento sísmico esperado. De esta manera, los métodos utilizados pueden clasificarse de forma general en métodos probabilistas y métodos deterministas:

- Métodos probabilistas. En estos, el peligro se determina mediante técnica de teoría de la probabilidad, luego se evalúa la vulnerabilidad por tipo de estructura y se estima el riesgo en términos de daños probables. Dada la dispersión que puede ofrecer este tipo de métodos para evaluar un amplio número de edificaciones, la vulnerabilidad de las estructuras también puede estimarse por métodos deterministas.
- Métodos deterministas. En estos métodos, se establecen uno o más terremotos sin considerar explícitamente, su probabilidad de ocurrencia. Comúnmente, se utiliza el sismo más fuerte conocido que se haya presentado en la región, también llamado máximo sismo histórico. Las etapas son similares a las de los métodos probabilistas y se aplican para evaluar las pérdidas asociadas a un sismo específico, con el objeto de analizar anticipadamente la reducción de daños y plantear un escenario para la planificación de emergencias.

Barbat et al. (2010) señalan que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras de áreas urbanas, puede realizarse de las siguientes maneras.

- Usando variables o descriptores cualitativos. Un descriptor cualitativo clasifica las edificaciones dentro de clases de vulnerabilidad como son baja, media alta, etc. O como A, B, C, etc. y escalas macro sísmicas como, por ejemplo, Richter o Mercalli, utilizando dichas escalas de vulnerabilidad. Tal es el caso de la metodología del FEMA-154 aplicando plantillas ATC-21.
- Mediante índices de vulnerabilidad física. Estos reflejan la calidad sísmica de una edificación y se calculan en función de puntuaciones atribuidas a los parámetros relacionados a la tipología estructural, diseño estructural, y las prácticas de la construcción de las edificaciones. Tal es el método establecido por Benedetti y Petrini en 1984.
- Mediante curvas de capacidad. Estas corresponden a diagramas de esfuerzo - deformación, para el modo de primera respuesta máxima de la estructura. Estas describen razonablemente el comportamiento sísmico estructural, especialmente,

los posibles daños; los cuales son determinados mediante análisis estructural no lineal.

### 2.2.2. Método del índice de vulnerabilidad

Benedetti y Petrini (1984) propusieron este método, el cual consiste en un análisis visual efectuado mediante la opinión de expertos y en donde se evalúan factores estructurales y no estructurales de los daños existentes en una edificación a causa de sismo. Esta metodología puede ser aplicada a sistemas estructurales construidos con albañilería confinada, no confinada y concreto armado; siendo esta, una de las ventajas principales del método. Visto que, este método es aplicable no sólo a diferentes sub- tipologías de edificios, sino también a diferentes calidades estructurales dentro de la misma sub- tipología, diferenciadas por rangos de índices de vulnerabilidad (Barbat & Pujades, 2004).

El método utiliza los datos obtenidos mediante inspección para calificar la calidad del diseño y construcción sismorresistente de los edificios, mediante un coeficiente denominado índice de vulnerabilidad ( $I_V$ ). Se basa en una calificación numérica de once parámetros estructurales preestablecidos por expertos (tabla 1) y calcula a partir de estos valores, el índice de vulnerabilidad (Barbat & Pujades, 2004).

**Tabla 1.** Escala de clasificación de vulnerabilidad física de Benedetti y Petrini

N°	Parámetros	Clase de vulnerabilidad				Peso ( $W_i$ )
		$(S_i)$				
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Benedetti y Petrini (1984).

A partir del levantamiento de campo, a cada parámetro que se muestra en la tabla 1, se le asigna una de las cuatro (4) clases de vulnerabilidad (A, B, C y D); las



cuales se hallan entre el rango de alto grado (A) y bajo grado (D), según la opinión de un experto. Estas clases de vulnerabilidad poseen un valor numérico ( $S_i$ ), que varía entre 0 y 45. De esta manera, se tiene, por ejemplo, si el parámetro número cuatro “posición del edificio y de la fundación” corresponde a una configuración insegura desde la perspectiva sísmica, se le atribuye la clase D y el valor numérico  $S_i = 45$ . Por otro lado, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso ( $W_i$ ), que varía entre 0.25 y 1.5, el cual refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente de la edificación (Benedetti & Petrini, 1984). De tal manera, que el índice de vulnerabilidad es determinado mediante la ecuación 1, de la siguiente manera:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} S_i \times W_i \quad \text{Ec. 1}$$

Donde;

$S_i$ : coeficiente numérico, clase de vulnerabilidad.

$W_i$ : coeficiente numérico, importancia del parámetro

Algunos parámetros se pueden hallar realizando cálculos simples y en otras ocasiones, mediante análisis visual. Una vez aplicada la ecuación, se pueden obtener valores entre 0 y 382.5, quedando a criterio del evaluador el rango para determinar la aplicación de un análisis cuantitativo más detallado (Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, 1994). Entre tanto, diversos autores han relacionado el índice de vulnerabilidad obtenido con una caracterización del mismo, donde en investigaciones como la de Marín (2012), quien desarrollo un estudio en la provincia de Huánuco, enmarca la vulnerabilidad dentro de los rangos mostrados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Nivel de vulnerabilidad

<b>Índice de vulnerabilidad (%)</b>	<b>Nivel de vulnerabilidad</b>
< 15 %	Vulnerabilidad baja
15 % ≤ $I_v$ % ≤ 35%	Vulnerabilidad media
> 35 %	Vulnerabilidad alta

Fuente: Marín (2012)

### 2.2.2.1. Funciones de vulnerabilidad

En estudios a gran escala, la vulnerabilidad sísmica se puede definir mediante funciones de vulnerabilidad y matrices de probabilidad de daño, entre otros. Por su parte, una función de vulnerabilidad definida como una relación matemática que expresa de forma continua, el daño que puede llegar sufrir una estructura cuando es sometida a un evento sísmico de cierto nivel. Por tanto, las funciones de vulnerabilidad se construyen a partir de datos de daño observado o se generan de forma artificial (Maldonado y Chio, 2009).

Las funciones de vulnerabilidad pueden ser observadas o calculadas. Dentro de las observadas se pueden encontrar las propuestas por Benedetti y Petrini, quienes construyeron un modelo basado en los levantamientos de daño y vulnerabilidad para estructuras de hormigón armado y mampostería no reforzada, utilizando los formularios creados por ellos mismos, denominados nivel 1 para daño y nivel 2 para vulnerabilidad (Maldonado y Chio, 2009). Según los autores, para obtener las funciones de vulnerabilidad, se siguen los siguientes pasos:

- Se realiza la evaluación y observación de las estructuras de cada edificación, para determinar el índice de vulnerabilidad y el índice de daño. Se emplean las plantillas y metodología de Benedetti y Petrini.
- Se realiza un análisis estadístico, con lo cual se obtiene una función de vulnerabilidad de tercer grado para estructuras de mampostería y de segundo grado para edificaciones de concreto, estas últimas son sometidas a una intensidad sísmica de grado VII.
- El nivel de daño para un determinado sismo, puede estimarse mediante el análisis probabilístico que aporta curvas continuas que van en un rango de 0 a 100, como se muestra en la figura 1.
- El rango de los valores de índice de vulnerabilidad comprendido entre 0 y 382.5, se normalizan para tener la variación  $0 < I_v < 100$ , con el objetivo de relacionarlos con el índice de daño (figura 1).



**Figura 1.** Forma gráfica de las funciones de vulnerabilidad

Fuente: Maldonado y Chio (2009).

- El índice de vulnerabilidad normalizado se relaciona con el índice de daño obtenido mediante la relación matemática de las rectas con las que se componen las funciones de vulnerabilidad propuestas por Benedetti y Petrini, para mampostería confinada o albañilería confinada, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Ecuaciones de funciones de vulnerabilidad para índices de vulnerabilidad normalizado

<b>I<sub>v</sub> normalizado</b>	<b>Ecuación de la recta</b>
100	Índice de daño= 2842 x (a/g) – 141.36
90	Índice de daño = 2016.3 x (a/g) – 100.62
80	Índice de daño= 1373.3 x (a/g) – 68.705
70	Índice de daño = 891.49 x (a/g) – 44.89
60	Índice de daño = 739.79 x (a/g) - 53.642
50	Índice de daño = 460.70 x (a/g) - 35.961
40	Índice de daño = 360.93 x (a/g) - 37.682
30	Índice de daño = 274.45 x (a/g) - 35.272
20	Índice de daño = 215.51 x (a/g) - 32.912
10	Índice de daño = 172.61 x (a/g) - 29.393
0	Índice de daño = 154.46 x (a/g) - 27.274

Fuente: Benedetti y Petrini (1984).

El índice de daño se expresa en una escala normalizada  $0 < d < 100$  la cual representa el nivel de daño que sufriría una estructura de albañilería confinada cuando esta es sometida a diferentes intensidades de aceleraciones sísmicas. Estos índices de daños se pueden evaluar cualitativamente, según la tabla 4.

**Tabla 4.** Nivel de daño según el índice de daño normalizado

Nivel de daño	Índice de daño (%)	Hasta
Ligero	0 – 5	0.05
Moderado	5 – 25	0.25
Severo	25 – 50	0.50
Total	50 – 100 o > 100	>1.00

Fuente: Maldonado y Chio (2009).

### 2.2.3. Edificaciones informales

Según la Cámara Peruana de la Construcción – COPECO (2018), en el país se presentan dos tipos de edificaciones informales: la primera se denomina “**construcción por autogestión**”, en la cual se contratan personas con conocimientos empíricos más no técnicos, para que se diseñe y construyan la vivienda; la segunda forma es la llamada “autoconstrucción”, la cual es realizada por la propia familia. Independientemente del tipo, una edificación informal conlleva a malas prácticas, como es el mal uso de los metales en las columnas, mala calidad del cemento y mezcla, cimientos defectuosos, malas instalaciones eléctricas y redes sanitarias, construcción sobre rellenos sanitarios, malas construcciones en laderas de los cerros, Etc. Todas estas prácticas pueden ocasionar derrumbes y accidentes. En consecuencia, tarde o temprano la edificación va a presentar desperfectos, ya sea por fallas estructurales o funcionales; además, ante un evento de desastre natural de gran magnitud, el costo social y económico será grande.

#### 2.2.3.1. Luces entre apoyos

En áreas como la arquitectura, la ingeniería y la construcción, se suele denominar luces a la distancia del vano que existe entre dos apoyos dentro del sistema estructural de una vivienda, siendo en la actualidad concebido como la extensión que existe entre los apoyos de los elementos constructivos que suelen ser análogos y que se encuentran sometidos a flexión. Además, esta distancia es relevante para garantizar la resistencia de la estructura, en este sentido, el momento flector de las cargas puntuales va a ser proporcional a las luces y el momento flector de las cargas distribuidas va a ser proporcional al cuadrado de las luces (Vela, 2010).

De acuerdo con Delgado (2014), cuando existen luces con longitudes menores a 5 metros ( $L < 5.00$  m) se puede emplear albañilería confinada, siendo

esto congruente con lo planteado por Salas (2016), quien expone que las estructuras menores son aquellas que poseen luces no mayores a 6 metros ( $L < 6.00$  m) siendo estas las más adecuadas para el proceso constructivo de viviendas, en especial, las de tipo social.

Los procesos constructivos de albañilería confinada, se desarrollan por muros que se construyen con ladrillos sólidos que se pegan con mortero y están rodeados por vigas y columnas de concreto armado, siendo un elemento de vital importancia en la estructura de una vivienda pues estas tienen como fin amarrar los muros para que estos sean a su vez dúctiles, o lo que es mismo, que posean la elasticidad suficiente para evitar que se quiebren ante la presencia de algún movimiento. Dichas columnas se colocan en los extremos de los muros estructurales o portantes, en la intersección de dos muros, así como en lugares intermedios (Aceros Arequipa, 2020). En este sentido, la separación entre las columnas de confinamiento es dos veces la distancia existente entre los elementos horizontales de refuerzo y no deberá ser mayor a los 5 metros (Norma Técnica E 070, 2006). Cuando esta distancia entre las columnas adyacentes es mayor a los 5 metros, se pierde en la parte central del paño la acción de confinamiento, trayendo como consecuencia grietas de tamaños incontrolables. (Aceros Arequipa, 2020).

### 2.2.3.2. Agrietamientos de los elementos de confinamiento

De acuerdo a la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2017), los elementos de confinamiento están representados por las columnas y vigas, las cuales tienen como propósito reforzar los paneles de mampostería no reforzada. Después de un movimiento sísmico, las fallas más comunes que se generan por agrietamiento son: Agrietamiento de la columna por falla a cortante, falla del empalme del traslapo y daño en la conexión viga-columna, calificándose dichas fallas en daños leves, moderados y graves. La tabla 5 muestra las fallas y clasificación de los daños respectivamente.

**Tabla 5.** Nivel de daño según el índice de daño normalizado

Falla	Leve	Moderado	Grave
Agrietamiento de la columna por falla a cortante	Formación en la columna de varias grietas por flexión cerca de la esquina superior del panel	Las grietas por flexión se convierten en grietas de corte en X en una longitud pequeña cercana al extremo de las	Roturas de las columnas de manera severa, desarrollándose en los flejes de las columnas su capacidad, apareciendo algunas fallas localizadas

		columnas, que por lo general es en dos anchos de columna.	Aparecen fisuras en el recubrimiento del concreto con alta probabilidad de que se desprenda el mismo.
		El recubrimiento que protege el acero de refuerzo de esta zona de la columna suele perderse. Pueden aparecer en el panel algunas roturas asociadas.	
Falla del empalme del traslapo	Grietas por flexión en la placa de piso, así como también grietas verticales leves y pequeñas.	Grietas por flexión-tensión al nivel de placa de piso y una rotura de la base.  Grietas longitudinales verticales que propician la pérdida del recubrimiento del concreto en la zona inferior de la columna.	Grietas de importancia la zona inferior de la columna.  Se presenta pérdida del recubrimiento de forma generalizada en las zonas inferiores de la columna.  Se presenta una exposición tanto del núcleo de concreto como del acero, así como del acero de refuerzo en la zona donde se encuentra la falla por traslapo.
Daño en la conexión viga-columna	Grietas pequeñas que poseen forma de X en sus uniones	Grietas generalizadas que poseen forma de X en la unión viga-columna de confinamiento, con un tamaño de grieta por el orden de los 3 mm	Grietas generalizadas que poseen forma de X, con un ancho aproximado de 6 mm, pudiéndose fisurar algún lado de la cubierta  Puede presentarse desprendimiento del concreto de recubrimiento, específicamente en la zona externa a la unión.  Fisuración general de la zona de unión.

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2017)

#### 2.2.4. Alternativas de rehabilitación y de reforzamiento anti – sísmico

Las alternativas de rehabilitación conforman una serie de recomendaciones que buscan disminuir el riesgo sísmico al que está sometido este tipo de edificaciones. Se pretende en lo posible evitar la ocurrencia del colapso de la edificación durante el evento sísmico o en lo posible retardar dicho colapso para permitir la salida de los ocupantes (Yamín et al., 2007). En este sentido, se mencionan algunas estrategias de rehabilitación y/o reforzamientos aplicables a construcciones urbanas de auto construcción:

- Diafragmas rígidos con adecuadas conexiones a muros perimetrales.
- Disminución de la masa de las edificaciones.
- Reforzamiento de muros.

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. Bloque de concreto vibrado**

Elementos modulares premoldeados que para su fabricación se emplea una mezcla de piedra partida, arena, cemento y agua que es depositada en moldes que son vibrados mecánicamente, pudiendo ser fabricado artesanalmente a pie de obra o por procesos industriales, y que pueden ser utilizados en sistemas de albañilería confinada y armada (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

### **2.3.2. Sismo**

Los sismos son fenómenos que representan la disipación de energía interna de la tierra, mediante la ruptura de las capas de la corteza y que se manifiestan como movimientos ondulatorios que pueden llegar a alcanzar magnitudes diversas (INDECI, 2018).

### **2.3.3. Peligro sísmico**

Todo fenómeno físico relacionado con un sismo (sacudimiento del terreno, falla del terreno: falla geológica, licuefacción, expansión lateral, deslizamientos, derrumbes, reptación, etc.), que puede generar efectos adversos en las actividades humanas, por tanto, este término puede ser puramente descriptivo, o evaluado cuantitativamente, dependiendo de la situación (Ocola, 2005).

### **2.3.4. Vulnerabilidad**

Es definida como las condiciones determinadas por los factores o procesos sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una comunidad o ente expuesto al impacto de los peligros (Ocola, 2005).

### **2.3.5. Vulnerabilidad sísmica**

Grado al cual un sistema social o natural es susceptible a sufrir daños por sismos y/o fenómenos asociados (Ocola, 2005).

### **2.3.6. Riesgo sísmico**

Definido como la probabilidad que las consecuencias sociales o económicas de los sismos sean igual o exceda un valor especificado en un sitio, varios sitios, o

en un área, durante un tiempo de exposición especificado. El riesgo es por tanto expresado en términos cuantitativos (Ocola, 2005).

### **2.3.7. Desastre**

El desastre es una interrupción severa o grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad. Causa pérdidas de vidas humanas, materiales, ambientales, culturales, económicas, etc., además del gran sufrimiento humano. La sociedad afectada no puede seguir adelante por sus propios medios, requiere de la ayuda nacional y/o internacional para continuar funcionando (Ocola, 2005).



## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Población

La población representa un conjunto finito o infinito de individuos, objetos o elementos que poseen características en común, sobre las cuales se llevan a cabo observaciones (Palomino et al., 2015).

En el presente trabajo de investigación, la población estará representada por la cantidad de edificaciones construidas con bloquetas de concreto vibrado a ser afectadas en caso de un evento sísmico.

De esta manera, la población de estudio puede estimarse en función de la relación entre población total de la localidad de Naranjillo del distrito de Luyando y la cantidad promedio de habitantes por vivienda, pudiéndose considerar 5 habitantes por familia, según estudios previos realizados por otros autores. Para tales efectos, según el último censo del INEI (2017), el distrito de Luyando representa el 7% de la población de la provincia Leoncio Prado, con un total de 8951 habitantes y una tasa de crecimiento de 1.35%; a partir de ello se tiene que la localidad de Naranjillo está habitada por 686 pobladores.

### 3.2. Muestra

La selección de la muestra se realizará por el método probabilístico de tipo aleatorio simple, partiendo del tamaño de la muestra mediante la aplicación de la ecuación, como se describe a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * (p * q)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * (p * q)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde;

- N = Total de la población representada (686 habitantes o 138 viviendas aproximadamente).
- $Z^2$  = Nivel de confianza (95%=Z=1.96)
- p = Proporción esperada (p = 5%)
- q = 1 – p (q= 1-0.05 = 0.95)
- e = precisión (Límite de error muestral, e= 5%).

Sustituyendo los datos en la ecuación2, se tiene:

$$n = \frac{138 * 1.96 * (0.05 * 0.95)}{0.05^2 * (138 - 1) + 1.96 * (0.05 * 0.95)}$$

$$n = 30 \text{ viviendas}$$

### **3.3. Nivel y tipo de investigación**

#### **3.3.1. Nivel de la investigación**

La investigación tiene un nivel descriptivo; ya que esta se emplea cuando se busca describir las características de los elementos estudiados que comprenden la muestra seleccionada, es decir, de únicamente un grupo seleccionado o no al azar (Hernández et al., 2018). Asimismo, este tipo de investigación recopila información sobre la condición actual del fenómeno estudiado, tal como se presenta (Palomino et al., 2015). Para el presente caso de estudio, el fenómeno corresponde a la vulnerabilidad sísmica que pueden presentar las edificaciones construidas en zona de expansión urbana en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando.

#### **3.3.2. Tipo de investigación**

Carrasco (2017) define la investigación aplicada como aquella que busca proveer una solución a problemas que son prácticos, o que bien busca transformar las condiciones de una realidad de preocupación científica para el investigador. En este sentido, la presente investigación se enfoca en propósitos prácticos para proponer estrategias de mitigación de daños que pueden materializarse ante la ocurrencia de un sismo, mediante la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño no experimental de la presente investigación, es definido por Carrasco (2017) como aquel en el que las variables independientes no se manipulan intencionadamente, ni presentan grupo de control ni experimental; se orienta en el análisis y estudio de los eventos y fenómenos de la realidad luego de que se presenten. A su vez, es de tipo transeccional, puesto que la recolección de datos se emplea en un solo momento y su finalidad es la describir variables para analizar su incidencia y correlación en un momento determinado (Hernández et al., 2014).

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Fuentes de recolección de datos**

Las fuentes de recolección de datos serán las primarias, correspondientes a los datos directos de campo a partir de la observación y de entrevistas no estructuradas. Por otro lado, las fuentes secundarias, entre las cuales se emplearán las documentales como la normativa aplicable, informes municipales, planos etc.

##### **3.5.1.1 Observación directa**

Porque nos permitió observar y describir las características de forma, estructura de las edificaciones construidas la albañilería con bloques de concreto vibrado en la ciudad de Naranjillo .

Observación de pruebas de estudios de suelos, análisis del expediente técnico.

#### **3.5.2. Técnicas de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos principal, será la observación directa. Puesto que esta técnica permite observar de manera cautelosa y detallista un fenómeno, un evento o una situación, con la finalidad de obtener información y registrarla para su posterior análisis (Palomino, et al., 2015).

#### **3.5.3. Instrumentos de recolección de datos**

Arias (2012) describe los instrumentos de recolección de datos, como los objetos materiales aplicados para recopilar y registrar datos. De esta manera, se empleará la ficha de recolección de datos establecida por la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini (anexo 2 y 3), para levantar los parámetros de las edificaciones del sector en estudio, que permitirán obtener la clase de vulnerabilidad de cada una de las edificaciones y finalmente, su índice de vulnerabilidad.

### **3.6. Procesamiento y presentación de datos**

El procesamiento de la información se realizará mediante la técnica estadística descriptiva, aplicando la metodología de índice de vulnerabilidad con apoyo de hojas de cálculo de Excel. En tanto que la presentación de datos, se realizará

mediante cuadros o tablas comparativas y de ser el caso, mediante graficas de torta o mapas de riesgo – vulnerabilidad.

### **3.7. Validación y confiabilidad de los instrumentos**

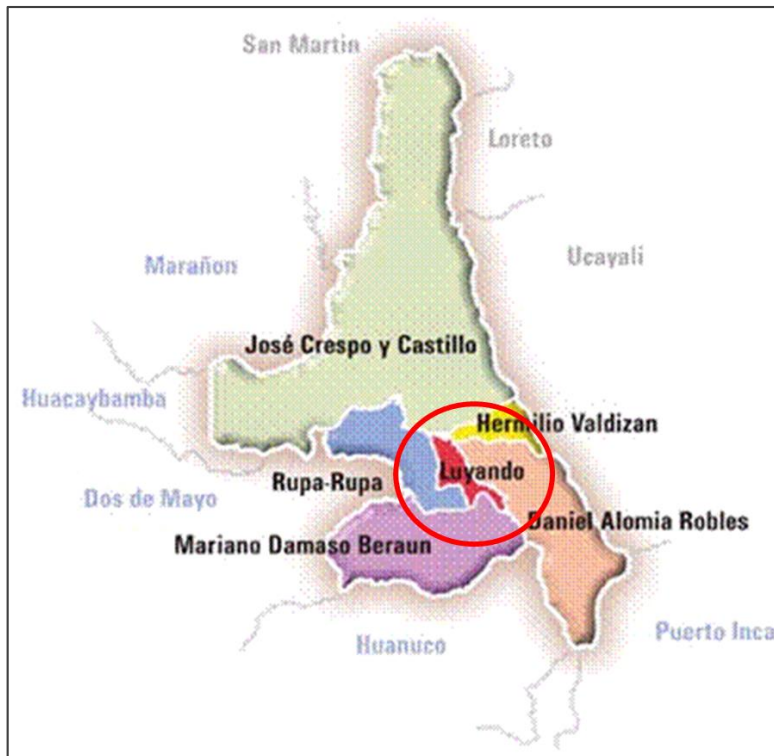
El instrumento es el recurso empleado por el investigador para llevar un registro de la información o datos obtenidos durante el desarrollo de su investigación. En este sentido, el instrumento gana validez de acuerdo al grado en el que dicho instrumento mide la variable que se pretende medir (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Para la evaluación de la veracidad y autenticidad de los instrumentos de la investigación se deben tomar en cuenta la validez de contenido, la validez de criterio y la validez de constructo (Carrasco, 2017).

### **3.8. Procedimiento**

#### **3.8.1. Marco situacional**

La presente investigación se desarrollará en el marco de edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, el cual se encuentra en la provincia de Leoncio Prado en el departamento de Huánuco. El Centro Poblado de Naranjillo se ubica en la margen derecha del río Huallaga a 5 km de la ciudad de Tingo María, en la carretera Fernando Belaúnde Terry (ex Marginal de la Selva), con dirección hacia las Provincia de Tocache y Mariscal Cáceres en el Departamento de San Martín.

Sus coordenadas geográficas se sitúan entre 09°14'00" latitud sur y 75°59'30" de longitud Oeste en el meridiano de Greenwich, a una altitud de 700 msnm; limitando por el norte con el distrito José Crespo Castillo, por el sur con el distrito de Rupa-Rupa y Mariano Damaso Beraun; por el este con el distrito de Rupa-Rupa y el Río Huallaga y por el oeste con los distritos de Alomía y Hermilio, como se puede ver en la figura 2 (Municipalidad Distrital de Luyando, 2021).



**Figura 2.** Ubicación del área de estudio

Fuente: Google imágenes.

El distrito de Luyando posee 9,851 habitantes, con una densidad poblacional de 87.2 hab/Km<sup>2</sup>. En el ámbito de viviendas, este distrito está compuesto por 2,334 casas particulares, de las cuales 1,098 están compuestas por material noble en sus paredes, 43 por material adobe y 90 por material precario (INEI, 2017). En este centro poblado, la gran mayoría de la población no tiene conocimiento sobre la importancia del diseño y adecuada ejecución de una edificación; ni cuenta con los recursos económicos para ello. Asimismo, la gran parte de las construcciones de viviendas se realizan sin permiso de las autoridades, de acuerdo a investigación de campo efectuada por el investigador.

### **3.8.2. Trabajo de campo**

Durante esta etapa se realizó una visita a cada una de las viviendas que formaron parte de la muestra de estudio, para llevar a cabo las entrevistas, mediciones y fotografías. Para ello se emplearon herramientas como la cinta métrica, ficha de recolección de datos, cámara fotográfica, entre otros, que permitieron establecer el registro de la información obtenida. Este trabajo de campo fue realizado con el consentimiento de los propietarios de las viviendas.

### 3.8.3. Trabajo de gabinete

En esta etapa se realiza el procesamiento y análisis de los datos recolectados durante el trabajo de campo, realizando tablas resumen de la información obtenida para cada parámetro a evaluar. Dicha información fue posteriormente procesada para determinar el índice de vulnerabilidad de cada vivienda de acuerdo a cada parámetro según el método propuesto por Benedetti y Petrini.

### 3.9. Tabulación y análisis de datos

En la presente investigación se utiliza la estadística descriptiva para el procesamiento y análisis de la información, llegando a presentar los datos en forma de cuadros o tablas comparativas con el apoyo de hojas de cálculo de Excel, asimismo se utilizan graficas de torta o diagramas de barras para representar los parámetros de cada una de las variables en estudio.

La información requerida se obtuvo a través de un trabajo de campo, en el cual se visitó cada una de las viviendas que conforman la muestra en estudio, las cuales fueron escogidas de manera aleatoria. La inspección se llevó a cabo, previo consentimiento de los propietarios y habitantes de cada vivienda, usando las fichas de recolección de datos, en las cuales se llevó un registro de las observaciones y mediciones realizadas. En la tabla 6 se muestran los datos generales de las viviendas que formaron parte de la muestra.

**Tabla 6.** Datos generales de las viviendas en estudio.

N° de vivienda	Dirección	Mz	Lote	Uso actual	Área construida	N° de pisos
1	Jr. Juana Vargas de Camasca	041	001	Vivienda	149.74	2
2	Jr. Juana Vargas viuda de Camasca	042	001	Vivienda	99.75	1
3	Jr. Serafín Velásquez	024	010	Vivienda	84.00	2
4	Jr. Rio Huallaga	008	035	Vivienda	355.00	2
5	Av. Los Colonos	004	035	Vivienda	154.80	1
6	Av. Primavera	003	005	Vivienda	90.00	1
7	Av. Primavera	033	025	Vivienda	376.88	3
8	Jr. José Kusunoki	050	035	Vivienda	80.00	1
9	Jr. Juana Vargas viuda de Camasca	026	S/N	Vivienda	161.50	1
10	Carretera central Fernando Belaunde Terry Km 4.70	038	001	Vivienda	174.80	2
11	Jr. Los Pinos	025	030	Vivienda	128.00	1
12	Av. Primavera	020	015	Vivienda	81.00	1
13	Av. Primavera	035	075	Vivienda	342.40	2
14	Av. El Sol	S/N	S/N	Vivienda	74.30	1
15	Av. Primavera	018	001	Vivienda	130.38	3

16	Urb. La Fortuna Calle I	A	002	Vivienda	148.20	2
17	Av. Primavera	027	011	Vivienda	106.22	1
18	Urb. La Fortuna Pasaje 2	B	005	Vivienda	176.00	1
19	Urb. La Fortuna Pasaje 2	C	009	Vivienda	120.45	1
20	Urb. La Fortuna Calle I	B	004	Vivienda	106.00	1
21	Urb. La Fortuna Calle I	C	001	Vivienda	149.89	2
22	Urb. La Fortuna Calle I	C	002	Vivienda	62.48	1
23	Urb. La Fortuna Calle I	C	003	Vivienda	161.00	1
24	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	258.00	2
25	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	263.43	2
26	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	96.00	1
27	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	67.90	1
28	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	100.00	1
29	Localidad Naranjillo	S/N	007	Vivienda	117.00	1
30	Localidad Naranjillo	S/N	009	Vivienda	135.44	1
31	Localidad Naranjillo	S/N	009	Vivienda	198.40	2
32	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	136.00	2
33	Localidad Naranjillo	S/N	S/N	Vivienda	160.00	2

Fuente: elaboración propia.

Cada una de estas viviendas fue evaluada en cada uno de los 11 parámetros que propone el método de Benedetti y Petrini (1984) para la determinación del Índice de Vulnerabilidad, en la tabla 7 se muestra un resumen de la clasificación de las viviendas estudiadas para cada uno de los parámetros

**Tabla 7.** Resumen de la clasificación de cada parámetro.

N° de vivienda	Parámetros										
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11
1	B	C	D	A	A	A	A	A	A	A	B
2	C	C	D	A	A	A	A	A	A	A	B
3	C	C	D	A	A	A	A	A	A	A	C
4	B	C	D	A	A	C	A	A	B	A	A
5	B	C	D	A	B	A	A	A	A	A	D
6	B	C	D	A	A	D	A	A	B	A	A
7	B	C	D	A	A	B	A	A	A	B	A
8	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	A
9	B	C	C	A	A	C	A	A	A	A	A
10	B	C	D	A	A	B	A	A	B	B	A
11	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	B
12	B	C	C	A	A	B	A	A	B	A	A
13	C	C	D	A	A	B	A	A	B	A	D
14	C	C	B	A	A	C	A	A	B	A	A
15	C	C	D	A	A	B	A	A	A	B	D
16	B	B	D	A	A	C	A	A	A	B	A
17	B	C	D	A	A	B	A	A	A	A	D
18	B	C	C	A	B	D	A	A	B	A	B
19	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	A

20	B	C	D	A	A	B	A	A	A	A	B
21	B	C	D	A	A	C	A	A	A	B	A
22	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	B
23	B	C	C	A	A	C	A	A	A	A	D
24	B	C	C	A	A	C	A	A	B	A	A
25	B	C	D	A	A	C	A	A	B	B	B
26	B	C	C	A	A	B	A	A	A	A	D
27	B	C	C	A	A	A	A	A	A	A	D
28	B	C	D	A	A	A	A	A	B	A	B
29	B	C	C	A	A	B	A	A	B	A	B
30	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	B
31	B	C	D	A	A	C	A	A	A	B	B
32	B	C	D	A	A	C	A	A	A	A	B
33	B	C	D	A	A	A	A	A	A	B	B

Fuente: elaboración propia.

### 3.10. Consideraciones éticas

La presente investigación ha sido realizada en base a la ética del autor. Los datos requeridos fueron obtenidos de manera honesta y confiable, apegados a la realidad de la información suministrada por los propietarios de las viviendas. La selección de las viviendas que conforman la muestra se realizó de manera aleatoria. Las fuentes consultadas durante el desarrollo de la presente investigación fueron citadas y referenciadas de manera adecuada, respetando así, el derecho de autor.



## CAPITULO IV. RESULTADOS

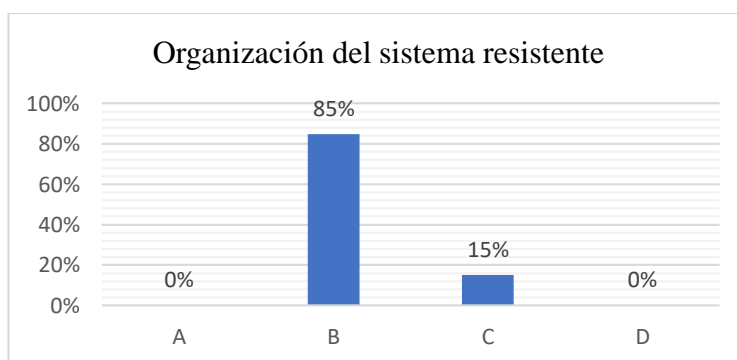
### 4.1. Parámetros evaluados

Las viviendas seleccionadas fueron evaluadas en base a los 11 parámetros establecidos para la metodología empleada. En la tabla 8 se muestra el resultado obtenido para la evaluación del primer parámetro, organización del sistema sismorresistente, en la cual se muestra que el 85% de las viviendas estudiadas tienen una clasificación B, mientras que el 15% restante tiene una clasificación C, esto indica que la mayoría de las edificaciones cuentan con vigas y columnas de amarre, y poseen una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles, esta información se puede observar de manera gráfica en la figura 3.

**Tabla 8.** Clasificación total del parámetro N° 1.

Clase	Organización del sistema resistente	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	0	0%
B	28	85%
C	5	15%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



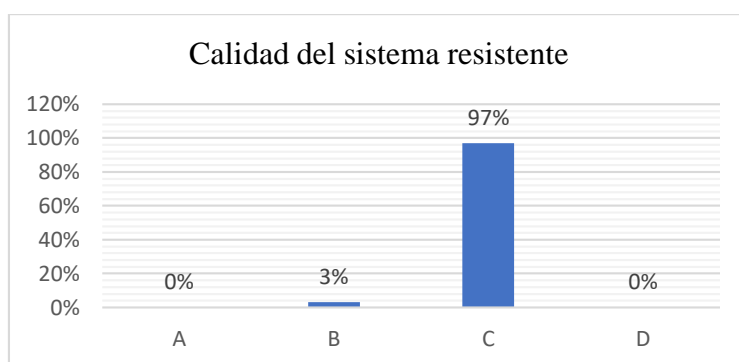
**Figura 3.** Clasificación total del parámetro N° 1.

Por otro lado, para el segundo parámetro que se refiere a la calidad del sistema resistente, se tiene que el 97% de las viviendas corresponden a una clasificación C, como se puede observar en la tabla 9, lo cual indica que la mayoría de las viviendas no cuentan con una mampostería de ladrillo de buena calidad. La representación gráfica de la misma se encuentra reflejada en la figura 4.

**Tabla 9.** Clasificación total del parámetro N° 2.

<b>Calidad del sistema resistente</b>		
<b>Clase</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>%de viviendas</b>
A	0	0%
B	1	3%
C	32	97%
D	0	0%
<b>Total:</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.



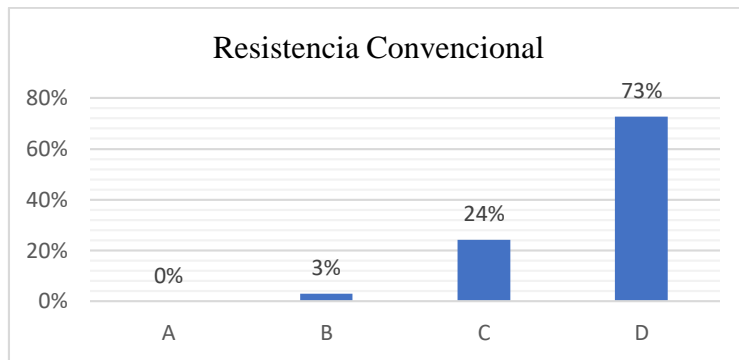
**Figura 4.** Clasificación total del parámetro N° 2.

Por su parte, el parámetro relacionado a la resistencia convencional, posee un 73% de viviendas clasificadas como D, es decir, la mayoría de las viviendas no cuentan con una resistencia adecuada, y un 24% de viviendas clasificadas como C, como se muestra en la tabla 10. Esta información puede ser observada de forma grafica en la figura 5.

**Tabla 10.** Clasificación total del parámetro N° 3.

<b>Resistencia convencional</b>		
<b>Clase</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>%de viviendas</b>
A	0	0%
B	1	3%
C	8	24%
D	24	73%
<b>Total:</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.



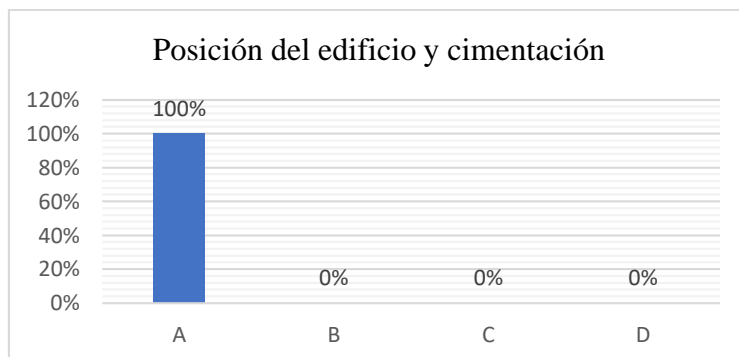
**Figura 5.** Clasificación total del parámetro N° 3.

En el caso del parámetro referido a la posición del edificio y cimentación, se obtuvo que el 100% de las viviendas se encuentran construidas sobre terreno estable, con una pendiente inferior al 10%, por lo cual se encuentran dentro de la clasificación A, como se puede observar en la tabla 11. Esta información se encuentra representada de manera grafica en la figura 6.

**Tabla 11.** Clasificación total del parámetro N° 4.

Clase	Posición del edificio y cimentación	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	33	100%
B	0	0%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6.** Clasificación total del parámetro N° 4.

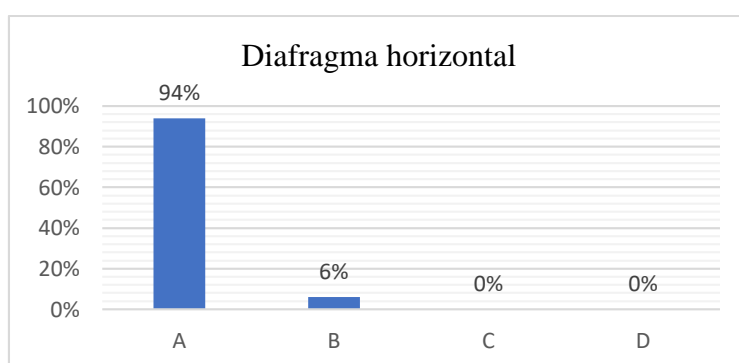
En el caso de los diafragmas horizontales, se observó que el 94% de las viviendas cuentan con una conexión entre diafragmas eficaz, pudiendo considerarse una

deformabilidad en el plano despreciable, por lo cual se encuentran dentro de la clasificación A, como se puede observar en la tabla 12. En la figura 7 se muestra la representación gráfica de la información obtenida.

**Tabla 12.** Clasificación total del parámetro N° 5.

<b>Diafragma horizontal</b>		
<b>Clase</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>%de viviendas</b>
A	31	94%
B	2	6%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.



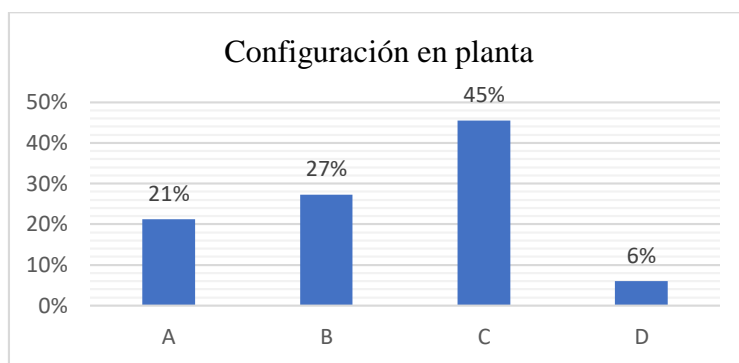
**Figura 7.** Clasificación total del parámetro N° 5.

Para el parámetro 6, que se refiere a la configuración en planta de la edificación, se tiene que el 45% de las viviendas entran dentro de la clasificación C, mientras que el 27% se encuentran dentro de la clasificación B y el 21% corresponde a la clasificación A, como se puede observar en la tabla 13 y en la grafica de la figura 8.

**Tabla 13.** Clasificación total del parámetro N° 6.

<b>Configuración en planta</b>		
<b>Clase</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>%de viviendas</b>
A	7	21%
B	9	27%
C	15	45%
D	2	6%
<b>Total:</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.



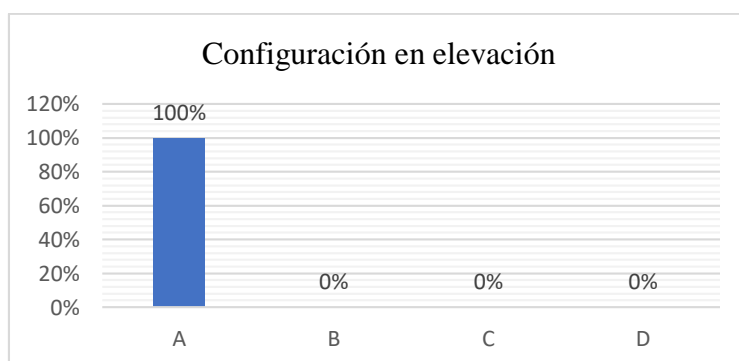
**Figura 8.** Clasificación total del parámetro N° 6.

En cuanto a la configuración en elevación, se observó que el 100% de las viviendas estudiadas corresponden a la clasificación A, como se puede observar en la tabla 14 y en el gráfico de la figura 9, lo cual indica que la estructura no presenta discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o irregularidad de piso blando.

**Tabla 14.** Clasificación total del parámetro N° 7.

Clase	Configuración en elevación	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	33	100%
B	0	0%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



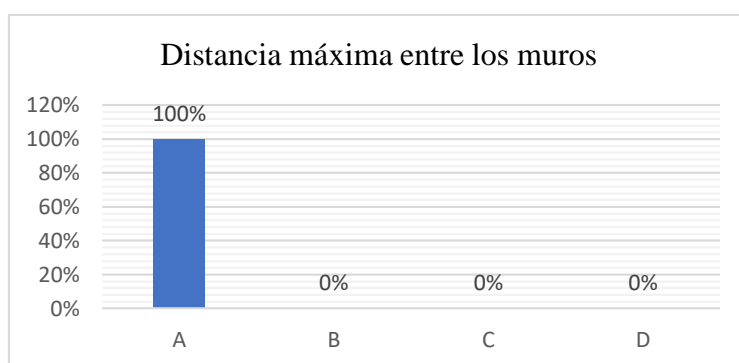
**Figura 9.** Clasificación total del parámetro N° 7.

Por otra parte, para el parámetro distancia máxima entre los muros se tiene que el 100% de las viviendas se encuentran dentro de la clasificación A, como se puede observar en la tabla 15 y en la figura 10, ya que los muros no se encuentran ubicados a distancias excesivas entre ellos.

**Tabla 15.** Clasificación total del parámetro N° 8.

Clase	Distancia máxima entre los muros	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	33	100%
B	0	0%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



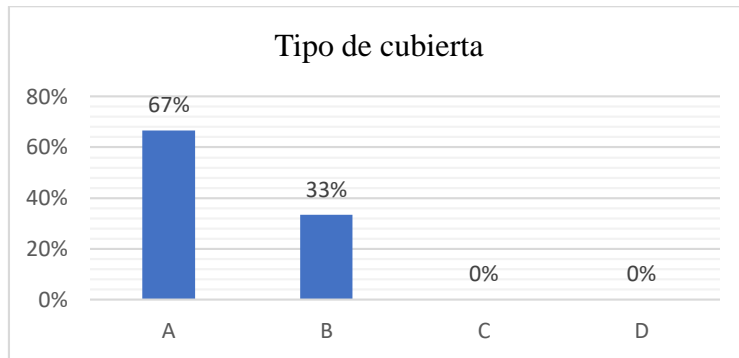
**Figura 10.** Clasificación total del parámetro N° 8.

La evaluación del parámetro N° 9 tuvo como resultado que el 67% de las viviendas estudiadas poseen una cubierta estable debidamente amarrada a los muros y provista de arriostramiento en las vigas, mientras que el 33% de las mismas no cumple con la totalidad de estos requisitos. Estos resultados se muestran en la tabla 16 y en la grafica de la figura 11.

**Tabla 16.** Clasificación total del parámetro N° 9.

Clase	Tipo de cubierta	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	22	67%
B	11	33%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



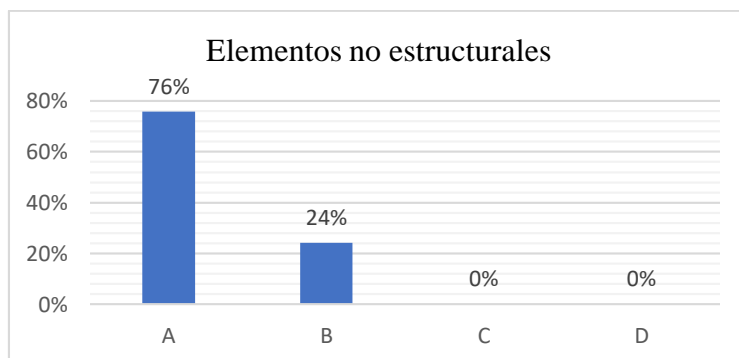
**Figura 11.** Clasificación total del parámetro N° 9.

En la tabla 17 se muestra la información obtenida para el parámetro N° 10, como se puede observar el 76% de las viviendas evaluadas no poseen elementos no estructurales como cornisas y parapetos, mientras que el 24% restante si los posee. Esta información se puede observar de manera grafica en la figura 12.

**Tabla 17.** Clasificación total del parámetro N° 10.

Clase	Elementos no estructurales	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	25	76%
B	8	24%
C	0	0%
D	0	0%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.



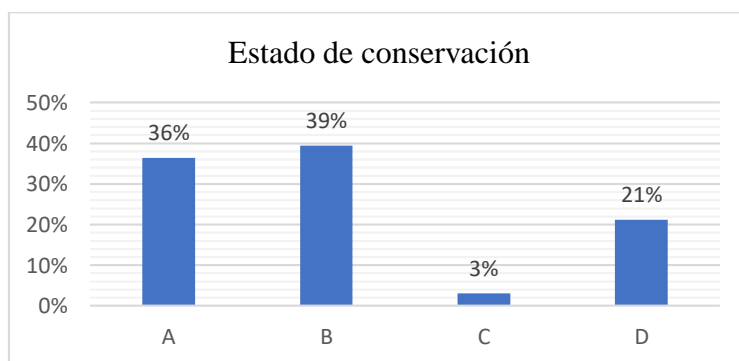
**Figura 12.** Clasificación total del parámetro N° 10.

En cuanto al estado de conservación de las viviendas estudiadas se tiene que, la mayoría de ellas, con una representación del 39%, tienen lesiones capilares no extendidas, mientras que el 36% se encuentran en buenas condiciones sin lesiones visibles, y el 21% presentan un deterioro marcado y lesiones muy graves y evidentes. Esta información se puede observar en la tabla 18 y en la grafica de la figura 13.

**Tabla 18.** Clasificación total del parámetro N° 11.

Clase	Estado de conservación	
	N° de viviendas	%de viviendas
A	12	36%
B	13	39%
C	1	3%
D	7	21%
<b>Total:</b>	33	100%

Fuente: Elaboración propia.

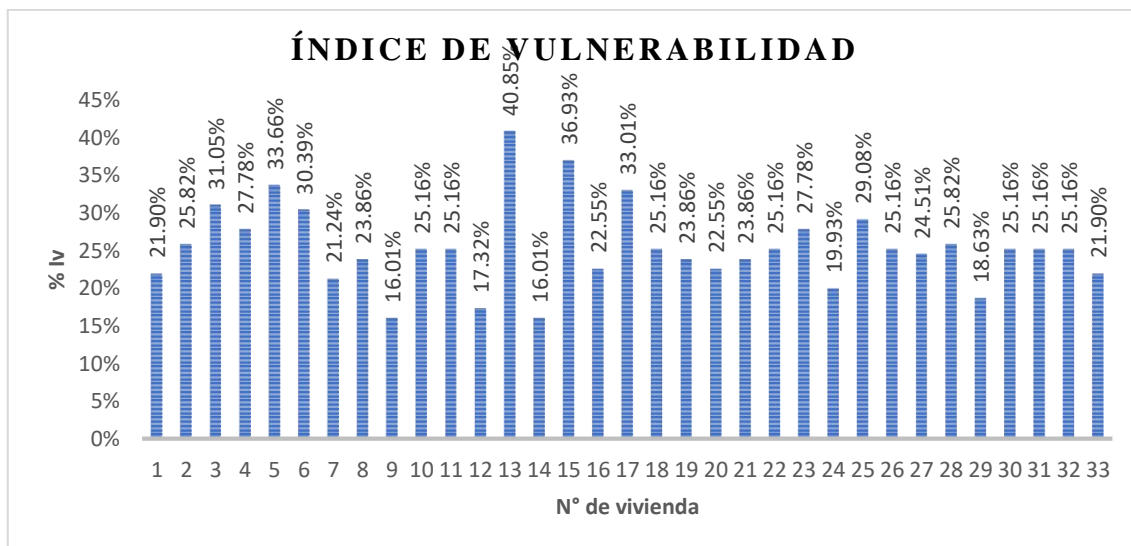


**Figura 13.** Clasificación total del parámetro N° 11.

#### 4.2. Nivel de vulnerabilidad

Con los datos recabados durante la evaluación de las viviendas se pudo determinar el índice de vulnerabilidad de cada una de ellas a través del método de Benedetti y Petrini (1984), con lo cual se obtuvo un índice de vulnerabilidad que varía desde un 16% hasta un 40.85%, como se puede observar en la figura 14.





**Figura 14.** Porcentaje de Índice de vulnerabilidad de cada vivienda.

En base a este índice de vulnerabilidad se pudo establecer el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda, como se puede observar en la tabla 19.

**Tabla 19.** Determinación del nivel de vulnerabilidad.

N° de vivienda	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11	Iv	%Iv=Iv/382.5	Nivel de vulnerabilidad
1	5	6.3	68	0	0	0	0	0	0	0	5	83.75	21.90%	Media
2	20	6.3	68	0	0	0	0	0	0	0	5	98.75	25.82%	Media
3	20	6.3	68	0	0	0	0	0	0	0	25	118.75	31.05%	Media
4	5	6.3	68	0	0	13	0	0	15	0	0	106.25	27.78%	Media
5	5	6.3	68	0	5	0	0	0	0	0	45	128.75	33.66%	Media
6	5	6.3	68	0	0	23	0	0	15	0	0	116.25	30.39%	Media
7	5	6.3	68	0	0	2.5	0	0	0	0	0	81.25	21.24%	Media
8	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	0	91.25	23.86%	Media
9	5	6.3	38	0	0	13	0	0	0	0	0	61.25	16.01%	Media
10	5	6.3	68	0	0	2.5	0	0	15	0	0	96.25	25.16%	Media
11	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	5	96.25	25.16%	Media
12	5	6.3	38	0	0	2.5	0	0	15	0	0	66.25	17.32%	Media
13	20	6.3	68	0	0	2.5	0	0	15	0	45	156.25	40.85%	Alta
14	20	6.3	7.5	0	0	13	0	0	15	0	0	61.25	16.01%	Media
15	20	6.3	68	0	0	2.5	0	0	0	0	45	141.25	36.93%	Alta
16	5	1.3	68	0	0	13	0	0	0	0	0	86.25	22.55%	Media
17	5	6.3	68	0	0	2.5	0	0	0	0	45	126.25	33.01%	Media
18	5	6.3	38	0	5	23	0	0	15	0	5	96.25	25.16%	Media
19	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	0	91.25	23.86%	Media
20	5	6.3	68	0	0	2.5	0	0	0	0	5	86.25	22.55%	Media
21	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	0	91.25	23.86%	Media
22	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	5	96.25	25.16%	Media

N° de vivienda	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11	Iv	%Iv=Iv/382.5	Nivel de vulnerabilidad
23	5	6.3	38	0	0	13	0	0	0	0	45	106.25	27.78%	Media
24	5	6.3	38	0	0	13	0	0	15	0	0	76.25	19.93%	Media
25	5	6.3	68	0	0	13	0	0	15	0	5	111.25	29.08%	Media
26	5	6.3	38	0	0	2.5	0	0	0	0	45	96.25	25.16%	Media
27	5	6.3	38	0	0	0	0	0	0	0	45	93.75	24.51%	Media
28	5	6.3	68	0	0	0	0	0	15	0	5	98.75	25.82%	Media
29	5	6.3	38	0	0	2.5	0	0	15	0	5	71.25	18.63%	Media
30	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	5	96.25	25.16%	Media
31	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	5	96.25	25.16%	Media
32	5	6.3	68	0	0	13	0	0	0	0	5	96.25	25.16%	Media
33	5	6.3	68	0	0	0	0	0	0	0	5	83.75	21.90%	Media

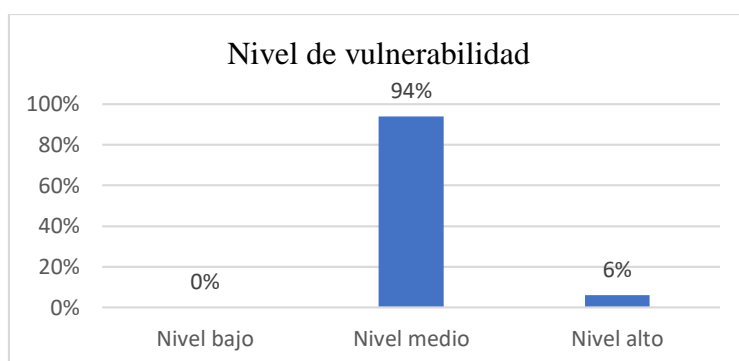
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se puede observar que el 94% de las viviendas estudiadas poseen un nivel de vulnerabilidad medio y el 6% restante tiene un nivel de vulnerabilidad alto. Esta información se puede ver reflejada en la gráfica de la figura 15.

**Tabla 20.** Tabla resumen del nivel de vulnerabilidad.

Nivel de vulnerabilidad	N° de viviendas	Porcentaje
Nivel bajo	0	0%
Nivel medio	31	94%
Nivel alto	2	6%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15.** Nivel de vulnerabilidad.

### 4.3. Resultado por objetivo específico

#### 4.3.1. Parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica

Según la metodología utilizada, la cual emplea un total de 11 parámetros que describen cada edificación inspeccionada, sin embargo, dichos parámetros se pueden clasificar en tres categorías: aspectos geométricos, aspectos constructivos y aspectos estructurales, los cuales guardan relación con los lineamientos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. De esta manera, se logra medir el grado de consistencia de la tipología estructural mediante el uso apropiado de sistemas de vigas, columnas o muros (parámetro 1), la diferencia de niveles a nivel de fundación (parámetro 4), la concepción de diafragmas rígidos bien definidos (parámetro 5) y la disposición de los elementos resistentes en el plano horizontal de los entrepisos (parámetro 9), todo lo cual en conjunto definen el sistema estructural resistente a fuerzas laterales que son necesarios para el diseño sismorresistente. A partir de esta definición, en la tabla 21 analizamos los resultados obtenidos en las viviendas inspeccionadas.

**Tabla 21.** Calificaciones obtenidas de los parámetros estructurales

Calificación	Parámetros				Sumatoria	Porcentaje
	N° 1	N° 4	N° 5	N° 9		
A	0	33	31	22	86	65.15%
B	28	0	2	11	41	31.06%
C	5	0	0	0	5	3.79%
D	0	0	0	0	0	0.00%
Total					132	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados anteriores, se construyó la tabla 22 donde se ofrece una interpretación referida al grado de cumplimiento de las disposiciones contenidas en la normativa estructural y el desempeño esperado frente un evento sísmico. La configuración estructural de una edificación es la responsable del comportamiento que dicha estructura tendrá durante un sismo, por lo que cumplir con dichas disposiciones asegura la estabilidad de la edificación, pudiéndose evitar en gran medida el colapso por los daños que sufre la estructura.

**Tabla 22.** Comportamiento estructural esperado en las viviendas analizadas

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Porcentaje de viviendas</b>
Viviendas con una estructura que sigue la mayoría de las disposiciones de diseño contenidas en el Reglamento Nacional De Edificaciones, con una definición clara del sistema resistente a fuerzas laterales, que se comportarán de manera adecuada frente a un evento sísmico.	65.15 %
Viviendas con una definición estructural moderada, que cumplen con varios de los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, de la cual se espera un comportamiento aceptable frente a un evento sísmico	31.06%
Viviendas que no cumplen con varios de los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, con una definición poco adecuada del sistema resistente a fuerzas laterales, por lo que tendrá un comportamiento regular frente a un evento sísmico	3.79%
Viviendas con una definición estructural deficiente, con pésimo comportamiento frente a un evento sísmico	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados se evidencia que el 65.15% de las viviendas cumplen con la mayoría de disposiciones de los reglamentos técnicos, la cuales emplean de manera acertada el uso de elementos de confinamiento tipo vigas, columnas y muros bien distribuidos en el área que ocupa la vivienda, y que a la fecha presentan un estado de conservación aceptable, constituidos por material noble que presenta resistencia mecánica significativa, todo lo cual eleva la calidad de la construcción.

#### **4.3.2. Grado de vulnerabilidad sísmica en términos de daño**

Utilizando las funciones de vulnerabilidad mostradas en la tabla 3 se procedió a calcular los índices de daño, lo cual refleja el tipo de daño que sufriría la estructura para diferentes intensidades de sismos. Para tal fin, se hizo uso de los valores máximos de aceleración (PGA) para los distintos departamentos del Perú (tabla 23), considerando distintos periodos de retorno, según estimaciones hechas por el Instituto Geofísico del Perú (2014), en los cuales se distinguen los periodos de retornos en años (Tr) con una probabilidad de excedencia del 10 % para sismos leves, moderados, fuertes y severos.

**Tabla 23.** Aceleraciones esperadas según tipo de sismo (Huánuco)

Parámetro	Sismo leve	Sismo moderado	Sismo fuerte	Sismo severo
	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 475	Tr = 975
Aceleración (Gal)	94.63	135.73	228.31	283.42
Aa	0.10g	0.14	0.23g	0.29g

Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2014)

Con lo anterior, se calculó el índice de daño para cada vivienda y cada tipo de sismo, cuyos resultados se resumen en la tabla 24, en donde se han despreciado los valores que arrojaron un valor negativo de daño, lo que se traduce como una muy baja probabilidad de sufrir un daño estructural relevante por la ocurrencia de un sismo de la referida magnitud.

**Tabla 24.** Tabla resumen del índice de daños

N° Vivienda	%Iv	Índice de daños			
		Sismo leve Aa = 0.10g	Sismo moderado Aa = 0.14g	Sismo fuerte Aa = 0.23g	Sismo severo Aa = 0.29g
1	21.90	-	-	19.40	32.13
2	25.82	-	0.28	23.85	37.88
3	31.05	-	3.70	30.45	46.38
4	27.78	-	1.41	26.08	40.76
5	33.66	-	6.20	35.09	52.28
6	30.39	-	3.08	29.30	44.90
7	21.24	-	-	18.65	31.17
8	23.86	-	-	21.62	35.01
9	16.01	-	-	14.67	25.81
10	25.16	-	-	23.11	36.92
11	25.16	-	-	23.11	36.92
12	17.32	-	-	15.51	26.97
13	40.85	-	13.60	48.46	69.21
14	16.01	-	-	14.67	25.81
15	36.93	-	9.32	40.88	59.66
16	22.55	-	-	20.14	33.09
17	33.01	-	5.57	33.93	50.81
18	25.16	-	-	23.11	36.92
19	23.86	-	-	21.62	35.01
20	22.55	-	-	20.14	33.09
21	23.86	-	-	21.62	35.01

N° Vivienda	%Iv	Índice de daños			
		Sismo leve Aa = 0.10g	Sismo moderado Aa = 0.14g	Sismo fuerte Aa = 0.23g	Sismo severo Aa = 0.29g
22	25.16	-	-	23.11	36.92
23	27.78	-	1.41	26.08	40.76
24	19.93	-	-	17.20	29.29
25	29.08	-	2.17	27.56	42.68
26	25.16	-	-	23.11	36.92
27	24.51	-	-	22.37	35.97
28	25.82	-	0.28	23.85	37.88
29	18.63	-	-	16.36	28.13
30	25.16	-	-	23.11	36.92
31	25.16	-	-	23.11	36.92
32	25.16	-	-	23.11	36.92
33	21.90	-	-	19.40	32.13

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se normalizaron los niveles de daño sufridos según los valores límites mostrados en la tabla 4. A partir de esto, la tabla 25 muestra el daño esperado para cada vivienda según los tipos de sismos.

**Tabla 25.** Tabla resumen del nivel de daño normalizado

N° Vivienda	%Iv	Nivel de daño según tipo de sismo			
		Sismo leve	Sismo moderado	Sismo fuerte	Sismo severo
1	21.90	Bajo	Bajo	Medio	Severo
2	25.82	Bajo	Bajo	Medio	Severo
3	31.05	Bajo	Bajo	Severo	Severo
4	27.78	Bajo	Bajo	Severo	Severo
5	33.66	Bajo	Medio	Severo	Total
6	30.39	Bajo	Bajo	Severo	Severo
7	21.24	Bajo	Bajo	Medio	Severo
8	23.86	Bajo	Bajo	Medio	Severo
9	16.01	Bajo	Bajo	Medio	Severo
10	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
11	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
12	17.32	Bajo	Bajo	Medio	Severo
13	40.85	Bajo	Medio	Severo	Total
14	16.01	Bajo	Bajo	Medio	Severo
15	36.93	Bajo	Medio	Severo	Total
16	22.55	Bajo	Bajo	Medio	Severo
17	33.01	Bajo	Medio	Severo	Total
18	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
19	23.86	Bajo	Bajo	Medio	Severo

N° Vivienda	%Iv	Nivel de daño según tipo de sismo			
		Sismo leve	Sismo moderado	Sismo fuerte	Sismo severo
20	22.55	Bajo	Bajo	Medio	Severo
21	23.86	Bajo	Bajo	Medio	Severo
22	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
23	27.78	Bajo	Bajo	Severo	Severo
24	19.93	Bajo	Bajo	Medio	Severo
25	29.08	Bajo	Bajo	Severo	Severo
26	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
27	24.51	Bajo	Bajo	Medio	Severo
28	25.82	Bajo	Bajo	Medio	Severo
29	18.63	Bajo	Bajo	Medio	Severo
30	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
31	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
32	25.16	Bajo	Bajo	Medio	Severo
33	21.90	Bajo	Bajo	Medio	Severo

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para un correcto procesamiento de los resultados, se resumen los hallazgos en la tabla 26, donde se ha agrupado los niveles de daño sufridos en cada tipo de sismo, así como el porcentaje que este resulta del total de la población analizada. Así mismo, se expone una representación gráfica en las figuras 16 a 19.

**Tabla 26.** Distribución del nivel de daño para diferentes magnitudes de sismos

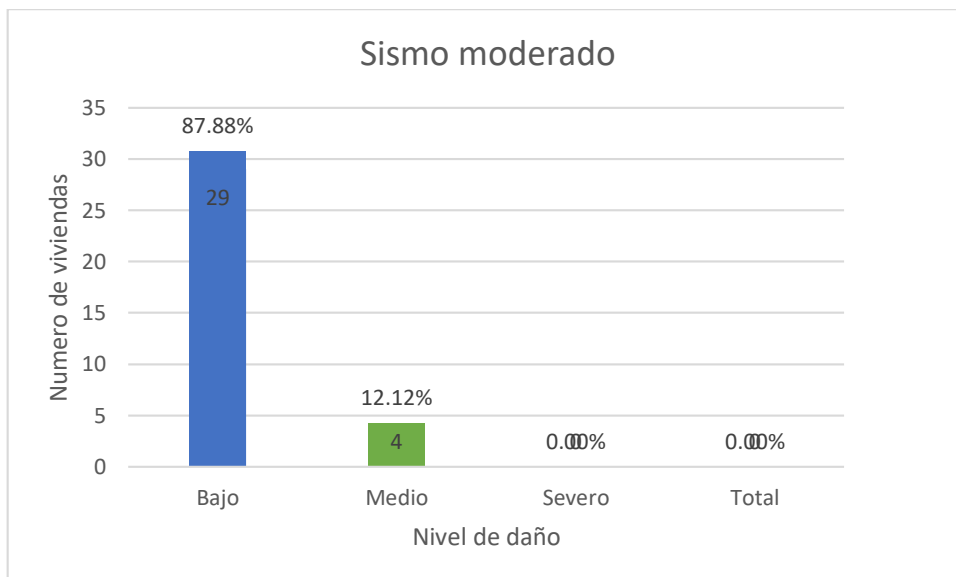
Nivel de daño	Sismo leve	%	Sismo moderado	%	Sismo fuerte	%	Sismo severo	%
Bajo	33	100.00%	22	66.67%	0	0.00%	0	0.00%
Medio	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Severo	0	0.00%	2	6.06%	0	0.00%	0	0.00%
Total	0	0.00%	9	27.27%	33	100.00%	33	100.00%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16.** Nivel de daño para un sismo leve

De la figura 16 se puede observar que, para un evento sísmico de intensidad leve, muchas veces asociado a un sismo frecuente debido a un bajo periodo de retorno, se tiene que el 100% de las viviendas sufriría un nivel de daño bajo casi nulo. Este resultado es congruente con la inspección realizada, donde no se apreciaron fallas (grietas) significativas en las estructuras, las cuales sirven de testigo del comportamiento estructural frente a eventos sísmicos pasados de leve intensidad.

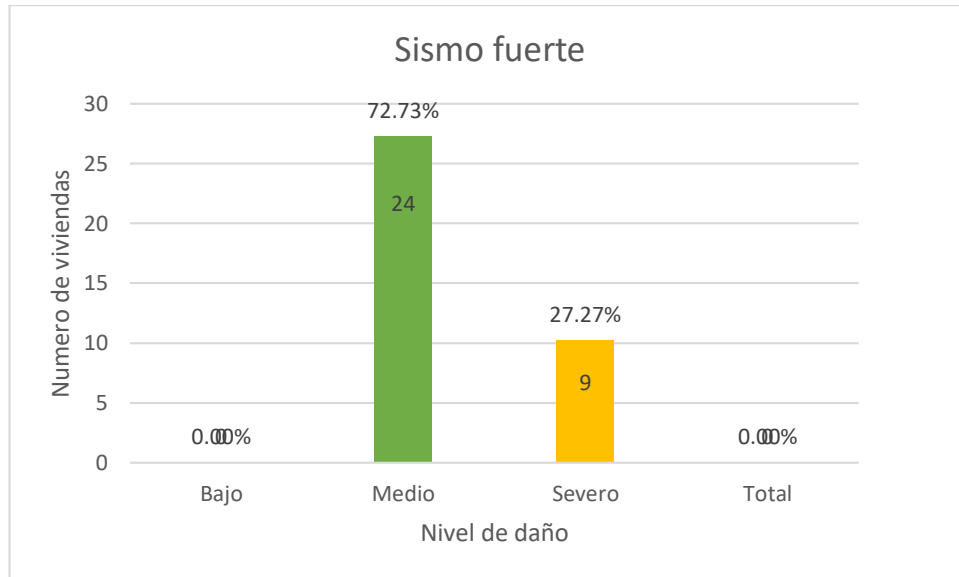


**Figura 17.** Nivel de daño para un sismo moderado

De la figura 17 se tiene que, para un sismo severo, la gran mayoría de viviendas seguiría sin presentar un nivel daño notable, donde el 87.88% de las viviendas sigue

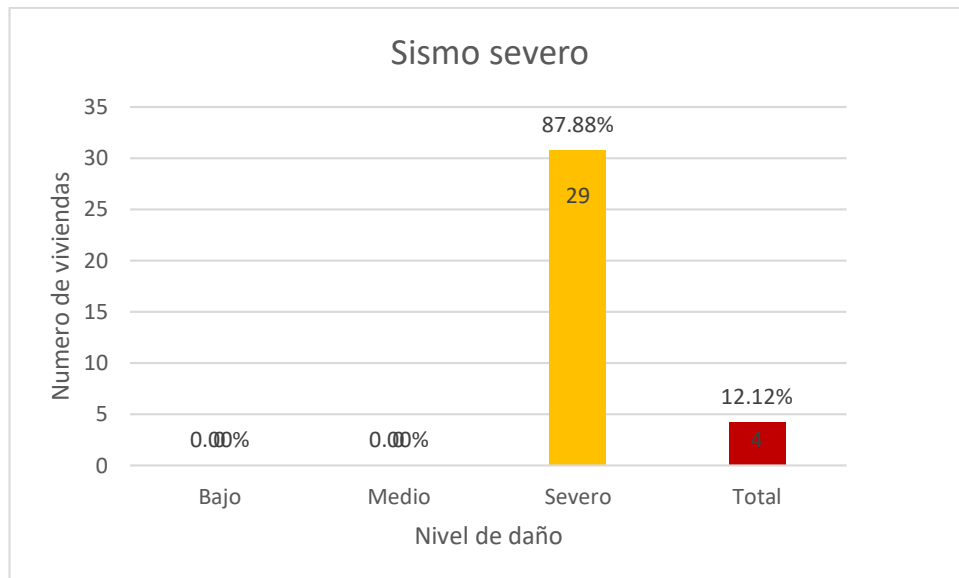


con daños bajos o nulos, y un 12.12% de las viviendas presentaría daños medios. En este último grupo se empezarían a apreciar la aparición de grietas significativas (3mm) en los elementos estructurales de concreto, donde es probable que se desprenda la capa de recubrimiento del acero de refuerzo en uniones viga – columna.



**Figura 18.** Nivel de daño para un sismo fuerte

Con la figura 18, se observa que, para un sismo de intensidad fuerte, el 72.73% de las viviendas presentarían un nivel de daño medio, mientras que el 27.27% de las viviendas presentaría un nivel de daño severo, empezándose a apreciar fallas por flexión y corte en los elementos estructurales, en especial columnas con refuerzo transversal deficiente, o donde el traslapo del acero es inadecuado, así como grietas de gran tamaño.



**Figura 19.** Nivel de daño para un sismo severo

Finalmente, de acuerdo a la figura 19, para un sismo de intensidad severa, la gran mayoría de las edificaciones mostrarían un nivel de daño severo, referido al 87.88% de las viviendas, mientras que un 12.12% se enfrentaría a la posible pérdida total de la capacidad resistente de la estructura, lo cual suscitaría el colapso de la edificación.

#### **4.3.3. Incidencia de las fallas por agrietamiento estructural en la vulnerabilidad sísmica**

En cuanto al nivel de incidencia de las fallas estructurales, este se evalúa a través del parámetro número 11, por lo que se procede a calcular en la tabla 27 el coeficiente de correlación que resulta entre este y la vulnerabilidad de las viviendas.

**Tabla 27.** Correlación de las fallas estructurales y la vulnerabilidad

N° de vivienda	Parámetro 11	Índice de vulnerabilidad
1	5	83.75
2	5	98.75
3	25	118.75
4	0	106.25
5	45	128.75
6	0	116.25
7	0	81.25
8	0	91.25
9	0	61.25
10	0	96.25

11	5	96.25
12	0	66.25
13	45	156.25
14	0	61.25
15	45	141.25
16	0	86.25
17	45	126.25
18	5	96.25
19	0	91.25
20	5	86.25
21	0	91.25
22	5	96.25
23	45	106.25
24	0	76.25
25	5	111.25
26	45	96.25
27	45	93.75
28	5	98.75
29	5	71.25
30	5	96.25
31	5	96.25
32	5	96.25
33	5	83.75

---

Coeficiente de correlación	0.66
----------------------------	------

Se encuentra un coeficiente de correlación de 0.66, el cual se clasifica como un grado de correlación entre un nivel medio a considerable. De acuerdo a esto, se tiene entonces que las fallas estructurales que presentaron las viviendas analizadas ejercieron una incidencia significativa dentro del nivel de vulnerabilidad alcanzado. Tal factor se vio influenciado por la presencia de grietas en las estructuras analizadas. Si bien, determinar el origen de dichas grietas escapa del alcance de la presente investigación, este factor queda como testigo de la integridad estructural que presentan las viviendas. Evaluando los resultados presentados en la tabla 18 y de la figura 13, se tiene entonces que el 64% de las estructuras inspeccionadas contaba con la presencia de fallas en sus elementos estructurales, de las cuales un 3% figuran dentro de la clasificación C de la metodología, mientras que un 21% figura dentro de la clasificación D.

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Contrastación de la hipótesis general

En relación a la hipótesis planteada, la cual enuncia que la vulnerabilidad sísmica es alta en las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, se tiene que esta no se cumple, por cuanto la vulnerabilidad sísmica resulto ser de nivel medio en el 94% de los resultados, y de nivel alta en el 6% restante (figura 15) por lo que al extrapolar dichos resultados al total de las edificaciones de la localidad, se tendría entonces que en promedio, la vulnerabilidad sísmica de la zona es de nivel medio.

### 5.2. Contrastación de las hipótesis específicas

#### 5.2.1. Hipótesis específica 1

Para evaluar la incidencia de los parámetros estructurales sobre la vulnerabilidad, se procedió a aislar los resultados de los parámetros involucrados, como se muestra en la tabla 28, calculando entonces el coeficiente de correlación entre ambos resultados.

**Tabla 28.** Correlación de los parámetros estructurales y la vulnerabilidad

N° de vivienda	Parámetros estructurales				Suma	Índice de vulnerabilidad
	N° 1	N° 4	N° 5	N° 9		
1	5	0	0	0	5	83.75
2	20	0	0	0	20	98.75
3	20	0	0	0	20	118.75
4	5	0	0	15	20	106.25
5	5	0	5	0	10	128.75
6	5	0	0	15	20	116.25
7	5	0	0	0	5	81.25
8	5	0	0	0	5	91.25
9	5	0	0	0	5	61.25
10	5	0	0	15	20	96.25
11	5	0	0	0	5	96.25
12	5	0	0	15	20	66.25
13	20	0	0	15	35	156.25
14	20	0	0	15	35	61.25
15	20	0	0	0	20	141.25
16	5	0	0	0	5	86.25
17	5	0	0	0	5	126.25
18	5	0	5	15	25	96.25

N° de vivienda	Parámetros estructurales				Suma	Índice de vulnerabilidad
	N° 1	N° 4	N° 5	N° 9		
19	5	0	0	0	5	91.25
20	5	0	0	0	5	86.25
21	5	0	0	0	5	91.25
22	5	0	0	0	5	96.25
23	5	0	0	0	5	106.25
24	5	0	0	15	20	76.25
25	5	0	0	15	20	111.25
26	5	0	0	0	5	96.25
27	5	0	0	0	5	93.75
28	5	0	0	15	20	98.75
29	5	0	0	15	20	71.25
30	5	0	0	0	5	96.25
31	5	0	0	0	5	96.25
32	5	0	0	0	5	96.25
33	5	0	0	0	5	83.75
<b>Coefficiente de correlación</b>						<b>0.21</b>

Dado que el coeficiente calculado resulta en un valor de 0.21, y de acuerdo a la clasificación establecida por Hernández et al. (2014), se concluye que el nivel de correlación es débil, con una tendencia positiva. Este resultado se puede interpretar como que el apartado estructural de las viviendas analizadas se presenta en buenos términos, donde predominó el uso apropiado de sistemas de vigas, columnas y muros, la estructuración de diafragmas rígidos bien definidos, y la disposición de los elementos resistentes en el plano horizontal de los entrepisos ubicados a distancias próximas, todo lo cual incidió positivamente en el índice de vulnerabilidad, lo que equivale a decir que dicho índice se debe a las demás características analizadas, referidas a los métodos constructivos y las características geométricas de la estructura. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada.

### 5.2.2. Hipótesis específica 2

La segunda hipótesis específica, la cual plantea que el nivel de daño es severo en las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, dicha afirmación solo se cumple para la ocurrencia de un sismo de intensidad severa, el cual tiene de manera teórica un periodo de retorno de 975 años (figura 19). Por su parte, se tiene que el nivel de daño medio se presenta para sismos moderados y fuertes (figuras 17 y 18), los

cuales por su mayor tasa de ocurrencia se toma como rasgo representativo del daño promedio. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis.

### 5.2.3. Hipótesis específica 3

En cuanto al nivel de incidencia de las fallas estructurales, este se evalúa a través del parámetro número 11, por lo que en la tabla 29 se procede a calcular el coeficiente de correlación que resulta entre este y la vulnerabilidad de las viviendas.

**Tabla 29.** Correlación de las fallas estructurales y la vulnerabilidad

N° de vivienda	Parámetro 11	Índice de vulnerabilidad
1	5	83.75
2	5	98.75
3	25	118.75
4	0	106.25
5	45	128.75
6	0	116.25
7	0	81.25
8	0	91.25
9	0	61.25
10	0	96.25
11	5	96.25
12	0	66.25
13	45	156.25
14	0	61.25
15	45	141.25
16	0	86.25
17	45	126.25
18	5	96.25
19	0	91.25
20	5	86.25
21	0	91.25
22	5	96.25
23	45	106.25
24	0	76.25
25	5	111.25
26	45	96.25
27	45	93.75
28	5	98.75
29	5	71.25
30	5	96.25
31	5	96.25
32	5	96.25
33	5	83.75

N° de vivienda	Parámetro 11	Índice de vulnerabilidad
	Coeficiente de correlación	0.66

Se encuentra un coeficiente de correlación de 0.66, el cual se clasifica como un grado de correlación entre un nivel medio a considerable. De acuerdo a esto, se tiene entonces que las fallas estructurales que presentaron las viviendas analizadas ejercieron una incidencia significativa dentro del nivel de vulnerabilidad alcanzado, por lo que se acepta la hipótesis planteada.

### 5.3. Contrastación de antecedentes

**La investigación realizada por Arévalo (2020)**, en relación a la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres, tuvo que el 100% de las viviendas presentaban un nivel de vulnerabilidad alta, siendo que en el presente estudio solamente se alcanzó un nivel de vulnerabilidad media, con un 94% de los resultados, siendo ambas analizadas de acuerdo al RNE. Sin embargo, se tiene que en dicha investigación se realizó una comprobación de los resultados por software, encontrando que los desplazamientos superaban los valores permitidos por la norma E.030. En este sentido, se puede concluir que para las edificaciones que tienen en común dicho nivel de vulnerabilidad, el cual resultó ser del 6% en el presente estudio, es probable que tampoco se cumpla el parámetro de los desplazamientos máximos, lo cual evidencia el mal comportamiento sísmico que tendría la estructura debido a las deficiencias que presentan.

En cuanto a **la investigación realizada por Santos (2017)**, sobre la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca, encontró que cerca de la mitad de la muestra analizada (52%) no cuenta con calidad en la construcción, y que el 100% presentaba un nivel de vulnerabilidad Alto. El primer resultado es consonante con la presente, donde solo el 65% de las viviendas analizadas cumple con la mayoría de las disposiciones normativas, dejando un 35% en incumplimiento parcial. Entre tanto, se diferencia de la investigación del autor dado que solo se presentó un nivel de vulnerabilidad alto en el 6% de los casos analizados, donde predominó una vulnerabilidad media con el 94% de las viviendas.

**De la investigación presentada por Espinoza y Llamocca (2019)** sobre las viviendas informales y sus índices sísmicos en el asentamiento humano Nueva Generación 2000 del distrito de Comas, este encontró el predominio de un nivel de vulnerabilidad alto, con el 88% de los casos, lo cual difiere de la presente por cuanto la vulnerabilidad alta solo se presenta en el 6% de las viviendas.



## CONCLUSIONES

En la presente investigación se hizo uso del método propuesto por Benedetti y Petrini, conocido como método italiano de la vulnerabilidad, el cual se basa en una inspección visual realizada a las viviendas estudiadas. Dicho análisis fue realizado tomando como consideración los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, por lo que se logró una adecuación del método al contexto del Perú. Si bien la investigación estuvo enfocada en edificaciones de tipo vivienda construidas con ladrillos de concreto vibrado, el método resulta compatible con dicho sistema.

La filosofía de diseño actual se basa en la respuesta que tendrá una edificación al momento de un sismo, de lo cual, si bien resulta imposible evitar por completo la afectación a la estructura, sobre todo en sismos de gran intensidad, la meta es ofrecer un desempeño mínimo que no ponga en riesgo la vida de sus ocupantes, lo cual se logra mediante una configuración de elementos sismorresistentes que permitan una adecuada disipación de energía, evitando el colapso súbito del edificio. En relación a esto, se encontró que un 65% de las viviendas cumplen con la mayoría de disposiciones del reglamento técnico nacional, empleando en su mayoría material noble, con buena disposición de los elementos estructurales en el área de la vivienda, todo lo cual eleva la calidad de la construcción y disminuye la vulnerabilidad. Gracias a ello, el nivel de vulnerabilidad predominante fue de un nivel medio con el 94% de los casos, dejando solo un 6% con una vulnerabilidad alta.

Se encontró que el 85% de las viviendas presentan una organización del sistema resistente con buena distribución, haciendo uso de vigas y columnas en todos sus niveles. El 97% presentó una calidad baja en cuanto a la mampostería, donde predomina la falta de elementos de anclaje entre la columna y los muros. En cuanto a la resistencia convencional en relación al cortante basal, el 73% de viviendas están clasificadas como D, es decir, la mayoría de las viviendas no cuentan con una resistencia adecuada. De la posición del edificio y la cimentación, el 100% de los casos analizados presenta una fundación sobre terreno plano, sin la presencia de terraplenes. Así mismo, el 94% presenta una conexión entre diafragmas eficaz, pudiendo considerarse una deformabilidad en el plano despreciable, por lo cual se

encuentran dentro de la clasificación A. por su parte, la gran mayoría de las viviendas presentaron una configuración en planta poco adecuada, con solo el 21% de los casos con buena disposición estructural, sin embargo, el 100% no presentó problemas en la configuración vertical. Así mismo, todas las viviendas presentaron una buena disposición de separaciones entre muros, lo que beneficia la rigidez del edificio. El 67% presentó cubiertas estables que garantizan su funcionamiento como diafragma rígido, mientras que un 76% no presenta elementos no estructurales representativos.

En cuanto a los niveles de daño probables, se analizaron 4 tipos de escenarios, considerando para ellos las aceleraciones típicas de sismos leves, moderados, fuertes y severos, cada uno asociado a distintos periodos de retorno. Como resultado, los niveles de daño se hicieron significativos a partir del sismo fuerte, con un 72.73% de casos alcanzando fallas de nivel medio y 27.27% con fallas de nivel severo, mientras que, para un sismo severo, el 87.88% de las viviendas sufriría daños de nivel severo y un 12.12% pudiera afrontar el colapso de la estructura.

Entre tanto, se encontró que las fallas presentes a nivel actual tuvieron una incidencia significativa en el nivel de vulnerabilidad alcanzado, debido a que el 64% de las estructuras inspeccionadas contaba con la presencia de fallas en sus elementos estructurales, de las cuales un 3% figuran dentro de la clasificación C de la metodología, mientras que un 21% figura dentro de la clasificación D, poniendo en entredicho la integridad estructural de la edificación.

## **RECOMENDACIONES**

En la presente investigación se ha hecho uso de un método basado en inspección visual de los elementos constituyentes de las viviendas, cuyo resultado puede ser complementado con el análisis por software de la estructura, donde se considerarían factores adicionales que no contempla la metodología, en su mayoría de carácter cuantitativo, como las derivas de piso, el desempeño o las fallas por efectos de flexión, corte o torsión de los elementos estructurales, cuyo alcance escapa de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Statista Research Department. (2019). *Statista*. Retrieved from <https://es.statista.com/temas/3597/desastres-naturales/#dossierSummary>
- Academia Mexicana de Ciencias. (2018). Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico. *Ciencia*.
- Aceros Arequipa. (2020). *Construcción de viviendas. Edición 28* . Retrieved from [https://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion\\_28/mucho-ojo-al-reglamento-como-aplicar-la-separacion-maxima-de-las-columnas-de-confinamiento.html](https://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_28/mucho-ojo-al-reglamento-como-aplicar-la-separacion-maxima-de-las-columnas-de-confinamiento.html)
- Alonso, J. L. (2014). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*. Caracas: PAG MARKETING SOLUCIONES.
- Alzate, A. (2017). Tesis. *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Viterbo, Caldas*. Caldas, Colombia.
- Arévalo, A. (2020). Tesis. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres*. Lima, Perú.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas - República Bolivariana de Venezuela: Episteme.
- Armenteros, A. (2018). Trabajo de Investigación de Fin de Grado. *Vulnerabilidad Ante Desastres Naturales - Propuestas de Reconstrucción*. Madrid, España.
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Lima: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Retrieved from <http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2016). *¿Qué tan vulnerables son las ciudades latinoamericanas ante los terremotos?* Retrieved from Ciudades Sostenibles: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/terremotos/>
- Barbat, A., & Pujades, L. (2004). Evaluación de la Vulnerabilidad y del Riesgo Sísmico en Zonas Urbanas. Aplicación a Barcelona. *Sísmica - 6º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica*.

- Barbat, A., Carreño, M., Pujades, L., Lantada, N., & Cardona, O. (2010). Seismic vulnerability and risk evaluation methods for urban areas. A review with application to a pilot area. *Structure and Infrastructure Engineering*.
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). A Method For Evaluating The Seismic Vulnerability of Masonry Buildings. Italia: Edición tdx.cat.
- Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2018). Construyendo Formalidad. Edición EXCON. *Revista Construcción e Industria*.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN. (2019). Informe. *Inundación en el Distrito de Luyando - Huánuco*. Perú.
- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN. (2020). Informe. *Vientos Fuertes en el Distrito de Luyando - Huánuco*. Perú.
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. (1994). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificios*. Retrieved from España: Edificio CI, Campus Norte UPC: [https://www.researchgate.net/publication/271586451\\_Vulnerabilidad\\_sismica\\_de\\_edificios](https://www.researchgate.net/publication/271586451_Vulnerabilidad_sismica_de_edificios)
- Delgado, G. (2014). *Taller de la construcción*. Retrieved from <https://docplayer.es/59738442-Curso-taller-de-la-construccion-prof-mag-ing-genaro-delgado-c-escuela-de-ingenieria-civil-u-r-p-ciclo-i.html>
- Espinoza, E. (2020, Julio). La Expansión Informal: El Camino Fácil. Lima, Perú.
- Espinoza, H., & Llamocca, J. (2019). Tesis. *Vulnerabilidad de viviendas informales y sus índices sísmicos en el asentamiento humano Nueva Generación 2000 del distrito de Comas*. Lima, Perú.
- Galdos, G., & Nuñez, R. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los edificios de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, Distrito Cusco, 2018. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco*. Cusco, Perú.
- Garcés, J. (2017). Tesis. *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Cali, Colombia.
- Gobierno Regional de Huánuco. (2014). Estudio. *Diagnóstico y Zonificación para el Tratamiento de Demarcación Territorial de la Provincia de Leoncio Prado*. Huánuco.

- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). *Metodología de la Investigación Científica*. Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-HillInteramericana.
- INDECI. (2018). *Los Movimientos Sísmicos*. Lima, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú. (2014). Estudio. *Evaluación del Peligro Sísmico en Perú*. Lima, Perú.
- Instituto Geográfico Nacional (ING). (2006). Documento informativo. *Conceptos Cartográficos*. Madrid, España: Ministerio de Fomento.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo. *Características de las Viviendas Particulares y Hogares*. Perú.
- Kuroiwa, J. (2016). *Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú*. Perú: MCVS.
- Maldonado, E., & Chio, G. (2009). Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de tierra. *Revista Ingeniería y Desarrollo*.
- Marin, F. (2012). Tesis. *Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la Ciudad de Huánuco*. Lima, Perú.
- Municipalidad Distrital de Luyando. (2021). *Ubicación geográfica distrito de Luyando*. Retrieved from <http://www.muniluyando.gob.pe/index.php/municipalidad/geografia>
- Norma Técnica E 070. (2006). Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Ocola, L. (2005). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. *Revista Geofísica*.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2020). *América Latina y el Caribe: la segunda región más propensa a los desastres*. Retrieved from Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501>
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Paredes, I., & Pachar, B. (2019). Tesis. *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las ocho estructuras del MIDENA, mediante la metodología FEMA P-154, y propuesta de reforzamiento estructural en la edificación más vulnerable*. Sangolqui, Ecuador.
- Rodríguez, R. (2018). Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuena Chucchun - Carhuaz. *Aporte Santiaguino*.

- Ruiz, A., Vidal, F., & Aranda, C. (2016). Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica del Centro Histórico de Tapachula, Chiapas, con el Método del Índice de Vulnerabilidad. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*.
- Salas, J. (2016). *Construyendo con recursos escasos en Latinoamérica. De Habitat II a Habitat III*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Santos, D. (2017). Tesis. *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017*. Huancayo, Perú.
- Vela, X. (2010). *Glosario de arquitectura*. Ecuador: INPC. Retrieved from <https://issuu.com/inpc/docs/www.inpc.gob.ec>
- Yamín, L., Phillis, C., Reyes, J., & Ruíz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA/ESCALA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE	V. DEPENDIENTE
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021	La vulnerabilidad sísmica es alta en las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021	Vulnerabilidad Sísmica	Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos en riesgo, como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 que representa sin daño, a 1 que representa pérdida total. Cuyo nivel permite calificar cualitativamente la magnitud de los daños según el índice de vulnerabilidad.	Índice de Vulnerabilidad	- Clase de Vulnerabilidad (Si) - Importancia del Parámetro - Coeficiente de peso (Wi)	- A: 0 - B: 5 - 15 - C: 15 - 25 - D: 45 - Wi: 0.25 - 1.00
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE	V. INDEPENDIENTE
¿De qué manera los parámetros estructurales inciden la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?	Evaluar los parámetros estructurales que inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021	Los parámetros estructurales inciden significativamente en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021	Edificaciones de albañilería con bloques de concreto vibrado	Las edificaciones en zonas de expansión urbana productos de la autoconstrucción conllevan a la ejecución de malas prácticas, como es el mal uso del refuerzo en las columnas, mala calidad del concreto y mezcla, cimientos defectuosos, malas instalaciones eléctricas y redes sanitarias, construcción sobre rellenos sanitarios, malas construcciones en laderas de los cerros, Etc. Todas estas prácticas pueden ocasionar derrumbes y accidentes.	Parámetros Estructurales	1. Organización del sistema resistente 2. Calidad del sistema resistente 3. Resistencia convencional 4. Posición del edificio y cimentación 5. Diafragmas horizontales 6. Configuración en planta 7. Configuración en elevación 8. Separación máxima entre muros 9. Tipo de Cubierta 10. Elementos no estructurales 11. Estado de conservación	1. A razón 2. A Razón - 3. A: $F_s \geq 1.0$ B: $1.0 > F_s \geq 0.6$ C: $0.6 > F_s \geq 0.4$ D: $0.4 > F_s$ 4. A razón 5. A razón 6. $b_1 \geq 0.8$ o $b_2 \leq 0.1$ $0.8 > b_1 \geq 0.6$ o $0.1 < b_2 \leq 0.2$ $0.6 > b_1 \geq 0.4$ o $0.2 < b_2 \leq 0.3$ 7. $0.4 > b_1$ o $0.3 < b_2$ 7. A razón 8. A: $L/S < 15$ B: $15 \leq L/S < 18$ C: $18 \leq L/S < 25$ D: $25 \leq L/S$ 9. A razón 10. A razón 11. A razón




De qué manera el nivel de vulnerabilidad sísmica incide en el nivel de daño de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?	Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en <b>términos de daño</b> de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021	<b>El nivel de daño es severo</b> en las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021			Índice de daño	- Daño Ligero - Moderado - Severo - Total	- 0- 5 - 5 -25 - 25 - 50 - 50 - 100 o > 100
De qué manera las fallas por agrietamiento estructural inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021?	Determinar la incidencia de las <b>fallas por agrietamiento estructural</b> en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021Prado, Huánuco - 2021.	<b>Las fallas por agrietamiento estructural</b> inciden significativamente en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en zona de expansión urbana para albañilería con bloques de concreto vibrado en la localidad de Naranjillo, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado – 2021			Agrietamiento estructural	- Agrietamiento de la columna por falla a cortante - Falla del empalme del traslape - Daño en la conexión viga-columna	A razón

Fuente: elaboración propia.

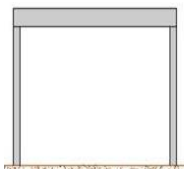
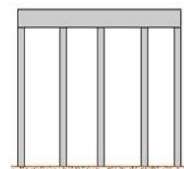
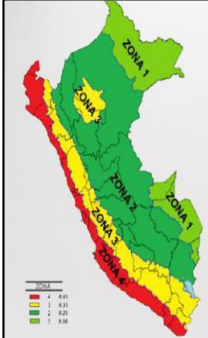
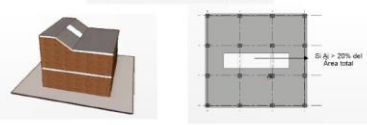

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

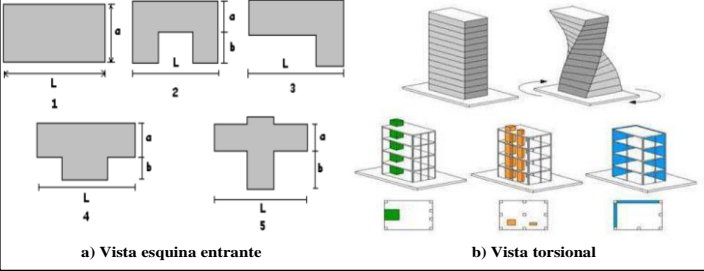
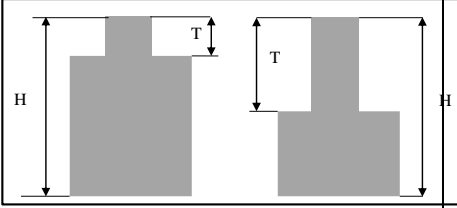
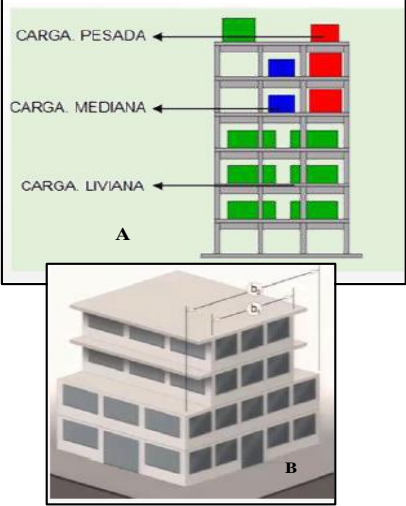
<b>Ficha de Evaluación de Parámetros Estructurales – Índice de Vulnerabilidad</b>			
N° Edificación: _____			
Dirección: _____			
Fecha: _____ Observador: _____			
<b>1. Organización de sistema sismorresistente</b>			
<b>Clase de Vulnerabilidad (Si)</b>		<b>Área gráfica</b>	
<b>A</b>	( )		
<b>B</b>	( )		
<b>C</b>	( )		
<b>D</b>	( )		
<b>2. Calidad de sistema sismorresistente</b>			
<b>Clase de vulnerabilidad, Si:</b>			
A ( ) B ( ) C ( ) D ( )			
<b>3. Resistencia convencional</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>		<b>Área gráfica</b>
Número de pisos	N:		
Área total cubierta (m <sup>2</sup> )	<b>A<sub>t</sub></b>		
Área resistente (m <sup>2</sup> )	Sentido X: <b>A<sub>x</sub></b>		
	Sentido Y: <b>A<sub>y</sub></b>		
Resistencia cortante mampostería (ton/m <sup>2</sup> )	<b>τ<sub>k</sub></b>		
Altura media de los pisos (m),	<b>h</b>		
Peso específico de mampostería (ton/m <sup>2</sup> )	<b>P<sub>m</sub></b>		

Peso por unidad de área diafragma (ton/m <sup>2</sup> )	Ps		
Clase Vulnerabilidad, Si:		A ( ) B ( ) C ( ) D ( )	
<b>4. Posición del edificio y de la cimentación</b>			
Clase de vulnerabilidad, Si: A ( ) B ( ) C ( ) D ( )			
<b>5. Diafragmas horizontales</b>			
Clasificación de Vulnerabilidad, Si	Área gráfica		
A ( )			
B ( )			
C ( )			
D ( )			
<b>6. Configuración en planta</b>			
$b_1 = a/L$		$b_2 = b/L$	
			
Vulnerabilidad Si:	A ( ) B ( ) C ( ) D ( )		
<b>7. Configuración en elevación</b>			
Superficie porche %			
T/H			
±DA/A %:			
<b>8. Distancia máxima entre los muros L/S</b>			

<p><b>L/S=</b></p> <p><b>Si:</b> <b>A ( )</b> <b>B ( )</b> <b>C ( )</b> <b>D ( )</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>9. Tipo de cubierta</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Clase de vulnerabilidad, Si:</b> A ( ) B ( ) C ( ) D ( )</p>	
<p style="text-align: center;"><b>10. Elementos no estructurales</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Clase de vulnerabilidad, Si:</b> A ( ) B ( ) C ( ) D ( )</p>	
<p style="text-align: center;"><b>11. Estado de conservación</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Clase de vulnerabilidad, Si:</b> A ( ) B ( ) C ( ) D ( )</p>	

### Anexo 3. Ficha de procedimiento técnico para evaluar los parámetros de la metodología

Procedimiento para evaluación de parámetros												
Nº	Descripción	Criterios para Clasificar la vulnerabilidad										
1	Organización del Sistema sismorresistente	<p><b>Clase de Vulnerabilidad (Si)</b>                      A: edificio construido de acuerdo a las especificaciones del RNE E.070.                      B: la estructura presenta en todos sus niveles vigas y columnas de amarre y una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.                      C: la estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre y regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.                      D: edificio con paredes ortogonales no ligadas, es decir, solo presenta en algunos niveles vigas y columnas de amarre y una mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Marco sin redundancia, si falla una columna la estructura colapsa</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Marco con redundancia, si falla una columna la estructura sigue estable</p>  </div> </div>										
2	Calidad del sistema resistente	<p>A: mampostería de ladrillo de buena calidad con piezas uniformes y en perfectas condiciones ,la presencia de mechas de anclaje entre columna y muro, mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta (RNE E.070) y una buena homogeneidad del ladrillo portante en todos sus niveles.                      B: la configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A.                      C: la configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A.                      D: la configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A.</p>										
3	Resistencia convencional	<p>A: <math>F_s \geq 1.0</math>                      B: <math>1.0 &gt; F_s \geq 0.6</math>                      C: <math>0.6 &gt; F_s \geq 0.4</math>                      D: <math>0.4 &gt; F_s</math></p> $F_s = \frac{V_R}{V_A} \quad V_R = \sum A_m \times V_m$ $V_A = C \times W$ $V_A = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times \left[ (A_1 + A_2) \times \frac{1 \text{ Ton}}{m^2} \right]$ <div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <caption>TABLA Nº 01 FACTORES DE ZONA "Z"</caption> <thead> <tr> <th>ZONA</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red;">4</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">2</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">1</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>VA: fuerza basal actuante en la base.                      C: coeficiente sísmico.                      W: peso total de la edificación.                      Z: factor de zona sísmica (figura 4).                      U: factor de uso                      C: factor de amplificación sísmica (Apéndice A).                      S: factor de suelo (Apéndice A).                      R: coeficiente de reducción sísmica (Apéndice A).                      A1: área del primer nivel.                      A2,3,4...: área del segundo nivel, tercer nivel, cuarto nivel, etc.                      VR: cortante resistente de los muros que resulta del producto entre el área del muro resistente en el sentido del sismo por el esfuerzo cortante del ladrillo. Para determinar el sentido tanto para X e Y se usa una relación del 50 %, solo siendo necesario estimar las áreas en un sentido.</p>	ZONA	Z	4	0.45	3	0.35	2	0.25	1	0.10
ZONA	Z											
4	0.45											
3	0.35											
2	0.25											
1	0.10											
4	Posición del edificio y cimentación	<p>A: edificación construida sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada en una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.                      B: edificación construida sobre roca con pendiente comprendida entre 10% y 30% o sobre terreno suelto con pendiente entre 10% y 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a un (1) metro. No existe presencia de empuje por efecto de terraplén.                      C: edificación cimentada sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre 30% y 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a un (1) metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.                      D: edificación cimentada sobre terreno suelto con pendiente mayor a un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a un (1) metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.</p>										
5	Diafragmas horizontales	<p>A: ausencia de planos a desnivel, la deformabilidad en el plano es despreciable y la conexión entre los diafragmas es eficaz.                      B: la edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A.                      C: la edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A.                      D: la edificación en evaluación no cumple con ninguno de los requisitos de la clase A.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>SISTEMAS NO PARALELOS</p>  </div> </div>										

6	Configuración en planta	<p>A: edificación con <math>b_1 \geq 0.8</math> o <math>b_2 \leq 0.1</math>  B: edificación con <math>0.8 &gt; b_1 \geq 0.6</math> o <math>0.1 &lt; b_2 \leq 0.2</math>  C: edificación con <math>0.6 &gt; b_1 \geq 0.4</math> o <math>0.2 &lt; b_2 \leq 0.3</math>  D: edificación con <math>0.4 &gt; b_1</math> o <math>0.3 &lt; b_2</math></p> $b_1 = \frac{a}{L} \quad b_2 = \frac{b}{L}$  <p>a) Vista esquina entrante      b) Vista torsional</p>
7	Configuración en elevación	<p>A: la estructura no presenta discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa, irregularidad de rigidez piso blando (edificio con <math>-DA/A &lt; 10\%</math>).</p> <p>B: la estructura posee un tipo de irregularidad de la clase A (superficie porche <math>&lt; 10\%</math> o <math>10\% \leq -DA/A &lt; 20\%</math>).</p> <p>C: la estructura posee dos tipos de irregularidad de la clase A (superficie porche igual al 10% a 20% o <math>-DA/A &gt; 20\%</math> o <math>T/H &lt; 2/3</math>).</p> <p>D: la estructura posee tres tipos de irregularidad de la clase A (superficie porche <math>&gt; 20\%</math> o <math>DA/A &gt; 0</math> o <math>T/H &gt; 2/3</math>).</p>  
8	Distancia máxima entre los muros	<p>Se reporta el factor "L/S", donde "L" es el espaciamiento de los muros transversales y "S" el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más favorable.</p> <p>A: <math>L/S &lt; 15</math>  B: <math>15 \leq L/S &lt; 18</math>  C: <math>18 \leq L/S &lt; 25</math>  D: <math>25 \leq L/S</math></p>
9	Tipo de cubierta	<p>A: la edificación presenta cubierta estable debidamente amarrada a los muros que garanticen un comportamiento de diafragma rígido. Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande.</p> <p>B: edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.</p> <p>C: edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.</p> <p>D: edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A.</p>
10	Elementos no estructurales	<p>A: edificio sin cornisas y sin parapetos.</p> <p>B: edificio con cornisas y parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas (adosadas) a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.</p> <p>C: edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared (adosado).</p> <p>D: edificio que presenta chimeneas o cualquier otro elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo mal contruidos que puedan caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a este de modo deficiente.</p>
11	Estado de conservación	<p>A: muros en buena condición, sin lesiones visibles.</p> <p>B: muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los que dichas lesiones han sido producidas por terremotos.</p> <p>C: muros con lesiones de tamaño medio entre 2 y 3 mm de ancho, o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero caracterizado por estado mediocre de conservación de la mampostería.</p> <p>D: muros que presentan fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o lesiones muy graves de más de 3 mm de ancho.</p>

Fuente: elaboración propia con fuente de Benedetti y Petrini (1984).



**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los dieciséis días del mes de diciembre de 2021, siendo las 16:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°737-2021-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis), y la Resolución Virtual N°763-2020-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 9 DIC. 2021 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Titulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación virtual de tesis titulada " VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES EN ZONA DE EXPANSION URBANA CONSTRUIDAS CON ALBAÑILERIA DE BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO EN LA LOCALIDAD DE NARANJILLO, DEL DISTRITO DE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – 2021" para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller **DEMETRIO LEVI CRISANTO ESPINOZA**, de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Meeting Webex.

Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

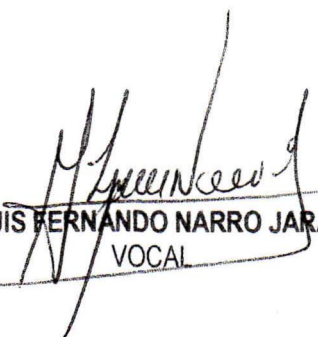
APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
CRISANTO ESPINOZA DEMETRIO LEVI	APROBADO	15	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 17:25 horas del mismo día 16/12/2021 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

  
**VICTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
 PRESIDENTE

  
**CHARLES JIAMMY ALCEDO DIAZ**  
 SECRETARIO

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
 VOCAL

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

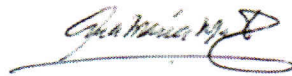
**N° 035-2022- DI/FICA**

La directora de investigación de la Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis titulada “**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES EN ZONA DE EXPANSIÓN URBANA CONSTRUIDAS CON ALBAÑILERÍA DE BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO EN LA LOCALIDAD DE NARANJILLO, DEL DISTRITO DE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – 2021**”, del Bachiller en Ingeniería Civil **DEMETRIO LEVI CRISANTO ESPINOZA**, Cuenta con un índice de similitud del 32% verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 29 de agosto del 2022



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigación FICA



NOMBRE DEL TRABAJO

**Demetrio Levi Tesis 21.12.21 (1).docx**

RECUENTO DE PALABRAS

**20043 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**102640 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**78 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 11, 2022 10:37 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 11, 2022 10:44 AM GMT-5****● 32% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 30% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico

● **32% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 30% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	3%
2	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Internet	2%
3	<b>hdl.handle.net</b> Internet	2%
4	<b>repositorio.uteq.edu.ec</b> Internet	1%
5	<b>manglar.uninorte.edu.co</b> Internet	<1%
6	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Internet	<1%
7	<b>revistasipgh.org</b> Internet	<1%
8	<b>myslide.es</b> Internet	<1%

9	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	<1%
10	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Internet	<1%
11	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-07-29</b> Submitted works	<1%
12	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Internet	<1%
13	<b>docplayer.es</b> Internet	<1%
14	<b>direccionsaneamiento.vivienda.gob.pe</b> Internet	<1%
15	<b>kupdf.net</b> Internet	<1%
16	<b>cverdad.org.pe</b> Internet	<1%
17	<b>oa.upm.es</b> Internet	<1%
18	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Internet	<1%
19	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Internet	<1%
20	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Internet	<1%

21	<b>upcommons.upc.edu</b> Internet	<1%
22	<b>repository.unilibre.edu.co</b> Internet	<1%
23	<b>Repositorio.Unap.Edu.Pe</b> Internet	<1%
24	<b>Repositorio.Unsa.Edu.Pe</b> Internet	<1%
25	<b>dialnet.unirioja.es</b> Internet	<1%
26	<b>vsip.info</b> Internet	<1%
27	<b>rcientificas.uninorte.edu.co</b> Internet	<1%
28	<b>repositorio.uandina.edu.pe</b> Internet	<1%
29	<b>repositorio.unica.edu.pe</b> Internet	<1%
30	<b>Repositorio.Unh.Edu.Pe</b> Internet	<1%
31	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-07-08</b> Submitted works	<1%
32	<b>unjbg on 2022-08-01</b> Submitted works	<1%

33	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Internet	<1%
34	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Internet	<1%
35	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Internet	<1%
36	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2021-06-22</b> Submitted works	<1%
37	<b>ri.ues.edu.sv</b> Internet	<1%
38	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Internet	<1%
39	<b>repositorio.unas.edu.pe</b> Internet	<1%
40	<b>Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado de la Construcción...</b> Submitted works	<1%
41	<b>es.scribd.com</b> Internet	<1%
42	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Internet	<1%
43	<b>repositorio.uap.edu.pe</b> Internet	<1%
44	<b>Repositorio.Unjfsc.Edu.Pe</b> Internet	<1%

45	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Internet	<1%
46	<b>repositorio.unasam.edu.pe</b> Internet	<1%
47	<b>Universidad Internacional SEK on 2022-02-03</b> Submitted works	<1%
48	<b>dspace.ucuenca.edu.ec</b> Internet	<1%
49	<b>prezi.com</b> Internet	<1%
50	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Internet	<1%
51	<b>Jorge Grau Rebollo, Anna Piella Vila, Aurora González Echevarría, Marí...</b> Crossref	<1%
52	<b>Universidad Internacional SEK on 2021-07-23</b> Submitted works	<1%
53	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b> Internet	<1%
54	<b>ptolomeo.unam.mx:8080</b> Internet	<1%
55	<b>slideshare.net</b> Internet	<1%
56	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2018-06-22</b> Submitted works	<1%

57	<b>tabasco.gob.mx</b> Internet	<1%
58	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2022-08-11</b> Submitted works	<1%
59	<b>Universidad Nacional Hermilio Valdizan on 2021-08-06</b> Submitted works	<1%
60	<b>dspace.utb.edu.ec</b> Internet	<1%
61	<b>es.slideshare.net</b> Internet	<1%
62	<b>guadalajara.gob.mx</b> Internet	<1%
63	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Internet	<1%
64	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Internet	<1%
65	<b>researchgate.net</b> Internet	<1%
66	<b>1library.co</b> Internet	<1%
67	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Internet	<1%
68	<b>scribd.com</b> Internet	<1%

69	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-04-03</b> Submitted works	<1%
70	<b>Universidad Ricardo Palma on 2020-12-04</b> Submitted works	<1%
71	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
72	<b>Alan Noe Jim Carrillo Arteaga, Jesús Castillo Nonato. "Objective six of ...</b> Crossref	<1%
73	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2020-11-28</b> Submitted works	<1%
74	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2021-11-30</b> Submitted works	<1%
75	<b>Universidad Continental on 2019-09-09</b> Submitted works	<1%
76	<b>University of Lincoln on 2022-07-18</b> Submitted works	<1%
77	<b>eujournal.org</b> Internet	<1%
78	<b>ficem.org</b> Internet	<1%
79	<b>issuu.com</b> Internet	<1%
80	<b>repositorio.autonoma.edu.pe</b> Internet	<1%



81	<b>aentde.com</b> Internet	<1%
82	<b>desarrollolocal.org</b> Internet	<1%
83	<b>mct.gov.br</b> Internet	<1%
84	<b>"Structural Analysis of Historical Constructions", Springer Science and ...</b> Crossref	<1%
85	<b>American Heritage School on 2022-07-28</b> Submitted works	<1%
86	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-09-19</b> Submitted works	<1%
87	<b>Universidad Continental on 2020-07-20</b> Submitted works	<1%
88	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Internet	<1%
89	<b>Universidad Catolica De Cuenca on 2018-07-11</b> Submitted works	<1%
90	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-11-04</b> Submitted works	<1%
91	<b>Universidad Privada San Juan Bautista on 2017-09-30</b> Submitted works	<1%
92	<b>Universidad San Ignacio de Loyola on 2021-04-06</b> Submitted works	<1%

93	<b>news.un.org</b> Internet	<1%
94	<b>pt.scribd.com</b> Internet	<1%
95	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Internet	<1%
96	<b>rsta.pucmm.edu.do</b> Internet	<1%
97	<b>worldwidescience.org</b> Internet	<1%
98	<b>grafiati.com</b> Internet	<1%
99	<b>tdx.cat</b> Internet	<1%
100	<b>Universidad Católica de Santa María on 2022-05-30</b> Submitted works	<1%
101	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-07</b> Submitted works	<1%
102	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2018-10-15</b> Submitted works	<1%
103	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2021-07-05</b> Submitted works	<1%
104	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-30</b> Submitted works	<1%


105	<b>Universidad Continental on 2020-07-30</b> Submitted works	<1%
106	<b>Universidad Internacional SEK on 2022-02-03</b> Submitted works	<1%
107	<b>Universidad Ricardo Palma on 2021-07-01</b> Submitted works	<1%
108	<b>Universidad Tecnologica de Honduras on 2014-07-28</b> Submitted works	<1%
109	<b>Universidad de Lima on 2015-11-28</b> Submitted works	<1%
110	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Internet	<1%
111	<b>repositorio.ucsg.edu.ec</b> Internet	<1%
112	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Internet	<1%
113	<b>repositorio.upeu.edu.pe:8080</b> Internet	<1%
114	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Internet	<1%
115	<b>repository.eia.edu.co</b> Internet	<1%
116	<b>unjbg on 2022-08-09</b> Submitted works	<1%

117	<b>cepal.org</b> Internet	<1%
118	<b>conamype.org</b> Internet	<1%
119	<b>funrevolution.net</b> Internet	<1%
120	<b>itdg.org.pe</b> Internet	<1%
121	<b>proddel.org</b> Internet	<1%
122	<b>theibfr.com</b> Internet	<1%
123	<b>"El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2021", Food and ...</b> Crossref	<1%
124	<b>Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2018-04-06</b> Submitted works	<1%
125	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-19</b> Submitted works	<1%
126	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-01-13</b> Submitted works	<1%
127	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2018-11-29</b> Submitted works	<1%
128	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2019-02-06</b> Submitted works	<1%

129	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-10</b> Submitted works	<1%
130	<b>Universidad Continental on 2021-10-02</b> Submitted works	<1%
131	<b>Universidad Internacional SEK on 2022-02-18</b> Submitted works	<1%
132	<b>Universidad Tecnologica de Honduras on 2016-05-23</b> Submitted works	<1%
133	<b>bdigital.unal.edu.co</b> Internet	<1%
134	<b>cybertesis.uach.cl</b> Internet	<1%
135	<b>cybertesis.unmsm.edu.pe</b> Internet	<1%
136	<b>desastres.medicina.usac.edu.gt</b> Internet	<1%
137	<b>doku.pub</b> Internet	<1%
138	<b>es.unionpedia.org</b> Internet	<1%
139	<b>moam.info</b> Internet	<1%
140	<b>repositorio.ana.gob.pe</b> Internet	<1%

141	<b>repositorio.espe.edu.ec</b> Internet	<1%
142	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Internet	<1%
143	<b>repositorio.uct.edu.pe</b> Internet	<1%
144	<b>repositorio.ug.edu.ec</b> Internet	<1%
145	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b> Internet	<1%
146	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Internet	<1%
147	<b>ribuni.uni.edu.ni</b> Internet	<1%
148	<b>saber.ucv.ve</b> Internet	<1%
149	<b>idf.org</b> Internet	<1%
150	<b>imt.mx</b> Internet	<1%
151	<b>repositorio.unasam.edu.pe</b> Internet	<1%
152	<b>sun-sentinel.com</b> Internet	<1%

153	<b>zaragoza.es</b> Internet	<1%
154	<b>Universidad Privada Antenor Orrego on 2019-12-10</b> Submitted works	<1%
155	<b>Universidad de San Martín de Porres on 2019-10-30</b> Submitted works	<1%
156	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Internet	<1%
157	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-19</b> Submitted works	<1%
158	<b>repositorio.usmp.edu.pe</b> Internet	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: Crisanto Espinoza Demetrio Levi  
 DNI: 43724274 Correo electrónico: CrisantoLevi@Hotmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 964508359 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS


Pregrado	
Facultad de:	<u>Ing. Civil y Arquitectura</u>
E. P. :	<u>Ingeniería Civil</u>

Título Profesional obtenido:

Ingeniero Civil

Título de la tesis:



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones en zona de expansión Urbana Construidas con Albañilería de bloques de Concreto Vibrado en la localidad de Narangillo, del Distrito Luyando, Prov. Arequipa  
 Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es): Leonio Pardo - 2021.

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

---



---

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( ) 1 año
- ( ) 2 años
- ( ) 3 años
- ( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma:

16 /12/2021

Firma del autor y/o autores:

