

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



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

TESIS

“Análisis(grado) de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa – 2023”

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

AUTOR: Baylon Nieves, Bryan Jhersin

ASESOR: Cárdenas Vega, José Antonio

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión de riesgos y desastres

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71547875

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42878755

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas, mención: gestión pública

Código ORCID: 0000-0003-2365-566X

H

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Alcedo Diaz, Charles Jiammy	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	40033614	0000-0002-1973-5424
2	Rivera Vidal, Jim Arturo	Magister en diseño y construcción de obras viales	22510037	0000-0002-5656-8952
3	Chiguala Contreras, Yasser Everet	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	18081080	0000-0001-5877-9377



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

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

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

En la ciudad de Tingo María, siendo las 17:30 horas del día **miércoles 20 de diciembre de 2023**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|---|-------------------|
| • MG. CHARLES JIAMMY ALCEDO DIAZ | PRESIDENTE |
| • MG. JIM ARTURO RIVERA VIDAL | SECRETARIO |
| • MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3111-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS(GRADO) DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN SECTOR DE TINGO MARÍA DISTRITO RUPARUPA-2020". presentado por el (la) Bachiller. **Bryan Jhersin BAYLON NIEVES** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 19:00PM horas del día **miércoles 20 de diciembre de 2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal



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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. Ing José Antonio Cardenas Vega, docente asesor de Tesis del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante RESOLUCIÓN N° 1836-2022-D-FI-UDH de fecha 16 de setiembre de 2022 del Bachiller BAYLON NIEVES, Bryan Jhersin, del Trabajo de Investigación TESIS titulada "ANÁLISIS(GRADO) DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN SECTOR DE TINGO MARÍA DISTRITO RUPA-RUPA- 2023".

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 13% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 13 de marzo del 2024.

Atentamente,

Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega

Asesor

COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X

CIP: 150459

DNI: 42878755

tesis_Baylon Nieves, Bryan Jhersin.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega

Asesor

COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X

CIP: 150459

DNI: 42878755

DEDICATORIA

Querida madre, Elva Nieves Condezo.

Con todo mi amor y gratitud te dedico este trabajo. Tus palabras de aliento, apoyo incondicional y amor ilimitado me han llevado hasta aquí. Cada éxito que he logrado se debe a tu ejemplo y enseñanzas.

Gracias por ser mi roca en el mundo en momentos difíciles y por creer siempre en mí. Espero que este trabajo sea una muestra de mi agradecimiento hacia ti y por todo lo que has hecho por mí. Te quiero muchísimo.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad de Huánuco por brindarme la oportunidad de estudiar y continuar mi desarrollo profesional. Gracias a los conocimientos y habilidades adquiridos en esta institución pude llevar a cabo este proyecto de manera efectiva y eficiente.

Me gustaría expresar mi gratitud a los profesores que me guiaron y me brindaron su orientación y experiencia. Sus enseñanzas fueron fundamentales para la consecución de los objetivos propuestos en este trabajo y para mi formación como profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
CAPÍTULO I.....	11
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRACTICA	18
1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA.....	19
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	19
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	19
1.6.4. VIABILIDAD ÉTICA.....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	26
2.2.2. DENSIDAD DE MUROS	28
2.2.3. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	38
2.2.4. DISEÑO ESTRUCTURAL	38
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	43
2.3.1. ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.....	43
2.3.2. ALBAÑILERÍA CONFINADA	43
2.3.3. ALBAÑILERÍA ARMADA	43
2.3.4. CONFINAMIENTO	43
2.3.5. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	43
2.3.6. SISMO.....	44
2.3.7. DESASTRE.....	44
2.3.8. ARRIOSTRE	44
2.3.9. MURO DE ARRIOSTRE	44
2.3.10. MURO NO PORTANTE	44
2.4. HIPÓTESIS	45
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	45
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	45
2.5. VARIABLES	45
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	45
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	45
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	46
CAPÍTULO III.....	48
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.1.1. ENFOQUE	48
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	48
3.1.3. DISEÑO	49
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	49
3.2.1. POBLACIÓN	49

3.2.2. MUESTRA.....	49
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.3.1. DATOS GENERALES DE LA FICHA DE REPORTE DE VIVIENDAS	50
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	51
CAPÍTULO IV.....	52
4. RESULTADOS.....	52
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	52
4.1.2. GRADO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL.....	55
4.1.3. GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	60
4.1.4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN, REFORZAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	61
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	62
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	62
CAPÍTULO V.....	64
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de parámetros de vulnerabilidad.....	30
Tabla 2 Rangos de valores de vulnerabilidad sísmica.....	31
Tabla 3 Resistencias características de la albañilería.....	33
Tabla 4 Valores de los parámetros del peligro sísmico.....	40
Tabla 5 Valores de los parámetros del peligro sísmico.....	41
Tabla 6 Rango de valores de parámetros de peligro sísmico.....	42
Tabla 7 Operacionalización de variables.....	46
Tabla 8 Antigüedad de las viviendas.....	52
Tabla 9 Topografía del terreno.....	53
Tabla 10 Secuencia constructiva.....	53
Tabla 11 Estado de las viviendas.....	54
Tabla 12 Densidad de muros.....	56
Tabla 13 Calidad de mano de obra y materiales.....	57
Tabla 14 Vulnerabilidad estructural.....	58
Tabla 15 Estabilidad de muros.....	59
Tabla 16 Grado de vulnerabilidad sísmica.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonas sísmicas del Perú.....	12
Figura 2 Mapa de intensidades máximas.	14
Figura 3 Mapa de Tingo María, distrito Rupa Rupa – Huánuco.....	15
Figura 4 Antigüedad de las viviendas	52
Figura 5 Secuencia constructiva	54
Figura 6 Estado de las viviendas.	55
Figura 7 Densidad de muros.....	56
Figura 8 Calidad de mano de obra y materiales.	57
Figura 9 Vulnerabilidad estructural.	58
Figura 10 Vulnerabilidad no estructural.	59
Figura 11 Grado de vulnerabilidad sísmica.....	60

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general realizar el análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo Maria en el distrito de Rupa – Rupa. La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño no experimental, la población de estudio estuvo conformada por 35 viviendas de albañilería confinada las cuales fueron evaluadas por medio de la aplicación de una ficha de reporte donde fueron recolectados los datos necesarios para la evaluación sísmica. Como resultado de la investigación de la evaluación preliminar se obtuvo que las viviendas se encuentran sobre un terreno de suelo arenoso con piedra de canto rodado, a su vez se encontró presencia de fisuras en muros, fierros expuestos y oxidados y cangrejeras en elementos estructurales. La evaluación permitió comprobar que el 62.86% de las viviendas se encuentran expuestas a un grado de vulnerabilidad media, mientras que el 31.43% presenta un grado de vulnerabilidad alta y solo el 5.71% cuenta con un grado de vulnerabilidad baja. Se concluyó que, es necesario implementar medidas para la reducción del grado de vulnerabilidad tanto en las viviendas ya construidas como en las que se proyecta construir.

Palabras claves: Análisis, vulnerabilidad, viviendas, sísmica, albañilería.

ABSTRACT

The present investigation has as a general objective to carry out the analysis of the seismic vulnerability of the confined masonry houses of a sector of Tingo Maria in the district of Rupa - Rupa. The research was of the applied type, with a quantitative approach, explanatory level and non-experimental design, the study population consisted of 35 confined masonry houses which were evaluated through the application of a report form where the data were collected. needed for seismic evaluation. As a result of the investigation of the preliminary evaluation, it was obtained that the houses are located on a sandy soil terrain with boulder stone, in turn, the presence of cracks in walls, exposed and rusty ironwork and crabs in structural elements was found. The evaluation made it possible to verify that 62.86% of the homes are exposed to a medium degree of vulnerability, while 31.43% present a high degree of vulnerability and only 5.71% have a low degree of vulnerability. It was concluded that it is necessary to implement measures to reduce the degree of vulnerability both in houses already built and in those that are planned to be built.

Keywords: Analysis, vulnerability, housing, seismic, masonry.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

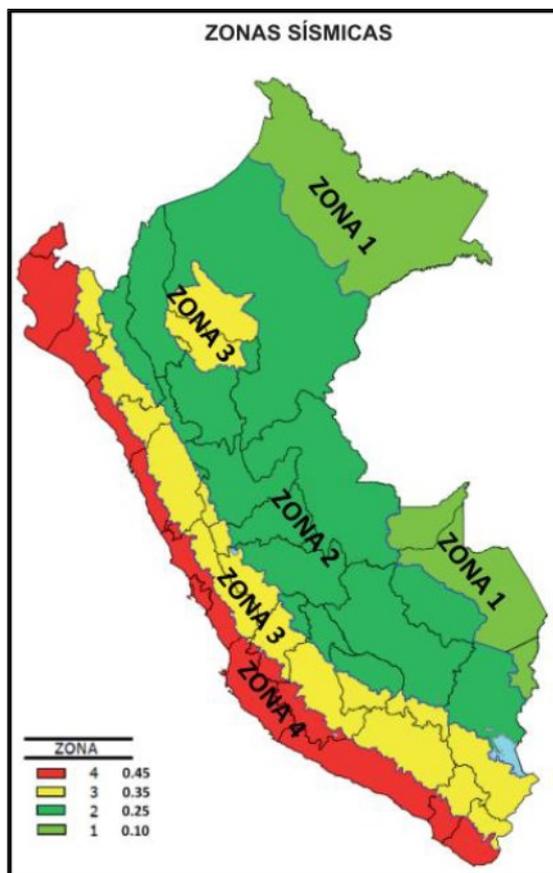
Según la Unesco (2014), la vulnerabilidad es entendida como “La susceptibilidad y resiliencia de la comunidad y el medio ambiente a las amenazas” (p.67); en este sentido, la vulnerabilidad de una estructura o edificación se refiere al grado de daño que recibe después de un sismo. Estas estructuras se pueden caracterizar por ser más o menos vulnerables a eventos sísmicos (Mercado, 2016).

Perú al estar ubicado geográficamente en el Cinturón de Fuego, su actividad sísmica es alta, es por ello que el 90 % de los sismos del planeta ocurren en dicha zona; tal es el caso de los eventos de gran magnitud ocurridos en el país: Áncash en 1970 con magnitud de 7.2 grados, Lima en 1974 cuya magnitud fue de 8.0 grados; Ica en 1996 con una magnitud de 6.4 grados; en el año 2007 el terremoto de Pisco con consecuencias devastadoras y el más reciente de gran magnitud ocurrido en mayo de 2019 de magnitud 8.0 grados registrado en la ciudad de Loreto con una víctima fatal y aproximadamente 2,500 afectados. En ese sentido; posteriormente a un sismo suelen ocurrir desperfectos en las edificaciones y estructuras, debido a los movimientos éstas sufren daños, causados por el gran nivel de riesgo sísmico, trayendo como consecuencia el peligro hacia la integridad física y material, ocasionando incertidumbre respecto al uso de manera inmediata del inmueble por parte de sus ocupantes (Porrás, 2019).

Ante lo manifestado, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ha emitido numerosas leyes y reglamentos en materia de seguridad sísmica de las edificaciones a través de la Dirección General de Políticas y Regulación de Construcción y Saneamiento (DGPRCS) siendo de obligatorio cumplimiento. Recogido en la norma técnica E.030 de diseño sísmico revisada en el año 2019; en la misma según el artículo 10 se determina que el territorio peruano queda dividido en cuatro zonas según la

sismicidad observada, a las que se le asocia un factor z que representa la máxima aceleración horizontal en el suelo duro, tal y como se muestra en la figura 1 (MVCS, 2019).

Figura 1
Zonas sísmicas del Perú



Fuente: Norma Técnica E.030 (2019).

Ante estos factores, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), realizan acciones relacionadas con la gestión de riesgo ante eventos y desastres nacionales, especialmente para aquellas poblaciones que se consideran vulnerables; cuyo objetivo es la preparación dirigida a dar respuesta efectiva e inmediata y la mejora de dichos procesos (IGP, 2018). de manera similar, el IGP recomienda aumentar la información sobre los planes de zonificación de geingeniería sísmica y alinearlos con la normativa de planificación de la ciudad para mitigar los riesgos que presentan (IGP, 2018).

La vulnerabilidad sísmica de las estructuras es una propiedad única e independiente de los riesgos potenciales del sitio. Es decir, un edificio o estructura es frágil y puede no representar un riesgo a menos que se encuentre en un área vulnerable o presente un riesgo sísmico específico (Mercado, 2016).

En Perú, la albañilería confinada se ha convertido en el sistema estructural más popular para la construcción de viviendas, debido a la facilidad de construcción y bajo costo; no obstante, es el que mayores imperfecciones presenta, debido en gran medida a la informalidad de las construcciones que son generadas bajo dicho sistema, causando la vulnerabilidad sísmica de éstas (Cari, 2018). Este sistema constructivo conforme al MVCS está regulado por la Norma Técnica E.070 de Albañilería de 2006. Tiene por objeto establecer las obligaciones y condiciones mínimas para la albañilería, especialmente el estudio, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de la albañilería armada (MVCS, 2006).

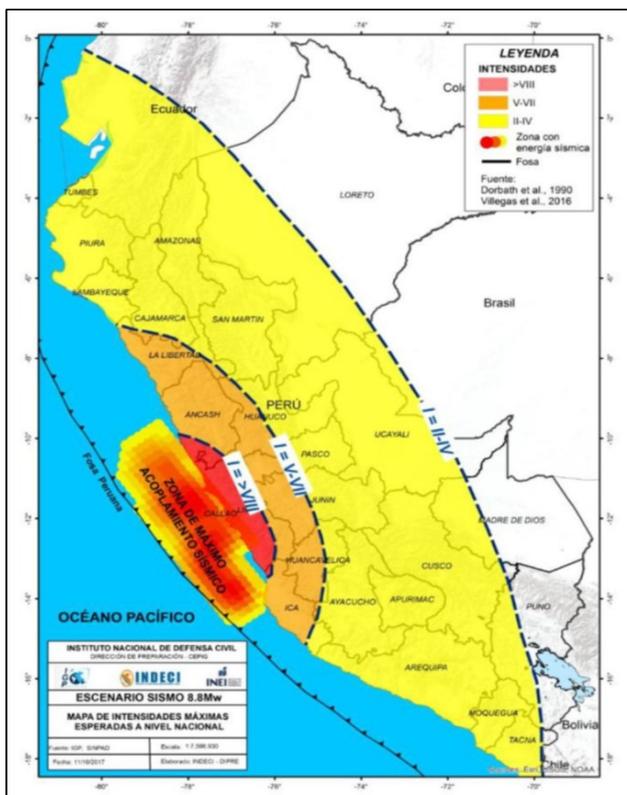
En ciertos casos de la albañilería confinada, su vulnerabilidad no sólo está relacionada con la actividad sísmica de la zona, sino que se caracteriza básicamente por su inestabilidad temporal y espacial, debido a que no solo está vinculada con la sismicidad de la región, sino que además depende de factores sociodemográficos como la densidad poblacional, el grado de desarrollo económico y el nivel de preparación ante un evento sísmico; de acuerdo a esto, los daños serán mayores si las construcciones se han realizado sin seguir alguna orientación técnica, trayendo como consecuencia graves daños a éstas (Palacios & Tandaypan, 2017).

Para contextualizar el área objeto de estudio, la ciudad de Tingo María se ubica geográficamente en la zona centro oriental del Perú en el departamento de Huánuco, precisamente en la provincia Leoncio Prado en el distrito Rupa-Rupa, cuenta con una población censal según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del año 2017 de 46,191 habitantes; desde el punto de vista nacional Huánuco se ubica como décimo tercer

departamento con mayor población del país. En cuanto a las condiciones sociodemográficas del Departamento de Huánuco en general, según el Informe de Desarrollo Humano realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), este se ubica en el puesto 21 de 25, mostrando una posición rezagada en cuanto a desarrollo humano, respecto a las construcciones de albañilería predomina la construcción informal y la autoconstrucción de forma artesanal (Municipalidad de Huánuco, 2018).

Según la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, Tingo María corresponde a la zona 2 con una aceleración máxima del suelo de 0.25 y para tener una idea de su ubicación relacionada con un posible escenario sísmico el INDECI en el año 2017 realizó una proyección a través de un mapa nacional para un futuro evento telúrico de magnitud 8.8 Mw que generaría intensidades entre II a VIII según la escala de Mercalli, el mismo se puede apreciar en la figura 2 (INDECI, 2017).

Figura 2
Mapa de intensidades máximas



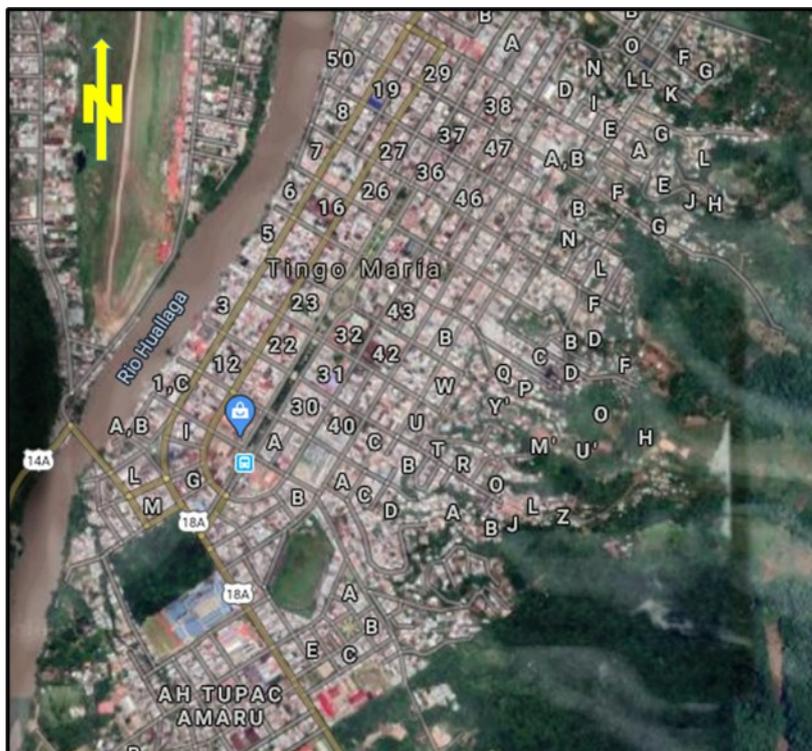
Fuente: INDECI (2017).

Como se observa, es apremiante que ante futuros eventos de gran magnitud sísmica las edificaciones y estructuras tienen la posibilidad de sufrir daños; donde el grado de afectación dependerá de su ubicación y la vulnerabilidad que presente ante dicho evento (Porras, 2019).

Al respecto, se seleccionó el área de estudio como se muestra en la Figura 3 por presentar las siguientes consideraciones:

- La preeminencia de viviendas de construidas con material de albañilería confinada, en muchos casos de ladrillo hecho a mano y sistema de autoconstrucción.
- Gran densidad poblacional del sector.
- Déficit de estudios de la zona, como topografía, tipo de suelo y la influencia del río Huallaga debido a su cercanía a la zona.

Figura 3
Mapa de Tingo María, distrito Rupa Rupa – Huánuco



Fuente: Google maps (2020).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles serán los sistemas constructivos más utilizados en la construcción de viviendas de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020?
- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad estructural y no estructural de viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070?
- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070?
- ¿Qué recomendaciones serán las adecuadas para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, que permitan mitigar la vulnerabilidad?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los sistemas constructivos más utilizados en la construcción de viviendas de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020.

- Determinar el grado de vulnerabilidad estructural y no estructural del sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070.
- Estimar el grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070.
- Proponer recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, que permitan mitigar la vulnerabilidad.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La justificación de este estudio radica en que permitirá ampliar el anclaje teórico de la disciplina objeto de estudio, lo que permitirá el desarrollo de otras investigaciones, en este caso específico la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería relacionadas con la aplicación de las leyes, normas y regulaciones emanadas por el Estado y que van dirigidas a la ejecución del estudio, diseño, construcción, control de calidad e inspección en obras de albañilería confinada, que permitan mitigar el riesgo.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Desde el punto de vista metodológico la presente investigación centra su justificación, en el rigor científico que se seguirá para estimar el riesgo sísmico al que están sometidas las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada un sector de Tingo María del distrito Rupa-Rupa a través de la verificación del cumplimiento de las Normas E.070 y E.030; del mismo modo, para identificar los sistemas constructivos de mayor utilización en el sector, se pretende establecer una encuesta con el propósito de evaluar la tipología de construcción predominante en la zona y finalmente a través de los hallazgos

presentados proponer una serie de recomendaciones dirigidas tanto a la comunidad científica de la Ingeniería Civil, como a los sectores más vulnerables por esta problemática que permitan mitigar el riesgo sísmico.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

Desde el punto de vista práctico el presente estudio enmarca su justificación; en el beneficio que tendrá para los estudiantes, profesionales y relacionados al área de la ingeniería civil; asimismo a los entes gubernamentales involucrados en la gestión de riesgo ante desastres como el INDECI e IGP asimismo a los organismos técnicos y garantes del cumplimiento de las normas, en este caso el MVCS y el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP); debido a que permitirá dar luces ante problemas de tal envergadura donde existe el riesgo material y humano. Asimismo, permitirá revisar la trazabilidad en el cumplimiento de las Normas E.070 y E.030 por parte de los pobladores que hacen vida en el sector seleccionado y de la misma manera aplicar las recomendaciones que nos permita de este modo mitigar el riesgo por vulnerabilidad sísmica al que están sometidos.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Este estudio tiene su justificación desde el punto de vista social, puesto que le permitirá a la comunidad seleccionada, en este caso el Tingo María conocer el estado en el que se encuentra sus viviendas según las Normas E.070 y E.030, asimismo, identificar las falencias en el proceso de construcción de las mismas, lo que repercutirá en la toma de acciones correctivas a las que haya lugar; del mismo modo, se verán beneficiados debido a que estas acciones estarían direccionadas a disminuir la vulnerabilidad sísmica de las mismas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las posibles limitaciones que se puedan presentar al elaborar el estudio se tienen:

- Apoyo limitado de las familias encuestadas.

- Áreas comprometidas por la delincuencia.
- Falta de información catastral que sirva de apoyo al estudio.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA

La viabilidad técnica de este estudio radica, en que se tienen disponibles los recursos necesarios desde el punto técnico, humano, bibliográfico y equipamiento para ejecutarlo; lo que permitirá tener las herramientas necesarias para llegar al cumplimiento del propósito del mismo, lo que repercutirá en el cumplimiento del cronograma de actividades.

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

La presente investigación es viable desde el punto de vista económico, debido a que se estima que el costo involucrado para ejecutarlo sea manejable dentro de los parámetros normales de lo que es una investigación de campo. Para ejecutar el mismo no se requerirán desembolsar mayores sumas de dinero por parte del investigador.

1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL

La presente investigación es viable en el tiempo, puesto que, la realización de la misma se estima que sea en el periodo 2020, lo que permitirá cumplir con el cronograma de actividades y su delimitación temporal. Las actividades de campo y de oficina involucradas en dicho estudio son perfectamente manejables en tiempos a corto y mediano plazo.

1.6.4. VIABILIDAD ÉTICA

Desde el punto de vista ético, esta investigación será viable porque permitirá cumplir con las normas del ejercicio de la ingeniería, las normas E.070 y E.030 sobre construcciones de albañilería y sismorresistencia respectivamente; asimismo, se contará con el consentimiento informado de lo que será la muestra involucrada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vargas (2016), para optar al título profesional de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, presentó la tesis titulada “Evaluación de vulnerabilidad sísmica para viviendas y edificios comerciales menores en el área central de Pérez Zeledón, Costa Rica”, cuyo objetivo fundamental fue reconocer los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones del área sur del país producto de la amenaza sísmica del cantón Pérez Zeledón. De esta manera, para desarrollar el trabajo indagó sobre los materiales de construcción, tipologías, condiciones estructurales, técnicas y métodos constructivos utilizados en el área; de igual forma, indagó sobre intensidad y frecuencia de eventos sísmicos ocurridos en la zona. El estudio fue realizado para una muestra de 375 edificaciones, para determinar la vulnerabilidad se diseñó un procedimiento orientado en el uso de población y muestra de asistencia, que para la investigación resultó ser 44 lotes para la muestra de asistencia; mientras que para la recolección de datos se utilizó el formulario de inspección con la finalidad de evaluar y categorizar las edificaciones, arrojando siete tipos constructivos en la región con presencia de: tugurio 0.53 %, muros de madera con 21.33 %, mampostería simple con 0.27 %, mampostería confinada con 3.20 %, mampostería reforzada con 64.27 %, pórticos de concreto 6.67 % y prefabricado 3.73 %. En cuanto a la vulnerabilidad y estado de las edificaciones se obtuvo que el 49.87 % se encuentra en buenas condiciones, el 21.07 % presenta condiciones regulares y el 9.87 % presentan en estado pobre no apto para la ocupación; en ese sentido, la vulnerabilidad para las edificaciones está entre baja (Índice de vulnerabilidad menor a 0.1) y moderada (Índice de vulnerabilidad mayor a 0.2 pero mayor a 0.4).

Chávez (2016), para optar el grado de Magister en Ingeniería Estructural de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, presentó la tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y Riesgo de pérdida”, cuyo objetivo estuvo centrado en estudiar la vulnerabilidad en las construcciones de la ciudad de Quito respecto a un evento sísmico; para el estudio se tomó una muestra de 2,606 edificaciones del Centro Histórico de Quito, el método utilizado fue el HAZUS para clasificarlas; para la tipología se utilizó el fundamento de similitud del proyecto PERPETUATE. Los resultados del estudio indican que, ante un suceso sísmico desastroso, las edificaciones sufrirán daño; en ese sentido se concluyó que la ciudad de Quito posee un alto nivel de vulnerabilidad debido a la naturaleza del suelo, sus defectos y a la forma en que fue diseñado y construido.

Garcés (2017), para obtener el título como profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada de Cali en Colombia, presentó la tesis titulada “Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali”, cuyo objetivo fundamental fue determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en viviendas de una y dos plantas. En cuanto a los parámetros especificados en la Norma NSR10, para reducir el riesgo sísmico frente a un evento telúrico de mediana intensidad; el estudio se realizó en una muestra de 30 viviendas del Barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali, empleando para ello el método ATC 21 el cual se fundamenta en la inspección de las condiciones estructurales y no estructurales de la vivienda desde el exterior, clasificando en vulnerabilidad mínimas, críticas, altas y muy altas. Los resultados muestran que, de las 30 viviendas evaluadas, el 17 % presentan vulnerabilidades mínimas, el 13 % mostraron vulnerabilidades críticas, el 57 % presentó vulnerabilidades altas, mientras que un 13 % presentó vulnerabilidades muy altas; por lo que concluyó que el referido barrio presenta una vulnerabilidad alta. Por otra parte, en cuanto a los elementos

modificadores del sistema estructural respecto al suelo, se encontró que el 2 % corresponde a edificios de gran altura sin haber tomado en cuenta los lineamientos establecidos en la norma, el 13 % corresponde a fallas observables, el 13 % a irregularidad vertical, el 16 % corresponde a piso blando y dúctil, el 2 % presentó torsión y el 30 % presentó SL2, lo que afecta en gran medida la estabilidad de la estructura, puesto que presenta arcilla.

Osorio (2015), para obtener el grado de Magister en Ingeniería de la Universidad Eafit de Colombia, presentó la tesis titulada “Modelo de exposición sísmica de viviendas del departamento de Antioquia, Colombia”, cuyo propósito fundamental fue generar un modelo de exposición sísmica para viviendas del departamento de Antioquia, el estudio se ejecutó para conocer la vulnerabilidad sísmica de las viviendas para los 125 municipios que constituyen el departamento de Antioquia. El modelo fue obtenido a través de una metodología definida en el proyecto South America integrated Risk Assessment (SARA) propuesta por la fundación Global Earthquake Model (GEM foundation). La investigación realizó tres modelos de exposición sísmica: para la ciudad de Medellín, los municipios del Área Metropolitana y varios municipios del Valle de Aburrá. Los resultados obtenidos indican en los tres modelos que el 50 % de las viviendas del municipio Antioquia presentan como sistema constructivo el de muros de mampostería no reforzada; lo que demuestra un alto riesgo sísmico; todo lo cual, dicho sistema es altamente vulnerable a las fuerzas originadas por un evento sísmico.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Cari (2018), para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana Unión, presentó la tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de viviendas de albañilería confinada en el centro poblado La Curva, Distrito de Deán Valdivia, Arequipa” cuyo propósito fundamental fue evaluar desde el punto de vista cualitativo la vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas de

albañilería confinada en el Centro Poblado La Curva; la metodología usada por el referido autor se basó en el método de índice de vulnerabilidad, utilizando como instrumento la ficha de diagnóstico para recoger los datos de campo; de esta manera, el estudio fue aplicado en 39 viviendas de albañilería confinada del sector. Como hallazgo obtuvo, que el 21 % de las viviendas de albañilería confinada muestran baja vulnerabilidades sísmicas; un 41 % presentó vulnerabilidades sísmicas medias y el 38 % presentó vulnerabilidades sísmicas altas.

Espinoza y Moreno (2018), para obtener al título como profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, presentó la tesis titulada “Análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe de dos niveles en el Jirón José Olaya, Huaraz – 2018”, cuyo objetivo estuvo centrado en valorar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de dos niveles levantadas con adobe en el Jirón José Olaya, para dicho estudio los autores emplearon la ficha de verificación del INDECI; las viviendas de dicho estudio se caracterizan por haber resistido el sismo del 31 de mayo de 1970 de magnitud 7.8 Mw en la escala de Richter, sentido por la costa, selva y norte peruano dejando más de 61,000 víctimas. Las dimensiones del estudio se circunscribieron a: el estudio topográfico, estudio de la mecánica de suelo, evaluación visual de las viviendas y diagnóstico de la vulnerabilidad; para el estudio de suelos se obtuvo suelos tipo GM (Grava limosa; mezcla de grava regular, arena y limo), en cuanto a los hallazgos de vulnerabilidad se obtuvo un nivel alto, con un índice entre 18 y 24 según la ficha de verificación del INDECI; asimismo, el perfil topográfico arrojó pendientes de 1.84 % , 1.22 % , 1.08 % , 0.53 % , 0.39 % , y -1-14 % entre los tramos de las progresivas 0+000 a 0+70, 0+70 a 0+130, 0+130 a 0+150, 0+150 a 0+220, 0+220 a 0+250 y 0+250 a 0+270 respectivamente, lo que comprobó la irregularidades de las configuraciones geométricas de las viviendas y la inexistencia de juntas de dilatación sísmica de las viviendas.

Ríos (2018), para optar al título profesional de Magister en Ciencias, de la Universidad Nacional de Cajamarca, presentó la tesis titulada “Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería Confinada de la Asociación de Vivienda Guardia Civil I del Sector Nuevo Cajamarca, 2017”, cuyo objetivo fue establecer la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de la Asociación de Vivienda Guardia Civil I, del sector Nuevo Cajamarca, en esta investigación se utilizó la metodología desarrollada por Mosquera y Tarque en el año 2005. El estudio se aplicó a una muestra de 33 viviendas de albañilería confinada de uno a tres plantas a las que se le aplicó una ficha de encuesta para evaluar el proceso constructivo y estructural de estas. Los hallazgos indican que el 70 % de las viviendas de albañilería presentan vulnerabilidad sísmica alta, 12 % y 18 % presentaron vulnerabilidad sísmica media y baja respectivamente; en ese sentido el autor propuso que las viviendas sean reparadas y reforzadas, evitando de este modo el deterioro de forma progresiva a las que se exponen.

Palacios y Tandaypan (2017), para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, presentó la tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista geotécnico-sísmico del centro poblado el Milagro - distrito de Huanchaco – provincia de Trujillo”, cuyo objetivo se basó en estudiar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista Geotécnico - Sísmico del referido centro poblado; la muestra del estudio abarcó 30 viviendas de albañilería confinada. Así, para la recolección de la información de su estado, se les aplicó la ficha de encuesta con preguntas referidas a su arquitectura, geometría, calidad del proceso constructivo y mano de obra; la investigación abarcó el estudio de suelos del sitio, el cual arrojó como resultado que la zona posee buenos suelos para realizar futuras construcciones; en cuanto al riesgo sísmico los resultados demuestran un alto nivel debido a su alta vulnerabilidad; por otro parte según el mapa de peligros presenta una alta susceptibilidad a

inundaciones y socavación producto a la presencia de la quebrada León en sus adyacencias. Asimismo, de las 30 viviendas evaluadas, se obtuvo que un 60 % tienen un riesgo sísmico alto, un 33 % mostró un riesgo sísmico medio y un 7 % un riesgo sísmico bajo. La zona en estudio mostro estar en una zona altamente sísmica, con lo cual un 56 % de las viviendas de albañilería presenta no asegura un buen comportamiento sísmico, debido a que la mano de obra y los materiales son de origen informal.

Mercado (2016), para optar al título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Peruana Los Andes, presentó la tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo 2016”, cuyo propósito fundamental fue cuantificar las viviendas de mampostería confinada, no confinada y armada vulnerables a movimientos sísmicos en los asentamientos humanos Justicia, Paz y Vida y La Victoria; este estudio de enfoque cuantitativo, ejecutó una evaluación diagnóstica del estado diez (10) viviendas a través de la observación directa y la aplicación de fichas de campo con preguntas a los propietarios, realizaron estudios de suelo y aplicaron la metodología de Benedetti-Petrin, el cual se ajusta al tipo de viviendas analizadas. Los hallazgos demostraron que las viviendas no cumplen con las normas de construcción E.030 y E.060; asimismo, se obtuvo un nivel alto de vulnerabilidad por lo que se sugirió el reforzamiento de algunas viviendas y en algunos casos extremos el derrumbe de estas, debido a que se evidenció fallas en los muros, columnas, vigas, etc., que pueden colapsar en caso de sismos. De igual forma, el índice de vulnerabilidad de las viviendas evaluadas fue del 72 %, lo que indica que son vulnerables a sufrir riesgo sísmico en un nivel medio-alto (C).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

No se encontraron antecedentes

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad, según Espinoza y Moreno (2018), significa que existe la posibilidad o alta probabilidad de ser deteriorado o dañado. En ese sentido, la vulnerabilidad sísmica asociada a una estructura o a una zona territorial es definida como la tendencia natural a experimentar daño frente a un evento sísmico y la misma está vinculada con las particularidades de su diseño y estructura (Bonett, 2003). Por su parte, Kuroiwa (2002) indica que la vulnerabilidad sísmica es el grado de destrucción que puede sufrir una construcción ante un evento sísmico; por lo que indica que la estructura del edificio es insuficiente para soportar la carga sísmica lateral.

La vulnerabilidad sísmica que muestran las construcciones clásicas de albañilerías, cuando enfrentan movimientos telúricos; por lo general, es producto al desgaste y daño ocasionado por el paso del tiempo, asimismo, está vinculado con los materiales empleados en la construcción de éstas y poseen baja capacidad de soportar, además las uniones entre secciones estructurales aproximadamente el 95 % son insuficientes (Lourenço, 2013).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2016) refiere que una gran parte de las ciudades de América Latina se encuentran localizadas en zonas con amenaza sísmica alta; asimismo, reporta que una de cada tres familias lo que representa 60 millones de personas, habita en propiedades construidas de manera defectuosa, bien sea por materiales inapropiados o con falta de servicios básicos. Por lo que para disminuir la vulnerabilidad y así reducir los costos asociados a pérdidas humanas y materiales producto de desastres naturales y alcanzar el desarrollo sostenible, se requiere de una significativa inversión.

En este contexto, el INDECI (2009) define la vulnerabilidad como “Una serie de características que predisponen a una persona, un grupo o una sociedad a sufrir daños frente al impacto de un peligro y

que dificultan su recuperación” (p.9); en ese sentido, los efectos de la vulnerabilidad traen daños a las personas, la sociedad y a las construcciones, es por ello que los organismos competentes del Estado como el MVCS, IGP, INDECI han implementado normas para mitigar lo más posible estos efectos.

De acuerdo con esto, el MVCS ha creado y actualizado normas técnicas para construcción; asimismo, en correspondencia con lineamientos de sismorresistencia; tal es el caso de la Norma E.030 sobre Diseños Sismorresistentes, teniendo como filosofía:

- Evitar pérdidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños de la propiedad

La referida norma es de obligatoriedad en todo el Perú, cuya aplicación debe hacerse a las construcciones nuevas, el reforzamiento de edificios existentes y la reparación de estructuras dañadas por los efectos de un sismo (NT E.030, 2019, art. 2). En ésta se han establecido los parámetros estructurales, no estructurales, de funcionalidad, calidad de los materiales, tipos de materiales, especificaciones para resistencia y construcción, como requerimientos mínimos para obras de construcción, con el fin de mitigar el riesgo sísmico.

La vulnerabilidad trae como consecuencia que una estructura sea más o menos afectada frente a un evento sísmico. Por lo tanto, el producto de un estudio de vulnerabilidad sísmica concluye en la determinación de un índice del daño que determina el desgaste que puede sufrir una estructura, bajo la acción de un sismo Laucata (2013). De este modo, la vulnerabilidad se clasifica en:

➤ **Vulnerabilidad Estructural**

Este tipo de vulnerabilidad involucra elementos estructurales de edificaciones que son susceptibles a eventos sísmicos. Entre estos

elementos se encuentran vigas, columnas, losas de hormigón y muros de piedra. Por lo tanto, un buen diseño estructural es esencial para que toda la estructura resista un evento sísmico (Laucata, 2013)

➤ **Vulnerabilidad No Estructural**

La vulnerabilidad no estructural significa susceptibilidad a posibles daños. En otras palabras, no es una parte estructural, sino un diseño arquitectónico, un sistema electromecánico, un dispositivo médico incluido en un hospital, equipamiento, etc. Esto suele ocurrir en edificios como hospitales y escuelas, entre otros (Laucata, 2013)

➤ **Vulnerabilidad Funcional**

La vulnerabilidad funcional precisa la susceptibilidad de una edificación cuando sufre un “Colapso funcional”; tal como le puede suceder a un hospital frente a un evento o emergencia y no pueda operar con normalidad por el colapso por ejemplo del sistema de suministro de agua y energía eléctrica, tuberías de alcantarillado, entre otras (Laucata, 2013).

Por lo tanto, este estudio considera vulnerabilidades estructurales y no estructurales para considerar vulnerabilidades residenciales. En este sentido, la vulnerabilidad sísmica estructural se evalúa con base en la densidad de la pared, la calidad del material y la mano de obra, y la estabilidad de la pared (Palacios & Tandaypan, 2017).

2.2.2. DENSIDAD DE MUROS

Los muros son mecanismos flexibles, utilizados en construcción capaces de resistir cargas de gran peso; éstos pueden ser de diversos materiales como son el tapial, piedra, ladrillo, concreto y concreto armado. Los muros son usados para resistir las fuerzas de tierras, agua sirviendo como mecanismo de soporte de toda construcción; su estructura en gran medida obedecerá a los materiales utilizados para su construcción y a los esfuerzos que deba soportar (Palacios & Tandaypan, 2017).

De acuerdo con el artículo 19, literal b de la Norma Técnica E.070 Albañilería (2006), la densidad de los muros a reforzar viene dada por la ecuación 1, y tiene que ver con la comparación la densidad existente entre de la densidad mínima requerida de los muros para que la construcción soporte de forma adecuada el cortante sísmico producido por un movimiento telúrico de gran magnitud (Vera, 2014).

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad (\text{Ecuac. 1})$$

Dónde:

Z, U y S corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, según la NTE E.030 (2019).

N es el número de pisos del edificio.

Les la longitud total del muro (incluyendo columnas, sí existiesen)
t es el espesor efectivo del muro.

Por otra parte, según Palacios y Tandaypan (2017), para estimar la vulnerabilidad estructural a cada parámetro se le adjudica un valor numérico; por ejemplo, si la vivienda tiene densidad de muros apropiada, entonces se le asigna el valor de 1.

Según Vera (2014), para estudios de vulnerabilidad sísmica la densidad de los muros tendrá una incidencia del 60 %, la calidad en mano de obra y materiales la influencia será del 30% y la estabilidad de los muros tendrá una influencia del 10 %, a los cuales, asignándoles valores de acuerdo con el diagnóstico, se obtiene la vulnerabilidad, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Valores de parámetros de vulnerabilidad

Vulnerabilidad sísmica						
Vulnerabilidad estructural				Vulnerabilidad no estructural		
Densidad (60 %)		Materiales y mano de obra (30 %)		Estabilidad de los muros (10 %)		
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1	
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2	
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos estables	3	

Fuente: Vera (2014)

En función a lo planteado anteriormente, el índice de vulnerabilidad sísmica vendrá dado por la ecuación 2:

(Ecuac. 2)

$$\text{Vulnerabilidad} = 0.6 \times \text{Densidad} + 0.3 \times \text{Materiales} + 0.1 \times \text{Estabilidad}$$

De acuerdo con la formula anterior, la tabla 2, muestra los rangos de valores de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 2
Rangos de valores de vulnerabilidad sísmica

VULNERABILIDAD SÍSMICA	Estructural			No estructural			Pesos (%)	Coeficiente						
	Densidad (60 %)	Calidad y materiales (30 %)	M.O	Estabilidad de los muros										
	Adecu	Accept	Inade	Buena	Regul	Mala			Estabi	Algun	Inesta	6	3	1
BAJA	X			X			X				1	1	1	1.00
	X			X				X			1	1	2	1.10
	X			X					X		1	1	3	1.20
	X				X		X				1	2	1	1.30
	X				X			X			1	2	2	1.40
MEDIA	X				X				X		1	2	3	1.50
	X					X	X				1	3	1	1.60
	X					X		X			1	3	2	1.70
	X					X			X		1	3	3	1.80
		X			X			X			2	1	1	1.60
		X			X				X		2	1	2	1.70
		X			X					X	2	1	3	1.80
		X				X		X			2	2	1	1.90
		X				X			X		2	2	2	2.00
		X				X				X	2	2	3	2.10
ALTA	X					X	X				2	3	1	2.20

X		X	X	2	3	2	2.30
X		X		X	2	3	2.40
X	X		X		3	1	2.50
X	X		X		3	1	2.60
X	X			X	3	1	2.70
X	X	X			3	2	2.80
X	X		X		3	2	2.60
X	X			X	3	2	2.70
X		X	X		3	3	2.80
X		X	X		3	3	2.90
X		X		X	3	3	3.00

Fuente: Vera (2014)

2.2.2.1. CALIDAD DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

La construcción de albañilería confinada es una de las más usada en el Perú, sobre todo en zonas de bajos recursos; éstas se componen de muros confinados, el cual su estabilidad, construcción estructural debe ser analizada en estudios de vulnerabilidad sísmica; por lo que, de acuerdo con la norma de albañilería E.070 (2006) en su artículo 13 se obtienen diversos parámetros para los valores de albañilería, en la tabla 3 se resumen.

Tabla 3
Resistencias características de la albañilería

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA M a k l cm ²				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES V_m
Arcilla	Kin Kon Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5(5 1)
	Kin Kon Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8(8 1)
	Re'illa Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9(9 2)
Sílice-cal	Kin Kon Normal	15,7 160	10,8 (110)	1,0(9 7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0(9 7)
	Estándar mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto Bloque Tipo P (*)		4,9 (50)	7, (74)	0,8 (8 6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9, 2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10 9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout $f_c = 13,72$ MPa (140kg/cm²).

El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Fuente. Artículo 13 (NTE.070).

El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerarán como se presenta a continuación:

Unidades de arcilla: $E_m = 500 f'_m$

Unidades Sílico-calcáreas: $E_m = 600 f'_m$

Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f'_m$

Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4 E_m$

De manera opcional, los valores de E_m y G_m podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de NTE E.070.

2.2.2.2. ESTABILIDAD DE LOS MUROS

Para que los muros sean estables, se requiere no solo tener calidad en los materiales de construcción, asimismo, se requerirá una buena mano de obra al momento de construir, por lo que en la NTE E.070 en su capítulo 7, artículo 19 y tomando en cuenta la NTE E.030 (2019), se han establecido requisitos mínimos cuyos valores se presentan a continuación:

➤ Requisitos generales

Los requisitos generales serán aplicados tanto a construcciones compuesta por albañilería confinada y armada.

➤ Muro Portante

a. Espesor Efectivo “t”

Según la NTE E.070 (2006) en su artículo 3, numeral 13, el espesor efectivo se refiere al espesor del muro sin tarrajeo o algún otro revestimiento, sin tomar en cuenta la profundidad de bruñas u otras indentaciones. En ese sentido, el espesor efectivo mínimo será tomado según los parámetros que resulten de presentado en la ecuación 3:

(Ecuación 3)

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para zonas sísmicas 2, 3 y 4}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para zonas sísmicas 1}$$

Donde:

h: es la altura libre o la altura efectiva de pandeo entre los elementos de arriostre horizontales; o lo mismo, pero esta es la distancia vertical libre entre las unidades de arriostre horizontales, si éstos no poseen arriostre en la parte superior, la altura

efectiva se estima en el doble de la altura real (Artículo 3, numeral 6 NTE E.070).

a. Esfuerzo Axial Máximo

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100 % de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0.2 f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'm \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

L: es la longitud total del muro (incluida el peralte de las columnas en el caso de los muros confinados). Si no se cumple esta expresión debe encontrar la manera de mejorar la calidad de la albañilería ($f'm$), aumentar el espesor del muro, convertirlo en concreto armado, o reducir la magnitud de la carga axial " P_m " (*).

(*) La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

b. Aplastamiento

Cuando existan cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por dicha carga no deberá sobrepasar a $0,375 f'm$. En estos casos, para determinar el área de compresión se considerará un ancho efectivo igual al ancho sobre el cual actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

➤ **Estructuración en planta**

c. Muros a Reforzar

En las Zonas Sísmicas 2, 3 y 4 (E.030-2019) se reforzará cualquier muro portante (ver art. 17 NTE E.070) que lleve el 10 % o más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.

d. Densidad Mínima de Muros Reforzados

Ver sección 2.2.1.1 tratada anteriormente.

➤ **Albañilería confinada**

Adicionalmente a los requisitos especificados anteriormente, deberá cumplirse el artículo 20 de la norma E.070 (2006), la cual contempla lo siguiente:

1. Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:
 - a. Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (Columnas) y horizontales (Vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
 - b. Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en el artículo 19.1.a, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10 NTE E.070).

- c. Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en artículo 5 (5.3) de NTE E.070.
- d. Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. (Ver Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado (NTE E.060) y artículo 11 (11.5) NTE E.070).
- e. Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver artículo 11 (11.2 y 11.7) NTE E.070.
- f. Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con:

$$f'c \geq 17.15 \text{ MPa} \left(175 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \quad (\text{Ecuación 5})$$

- 2. Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. Ver artículo 29 (29.2) NTE E.070.
- 3. El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.
- 4. El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- 5. El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver artículo 11.10 NTE E.070).
- 6. Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de

confinamiento por lo menos 12,50 cm.
y terminarán en gancho a 90 °, vertical de 10 cm de longitud.

2.2.3. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

La albañilería confinada es aquella que se compone por: unidad de albañilería, mortero, acero y concreto (Vera, 2014). Según la Norma E.070 (2006), la unidad de albañilería puede ser de ladrillo o bloque, la diferencia entre estos dos elementos se encuentra en que el ladrillo por sus dimensiones y peso puede ser manipulado con una mano, mientras que para manipular el bloque se requieren las dos manos.

Por lo general las unidades de albañilería, son realizadas de materiales de arcilla, concreto y arena-cal; en el Perú la unidad por excelencia para construcción de viviendas es el ladrillo de arcilla hechos artesanalmente, con dimensiones de 12.5 x 21 x 9, no obstante, estas longitudes pueden variar producto de la elaboración artesanal (Vera, 2014).

Por su parte, el mortero es un adherente que es utilizado para fijar las unidades de albañilería entre sí; constituido por cemento, cal hidratada, arena y agua. De este modo, la albañilería clásicamente se compone por unidades de albañilería adheridas entre sí por un mortero constituyendo un conjunto monolítico denominado muro (Abanto, 2005).

De acuerdo con esto, la albañilería confinada se identifica por estar compuesta por un muro de albañilería delimitada por una cadena de concreto, vaciada con posterioridad al levantamiento del muro; habitualmente, se utiliza una unión dentada entre los elementos de albañilería y las columnas (San Bartolomé, 1998)

2.2.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural de las viviendas de albañilería es el contemplado en la Norma Técnica E.070 Albañilería en correspondencia con la Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente, tomando en

cuenta los lineamientos que establezcan los organismos públicos del Estado como lo son INDECI, IGP y el MVCS.

➤ **Peligro sísmico**

El peligro sísmico, según Vera (2014), es la probabilidad de que pueda ocurrir un movimiento telúrico de una considerable intensidad en una zona determinada en un momento dado; el peligro sísmico está muy estrechamente vinculado al riesgo sísmico y la vulnerabilidad. En ese sentido, el riesgo sísmico es el nivel de pérdidas que se presumen puedan ocurrir posterior a un evento natural de considerable magnitud en un periodo de exposición determinado; y se expresa en términos de la peligrosidad y la vulnerabilidad de lo expuesto, viene expresado según la ecuación 6 (Landata, 2007).

Riesgo sísmico = Peligro sísmico x Vulnerabilidad sísmica (Ecuación 6)

De acuerdo con lo anterior, los análisis de vulnerabilidad sísmica están vinculados con los análisis de amenaza o peligro y será elementos categóricos para determinar el riesgo sísmico específico; el cual tiene que ver con la posibilidad de que una construcción experimente diversos grados de deterioro durante un lapso específico (Ingeniería y sociedad UC, 2013).

Por su parte, Palacios y Tandaypan (2017), respecto al peligro sísmico refieren que éste puede ser estimado en función de elementos de sismicidad, tipo de suelo, topografía de la zona y pendiente donde se encuentre ubicada la vivienda. A cada uno de estos elementos se le asocia un valor numérico, tal como se aprecia en la tabla 4. Para tener como ejemplo, como se sabe, la costa peruana es altamente sísmica, es por ello, que las viviendas ubicadas en la costa se les asigna 3 como valoración de sismicidad. Para el caso de la presente investigación el valor de sismicidad será 2 según la norma sismorresistente.

Tabla 4*Valores de los parámetros del peligro sísmico*

Peligro sísmico					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía y pendiente (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Palacios y Tandaypan (2017)

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 7 para calificar numéricamente el peligro sísmico de las viviendas.

Peligro sísmico

$$= 0.4xSismicidad + 0.4xSuelo + 0.2xTopografía y pendiente \quad (\text{Ecuación 7})$$

En la tabla 5 se muestran los rangos numéricos de peligro sísmico bajo, medio y alto para cada valor de sismicidad.

Tabla 5
Valores de los parámetros del peligro sísmico

Sismicidad	Peligro sísmico	Rango
Alta	Bajo	1.80
	Medio	2.00 a 2.40
	Alto	2.60 a 3.00
Media	Bajo	1.40 a 1.60
	Medio	1.80 a 2.40
	Alto	2.60
Baja	Bajo	1.00 a 1.60
	Medio	1.80 a 2.00
	Alto	2.20

Fuente: Palacios y Tandaypan (2017).

En función a los valores de los parámetros del peligro sísmico, la tabla 6 presenta las posibles combinaciones para estimar el peligro sísmico.

Tabla 6
Rango de valores de parámetros de peligro sísmico

Sismicidad (40 %)	Estructural						Pesos			Peligro sísmico	Valor numérico
	Suelo(40)			Topografía(20 %)			40	40	20		
	Rígidos	Intermedio	Flexibles	Plana	Media	Pronuncia					
LTA	X			X			3	1	1	Bajo	1.80
	X				X		3	1	2	Medio	2.00
	X					X	3	1	3		2.20
		X		X			3	2	1	2.20	
		X			X		3	2	2	2.40	
		X				X	3	2	3	Alto	2.60
			X	X			3	3	1		2.60
			X		X		3	3	2		2.80
			X			X	3	3	3		3.00
	MEDIA	X			X			2	1	1	Bajo
X					X		2	1	2	1.60	
X						X	2	1	3	Medio	1.80
		X		X			2	2	1		1.80
		X			X		2	2	2	2.00	
		X				X	2	2	3	2.20	
			X	X			2	3	1	2.20	
			X		X		2	3	2	2.40	
			X			X	2	3	3	Alto	2.60
BAJA		X			X			1	1		1
	X				X		1	1	2	1.20	
	X					X	1	1	3	1.40	
		X		X			1	2	1	1.40	
		X			X		1	2	2	1.60	
		X				X	1	2	3	Medio	1.80
			X	X			1	3	1		1.80
			X		X		1	3	2	2.00	
			X			X	1	3	3	Alto	2.20

Fuente: Vera (2014)

2.2.4.1. RECOMENDACIONES ADECUADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Las recomendaciones adecuadas para la construcción serán las contempladas en las normas de construcción de albañilería, sismorresistentes y los lineamientos que contemple los organismos públicos del Estado en torno al tema. De igual forma, según las debilidades encontradas en las viviendas objeto de estudio surgirán recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada, con el

propósito de mitigar la vulnerabilidad sísmica a las que están expuestas.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA

Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido (Norma E.070, 2006, art. 3.1).

2.3.2. ALBAÑILERÍA CONFINADA

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Norma E.070, 2006, art. 3.3).

2.3.3. ALBAÑILERÍA ARMADA

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados (Norma E.070, 2006, art. 3.2).

2.3.4. CONFINAMIENTO

Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Norma E.070, 2006, art. 3.11).

2.3.5. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Pueden ser sólida, hueca, alveolar o tubular (Norma E.070, 2006, art. 3.22).

2.3.6. SISMO

Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra (INDECI, 2006, pp.14)

2.3.7. DESASTRE

Interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo (INDECI, 2006, pp.44)

2.3.8. ARRIOSTRE

Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano (Norma E.070, 2006, art. 3.7).

2.3.9. MURO DE ARRIOSTRE

Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral (Norma E.070, 2006, art. 3.15).

2.3.10. MURO NO PORTANTE

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Norma E.070, 2006, art. 3.16).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa presentan vulnerabilidad sísmica alta.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- Los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020 son los de albañilería confinada.
- La vulnerabilidad estructural y no estructural de las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070, es alto.
- La vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070, es alto.
- La propuesta de recomendaciones adecuadas para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de confinada permitirá mitigar la vulnerabilidad sísmica en un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente según Hernández y Mendoza (2018), es aquella que el investigador no manipula para dar respuesta a las interrogantes; en ese sentido, para la presente investigación será: Viviendas de albañilería confinada.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente para la presente investigación será: La vulnerabilidad sísmica; puesto que tal como lo señalan Hernández y

Mendoza (2018) es la que produce las causas que generan los cambios sobre la variable dependiente.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 7
Operacionalización de variables

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Vulnerabilidad sísmica	“Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación y la calidad de materiales y de la técnica de construcción” (Vera, 2014, p. 8)	La vulnerabilidad sísmica a la que es susceptible de padecer las viviendas de albañilería de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, se estimará por medio de la evaluación de las mismas y posteriormente evaluar la densidad de los muros, la calidad de mano de obra con la que fueron construidos y la estabilidad que tienen.	Densidad de muros	-Adecuada -Aceptable - Inadecuada
			Calidad de mano de obra y materiales	- Buena calidad - Regular calidad - Mala calidad
			Estabilidad de los muros	- Todos estables - Algunos estables - Todos inestables
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Viviendas de albañilería confinada	“Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado	Las viviendas de albañilería del sector Tingo María serán inspeccionadas aplicando la ficha de verificación para identificar los sistemas	Diseño estructural	-Albañilería confinada N.030, N.070, otras.
			Peligro sísmico	-Sismicidad -Suelo -Topografía
			Recomendaciones adecuadas	-Las dispuestas en las normas.

<p>posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Norma E-070, 2006, art. 3.3)</p>	<p>constructivos, estimar el riesgo sísmico a través del peligro sísmico a la que están sometidas y finalmente con base a los resultados, se propondrán recomendaciones para construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas, con la finalidad de mitigar la vulnerabilidad.</p>	<p>para la construcción</p>
--	--	-----------------------------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se encuentra circunscrita dentro de lo que es una investigación aplicada, Hernández y Mendoza (2018), establecen que este tipo de investigación su aplicación está dirigida a obtener una respuesta de problemas prácticos. Por lo que el presente estudio se enfoca en analizar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa durante el año 2020; tomando en cuenta las normas las normas NTP E. 030 y E. 070.

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación es cuantitativa, este enfoque de investigación se caracteriza por la vinculación con mediciones, usando la observación y la medición de las unidades de análisis, el muestreo y tratamiento estadístico para dar respuesta y probar las hipótesis realizadas por el investigador (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018). En este caso específico, analizar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa durante el año 2020.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de la investigación es explicativo, porque va más allá de la descripción de las variables, el cual está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole sea natural, social, psicológica, de salud, etcétera, su interés se en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta (Hernández y Mendoza, 2018). En ese sentido, en la presente investigación se pretende analizar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa -Rupa durante el año 2020, tomando en cuenta las normas las normas NTP E. 030 y E. 070.

3.1.3. DISEÑO

La investigación tiene un diseño no experimental, ya que se utilizan los instrumentos para medir las variables sin manipularlas, basándose solo en la observación de los fenómenos tal y como se da en su contexto natural, para luego analizarlos (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018).

De acuerdo con la temporalidad, esta investigación es transversal, debido a que la aplicación de la misma se realiza con datos recogidos directamente de la realidad en un solo momento o momento único (Valderrama & Jaimes, 2019), en ese sentido, los datos para su análisis fueron tomados en la localidad de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa durante el año 2020.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población es el total del universo de estudio, el cual comparte características comunes, dicho universo puede estar referido a personas, objetos o fenómenos (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018). En la presente investigación, la población se encuentra conformada por treinta y cinco (35) viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa.

3.2.2. MUESTRA

La muestra es una fracción típica de la población que comparten características específicas del objeto de estudio (Hernández y Mendoza, 2018). Para el presente estudio al igual que la población, la muestra está constituida por treinta y cinco (35) viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dentro de las técnicas de recolección de información se utilizó la observación, ya que esta constituye el uso sistemático de nuestros sentidos, para buscar dar respuestas a las interrogantes planteadas dentro de la investigación, de forma tal que den respuestas a los propósitos planteados (Valderrama & Jaimes, 2019). Ésta se operacionaliza a través de la observación directa, la cámara fotográfica y la Ficha de Reporte de viviendas (Ver anexo 2).

La Ficha de Reporte de viviendas (Ver anexo 2), el cual consiste en la ficha propuesta por Vera (2014) para recoger la información estructural, arquitectónica y constructiva de cada una de las viviendas de forma completa y ordenada; asimismo, ha sido utilizada por Palacios y Tandaypan (2017), entre otros autores. La ficha de reporte de vivienda abarca los datos generales, datos técnicos, esquema de la vivienda, información complementaria y fotografías que permitirán visualizar el estado actual de las viviendas de albañilería confinada en un sector de Tingo María Distrito Rupa-Rupa.

3.3.1. DATOS GENERALES DE LA FICHA DE REPORTE DE VIVIENDAS

➤ Datos generales

Donde se presenta la fecha de elaboración de la inspección de la vivienda, el número de la vivienda, los antecedentes como dirección de ubicación, dirección técnica y financiera para la construcción de la vivienda en caso de haber tenido la asistencia de algún profesional de la construcción, las plantas o pisos construidos, pisos proyectados, la antigüedad de la misma.

➤ Datos técnicos

En esta sección aparecen los datos técnicos de la vivienda como lo son: las características de los cimientos, muros, techos, columnas y vigas;

asimismo, se presenta las deficiencias de la estructura en cuanto a, problemas de ubicación, problemas constructivos, problemas estructurales, mano de obra, entre otros. Asimismo, se presenta una sección de la ficha con la medición de los elementos estructurales, esto con la finalidad de calcular la densidad de los muros.

➤ **Resultado**

En esta sección de la ficha se presenta, la estimación del riesgo sísmico, el cual está en función de la vulnerabilidad y peligro sísmico, es en esta sección donde se analizan los elementos estructurales y no estructurales de la vivienda, del mismo modo, el peligro sísmico el cual está en función de la sismicidad, suelo, topografía y pendiente.

➤ **Diagnóstico**

Según los resultados anteriores se presenta el diagnóstico de cada vivienda, acompañado de gráficos y fotografías que den soporte a esto.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de la información se usó la estadística descriptiva para señalar los resultados arrojados en la estimación del riesgo sísmico, peligro sísmico y vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa durante el año 2020, tomando en cuenta las normas las normas NTP E. 030 y E. 070. El tratamiento de los datos se realizó con el software Microsoft Excel y los resultados se presentarán en tablas y gráficos para su comprensión y posterior análisis. En ese sentido, se obtuvieron cálculos de estimación del riesgo sísmico, peligro sísmico y vulnerabilidad sísmica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

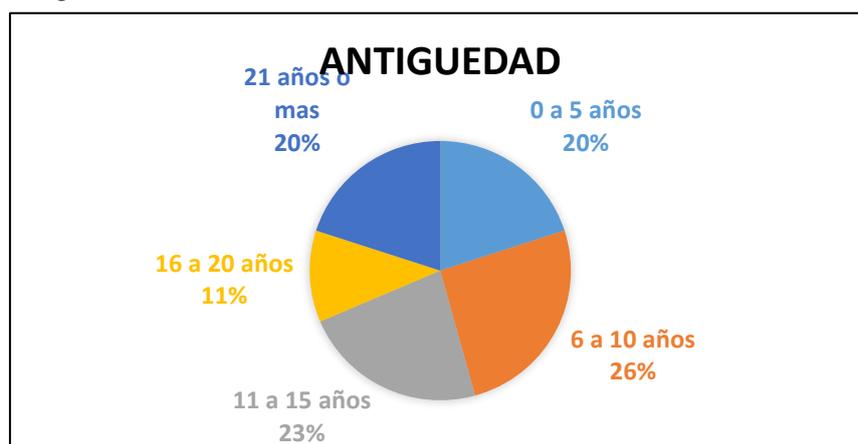
4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Una vez culminada la recolección de datos se procedió a procesar la información contenida en la ficha de reporte. De esta manera se pudieron obtener las características constructivas de las 35 viviendas evaluadas. En la tabla 8 y la figura 4 se muestra la antigüedad de las viviendas del sector de Tingo María estudiado.

Tabla 8
Antigüedad de las viviendas

Antigüedad (años)	Cantidad
0 – 5	7
6 – 10	9
11 – 15	8
16 – 20	4
> 20	7
Total	35

Figura 4
Antigüedad de las viviendas



Como se puede observar en la tabla 8, las viviendas del sector son relativamente nuevas, dado que la mayoría de ellas fueron construidas en un periodo menor a 15 años, lo cual indica que, para la construcción de dichas viviendas, se debió tomar en consideración las normativas de

diseño sismorresistente vigentes, mientras que las viviendas con más de 20 años de antigüedad tenderían a ser más vulnerables.

Otro aspecto evaluado fue la topografía del terreno y las características del suelo donde se encuentra situada la estructura, los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 9.

Tabla 9
Topografía del terreno

Topografía del terreno	Cantidad
Suelo arenoso con piedra de canto rodado y hormigón	35

Como se describe en la tabla 9, las viviendas estudiadas se encuentran construidas sobre un suelo arenoso con piedra de canto rodado y hormigón, este tipo de suelo puede ser muy estable a la humedad y temperatura, sin embargo, tienden a ser vulnerables a la erosión, lo que puede ser inadecuado para la construcción. A pesar de esto, la presencia de piedra de canto rodado y hormigón le brinda al suelo la estabilidad que necesita para el adecuado soporte de la estructura. Asimismo, se evaluó la secuencia constructiva de las edificaciones, los resultados obtenidos se ven representados en la tabla 10 y la figura 5.

Tabla 10
Secuencia constructiva

Secuencia constructiva	Cantidad
Piso Proyectado	28
A medio terminar	7
Total	35

Figura 5
Secuencia constructiva

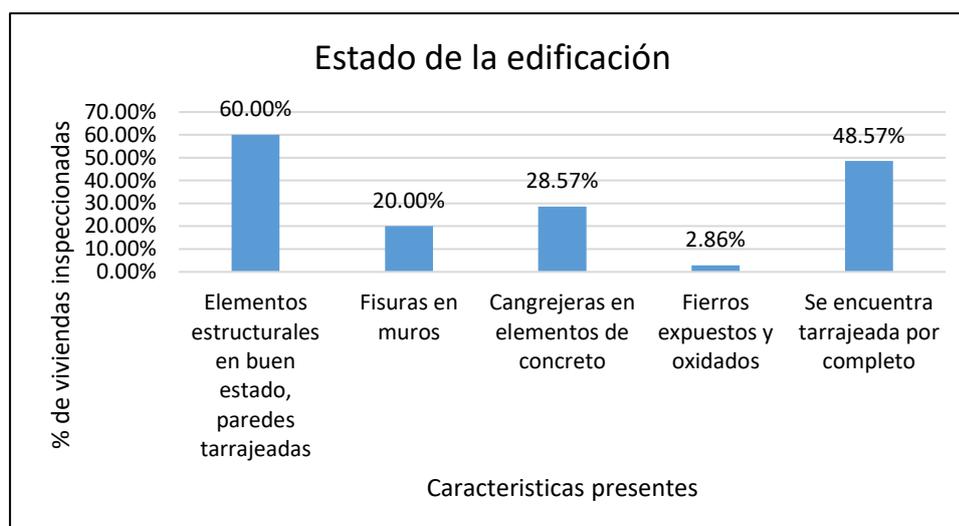


Como se puede observar en la figura 5, la mayoría de las viviendas estudiadas han sido construidos considerando un crecimiento posterior, por lo que han proyectado la estructura un nivel más que aún no se construye, con una representación del 80% de las viviendas inspeccionadas. Finalmente, por medio de la evaluación se determinó el estado de las viviendas del sector estudiado, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11 y en el gráfico de la figura 6.

Tabla 11
Estado de las viviendas

Estado de la vivienda	Cantidad	Porcentaje
Elementos estructurales en buen estado	21	60.00%
Fisuras en muros	7	20.00%
Cangrejeras en elementos de concreto	10	28.57%
Fierros expuestos y oxidados	1	2.86%
Totalmente tarrajada	17	48.57%

Figura 6
Estado de las viviendas



Al observar el gráfico de la figura 6 se puede notar que, de las viviendas estudiadas, la mayoría cuenta con tarrajeo en elementos estructurales y muros de albañilería, lo cual agrega resistencia y agrega un recubrimiento que permite proteger a la estructura de la humedad y ataque de agentes químicos, además, de brindar una mejor estética.

4.1.2. GRADO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL

4.1.2.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Para determinar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones se tomó en cuenta dos aspectos, la densidad de los muros y la calidad de la mano de obra y materiales utilizados durante la construcción.

Densidad de muros

La importancia de este parámetro radica en la resistencia sísmica que aporta una adecuada densidad de muros, en este sentido, el área de los muros de toda vivienda, distribuidos en sentido X y Y, debe igualar o superar el área de corte requerida en cada sentido. Los resultados obtenidos para las viviendas evaluadas en el sector de Tingo Maria se muestran en la tabla 12 y en el gráfico de la figura 7.

Tabla 12
Densidad de muros

Densidad de muros	Cantidad de viviendas
Adecuada	2
Aceptable	26
Inadecuada	7
Total	35

Figura 7
Densidad de muros



Al observar el gráfico de la figura 7, se puede apreciar que, la mayoría de las viviendas, cuenta con una densidad de muros aceptable en ambas direcciones principales de las viviendas.

Calidad de mano de obra y materiales

En cuanto a la calidad de mano de obra y materiales, la aplicación de la ficha de reporte permitió evidenciar que existen deficiencias constructivas cometidas tanto por los propietarios como por los albañiles y maestros de obra encargados de llevar a cabo la construcción, dado que, en la mayoría de los casos, estos no cuentan con una capacitación adecuada para ejecutar la construcción de una vivienda. Este parámetro fue evaluado usando un criterio que va desde mala a buena, tomando en consideración el proceso constructivo utilizado de los muros de albañilería, la verticalidad de los elementos estructurales y la calidad de los materiales empleados, los resultados se muestran en la tabla 13 y en el gráfico de la figura 8.

Tabla 13
Calidad de mano de obra y materiales

Calidad de mano de obra y materiales	Cantidad de viviendas	Porcentaje
Buena	4	11.43%
Regular	23	65.71%
Mala	8	22.86%
Total	35	100.00%

Figura 8
Calidad de mano de obra y materiales



Como se puede observar en el gráfico, la mayoría de las viviendas fue construida con mano de obra medianamente capacitada, compuesta por maestros de obra, albañiles y, en algunos casos, el propietario del terreno. En cuanto a la calidad de los materiales utilizados, la mayoría de las viviendas (65.71%) fue construida con materiales de calidad regular, esto se ve evidenciado en las unidades de albañilería, las cuales fueron adquiridas por los propietarios a un bajo costo por lo que no se garantiza la calidad requerida y la resistencia adecuada ante un evento sísmico.

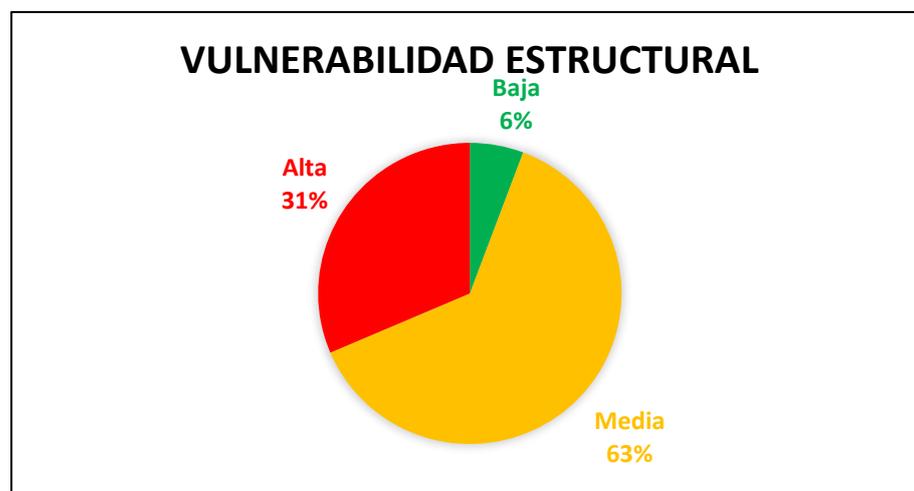
Vulnerabilidad estructural

Una vez obtenidos los datos referentes a la densidad de muros y la calidad de mano de obra y materiales de las viviendas del sector de de Tingo María estudiado, se obtuvieron los resultados de la vulnerabilidad estructural, los cuales se muestran en la tabla 14 y en la figura 9.

Tabla 14
Vulnerabilidad estructural

Vulnerabilidad estructural	Cantidad de viviendas	Porcentaje
Baja	2	5.71%
Media	22	62.86%
Alta	11	31.43%
Total	35	100.00%

Figura 9
Vulnerabilidad estructural



Tal como se observa en el gráfico, el aporte de la densidad de los muros y la calidad de mano de obra y materiales confieren a las viviendas del sector de Tingo María un grado de vulnerabilidad estructural Media, por lo cual se hace necesario la implementación de medidas de rehabilitación en las viviendas donde se presenten mayores deficiencias.

4.1.2.2. VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

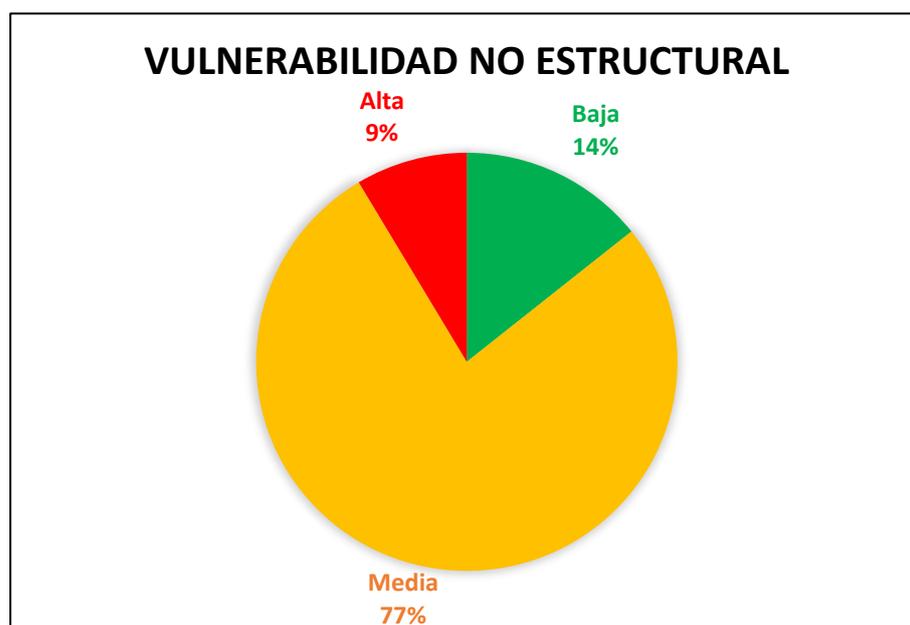
Para determinar la vulnerabilidad no estructural, se evaluó la estabilidad de los muros, tal como se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15
Estabilidad de muros

Estabilidad de muros	Cantidad de viviendas	Porcentaje
Todos estables	5	14.29%
Algunos estables	27	77.14%
Todos inestables	3	8.57%
Total	35	100.00%

De acuerdo con lo observado en la tabla 15, el 77% de las viviendas evaluadas no cuentan con estabilidad en todos sus muros, esto puede estar asociado al nivel de capacitación de la mano de obra y la calidad de los materiales con los que fueron construidos. Este parámetro repercute de forma directa en la vulnerabilidad no estructural de las edificaciones que, en este caso, adquiere un nivel medio, tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10
Vulnerabilidad no estructural



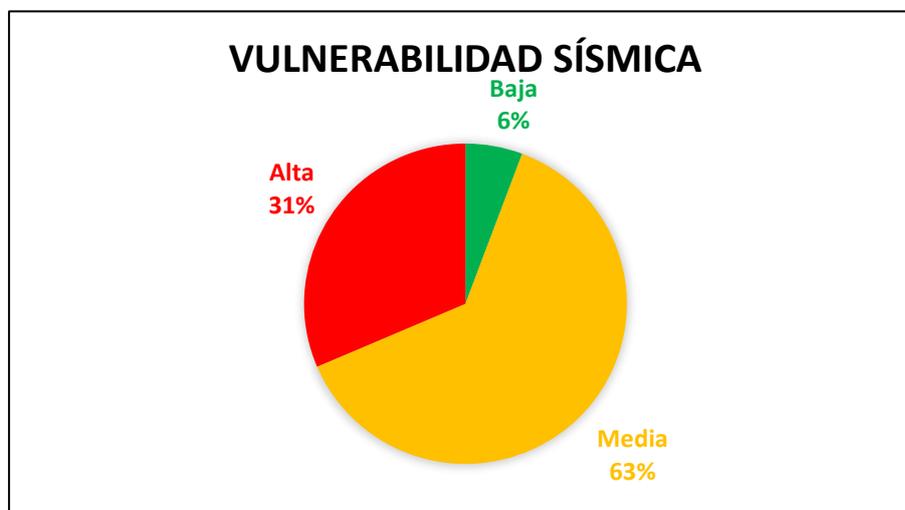
4.1.3. GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Para esta última etapa, partiendo de la premisa de que la densidad de muros tiene una incidencia de 60% en la vulnerabilidad sísmica, la calidad de mano de obra y materiales incide en un 30% y la estabilidad de los muros tiene una incidencia del 10%, se determinó la vulnerabilidad sísmica cuyos resultados se muestran en la tabla 16 y la gráfica de la figura 11.

Tabla 16
Grado de vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Cantidad de viviendas	Porcentaje
Baja	5	5.71%
Media	27	62.86%
Alta	3	31.43%
Total	35	100.00%

Figura 11
Grado de vulnerabilidad sísmica



De acuerdo a lo observado en la gráfica de la figura 11, las viviendas del sector de Tingo María presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media, por lo cual se hace necesario la aplicación de medidas de reforzamiento para disminuir dicho grado de vulnerabilidad.

4.1.4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN, REFORZAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Dado el grado de vulnerabilidad sísmica encontrado en las viviendas evaluadas, y en las deficiencias que se pudieron observar tras las visitas a la zona de estudio e inspeccionar las viviendas de la localidad, se hacen algunas recomendaciones en cuanto a la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas a modo de reducir los niveles de vulnerabilidad.

Construcción de viviendas

Para la construcción de nuevas viviendas se recomienda tener en consideración los siguientes aspectos:

- Consulta con personal capacitado para el diseño estructural y arquitectónico de las viviendas.
- Contratación de mano de obra capacitada para la construcción de las viviendas.
- Adquisición de materiales de calidad para la construcción de viviendas.
- Al momento de construir, tomar en cuenta la distribución de los muros de forma que cuenten con longitudes adecuadas que permitan aportar rigidez y resistencia a la estructura, estas deben encontrarse confinadas por columnas.
- Las cimentaciones deben ser profundas, ubicadas sobre material resistente y, en caso contrario, el terreno debe ser mejorado antes de la construcción.

Reforzamiento y rehabilitación de viviendas

En cuanto al reforzamiento y rehabilitación de las viviendas existentes se recomienda tener en consideración los siguientes aspectos:

- Adicionar muros de forma que la cantidad se equitativa en ambas direcciones y se logre alcanzar una densidad adecuada.
- Insertar elementos de confinamiento tanto vertical como horizontal para alcanzar una adecuada estabilidad de muros. En el caso de los muros superiores, se recomienda insertar columnas debidamente ancladas a las vigas superiores e inferiores.
- En cuanto al acero expuesto en columnas para futuras ampliaciones verticales, se recomienda proteger las barras con papel o polietileno y realizar un encofrado para cubrir con concreto pobre con un recubrimiento de al menos 2.5 cm, esto evitará que las barras se oxiden.
- Se recomienda un adecuado tarrajeo tanto para los elementos estructurales como para los muros de albañilería, este debe tener al menos 1.0 cm de espesor.
- En los elementos que tengan presencia de cangrejas se recomienda hacer una reparación de las mismas, esto va a consistir en la limpieza y preparación del área, la aplicación de un aditivo de adherencia y el relleno con mortero estructural de alta resistencia.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa presentan vulnerabilidad sísmica alta.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se rechaza la hipótesis general, puesto que el 62.86% de las viviendas presentó un grado de vulnerabilidad sísmica media mientras que solo un 31.43% tiene vulnerabilidad sísmica alta.

HE1: los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020 son los de albañilería confinada.

La hipótesis específica 1 es aceptada, ya que la totalidad de las viviendas estudiadas cuentan con un sistema constructivo de albañilería confinada.

HE2: la vulnerabilidad estructural y no estructural de las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070, es alto.

La hipótesis específica 2 es rechazada, dado que el 62.86% de las viviendas presentan un grado de vulnerabilidad estructural media, mientras que el 77.14% de las viviendas cuenta con una vulnerabilidad no estructural media.

HE3: La vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070, es alto.

La hipótesis específica 3 es rechazada, puesto que el 62.86% de las viviendas cuenta con una vulnerabilidad sísmica media, mientras que, solo el 31.43% presenta una vulnerabilidad sísmica alta.

HE4: La propuesta de recomendaciones adecuadas para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada permitirá mitigar la vulnerabilidad sísmica en un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa.

La hipótesis específica 4 es aceptada, ya que al poner en práctica las recomendaciones hechas en el presente documento se puede producir una mejora en los hábitos de construcción en la población, y con ello, disminuir el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del sector de Tingo María en el distrito de Rupa – Rupa.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio se evaluaron 35 viviendas de albañilería confinada en Tingo María, durante la evaluación se pudo observar que el 20% de las viviendas tienen una antigüedad menor a 5 años, el 25.71% corresponden a una antigüedad de 6 a 10 años, el 22.86% se encuentra entre los 11 y 15 años y el 20% tienen más de 20 años de antigüedad. Por otra parte, se pudo notar que el 100% de las viviendas se encuentran construidas sobre suelo arenoso con piedra de canto rodado y hormigón. Asimismo, se confirmó que el 80% de las viviendas fueron construidos con pisos proyectados, mientras que el 20% se encuentra a medio terminar. Además, se encontró la presencia de fisuras, áreas sin tarrajear, cangrejas en elementos estructurales y fierros expuestos y oxidados.

Al respecto, la investigación de Garcés (2017) encontró que, de las 30 viviendas evaluadas, el 13% posee fallas observables en sus elementos estructurales y 13% tienen irregularidades verticales. De forma similar, Espinoza y Moreno (2018) durante su investigación encontraron que las viviendas estudiadas se encontraban construidas sobre terreno de grava limosa y arena. Ello indica que este tipo de vivienda son comunes en ambas regiones, compartiendo también el tipo y magnitud de las deficiencias detectadas.

Respecto a la vulnerabilidad estructural y no estructural, la presente investigación encontró que, para las 35 viviendas evaluadas, el 62.86% de las viviendas presenta un grado de vulnerabilidad estructural media, y el 77.14% presenta un grado de vulnerabilidad no estructural media. En cuanto a la vulnerabilidad sísmica, el 62.86% de presenta un grado de vulnerabilidad sísmica media y el 31.43% tiene un grado de vulnerabilidad sísmica alta.

En este sentido, los resultados se asemejan a los obtenidos por Vargas (2016) quien, aplicando un formulario de inspección a 44 lotes determinó que las viviendas presentan un grado de vulnerabilidad entre baja y moderada. De

forma similar, Cari (2018) encontró que el 41% de las viviendas evaluadas presentaron vulnerabilidades sísmicas medias y el 38% presentaron vulnerabilidades sísmicas altas. Por otra parte, la investigación realizada por Ríos (2018) aplicó una ficha de encuesta a una muestra de 33 viviendas de las cuales el 70% resultó tener un grado de vulnerabilidad sísmica alta, por lo que se propusieron reparaciones para minimizar la vulnerabilidad. Mientras que, Palacios y Tandaypan (2017), como resultado de la encuesta realizada determinó que el 60% de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica alta y el 33% tienen vulnerabilidad sísmica media. Considerando lo anterior expuesto, se puede deducir que, en promedio, el nivel de vulnerabilidad sísmica de este tipo de viviendas oscila entre grado medio a alto, lo que denota la proporción de edificaciones que se verían afectadas en caso de un sismo de gran intensidad. Por esta razón, resulta pertinente poner en práctica las recomendaciones dadas para la construcción de viviendas más seguras frente a un sismo.

CONCLUSIONES

- El análisis de vulnerabilidad sísmica realizado demostró que las viviendas del sector de Tingo Maria tienen, en su mayoría, una vulnerabilidad sísmica media, con una representación del 62.86%.
- Las 35 viviendas evaluadas fueron de albañilería confinada. Durante la evaluación se observó que la mayoría de las viviendas tiene una antigüedad de 6 a 10 años, también se observaron fisuras en muros, elementos sin tarrajeo, presencia de cangrejas en elementos estructurales y fierros expuestos y oxidados.
- El análisis de vulnerabilidad estructural y no estructural realizado demostró que el 62.86% de las viviendas cuenta con una vulnerabilidad estructural media y el 77.14% cuenta con un nivel de vulnerabilidad no estructural media.
- Al determinar el grado de vulnerabilidad sísmica quedó demostrado que el 62.86% de las viviendas tienen un grado de vulnerabilidad media, el 31.43% de las viviendas cuenta con un nivel de vulnerabilidad alta y solo el 5.71% de las viviendas cuenta con una vulnerabilidad baja.
- Para finalizar el análisis se definieron una serie de pautas a seguir para la construcción de nuevas viviendas de albañilería confinada, así como también para el reforzamiento y rehabilitación de las viviendas ya existentes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades competentes la implementación de programas de apoyo al constructor y propietarios de terrenos, basados en asesoramiento técnico y elaboración de planos estructurales.
- Se recomienda impartir charlas y talleres para brindar asesoramiento a la población acerca de las técnicas básicas de construcción y reforzamiento estructural de viviendas.
- Se insta a los pobladores a cumplir con las recomendaciones planteadas en la presente investigación para la construcción de nuevas viviendas y el reforzamiento de las viviendas ya existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2005). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Obtenido de Lima, Perú:
https://issuu.com/bibalbertoregal/docs/an__lisis_y_dise__o_de_edificacione
- Banco de Desarrollo Interamericano. (2016). *¿Qué tan vulnerables son las ciudades latinoamericanas ante los terremotos?* Obtenido de BID mejorando vidas: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/terremotos/>
- Bonett, R. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de Edificios, aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cataluña.
- Cari, E. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de viviendas de albañilería confinada en el centro poblado La Curva, Distrito de Deán Valdivia, Arequipa*. Obtenido de Repositorio de CONCYTEC: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1208>
- Espinoza, L., & Moreno, J. (2018). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe de dos niveles en el Jirón José Olaya, Huaraz - 2018*. Obtenido de Repositorio de Tesis de la Universidad César Vallejo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32571>
- Garcés, J. (2017). *Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Obtenido de Repositorio de Tesis de la Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16248/GarcésMoraJoseRicardo2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Google Maps. (2020). *Mapa Tingo María*. Obtenido de Aplicación de Google: <https://www.google.com/maps/place/Tingo+Mar%C3%ADa>

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018a). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Obtenido de http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf
- INDECI. (2009). *Gestión del Riesgo de Desastres Para la planificación del desarrollo local*.
- Ingeniería y sociedad UC. (2013). *Estado del conocimiento sobre metodologías de evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificios*. Obtenido de Vol. 8, N°1. p7- p28.
- Instituto Geofísico del Perú. (10 de septiembre de 2018). *IGP recomienda incorporar información de los Mapas de Zonificación Sísmica Geotécnica a normas de ordenamiento y expansión urbana*. Obtenido de Página web del IGP: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/18807-igp-recomienda-incorporar-informacion-de-los-mapas-de-zonificacion-sismica-geotecnica-a-normas-de-ordenamiento-y-expansion-urbana>
- Instituto Geofísico del Perú IGP. (08 de Agosto de 2018). *IGP e INDECI desarrollarán acciones conjuntas para enfrentar los riesgos de desastres en todo el país*. Obtenido de Página web del IGP: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/17694-igp-e-indeci-desarrollaran-acciones-conjuntas-para-enfrentar-los-riesgos-de-desastres-en-todo-el-pais>
- Instituto Nacional de Defensa Civil . (2017). *Escenario sísmico en base a las intensidades máximas esperadas en un probable sismo frente a la zona costera de Lima*. Obtenido de <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201706290113211.pdf>
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. Obtenido de CISMID-UNI, Ed.. Lima, Peru.

- Landata, N. (2007). *Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS. Aplicación a la ciudad de Barcelona*. Obtenido de Tesis Dr. ES, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Laucata, J. (2013). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de Las Viviendas Informales en la Ciudad de Trujillo*. Obtenido de Biblioteca de Tesis de la Pontificia Universidad del Perú. Lima.
- Lourenço, P. (2013). *Simplified indexes for the seismic of masonry buildings: International database and validation*. Obtenido de Engineering Failure Analysis 34.2013, 78 pp. .
- Mercado, M. (2016). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo 2016*. Obtenido de Repositorio Universidad Peruana Los Andes: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/801>
- Mesta, C. (2014). *Evauación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel*. Obtenido de Repositorio Academico Universidad San Martín de Porres: file:///C:/Users/HP/Downloads/mesta_cca.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (11 de febrero de 2019). *Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente*. Obtenido de Página web Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/259580-043-2019-vivienda>
- Municipalidad de Huánuco. (2018). *Información general. Localización geográfica, sociodemográfica y transporte*. Obtenido de Página web de la Municipalidad de Huáncó: http://www.munihuanuco.gob.pe/informacion_general.php

- Music, J., & Castillo, E. (2015). *Estudio de vulnerabilidad sísmica de viviendas sociales en la ciudad de Antofagasta*. Obtenido de Revista de Ingeniería Innova. Vol. 9 (2015), pp. 78-86 : https://www.researchgate.net/profile/Juan_Music/publication/281493827_ESTUDIO_DE_VULNERABILIDAD_SISMICA_DE_VIVIENDAS_SOCIALES_EN_LA_CIUADAD_DE_ANTOFAGASTA/links/55eb295508ae3e1218469c67/ESTUDIO-DE-VULNERABILIDAD-SISMICA-DE-VIVIENDAS-SOCIALES-EN-LA-CIUDAD-D
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación UNESCO. (2014). *Gestión del riesgo de desastre para el Patrimonio Mundial. Manual de Referencia*. Obtenido de www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbyncsa-sp
- Osorio, F. (2015). *Modelo de exposición sísmica de viviendas del departamento de Antioquia, Colombia*. Obtenido de Universidad Eafit de Colombia: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7769/FernandoAlexis_OsorioVergara_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Palacios, H., & Tandaypan, C. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista geotécnico-sísmico del centro poblado el Milagro - distrito de Huanchaco – provincia de Trujillo*. Obtenido de Repositorio Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3567>
- Porras, M. (2019). *Metodología para la evaluación post sismo de la seguridad de las edificaciones de concreto reforzado y albañilería en el Perú*. Obtenido de Repositorio de Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15636>

Ríos, W. (2018). *Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería Confinada de la Asociación de Vivienda Guardia Civil I del Sector Nuevo Cajamarca, 2017*. Obtenido de Repositorio de Tesis Posgrado Universidad Nacional de Cajamarca: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2199?show=full>

San Bartolomé, A. (1998). *Construcciones de albañilería. Comportamiento sísmico y diseño estructural*. Obtenido de Lima, Perú: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>

Valderrama, S., & Jaimes, C. (2019). *El desarrollo de la tesis: decriptiva-comparativa, correlacional y cuasiexperimental*. Lima: San Marcos.

Vera, W. (2014). *Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del Barrio El Estanco, Cajamarca*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/96>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Baylon Nieves, B. (2023). *Análisis(grado) de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXOS 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María Distrito Rupa-Rupa– 2020

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Metodología	Instrumentos
¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020?	Analizar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020.	Las viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa presentan vulnerabilidad sísmica alta	Vulnerabilidad sísmica	Densidad de muros Calidad de mano de obra y materiales	Enfoque: Cuantitativo Diseño: No experimental Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Población: Viviendas de albañilería confinada de Tingo María.	-Ficha de Reporte de viviendas (Vera, 2014) -Cámara fotográfica.
Problemas específicos ¿Cuáles serán los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas de un	Objetivos específicos Identificar los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de	Hipótesis específicas Los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas de un sector de	Viviendas de	Estabilidad de los muros Diseño estructural	Muestra: Viviendas de albañilería confinada de Tingo María, sector Rupa-	

<p>sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020? ¿Cuál será el riesgo sísmico de viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070? ¿Qué recomendaciones serán las adecuadas para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, que permitan mitigar la vulnerabilidad?</p>	<p>viviendas de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020. Estimar el riesgo sísmico de viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070. Proponer recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa, que permitan mitigar la vulnerabilidad.</p>	<p>Tingo María distrito Rupa-Rupa, 2020 son los de albañilería confinada. El riesgo sísmico de las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada de un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa según las normas NTP E. 030 y E. 070, es alto. La propuesta de recomendaciones adecuadas para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas de albañilería confinada permitirá mitigar la vulnerabilidad sísmica en un sector de Tingo María distrito Rupa-Rupa.</p>	<p>albañilería confinada</p>	<p>Peligro sísmico</p> <p>Recomendaciones adecuadas para la construcción</p>	<p>Rupa. Muestreo: No probabilístico intencional Tipo de análisis: Explicativo</p>
---	--	---	------------------------------	--	---

ANEXO 2
FICHA DE REPORTE DE VIVIENDAS



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN SECTOR DE TINGO
MARÍA DISTRITO RUPA-RUPA- 2020**

FICHA DE ENCUESTA

Vivienda N° _____

Fecha: _____

Antecedentes:

Dirección: _____

Dirección técnica de diseño: _____

Dirección técnica en la construcción: _____

Pisos construidos: _____ **Pisos proyectados:** _____ **Antigüedad de la vivienda:** _____

Topografía y geología: _____

Estado de la vivienda: _____

Secuencia de la construcción de la vivienda: _____

Datos técnicos:

Elementos de la vivienda

Elemento	Características
Cimientos	
Muros	
Techos	
Columnas	
Vigas	

Deficiencias de la estructura

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
Problemas estructurales:	Mano de obra:
	Otros:

Análisis por sismo (Z= 0.4g, U=1, C=2.5, R=3)
 Factor de suelo S=

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm=$
 $VR=$ Resistencia al corte (kN) = $Ae (0.5v'm.a+0.23fa)$

Área Piso 1	Cortante basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área Piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP /R	Existente: Ae	Requerida: ar					
m ²	kN/m ²	KN	m ²	m ²	Adime ns	%	kN	Adime ns	
Análisis en el sentido X									
Análisis en el sentido Y									

Observaciones
y comentarios:

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad, Peligro))											
Vulnerabilidad estructural					Peligro						
Estructural			No estructural		Sismicidad	Suelo		Topografía y pendiente			
Densidad	Mano de obra y materiales		Estabilidad de muros								
Adecuada:		Buena calidad		Todos estables		Baja		Rígido		Plana	
Aceptada:		Regular calidad		Algunos estables		Media		Intermedios		Media	
Inadecuada:		Mala calidad		Todos inestables		Alta		Flexibles		Pronunciada	

Calificación	
Vulnerabilidad:	
Peligro:	

Resultado	
Riesgo sísmico:	

Diagnóstico:

Gráficos y fotografías:

ANEXO 3

DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Vivienda N°	Vulnerabilidad estructural			Peligro			Área
	Estructural		No Estructural	Sismicidad	Suelo	Topografía y pendiente	
	Densidad	Mano de obra y materiales	Estabilidad de muros				
1	1	1	2	1	2	1	8x12= 96m2
2	3	3	2	1	2	1	7x21= 147m2
3	3	2	2	2	2	1	15x12= 180m2
4	2	3	2	1	2	1	13x10= 130m2
5	3	3	2	2	2	1	20x15= 300m2
6	2	2	1	2	2	1	10x18= 180m2
7	3	3	2	1	2	1	9x16= 144m2
8	2	1	1	2	2	1	13x20= 260m2
9	2	2	2	1	2	1	8x15= 120m2
10	2	3	2	1	2	1	10x20= 200m2
11	2	2	2	2	2	1	12x18= 216m2
12	2	2	1	2	2	1	10x30= 300m2
13	3	3	2	1	2	1	7x10= 70m2
14	2	2	2	2	2	1	10x18= 180m2
15	2	2	2	2	2	1	9x16= 144m2
16	2	3	3	2	2	1	12x15= 180 m2
17	2	2	2	2	2	1	15x20= 300m2
18	2	1	2	2	2	1	10x15= 150m2
19	3	2	3	1	2	1	10x17= 170m2

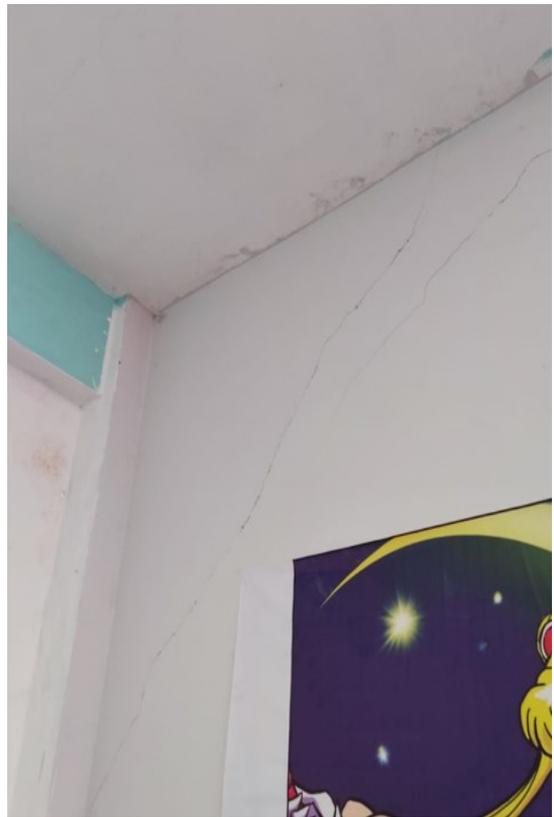
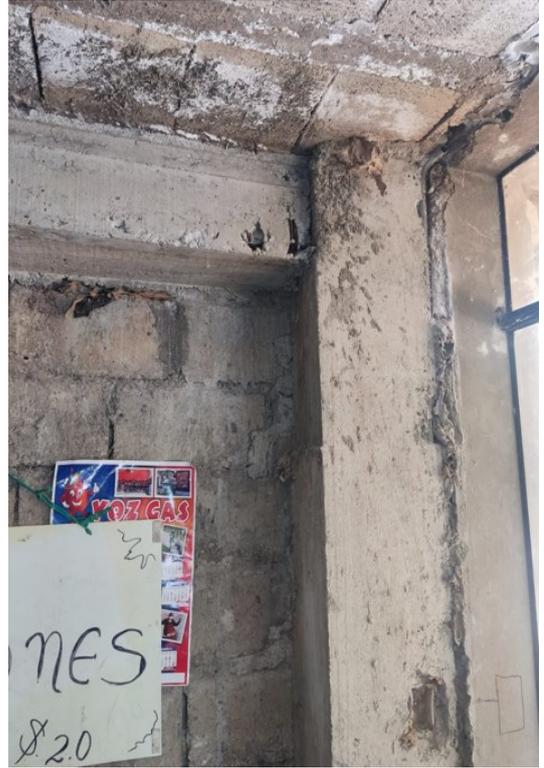
Vivienda N°	Vulnerabilidad estructural			Peligro			Área
	Estructural		No Estructural	Sismicidad	Suelo	Topografía y pendiente	
	Densidad	Mano de obra y materiales	Estabilidad de muros				
20	2	2	2	2	2	1	8x15= 120m2
21	2	2	2	2	2	1	11x18= 198m2
22	2	2	1	2	2	1	10x15= 150m2
23	2	2	2	1	2	1	15x20= 300m2
24	3	2	2	3	2	1	8x13= 104m2
25	2	3	3	1	2	1	18x22= 396m2
26	2	2	2	2	2	1	10x20= 200m2
27	2	2	2	2	2	1	9x16= 144m2
28	2	2	2	2	2	1	16x12= 192m2
29	2	2	2	2	2	1	8x15= 120m2
30	2	2	2	2	1	1	6x12= 72m2
31	2	2	2	2	2	1	7.8x17= 132.60 m2
32	2	2	2	1	2	1	8x6= 48 m2
33	1	1	1	2	2	1	10x15= 150m2
34	2	2	2	2	2	1	12x18= 216m2
35	2	2	2		2	1	3.4x15= 51m2

ANEXO 4
PANEL FOTOGRÁFICO











ANEXO 5

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Ficha de Reporte de viviendas



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN SECTOR DE TINGO MARÍA DISTRITO RUPA-RUPA- 2020

FICHA DE ENCUESTA

Vivienda N° 01
Fecha: 13/03/2023

Antecedentes:

Dirección: Miraflores Marryana "A" Lote "2"

Dirección técnica de diseño: Se cuenta con plano para a partir del segundo piso, y se construido empíricamente

Dirección técnica en la construcción: Se contrato un albañil para la ejecución de la vivienda

Pisos construidos: 02 Pisos proyectados: 03 Antigüedad de la vivienda: 25 años

Topografía y geología:

El tipo de suelo es arenoso y homogéneo con piedra de canto rodado

Estado de la vivienda:

Se puede apreciar las concretas en los vigas, no está tarrajado, los ladrillos son artesanales (cemento y arena gruesa); el segundo nivel si está tarrajado

Secuencia de la construcción de la vivienda: La vivienda esta semiconstruida hasta el segundo piso faltando el tercer nivel.

Datos técnicos:

Elementos de la vivienda

Elemento	Características
Cimientos	La vivienda cuenta con cimientos corridos
Muros	Los muros son de albañilería confinada
Techos	Los techos del primer nivel y segundo nivel son de losas aligeradas
Columnas	La vivienda cuenta con columnas
Vigas	La vivienda cuenta con viga peraltada y vigas chatas

Deficiencias de la estructura

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
La distribución de columnas es irregular	existen diferentes dimensiones de columnas, se ven los fierros de las vigas y perforaciones en las columnas.
Problemas estructurales:	Mano de obra:
La vivienda tiene las columnas bien distribuidas y algunas columnas se encuentran en mal estado	La vivienda fue construida por un albañil empíricamente
	Otros:
	Se presentan con grietas y deformaciones

Análisis por

sismo (Z= 0.4g, U=1, C=2.5, R=3)

Factor de suelo S=

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm =$

$VR =$ Resistencia al corte (kN) = $A_s (0.5v'm.a + 0.23fa)$

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad, Peligro))											
Vulnerabilidad estructural					Peligro						
Estructural			No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente		
Densidad	Mano de obra y materiales		Estabilidad de muros								
Adecuada:		Buena calidad		Todos estables		Baja	X	Rigido		Plana	X
Aceptada:		Regular calidad		Algunos estables	X	Media		Intermedios	X	Media	
Inadecuada:		Mala calidad		Todos inestables		Alta		Flexibles		Pronunciada	

Calificación	
Vulnerabilidad:	
Peligro:	

Resultado	
Riesgo sísmico:	

Diagnóstico:

Gráficos y fotografías: