

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

TESIS

“Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en
la ciudad de Jesús”

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN

Asesor:

Dr. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 by
ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

TESIS APROBADA

“Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús”

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:
ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN

Comité Científico

Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Asesor

M.Cs. José Marchena Araujo
Miembro de Comité Científico

M.Cs. Marco Silva Silva
Miembro de Comité Científico

M.Cs. Mauro Centurión Vargas
Miembro de Comité Científico

Cajamarca – Perú

2018



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado


PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

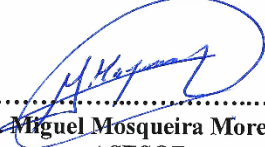
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Siendo las *12:00* de la mañana del día 13 de diciembre de dos mil dieciocho, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **M.Cs. JOSÉ MARCHENA ARAUJO**, y como integrantes del Jurado Titular **M.Cs. MARCO SILVA SILVA** y **M.Cs. MAURO CENTURIÓN VARGAS**, en calidad de Asesor el **Dr. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS**”, presentada por el **Bach. en Ingeniería Civil ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.


Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *APROBAR* con la calificación de *17 (EXCELENTE)* la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Civil ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las *13:00* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M.Cs. José Marchena Araujo
JURADO EVALUADOR


.....
Dr. Miguel Mosqueira Moreno
ASESOR


.....
M.Cs. Marco Silva Silva
JURADO EVALUADOR


.....
M.Cs. Mauro Centurión Vargas
JURADO EVALUADOR

Dedicatoria:

Le dedico este tema de investigación primeramente a Dios por darme la conformidad de tener a mi familia con mucha salud. Al igual que a todas esas personas que me apoyaron y confiaron en mí a cada instante para seguir adelante.

A mi madre, abuela, hermanos y tíos; quienes a lo largo de mi vida se han preocupado por mi bienestar y educación; siendo mi apoyo en todo momento depositando su confianza en cada reto que se me presenta sin dudar un solo momento de mis capacidades, logrando de mi ser una persona de bien, gracias a sus enseñanzas y ejemplos que día a día me fueron inculcando.

Agradecimiento:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de manera solidaria y desinteresada me brindaron esfuerzos por ayudarme a consolidar mi formación académica y profesional. Por la fe y esperanza que me tuvieron para ver realizar una de mis ansiadas metas, razón por la cual sabré responder. Agradezco en especial a:

A mi asesor el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno y amigo que me transmitió su vasta experiencia, consejos y enseñanzas que me ayudó a ser mejor profesional y persona.

A la Universidad Nacional de Cajamarca que me acogió en sus aulas y logré desarrollarme como un mejor profesional sabiendo afrontar diversos retos y necesidades para un bien o necesidad que se solicite de una manera responsable.

A la Escuela de Post Grado y a su personal docente por su calidad educativa y profesional que guiaron mi aprendizaje.

Al Ing. Orlando Aguilar Aliaga un buen amigo que desinteresadamente me apoyo, aconsejó y orientó a seguir superándome.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
CAPITULO I - INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	3
1.1.3. Formulación del problema	9
1.2. Justificación e importancia	9
1.2.1. Justificación científica	9
1.2.2. Justificación técnica - práctica.....	9
1.2.3. Justificación institucional y personal	10
1.3. Delimitación de la Investigación	10
1.4. Limitaciones	11
1.5. Objetivos.....	11
1.5.1. Objetivo general.....	11
1.5.2. Objetivos específicos	11
CAPITULO II – MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	12
Internacional.....	12
2.2. Marco Conceptual	17
2.2.1. Proceso de autoconstrucción	17
2.2.2. Sismicidad.....	17

2.2.3. Métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada	19
2.2.4. Albañilería confinada	20
2.2.5. Procedimiento constructivo	23
2.2.6. Vulnerabilidad	24
2.3. Definición de términos básicos	27
CAPITULO III – PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	29
3.1. Hipótesis	29
3.2. Variables / categorías	29
3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de las hipótesis	29
4.1. Ubicación geográfica	30
4.1.1. Ubicación.....	30
4.1.2. Vías de acceso	32
4.1.3. Clima.....	32
4.2. Diseño de la investigación	32
4.2.1. Fichas de Reporte.....	34
4.2.2. Trabajo en campo:.....	54
4.3. Método de investigación.....	55
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	55
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	58
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	59
4.7. Equipos, materiales e insumos.....	59
4.8. Matriz de consistencia metodológica.....	60
CAPITULO V – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1 Zonificación sísmica.....	6
Tabla N° 2 Viviendas de acuerdo al tipo de material en el distrito de Jesús.....	7
Tabla N° 3 Resistencia de la albañilería	22
Tabla N° 4 Limitaciones en la albañilería confinada.....	22
Tabla N° 5 Factores que afectan la vulnerabilidad.....	27
Tabla N° 6 Cálculo de la calidad de los materiales	38
Tabla N° 7 Cálculo de los factores degradantes	38
Tabla N° 8 Cálculo del estado actual de la vivienda	39
Tabla N° 9 Periodos T_p y T_L	41
Tabla N° 10 Rangos de vulnerabilidad sísmica.....	50
Tabla N° 11 Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.	51
Tabla N° 12 Factores influyentes para el grado de vulnerabilidad	51
Tabla N° 13 Tipificación de la investigación.....	55
Tabla N° 14 Densidad muros	68
Tabla N° 15 Nivel de vulnerabilidad sísmica	69
Tabla N° 16 Cálculo de la calidad de la mano de obra	100
Tabla N° 17 Factores de Zona (Z).....	100
Tabla N° 18 Factores de importancia (U).....	101
Tabla N° 19 Factor de suelo (S).....	101
Tabla N° 20 Coeficiente básico de Reducción (R_0).....	102
Tabla N° 21 Coeficiente sísmico (C_1)	102
Tabla N° 22 Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”	103
Tabla N° 23 Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 Terremoto en Taiwán.....	1
Figura N° 2 Zonas Sísmicas del Perú.....	4
Figura N° 3 Mapa de Zonificación de Peligro Sísmico a Nivel Provincia.	5
Figura N° 4 Mapa de Sismicidad.	7
Figura N° 5 Delimitación de viviendas en la ciudad de Jesús.....	11
Figura N° 6 Cinturón del fuego del Pacífico.....	18
Figura N° 7 Actividades sísmicas en el Perú desde el año 1960 – 2017.....	19
Figura N° 8 Esquema de un muro confinado.....	21
Figura N° 9 Ubicación del proyecto	30
Figura N° 10 Mapa de la provincia de Cajamarca	31
Figura N° 11 Mapa del distrito de Jesús	31
Figura N° 12 Momento resistente en un muro de albañilería.....	48
Figura N° 13 Ejemplo de plano en planta y fachada de vivienda encuestada.	52
Figura N° 14 Viviendas encuestadas en la ciudad de Jesús	57
Figura N° 15 Localización de las 30 viviendas de albañilería confinada.....	83
Figura N° 16 Plaza Principal de Jesús.....	93
Figura N° 17 Iglesia de Jesús.....	93
Figura N° 18 Paisaje en Jesús.....	93
Figura N° 19 Municipalidad Distrital de Jesús.....	93
Figura N° 20 Fachada de vivienda autoconstruida en la ciudad de Jesús.....	94
Figura N° 21 Juntas muy anchas en muros y cangrejeras en columnas.	94
Figura N° 22 Fisuras y humedad en muros.	95
Figura N° 23 Humedad en muros e inconsistencia en altura de piso a techo..	95
Figura N° 24 Facha de vivienda autoconstruida en la ciudad de Jesús.....	96
Figura N° 25 Acumulación de agua de lluvia en la losa y exposición de acero corroído.	96
Figura N° 26 Vivienda en zona de deslizamiento de tierra Jesús	96
Figura N° 27 Problema de uniformidad en planta y elevación - Jesús.....	96
Figura N° 28 Exposición de acera en la losa	97
Figura N° 29 Presencia de humedad en losa y punto de luz	97
Figura N° 30 Grieta en muro por asentamiento diferencial.....	97

Figura N° 31	Discontinuidad de elementos estructurales (viga – columna).....	97
Figura N° 32	Incorrecto encofrado de columna en fachada principal	98
Figura N° 33	Tubería de desagüe expuesta en muros interiores.....	98
Figura N° 34	Variabilidad dimensional de juntas	98
Figura N° 35	Vanos en toda la dirección de la fachada principal de la vivienda	98
Figura N° 36	Tabiquería sin confinar	99
Figura N° 37	Humedad en losa y escalera	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1 Porcentaje de viviendas de acuerdo al tipo de material en la ciudad de Jesús.....	3
Gráfico N° 2 Ilustración de evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica.	33
Gráfico N° 3 Ilustración de la ficha de reporte para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica.	33
Gráfico N° 4 Asistencia técnica en la construcción.....	61
Gráfico N° 5 Estado de conservación.....	62
Gráfico N° 6 Modificaciones y/o ampliaciones a la vivienda.....	62
Gráfico N° 7 Número de pisos de la vivienda	63
Gráfico N° 8 Pendiente de la vivienda	63
Gráfico N° 9 Problemas de ubicación de la vivienda.....	64
Gráfico N° 10 Problemas estructurales	64
Gráfico N° 11 Problemas constructivos	65
Gráfico N° 12 Aspectos de peligros potenciales.....	65
Gráfico N° 13 Calidad de la mano de obra	66
Gráfico N° 14 Calidad de los materiales.....	66
Gráfico N° 15 Factores degradantes	67
Gráfico N° 16 Estado actual de la vivienda	67
Gráfico N° 17 Variación de la densidad de muros Ar/Ae	68
Gráfico N° 18 Estabilidad de muros por volteo	69
Gráfico N° 19 Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jesús	70

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de 30 viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en la ciudad de Jesús. Para la investigación se eligieron algunos sectores de la ciudad de Jesús. Tomándose como guía, para el desarrollo de esta investigación, las recomendaciones de análisis de vulnerabilidad que nos brinda Kuroiwa (2012) y Mosqueira (2005), siendo el análisis bajo el método cualitativo. Por otra parte, en el trabajo de campo se aplicó una ficha de acopio de información, en la que se recopilaron los datos referidos a diversos aspectos técnicos y sísmicos de la vivienda como: características de los principales elementos de la vivienda, deficiencias de la estructura, aspectos de los peligros potenciales naturales, estado actual de la vivienda, densidad de muros, estabilidad de tabiques al volteo para el nivel de vulnerabilidad. La información obtenida fue procesada para determinar la vulnerabilidad sísmica. Los resultados muestran que de las 30 viviendas analizadas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús el 47% presentan una vulnerabilidad sísmica alta que no se contrasta con la hipótesis planteada, concluyéndose que solo algunas de las viviendas en la ciudad de Jesús son vulnerables ante la ocurrencia de un sismo de fuerte intensidad.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, densidad de muros, estado actual de las viviendas, estabilidad de tabiques.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the level of seismic vulnerability of 30 dwellings of confined masonry self-constructed in the city of Jesus. For the investigation selected some sectors of the city of Jesus. Taking as a guide, for the development of this research, the recommendations of analysis of what Kuroiwa (2012) and Mosqueira (2005) offers us, being the analysis under the qualitative method. On the other hand, in the field work a data collection form was applied, the data were collected referring to various aspects of the housing as characteristics of the main elements of the dwelling, deficiencies of the structure State of the dwelling, density of walls, stability of the tables and the level of vulnerability. The information obtained was processed to determine the seismic utility. The results show that the 30 dwellings analyzed of masonry confined in the city of Jesus, 47% have a high seismic vulnerability that is not contrasted with the hypothesis, concludes that only some of the homes in the city of Jesus are the most vulnerable. The occurrence of an earthquake of strong intensity.

Key words: Seismic vulnerability, wall density, current state of the houses, stability of partitions.

CAPITULO I - INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

A nivel mundial, la ocurrencia de desastres naturales es frecuente generando millonarios daños y pérdidas materiales y humanas, con cambios irreversibles. En los países, considerados como potencias mundiales e industrializadas, los daños ocasionados por los desastres naturales son menores, dado que tienen diversos sistemas eficaces de alerta que previenen posibles riesgos y daños, así como una adecuada planificación del desarrollo urbano y aplicación estricta de los reglamentos de construcción.

Figura N° 1 Terremoto en Taiwán



Fuente: Neuquén, 2016.

El Perú está comprendido entre uno de los países de más actividad sísmica que existe en la tierra, estando expuesto a un peligro constante, pudiendo ocasionar pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Por lo tanto, necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento probable en las edificaciones existentes cuando ocurra este fenómeno para poder planificar y mitigar los desastrosos efectos que trae consigo. (Castillo y Alva, 2003).

En el Perú, después de un terremoto sólo los edificios dañados se refuerzan. De este modo el Estado se ve obligado a invertir tanto en el reforzamiento como en la reparación de cada edificio que interviene. Sin embargo, si se pudieran reforzar los edificios vulnerables con la debida anticipación, los gastos de reparación, podrían eliminarse o reducirse significativamente. Por lo tanto, es necesario desarrollar un plan nacional de protección sísmica de las viviendas en zonas de alta actividad sísmica (Aguilar, 2006).

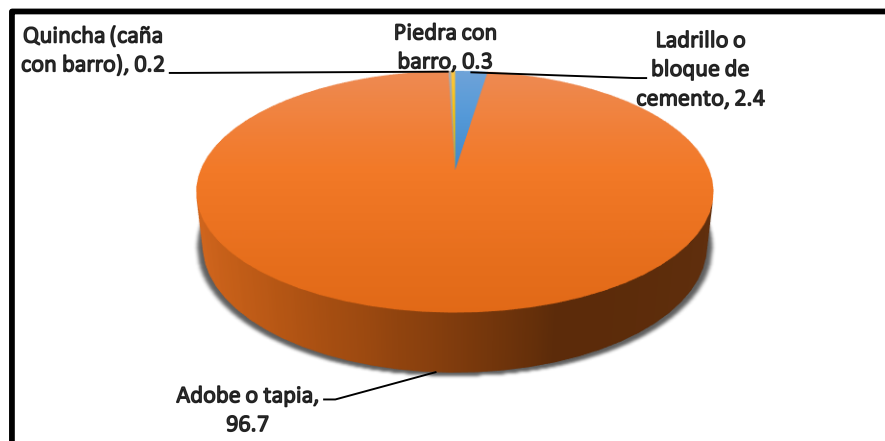
La albañilería confinada es el procedimiento de construcción de viviendas predominantes de Perú. Las viviendas de albañilería son económicas, tiene una ventaja económica de hasta 25% respecto a una solución aporticada o de otro tipo y están al alcance de las clases sociales populares, cuya demanda está entre dos a cinco pisos (Aguirre, 2004).

En la ciudad de Jesús, provincia de Cajamarca, sierra norte del Perú, el sistema constructivo más usado actualmente para la construcción de nuevas viviendas es la de albañilería confinada, pero aún sigue siendo predominante las construcciones de adobe o tapial (INEI, 2015).

Las construcciones informales en la ciudad de Jesús son de altura aproximadamente entre a 7 a 12 metros. Los pobladores realizan la construcción de sus viviendas en base a conocimientos empíricos según su economía, considerando que el nivel de pobreza es extremo (MVCS, 2017).

Por lo tanto, es indispensable una evaluación para diagnosticar la vulnerabilidad de las viviendas para proponer un tipo de solución técnica que permita disminuir el nivel de daño.

Gráfico N° 1 Porcentaje de viviendas de acuerdo al tipo de material en la ciudad de Jesús.



Fuente: INEI, 2015.

1.1.2. Descripción del problema

Actualmente Perú no ha sido ajeno a eventos sísmicos ya que se encuentra en el Cinturón de fuego del Pacífico, registrado según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006), sismos ocurridos entre los años de 1471 – 1490, el más antiguo registrado en la historia del Perú, donde un gran terreno destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, fue la época del Inca Túpac Yupanqui, en la cual perecieron todos sus habitantes y hubo la erupción del Volcán Misti, alcanzó una intensidad de VIII en la escala modificada de Mercalli.

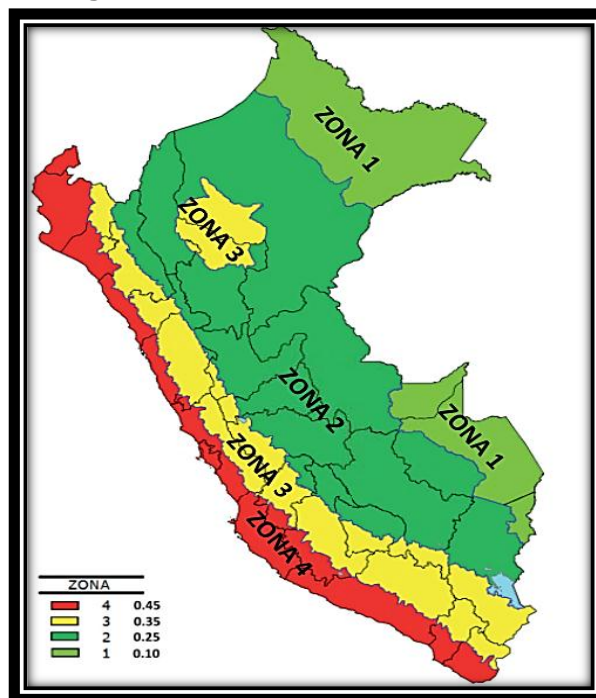
El Cinturón de Fuego es el resultado directo de la tectónica de placas, el movimiento y la colisión de las placas de la corteza terrestre, casi la totalidad de los terremotos en el mundo se producen en los bordes de las placas tectónicas y como se verá luego las características de cada sismo, depende del tipo de borde. Geo-enciclopedia, web:

(<http://www.geoenciclopedia.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico/>) (Fig.6)

(Vivienda, 2016), precisa que las estructuras no deben sufrir daño ante sismos leves, resistan sismos moderados con daño reparable en elementos no estructurales, y resistan sismos severos sin colapsar, aunque con daño estructural importante, sin embargo, las deficiencias más frecuentes de este sistema constructivo se deben a que no se cumplen con los criterios de estructuración y diseño, que frente a solicitaciones de comportamiento ante un sismo no responden como debería ser.

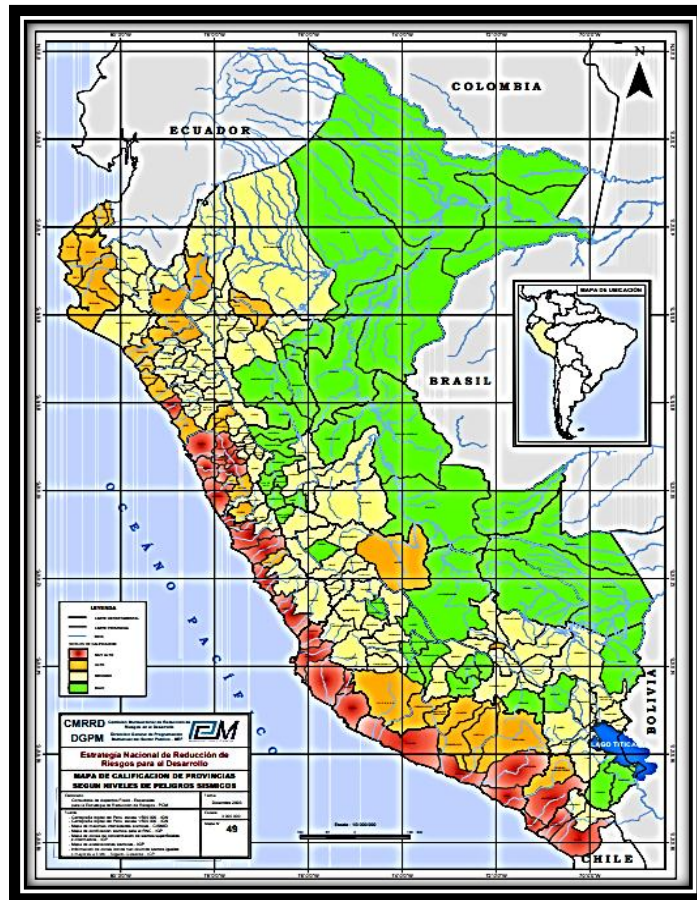
La ciudad de Jesús, se encuentra en la Zona Sísmica 3 (Vivienda, 2016), (ver Figura N° 4) por lo que es necesario realizar la evaluación pertinente para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las construcciones a ser observadas.

Figura N° 2 Zonas Sísmicas del Perú.



Fuente: NTE-0.30, 2016.

Figura N° 3 Mapa de Zonificación de Peligro Sísmico a Nivel Provincia.



Fuente: Dirección General de Programación Multianual del Sector Público – ME, 2017.

La ciudad de Jesús, está localizado en una zona con un elevado peligro sísmico y, adicionalmente, un gran porcentaje de las estructuras existentes, a simple vista, han sido construidas sin ningún tipo de consideración sísmica. Por lo tanto, esta ciudad se encuentra expuesta a un daño sísmico considerable, el cual debe ser reducido mediante una evaluación apropiada tanto de la vulnerabilidad sísmica de las principales tipologías existentes.

Tabla N° 1 Zonificación sísmica.

PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
CAJAMARCA	ASUNCIÓN	3	ONCE DISTRITOS
	CAJAMARCA		
	CHETILLA		
	COSPÁN		
	JESÚS		
	LLACANORA		
	LOS BAÑOS DEL INCA		
	MAGDALENA		
	MATARA		
	NAMORA		
	SAN JUAN		

Fuente: NTE.030, 2016.

El constante crecimiento de la población de la ciudad de Jesús origina un incremento en la demanda de viviendas siendo de albañilería confinada (material noble con ladrillos de arcilla) un material de preferencia para la construcción de sus viviendas, ocasionando un peligro latente por la aparente informalidad de sus construcciones, por el momento no se ha pronunciado un sismo de gran intensidad, pero debemos tener en cuenta que la mayoría de estas viviendas tienen problemas estructurales y son sísmicamente vulnerables.

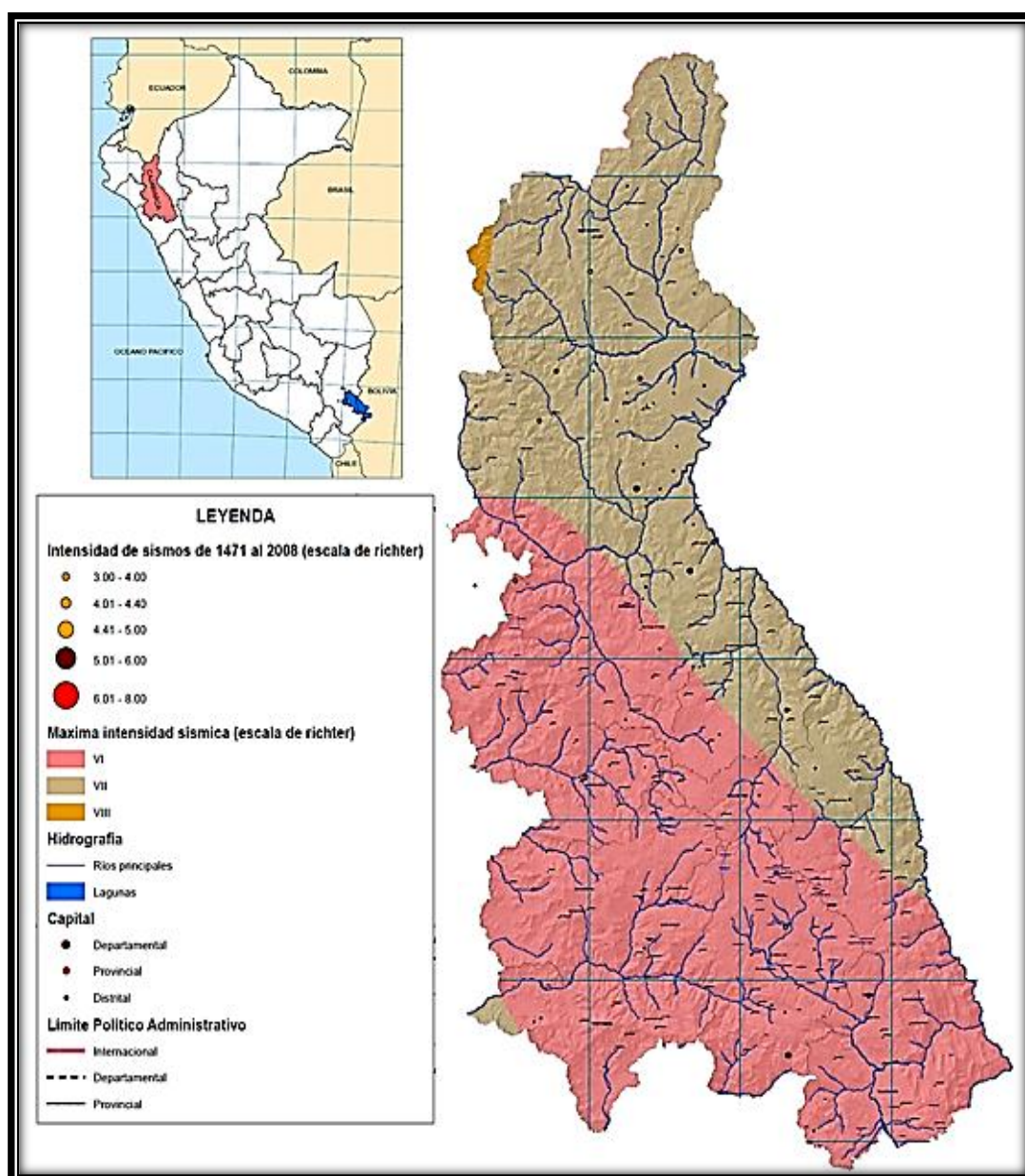
(INEI, 2015), Las viviendas de acuerdo al tipo de material (Ladrillo o bloque de cemento), el cual un 70% pertenece a la misma ciudad de Jesús (64 viviendas son de ladrillo o bloque de cemento) y de estas un 75% son de ladrillo (48 viviendas de albañilería confinada).

Tabla N° 2 Viviendas de acuerdo al tipo de material en el distrito de Jesús.

Material	Número	Porcentaje
Ladrillo o bloque de cemento	91	2.4%
Adobe o tapia	3594	96.7%
Quincha (caña con barro)	6	0.2%
Piedra con barro	13	0.3%
Madera	10	0.3%

Fuente: INEI, 2015.

Figura N° 4 Mapa de Sismicidad.



Fuente: INEI, 2013.

Los ladrillos King-Kong producidos artesanalmente se utilizan en la construcción de obras civiles principalmente en edificios y viviendas, por los bajos costos del material, su propiedad de aislamiento térmico y su disponibilidad geográfica. Durante su vida útil, estas construcciones están sujetas a la acción de cargas verticales y horizontales que pueden generar fisuras en unidades de albañilería y en muros. (AIS, 2004).

Debido a la excesiva demanda de viviendas en la ciudad de Jesús, los ladrillos fabricados de manera artesanal se han convertido en la mejor alternativa en la construcción por su bajo costo, según los antecedentes de diversas investigaciones de la calidad de ladrillos artesanales en la ciudad de Cajamarca han demostrado que los ladrillos no cumplen según las especificaciones de la norma E0.70, sabiendo que si su calidad no es la adecuada, pone en peligro sus ocupantes, y estas fisuras influyen en un aumento de su vulnerabilidad, en especial por la acción sísmica

En cuanto a la ciudad de Jesús, se encuentra localizada en una zona de sismicidad alta, zona 3, (Vivienda, 2016), Por lo tanto, dispone de una escasa información instrumental para determinar un daño físico que pueden sufrir las edificaciones ante un eventual sismo, adicionalmente, la mayoría de las viviendas existentes en la zona, carecen de cualquier consideración de diseño sismo-resistente, por lo cual podrían presentar un nivel de vulnerabilidad alto.

En tal sentido, otros aspectos que podrían incidir en el presente tema de investigación son la falta de asistencia técnica en los procesos constructivos, modificaciones inadecuadas infringiendo normas sin autorización, presencia de ciertas patologías en las viviendas de la ciudad de Jesús que se

manifiesta en el deterioro de los elementos estructurales haciéndolo vulnerable ante una actividad sísmica pudiendo generar fallas irreparables.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús?

1.2. Justificación e importancia

1.2.1. Justificación científica

En la investigación que se realizó, se aplicó una metodología que busca encontrar respuestas y soluciones a los problemas de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jesús en las autoconstrucciones de albañilería confinada ya que esta metodología está aprobada y realizada por los investigadores Kuroiwa y Mosqueira, además que dicha aplicación se realizó sin que se produzca un sesgo de comprensión ya que está basada en un método cualitativo, que depende mucho del criterio técnico del investigador.

1.2.2. Justificación técnica - práctica

Los resultados que se obtuvieron en la investigación permitió identificar las viviendas propensas a sufrir un eventual daño ocasionados por los sismos y así poder promover la concientización a los propietarios de la zona de estudio sobre la importancia de realizar una evaluación técnica con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes y futuras, minimizando pérdidas materiales ante la ocurrencia de estas eventualidades bajo el cumplimiento de las normas técnicas requeridas.

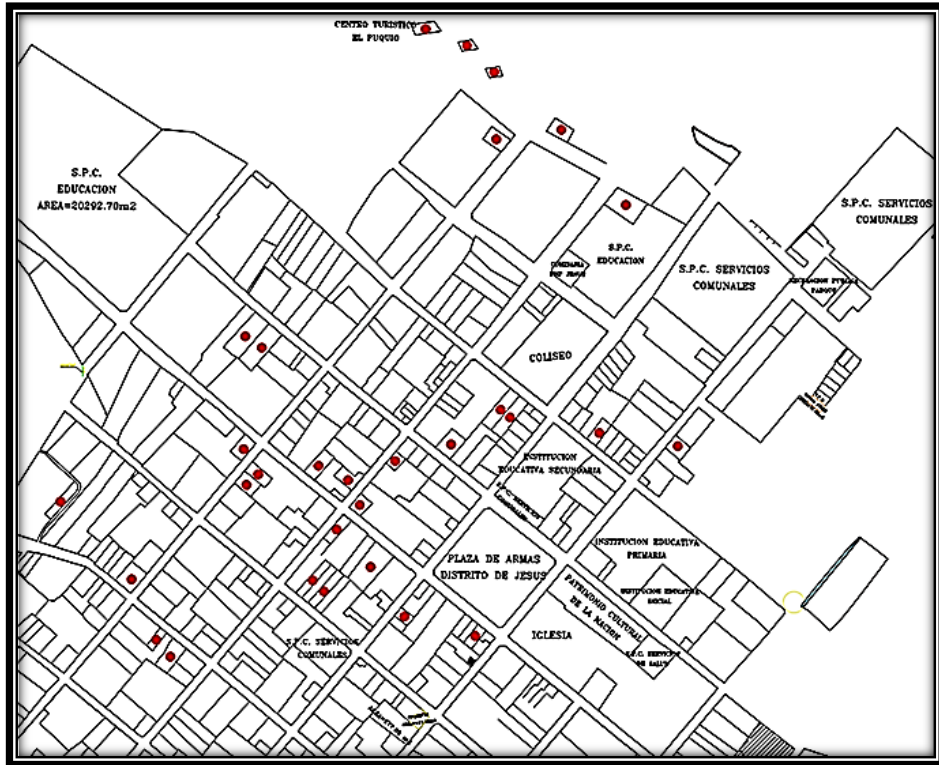
1.2.3. Justificación institucional y personal

La Universidad Nacional de Cajamarca a través de la Escuela de Postgrado y de sus profesionales egresados plantean soluciones a los diversos problemas que se presentan en la sociedad, con investigaciones que se relacionen con proyectos integrales, por lo que nos permitiremos evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús, con los datos obtenidos se propondrán alternativas de mejora en la prestación de un mejor servicio técnico para el desarrollo de las viviendas de albañilería confinada que sean sostenibles y contribuir a la solución de la problemática, por parte el investigador es consciente del nivel de daño que puede sufrir las viviendas de la ciudad de Jesús ante un eventual sismo y pretende sensibilizar a que la comunidad tomen conciencia respecto a las pérdidas materiales y humanas que pueden producirse ante este desastre natural por la baja capacidad técnica en las construcciones.

1.3. Delimitación de la Investigación

El tema de investigación tuvo como propósito de evaluar y analizar la vulnerabilidad sísmica de 30 viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús **solamente a partir del análisis de aquellas viviendas habitadas y que se encuentran definida por este tipo de proceso constructivo de albañilería confinada.**

Figura N° 5 Delimitación de viviendas en la ciudad de Jesús



1.4. Limitaciones

La presente investigación no presentó limitaciones.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús.
- Determinar la densidad de muros de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús.
- Determinar la estabilidad de tabiques al volteo de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús.

CAPITULO II – MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Internacional

Ricardo B. (2003: Pág. 410) en su tesis doctoral, en la universidad politécnica de Catalunya determinó la: **VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE EDIFICIOS. APLICACIÓN A ENTORNOS URBANOS EN ZONAS DE AMENAZA ALTA Y MODERADA EN LA CIUDAD DE BARCELONA - ESPAÑA**, menciona que las nuevas tendencias en la Ingeniería Sísmica, reconocen la necesidad de evaluar la vulnerabilidad de los edificios en entornos urbanos puesto que es allí donde se concentra mayor parte de la población mundial, las infraestructuras y los servicios, concluyendo como los resultados obtenidos demuestran cómo la adopción de una medidas sencillas de protección sísmica, pueden llegar a disminuir hasta un grado de daño esperado, mientras que la ausencia de memoria sísmica, la despreocupación y abandono de precauciones mínimas lo puede incrementar en un grado.

Según Texaj. (2005), en su tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN UN SECTOR DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE LA CIUDAD DE CHIMALTENANGO**. Que tuvo como objetivo realizar un estudio en el sector, por medio del método cualitativo ATC-21, propuesto por Applied Technology Council, que permita cuantificar la vulnerabilidad estructural y la cantidad de daños potenciales en elementos materiales y humanos, que podría sufrir el sector de la ciudad de Chimaltenango ante un fenómeno sísmico con aceleraciones del suelo de $0.3g = 2.94 \text{ m/seg}^2$, o mayores, en la componente horizontal, con una probabilidad de ocurrencia de, al menos, una vez en cincuenta años, equivalente a 0.02. Y llegó a la conclusión que los índices de vulnerabilidad estructural en el área evaluada son los siguientes: Mínima 70.17%, significativa 22.76%, alta 4.64%, muy alta 2.43%.

Juan F. & Eduardo D. (2009), en su estudio: **VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN UN SECTOR DE LA ZONA 12, DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, donde determinó el grado de vulnerabilidad estructural del sector de la zona 12 de la ciudad de Guatemala, delimitado al norte por el Trébol, donde concluyó lo siguiente: Los índices de vulnerabilidad estructural de las 3849 unidades estructurales del área evaluada dentro del sector de estudio se presenta las siguientes proporciones: mínima 53.29%, significativa 34.78%, alta 8.41%, muy alta 3.251%. Significa que el 3.51% de 3849 evaluaciones corresponde a 135 con un grado de vulnerabilidad muy alto. El 8.41% significa que 323 viviendas evaluadas manifiestan un grado de vulnerabilidad alto. Mientras las autoridades municipales encargadas de autorizar las construcciones no implementen otra estrategia para contrarrestar construcciones empíricas, éstas seguirán surgiendo y con ello la inseguridad y el riesgo ante fenómenos sísmicos no disminuirán.

Nacional

Johan L. (2013), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en su tesis profesional **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”** en dicha investigación se llegó a las siguientes conclusiones: La construcción informal en Trujillo ante un sismo severo podrían colapsar la mayoría de sus viviendas ante un sismo severo. De acuerdo a los resultados obtenidos en los reportes de vulnerabilidad.

Según Samaniego y Ríos, en el **XV CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AYACUCHO (2005)**, mencionan: El 47% de las viviendas evaluadas en el distrito de Rímac en la ciudad de Lima, presenta más de 30 años de antigüedad, estas edificaciones presentan un nivel de vulnerabilidad alto, pues fueron

construidas sin la contribución de ningún código de diseño sísmico, es decir aquellas construidas antes del código de Diseño de 1977. En el sector salud, el distrito presenta una alta vulnerabilidad sísmica, encontrándose claramente vulnerabilidad estructural (Puesto de Salud los Ángeles), vulnerabilidad no estructural (Centro de Salud Ciudad y Campo), siendo el Ministro de Salud, el Municipio y la comunidad responsables de tomar medidas preventivas de manera inmediata.

Pozzo (2008). Precisa que la mayoría de las edificaciones en el Perú no son ingenieriles y desgraciadamente tienen una vulnerabilidad muy alta, indica que el riesgo también ha aumentado por la concentración de construcciones y en los sismos de los últimos 15 años han demostrado que los criterios que han orientado el diseño sismo resistente no han reducido o controlado el riesgo sísmico y se han experimentado pérdidas muy importantes en sismos de moderada intensidad; concluye en que no se puede estimar con certeza el nivel de sismo con el que se va a diseñar, así como los parámetros que aseguren el comportamiento esperado ante un evento sísmico.

En tal sentido, Manuel Nervi Laura (2017), en su tesis: **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA SEGÚN LA NORMA E – 070 DEL RNE EN LA CIUDAD DE JULIACA PUNO”**, mencionó: Existen muchos factores para la determinación del riesgo sísmico como es la densidad de los muros, el empleo de materiales de buena calidad y la mano de obra calificada “vulnerabilidad”, además tipo de suelo sobre la cual está la vivienda, la pendiente y el grado de sismicidad, de estos resultados obtenidos se obtiene un riesgo sísmico elevado para el sector de la Salida Huancane la cusa principal es en muchos casos la falta de recursos económicos del propietario.

Joen Eduardo (2007), en su tesis: **“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**, indicó: La falta de una adecuada técnica constructiva de Maestros de Obra y obreros en general trae como consecuencia la precariedad en la construcción de las viviendas en la ciudad de Cajamarca, tal situación se empeoraría si los propietarios autoconstruyeran. Dicha precariedad se traduce en la falta de seguridad física que brindan las viviendas, haciéndolas sísmicamente vulnerables, a parte de las malas condiciones para la salud de sus habitantes debido a la exagerada cantidad de humedad encontrada, humedad que también redundaría en la paulatina degradación de los elementos estructurales y no estructurales.

Local

Mosqueira M.(2012: Pág. 116) en su tesis Doctoral menciona: **Las edificaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, tiene Vulnerabilidad sísmica alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, la inestabilidad de sus tabiques y su regular a mal estado de conservación**, las vigas y columnas tienen un comportamiento aceptable ante cargas de servicio, pero inadecuada ante cargas sísmicas, pudiendo llevarlas al colapso, la falla típica que se podría producir ante un sismo severo es la falla de columna corta, debido a la falta o inadecuada junta de construcción entre tabique - pórtico, por lo tanto al tener un sistema estructural propio de una institución educativa tradicional podrían sufrir grandes daños ante sismo severo.

Marcos L y Carlos D. (2006, Pág. 323), en el **“Programa de Capacitación de la Estimación del Riesgo – PCER, realizaron un ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA: ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL, TIPO Y USO DE INFRAESTRUCTURA”** de la ciudad de Cajamarca donde concluyeron

lo siguiente: Las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica de media a alta, debido a que muchas de ellas presentan serios problemas estructurales, que podrían afectar adversamente su desempeño ante la ocurrencia de sismos, teniendo como consecuencia un alto riesgo de pérdidas humanas y materiales.

“El programa de apoyo de la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano, 2011.”, en su evaluación de riesgos en zonas urbanas, menciona que la Ciudad de Cajamarca tiene como principales peligros naturales amenazantes a los relacionados con fenómenos de origen climático, debido a la presencia de períodos de lluvias considerables no siempre vinculadas al fenómeno del niño, de origen geológico, porque Cajamarca se encuentra en la Zona sísmica III o de mayor intensidad (Pág. 1), concluyendo lo siguiente: La vulnerabilidad se ha logrado determinar que el 70% de las edificaciones de la ciudad de Cajamarca se encuentran con una vulnerabilidad media, las cuales se encuentran ubicadas en su gran mayoría en la zona central de la ciudad.

Abanto Aliaga M. (2015). En su tesis: **“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA AUTOCONSTRUIDAS, EN EL BARRIO MOLLEPAMPA”**, señaló: 16 viviendas presentan problemas estructurales, como una inadecuada densidad de muros, falta de arriostre en los muros y falta de confinamiento de muro en tabiques y parapetos, generando una vivienda vulnerable frente a un evento sísmico. Entre los problemas constructivos provocados por falta de asesoría y una buena mano de obra se presentan, muros con calidad inadecuada y utilizada de una manera incorrecta, muros y elementos estructurales expuestos a la intemperie y juntas entre unidades de albañilería con variación de tamaños.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Proceso de autoconstrucción

Hasta pocos años atrás, como autoconstrucción se entendía un proceso constructivo mediante el cual, una familia, ya sea de manera individual o en coordinación con sus vecinos, se unen a construir su propia vivienda, avanzando en la medida en que van progresivamente disponiendo de recursos. Ahora se prefiere hacer una distinción. Cuando son los futuros usuarios los que realizan su propia casa, la motivación más frecuente es la falta de dinero; y cuando son los proyectistas, los investigadores o los estudiantes los que materializan sus propias ideas, participando directamente en la construcción, la inquietud central es generalmente la experimentación de métodos e instrumentos innovadores. (Agricultura, M. 1983).

2.2.2. Sismicidad

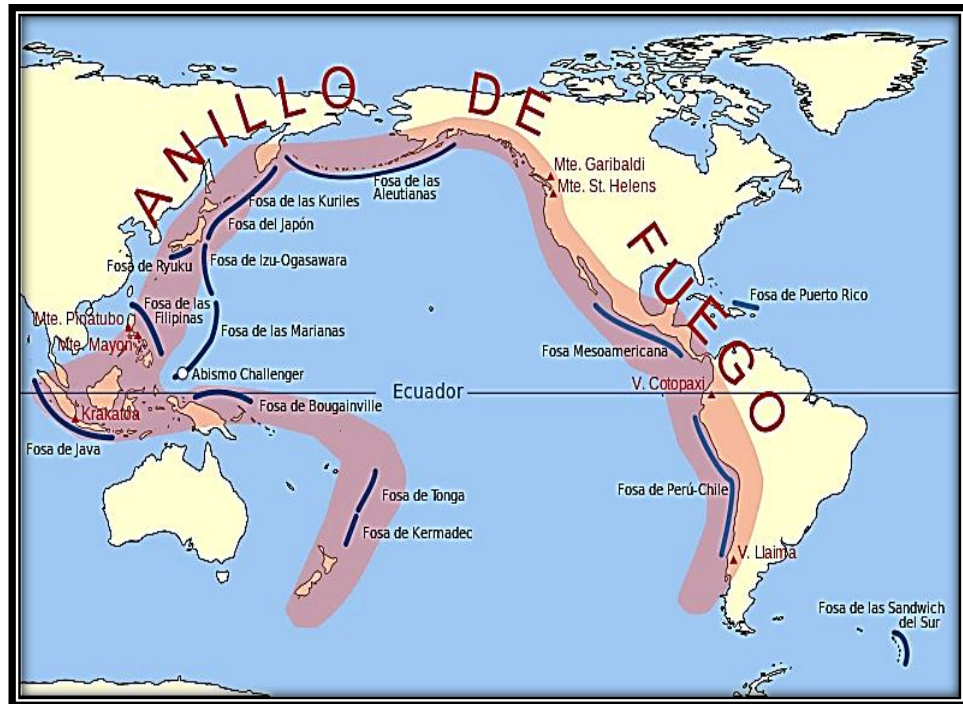
Es la actividad sísmica en un área particular durante un periodo de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. La representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no solo los eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia, distribución espacial, su modo de ocurrencia y las características del terreno donde se producen o se propagan. El territorio peruano está situado por encima del Cinturón de Fuego Circumpacífico, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan y está relacionado a la subducción de la placa Oceánica de Nazca, que se introduce bajo la placa Continental Sudamericana, a razón de 9cm/año. (Kuroiwa, 2002).

El Cinturón de Fuego es el resultado directo de la tectónica de placas, el movimiento y la colisión de las placas de la corteza terrestre, casi la totalidad

de los terremotos en el mundo se producen en los bordes de las placas tectónicas y como se verá luego las características de cada sismo, depende del tipo de borde. Geo-enciclopedia, web:

(<http://www.geoenciclopedia.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico/>) (Fig.6)

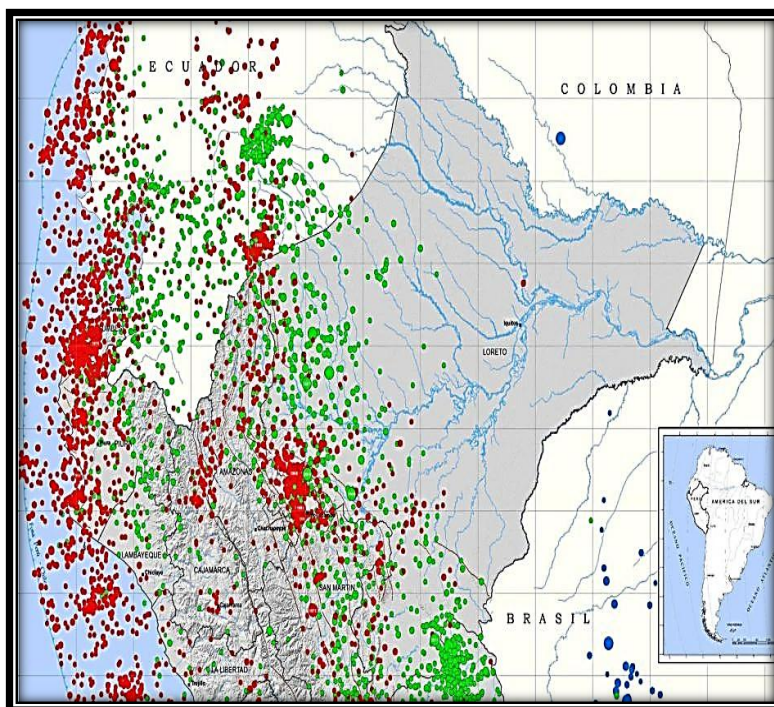
Figura N° 6 Cinturón del fuego del Pacífico



Fuente: (Geo-enciclopedia, s.f.)

En Perú no se ha sido ajeno a estos eventos sísmicos ya que se encuentra en el Cinturón de fuego del Pacífico, registrado según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006), sismos ocurridos entre los años de 1471 – 1490, el más antiguo registrado en la historia del Perú, donde un gran terreno destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, fue la época del Inca Túpac Yupanqui, en la cual perecieron todos sus habitantes y hubo la erupción del Volcán Misti, alcanzó una intensidad de VIII en la escala modificada de Mercalli.

Figura N° 7 Actividades sísmicas en el Perú desde el año 1960 – 2017.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

2.2.3. Métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada

Existen muchos métodos para la evaluación de la vulnerabilidad. En general éstos se clasifican en:

- Métodos cualitativos.
- Métodos analíticos.

Los métodos cualitativos, son métodos empleados para la evaluación rápida y directa de un grupo de viviendas con el único propósito de cuantificar el riesgo sísmico.

Los métodos analíticos son técnicas de estudio que requiere una evaluación de la edificación al detalle profundizándose en la vulnerabilidad sísmica de acuerdo a cada detalle que podría ocasionar la vulnerabilidad en la vivienda.

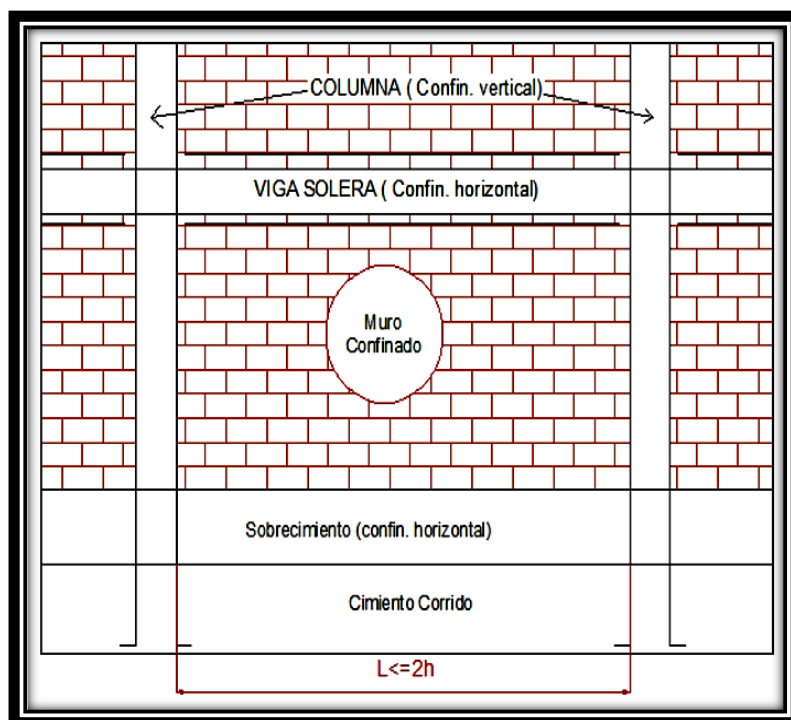
Los más conocidos son el método japonés, los métodos norteamericanos como el ATC 22 y el FEMA 310 avalados por la Federal Emergency Management Agency de USA.

2.2.4. Albañilería confinada

Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones (NTE.070, 2006):

- 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.
- 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, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical.
- Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción.
- Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería.
- Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con $f'c \geq 175$ kg/cm².

Figura N° 8 Esquema de un muro confinado.



Fuente: Abanto, 2007.

2.2.4.1. Consideraciones generales de diseño

a. Estructuración de las edificaciones de la albañilería confinada

El aspecto más importante en el diseño de una estructura sismo resistente es la selección de la configuración, es decir la forma del edificio y la ubicación balanceada de los elementos (Abanto, 2007).

b. Materiales y características de la albañilería confinada

Uno de los materiales más resaltantes de la zona de estudio, es el ladrillo artesanal.

La diversidad de materiales (concreto, acero, ladrillo y mortero) que componen los muros confinados, genera un comportamiento muy complejo de analizar. Por lo tanto, el comportamiento ideal queda sujeto a observaciones experimentales. Tomando como base la norma de albañilería NTE.070 de donde se obtienen algunos valores de las unidades de albañilería (San Bartolomé, 1994).

Tabla N° 3 Resistencia de la albañilería

Resistencia características de la Albañilería Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad fb	Pilas fm	Muretes v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice - CAL	King Kong normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)

Fuente: NTE.070, 2006.

c. Limitaciones en la aplicación de la albañilería:

El uso o aplicación de las unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en **la tabla N° 4**. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE.030, 2016.

Tabla N° 4 Limitaciones en la albañilería confinada.

Limitaciones en el uso de la Albañilería para fines estructurales			
TIPO	ZONAS SÍSMICAS 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 3
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si, celdas totalmente rellenas de grout	Si, celdas parcialmente rellenas de grout	Si, celdas parcialmente rellenas de grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si hasta 2 pisos

Fuente: NTE.070, 2006.

2.2.4.2. Densidad de muros

Este procedimiento es sumamente simple y consiste en hallar la densidad de muros de cada piso, la cual se define como la relación del área los muros

al área de la planta del piso en estudio. La relación debe examinarse rigurosamente en las direcciones verticales y horizontales. No se consideran aquellos muros cuya longitud es menor a 1.20 m.

Como parte del pre dimensionamiento y estructuración del edificio, se debe calcular la densidad mínima de muros portantes mediante la siguiente expresión del artículo 19.2 de la Norma técnica E.070:

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

Dónde:

L: Longitud total del muro incluyendo columnas (m) (mayor a 1.20 m).

t: Espesor efectivo del muro (m).

Ap: Área de la planta típica (m^2).

N: Número de pisos del edificio.

Z: Factor de zona.

U: Factor de importancia.

S: Factor de suelo.

2.2.5. Procedimiento constructivo

Arango O. (2002), menciona: en el procedimiento constructivo debe considerarse lo siguiente: el espesor recomendado de las hiladas por adhesión, para condiciones normales de asentado está entre 9 y 12 mm, este debe ocurrir en la junta sobre la unidad más grande. El espesor exacto de la junta se precisará en función de calibrar la altura de las hiladas, para que sean submúltiplos de la altura del muro. Son inaceptables, juntas de mortero excesivas porque reducen la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Tampoco lo son aquellas insignificantes, porque reducen la resistencia a la tracción.

El arte de asentar unidades consiste en estrechar al máximo el contacto tanto horizontal como vertical de la unidad con el mortero y uniformizar dicho contacto en todas las interfaces mortero – unidad.

Los muros tienen una estabilidad precaria y una resistencia a la tracción reducida. En consecuencia, no se deben someterlos a golpes o vibraciones y tampoco servir a otros procesos constructivos como los puntales de encofrado.

No es permisible romper o picar los muros, salvo que exista indicación expresa autorizando esta operación en el proyecto. Pues lo que se está haciendo es romper un elemento estructural y crear planos debilitados que limitan la resistencia del muro. Esta rotura se hace principalmente con el propósito de alojar tubos para instalaciones eléctricas o sanitarias. (Arango, 2002).

2.2.6. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la facilidad como el elemento en estudio que pueden ser infraestructura, vivienda, actividades socioeconómicas de una población, puede sufrir daños materiales, humanos, por acción de un fenómeno natural, la vulnerabilidad para su análisis debe identificar y caracterizar los elementos que están expuestos en una determinada área geográfica, a los efectos perjudiciales de peligro a consecuencia de fenómenos naturales. Además, la vulnerabilidad de un sector, centro poblado, es el reflejo de la conservación individual de sus elementos ya sean de dimensiones ambiental, económica, social; los mismos que pueden ser dinámicos, puesto que pueden cambiar con el tiempo, según el nivel de preparación, cumplimiento de normas, condiciones socio-económicas en los individuos, familias e instituciones. (INDECI, Manual básico para la estimación del riesgo, 2006).

2.2.6.1. Análisis de la vulnerabilidad

Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad:

- **Exposición**

(CENEPRED, 2010), define como la toma de decisiones y prácticas que ubican a las personas y sus condiciones de sobrevivencia en zonas expuestas de un peligro. La exposición se forma cuando no existe relación apropiada con el ambiente, que se puede deber al no existir procesos no planificados de crecimiento demográfico, proceso de migración desordenado o políticas de desarrollo económico no sostenible.

- **Resiliencia**

Ésta se refiere a la capacidad de recuperación del ser humano a la ocurrencia de un peligro, se orienta a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2010).

- **Fragilidad**

Según (CENEPRED, 2010), define a las situaciones de desventaja de las personas y sus medios de vida frente a un peligro, se orienta en las condiciones físicas de la sociedad, es decir formas de construcción, no seguimiento de normatividad vigente sobre construcción. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

Además de que la población y de sus medios de vida, se debe determinar si los elementos o conjunto de elementos expuestos son susceptibles frente a la ocurrencia de peligros naturales. Esta vulnerabilidad depende también de factores como la geometría de la vivienda, factores constructivos y factores

estructurales. Para que una vivienda sea considerada con vulnerabilidad sísmica media o alta es suficiente que presente deficiencia en cualquiera de los aspectos mencionados. Si el elemento o conjunto de elementos es susceptible pasa al análisis de vulnerabilidad, en caso contrario se excluye indicándolo en el estudio. (CENEPRED, 2010).

2.2.6.2. Dimensión económica análisis de la vulnerabilidad

Se refiere a las acciones que forman servicios, infraestructura, equipamiento mobiliario dentro de la superficie de influencia del fenómeno natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la exposición, fragilidad y resiliencia (CENEPRED, 2010). (INEI, ESTADO DE LA POBLACIÓN PERUANA 2013 , 2014).

2.2.6.3. Tipos de vulnerabilidad

Hay dos tipos de daño sísmico: el daño estructural y el daño no estructural, dependiendo si el elemento con el grado de daño forma parte o no del sistema resistente de la edificación. Estos daños se relacionan, correspondientemente, con la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural.

- **La vulnerabilidad no estructural** está asociada a la susceptibilidad de los elementos o componentes no estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se llama daño sísmico no estructural entre los elementos no estructurales se tiene, tabiquerías, puertas, ventanas, etc, (Cardona, 1999).
- **Por otro lado, la vulnerabilidad estructural** se asocia a la susceptibilidad de los elementos o componentes estructurales de sufrir daño. Éste comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que

forman parte integrante del sistema resistente y es el que tradicionalmente ha recibido la atención de los especialistas (Safina, 2002).

2.2.6.4. Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las viviendas depende de una serie de factores y detalles que deben evaluarse con el mayor cuidado (Chavarría Lanzas & Gómez Pizano, 2001). Estos aspectos consideran los siguientes parámetros:

Tabla N° 5 Factores que afectan la vulnerabilidad

Aspectos geométricos	Aspectos constructivos	Aspectos estructurales
Irregularidad en planta de edificaciones.	Calidad de juntas de pega en el mortero.	Muros confinados y reforzados.
Cantidad de muros en las dos direcciones.	Tipo y disposición de los ladrillos.	Detalles de vigas de confinamiento.
Irregularidad de alturas.	Calidad de los materiales.	Vigas de amarre.
		Características de abertura.

Fuente: Chavarría & Gómez, 2001.

2.3. Definición de términos básicos

Vulnerabilidad sísmica: Nivel de daño que puede sufrir las edificaciones durante un sismo, refleja la falta de resistencia de una edificación frente a los sismos y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de los materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, Pacheco & Pando, 2010).

Densidad de muros: Se define como la relación del área de los muros al área de la planta del piso en estudio. La relación debe examinarse rigurosamente en las direcciones vertical y horizontal.

Muro no portante (tabiquería): 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 Técnica E.070, 2006).

Muro portante: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros, deberán una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes de en la resistencia a las fuerzas horizontales (Norma técnica E.070, 2006).

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

CAPITULO III – PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús es alto.

3.2. Variables / categorías

Variable: Vulnerabilidad sísmica

Sub variables: Densidad de muros, estado actual de las viviendas, estabilidad de tabiques.

3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de las hipótesis

Cuadro N° 1 Operacionalización de las variables.

VARIABLE	CONCEPTO	SUB VARIABLES	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, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, Pacheco, & Pando, 2010).	Densidad de muros	Inadecuada: $Ae/Ar < 0.8$	Muros que estén confinados en sus cuatro bordes y que tengan una longitud mayor o igual a 1.20 m.
			Adecuada: $Ae/Ar > 1.1$	
			Aceptable: $0.8 \leq Ae/Ar \leq 1.1$	
		Estado actual de las viviendas	Mala	Se analizó y evaluó: - La calidad de la mano de obra. - La calidad de los materiales. - Factores degradantes a la vivienda.
			Regular	
			Buena	
		Estabilidad de tabiques	Estable: $Ma \leq Mr$	- Tabiquería con y sin arriostramiento.
Inestable: $Ma > Mr$				
Nivel de Vulnerabilidad	Baja - Media - Alta.	- Densidad de muros. - Estado actual de la vivienda. - Estabilidad de tabiques al volteo.		

CAPITULO IV – MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

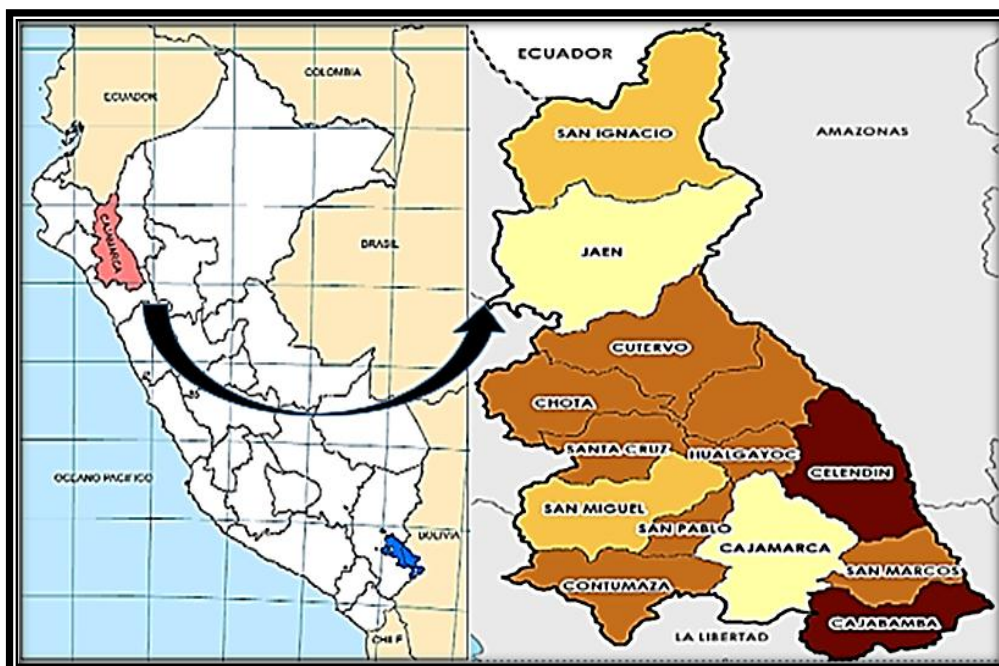
4.1.1. Ubicación

Cuadro N° 2 Ubicación del proyecto

Departamento /Región:	Cajamarca
Región:	Cajamarca
Provincia:	Cajamarca
Ciudad:	Jesús

La ciudad de Jesús es uno de los 12 distritos de la Provincia de Cajamarca ubicada a 22 Km de la capital, para llegar a él se recorre el valle cajamarquino en pista asfaltada que llega directamente al distrito a una altitud de 2564 m.s.n.m., limita por el Norte con los distritos de Cajamarca y Llacanora, por el Sur con el distrito de Cachachi, por el este con los distritos de Namora, Matara y la Provincia de San Marcos y por el Oeste con los distritos de Cospán, Asunción y San Juan.

Figura N° 9 Ubicación del proyecto



Fuente: IGP, 2015.

4.1.2. Vías de acceso

La distancia y tiempo para trasladarse desde la ciudad de Cajamarca, capital provincial, hasta la ciudad de Jesús, utilizando el medio de transporte más frecuente (Ómnibus, camioneta, combi, camión y auto), según nuestra visita a campo, a continuación, se muestra la distancia y tiempo aproximado.

Cuadro N° 3 Vías de acceso

PROVINCIA	RUTA	DIST. (KM)	TIEMPO
CAJAMARCA	CAJAMARCA – CIUDAD DE JESÚS	20	41 min

4.1.3. Clima

El clima es templado a frío con moderadas corrientes de aire, con precipitaciones en los meses de octubre a abril y sequías entre los meses de junio y agosto, el resto del año las lluvias son esporádicas presentando una temperatura promedio de 14° C. (SENAMHI, 2017).

4.2. Diseño de la investigación

Para este tema de investigación se aplicó la metodología planteada por (Mosqueira y Tarque, 2005) que consiste en determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica (alta, media y baja) de las viviendas de albañilería confinada, mediante la asignación de valores numéricos a las variables. Para determinar la vulnerabilidad sísmica se recopiló información de las viviendas estudiadas utilizando como instrumentos fichas de reporte, para luego determinar la vulnerabilidad estructural como la densidad de muros, estado actual de la vivienda (calidad de la mano de obra, calidad de los materiales, factores degradantes a la vivienda) y la vulnerabilidad no estructural como la estabilidad de tabiques.

Vulnerabilidad sísmica = $0,6 \times \text{Densidad de muros} + 0,3 \times \text{Estado actual de la vivienda} + 0,1 \times \text{Estabilidad de tabiques}$.
--

FLUJOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

Gráfico N° 2 Ilustración de evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica.



Gráfico N° 3 Ilustración de la ficha de reporte para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica.



4.2.1. Fichas de Reporte


Para la recopilación de información del estado actual de las viviendas de albañilería confinada se elaboraron fichas de reporte que se aplicaron mediante encuestas a los habitantes de una de las viviendas seleccionadas de la ciudad de Jesús, además de inspeccionar dichas viviendas para identificar deficiencias arquitectónicas, estructurales y constructivas (estado actual de las viviendas) que permitirán analizar parámetros del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas y cuantificarlos.

4.2.1.1. La ficha de reporte constó de las siguientes partes

4.2.1.1.1. Antecedentes

Son los datos resaltantes de la vivienda a evaluar como: Ubicación, familia, pisos construidos, N° de miembros de la familia, asistencia técnica en la construcción, antigüedad de la vivienda, estado de conservación de la vivienda, estado actual de la vivienda, ampliaciones o modificaciones.

Cuadro N° 4 Ficha de reporte – Antecedentes.

	FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"					
	I. Antecedentes:		Vivienda N°:	Fecha de la encuesta:		
Ubicación:	Pisos construidos:					
Familia:	N° de miembros de la familia:					
Asistencia técnica en la construcción:	Antigüedad de la vivienda:					
Estado de conservación de la vivienda:	Bueno	Regular	Malo	Ampliaciones o modificaciones:	Si	No
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado actual de la vivienda (Descripción):						

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

4.2.1.1.2. Aspectos técnicos

Son los datos registrados en la ficha de reportes de deficiencias o daños de las viviendas tomando en cuenta los siguientes puntos importantes como: características principales de los elementos de la vivienda, deficiencias de la estructura, aspectos de peligros potenciales naturales y estado actual de la vivienda.

Cuadro N° 5 Características de los principales elementos de la vivienda.

ELEMENTOS / CARACTERÍSTICAS			
Muros	Ladrillo		Aligerado - Macizo - Cobertura
	Fabricación:	Artesanal: <input type="checkbox"/> Industrial: <input type="checkbox"/>	Techo
	Dimensión:	Tipo:
	Juntas:	Peralte:
	Revestimiento:	
Columnas	Concreto		Vigas
	Dimensión:	Concreto
			Dimensión:

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

Cuadro N° 6 Deficiencias de la estructura.

PROBLEMAS GENERALES	
Problemas de Ubicación <input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo de relleno <input type="checkbox"/> Vivienda en zona de deslizamiento de tierra <input type="checkbox"/> Otros:	Problemas Estructurales <input type="checkbox"/> Uniformidad y continuidad de la estructura <input type="checkbox"/> Cimientos y/o Sobrecimientos inestables <input type="checkbox"/> Muros portantes sin confinar <input type="checkbox"/> Tabiquería sin arrostramiento <input type="checkbox"/> Otros:
Problemas de Construcción <input type="checkbox"/> Armaduras expuestas y corroídas <input type="checkbox"/> Simetría y configuración arquitectónica <input type="checkbox"/> Materiales / unidades de mala calidad <input type="checkbox"/> Deficiencias en diseños y proceso constructivo <input type="checkbox"/> Otros:	Observaciones y comentarios:

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

Cuadro N° 7 Aspectos de peligros potenciales naturales.

<input type="checkbox"/>	Sismos	<input type="checkbox"/>	Inundaciones	<input type="checkbox"/>	Otros:
<input type="checkbox"/>	Huaycos	<input type="checkbox"/>	Lluvia		
<input type="checkbox"/>	Deslizamientos	<input type="checkbox"/>	Viento		

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

4.2.1.1.3. Estado actual de la vivienda

Se determinó el estado actual en el que se encuentran las viviendas (buena, regular y mala), considera una evaluación visual global sobre la calidad de la mano de obra, calidad de los materiales y factores degradantes en la vivienda asignándoles condiciones y valores numéricos.

a. Mala calidad

- **Fisuras:** Presencia de aberturas que afecta a la superficie de los elementos o su acabado superficial (fisuras).
- **Ladrillos artesanales King Kong:** ladrillos que presentan demasiado alabeo, variación dimensional, resquebrajaduras, mal cocidos o con impurezas orgánicas.
- **Eflorescencias:** Muros o elementos estructurales con la aparición considerable de manchas blancas debidas a depósitos salinos que afecte al aspecto de la superficie que puede desmoronarse con el tiempo.
- **Humedad:** Presencia de humedad en muros y losas debido a la penetración de líquidos en zonas no deseadas, produciendo degradación a las propiedades de los materiales.
- **Corrosión y exposición de armaduras:** Presencia de óxido por humedad y condiciones climatológicas en la armadura, implicando riesgos.
- **Segregación:** Presencia de separación y distribución de sus “partículas no uniformes” de los componentes del concreto.

- **Cangrejas:** Presencia de vacíos en el concreto debido a la falta de vibrado o uso de agregados de tamaño más grande de lo permitido para los elementos de confinamiento.

- **Juntas de Ladrillo:** Juntas de ladrillos mayores a 2 cm.

- **Remoción de elementos estructurales:** Presencia de elementos sismorresistentes removidos, tales como, muros, columnas y vigas agravando más la rigidez de las viviendas.

- **Juntas sísmicas entre viviendas entre viviendas contiguas:** No existencia de juntas laterales entre viviendas que puedan garantizar un adecuado desplazamiento lateral ante un determinado sismo.

b. Regular calidad

corresponde a la presencia de las juntas entre unidades de albañilería de 1.5 a 2 cm, regular cantidad de fisuras, eflorescencias, humedad, corrosión, segregación, cangrejas entre otros factores que degraden parcial las propiedades mecánicas y físicas de los materiales.

c. Buena calidad

Corresponde a un buen proceso constructivo, presencia de las juntas entre unidades de albañilería de 1 a 1.5 cm, ladrillos artesanales y agregados de buena calidad, sin presencia de eflorescencias, humedad, corrosión, segregación, cangrejas, montantes no expuestos, muros sin picar, sin remoción de elementos estructurales, la existencia de losas rígidas y juntas sísmicas bien diseñadas.

- Cálculo de la calidad de los materiales:

Se le asignó un valor numérico a cada condición para determinar si es buena, regular o mala (**ver Tabla N° 6**).

Tabla N° 6 Cálculo de la calidad de los materiales

Calidad de los materiales		
Descripción	Condición	Valor numérico
Fisuras en muros	Nulo	2
	Medio	1
	Alto	0.5
Ladrillos artesanales king kong	Bueno	2
	Regular	1
	Malo	0.5
Agregados	De río	2
	De cerro	1

Condición:

Criterio:

MO ≤ 2 : Mala calidad de los materiales.

2 < MO < 3 : Regular calidad de los materiales.

MO ≥ 3 : Buena calidad de los materiales.

- Cálculo de los factores degradantes:

Se le asignó un valor numérico a cada condición para determinar si es alto, medio o nulo (ver Tabla N° 7).

Tabla N° 7 Cálculo de los factores degradantes

Factores degradantes		
Descripción	Condición	Valor numérico
Eflorescencia	Alto	2
	Medio	1
	Nulo	0.5
Humedad en muros y aligerados	Alto	2
	Medio	1
	Nulo	0.5
Corrosión de armaduras	Alto	2
	Medio	1
	Nulo	0.5
Exposición de armadura	Alto	2
	Medio	1
	Nulo	0.5

Condición:

Criterio:

MO \geq 4 : Demasiada presencia de factores degradantes.

2 < MO < 4 : Regular presencia de factores degradantes.

MO \leq 2 : Nula presencia de factores degradantes.

- Cálculo de la calidad de la mano de obra:

Se le asignó un valor numérico a cada condición para determinar si es buena, regular o mala (**ver anexo Tabla N° 16**).

Criterio:

MO \leq 1 : Mala calidad de los materiales.

1 < MO < 2 : Regular calidad de los materiales.

MO \geq 2 : Buena calidad de los materiales.

- Cálculo del estado actual de la vivienda:

Con los resultados obtenidos en las tablas N° 6, 7 y 8, se determina el estado actual de las viviendas de albañilería confinada (buena, regular o mala) (**Ver tabla N° 9**).

Tabla N° 8 Cálculo del estado actual de la vivienda

Estado actual de las viviendas						Calificación
Calidad de la mano de obra		Calidad de los materiales		Factores degradantes de la vivienda		Estado actual:
Buena	1	Buena	1	Nulo	1	Mala
Regular	2	Regular	2	Regular	2	
Mala	3	Mala	3	Fuerte	3	

Criterio

EA > 7 : Mala calidad de la vivienda.

4 < EA \leq 7 : Regular calidad de la vivienda.

MA \leq 4 : Buena calidad de la vivienda.

4.2.1.1.4. Aspectos sísmicos de la vivienda

4.2.1.1.4.1. Densidad de muros

Para determinar el área mínima de muros se va a emplear la ecuación (2), que debe tener cada una de las viviendas en su primer piso.

$$\frac{VE}{Ar} \leq \frac{VR}{Ae} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

VE: fuerza cortante actuante (KN) producida por sismo severo.

VR: fuerza de corte resistente (KN) de los muros de un nivel.

Área requerida (Ar): área requerida de muros.

Área existente (Ae): área existente de los muros confinados.

Para el cálculo del VE:

La fuerza cortante en la base VE se expresa como (Norma técnica E.030, 2016).

$$VE = \frac{ZUSC}{R} x P \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

- d. **Z: Factor de zona**, en la ciudad de Jesús se encuentra ubicado en la zona sísmica N° 3 con un valor de **0.35 (ver anexo tabla N° 17)**.

Se asignó según la zona sísmica en la cual se ubica la edificación, este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

- e. **U: Coeficiente de Uso**, en nuestro caso el valor corresponde a la Categoría C: Edificaciones comunes (viviendas, oficinas, hoteles, etc.) considerando un coeficiente con valor 1 (**ver anexo tabla N° 18**).

Está definido de acuerdo a la categoría de la edificación propuesta en la Norma técnica E.030, 2016.

- f. **S: Factor de suelo**: Se tomó de acuerdo al tipo de suelo y zona respectivamente tomando un valor de **1.15** suelos intermedios (**ver anexo tabla N° 19**).

Se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos definidos en la Norma técnica E .030.

- g. **Factor de amplificación sísmica (C)** de acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) se tomó un valor de **2.5** determinado por la siguiente expresión:

Tabla N° 9 Periodos T_p y T_L

PERÍODOS " T_p " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
$T_p(S)$	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L(S)$	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2,5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2,5(T_p / T) \\
 T > T_L & \quad C = 2,5(T_p \cdot T_L) / T^2
 \end{aligned}$$

- T es el período.
- T_p y T_s = Parámetros del sitio
- C= Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.

h. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0): Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis se tomará un valor de $R_0= 3$ (ver anexo tabla N° 20).

i. Peso de la estructura, se detalla en la siguiente expresión:

$$P = A_{tt} \times \gamma \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

A_{tt} = suma de las áreas techadas (m^2) de todos los pisos de la vivienda

γ = peso metrado por m^2 reduciendo la sobrecarga al 25% por ser una categoría C.

➤ **Para el cálculo del VR:**

Cálculo de la resistencia al corte VR de los muros, en este ítem se verificó que la suma de la resistencia al corte de todos los muros en cada dirección sea mayor que el cortante sísmico impuesto (V); para lo cual se estableció la siguiente ecuación (NTE.070, 2006):

$$VR = 0.5 \times v'm \times \alpha \times t \times l + 0.23 \times Pg \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

$v'm$: resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería; en el caso de no realizarse ensayos, podrá emplearse un valor de $510 \text{ kg}/m^2$ (Nontol & Tafur, 1984).

α : reducción de resistencia al corte por esbeltez del muro, los valores para la reducción por esbeltez son 1/h para viviendas de un piso y 31/5h para viviendas de dos a más pisos.

t: espesor efectivo del muro a analizar, sin considerar acabados y bruñas.

l: longitud total del muro.

Pg: carga vertical máxima de servicio del muro.

La condición más desfavorable para las viviendas es que ambos términos de la ecuación (1) sean equivalentes.

$$\frac{VE}{Ar} \approx \frac{VR}{Ae} \dots \dots \dots (6)$$

Despejando la ecuación (6) el término Ar, se puede calcular el área mínima requerida para cada vivienda de albañilería.

La expresión VR, se ha simplificado, asumiendo que la carga 0.23 Pg= 0 por ser pequeña para vivienda de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1 (Blondet, Tarque, & Mosqueira , 2005)

La ecuación (4) queda reducida a:

$$VR = 0.5 \times v'm \times t \times l \dots \dots \dots (7)$$

Reemplazando valores y reordenando la ecuación se tiene:

$$Ar = \frac{Z.S.Att.P}{300} (m^2) \dots \dots \dots (8)$$

Donde la ecuación (8) determina el área mínima en cada dirección que debe tener el primer piso de las viviendas, para asegurar un adecuado comportamiento sísmico.

Es posible establecer una relación de A_e/A_r para decidir si las viviendas de albañilería tienen o no adecuada densidad de muros. Con A_r calculada con la ecuación (8) y A_e de las fichas se determina la relación A_e/A_r .


- ✓ A_e/A_r : para determinar si una vivienda tiene una adecuada densidad de muros, se estableció una comparación entre el área existente y el área requerida de muros con los siguientes criterios:

Esta relación califica preliminarmente, si la densidad de muros, es adecuada para soportar sismos severos, a través de los siguientes rangos de valores.

- Si $A_e/A_r \leq 0.80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
- Si $A_e/A_r \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
- Si $0.80 < A_e/A_r < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle la suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE .

- **Resistencia al corte de los ladrillo ($v'm$)**, resistencia de los muretes de albañilería sujetos a compresión diagonal. Los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente tienen un valor de 5.1 kg/cm^2 **Fuente especificada no válida..**
- **Área total techada (Att)**, referido al área total techada de todos los niveles en m^2 .
- **Área existente (A_e)**, se calculó el área de los muros de acuerdo al eje X y al eje Y de cada vivienda. No se tomó en cuenta los muros con longitudes menores a 1 metro.
- **Área requerida (A_r)**, se obtuvo de la expresión (8)

Cuadro N° 8 Densidad de muros.



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

III. Aspectos sísmicos de la vivienda: Vivienda N°:

Fecha de la encuesta:

3.1 Densidad de muros:

Consideraciones Generales				Parámetros sísmicos NTP E0.30			
Si $Ae/Ar \leq 0.80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.				Z	0.35	Zona 3	
Si $Ae/Ar \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.				U	1	Edificaciones Comunes	
Si $0.80 < Ae/Ar < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle las suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE.				S	1.15	Suelos Intermedios	
				R	3	Albañilería Confinada	
				C	2.5	Factor de amplificación	

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm = 510$

VR = Resistencia al corte ($kN/Ae(0.5v'm.\alpha + 0.23fa)$)

Área requerida: $Ar = \frac{Z \cdot S \cdot Att \cdot P}{300}$

Nota: Solo se calcula VR, si $0.80 < Ae/Ar < 1$

Piso N°	Cortante basal		Área de muros		Relación	Densidad	Resistencia	VR/R	Resultado
	Peso Acumu	V=ZUCSP/R	Existente Ae	Requerida Ar	Ae / Ar	Ae/Area piso 1	VR	Adim.	
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adim.	%	kN	Adim.	
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")									
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	--	--	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "Y")									
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	--	--	Inadecuado

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

4.2.1.1.4.2. Estabilidad de tabiques:

La evaluación de la estabilidad de muros (tabiques), se basa en la comparación del momento actuante debido a cargas perpendiculares al plano del muro, (San Bartolomé, 1998) y el momento resistente paralelo al plano del muro. Para dicho cálculo se empleó la metodología propuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones NTE.070, (MTC, 2006). El momento flector distribuido por unidad de longitud (M, en kg-m/m), producido por la carga sísmica "w", se calculará mediante la siguiente fórmula, (MTC, 2006).

Para el cálculo del Ma:

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M, en kg-m/m), producido por la carga sísmica "W", se calculará mediante la siguiente fórmula, (MTC, 2006).

$$Ma = m \cdot \omega \cdot a^2 \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

m= coeficiente de momento, ver tabla N° 22.

a= dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

w= carga sísmica perpendicular.

La magnitud de la carga (w, en kg/m²) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{F_n}{(a.b)} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

F_n= fuerza sísmica horizontal en cada muro

a = dimensión crítica

b = lado no crítico.

La fuerza horizontal mínima para los muros no estructurales se determinará con la siguiente ecuación. (NTE.030, 2016)

$$F_i = 0.5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

F_i= fuerza sísmica horizontal en muros no estructurales a nivel de la base

Z = factor de zona

U = factor de uso

S = factor de suelo

P_e= Peso del muro.

Para calcular las sollicitaciones de diseño en muros, tabiques, parapetos y en general elementos no estructurales con masa distribuida por unidad de área.

Alternativamente podrá utilizarse la siguiente ecuación. (NTE.030, 2016)

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

F = fuerza sísmica horizontal en muros no estructurales

F_i = fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural

P_i = peso de cada nivel

C_1 = coeficiente sísmico

P_e = Peso del muro.

El coeficiente sísmico C_1 se determina según lo propuesto en la NTE-030 (**ver anexo tabla N° 21**).

El F_i se determinará con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum H_i \cdot P_i} \cdot V \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

F_i = fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural

P_i = peso de cada nivel

H_i = alturas acumuladas

V = fuerza cortante en la base

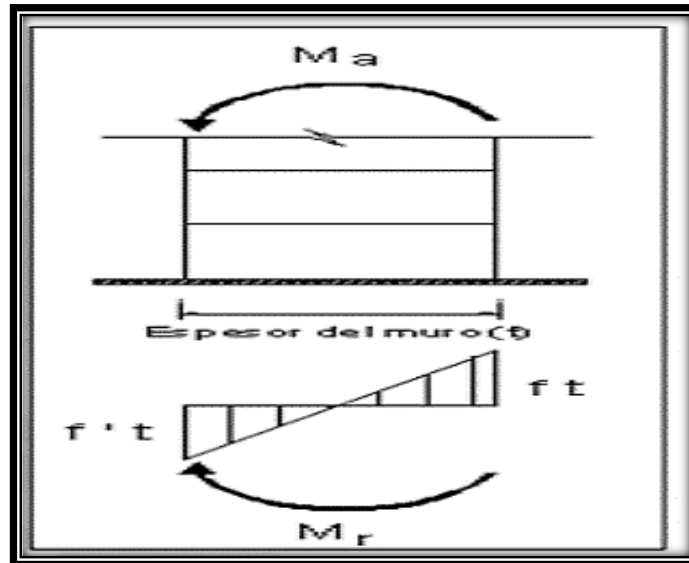
El coeficiente de momento y la dimensión crítica del paño de albañilería en metros se determina en función del número de bordes arriostrados (**ver anexo tabla N° 22**).

➤ **Para el cálculo del Mr:**

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión del muro (Mr) se utilizó la siguiente formula:

$$Mr = \frac{Ft \cdot l}{c}$$

Figura N° 12 Momento resistente en un muro de albañilería.



Fuente: Flores, 2002

Dónde: F_t = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150KN/m²)

C = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección

I = Momento de inercia (m⁴) de la sección del muro.

Al reemplazar el valor de esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería F_t y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del mortero resistente por metro de longitud de muro.

$$Mr = 100 \left(\frac{t^3}{12} \right) \left(\frac{l}{t/2} \right)$$

$$Mr = \frac{100}{16} t^2$$

$$Mr = 16.7 \cdot t^2 \dots \dots \dots (14)$$

Dónde: M_r = Momento resistente a tracción por flexión.

t = espesor bruto del muro en metros.

Finalmente se compara el valor de las ecuaciones (9) y (14), luego se concluye en las siguientes relaciones:

- Si $M_a \leq M_r$, el muro es estable.
- Si $M_a > M_r$, el muro es inestable

Cuadro N° 9 Estabilidad de tabiques al volteo

Identificación de Muro		Factores						Fuerzas				Mom. Actu.	Mom. Resi.	Resultado
Muro	Tipo	a	b	t	Pe	C1	m	F_i/P_i	$F=0.5ZUS$	$F=(F_i/P_i)$	$W=F/(a.b)$	mwa^2	$16.7 t^2$	Ma/Mr
		(m)	(m)	(m)	kN/m ³	adim.	adim.		Pe (kN)	.C1.Pe		kN-m/m	kN-m/m	Adim.
M1	Tabique	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Estable
M2	Tabique	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Estable
M3	Parapero	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Estable
M4	Parapero	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Estable

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

4.2.1.1.4.3. Nivel de vulnerabilidad sísmica:

Mosqueira y Tarque, (2005). La vulnerabilidad sísmica de viviendas se divide en vulnerabilidad estructural y no estructural; la vulnerabilidad estructural considera los parámetros como: la densidad de muros (con incidencia del 60%) y estado actual de la vivienda (con incidencia del 30%), mientras que la vulnerabilidad no estructural considera los parámetros en función de la estabilidad de muros tabiques y parapetos (con una incidencia del 10%). A cada uno se le asigna un valor y un porcentaje que se muestra en el **(ver anexo tabla N° 23)**.

La vulnerabilidad sísmica se obtendrá con la siguiente ecuación:

Vulnerabilidad sísmica= 0,6 x Densidad de muros + 0,3 x Estado actual de la vivienda + 0,1 x Estabilidad de tabiques.

En base a los valores y pesos asignados a cada parámetro, se realizaron todas las combinaciones posibles, obteniéndose diversos coeficientes, con los cuales se determinó el nivel baja, media y alta.

Tabla N° 10 Rangos de vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1.4
Media	1.5 a 2.1
Alta	2.2 a 3

Fuente: Laucata, 2013.

En la **Tabla N° 11** se pueden apreciar los rangos numéricos para determinar la vulnerabilidad sísmica siendo esta baja, media o alta, encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros de la **Tabla N° 12** que califican la vulnerabilidad, sísmica.

Tabla N° 11 Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

VULNERABILIDAD										
	Estructural						No estructural			Valor numérico
	Densidad (60%)			Estado actual de la vivienda (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuad ^a	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables	
BAJA	x			x			x			1.00
	x			x				x		1.10
	x			x					x	1.20
	x				x		x			1.30
	x				x			x		1.40
MEDIA	x				x				x	1.50
	x					x	x			1.60
	x					x		x		1.70
	x					x			x	1.80
		x		x			x			1.60
		x		x				x		1.70
		x		x					x	1.80
		x			x		x			1.90
		x			x			x		2.00
		x			x				x	2.10
ALTA		x				x	x			2.20
		x				x		x		2.30
		x				x			x	2.40
			x	x			x			2.20
			x	x				x		2.30
			x	x					x	2.40
			x		x		x			2.50
			x		x			x	x	2.60
			x		x					2.70
			x			x	x			2.80
			x			x		x		2.90
		x			x			x	3.00	

Fuente: Laucata, 2013

Tabla N° 12 Factores influyentes para el grado de vulnerabilidad

Vulnerabilidad					
Estructural				No estructural	
Densidad (60%)		Estado actual de las viviendas (30%)		Tabiquería (10%)	
Adecuada		Buena calidad		Todos estables	
Aceptable		Regular calidad		Algunos estables	
Inadecuada	X	Mala calidad		X	Todos inestables X

Calificación

Vulnerabilidad:

Alta

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

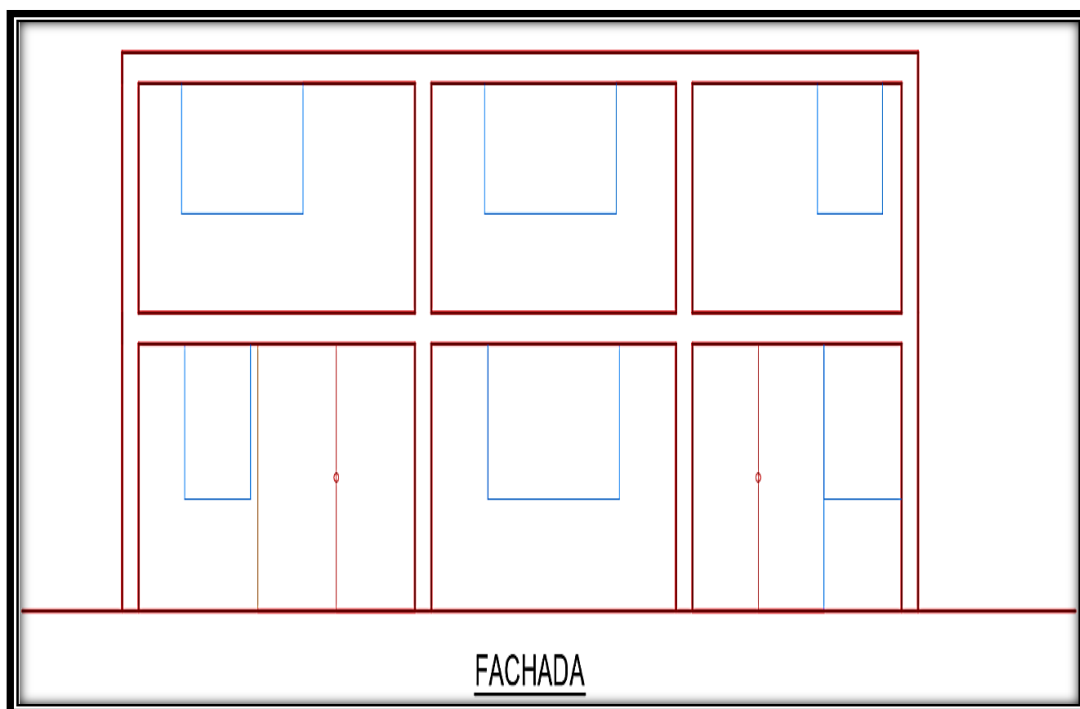
4.2.1.1.4.4. Diagnóstico:

Se explica, según lo evaluado o diagnosticado en función a los resultados obtenidos el grado de vulnerabilidad de la vivienda, si el grado de vulnerabilidad es baja quiere decir que la densidad de los muros, mano de obra y tabiquería es adecuada a no sufrir daños ante eventos sísmicos, si el grado de vulnerabilidad es media la vivienda sufrirá algunos daños leves ante eventos sísmicos, si el grado de vulnerabilidad es alta, la vivienda sufrirá grandes daños ante un evento sísmico pudiendo generar daños materiales, económicos y humanas.

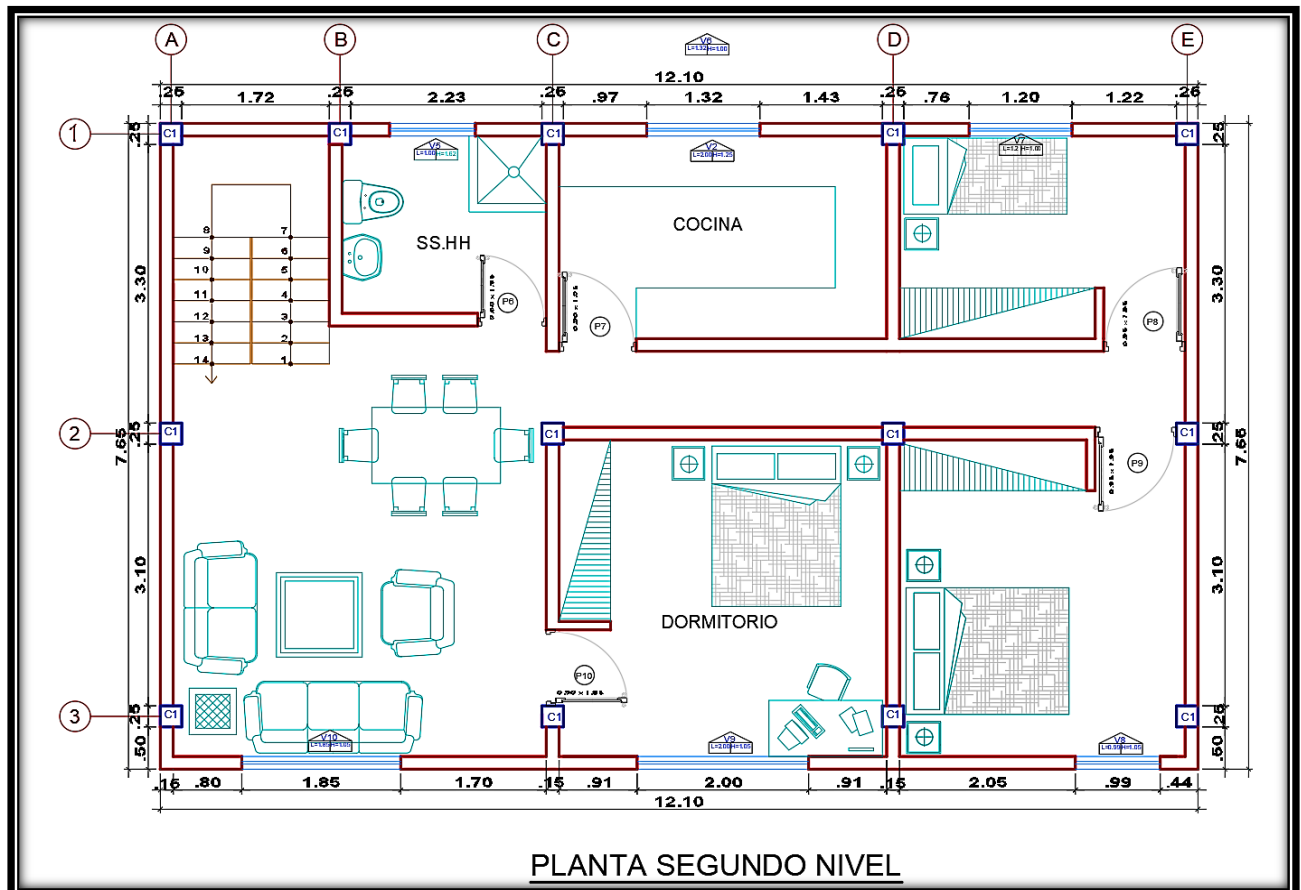
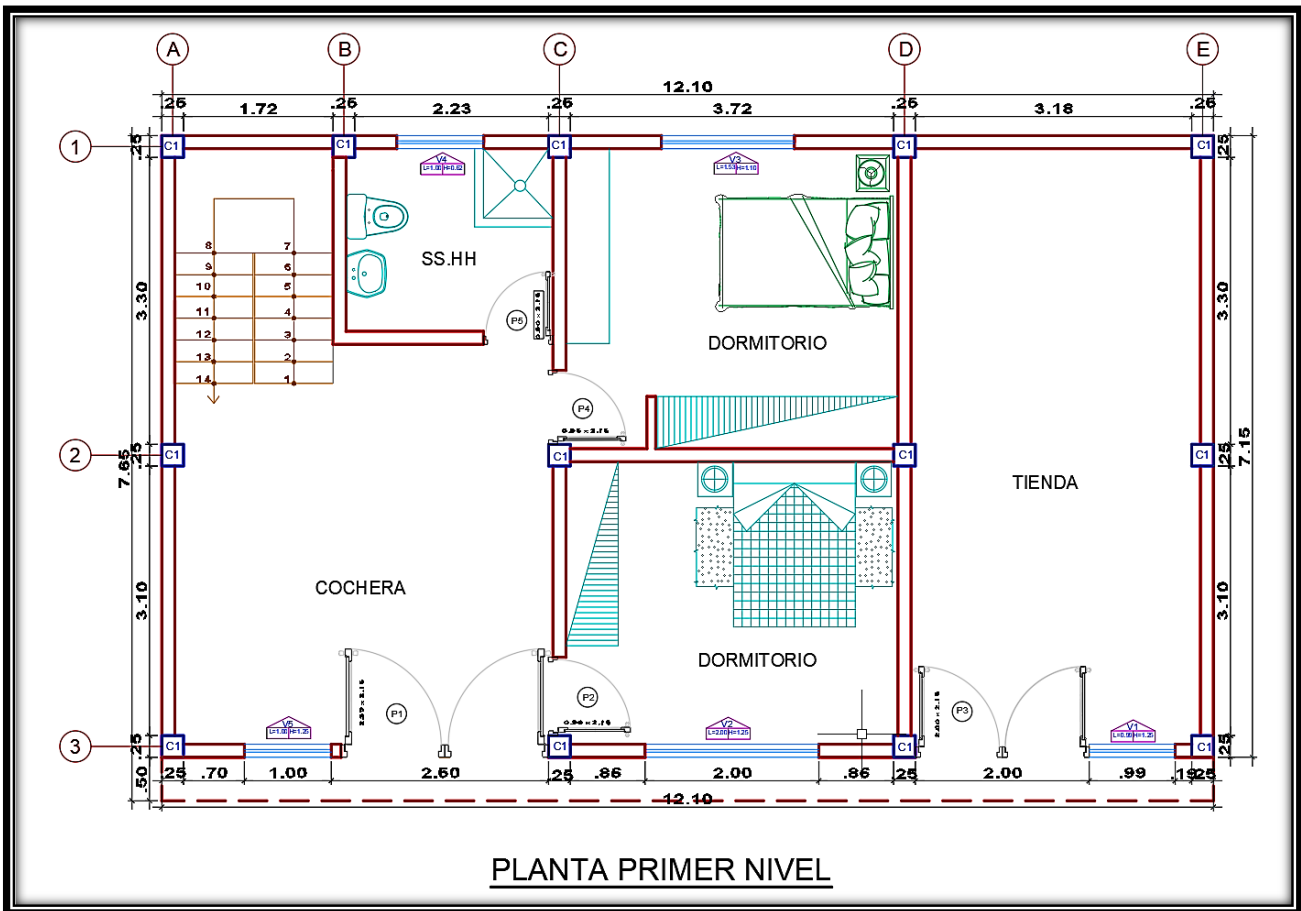
4.2.1.2. Planos de la vivienda:

Se muestra la planta de la vivienda con la distribución arquitectónica, que permitirá tener una mayor visión de la distribución de los muros y elementos requeridos para el análisis de la vulnerabilidad.

Figura N° 13 Ejemplo de plano en planta y fachada de vivienda encuestada.



Vivienda N° 02 – Ficha N° 04; Familia: Johan Edson Huamán Escobar



4.2.1.3. Fotografías de la vivienda:

Se muestran las fotografías de la inspección técnica a las viviendas, en las cuales se aprecian el estado actual y errores constructivos de la vivienda.

4.2.2. Trabajo en campo:

4.2.2.1. Selección y descripción de la zona de estudio:

Para la selección de la zona de estudio, se recurrió al plano del distrito de Jesús, donde se localizó las viviendas más vulnerables ante un evento sísmico por diferentes aspectos típicos como: Tipologías de suelo, topografía, sistemas estructurales deficientes en el proceso constructivo u otros errores en la vivienda que puedan generar daños.

Se seleccionaron 30 viviendas deficientes que se consideraron como típicas de la zona, sin embargo, en algunos casos se determinó la vulnerabilidad de viviendas por la voluntad de los propietarios.

4.2.2.2. Problemas constructivos:

Los problemas constructivos encontrados en las viviendas analizadas son por la deficiente mano de obra empleada o la baja calidad de los materiales, durante la construcción, se tiene que tener en cuenta que los problemas constructivos observados en el desarrollo de una vivienda son:

- En la construcción de las viviendas no se cuenta con planos que permitan asegurar la confiabilidad de los diseños.
- Una incorrecta dosificación de las mezclas de diseño que no obtienen una resistencia adecuada y pueden generar diversas patologías que disminuyen la resistencia mecánica de los elementos.

- Mal uso del encofrado generando variaciones de dimensiones u otros que pueden generar daños.
- Los materiales (agregados) y las unidades (ladrillos) de albañilería empleadas, que no cumplen con los requerimientos mínimos establecidos por las normas generando fallas diversas en las viviendas.

4.3. Método de investigación

El método de la investigación es cualitativo, con el objetivo de darle mayor profundidad al análisis de la vulnerabilidad sísmica. En este estudio se mide una serie de variables e indicadores con conceptos relacionados al análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. Se tipifica la investigación según la **tabla N° 14**.

Tabla N° 13 Tipificación de la investigación

Criterio	Tipos de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque teórico metodológico	cualitativo
Objetivos (Alcances)	Descriptivo
Fuente de datos	Primaria y secundaria
Control en el diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Población: Las 91 viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús.

Muestra: Se determinó el tamaño de la muestra utilizando el muestreo aleatorio que se calculó con la siguiente fórmula.

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

Donde:

n = Muestra óptima.

N = Tamaño de la población.

p y q = parámetros estadísticos de la población.

e = Nivel o margen de error admitido 5%, considerado por el investigador.

Z = Número de desviaciones estándar con respecto a P asociados a un nivel de confianza de 95%.

Reemplazando valores:

$$N = 91$$

$$n = 45$$

Corrección de muestra:

$$\text{Si } \frac{n}{N} \geq 0.05, \quad \frac{45}{91} = 0.49 \geq 0.05$$

Corrección:

$$n_c = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Reemplazando: $n_c = 30$ viviendas

Tamaño de la muestra es de 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús.

Figura N° 14 Viviendas encuestadas en la ciudad de Jesús



Unidad de análisis: La unidad de análisis se considera a las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas que están ubicadas en la ciudad de Jesús.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Se utilizaron fichas de recojo de información, consideradas observación estructurada o sistemática, que comprende el empleo de instrumentos adecuados, para la recopilación de datos, se diseñaron formatos con indicadores adecuados como recursos técnicos, realizándose preguntas a los habitantes y mediciones in situ, adecuándonos a la metodología relacionados y condicionados con los objetivos del tema de investigación.

Para recolectar datos: Dentro de los instrumentos de recolección de datos usados en la tesis tenemos

- **Información bibliográfica:** Es esencial la recopilación de información bibliográfica para enmarcar la base del tema de investigación con fundamentos técnicos, permitiendo ampliar conocimientos generales, se tuvo que revisar diversas fuentes confiables en la web, libros, artículos y otros temas de investigación.

- **Observación:** Se inspeccionaron cada una de las viviendas seleccionadas, evaluando las características de los elementos estructurales, el estado actual de las viviendas, fallas en la estructura, entre otras, esto permitió realizar un diagnóstico situacional de las edificaciones, para poder analizarlas, se tuvo en cuenta a las viviendas autoconstruidas que presentan problemas patológicos tales como daños, fisuras, defectos y lesiones estructurales y constructivas.

- **Fichas de reporte a los propietarios de las viviendas:** Para la obtención de datos importantes sobre antecedentes de la vivienda, aspectos técnicos (características de los principales elementos de la vivienda, deficiencias de la estructura, aspectos de peligros potenciales naturales, estado actual de la vivienda), Aspectos sísmicos de la vivienda (densidad de muros, estabilidad tabiques al volteo, factores influyentes para el nivel de vulnerabilidad), de entre otros aspectos o características indispensables que se deben conocer.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Luego de haber realizado los análisis de las viviendas en los reportes elaboradas en el Excel, como cálculos de las densidades de los muros, estabilidad de tabiques y la calidad de la mano de obra, aplicando las normas técnicas peruanas y criterio técnico, se procedió a describir, resumir y analizar los resultados que permitieron determinar el grado de vulnerabilidad sísmica sobre el total de viviendas observadas.

4.7. Equipos, materiales e insumos

Equipos:

- Wincha de 50m.
- Cámara fotográfica.
- Equipo de protección personal (EPP).

Insumos:

- Cuaderno de campo.
- Lapiceros, lápices.
- Borradores.

4.8. Matriz de consistencia metodológica

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	SUB VARIABLES	INDICADORES	FUNTE O INSTRUMENTO	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús?</p>	<p>Determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el estado actual de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. - Determinar la densidad de muros de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. - Determinar la estabilidad de tabiques al volteo de las 30 viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. 	<p>El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús es alto.</p>	<p>Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>Densidad de muros</p>	<p>Inadecuada</p>	<p>Información bibliográfica</p>	<p>Se utilizó técnicas de recojo de información de campo, revisión de bibliografías (Normas, antecedentes, artículos) y se procederá al trabajo en gabinete (procesamiento de datos).</p>	<p>Población: Las 91 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús.</p>
						<p>$Ae/Ar < 0.8$</p>			
						<p>Adecuada</p>			
						<p>$Ae/Ar > 1.1$</p>			
						<p>Acceptable</p>			
					<p>Estado actual de las viviendas</p>	<p>Mala</p>	<p>Indicadores y condiciones aplicadas a la calidad de la mano de obra, calidad de los materiales y factores degradantes mediante la observación directa.</p>		
						<p>Regular</p>			
						<p>Buena</p>			
					<p>Estabilidad de tabiques</p>	<p>Estable:</p>	<p>Fichas de reporte dirigidos a los propietarios de las viviendas</p>		
						<p>$Ma \leq Mr$</p>			
						<p>Inestable:</p>			
					<p>$Ma > Mr$</p>				
<p>Nivel de Vulnerabilidad</p>	<p>Baja</p>								
	<p>Media</p>								
	<p>Alta</p>								
<p>Muestra: Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo aleatorio simple obteniendo un total de 30 viviendas.</p>									

CAPITULO V – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

En base a la ficha de reporte: Diagnóstico del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús – Cajamarca, se logró recabar información de las 30 viviendas seleccionadas, para este estudio se tomó en cuenta diversos aspectos informativos, técnicos y sísmicos de las viviendas relacionados con el trabajo en campo y gabinete.

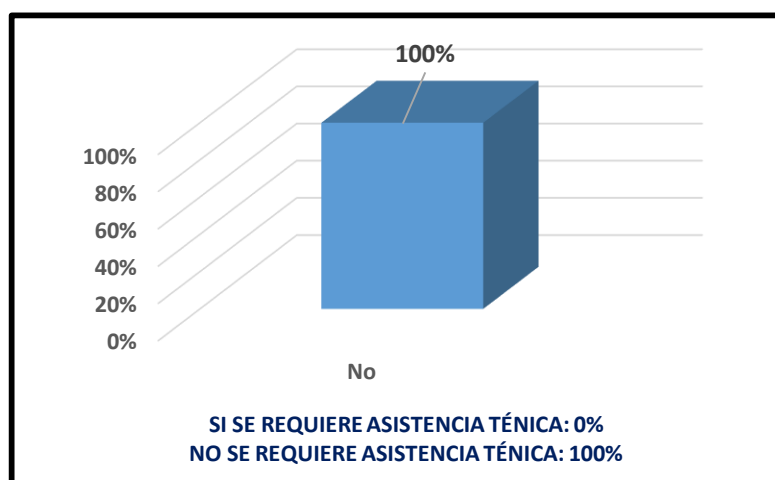
5.1.1 Ficha de reporte

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del procesamiento de datos de las 30 viviendas evaluadas mediante la ficha de reporte establecida para esta investigación, la cual consta de tres partes que son: **antecedentes de la vivienda, aspectos técnicos de la vivienda y aspectos sísmicos de la vivienda.**

I. Antecedentes de la vivienda

En la **Gráfico N° 4**, se muestra el porcentaje de las 30 viviendas que recibieron asistencia técnica durante la construcción.

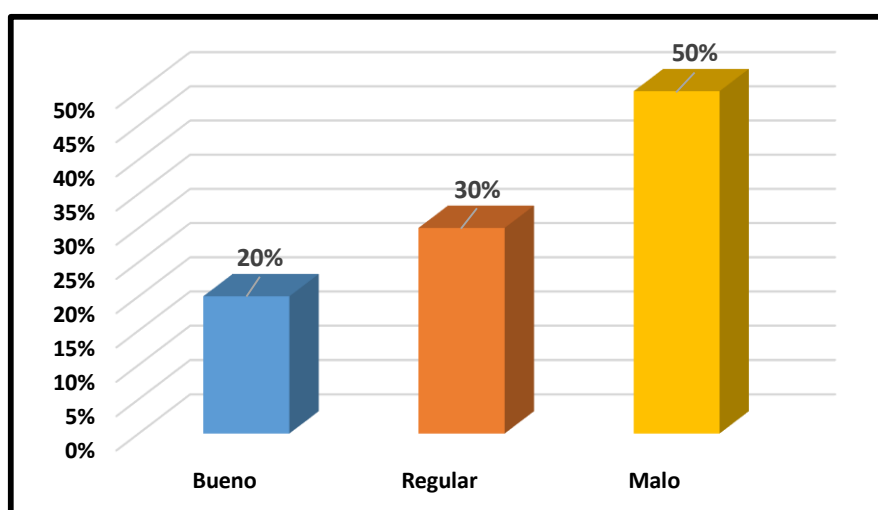
Gráfico N° 4 Asistencia técnica en la construcción



Cabe mencionar que de las 30 viviendas analizadas ninguna recibió asistencia técnica en el proceso constructivo.

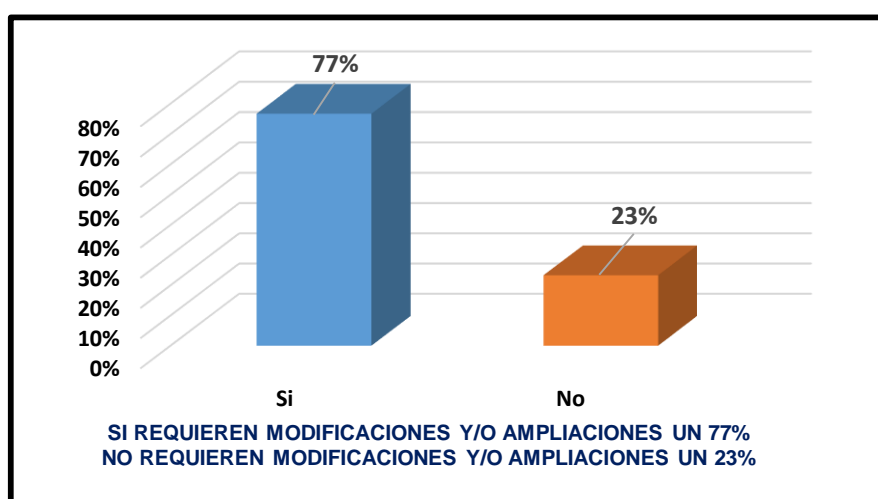
En la **Gráfico N° 5**, se muestra el porcentaje del estado de conservación de las 30 viviendas.

Gráfico N° 5 Estado de conservación



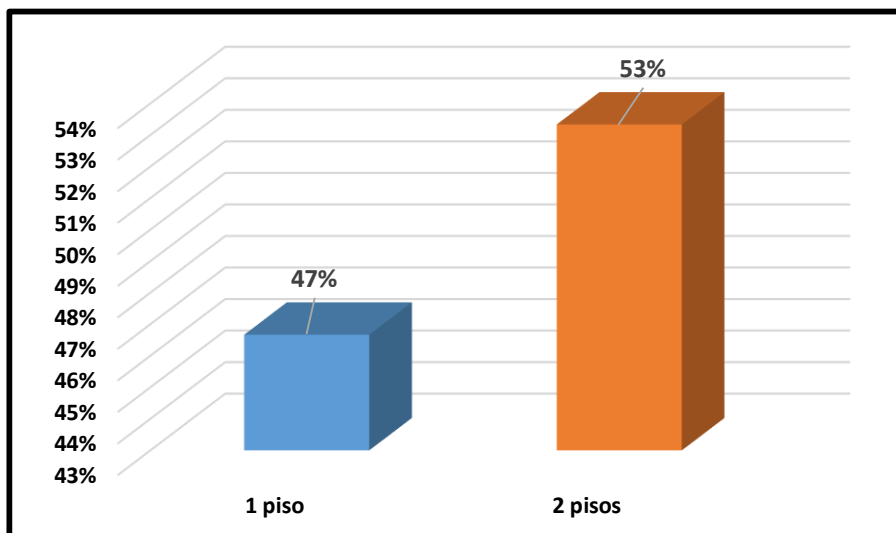
En la **Gráfico N° 6**, se indica si los propietarios piensan hacer o no algunas modificaciones o ampliaciones en sus viviendas.

Gráfico N° 6 Modificaciones y/o ampliaciones a la vivienda



En el **Gráfico N° 7**, Se indica el porcentaje de número de pisos de las 30 viviendas encuestada.

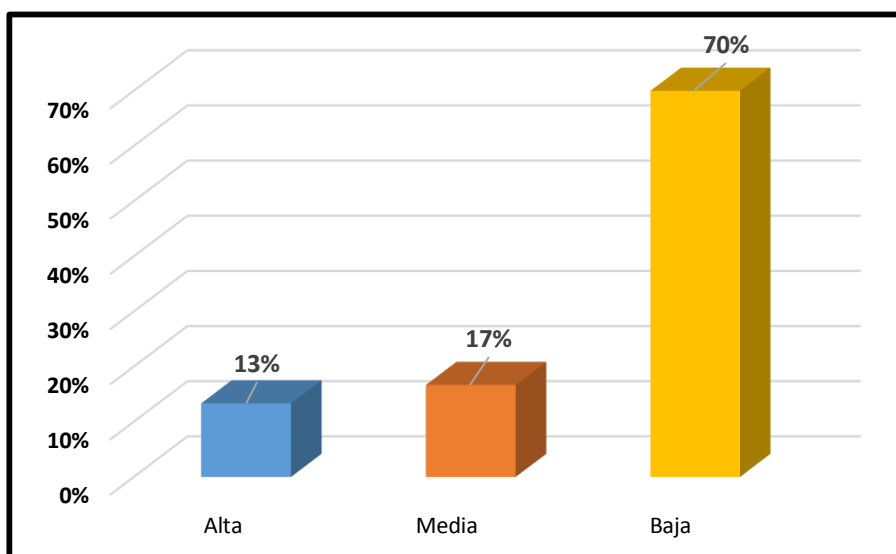
Gráfico N° 7 Número de pisos de la vivienda



II. Aspectos técnicos de la vivienda

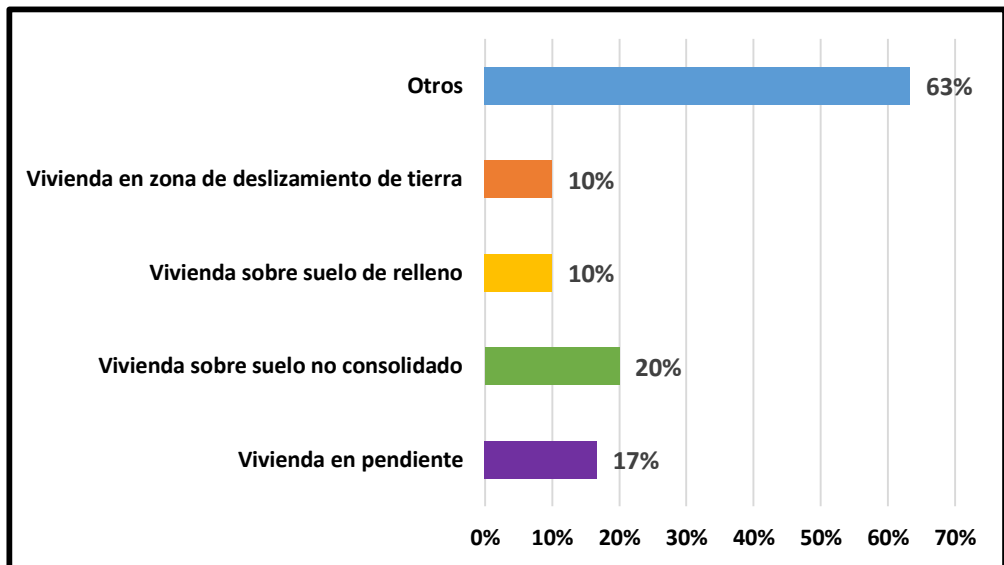
En el **Gráfico N° 8**, Se indica la pendiente del suelo donde se encuentra ubicada la vivienda.

Gráfico N° 8 Pendiente de la vivienda



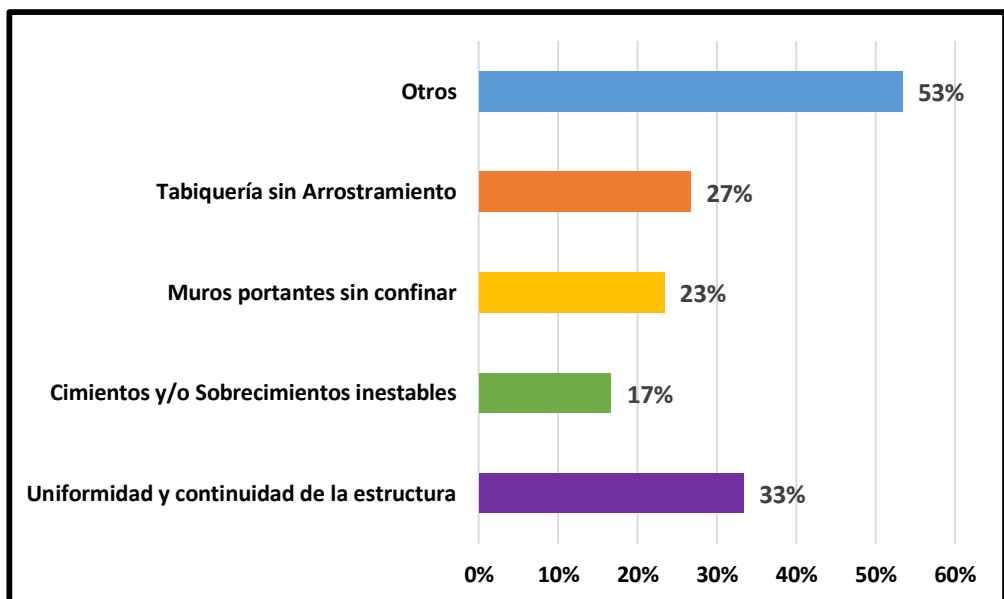
En el **Gráfico N° 9**, Se muestran los problemas de ubicación de las 30 viviendas encuestadas.

Gráfico N° 9 Problemas de ubicación de la vivienda



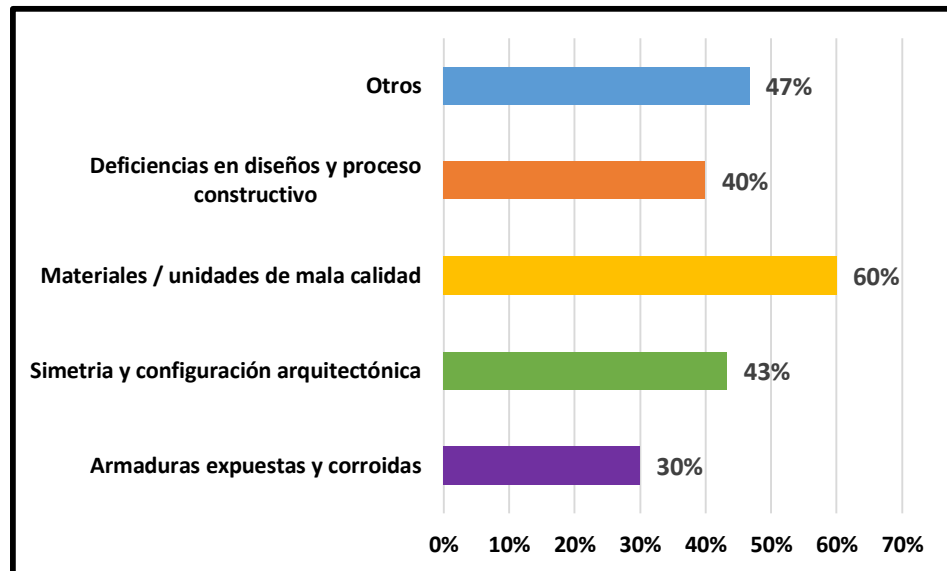
En el **Gráfico N° 10**, Se muestran los problemas estructurales de las 30 viviendas encuestadas.

Gráfico N° 10 Problemas estructurales



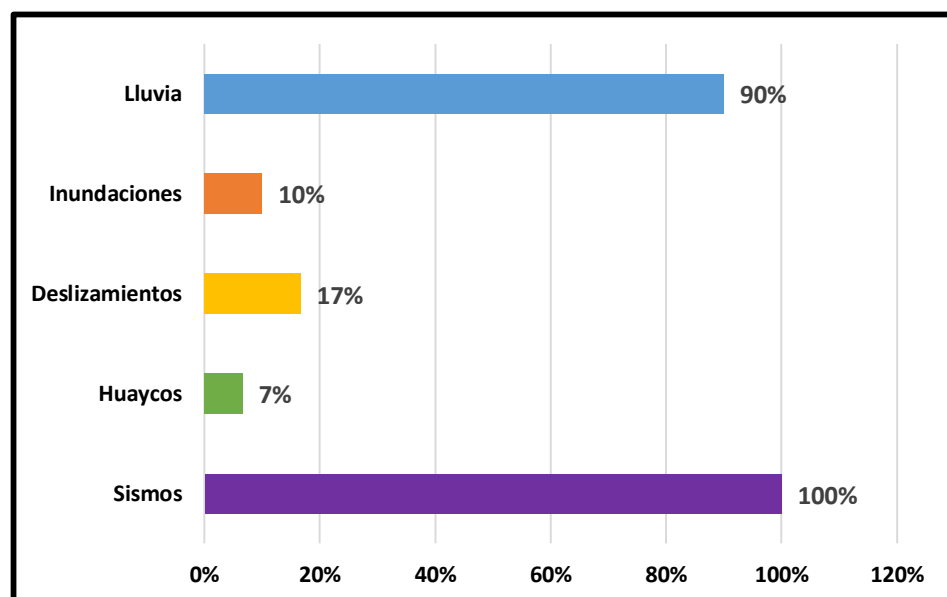
En el **Gráfico N° 11**, Se muestran cuáles son los problemas constructivos de las 30 viviendas encuestadas.

Gráfico N° 11 Problemas constructivos



En el **Gráfico N° 12**, Se muestran cuáles son los aspectos de peligros potenciales naturales en las 30 viviendas encuestadas.

Gráfico N° 12 Aspectos de peligros potenciales

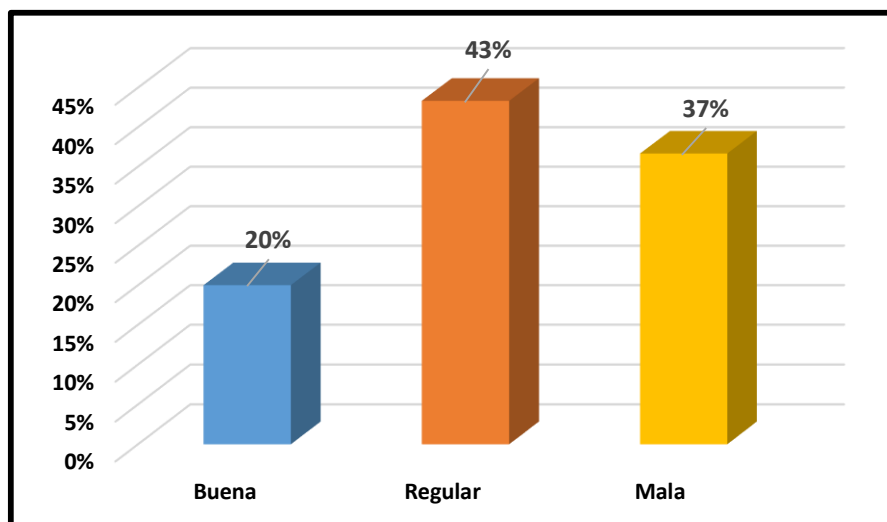


➤ **Estado actual de la vivienda**

a. Calidad de la mano de obra

En el **Gráfico N° 13**, Se muestra la calidad de la mano de obra es buena, regular o mala de las 30 viviendas encuestadas.

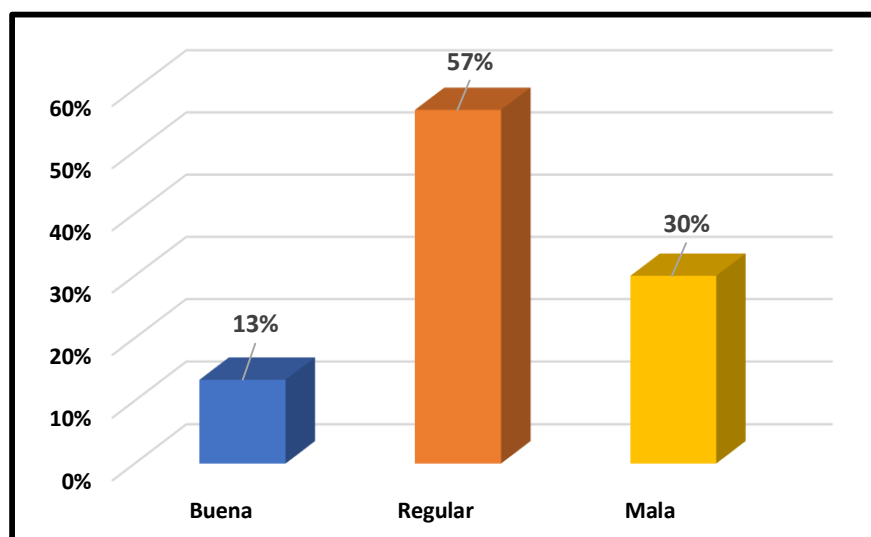
Gráfico N° 13 Calidad de la mano de obra



b. Calidad de los materiales

En el **Gráfico N° 14**, Se muestra la calidad de los materiales es buena, regular o mala de las 30 viviendas encuestadas.

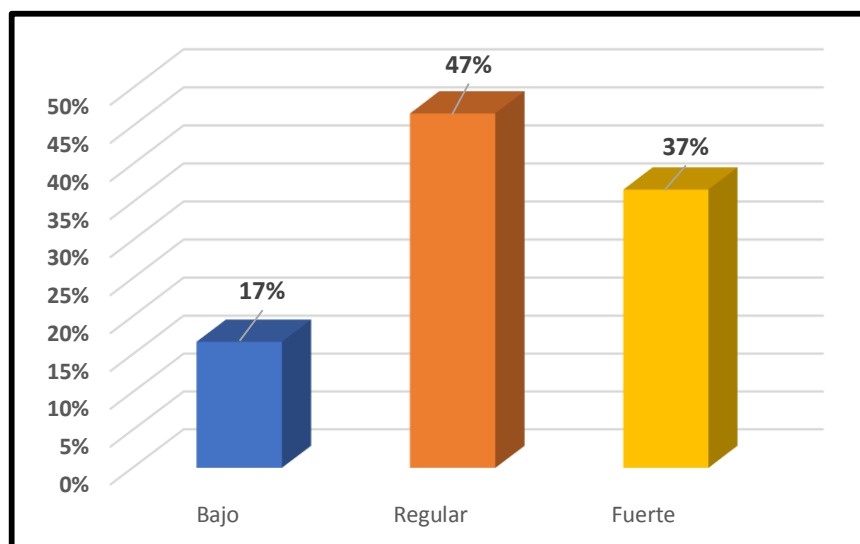
Gráfico N° 14 Calidad de los materiales



c. Factores degradantes

En el **Gráfico N° 15**, Se muestra los factores degradantes si es bajo, regular o fuerte de las 30 viviendas encuestadas.

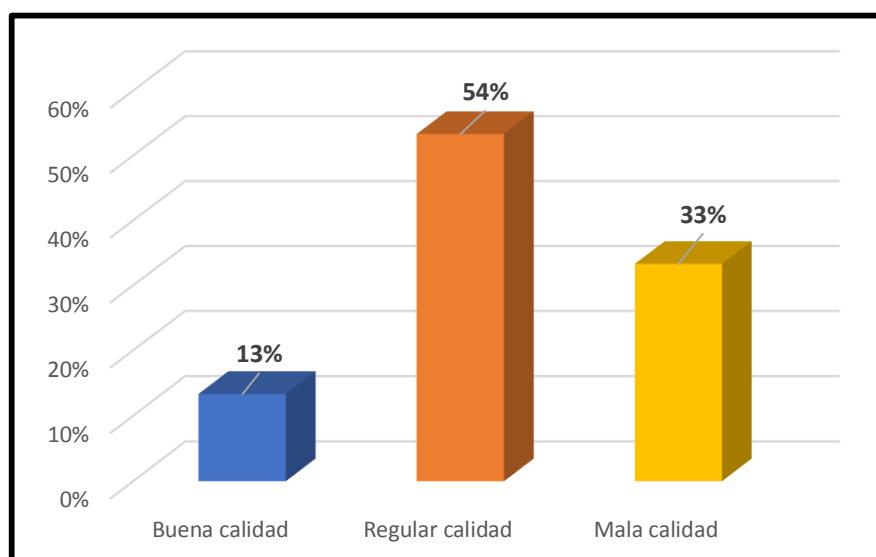
Gráfico N° 15 Factores degradantes



d. Estado Actual de la vivienda

En el **Gráfico N° 16**, Se muestra el estado actual de las 30 viviendas de albañilería confinada si es buena calidad, regular calidad o mala calidad.

Gráfico N° 16 Estado actual de la vivienda



III. Aspectos sísmicos de la vivienda

En la **Tabla N° 15**, se observa los datos en porcentajes de los resultados de las densidades de los muros de las 30 viviendas encuestadas.

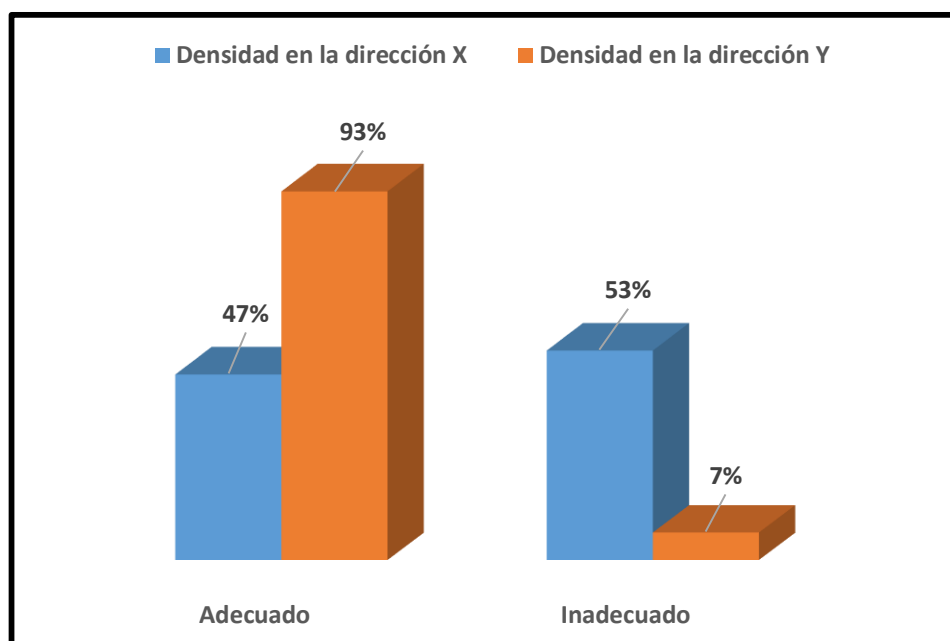
Tabla N° 14 Densidad muros

Densidad de Muro Ae/Ar en la dirección X	N° de viviendas	% Porcentaje
Adecuado	14	47%
Inadecuado	16	53%
Total	30	100%

Densidad de Muro Ae/Ar en la dirección Y	N° de viviendas	% Porcentaje
Adecuado	28	93%
Inadecuado	2	7%
Total	30	100%

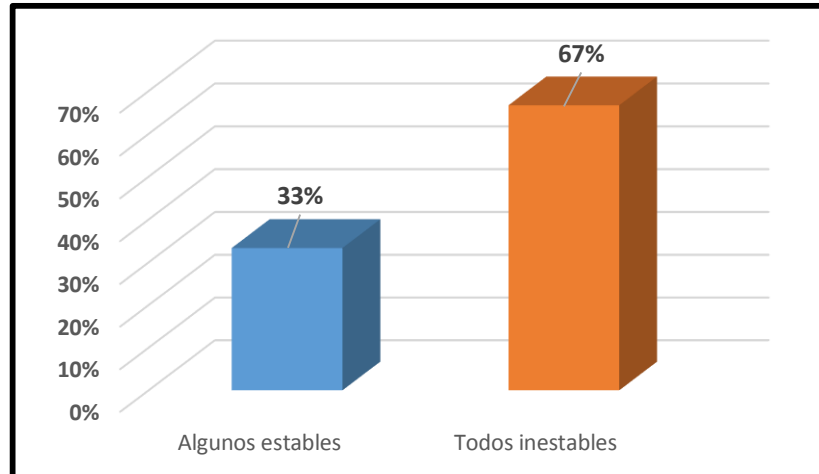
En el **Gráfico N° 17**, se observa la variación de la densidad de los muros Ar/Ae en la dirección X e Y.

Gráfico N° 17 Variación de la densidad de muros Ar/Ae



En el **Gráfico N° 18**, se observa los resultados de la estabilidad de los muros al volteo de tabiques, cercos y parapetos.

Gráfico N° 18 Estabilidad de muros por volteo



Cabe mencionar que de las 30 viviendas analizadas ninguno de los muros es estable por volteo.

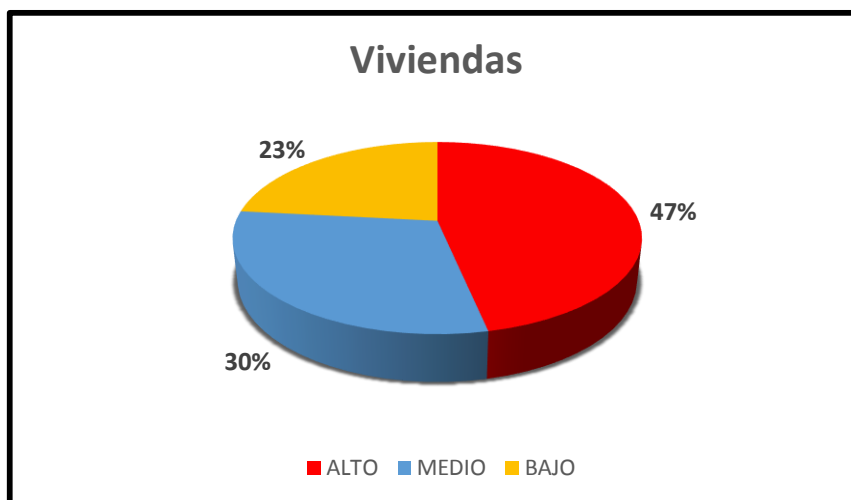
En la **Tabla N° 16**, Nos muestra el número de viviendas y porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica que tienen.

Tabla N° 15 Nivel de vulnerabilidad sísmica

VULNERABILIDAD SÍSMICA		
Rango	N° de viviendas	%
ALTO	14	47%
MEDIO	9	30%
BAJO	7	23%
TOTAL	30	100%

En el **Gráfico N° 19**, Se observa los valores en porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica de las 30 viviendas encuestadas.

Gráfico N° 19 Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jesús



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

A continuación, se muestra el análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos del procesamiento de datos de las 30 viviendas evaluadas mediante la ficha de reporte establecida para esta investigación, la cual consta de tres partes que son: **antecedentes de la vivienda, aspectos técnicos de la vivienda y aspectos sísmicos de la vivienda.**

I. Antecedentes de la vivienda

- De las 30 viviendas analizadas, el 100% no recibieron asistencia técnica en la construcción, según refieren los propietarios, siendo el total de viviendas autoconstruidas, en su mayoría los propietarios no tuvieron los recursos necesarios para recurrir a un experto desde la elaboración de sus planos hasta el seguimiento en campo para hacer cumplir las especificaciones técnicas de la misma, otro motivo que implica es el interés del propietario siendo ellos mismos partícipes y recurriendo a personal no calificado para la construcción de sus viviendas, en total desconocimiento de las posibles fallas que podrían generarse en la vivienda por falta de criterio técnico.

- En la inspección técnica a las viviendas se evaluó el estado de conservación en la cual se determinó que 20% es bueno, 30% es regular y 50% es malo, esto debido a las condiciones climatológicas (lluvia, viento), falta de mantenimiento (fisuras, grietas, corrosión) entre otros factores propios que pueden afectar negativamente a su comportamiento sísmico.
- De los resultados en el **Gráfico N° 6** se observa que 77% de las viviendas los propietarios piensan realizar modificaciones y/o ampliaciones de acuerdo a sus posibilidades y necesidades que consideren, mientras que 23% de las viviendas los propietarios no piensan realizar ningún tipo de modificación y/o ampliación puesto que consideran que sus viviendas cumplen con los requerimientos necesarios para brindarles confort y seguridad en sus hogares.

II. Aspectos técnicos de la vivienda

- De las 30 viviendas analizadas el 70% presentan pendiente baja, el 17% pendiente media y 13% una pendiente alta, en consecuencia, pudiendo generar cierta inestabilidad a las viviendas ubicadas en pendientes más altas haciéndolas más vulnerables ante la ocurrencia de un sismo.
- Respecto a la ubicación de las viviendas se han considerado diversos factores relacionados con las características del suelo, de las 30 viviendas encuestadas 10% de las viviendas están ubicadas en una zona de deslizamiento de tierra, 10% sobre suelo de relleno, 20% sobre un suelo no consolidado, la ciudad de Jesús presenta una tendencia de expansión multidireccional evidenciando una ausencia de estrategias para ocupar áreas en zonas seguras y bajo un control municipal incrementando el nivel de riesgo de las viviendas ante un eventual sismo.

- El problema estructural más frecuente en las 30 viviendas estudiadas de acuerdo al **gráfico N° 10** es la uniformidad y continuidad de la estructura representando 33% del total de las viviendas, esto debido a que los mismos propietarios fueron partícipes de la distribución de sus ambientes y de sus elementos estructurales resistentes sin ningún asesoramiento técnico y con ayuda de mano de obra no calificada, cabe mencionar que la vivienda debe ser continua tanto en planta como en elevación puesto que cambiaría bruscamente la rigidez generando mayor concentración de esfuerzos durante la actividad sísmica haciendo las viviendas vulnerables y propenso a sufrir grandes daños materiales, entre otros problemas estructurales diagnosticados tenemos 27% tabiquería sin arriostramiento, 23% muros portantes sin confinar, cimientos y/o sobrecimientos, entre otros.
- Respecto a los problemas constructivos mostrados el **gráfico N° 11** el de mayor incidencia corresponde 60% a los materiales / unidades de mala calidad, esto debido a que las viviendas se construyeron con ladrillos artesanales de la zona de baja calidad, con diferentes grados de cocción, falta de homogeneidad del material y variabilidad dimensional, no cumpliendo con sus propiedades físicas y mecánicas establecidas en las normas, esto muestra un resultado deficiente en cuanto a las fisuras y grietas del muro y su uniformidad, haciendo perjudicial en su desempeño ante un eventual sismo, entre otros problemas estructurales tenemos 40% deficiencias en diseños y procesos constructivos, 43% simetría y configuración arquitectónica, 30% armaduras expuestas y corroídas entre otros.

Aspectos de peligros potenciales:

- De la encuesta realizada a todos los propietarios y el análisis a las viviendas se consideró que los principales peligros potenciales son las lluvias en 90% y los sismos en 100% de acuerdo a los resultados mostrados en el **gráfico N° 12**, cabe mencionar que en todas partes existen peligros naturales de algún tipo, es por ello que el propietario debe conocer las consecuencias y daños, mediante un experto que le pueda brindar información técnica y así tomar decisiones correctas para proteger su hogar.

➤ **Estado actual de la vivienda**

a. Calidad de la mano de obra

Respecto al **gráfico N° 13**, un 43% y 37% de viviendas presenta regular y mala calidad, debido a los espesores de las juntas de 1.5 cm a más, presencia de cangrejeras en muros y elementos estructurales, montantes de desagüe expuesto, falta de junta sísmicas entre viviendas contiguas, muros picados y cercos pegados a la estructura, deficiente conectividad muro - columna - viga - losa, considerando solo un 20% de viviendas en buena calidad.

b. Calidad de los materiales

El **gráfico N° 14**, muestra que un 57% y 30% de las viviendas son de regular y mala calidad, esto debido a la presencia de fisuras en muros, ladrillos artesanales king kong presentan variabilidad dimensional, mal cocido y resquebrajaduras, los agregados utilizados en gran parte de los elementos estructurales son de cerro, representando solo un 13% de viviendas de acuerdo a la visualización y percepción buena calidad de los materiales.

c. Factores degradantes

El **gráfico N° 15**, muestra que un 47% y 37% de viviendas presentan factores degradantes regular y fuerte, esto debido a la presencia de eflorescencias en muros y losas, humedad, corrosión de armaduras debido a la exposición a la intemperie, falta de recubrimientos y malos encofrados, representando solo un 17% de viviendas bajo degradación por el buen mantenimiento realizado por los propietarios a las viviendas.

d. Estado actual de las viviendas

De acuerdo a los gráficos N° 13, 14 y 15, se procedió a determinar el estado actual de las viviendas mostrando el gráfico N° 16, que un 13% de las viviendas son de buena calidad, 54% de las viviendas son de regular calidad y un 33% son mala calidad.

e. Aspectos sísmicos de las viviendas

- De acuerdo a los resultados mostrados en la **tabla N° 15**, se determinó la densidad de muros Ae/Ar (%) en la dirección X, siendo el de mayor incidencia 53% de viviendas inadecuado y 47% adecuado, en la dirección Y, siendo el de mayor incidencia 93% de viviendas adecuados y un 7% inadecuados, por lo tanto, la **dirección X** (paralela a la fachada principal) es la **más vulnerable**, esto se debe a la falta de muros resistentes en esa dirección, considerando solo tabiquería y en algunos casos en su totalidad solo vanos, es importante que la vivienda sea uniforme, simétrica y con muros portantes que proporcionen resistencia frente un sismo considerable en ambas direcciones.

- De acuerdo al **gráfico N° 18**, muestra el resultado de las 30 viviendas respecto a la estabilidad de muros por volteo (tabiques, parapetos, cercos, entre otros), el cual 67% son inestables, 33% algunos son estables y 0% son estables, cabe mencionar que estos problemas se deben al desconocimiento por parte del constructor de confinar y/o arriostrar un muro cuya finalidad es dar estabilidad y tener un mejor desempeño ante cualquier ocurrencia de actividad sísmica.
- Procesando todos los resultados obtenidos en campo, relacionados con la densidad de muros, estabilidad de tabiques al volteo y la mano de obra se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica (**ver tabla N° 16**) de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús el cual indica que 47% de las viviendas tienen un grado de vulnerabilidad **ALTA**, un 30% media y 23% baja.

5.3. Contrastación de Hipótesis

En el tema de investigación se planteó la siguiente hipótesis: “El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús es alto”, contrastando la información en campo y gabinete obtenida de la ficha de reporte y fundamentada con el marco teórico dicha hipótesis **se rechaza dado que 14 viviendas de albañilería confinada tienen un nivel de vulnerabilidad sísmica alta**, acotando que de las 30 viviendas analizadas sólo 14 viviendas (47%) presentan una vulnerabilidad alta, 9 viviendas (30%) tienen una vulnerabilidad media y el resto que son 7 viviendas (23%), poseen una vulnerabilidad sísmica baja, por lo tanto la generalización que se ha dado en la hipótesis no cumple.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis planteado en la presente investigación del estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús, se concluye que la vulnerabilidad es ALTA para 14 viviendas, MEDIA para 9 viviendas y BAJA para 7 viviendas, por lo que no se cumple con la hipótesis planteada.
2. El estado actual de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús un 13% de las viviendas son de buena calidad, 54% de las viviendas de regular calidad y un 33% de mala calidad, esto debido a la mala calidad de la mano de obra, materiales y presencia de factores degradantes que hacen más vulnerables sísmicamente a las viviendas de albañilería confinada.
3. De las 14 viviendas autoconstruidas, se concluyó que tienen una vulnerabilidad alta, siendo un principal factor la inadecuada densidad de muros, representando 53% en la dirección X, esto se debe a la informalidad en el proceso constructivo y el desconocimiento técnico en la importancia de mantener un equilibrio entre la densidad de los muros en la dirección X e Y.
4. Se logró determinar la estabilidad de los muros no estructurales (tabiquería) de las 30 viviendas evaluadas, los cuales en su mayoría son inestables, la mayor parte de los ladrillos utilizados son de arcilla cocida King Kong de producción artesanal. La demanda de este ladrillo es debido a su bajo costo frente a los industriales, que por lo general no cumplen con la resistencia mínima especificadas en las normas vigentes.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

1. Es necesario que en las viviendas que requieran de una reparación o reforzamiento el propietario consulte a un ingeniero civil, antes de tomar una medida, para que el especialista detalle el procedimiento de reparación de la vivienda.
2. Se deben promover capacitaciones y asesoría técnica a los propietarios y maestros de obra en las zonas de la ciudad de Jesús para realizar una forma correcta de construcciones de viviendas sismorresistentes.
3. Las fichas de reporte desarrolladas en esta investigación se sugieren ser aplicadas a otras viviendas de la ciudad de Jesús, en especial la de expansión urbana, con la finalidad de seguir evaluando la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abanto Aliaga, M. (2015). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas, en el barrio Mollepampa. Tesis. Universidad Privada del Norte.* Cajamarca.
2. Abanto, F. (2007). *Ánalisis y diseño de Edificaciones de Albañilería.* Lima: San Marcos E.I.R.L.
3. Agricultura, M. d. (1983). *Diagnóstico: aspectos básicos de la autoconstrucción en pueblos jóvenes de Lima.* Lima.
4. Aguirre Gaspar, D. (2004). *Evaluación de las características estructurales de la Albañilería producida con unidades fabricadas en la región de Junín.* Lima – Perú: . IIMA: Pontificia Universidad Católica.
5. Anónimo. (04 de 2013). *um.es.* Obtenido de UM: <http://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/Tec2.pdf>
6. Arango Ortiz, J. (2002). *Análisis, Diseño y Construcción en albañilería.* Lima: Capitulo peruano ACI.
7. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). *"Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada".* Bogota.
8. Bazán, F. (2000). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de contribución al riesgo sísmico - Universidad Politécnica de Cataluña.* Barcelona.
9. Blondet, M., Tarque, N., & Mosqueira, M. (2005). *Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana (Tesis Magistral).* Lima.
10. Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010). *"Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras".* Lima: Pontificia universidad catolica del Perú.
11. Broto, C. (2009). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción (16°. Ed).* Barcelona: Editorial Links Internacional.
12. Calavera, J. (2005). *Patologías de estructuras de hormigón armado y pretensado (1°.ed) Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).* Madrid: Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).
13. Cardona, O. (1999). *Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones y Centros Urbanos, Universidad del Valle.* Cali.
14. Castillo, & Alva. (2003). *Peligro sísmico en el Perú. Programa de Investigación Superior.* Lima.
15. CENEPRED. (2010). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenomenos naturales.*

16. Comité especializado del R.N.E. (2006). *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima.
17. DGPMI Sector Público -MEF. (Marzo de 2017). *Vivienda*. Obtenido de <http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PELIGROS/NIVELESDEPELIGRO/MapadeZonificaciondePeligroSismicoaNivelProvincia.pdf>
18. Donet, A. R. (2013). *SISMAN UTM*. Obtenido de SISMAN: <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20HUMAN%C3%8DSTICAS%20Y%20SOCIALES/CARRERA%20DE%20TRABAJO%20SOCIAL/01/Estadistica/INTRODUCCION%20A%20LA%20ESTADISTICA%20GENERAL.pdf>
19. Edificaciones, R. N. (2015). *Norma E0.80*. Lima: Macro.
20. F., J., & D., E. (2009). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 12. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala*. . Guatemala.
21. Flores, Á. (2002). *Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de los autoconstrucciones en Lima. (Tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú. . Lima, Perú.
22. Higa Oshiro, F. (1992). *Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado*.
23. IGP. (2013). *Mapa Sísmico del Perú Periodo 1964-2008*. Lima.
24. INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima.
25. INDECI. (2006). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Perú*. Cajamarca.
26. INEI. (2013). *Mapa de Máxima Intensidad Sísmica Elaborado por la UNI Límites Elaborados por el INEI con Fines Censales*. Lima.
27. INEI. (10 de Octubre de 2014). *Estado de la Población Peruana 2013*. Obtenido de Instituto nacional de estadística e informatica: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1095/libro.pdf
28. *INEI*. (16 de Octubre de 2017). Obtenido de www.inei.gob.pe
29. Ing. Roberto Morales Morales, D. R. (Marzo de 1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima, Perú.
30. Instituto Geofísico del Perú. (12 de Marzo de 2017). *IGP*. Obtenido de http://www.igp.gob.pe/sismologia/sismo/IGPSIS/sismos_reportados.htm
31. Joen Eduardo, B. (2007). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Pontificia Universidad Católica del Perú*. . Lima.

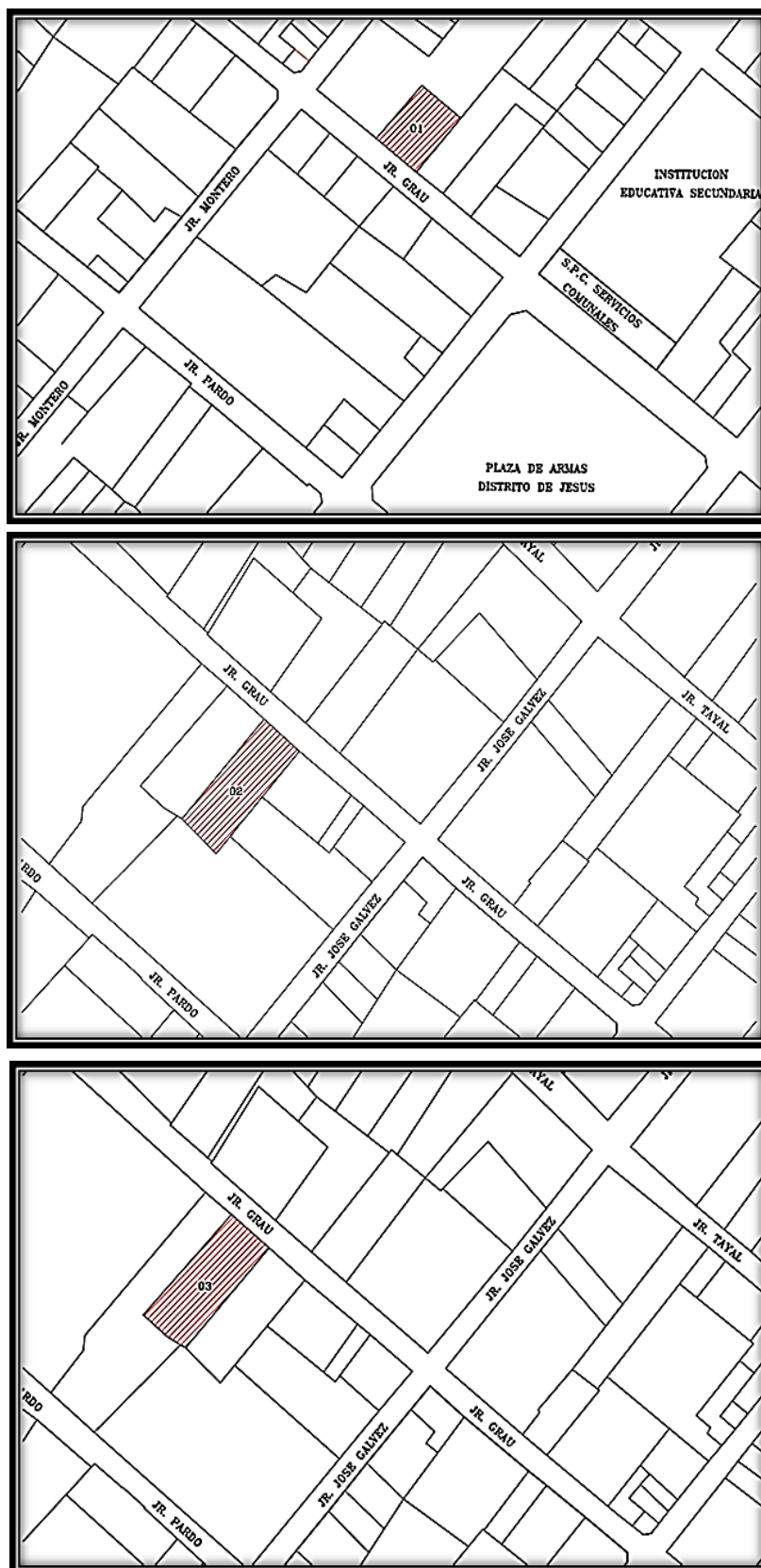
32. Juárez, L. (2004). *Ensayo de Flexión Lateral en Muertes de Adobe Reforzado con Mallas de Acero*. Mexico.
33. Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de Desastres – Vivienda en armonía con la naturaleza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)*. Lima.
34. Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)*. Lima.
35. Kuroiwa, J., Pacheco, E., & Pando. (2008). *Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)*. Lima: Umbral ediciones.
36. L., J. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Tesis*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
37. L., M., & Esparza, C. (2006). *Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo - PCER – Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil. (INDECI)*. Lima.
38. Madueño, I. (2005). *Reforzamiento de Construcciones de Adobe con elementos producidos industrialmente*. Lima, Lima, Lima.
39. Marcial Blondet, G. V. (Abril de 2003). *Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor. Marjorie Greene, EERI*.
40. Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2010). *"Edificaciones antisísmicas de adobe"*. Lima.
41. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2011). *Evalcuación de Riesgos en Zonas urbanas*. Cajamarca.
42. Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel.
43. Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima.
44. Mosqueira Moreno, M. (2012). *Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca*. Trujillo.
45. MTC. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones NTE-0.30 de Diseño Sismorresistente. Ministro de Transportes, comunicación, Vivienda y construcción (MTC)*. Lima.
46. Nervi Laura, M. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E – 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno. Tesis*. Juliaca.
47. Neuquen. (Marzo de 2017). Obtenido de <http://neuquen24horas.com/?p=50650>
48. Ñontol, A., & Tafur, A. (1984). *Estudio de las propiedades mecánicas de Albañilería de ladrillo King Kong de arcilla cocida*. Cajamarca.

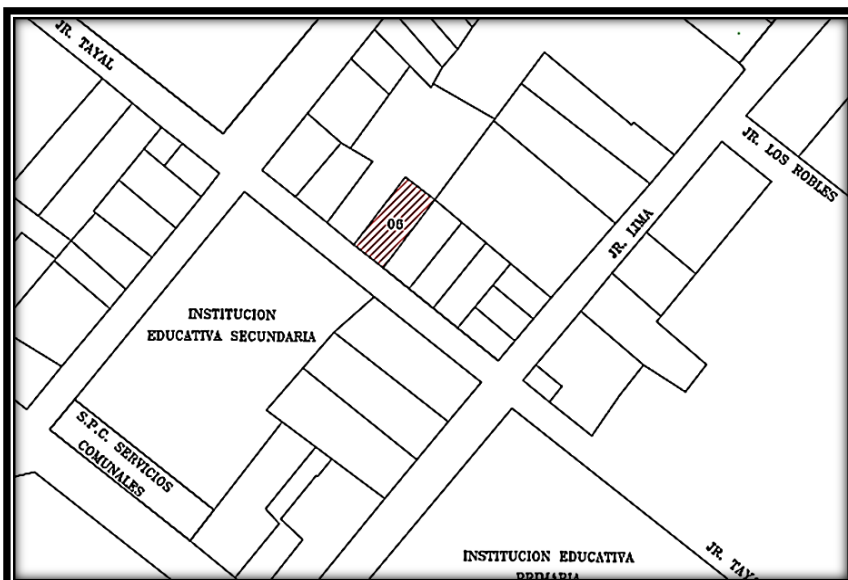
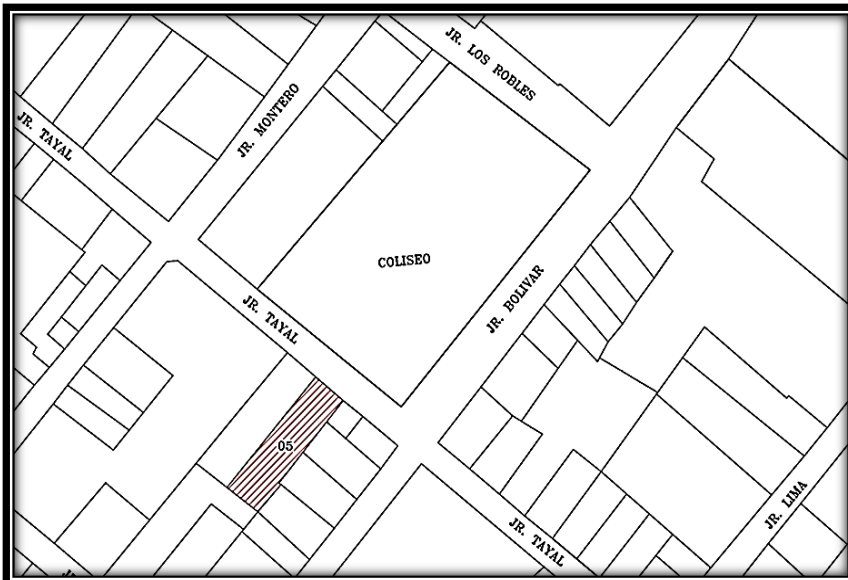
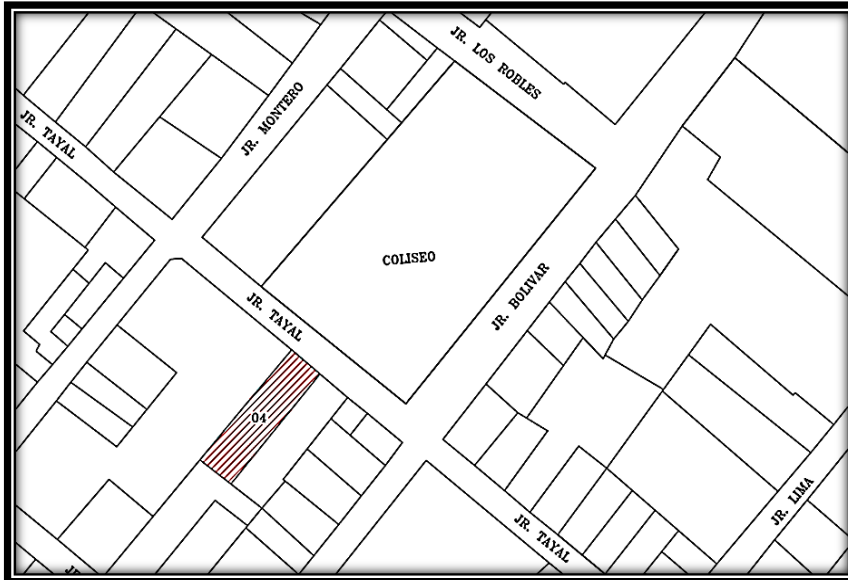
49. Pozzo, G. (2008). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico en edificaciones del Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa de investigación superior. Lima.
50. RAE. (2015). *Diccionario de la Lengua Española*. Mexico.
51. Safina, S. (2003). *Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico*. Tesis Doctoral. Cataluña.
52. Samaniego, & Ríos. (2005). *XV Congreso Nacional de Ingeniería Civil - Ayacucho, Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica del distrito de Rímac en la ciudad de Lima*. Lima.
53. San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima.
54. SENAMHI. (2017). Obtenido del mapa climático del Perú: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
55. Tafur Sarmiento, E., & Narro de los Ríos, V. (2006). *Estudio de la vulnerabilidad de viviendas en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca, Perú. Cajamarca.
56. Texaj Á. G. (2005). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de las zonas 1, 2, 3 y 4 de la ciudad de Chimaltenango*. Tesis. Universidad de San Carlos Guatemala. Guatemala.
57. Torrealva, D. (2008). *Caracterización de Daños, Reparación y Refuerzo en Construcciones de Adobe*. Lima: Fondo Editorial de la PUCP.
58. Torrealva, D. (2009). *Comportamiento Sísmico de Edificaciones de Adobe*. Lima: Fondo Editorial de la PUCP.
59. UAM. (2013). *UAM.ES*. Obtenido de UAM: http://www.uam.es/personal_pdi/psicologia/carmenx/Contraste_Hipotesis.pdf
60. Vizconde, A. (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel de Piura*. Universidad de Piura. Piura.
61. Wikipedia. (12 de Marzo de 2017). *Wikipedia.org*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Cinturón_de_Fuego_del_Pacífico

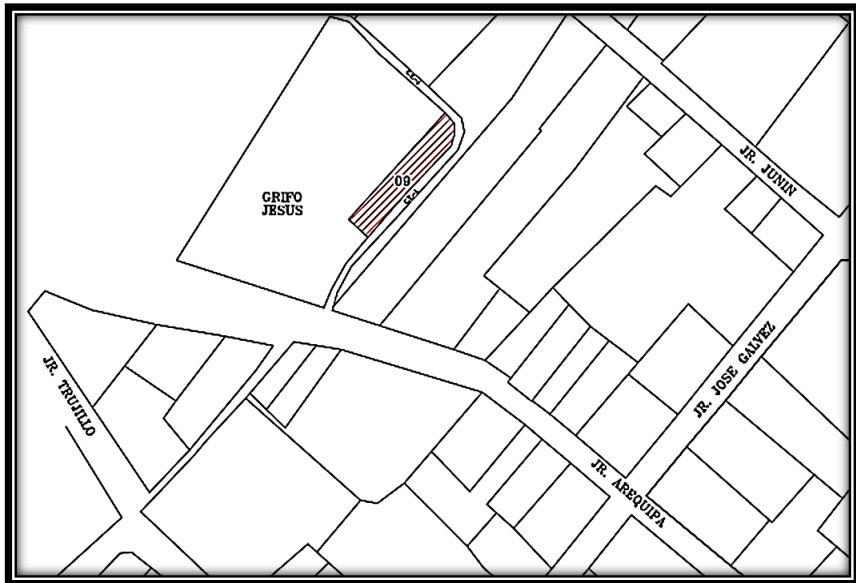
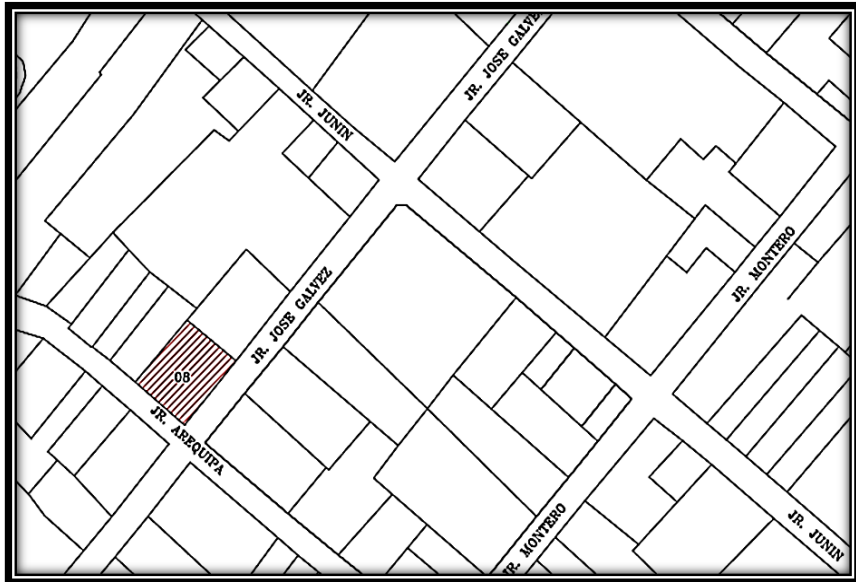
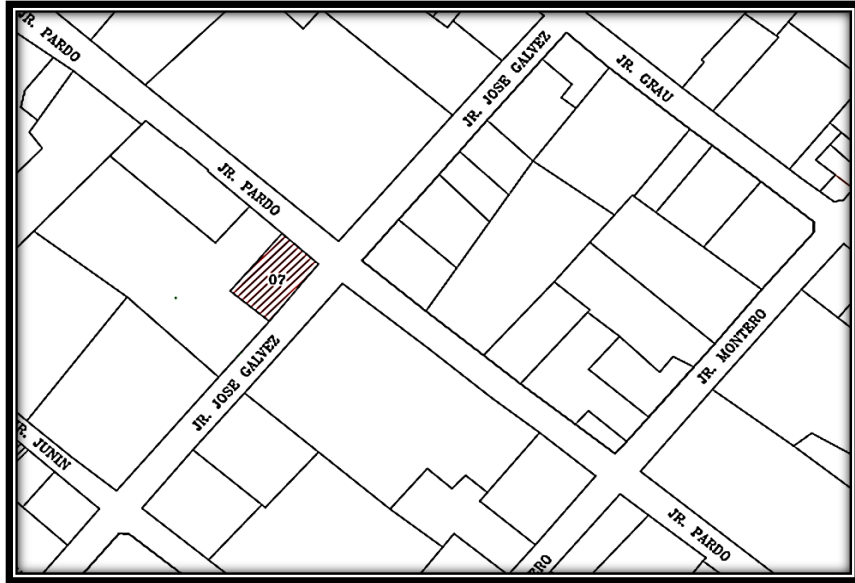
ANEXOS

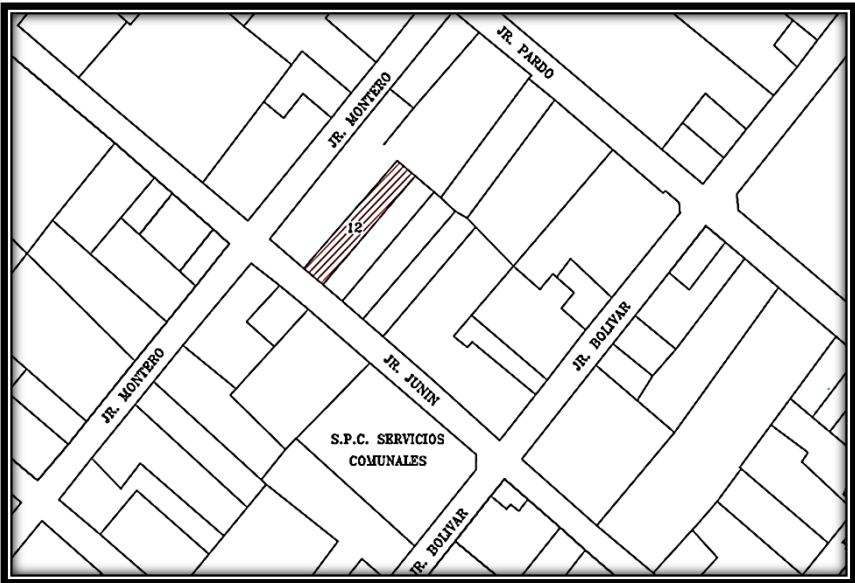
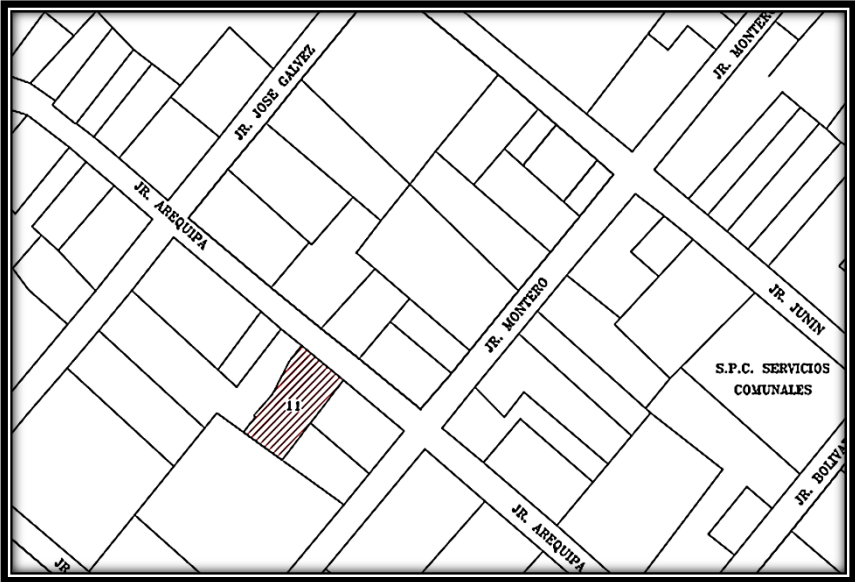
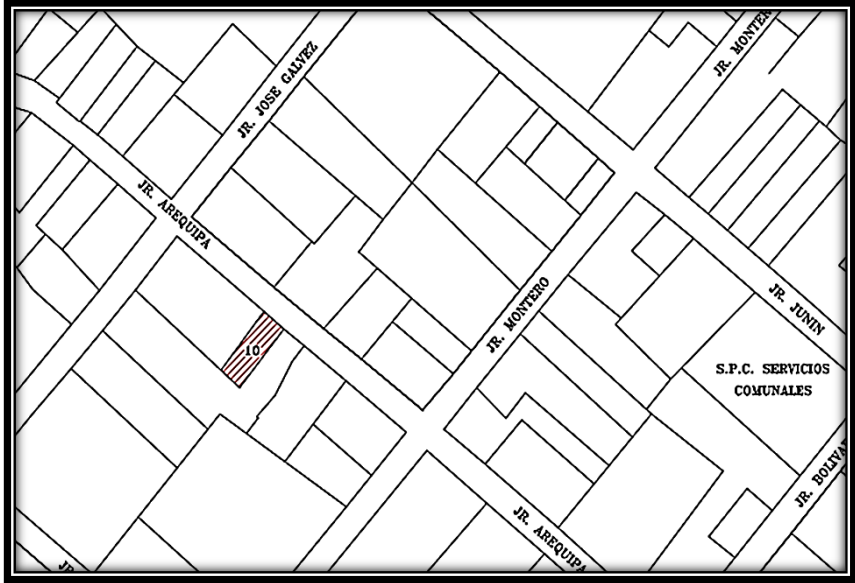
Anexo 1: Localización de las viviendas.

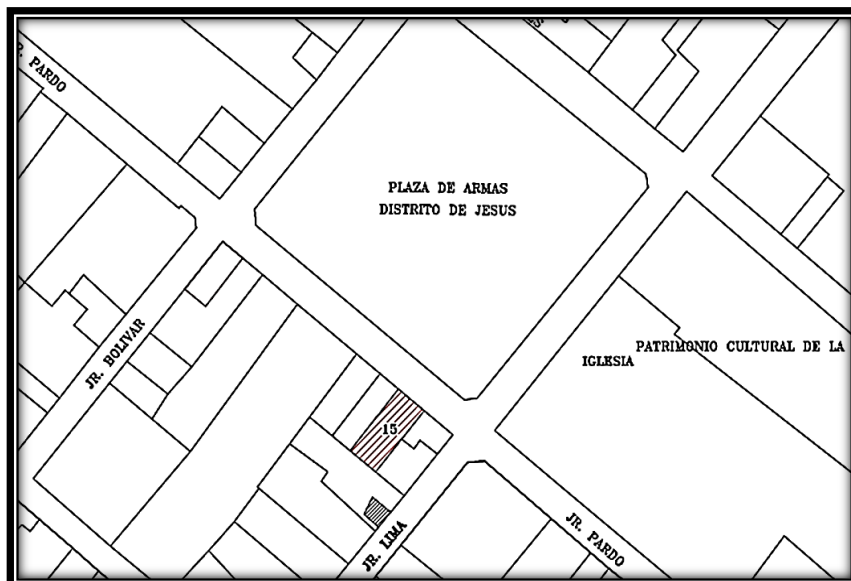
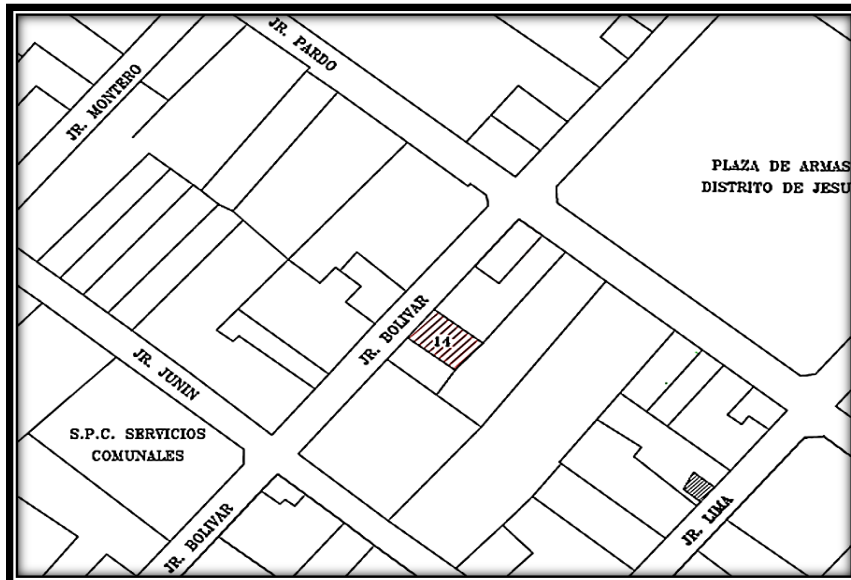
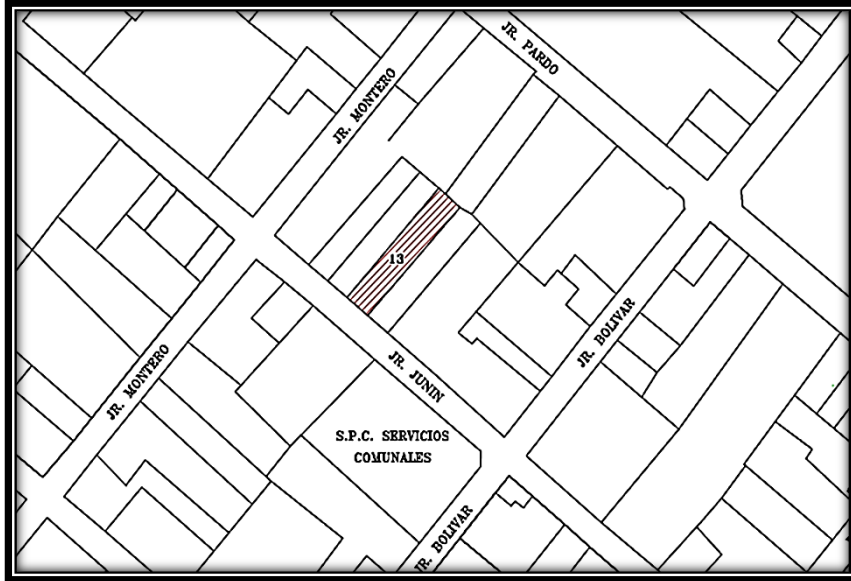
Figura N° 15 Localización de las 30 viviendas de albañilería confinada.

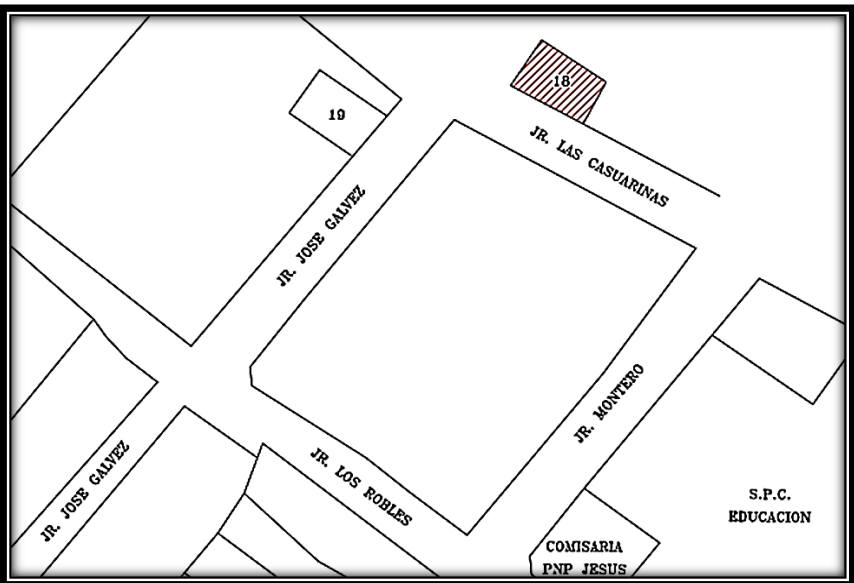
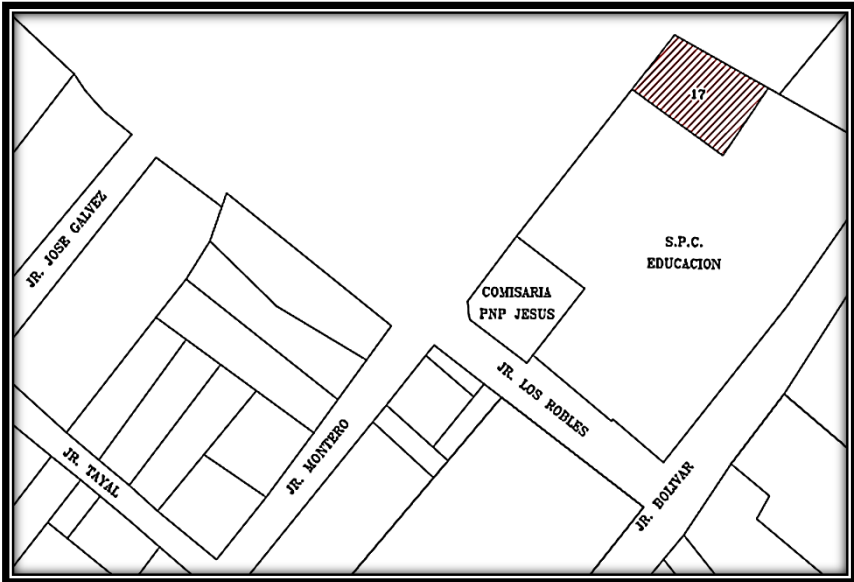
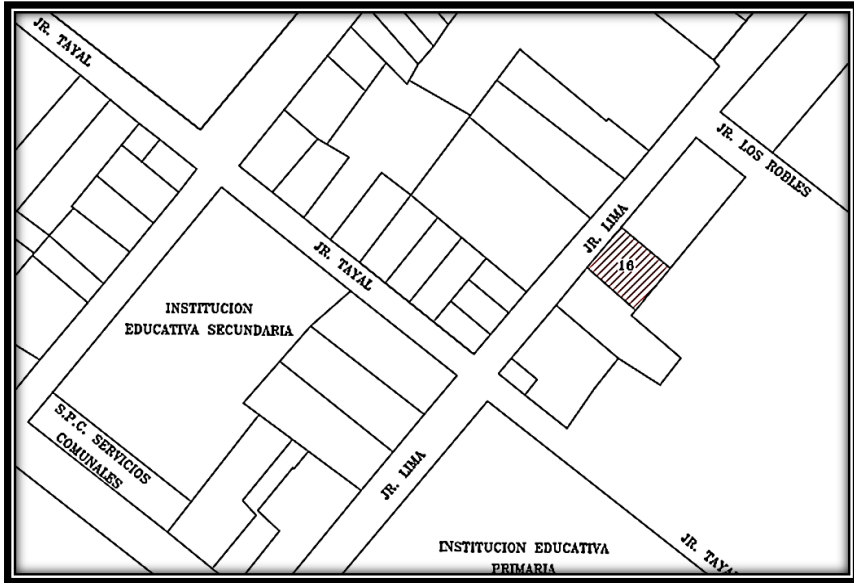


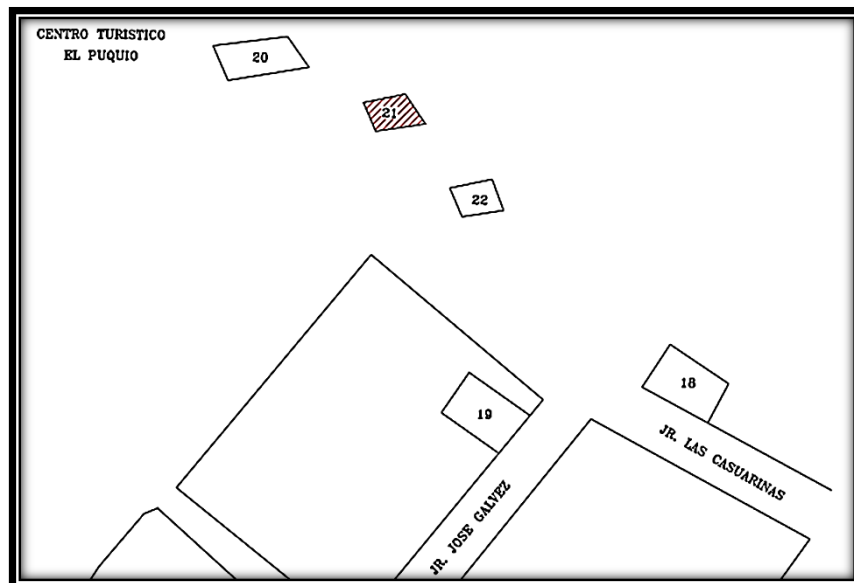
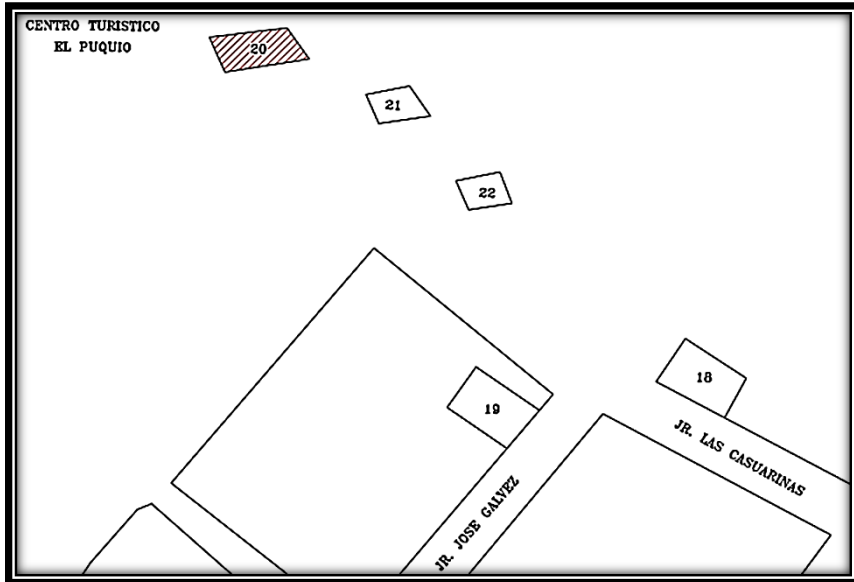
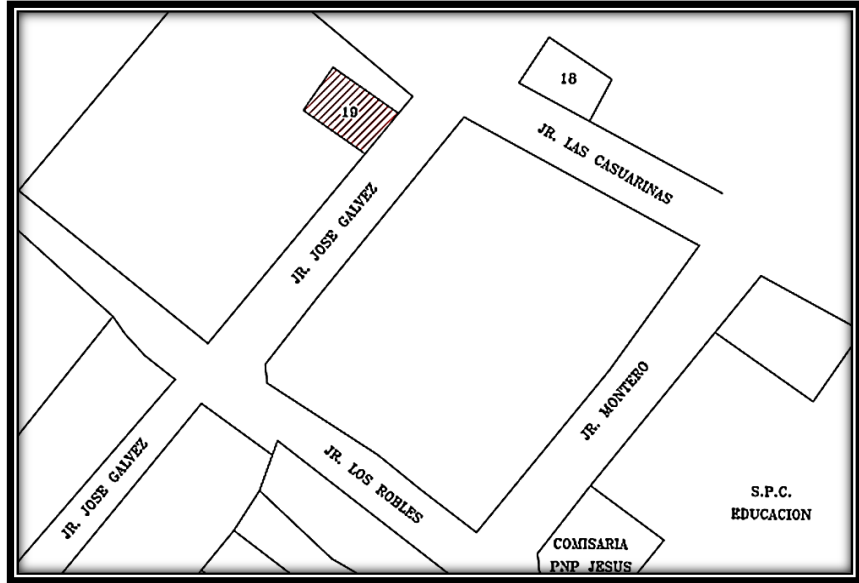


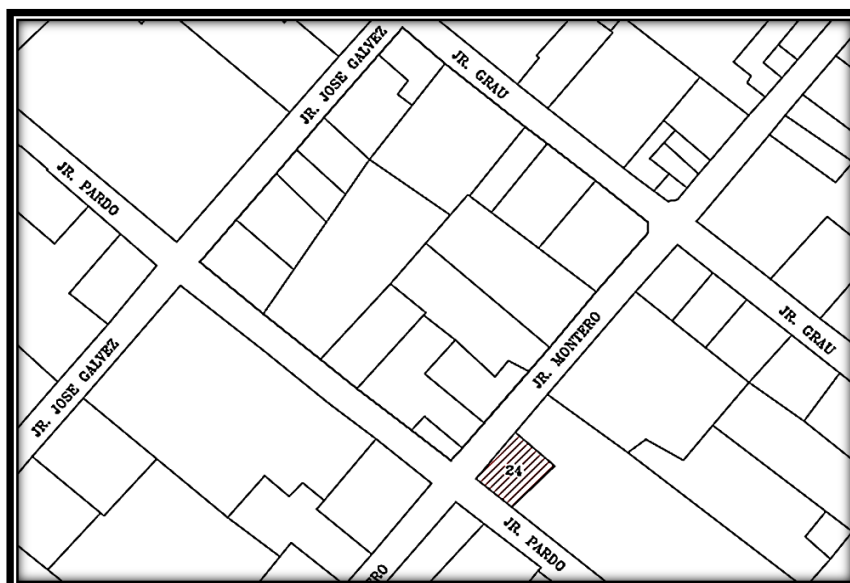
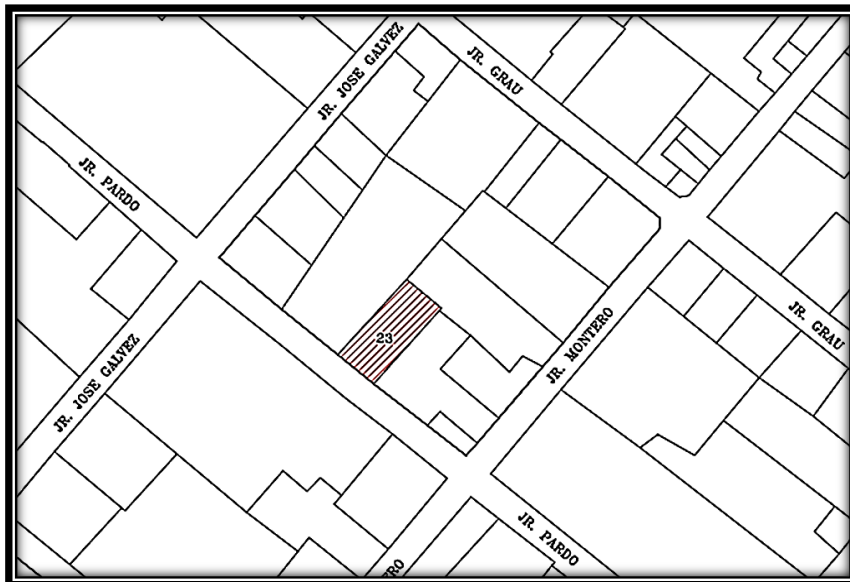
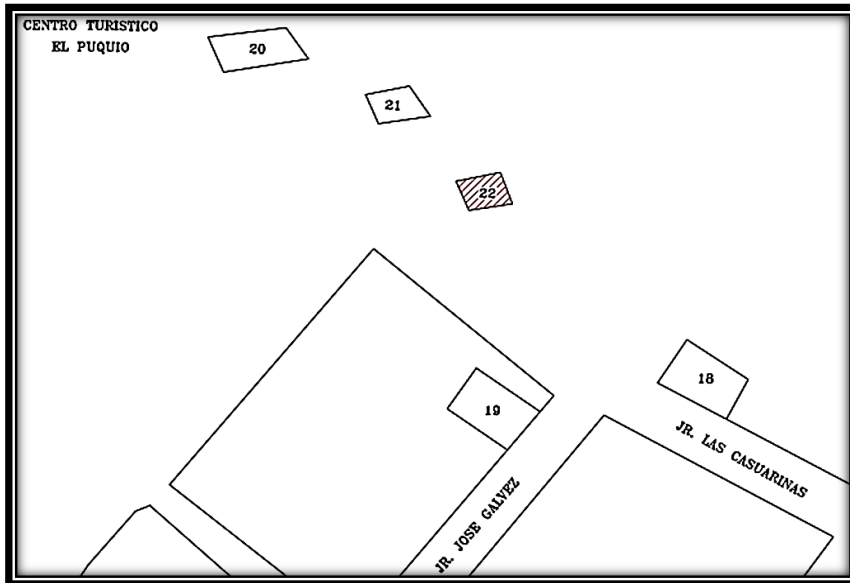


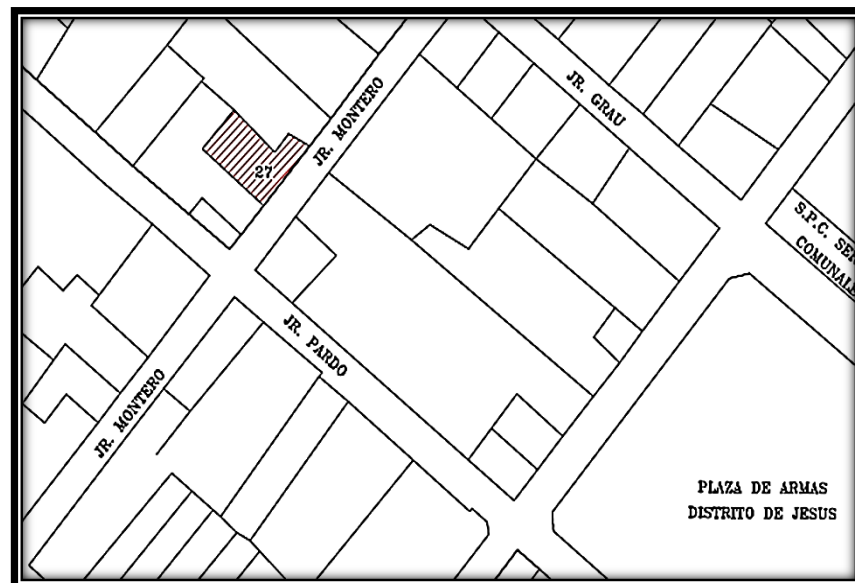
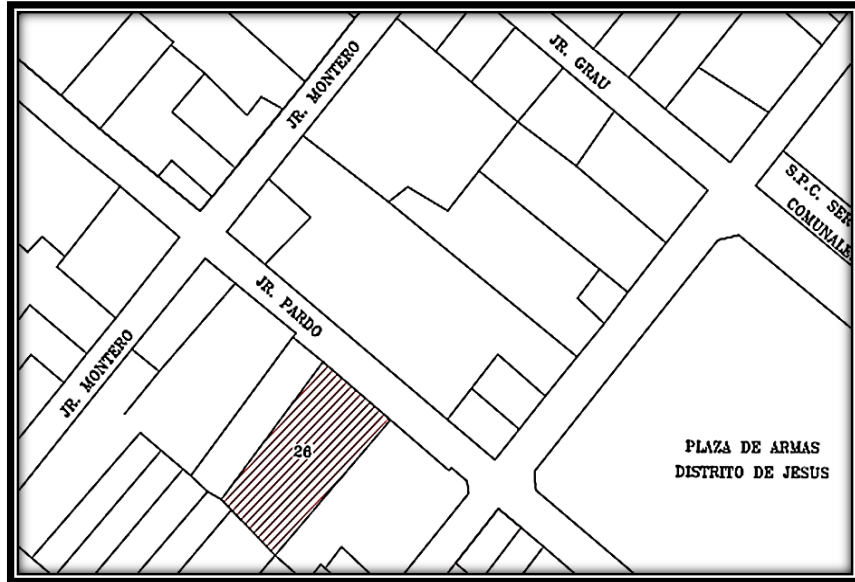
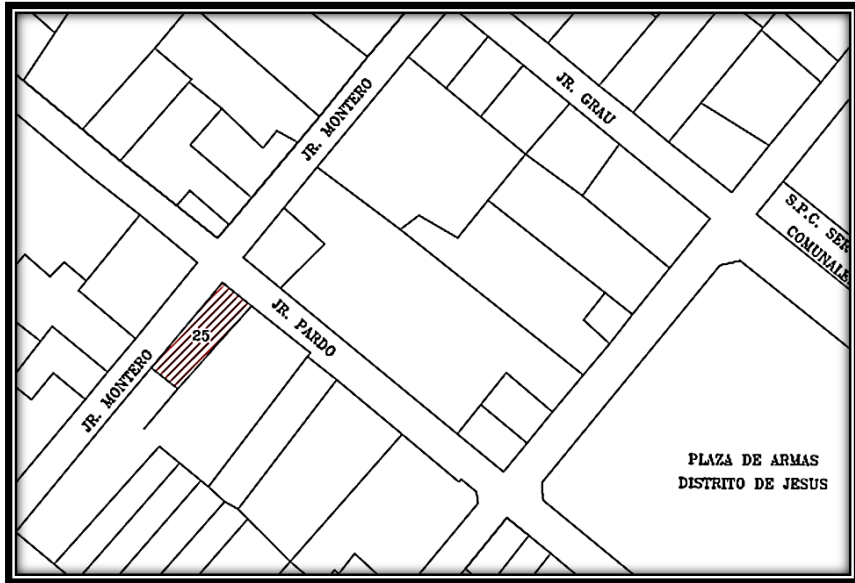












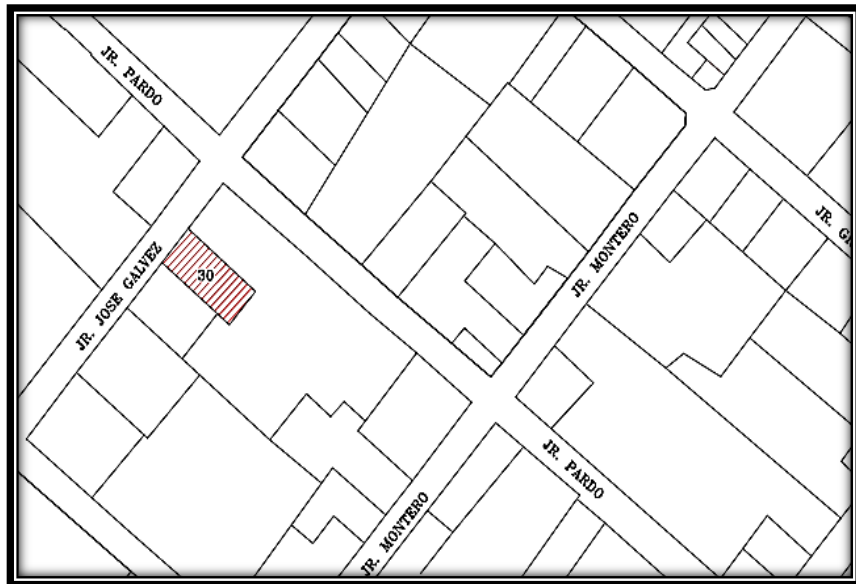
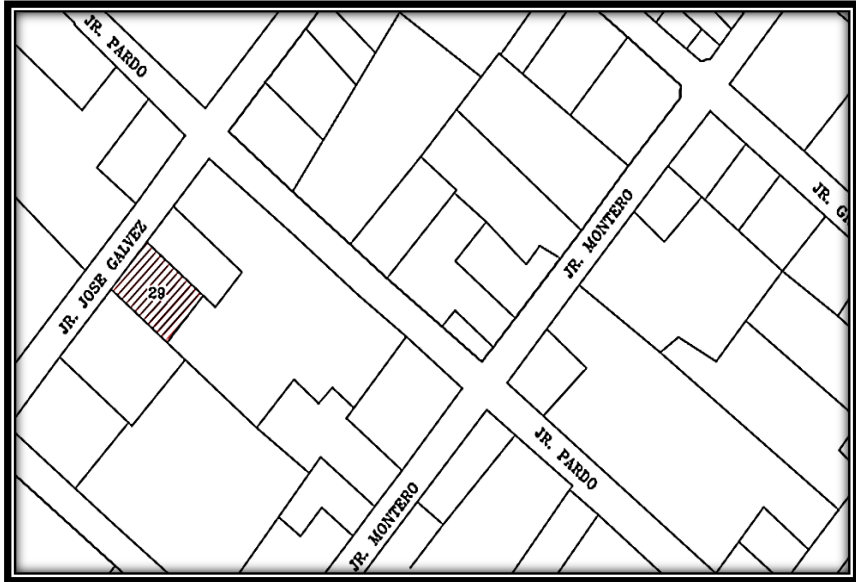
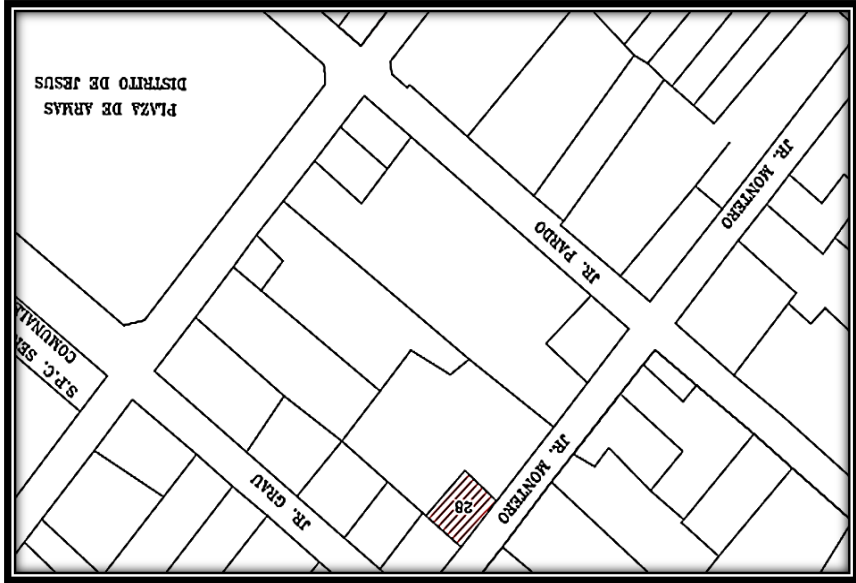


Figura N° 16, 17, 18, 19 – Ciudad Paisajística de Jesús

Figura N° 16 Plaza Principal de Jesús



Figura N° 17 Iglesia de Jesús

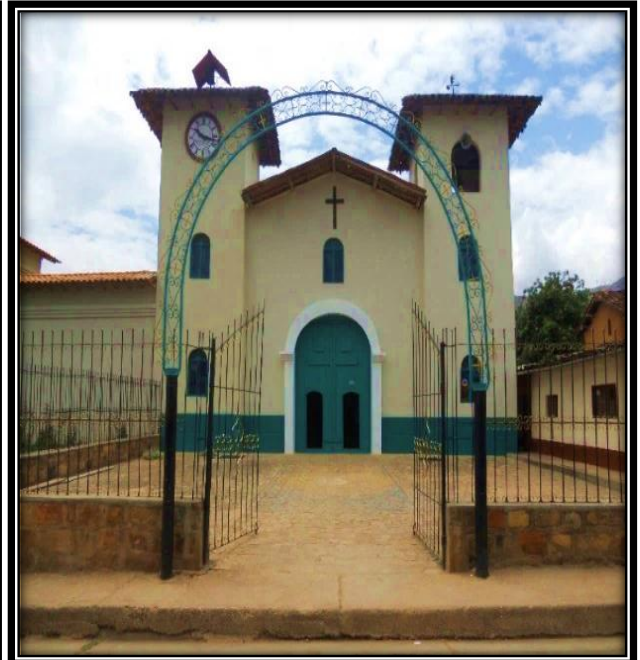


Figura N° 18 Paisaje en Jesús

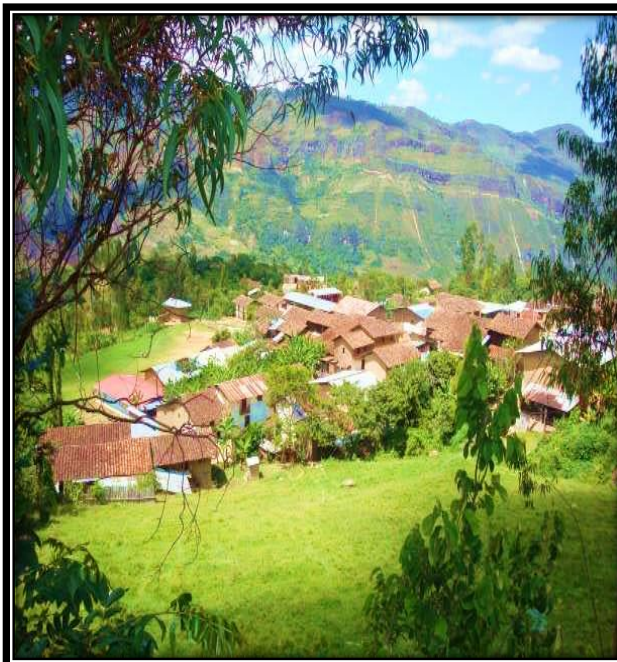


Figura N° 19 Municipalidad Distrital de Jesús

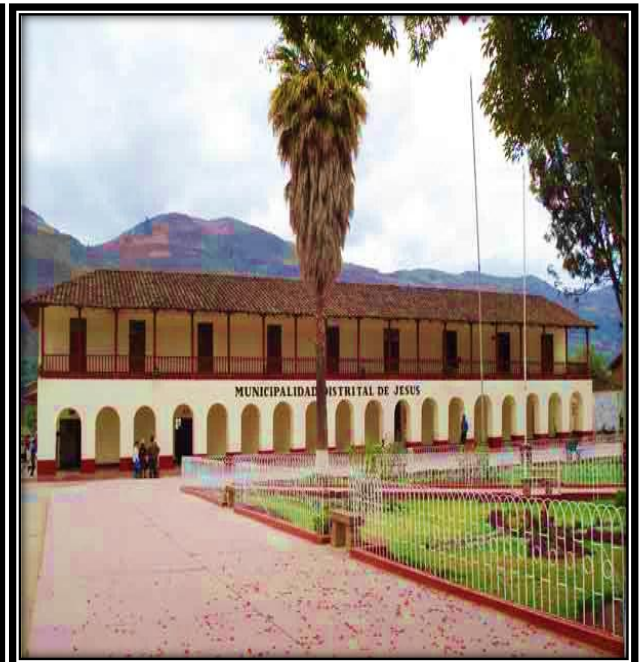


Figura N° 20 Fachada de vivienda autoconstruida en la ciudad de Jesús



Figura N° 21 Juntas muy anchas en muros y cangrejas en columnas.



Figura N° 22 Fisuras y humedad en muros.



Figura N° 23 Humedad en muros e inconsistencia en altura de piso a techo.



Figura N° 24 Facha de vivienda autoconstruida en la ciudad de



Figura N° 25 Acumulación de agua de lluvia en la losa y exposición de acero corroído.



Figura N° 26 Vivienda en zona de deslizamiento de tierra Jesús

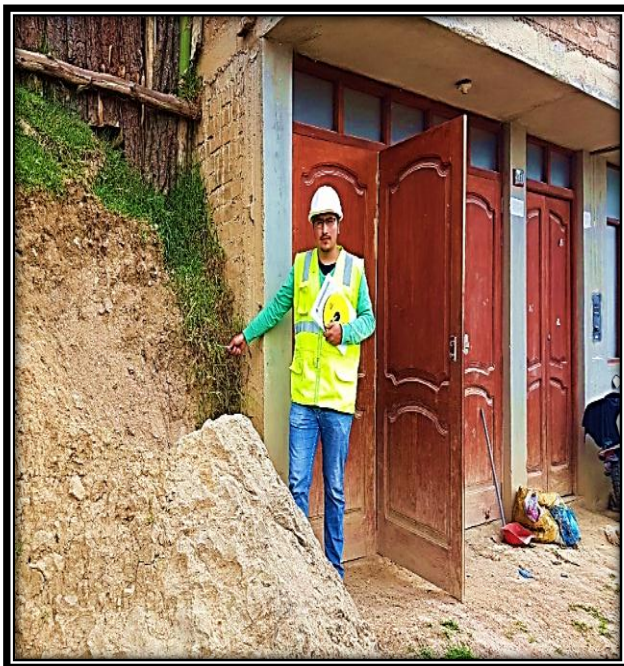


Figura N° 27 Problema de uniformidad en planta y elevación - Jesús



Figura N° 31 Discontinuidad de elementos estructurales (viga – columna)

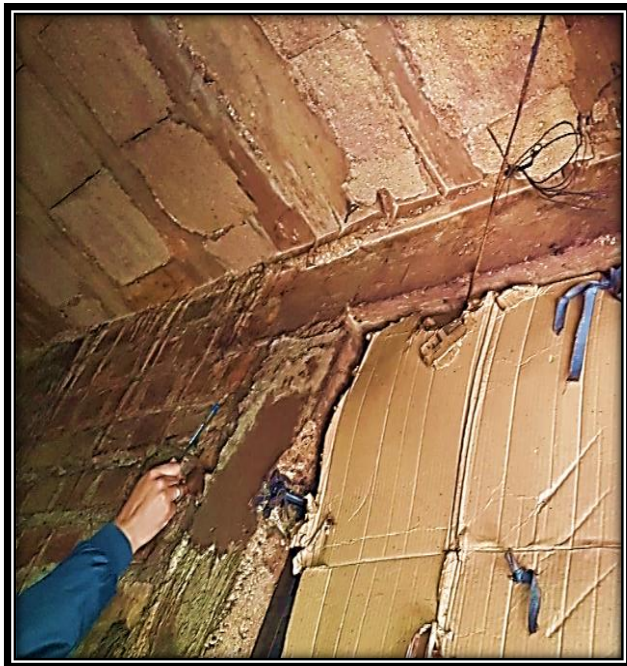


Figura N° 28 Exposición de acero en la losa

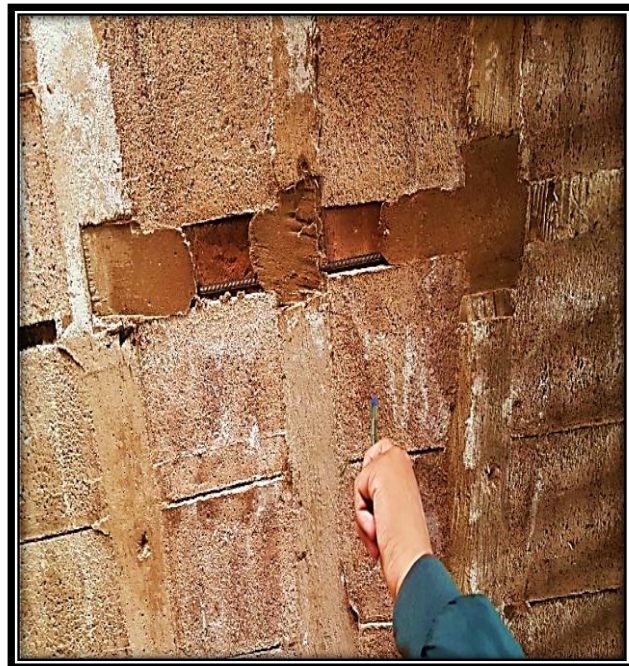


Figura N° 30 Grieta en muro por asentamiento diferencial



Figura N° 29 Presencia de humedad en losa y punto de luz



Figura N° 32 Incorrecto encofrado de columna en fachada principal

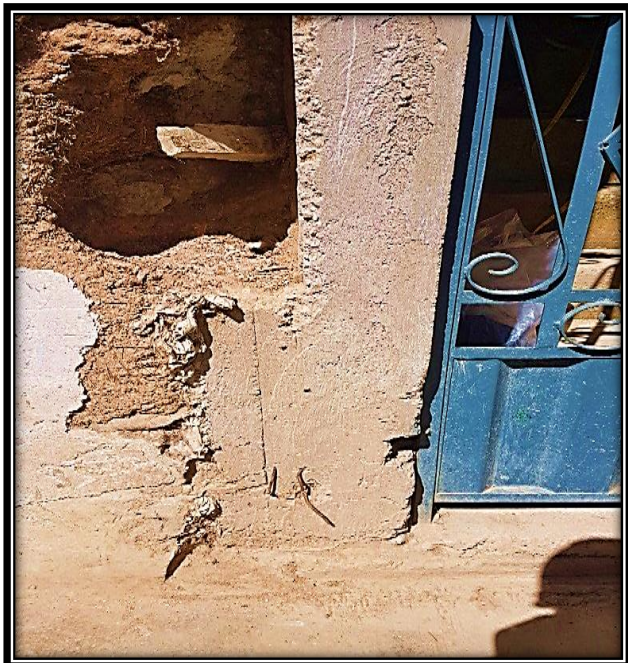


Figura N° 33 Tubería de desagüe expuesta en muros interiores



Figura N° 34 Variabilidad dimensional de juntas



Figura N° 35 Vanos en toda la dirección de la fachada principal de la vivienda



Figura N° 36 Tabiquería sin confinar



Figura N° 37 Humedad en losa y escalera



Anexo 2: Tablas metodológicas.

Tabla N° 16 Cálculo de la calidad de la mano de obra

Calidad de la mano de obra					
Descripción	Condición	Valor numérico	Descripción	Condición	Valor numérico
Segregación en elementos de concreto armado	Todos	0.5	Deficiente conectividad muro - columna - viga - losa	Todos	0.5
	Algunos	1		Algunos	1
	Ninguno	2		Ninguno	2
Cangrejeras en elementos de concreto armado	Todos	0.5	Remoción de elementos estructurales sismorresistentes	Todos	0.5
	Algunos	1		Algunos	1
	Ninguno	2		Ninguno	2
Montantes de desagüe expuestos y sin confinamiento	Todos	0.5	Existencia de losas rígidas (diafragmas monolíticas)	Sí	2
	Algunos	1		No	0.5
	Ninguno	2	Juntas sísmicas entre viviendas contiguas	Sí	2
Cercos pegados a la estructura	Todos	0.5		No	0.5
	Algunos	1	Muros / elementos estructurales picados	Todos	0.5
	Ninguno	2		Algunos	1
Espesor de las juntas del ladrillo	e > 2 cm	0.5		Ninguno	2
	1.5 - 2 cm	1	Condición: <input type="text"/>		
	1 - 1.5 cm	2			

Tabla N° 17 Factores de Zona (Z).

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla N° 18 Factores de importancia (U).

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla N° 19 Factor de suelo (S).

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
ZONA				
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla N° 20 Coeficiente básico de Reducción (R_0)

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla N° 21 Coeficiente sísmico (C_1)

VALORES C_1	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1,5

Fuente: Norma Técnica E.030, 2016.

Tabla N° 22 Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”

Caso 1: Muro con cuatro bordes arriostrados									
a = menor dimensión									
b/a =	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
Caso 2: Muro con tres bordes arriostrados									
a = longitud del borde libre									
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	∞
m =	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
Caso 3: Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales									
a = Altura del muro									
m = 0.125									
Caso 4: Muro en voladizo									
a = Altura del muro									
m = 0.5									

Fuente: NTP E.070, 2006

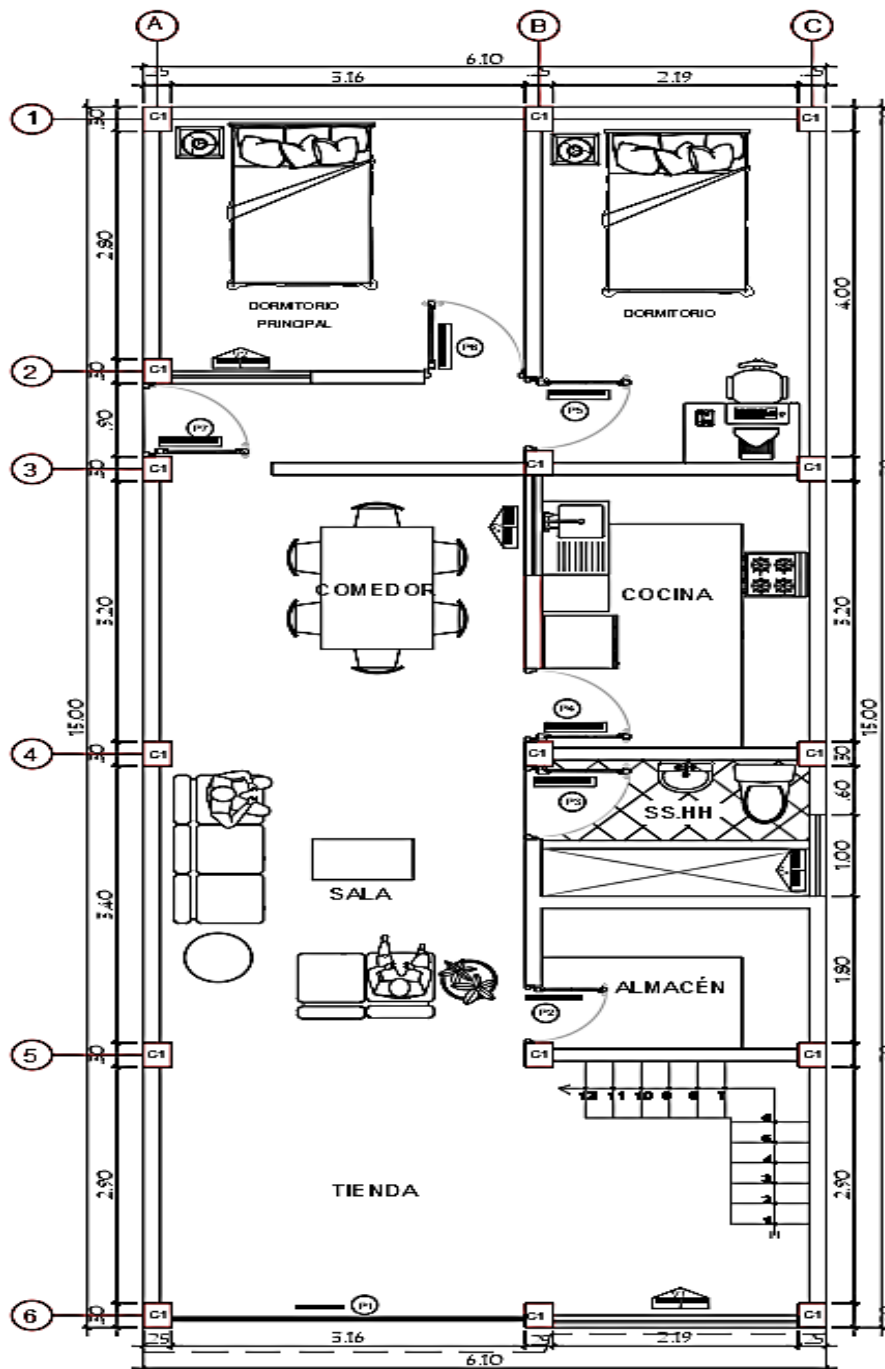
Tabla N° 23 Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

VULNEBILIDAD					
ESTRUCTURAL				NO ESTRUCTURAL	
Densidad de muros (60%)		Estado actual de la vivienda (30%)		Estabilidad de tabiques y parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena	1	Todos	1
Aceptable	2	Regular	2	Algunos	2
Inadecuada	3	Mala	3	Ninguno	3

Fuente: Adaptado “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

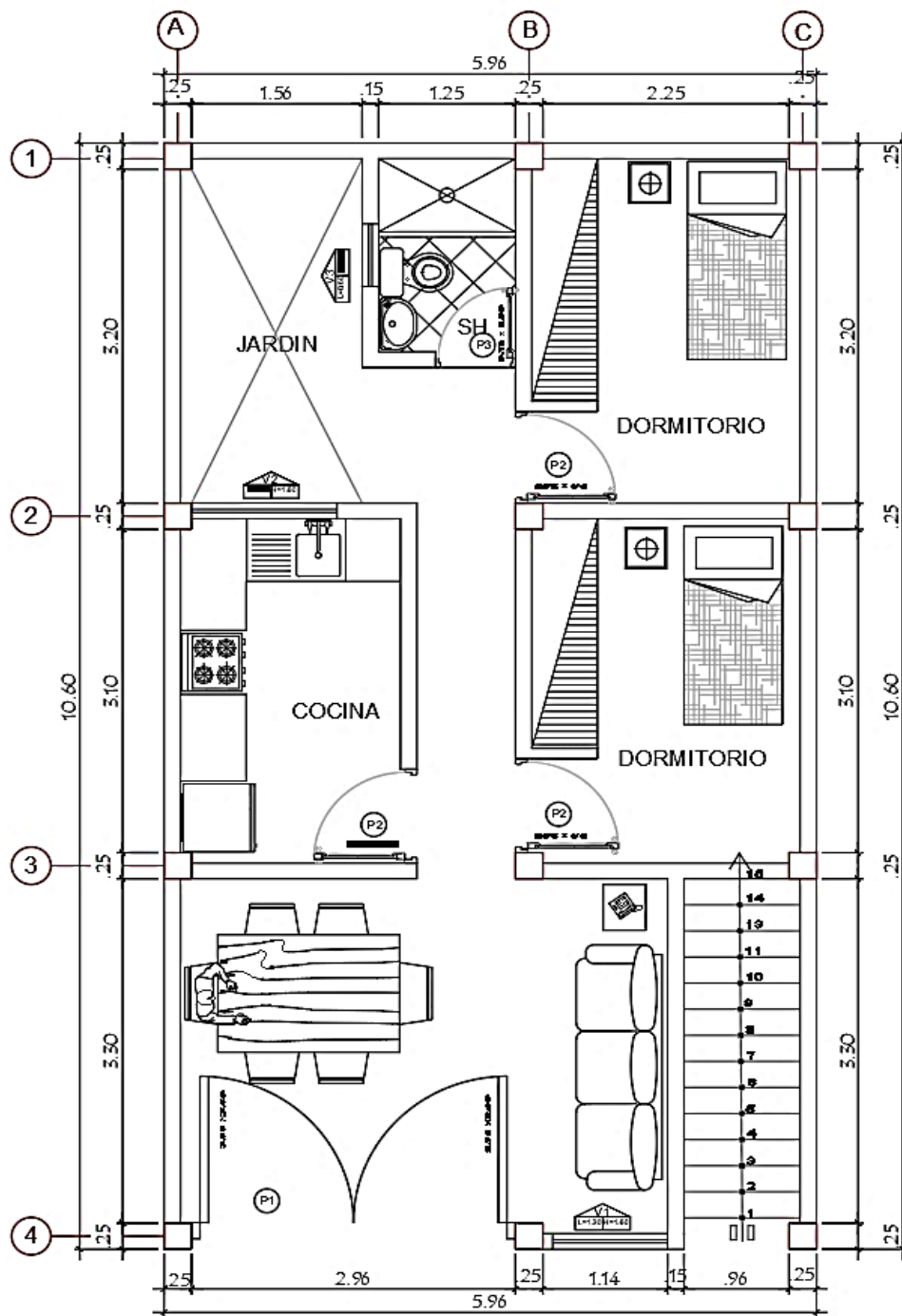
Anexo 4: Planos de las viviendas estudiadas en la ciudad de Jesús.

Vivienda N° 01 – Ficha N° 04; Familia: Nereida Gutiérrez de la Cruz



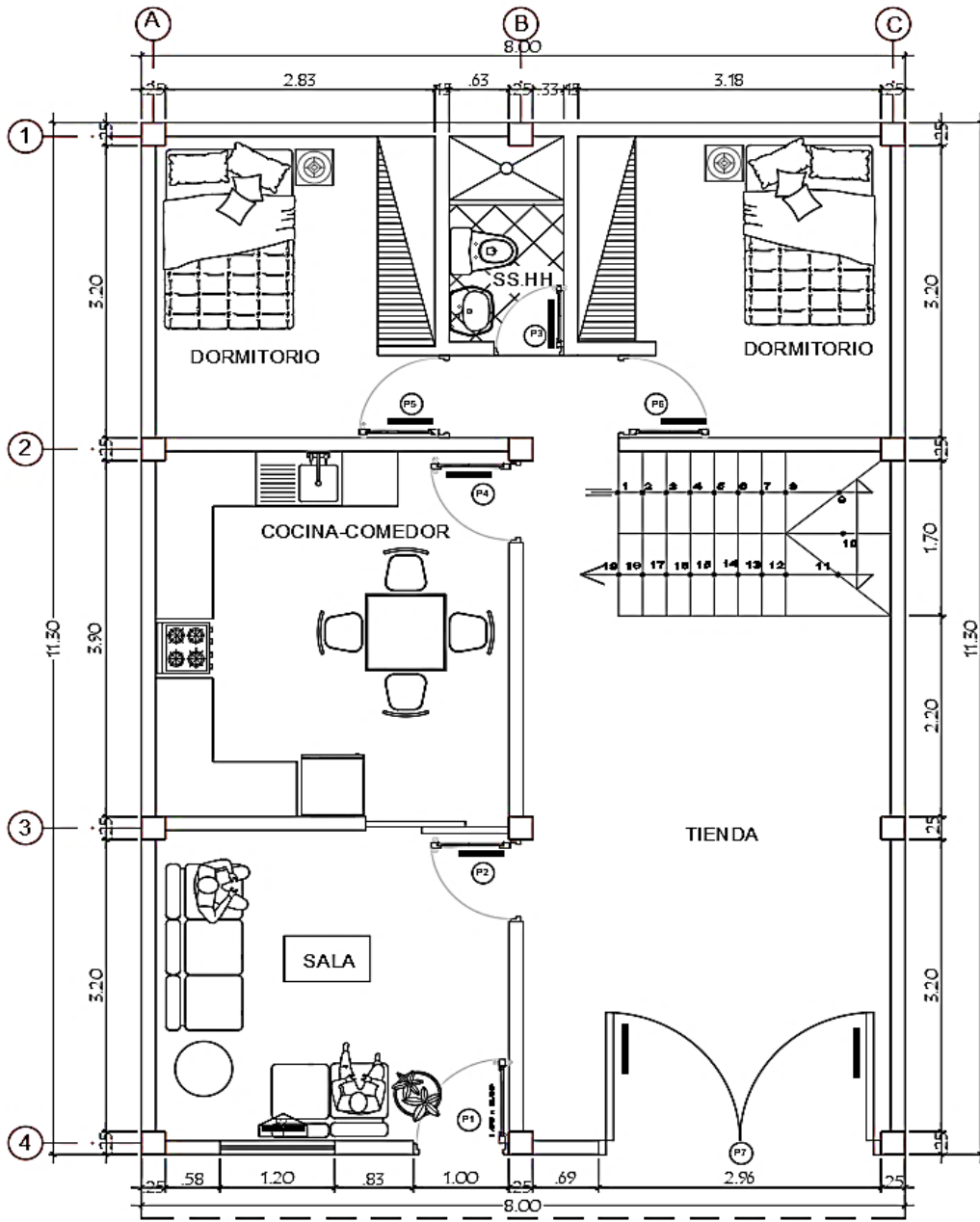
PLANTA PRIMER NIVEL

Vivienda N° 03 – Ficha N° 04; Familia: Eddy Gonzales Linares



PLANTA PRIMER NIVEL

Vivienda N° 04 – Ficha N° 04; Familia: Liset Silvia Palacios



PRIMER NIVEL



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

Vivienda N°:

Fecha de la encuesta:

I. Antecedentes:

Ubicación: Pisos construidos:

Familia: N° de miembros de la familia:

Asistencia técnica en la construcción: Antigüedad de la vivienda:

Estado de conservación de la vivienda:

Bueno	Regular	Malo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 Ampliaciones o modificaciones:

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Estado actual de la vivienda (Descripción):

II. Aspectos técnicos:

Tipo de suelo según caracterización y zonificación: Pendiente:

Alta	Media	Baja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.1 Características de los principales elementos de la vivienda:

ELEMENTOS / CARACTERÍSTICAS			
Muros	Ladrillo		Techo
	Fabricación:	Artesanal: <input type="checkbox"/> Industrial: <input type="checkbox"/>	
	Dimensión:		Tipo:
	Juntas:		Peralte:
	Revestimiento:		
Columnas	Concreto		Vigas
	Dimensión:		
			Dimensión:

2.2 Deficiencias de la estructura:

PROBLEMAS GENERALES	
Problemas de Ubicación	Problemas Estructurales
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo de relleno <input type="checkbox"/> Vivienda en zona de deslizamiento de tierra <input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Uniformidad y continuidad de la estructura <input type="checkbox"/> Cimientos y/o Sobrecimientos inestables <input type="checkbox"/> Muros portantes sin confinar <input type="checkbox"/> Tabiquería sin Arrostramiento <input type="checkbox"/> Otros:
Problemas de Construcción	Observaciones y Comentarios
<input type="checkbox"/> Armaduras expuestas y corroidas <input type="checkbox"/> Simetría y configuración arquitectónica <input type="checkbox"/> Materiales / unidades de mala calidad <input type="checkbox"/> Deficiencias en diseños y proceso constructivo <input type="checkbox"/> Otros:

2.3 Aspectos de peligros potenciales naturales:

- | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sismos | <input type="checkbox"/> Inundaciones | <input type="checkbox"/> Otros: |
| <input type="checkbox"/> Huaycos | <input type="checkbox"/> Lluvia | |
| <input type="checkbox"/> Deslizamientos | <input type="checkbox"/> Viento | |



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

Vivienda N°:

2.4 Estado actual de la vivienda:

Fecha de la encuesta:

INDICADORES PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS VIVIENDAS

Calidad de los materiales			Factores degradantes		
Descripción	Condición		Descripción	Condición	
Fisuras en muros	Nulo	<input type="checkbox"/>	Eflorescencia	Alto	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>		Nulo	<input type="checkbox"/>
Ladrillos artesanales king kong	Bueno	<input type="checkbox"/>	Humedad en muros y aligerados	Alto	<input type="checkbox"/>
	Regular	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
	Malo	<input type="checkbox"/>		Nulo	<input type="checkbox"/>
Agregados	De río	<input type="checkbox"/>	Corrosión de armaduras	Alto	<input type="checkbox"/>
	De cerro	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>		Nulo	<input type="checkbox"/>
			Exposición de armadura	Alto	<input type="checkbox"/>
				Medio	<input type="checkbox"/>
				Nulo	<input type="checkbox"/>

Condición:

Condición:

Calidad de la mano de obra

Descripción	Condición		Descripción	Condición	
Segregación en elementos de concreto armado	Todos	<input type="checkbox"/>	Espesor de las juntas del ladrillo	e>2 cm	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		1.5 - 2 cm	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		1 - 1.5 cm	<input type="checkbox"/>
Cangrejeras en elementos de concreto armado	Todos	<input type="checkbox"/>	Deficiente conectividad muro - columna - viga - losa	Todos	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		Algunos	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		Ninguno	<input type="checkbox"/>
Montantes de desagüe expuestos y sin confinamiento	Todos	<input type="checkbox"/>	Remoción de elementos estructurales sismorresistentes	Todos	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		Algunos	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		Ninguno	<input type="checkbox"/>
Cercos pegados a la estructura	Todos	<input type="checkbox"/>	Existencia de losas rígidas (diafragmas monolíticas)	Sí	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		No	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Muros / elementos estructurales picados	Todos	<input type="checkbox"/>	Juntas sísmicas entre viviendas contiguas	Sí	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		No	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>

Condición:

2.4.1 cálculo del estado actual de las viviendas

Estado actual de las viviendas					
Calidad de la mano de obra		Calidad de los materiales		Factores degradantes de la vivienda	
Buena	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Demasiada	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>
Mala	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>	Nula	<input type="checkbox"/>

Calificación
Estado actual:



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

III. Aspectos sísmicos de la vivienda:

Vivienda N°:

Fecha de la encuesta:

3.1 Densidad de muros:

Consideraciones Generales
Si $Ae/Ar \leq 0.80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
Si $Ae/Ar \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
Si $0.80 < Ae/Ar < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle las suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE.

Parámetros sísmicos NTP E0.30	
Z	0.35 Zona 3
U	1 Edificaciones Comunes
S	1.15 Suelos Intermedios
R	3 Albañilería Confinada
C	2.5 Factor de amplificación

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm = 510$ Área requerida: $A_r = \frac{Z \cdot S \cdot Att \cdot P}{300}$

VR= Resistencia al corte (kN)= $Ae(0.5v'm \cdot \alpha + 0.23fa)$

Nota: Solo se calcula VR, si $0.80 < Ae/Ar < 1$

Piso N°	Área m ²	Cortante basal V=ZUCSP/R kN	Área de muros		Relación Ae / Ar Adim.	Densidad Ae/Área piso 1 %	Resistencia VR kN	VR/R Adim.	Resultado
			Existente Ae m ²	Requerida Ar m ²					
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")									
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "Y")									

3.2 Estabilidad de tabiques al volteo:

Identificación de Muro	Muro	Tipo	Factores					Fuerzas				Mom. Actu. mwa ² kN-m/m	Mom. Resi. 16.7 t ² kN-m/m	Resultado Ma/Mr Adim.	
			a (m)	b (m)	t (m)	Pe kN/m ³	C1 adim.	m adim.	F _i /P _i	F=0.5ZUSPe (kN)	F=(F _i /P _i). C1.Pe				W=F/(a.b)
M1															
M2															
M3															
M4															

Nota:
Si $Ma \leq Mr$, el muro es estable.
Si $Ma > Mr$, el muro es inestable.

3.3 Factores influyentes para el grado de vulnerabilidad:

Vulnerabilidad			
Estructural		No estructural	
Densidad (60%)	Estado actual de las viviendas (30%)	Tabiquería (10%)	
Adecuada	Buena calidad	Todos estables	
Aceptable	Regular calidad	Algunos estables	
Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	

Calificación
Vulnerabilidad:

Diagnóstico:

.....

.....

.....

.....



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

IV. Planos de la vivienda

Vivienda N°:
Fecha de la encuesta:



FICHA DE REPORTE: "DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS - CAJAMARCA"

V. Fotografías de la vivienda:

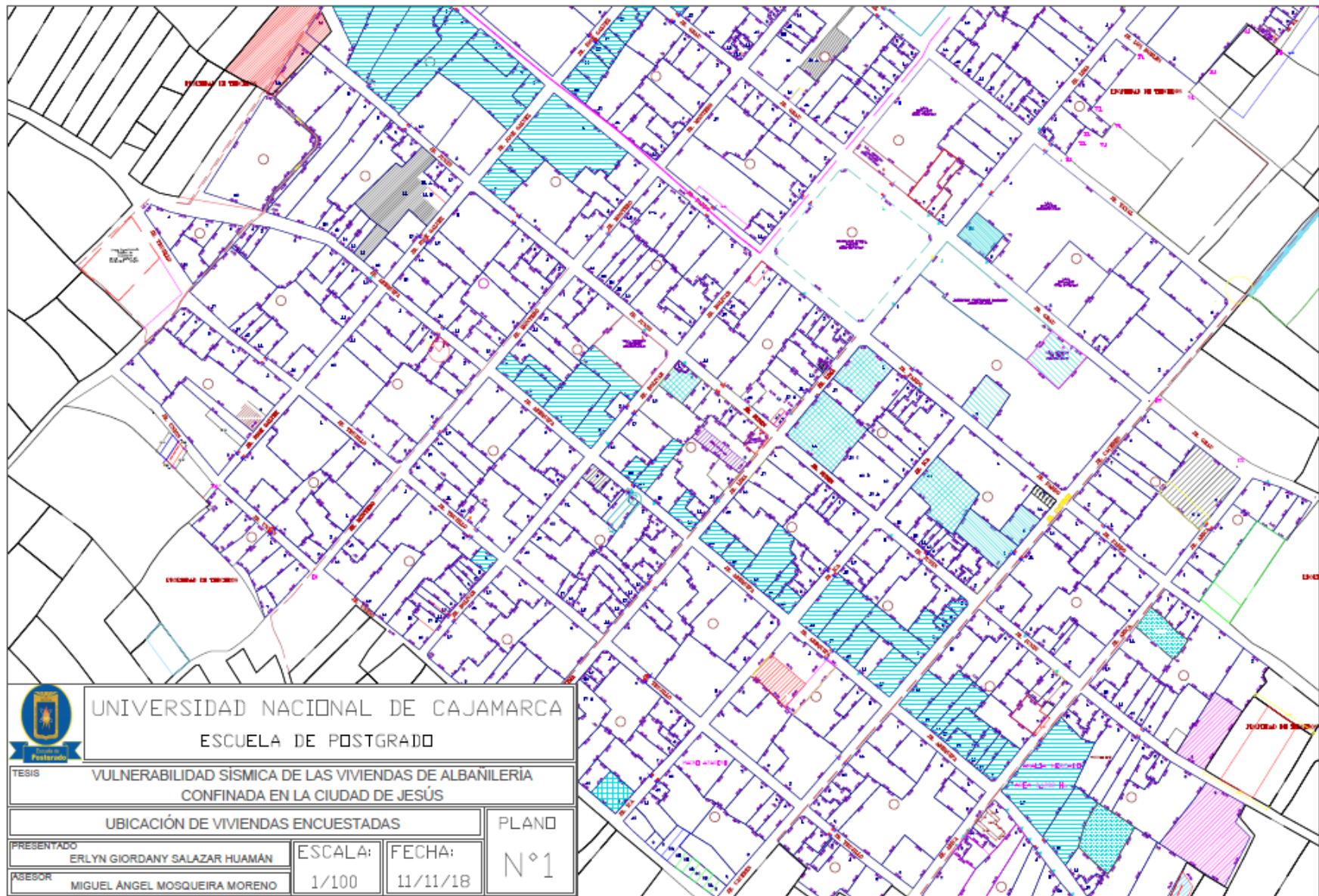
Vivienda N°:
Fecha de la encuesta:


FOTOGRAFIA N°1

FOTOGRAFIA N°2

FOTOGRAFIA N°3

FOTOGRAFIA N°4



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO	
	TESIS VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS	
UBICACIÓN DE VIVIENDAS ENCUESTADAS		PLANO N°1
PRESENTADO ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	ESCALA: 1/100	FECHA: 11/11/18
ASESOR MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO		