



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS EN LADERAS DE LA URBANIZACIÓN TAHUANTINSUYO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Julio Alexander Alva Pimentel

**Asesor:**

Ing. Omart Tello Malpartida

Lima – Perú

2016

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Julio Alexander Alva Pimentel**, denominada:

**“EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS FACTORES ESTRUCTURALES EN  
LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS EN LADERAS DE LA  
URBANIZACIÓN TAHUANTINSUYO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA,  
LIMA”**

---

Ing. Omart Tello Malpartida  
**ASESOR**

---

Ing. Víctor Garcés Díaz  
**JURADO**

---

Ing. Jorge Luis Canta Honores  
**JURADO**

---

Ing. Eduardo Huari Cama  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi padre, madre y hermanos, pues es gracias al apoyo incondicional que me han brindado durante toda esta etapa de mi vida, que he podido lograr un objetivo más.

Esta tesis está dedicada a todas las personas que, al igual que yo, quieren mejorar su país y desarrollan proyectos de investigación que pueden ser la solución a problemas graves que persisten en esta sociedad llena de corrupción y conformismo.

Dedicado a todas las personas que permitieron que sus viviendas sean parte de esta investigación, esas personas que confiaron en mí y abrieron la puerta de su vivienda siendo un extraño y que compartieron un poco de su historia y características de su vivienda sin saber exactamente lo que yo haría con esa información. Espero que esta investigación sea en algún momento útil para ustedes y su familia.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme a donde voy y por bendecirme cada día. Estoy agradecido con mis padres por el amor y apoyo incondicional que entregan, además por guiarme y educarme durante toda mi vida, esforzándose en que mis hermanos y yo crezcamos con buenos valores y correctamente encaminados, es por ellos que he llegado a cumplir mis metas y sueños.

Agradezco a mis compañeros de la universidad, Yoner, Said, Frank, Hansen, Jesús, quienes me apoyaron en todo momento y sumaron en mí las ganas de continuar creciendo y aprendiendo, con ellos he pasado momentos que nunca olvidaré.

Agradezco a los excelentes maestros que por gracia del destino se cruzaron en mi camino para enseñarme sus conocimientos y para aprender de sus experiencias, siempre estando dispuestos a sacrificar su tiempo de descanso para aconsejarme en cómo hacer un mejor trabajo.

También agradezco a Janet Tuya por su apoyo en la etapa de encuestas y levantamiento de las viviendas, y mucho más importante por la confianza y fe que depositó en mí durante todo este tiempo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO 1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.2.1. <i>Problemática General</i> .....	3
1.2.2. <i>Problemáticas Específicas</i> .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Limitaciones .....	4
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	4
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.1.1. <i>Historia</i> .....	5
2.1.2. <i>Geología y geotecnia del área de estudio</i> .....	7
2.1.3. <i>Ubicación y zona de estudio</i> .....	7

2.1.4.	<i>La construcción de viviendas informales en el Perú</i> .....	7
2.1.5.	<i>Defectos de la construcción de viviendas informales</i> .....	8
2.1.6.	<i>Problemas estructurales en las viviendas</i> .....	9
2.1.7.	<i>El reforzamiento estructural en Lima</i> .....	10
2.1.8.	<i>Población</i> .....	10
2.2.	<b>Bases Teóricas</b> .....	11
2.2.1.	<i>Metodología para la evaluación del índice de vulnerabilidad</i> .....	11
2.2.2.	<i>Norma E.020 Cargas</i> .....	24
2.2.3.	<i>Norma E.030 Diseño Sismorresistente</i> .....	25
2.2.4.	<i>Norma E.060 Concreto Armado</i> .....	35
2.2.5.	<i>Norma E.070 Albañilería</i> .....	38
2.3.	<b>Definición de términos básicos</b> .....	43
2.3.1.	<i>Autoconstrucción</i> .....	43
2.3.2.	<i>Altura efectiva</i> .....	44
2.3.3.	<i>Arriostre</i> .....	44
2.3.4.	<i>Albañilería</i> .....	44
2.3.5.	<i>Carga</i> .....	47
2.3.6.	<i>Concreto</i> .....	47
2.3.7.	<i>Confinamiento</i> .....	48
2.3.8.	<i>Elementos estructurales</i> .....	48
2.3.9.	<i>Espesor efectivo</i> .....	49
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS</b> .....		50
3.1.	<b>Formulación de la hipótesis</b> .....	50
3.1.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	50
3.1.2.	<i>Hipótesis Específica</i> .....	50
3.2.	<b>Variables</b> .....	50
3.2.1.	<i>Variable independiente</i> .....	50
3.2.2.	<i>Variable dependiente</i> .....	50
3.3.	<b>Operacionalización de variables</b> .....	51

CAPÍTULO 4.	INVESTIGACIÓN .....	52
4.1.	Investigación bibliográfica .....	52
4.2.	Tipo de diseño de investigación .....	52
4.3.	Selección de las zonas de estudio .....	52
4.4.	Descripción de las zonas de estudio .....	53
4.5.	Material de estudio.....	54
4.6.	Técnicas, procedimientos e instrumentos .....	54
	4.6.1. <i>Para recolectar datos</i> .....	54
	4.6.2. <i>Para analizar información</i> .....	56
4.7.	Organización del trabajo de campo.....	58
	4.7.1. <i>Dificultades encontradas</i> .....	58
CAPÍTULO 5.	RESULTADOS.....	59
5.1.	Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica.....	59
	5.1.1. <i>Encuestas</i> .....	59
	5.1.2. <i>Análisis de vulnerabilidad sísmica</i> .....	63
	5.1.3. <i>Índice de vulnerabilidad Iv</i> .....	70
5.2.	Relación del índice de vulnerabilidad con los factores estructurales evaluados. ...	72
	5.2.1. <i>Tamaño de la edificación</i> .....	72
	5.2.2. <i>Diseño estructural</i> .....	73
	5.2.3. <i>Calidad estructural</i> .....	73
	5.2.4. <i>Ubicación</i> .....	74
5.3.	Relación de la construcción en laderas y el índice de vulnerabilidad .....	75
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES .....	77
CAPÍTULO 7.	RECOMENDACIONES .....	79
CAPÍTULO 8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
ANEXOS.....		82

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Población objetivo.....	11
Tabla n.º 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada .....	13
Tabla n.º 3. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de hormigón armado .....	13
Tabla n.º 4. Peso específico de materiales .....	24
Tabla n.º 5. Peso específico de losas aligeradas .....	25
Tabla n.º 6. Factor de suelo .....	27
Tabla n.º 7. Periodos .....	27
Tabla n.º 8. Categoría de las edificaciones .....	29
Tabla n.º 9. Categoría de las edificaciones .....	30
Tabla n.º 10. Irregularidades estructurales.....	32
Tabla n.º 11. Irregularidades estructurales.....	33
Tabla n.º 12. Sistemas estructurales.....	34
Tabla n.º 13. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso .....	35
Tabla n.º 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería .....	39
Tabla n.º 15. Tipos de mortero.....	40
Tabla n.º 16. Resistencias características.....	43
Tabla n.º 17. Valor de nivel de confianza.....	57
Tabla n.º 18. Tabla de resultados de las fichas de encuesta y observación.....	62
Tabla n.º 19. Escala global de vulnerabilidad adaptada.....	63



---

Tabla n.º 20. Resumen índice de vulnerabilidad .....70

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico n.º 1. Zonificación del Distrito Independencia .....	6
Gráfico n.º 2. Ejemplo de organización del sistema resistente .....	14
Gráfico n.º 3. Ejemplo de organización del sistema resistente .....	15
Gráfico n.º 4. Ejemplo de calidad del sistema resistente .....	16
Gráfico n.º 5. Ejemplo de posición del edificio y cimentación .....	18
Gráfico n.º 6. Ejemplo de diafragmas horizontales .....	19
Gráfico n.º 7. Ejemplos de configuración en planta .....	20
Gráfico n.º 8. Ejemplo de separación máxima entre los muros .....	21
Gráfico n.º 9. Ejemplo de elementos no estructurales .....	22
Gráfico n.º 10. Ejemplo de estado de conservación de la estructura .....	23
Gráfico n.º 11. Zonificación sísmica del Perú .....	26
Gráfico n.º 12. Plano de la urbanización Tahuantinsuyo .....	53
Gráfico n.º 13. Selección de las áreas y viviendas a encuestar .....	54
Gráfico n.º 14. Área construida .....	59
Gráfico n.º 15. Cantidad de pisos .....	60
Gráfico n.º 16. Antigüedad de la vivienda .....	60
Gráfico n.º 17. Asesoramiento técnico .....	61
Gráfico n.º 18. Planos de la vivienda .....	61
Gráfico n.º 19. Cambio de calidad de albañilería .....	64
Gráfico n.º 20. Plano del primer piso .....	67

---

Gráfico n.º 21. Fachada de vivienda .....	68
Gráfico n.º 22. Sección del plano del primer piso.....	68
Gráfico n.º 23. Eflorescencia en muros de primer nivel.....	69
Gráfico n.º 24. Plano de la zona analizada .....	71
Gráfico n.º 25. Niveles de vulnerabilidad.....	71
Gráfico n.º 26. Área del terreno vs Índice de vulnerabilidad .....	72
Gráfico n.º 27. Cantidad de pisos vs Índice de vulnerabilidad .....	72
Gráfico n.º 28. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad.....	73
Gráfico n.º 29. Tiempo de vida vs Índice de vulnerabilidad .....	73
Gráfico n.º 30. Parámetro calidad estructural.....	74
Gráfico n.º 31. Nivel de pendiente vs Índice de vulnerabilidad .....	74
Gráfico n.º 32. Tipo de terreno vs Índice de vulnerabilidad .....	74
Gráfico n.º 33. Relación de la construcción en laderas y el índice de vulnerabilidad.....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo n.º 1. Microzonificación sísmica de Lima Metropolitana y Callao
- Anexo n.º 2. Población censada, según distrito
- Anexo n.º 3. Áreas con viviendas en laderas en Google Earth
- Anexo n.º 4. Formato de ficha de encuesta
- Anexo n.º 5. Formato de hoja de observaciones
- Anexo n.º 6. Formato de ficha de reporte
- Anexo n.º 7. Formato de ficha de reporte del manual de FEMA
- Anexo n.º 8. Desarrollo de evaluación de vivienda 01
- Anexo n.º 9. Desarrollo de evaluación de vivienda 06
- Anexo n.º 10. Desarrollo de evaluación de vivienda 13
- Anexo n.º 11. Desarrollo de evaluación de vivienda 22
- Anexo n.º 12. Desarrollo de evaluación de vivienda 31
- Anexo n.º 13. Reparación de irregularidades estructurales
- Anexo n.º 14. Descripción de los procedimientos de reparación
- Anexo n.º 15. Métodos de estabilización de taludes y deslizamientos

## RESUMEN

La presente investigación contiene el análisis y evaluación del comportamiento sísmico de las edificaciones en la urbanización Tahuantinsuyo en el distrito de Independencia, para poder hallar la relación entre los factores estructurales de las viviendas y el nivel de vulnerabilidad que presentan, mediante la elaboración de encuestas a los propietarios de las viviendas, el uso fichas técnicas y fotografías de las edificaciones para realizar la evaluación técnica de las estructuras mediante el método del índice de vulnerabilidad. Así mismo fue necesario conocer información relacionada con la ubicación y el tipo de suelo del terreno, para poder desarrollar una correcta interpretación del posible comportamiento sísmico de las viviendas en la zona.

En el desarrollo del marco teórico se indicó la importancia que tiene el estudio de la calidad estructural de las viviendas informales construidas en Lima, también se describió la calidad del suelo y las características del lugar en análisis. Se enunció la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, necesario para comprender el nivel de incumplimiento de las viviendas informales y se describió la metodología adaptada a la realidad de Lima, que fue la de Bendetti & Petrini, para hallar el índice de vulnerabilidad de las edificaciones según la calificación de parámetros estructurales que determinan la calidad de las viviendas de albañilería. Se describieron las zonas de estudio, la cantidad de viviendas encuestadas y la razón por la que fueron elegidas tanto las viviendas como las zonas de estudio. Los resultados encontrados mediante el desarrollo de las encuestas y el análisis de vulnerabilidad sísmica arrojaron que más del 50% de las viviendas presentan índices de vulnerabilidad altos y que requieren de intervención necesaria. Los resultados encontrados muestran una relación directa entre la construcción de viviendas en laderas y el aumento de la vulnerabilidad sísmica la cual es aproximadamente de un 30%. Además se presentan recomendaciones que permitan contrarrestar y disminuir los posibles daños que se presenten ante un sismo de gran magnitud.

Palabras clave: Factores estructurales, índice de vulnerabilidad, viviendas informales, laderas.

## ABSTRACT

The present investigation contains the analysis and evaluation of the seismic behavior of the buildings in the Tahuantinsuyo urbanization in the district of Independencia, in order to be able to find the relationship between the structural factors of the houses and the level of vulnerability they present, through the development of surveys to the owners of the houses, the use of technical sheets and photographs of the buildings to carry out the technical evaluation of the structures using the vulnerability index method. It was also necessary to know information related to the location and the type of soil of the land, in order to develop a correct interpretation of the possible seismic behavior of the houses in the area.

In the development of the theoretical framework, the importance of the study of the structural quality of informal houses built in Lima was indicated, as well as the quality of the soil and the characteristics of the place under analysis. It was stated the regulations of the Reglamento Nacional de Edificaciones, necessary to understand the level of non-compliance of informal housing and described the methodology adapted to the reality of Lima, which was that of Bendetti & Petrini, to find the index of vulnerability of buildings according to the qualification of structural parameters that determine the quality of masonry housing. The study areas, the number of houses surveyed and the reason for choosing both housing and study areas were described. The results obtained through the development of the surveys and the seismic vulnerability analysis showed that more than 50% of the houses have high vulnerability indexes and require necessary intervention. The results show a direct relationship between the construction of houses on slopes of hills and the increase of the seismic vulnerability, which is approximately 30%. In addition, the recommendations are presented that allow to counteract and reduce possible damages that may occur to a major earthquake.

Keywords: Structural factors, index of vulnerability, informal houses, slope of hills.

---

## CAPÍTULO 1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

### 1.1. Realidad problemática

El mundo siempre está en constantes cambios naturales, lo cual genera desastres y caos, provocando en los distintos países incertidumbre sobre el poder predecir y prevenir dichos desastres. Un ejemplo de prevención de desastres es la implementación de métodos de análisis de vulnerabilidad sísmica en Italia por Benedetti y Petrini en 1984. Los terremotos ocurridos desde el año 1976 permitieron recopilar información de los edificios dañados. Éste método de análisis desarrollado en Italia permite identificar los parámetros que controlan los daños en los edificios de mampostería no reforzada y hormigón armado debido a que son muy comunes en ese país y en diferentes partes del mundo. (Benedetti & Petrini, 1984)

El Perú se encuentra dentro del conjunto de países en el “Cinturón de Fuego del Pacífico”, llamado así por la larga zona geográfica en constante movimiento que rodea el océano Pacífico y donde se han registrado el 81% de los terremotos más fuertes en el mundo. (Connors, 2016) (Tavera, 2010) El director de sismología del Instituto Geofísico del Perú, Hernando Tavera, (Tavera, 2010) explica:

*El borde oeste de Sudamérica se constituye como una de las más importantes fuentes sismogénicas en el mundo, debido a la alta velocidad con la cual convergen las placas de Nazca y Sudamericana. La continua fricción entre dichas placas da origen con mayor frecuencia a los más violentos sismos conocidos en la historia del Perú y Sudamérica. (p. 42)*

El ingeniero Tavera continúa diciendo que es necesario que las familias tomen conciencia del peligro que conlleva tener una casa mal construida y que deben de tomar las medidas necesarias de prevención y es que en el Perú, el 60% de las viviendas son autoconstruidas y es evidente que no podrían resistir un terremoto de gran magnitud. (Tavera, 2010) Esto se debe a que la construcción de una unidad habitacional no requiere de cierto nivel de conocimientos, es decir, lo puede realizar cualquier persona que sepa de construcción, además de que los materiales y la mano de obra necesaria son relativamente baratos. En muchos distritos de Lima, como el distrito de Independencia, se demuestra que la autoconstrucción es un hecho común en el establecimiento de una urbanización y en el crecimiento de ésta, los propietarios

de las viviendas generalmente no solicitan supervisión de ingenieros para la ampliación o construcción de más niveles en las estructuras incrementando indirectamente el conformismo y la idea de que la informalidad es normal porque “todo el mundo lo hace”.

La informalidad es un viejo mal que nos aqueja y que tiene profundas raíces en nuestro subdesarrollo y en la incapacidad del Estado por atender las demandas concretas de una realidad que cambia y un país que crece. La mayoría de la población peruana no tiene la posibilidad de contratar profesionales y recurren a la construcción informal para edificar sus viviendas en albañilería confinada. A consecuencia de no tener supervisión técnica de un ingeniero que asegure una construcción de calidad, y como un maestro de obra común no conoce las normas técnicas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, la mayoría de estas viviendas tienen problemas estructurales graves y son sísmicamente vulnerables. La centralización se ha generado con la migración de la sierra y selva a la ciudad de Lima, causando que la ciudad se expanda, por lo tanto, la necesidad de vivienda para la población de Lima tiene una relación directa al crecimiento demográfico.

Este crecimiento demográfico se refleja en la gran cantidad de viviendas informales existentes en las laderas de los cerros, es por eso que la presente investigación se enfoca en analizar los factores estructurales de las viviendas construidas en laderas y relacionarlos con el nivel de vulnerabilidad.

## **1.2. Formulación del problema**

La población peruana es desconocedora del peligro que conlleva el no contratar supervisión técnica para construir sus viviendas. Los albañiles y maestros de obra quienes son los encargados directos de las construcciones, no se capacitan y desconocen las normas necesarias de construcción indicadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Éste reglamento contiene los mínimos requerimientos para la construcción de viviendas de distintos materiales y con distintos procedimientos constructivos, además de presentar la normativa básica y necesaria para que una vivienda sea sismorresistente, un concepto primordial para la construcción de viviendas en el Perú.

Cada vivienda depende de los factores estructurales que determinarían su calidad estructural o nivel de resistencia sísmica, es por esto que ésta investigación



busca analizar el grado de dependencia de cada factor estructural con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en estudio.

### **1.2.1. Problemática General**

¿Cuál es la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?

### **1.2.2. Problemáticas Específicas**

- a) ¿Cuál es la relación entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?
- b) ¿Cuál es la relación entre el diseño estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?
- c) ¿Cuál es la relación entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?
- d) ¿Cuál es la relación entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?

## **1.3. Justificación**

Desde hace mucho tiempo, familias de inmigrantes han recurrido a la autoconstrucción de sus viviendas en localidades en crecimiento. Éste es el caso ocurrido en el Distrito de Independencia y en otros distritos en Lima, en donde, a causa de la topografía del terreno, muchas familias construyeron sus viviendas en las laderas, sin los previos estudios necesarios que definen la calidad del suelo y sin el asesoramiento técnico necesario para la construcción de las viviendas. Es por esto que, esta investigación es desarrollada para poder analizar la calidad de las viviendas autoconstruidas con la finalidad de buscar la relación entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad de las viviendas.

## 1.4. Limitaciones

- La limitación más importante será la obtención de elementos sustentatorios como: fotografías e información del interior y exterior de las viviendas de la zona a analizar por lo que los propietarios de las viviendas tendrán que permitir el acceso a su privacidad.
- Es posible que el análisis de la estructura por medio de observación no sea exacta, a causa de no poder ingresar a muchas de las viviendas debido a la negativa de los propietarios.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- Determinar la relación entre el diseño estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- Determinar la relación entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- Determinar la relación entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.

---

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Historia**

En 1955, en el Perú, las haciendas azucareras se desplazan hacia Lima, en donde nacen las fábricas. Estas necesitaban personal, por lo que las grandes extensiones de tierras deshabitadas y sin sembrar que existían fueron poblándose. En el año 1959, debido a la necesidad de adquirir un terreno propio se fundaron las Asociaciones de Padres de Familia Pro-vivienda “Tahuantinsuyo” y “Pampa de Cueva – Urbanización Independencia”, esta última que, liderada por el ancashino Victoriano Sáenz Ortega daría vida a este distrito. En 1964 se crea el Distrito ‘Independencia’ en la provincia de Lima.

La geografía de Independencia está rodeada de cerros lo cual produce la acumulación de los vientos cargados de monóxido de carbono y otros gases perjudiciales para la salud que vienen desde Ventanilla o Callao. Esto causa una alta tasa de enfermedades respiratorias y hasta puede causar que exista demasiado plomo en el medio ambiente produciendo daños irreversibles en la población. Por eso existe la necesidad de la plantación de áreas verdes en el Distrito. (Cocha Zavaleta, 2011) (Municipalidad distrital de Independencia, 2016). Actualmente Independencia está dividido en seis zonas, las cuales son: Túpac Amaru, Independencia, Ermitaño, Unificada, Industrial y Tahuantinsuyo. (Gráfico 1)

Según Ricardo Arbulú, presidente del Instituto de la Construcción y el Desarrollo, entidad adscrita a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), en Lima se construyen al menos 30 mil viviendas informales al año en los distritos con mayor cantidad de laderas, como el distrito de Independencia, en el cual la construcción de viviendas sin consideraciones técnicas, es una práctica común. Los factores de riesgo de estas viviendas es el carecer de una garantía sísmica y la amenaza aumenta en viviendas con muchos años de antigüedad. (El Comercio, 2016)

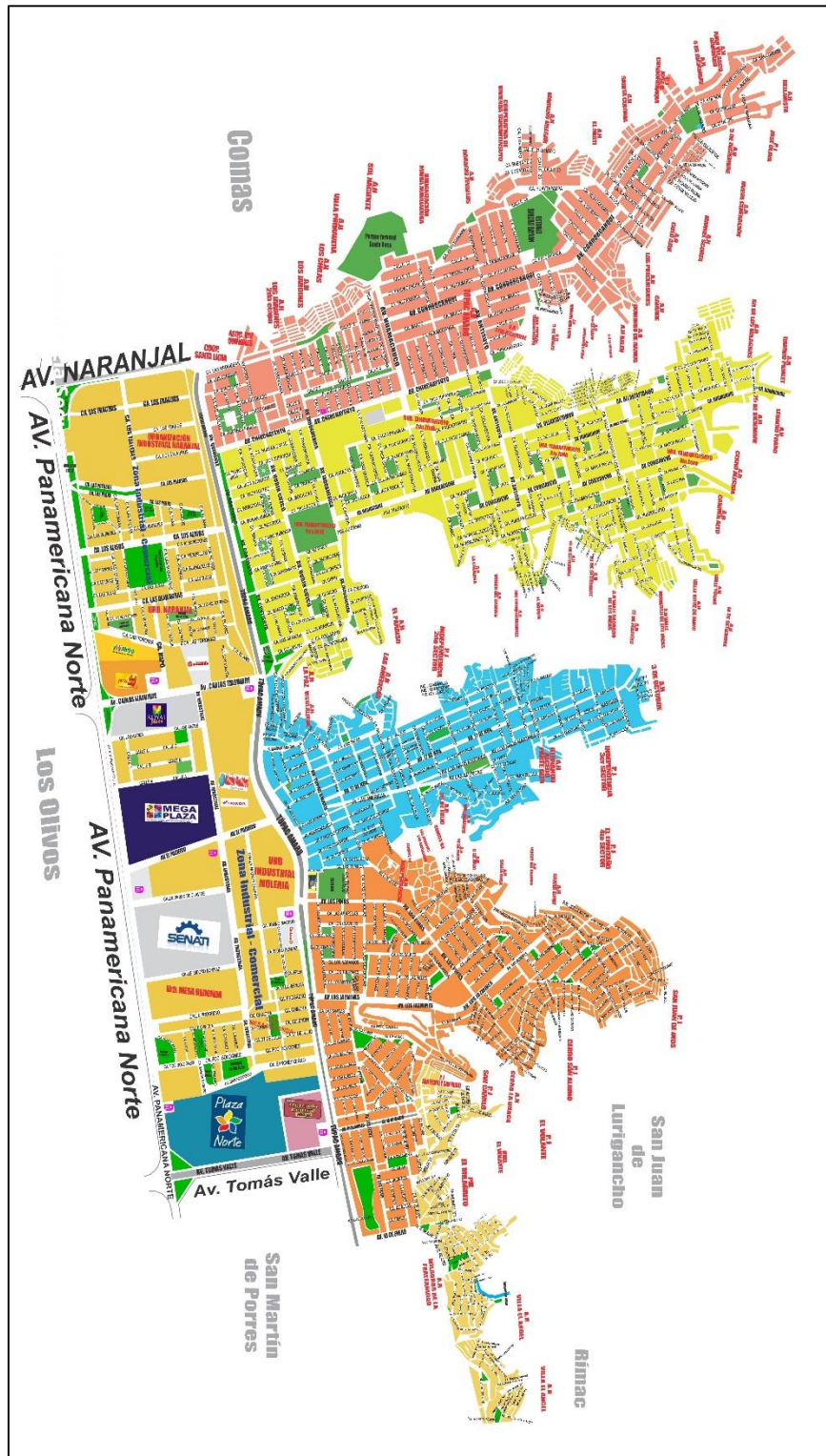


Gráfico n.º 1. Zonificación del Distrito Independencia (Municipalidad distrital de Independencia, 2016)

### **2.1.2. Geología y geotecnia del área de estudio**

La estratigrafía del Cono Norte de Lima, está comprendida dentro de la zona costanera de la provincia de Lima. El área está mayormente constituida por rocas sedimentarias e ígneas y depósitos de suelos inconsolidados. Localmente, la unidad morfológica sobre la que se asienta la mayor parte del área de estudio corresponde a las laderas y crestas marginales de la Cordillera de los Andes, de topografía abrupta. El suelo, está conformado por arenas, arcillas y limos. La geotecnia del distrito de Independencia y específicamente la urbanización Tahuantinsuyo indica que se encuentra en la Zona I con un tipo de suelo S1, el cual es indicador de un suelo de buena capacidad portante. (Aguilar Bardales & Alva Hurtado, 2010) (Anexo 1)

### **2.1.3. Ubicación y zona de estudio**

La presencia de los cerros y la centralización en la provincia de Lima provoca que la gente construya sus viviendas en las laderas con la finalidad de satisfacer la necesidad básica de tener una vivienda, sin tener en cuenta las posibles consecuencias que esta podría tener. Pese a que puedan tener un buen tipo de suelo, se someten a todo tipo de posibles peligros como deslizamientos o derrumbes de los cerros.

En este contexto se tomó como premisa para seleccionar la zona de estudio los siguientes aspectos:

- Predominio de autoconstrucción con albañilería confinada.
- Características topográficas y tipología del suelo representativas de la ciudad de Lima.

### **2.1.4. La construcción de viviendas informales en el Perú**

Los edificios de albañilería confinada, sometidos a fuerzas sísmicas, muestran casi siempre falla por corte como falla predominante, esto es porque las personas al momento de tomar la decisión de construir su vivienda, acuden a un albañil o maestro de obra y estos a su vez construyen por la experiencia acumulada, o por costumbre, y en su mayoría es de

albañilería confinada, y en un sismo si ocurre una falla por corte, pone en peligro la seguridad de los que ocupan la vivienda.

A nivel mundial y en especial en Latinoamérica, existen cartillas que muestran el adecuado proceso constructivo de viviendas. La finalidad de las cartillas es que a través de ella se enseñe la forma correcta de construcción a las personas auto constructoras, quienes no tienen posibilidades económicas de contratar a un profesional.

Los expertos recomiendan a los ciudadanos pedir la licencia de construcción de los inmuebles que compran y que un ingeniero supervise las obras por lo menos una vez a la semana para garantizar su adecuación a la E 030. Se descartan que el costo del servicio sea inalcanzable. (Tavera, 2010)

En un estudio del 2013 sobre la informalidad en la construcción, Adolfo Gálvez, ingeniero de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), estimó que de las 1'800.000 casas de Lima colapsarían más de 200.000 ante un terremoto, lo cual causaría la muerte de más de 51 mil personas. En cambio, si las casas fueran formales, un sismo de 8 grados dejaría menos de 1.000 muertos. La diferencia, según el informe, se debe a que una vivienda informal tiene 53 veces más posibilidades de caer ante un sismo que una casa con licencia. (El Comercio, 2014)

### **2.1.5. Defectos de la construcción de viviendas informales**

- **Problemas de ubicación de la vivienda**

Generalmente en la construcción de las viviendas informales no se tiene en cuenta las características del suelo. (PUCP; SENCICO, 2005) (Minke, 2005)

- **Viviendas sobre rellenos de nivel**

Los rellenos de nivel son depósitos de tierra artificiales. Se clasifican en rellenos controlados o de ingeniería y en rellenos no controlados.

Los rellenos no controlados son los más comunes, pues se realizan con cualquier material y sin una adecuada compactación. (PUCP; SENCICO, 2005) (Minke, 2005)

- **Viviendas sobre suelo no consolidado**

Los suelos no consolidados son suelos granulares de baja resistencia. Muchas veces debido a la poca capacidad portante del suelo, las viviendas sufren asentamientos diferenciales que producen fisuras en los pisos, muros y losas. Una solución práctica es colocarle un sobrecimiento armado por que minimiza en gran parte el efecto de los asentamientos diferenciales. (PUCP; SENCICO, 2005) (Minke, 2005)

- **Viviendas en terrenos con pendiente**

Las viviendas ubicadas en zona de pendiente, se encuentran generalmente construidas en la parte alta de los cerros.

Los muros de algunas viviendas ubicadas en las faldas del cerro están enterrados, soportando el empuje lateral del terreno. (PUCP; SENCICO, 2005) (Minke, 2005)

- **Eflorescencia**

La eflorescencia se presenta se presenta como manchas blancas en el ladrillos o hormigón, producidos por la cristalización de sales solubles en agua. Este fenómeno ocurre por la falta de impermeabilización de los materiales en zonas donde existe mucha humedad o donde existe infiltración de agua. (PUCP; SENCICO, 2005)

#### 2.1.6. Problemas estructurales en las viviendas

- **Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta**

Los muros deben tener una adecuada resistencia y no deben fallar de forma frágil. Por lo tanto, deben estar constituidos de unidades de albañilería solida o maciza más no del tipo tubular, porque los muros construidos de ladrillo pandereta (del tipo tubular) presentan un tipo de falla frágil y repentina. (PUCP; SENCICO, 2005)

- **Inadecuada densidad de muros**

La resistencia sísmica de las viviendas de albañilería confinada, está relacionada con la capacidad que tienen sus muros de soportar el cortante sísmico, esto significa que para que una estructura tenga un buen desempeño ante un movimiento sísmico, debe tener

adecuada densidad de muros en sus dos direcciones (paralela y perpendicular a la fachada o calle). (PUCP; SENCICO, 2005)

- **Muros sin viga solera**

Muchas veces los constructores de viviendas informales (como los albañiles y los maestros de obra) no tienen un buen concepto de confinamiento y omiten la construcción de vigas soleras sobre los muros resistentes a los sismos. (PUCP; SENCICO, 2005)

### **2.1.7. El reforzamiento estructural en Lima**

Actualmente, se están elaborando proyectos municipales que tienen como finalidad entregar a las familias en situación de pobreza de distintos asentamientos humanos, viviendas cuyas estructuras son reforzadas para soportar movimientos telúricos.

Los trabajos de reforzamiento se ejecutan con el Bono de Protección de Viviendas Vulnerables a los Riesgos Sísmicos, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), que es un subsidio gratuito de S/. 12 mil que otorga el Gobierno a las familias en condición de pobreza o pobreza extrema, con el objetivo de reforzar un área mínima de 18 metros cuadrados dentro de la casa, denominada zona segura, donde puedan guarecerse ante un eventual sismo. (Diario Gestion, 2015)

Para el financiamiento del Bono de Protección, el MVCS ha destinado S/. 100 millones que permitirán atender 8,333 viviendas en siete distritos de Lima: Comas, Carabayllo, Puente Piedra, Independencia, El Agustino, San Juan de Lurigancho y Ventanilla. La razón es que muchas familias en situación de pobreza construyeron sus viviendas en condiciones precarias y sin técnicas de sismo resistencia, y que es a ellos que está dirigido el Bono de Protección. (Diario Gestion, 2015)

### **2.1.8. Población**

A nivel nacional, el Perú tiene una población de 31 millones 488 mil habitantes, donde la mayor densidad de población se encuentra en la ciudad de Lima con una población estimada al 2016 de 9989369 habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016)



Los distritos con viviendas autoconstruidas en laderas que comparten características similares en tipo de suelo y estructura son Puente Piedra, Carabaylo, San Juan de Lurigancho, Comas, Independencia, El Agustino, San Juan de Miraflores. Para todos estos distritos los resultados de las encuestas y análisis de las viviendas se pueden generalizar.

En la Tabla n.º 1, se halla la población objetivo usando los datos del Anexo 2 y Anexo 3. La multiplicación de la densidad de población en los distritos y las áreas en laderas con viviendas construidas, resulta un total de 540917 habitantes beneficiados con esta investigación, aproximadamente.

DISTRITOS	POBLACIÓN			OBJETIVO	
	ÁREA DEL DISTRITO (km <sup>2</sup> )	POBLACIÓN (Proyectado 2016)	DENSIDAD (hab/km <sup>2</sup> )	ÁREA LADERA DE CERROS (km <sup>2</sup> )	POBLACIÓN
Puente Piedra	71.18	353489	4966.13	8.56	42510.06
Carabaylo	346.88	301978	870.55	18.20	15844.09
San Juan de Lurigancho	131.25	1091303	8314.69	19.00	157979.10
Comas	48.75	524894	10767.06	7.73	83229.35
Independencia	14.56	216822	14891.62	6.60	98284.70
El Agustino	12.54	191365	15260.37	4.33	66077.39
San Juan de Miraflores	23.98	404001	16847.41	4.57	76992.68
<b>TOTAL</b>		<b>3083852</b>			<b>540917</b>

Tabla n.º 1. Población objetivo (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016)

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Metodología para la evaluación del índice de vulnerabilidad

La vulnerabilidad sísmica permite la clasificación de las edificaciones según sus características y calidad estructural, en un rango de muy vulnerable a nada vulnerable, ante un sismo. Para poder realizar un análisis a nivel urbano, la metodología utilizada tiene que ser simple para poder aplicarla a grandes áreas. Existen distintas metodologías por lo que se

deberá de aplicar la que mejor se adapte a los objetivos del estudio. (Maldonado Rondón & Chio Cho, 2009) La vulnerabilidad 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 materiales y de la técnica de construcción.

Para poder conocer el daño que puede sufrir una estructura sometida a un sismo de un determinado nivel es necesario determinar una función de vulnerabilidad lo cual es una relación matemática generada mediante la recopilación de datos de daños observados en sismos previos o calculadas debido a la falta de información, se evalúa el daño de la estructura simulando las características de las edificaciones. (Maldonado Rondón & Chio Cho, 2009)

#### **a. Método del índice de vulnerabilidad**

Basada en las propuestas de Benedetti y Petrini (1982) y de Angeletti et al. (1988). Para el análisis de la vulnerabilidad y el daño de los edificios es necesario que se cuantifiquen como parámetros en conjunto con la acción sísmica.

Esta metodología evalúa parámetros como el tipo y calidad de sistema resistente, posición del edificio, la cimentación, los elementos estructurales o el estado de conservación, con la finalidad de calificarlos con un valor numérico. En las tablas n.º 2 y n.º 3 se muestran los once parámetros evaluados para la calificación de estructuras donde se tienen los coeficientes de calificación A (óptimo) a D (desfavorable) y a los factores  $K_i$  y  $W_i$  que se obtienen de manera subjetiva según la experiencia del investigador y de los datos reales obtenidos de eventos sísmicos. (Benedetti & Petrini, 1984)

El índice de vulnerabilidad global de cada edificio de mampostería no reforzada se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Tabla n.º 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada (Benedetti & Petrini, 1984)

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.0
8	Separación máxima entre muros	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	2.0

Tabla n.º 3. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de hormigón armado (Benedetti & Petrini, 1984)

- **Organización del sistema resistente**

Con este parámetro se busca determinar la eficacia de la estructura existente evaluando las uniones entre vigas, columnas y el confinamiento de muros. (Hurtado O. & León M., 2008)

- Edificación en albañilería confinada en todas las plantas.
- Edificación en albañilería solo con vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas de confinamiento o vigas con columnas de confinamiento pero no en todas las plantas.
- Edificación en albañilería que no posee vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas y que está conformado por paredes ortogonales bien ligadas.
- Edificación en albañilería que no posee vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas, con paredes ortogonales no ligadas o mal ligadas.

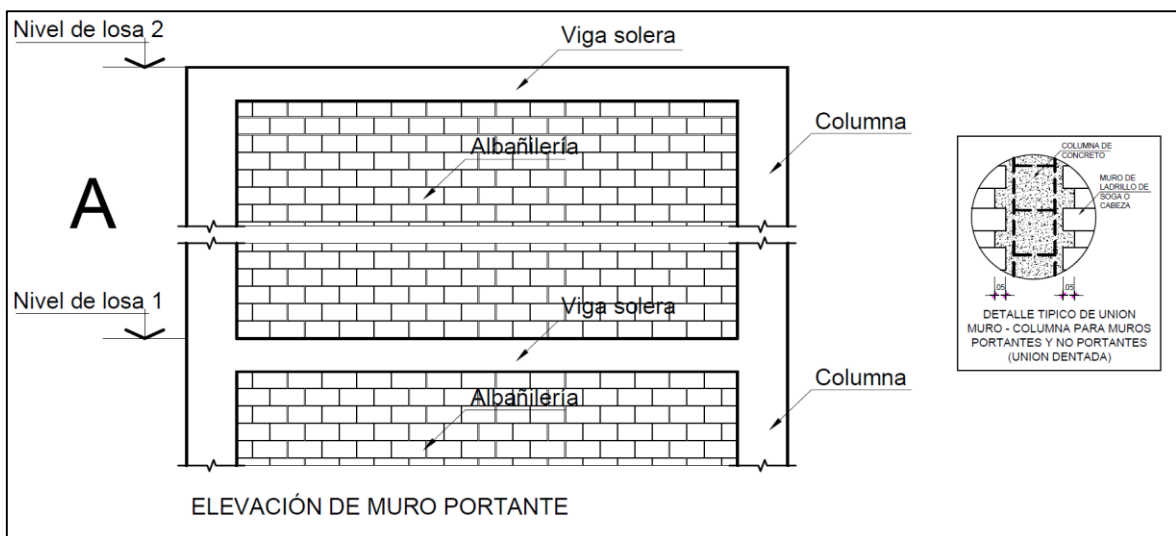


Gráfico n.º 2. Ejemplo de organización del sistema resistente.

Dibujo propio.

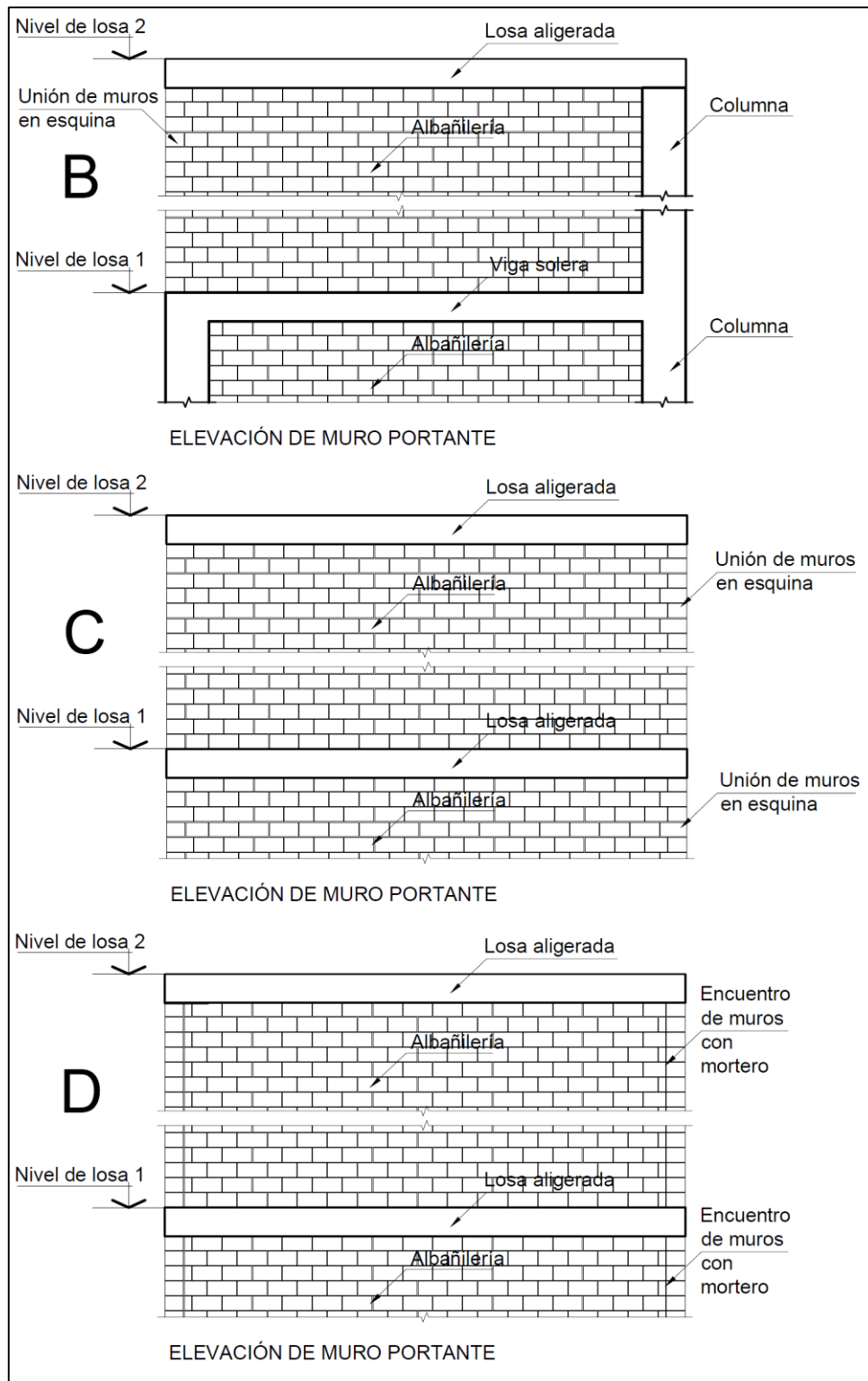


Gráfico n.º 3. Ejemplo de organización del sistema resistente.

Dibujo propio.

- **Calidad del sistema resistente**

Este parámetro busca determinar el tipo de albañilería según su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento de la estructura. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A. Albañilería y mortero de buena calidad.
- B. Albañilería de buena calidad con mortero pero con unidades de albañilería no muy homogéneas a lo largo de todo el elemento.
- C. Albañilería de baja calidad con poco mortero, no homogéneas pero bien trabadas.
- D. Albañilería de baja calidad con baja o sin presencia de mortero, con unidades de albañilería no homogéneas y mal trabadas.

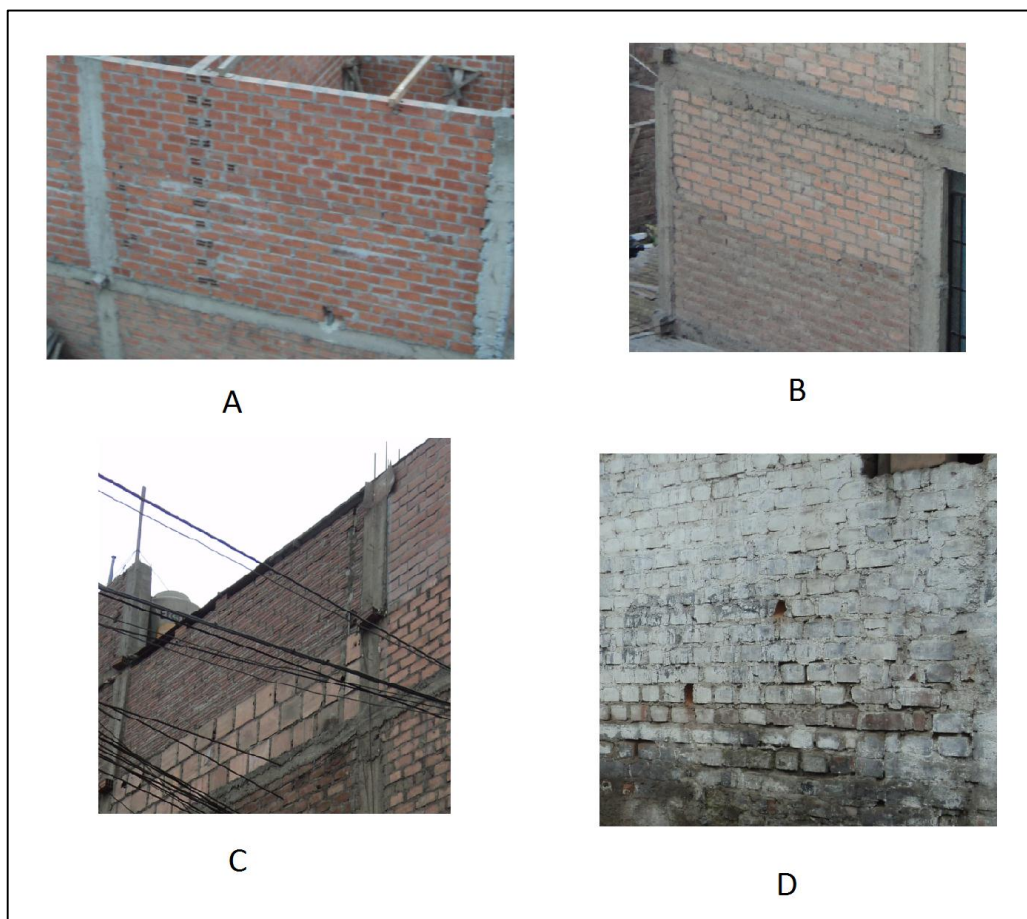


Gráfico n.º 4. Ejemplo de calidad del sistema resistente.

Fotografías propias.

- **Resistencia convencional**

Este parámetro relaciona el cortante resistente de los muros ( $V_R$ ) y la fuerza basal actuante ( $V_A$ ). (Hurtado O. & León M., 2008)

$$F_S = \frac{V_R}{V_A}$$

$$V_A = cW \quad V_R = \sum A_m V_m$$

*C es el coeficiente sísmico, W representa el peso total de la edificación,  $A_m$  es el área transversal del muro resistente a sismo,  $V_m$  representa el esfuerzo cortante de la mampostería. El cálculo anterior se puede refinar con el siguiente factor correctivo:*

$$R = (1.33L/H)^2 \leq 1$$

*Este factor se aplica a la contribución de muros en los que la relación entre la altura (H) y la longitud (L) es mayor de 1.33. El factor afecta el área de los muros involucrados, dando lugar a un área efectiva, cuya suma es la que se considera en la ecuación anterior para el cálculo de  $V_R$ . (Hurtado O. & León M., 2008, pág. 82)*

La evaluación de este parámetro será mediante el factor  $F_s$ .

- A.  $F_s \geq 1.0$
- B.  $1.0 > F_s \geq 0.6$
- C.  $0.6 > F_s \geq 0.4$
- D.  $0.4 > F_s$

- **Posición del edificio y cimentación**

Este parámetro analiza la relación entre el tipo de terreno y la cimentación con el comportamiento sísmico de la edificación, para lo cual se tiene en cuenta la capacidad y la pendiente del terreno, la ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A. Edificación cimentada sobre terreno estable o roca con pendiente inferior al 10%, el cimiento está a la misma cota. No hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- B. Edificación cimentada sobre terreno estable o roca con pendiente entre 10% y 30%, la diferencia de las cotas del cimiento no es mayor a 1 metro. No hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- C. Edificación cimentada sobre terreno blando o suelto con pendiente entre 10% y 30% o sobre terreno estable o roca con pendiente entre 30% y 50%. La diferencia de las cotas del cimiento no es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- D. Edificación cimentada sobre terreno blando o suelto con pendiente mayor al 30% o terreno estable o roca con pendiente mayor al 50%. La diferencia de cotas del cimiento es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén.



Gráfico n.º 5. Ejemplo de posición del edificio y cimentación.

Fotografías propias.



- **Diafragmas horizontales**

“Este parámetro busca primordialmente la evaluación de dos aspectos, que la rigidez del diafragma en el plano sea suficiente y que las conexiones entre el diafragma y los elementos verticales, sean de carácter adecuado.” (Hurtado O. & León M., 2008)

- A. Cuando no se cumple ninguna de las siguientes condiciones: hay desniveles, el porcentaje de abertura en el diafragma es mayor de 30% y la conexión entre el diafragma y los muros es deficiente.
- B. Cuando no se cumple alguna de las condiciones de la clase A.
- C. Cuando no se cumplen dos de las condiciones en la clase A.
- D. Cuando no se cumple ninguna de las condiciones en la clase A.

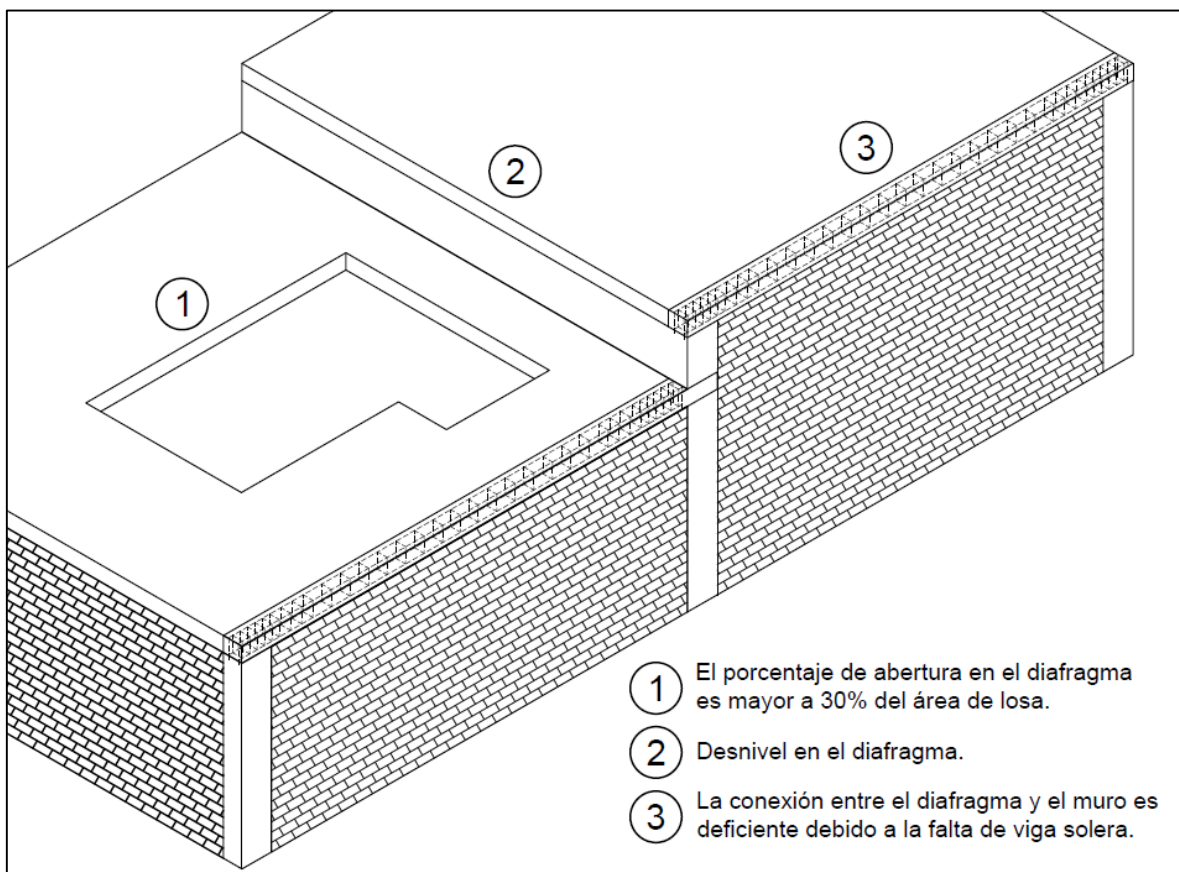


Gráfico n.º 6. Ejemplo de diafragmas horizontales.

Dibujo propio.

- **Configuración en planta**

Se considera la relación  $a/L$  entre el ancho y el largo en planta, además se toma en cuenta las protuberancias que se presentan en el cuerpo principal de la estructura  $b/L$ , ya que pueden causar efectos de torsión no deseados. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A.  $a/L \geq 0.8$  o  $b/L \leq 0.1$
- B.  $0.6 \leq a/L < 0.8$  o  $0.1 < b/L \leq 0.2$
- C.  $0.4 \leq a/L < 0.6$  o  $0.2 < b/L \leq 0.3$
- D.  $a/L < 0.4$  o  $b/L > 0.3$

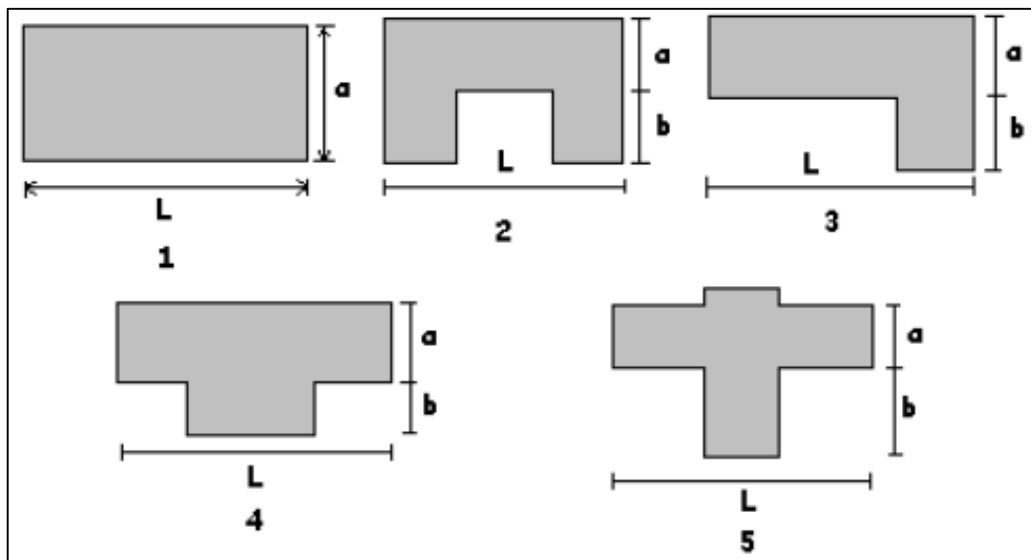


Gráfico n.º 7. Ejemplos de configuración en planta. (Hurtado O. & León M., 2008)

- **Configuración en elevación**

Se determina la irregularidad con la variación de masa en porcentaje  $\pm \Delta M/M$  entre dos pisos sucesivos, siendo  $M$  la masa del piso más bajo y el signo (+) se usa si se presenta aumento o el (-) si se presenta disminución de masa hacia lo alto del edificio. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A.  $-\Delta M/M < 10\%$
- B.  $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$
- C.  $-\Delta M/M > 20\%$
- D.  $+\Delta M/M > 0$

- **Separación máxima entre los muros**

La evaluación de éste parámetro se trata de la presencia de muros transversales que interceptan muros portantes y se realiza con el factor  $L/S$ , donde  $L$  es el espaciamiento de los muros transversales y  $S$  es el espesor del muro portante. Se evaluará el caso más desfavorable. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A.  $L/S < 15$
- B.  $15 \leq L/S < 18$
- C.  $18 \leq L/S < 25$
- D.  $25 \leq L/S$

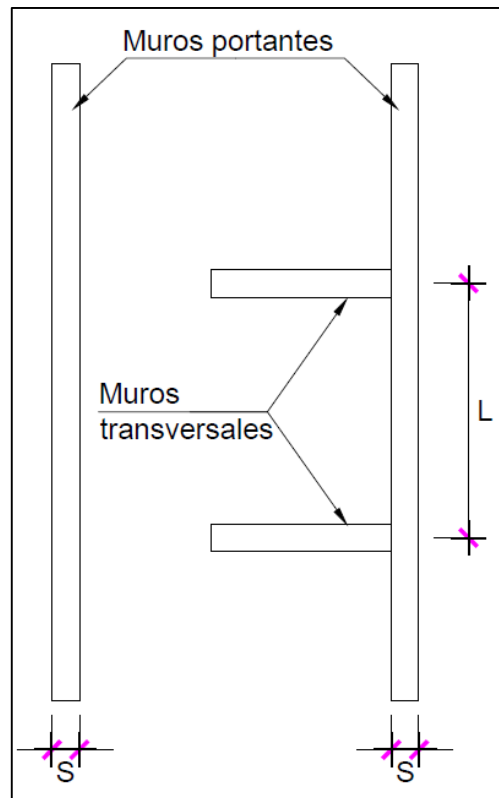


Gráfico n.º 8. Ejemplo de separación máxima entre los muros.

Dibujo propio.

- **Elementos no estructurales**

Este parámetro mide la cantidad de elementos no estructurales en la edificación. (Hurtado O. & León M., 2008)

- A. Estructura con elementos no estructurales, de pequeña dimensión y bien conectados a la estructura principal.
- B. Estructura con elementos no estructurales, de pequeña dimensión y mal conectados a la estructura principal.
- C. Estructura con demasiados elementos no estructurales de peso considerable y mal conectados a la estructura principal, que pueden caer en caso de terremoto.
- D. Estructura con elementos no estructurales sin conexión o elementos montados en etapas posteriores a la construcción de la estructura, existiendo por ello una unión deficiente de dichos elementos a los muros.



Gráfico n.º 9. Ejemplo de elementos no estructurales.

Fotografías propias.

- **Estado de conservación**

Este parámetro evalúa los deterioros que se encuentran en las edificaciones y que pueden arriesgar la capacidad del sistema resistente vertical y lateral. (Hurtado O. & León M., 2008)

- Muros, columnas y techo en buena condición y sin daño visible.
- Muros, columnas y techo con agrietamiento que no ha sido provocado por terremotos.
- Muros y columnas con grietas de mediano tamaño (2 a 3 mm de espesor) o con grietas causadas por sismo. Estructuras que no presentan agrietamiento pero que tienen un estado de conservación mediocre.
- Muros y columnas con gran deterioro en los materiales de construcción o con agrietamiento de espesor superior a 3 mm. Techos muy dañados cercanos al colapso.

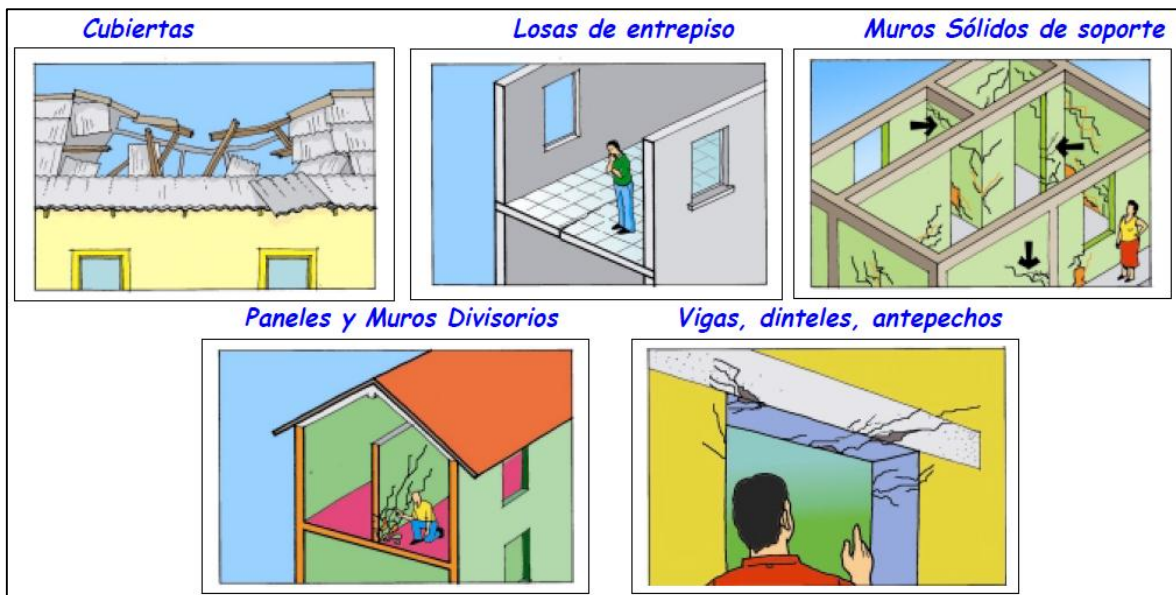


Gráfico n.º 10. Ejemplo de estado de conservación de la estructura. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001)

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) proporciona toda la normativa y exigencias de estructuración necesarias para llevar a cabo la construcción de edificaciones en el Perú. Esta investigación considerará las bases teóricas presentadas en la Norma E.020 de Cargas, Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, Norma E.060 de Concreto Armado y la Norma E.070 de Albañilería, por ser el tema de reforzamiento estructural de viviendas.

### 2.2.2. Norma E.020 Cargas

Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su Norma de diseño específica. En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma. Las cargas mínimas establecidas en esta Norma están dadas en condiciones de servicio. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Carga muerta**

Se considerará el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios especificados. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Las cargas muertas que se requieren para esta investigación son las especificadas en la Tabla 4 y 5.

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Albañilería</b>	
Unidades de arcilla cocidas sólidas	1800
Unidades de arcilla cocida huecas	1350
<b>Concreto Simple</b>	
Grava	2300
<b>Concreto Armado</b>	Añadir 100 al peso del concreto simple.

Tabla n.º 4. Peso específico de materiales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

<b>Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado</b>		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m <sup>2</sup> )
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Tabla n.º 5. Peso específico de losas aligeradas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Carga Viva**

Para la presente investigación se usará como mínimo 200 kg/m<sup>2</sup> para viviendas, corredores y escaleras. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.2.3. Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

Existen ciertos parámetros y requisitos para el diseño sismorresistente que esta Norma plantea.

- **Zonificación**

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

La zona de estudio de esta investigación es la Zona 4, lo cual indica un factor de zona  $Z = 0.45$ , según el Gráfico 2.

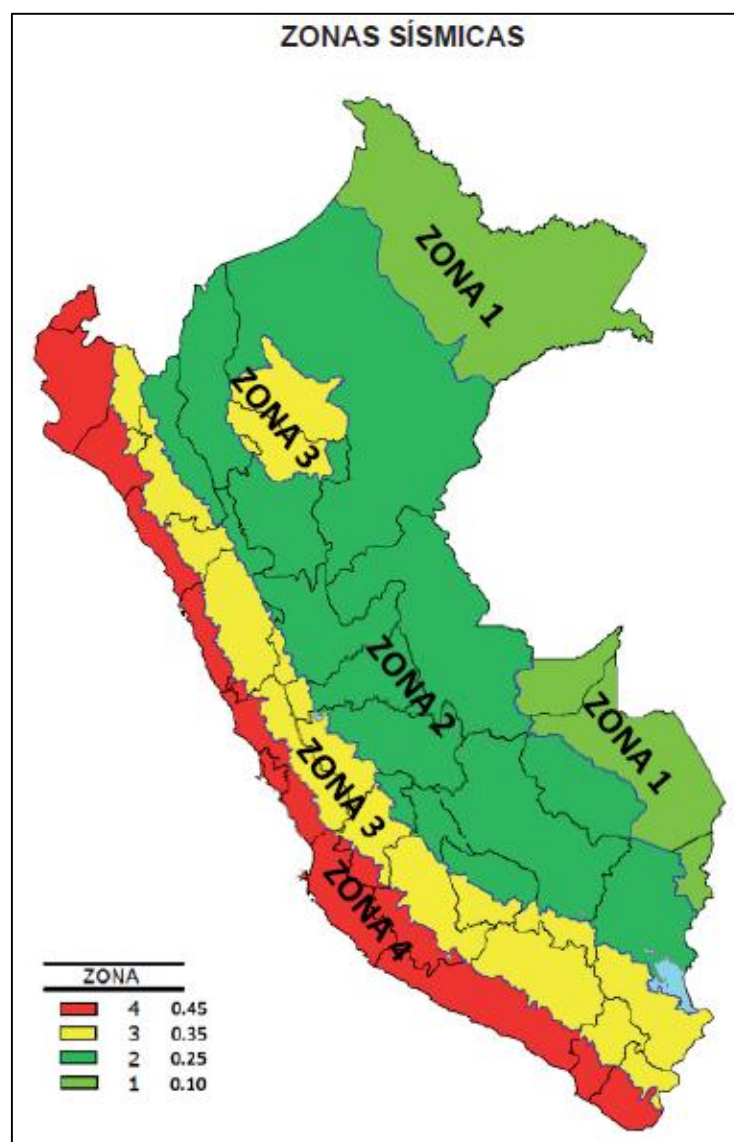


Gráfico n.º 11. Zonificación sísmica del Perú (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)



- **Condiciones geotécnicas**

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Para esta investigación se considerará un Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos, teniendo los parámetros de suelo de  $S = 1.0$  y  $T_p(s) = 0.4$ , según la Tabla 6 y 7.

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	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

Tabla n.º 6. Factor de suelo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	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

Tabla n.º 7. Periodos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

- **Factor de amplificación sísmica**

De acuerdo a las características del sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) ; C \leq 2.5$$

- **Concepción estructural sismorresistente**

Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- a) Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- b) Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- c) Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- d) Resistencia adecuada.
- e) Continuidad de la estructura, tanto en planta como en elevación.
- f) Ductilidad.
- g) Deformación limitada.
- h) Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- i) Consideración de las condiciones locales.
- j) Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

- **Categoría de las edificaciones**

Las edificaciones analizadas en esta investigación son viviendas por lo que tienen una clasificación C (edificaciones comunes) para lo que le corresponde un factor U = 1.0, según la Tabla 8 y 9.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

Tabla n.º 8. Categoría de las edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
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.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	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

Tabla n.º 9. Categoría de las edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

- **Configuración estructural**

De acuerdo al RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerzas sísmica.

**a) Estructuras regulares**

Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas

laterales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

**b) Estructuras irregulares**

Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más irregularidades estructurales en altura o en planta. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_s$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,75
<p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,50
<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80

Tabla n.º 10. Irregularidades estructurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_s$
<p><b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad $I_p$
<p><b>Irregularidad Torsional</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{max}</math>), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>A_{CM}</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>A_{CM}</math>), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>A_{CM}</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
<p><b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p><b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Tabla n.º 11. Irregularidades estructurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

- **Sistemas estructurales**

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la Tabla 12. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
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 Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	<b>3</b>
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	<b>7</b>

Tabla n.º 12. Sistemas estructurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

Para la presente investigación, se usará un valor de coeficiente de reducción de fuerza sísmica ( $R$ ) de 3 por tratarse de una investigación centrada en la construcción de viviendas informales de albañilería armada o confinada.



- **Desplazamientos laterales permisibles**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla 13.

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>( <math>\Delta_i / h_{ei}</math> )</b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Tabla n.º 13. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

El límite para desplazamiento lateral de entrepiso en esta investigación será 0.005 por tratarse de edificaciones de albañilería.

#### 2.2.4. Norma E.060 Concreto Armado

- **Evaluación y aceptación del concreto**

Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Frecuencia de los ensayos**

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m<sup>2</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto premezclado. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Preparación del Equipo y del lugar de colocación del concreto**

Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), la preparación previa a la colocación del concreto debe incluir lo siguiente:

- a) Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder con las de los planos.
- b) Las barras de refuerzo, el material de las juntas, los anclajes y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.
- c) Todo equipo de mezclado y transporte del concreto debe estar limpio.
- d) Deben retirarse todos los escombros y el hielo de los espacios que serán ocupados por el concreto.
- e) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante adecuado.
- f) Las unidades de albañilería de relleno en contacto con el concreto, deben estar adecuadamente humedecidas.
- g) El refuerzo debe estar completamente libre de hielo o de otros recubrimientos perjudiciales.
- h) El agua libre debe ser retirada del lugar de colocación del concreto antes de depositarlo, a menos que se vaya a emplear un tubo para colocación bajo agua o que lo permita la supervisión.

i) La superficie del concreto endurecido debe estar libre de lechada y de otros materiales perjudiciales o deleznable antes de colocar concreto adicional sobre ella.

- **Mezclado del concreto**

La medida de los materiales en la obra deberá realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas. Todo concreto debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales. La mezcladora debe descargarse completamente antes de volverla a cargar. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), el concreto preparado en obra se debe mezclar de acuerdo con lo siguiente:

- a) El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación.
- b) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado.
- c) La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante.
- d) El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado.
- e) Debe llevarse un registro detallado para identificar:
  - a. Numero de tandas de mezclado producidas
  - b. Dosificación del concreto producido
  - c. Ubicación de depósito final en la estructura
  - d. Hora y fecha del mezclado y de la colocación

- **Transporte del concreto**

El concreto debe ser transportado desde la mezcladora hasta el sitio final de colocación empleando métodos que eviten la

segregación o la pérdida de material. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Tuberías y ductos embebidos en el concreto**

Los ductos, tuberías e insertos que pasan a través de losas, muros o vigas, deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura. Junto con sus conexiones, embebidas en una columna, no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia, o de la requerida para la protección contra el fuego. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

El recubrimiento de concreto para las tuberías y sus conexiones no debe ser menor de 40 mm en superficies de concreto expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo, ni menor de 20 mm en aquellas que no estén directamente en contacto con el suelo o expuestas a la intemperie. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no se requiera cortar, doblar o desplazar el refuerzo de su posición apropiada. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Juntas de construcción**

Es importante, para la integridad de la estructura, que todas las juntas de construcción estén cuidadosamente definidas en los documentos de construcción y que se construyan según lo especificado. Cualquier variación debe ser aprobada por la supervisión. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

## 2.2.5. Norma E.070 Albañilería

- **Limitaciones en su aplicación**

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 14.

<b>LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ZONA SÍSMICA 2 Y 3</b>		<b>ZONA SÍSMICA 1</b>
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Tabla n.º 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Aceptación de la unidad**

Además de los ensayos (resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, absorción) necesarios para las unidades de albañilería usadas en obra, también es necesario reconocer cierto aspectos físicos para su aceptación. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea. Estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico. La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras, grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia. La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de

origen salitroso o de otro tipo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Mortero**

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Proporciones**

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas indicadas en la Tabla 15.

TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Tabla n.º 15. Tipos de mortero (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Muros portantes**

De acuerdo con el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), los muros portantes deberán tener:

- a) Una sección transversal preferentemente simétrica.
- b) Continuidad vertical hasta la cimentación.
- c) Una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- d) Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.

El espesor efectivo 't' mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 1}$$

Donde 'h' es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo.

- **Muro a reforzar**

En las Zonas Sísmicas 2 y 3 se reforzará cualquier muro portante que lleve el 10% o más de la fuerza sísmica y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzará como mínimo los muros perimetrales de cierre. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Densidad mínima de muros reforzados**

Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Acero de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Dónde:

'Z', 'U' y 'S' corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

'N' es el número de pisos del edificio.

'L' es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen).

't' es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión, podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación, donde y son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Albañilería confinada**

El RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014) considera como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

- a) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
- b) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical.
- c) Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería.
- d) Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con  $f'c \geq 17.15$  MPa (175 kg/cm<sup>2</sup>).
- e) El espesor mínimo de las columnas y viga solera será igual al espesor efectivo del muro.
- f) El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- g) Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12.50 cm y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10 cm de longitud.

- **Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm<sup>2</sup>)**



RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	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)
Concreto		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
	Bloque Tipo P (*)	6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Tabla n.º 16. Resistencias características (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

El módulo de elasticidad ( $E_m$ ) y el módulo de corte ( $G_m$ ) para la albañilería se considerarán como sigue:

- Unidades de arcilla:  $E_m = 500 f'_m$
- Unidades Sílico-calcáreas:  $E_m = 600 f'_m$
- Unidades de concreto vibrado:  $E_m = 700 f'_m$
- Para todo tipo de unidad de albañilería:  $G_m = 0.4 E_m$

Opcionalmente, los valores de  $E_m$  y  $G_m$  podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de NTE E.070. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Autoconstrucción

Es llamada así a la construcción de viviendas en las cuales no existe asesoramiento técnico de ingenieros, y en la que la construcción se lleva a cabo por albañiles o maestros de obra que no conocen la normatividad requerida para construir una vivienda especificada en el Reglamento Nacional de Edificaciones. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.3.2. Altura efectiva

Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.3.3. Arriostre

Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.3.4. Albañilería

Es un sistema constructivo que consiste en el uso de elementos, piezas o unidades colocadas, en forma manual, una sobre otra. Estos elementos pueden permanecer superpuestos y mantenerse unidos por su propio peso o estar adheridos entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, ladrillos y bloques).

- **Unidades de albañilería sólida**

Es la Unidad de Albañilería cuya sección transversal, superficie de asiento, tiene un área efectiva mayor o igual al 70% del área bruta. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Unidades de albañilería hueca**

Es la Unidad de Albañilería cuya superficie de asiento tiene un área equivalente a menos del 70% del área bruta. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Unidades de albañilería tubular**

Es la Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Unidades de albañilería de concreto**

El Ladrillo de concreto se define como la unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con cemento Portland y agregados.

La ventaja de las unidades de concreto sobre las anteriores es que dependiendo de la dosificación que se emplee (Cemento-Arena-Confitillo-Agua), pueden lograrse unidades con una resistencia que dependan del uso al que se destine. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Unidades de albañilería sílico calcáreos**

Estas unidades están compuestas por una mezcla de arenas naturales y cal hidratada, lo que da lugar a unidades de color blanca grisáceo. Durante el proceso de moldeado y curado se desarrolla un proceso químico mediante el cual la Cal reacciona con el Silicio, formando un agente cementante que une las partículas de arena. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

Los muros de albañilería se pueden clasificar por la función estructural que tienen al ser construidas que pueden ser: generar ambientes o cerrar espacios, los cuales son llamados muros no portantes; y como elementos estructurales del sistema, llamados muros portantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Muros no portantes**

Estos muros no soportan carga, salvo su peso propio. Son por ejemplo los cercos, parapetos y tabiques, elementos cuya función básica es la de aislar o separar, cumpliendo con características acústicas y térmicas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Muros portantes**

Son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual. Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), los muros portantes se clasifican de acuerdo a su distribución del refuerzo, así tenemos a los:

#### **a) Muros No reforzados**

Muros que carecen de refuerzo. De acuerdo a la Norma E.070, este tipo de edificación no debe de emplearse debido a que su falla es frágil ante terremotos.

#### **b) Muros Reforzados**

Estos muros se clasifican de acuerdo a la disposición del refuerzo, por lo tanto pueden ser:

##### **b.1) Muro de Albañilería Armada**

En estos muros el refuerzo se encuentra en el interior de la albañilería, generalmente distribuido en forma horizontal y vertical. Requieren de la fabricación de unidades de albañilería con alveolos que es por donde se ubica el refuerzo y estos son llenados con concreto líquido.

##### **b.2) Muro de Albañilería Seca**

Estos muros armados no requieren el uso de mortero en las juntas verticales u horizontales. Se forman empleando unidades sílico calcáreas especialmente diseñadas para la construcción de Muros Estructurales, para la construcción de viviendas de 1 a 6 pisos sin necesidad de elementos estructurales verticales de concreto.

##### **b.3) Muro de Albañilería Confinada**

Sistema de construcción muy empleado para edificaciones hasta de 5 pisos. En este sistema, los elementos de albañilería se encuentran confinados por elementos de concreto armado los cuales son vaciados después de haberse construido el muro de albañilería.

### 2.3.5. Carga

Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.3.6. Concreto

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Concreto estructural**

Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.

- **Concreto simple**

Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.

- **Concreto armado o reforzado**

Se le llama armado porque la colocación de armaduras de acero es diseñada para soportar los esfuerzos de corte y tracción en los elementos estructurales.

- **Concreto ciclópeo**

Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes.

- **Concreto premezclado**

Es el concreto que se dosifica en planta que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

- **Concreto preesforzado**

Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas.

- **Mortero de cemento**

Es la mezcla constituida por cemento, agregados predominantemente finos y agua.

### 2.3.7. Confinamiento

Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

### 2.3.8. Elementos estructurales

Son los elementos que soportan los esfuerzos y deformaciones que tiene una determinada estructura, son parte de la estructura. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

- **Cimentación**

Es el elemento estructural que transmite las cargas de la estructura al terreno de fundación.

- **Columnas**

Elementos estructurales que soportan tanto cargas verticales (peso propio) como fuerzas horizontales (sismos y vientos), trabajan generalmente a flexo compresión como también en algunos casos a tracción (columnas atirantadas).

- **Muros**

Elementos estructurales que transmiten fundamentalmente cargas verticales y que permiten el cierre de los espacios.

- **Vigas**

Resisten cargas transversales en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la viga. Trabaja a flexión.

Recibe las cargas de las losas transmitiéndolas a las columnas y/o muros. Sus apoyos se encuentran en los extremos.

- **Losas**

Elemento estructural plano cargado con fuerzas perpendiculares a su plano (cargas vivas y muertas). Separa

horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para el segundo. Debe garantizar el aislamiento del ruido y del calor. Trabajan a flexión. Dependiendo del material a ser utilizado pueden ser diafragmas flexibles o rígidos.

### **2.3.9. Espesor efectivo**

Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

---

## **CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS**

### **3.1. Formulación de la hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis General**

Existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.

#### **3.1.2. Hipótesis Específica**

- a) Existe una relación directa entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- b) Existe una relación directa entre el diseño de estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- c) Existe una relación directa entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.
- d) Existe una relación directa entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.

### **3.2. Variables**

#### **3.2.1. Variable independiente**

Factores estructurales de las viviendas

#### **3.2.2. Variable dependiente**

Nivel de vulnerabilidad sísmica



### 3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Factores estructurales de la vivienda	Es la información y características físicas que presenta cada edificación, necesario para poder comprender su calidad resistente.	Tamaño	Área
			Cantidad de pisos
		Diseño estructural	Configuración estructural
			Resistencia convencional
			Diafragmas horizontales
			Elementos no estructurales
			Sistema estructural
		Calidad estructural	Materiales de construcción
			Estado de conservación
			Tiempo de vida de la construcción
		Ubicación	Pendiente del terreno
			Tipo de terreno
			Calidad del suelo
Cimentación			
			Topografía irregular
Nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda	Evalúa el comportamiento estructural de una edificación ante acciones sísmicas.	Vulnerabilidad sísmica	Índice de vulnerabilidad

---

## **CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN**

Este capítulo se refiere a la investigación que se realizó en la ciudad de Lima, distrito de Independencia a 40 viviendas autoconstruidas. Se eligió una zona de la urbanización Tahuantinsuyo, en las laderas. En estas viviendas se recopiló las características respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo. Además de otros aspectos relevantes si se pretende evaluar su vulnerabilidad y los daños que se podrían suscitar frente a un sismo de gran magnitud.

Para la consecución de los objetivos planteados de esta investigación se utilizó la siguiente metodología:

### **4.1. Investigación bibliográfica**

Se optó por recopilar la información bibliográfica para ampliar conocimientos generales sobre la autoconstrucción, vulnerabilidad sísmica, peligro y temas afines. Se recolectó y estudió libros y documentos que tratan sobre este tema. Se revisó información del Instituto Nacional de Estadística del Perú, páginas web y otras.

Los libros y documentos consultados, se encuentran detallados en la bibliografía y referencias presentadas al final de esta investigación. Con esta información se efectuó el planteamiento para el inicio de la recolección de datos en las viviendas.

### **4.2. Tipo de diseño de investigación**

Esta tesis es una investigación de campo con un enfoque cuantitativo correlacional, debido a que se busca encontrar la relación de los factores estructurales y el índice de vulnerabilidad de las viviendas construidas en laderas de la urb. Tahuantinsuyo.

### **4.3. Selección de las zonas de estudio**

Para la selección de las zonas de estudio se recurrió a la urbanización Tahuantinsuyo en Independencia por la tipología de suelo y topografía, lo cual será utilizado para la generalización de los resultados en zonas de la ciudad de Lima con características similares.

- **Ubicación de las viviendas**

Se buscó donde se practique mayoritariamente la autoconstrucción en Lima Norte. En este caso la urbanización Tahuantinsuyo de Independencia por ser una de las zonas pobladas de mayor antigüedad.

- **Tipología y topografía del suelo**

Se buscó una zona con un alto porcentaje de pendiente y con un tipo de suelo homogéneo.

- **Problemas constructivos**

Los problemas constructivos son por la baja calidad de los materiales utilizados o por una inexperta mano de obra empleada, durante la construcción.

#### 4.4. Descripción de las zonas de estudio

En la investigación se tomó la zona 16 de la urbanización Tahuantinsuyo para encuestar a propietarios de 40 viviendas.

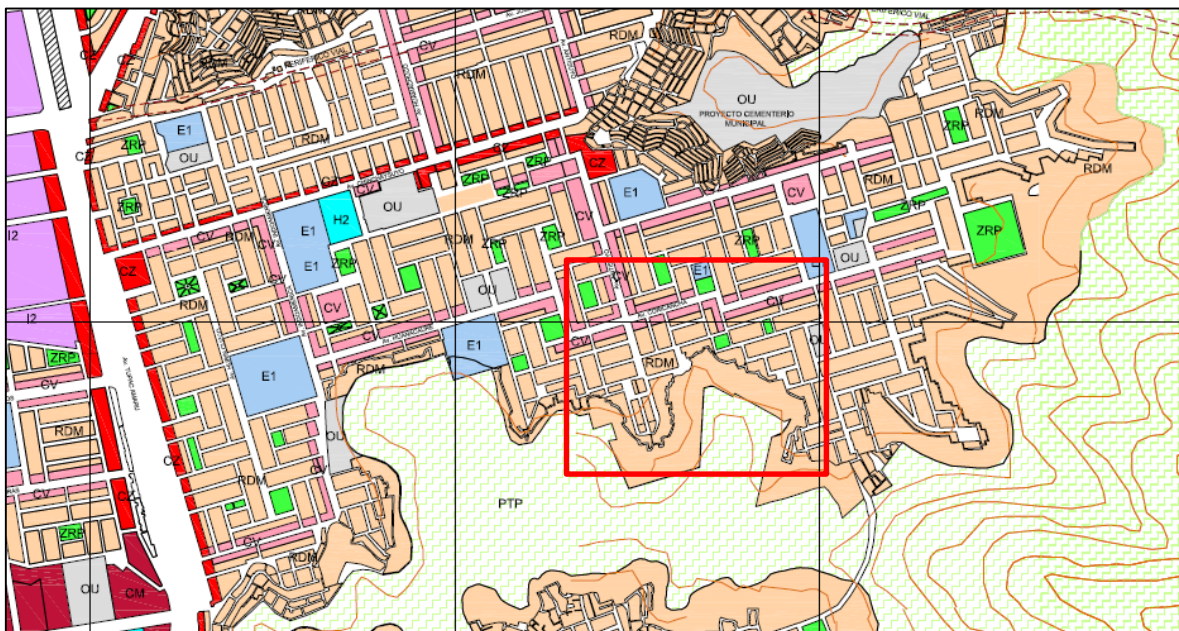


Gráfico n.º 12. Plano de la urbanización Tahuantinsuyo (Municipalidad distrital de Independencia, 2016)



Gráfico n.º 13. Selección de las áreas y viviendas a encuestar (Municipalidad distrital de Independencia, 2016)

#### 4.5. Material de estudio

- **Unidad de estudio**

Las unidades de estudio son las viviendas informales construidas en laderas, con sistema estructural de albañilería confinada, de hasta 4 pisos o más, en la urbanización Tahuantinsuyo en el distrito de Independencia.

- **Población**

Se seleccionaron 40 viviendas aleatoriamente de la zona 16 (según el plano de zonificación de la municipalidad de Independencia) para realizar su análisis.

#### 4.6. Técnicas, procedimientos e instrumentos

##### 4.6.1. Para recolectar datos

- **Ficha de encuestas**

Se realizaron encuestas a los propietarios de las viviendas para obtener datos como antigüedad de la vivienda, nombre del propietario, supervisión técnica en la construcción, etc. Ver Anexo 4.

La ficha de encuesta registra a cada una de las viviendas seleccionadas: su ubicación, existencia de planos, área total del terreno, y tiempo de vida de la vivienda.

Las preguntas realizadas a los propietarios es información fundamental de la vivienda con lo que se definirá si la vivienda es o no, una vivienda autoconstruida. El recuadro que se presenta al final de la encuesta, presenta el esquema de los planos arquitectónicos de la vivienda, se ha llenado solo si el propietario tiene y aceptó mostrar los planos, en caso contrario se dejó el recuadro en blanco.

- **Fichas de observación**

Las fichas de observación darán información detallada de las estructuras. Se presentarán detalles de las viviendas, posibles fallas o errores constructivos dentro o fuera de la vivienda. Ver Anexo 5.

- **Entrevistas**

Se procede a la visita de las viviendas a analizar. En cada vivienda se explicó el propósito de estudio esperando la aceptación de dueño del inmueble para poder realizar las encuestas y toma de fotografías.

Las entrevistas permitirán obtener opiniones o comentarios sobre la vivienda o sobre el comportamiento de su vivienda ante un sismo.

- **Ficha de reporte o de gabinete**

Se procesó la información de las fichas de encuesta para generar las fichas de reporte, una por vivienda. El formato de las fichas de reporte se extrajo del manual de FEMA (en inglés es *Federal Emergency Management Agency* y en español es *Agencia Federal para el Manejo de Emergencias*) llamado *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards* (en español es *Exploración Visual Rápida de Edificios para Posibles Riesgos Sísmicos*), el cual se modificó para incluir los datos necesarios para el desarrollo de la metodología de análisis y para lograr los objetivos de esta investigación. Ver Anexo n.º 7.

Las fichas de reporte consisten en una tabla donde se realiza el análisis de acuerdo a la metodología usada para hallar el Índice de Vulnerabilidad el cual es el método de Benedetti & Petrini. En esta ficha se desarrolla la valorización de los parámetros a analizar los cuales son: Organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre los muros, elementos no estructurales, y por último el estado de conservación.

Es necesario indicar que, el parámetro ‘Tipo de cubierta’ presentado en la metodología adoptada no se está tomando en consideración en esta investigación debido a que éste parámetro hace referencia a las cubiertas que presentaban las viviendas de la zona analizada por el autor del método, la cual es en Italia. Ver Anexo 6.

#### 4.6.2. Para analizar información

Realizados los análisis por vivienda en los reportes, se procedió a resumir los resultados de análisis y observaciones hechas en la encuesta.

A partir del total de viviendas encuestadas, se elaboraron tablas donde se registró las irregularidades estructurales encontradas. Según esta información se determinó que algunos problemas son comunes en la mayoría de las viviendas encuestadas. Se resumió en tablas de resumen y gráficos de barras para verificar los resultados de los cálculos de vulnerabilidad sísmica.

Para dar validez a la información obtenida se tendrán en cuenta el tipo de preguntas que se le harán al encuestado o entrevistado, serán sencillas, fáciles de entender y concisas. Además, la calidad de las fotografías será en alta definición para asegurar la identificación de las fallas y errores de las estructuras. También se demuestra la cantidad de viviendas encuestadas según el tamaño de muestra obtenido con la fórmula: (Feedback Networks, 2016)

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

Donde:

N: Tamaño de la población o universo

k: Constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean cierto.

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

Tabla n.º 17. Valor de nivel de confianza (Feedback Networks, 2016)

e: Error muestral deseado. Este coeficiente es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$ , que es la opción más segura.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

n: tamaño de la muestra.

Siendo los valores de los coeficientes en la fórmula los siguientes:

N= 557 Es el la cantidad de lotes establecidos por la municipalidad de Independencia en la zona de estudio (zona 16).

k= 1.65 El nivel de confianza se considera 90% debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.

e= 10% Este valor es debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.

p= 0.8 Este valor se obtiene suponiendo que el 80% de las viviendas analizadas fueron construidas sobre terrenos con pendientes pronunciadas.

q= 0.2 Este valor se obtiene de  $1-p$ , que es el 20%.

n= 40 Es la cantidad de viviendas que es necesario evaluar.

#### **4.7. Organización del trabajo de campo**

Para la ejecución de las encuestas, se llevó carnet de la universidad y tarjetas de presentación para poder facilitar en cierta manera el proceso de encuestamiento en las viviendas. Pese a ello, durante la ejecución de la encuesta, varios pobladores negaron realizar la encuesta, aparentemente por temor a algún tipo de robo o porque pensaban que la encuesta era para la municipalidad. Pero hubo también propietarios que realizaron las encuestas amablemente.

Las encuestas se realizaban tocando puerta por puerta de forma seguida. Se trasladó a pie hasta la próxima zona donde debe de encuestarse la siguiente vivienda. Se buscó que la ubicación de las viviendas encuestadas sea lo más diversa.

##### **4.7.1. Dificultades encontradas**

Entre las dificultades que se encontraron en el trabajo en campo tenemos:

- a. No se encontró al propietario, siendo inaccesible la vivienda para realizar la encuesta y el levantamiento correspondiente.
- b. Falta de seguridad de algunos barrios, que obligó a reubicar la encuesta. Para prevenir perder parte del equipo para la ejecución de las encuestas.
- c. La negativa de dar acceso a la vivienda de parte de algunos propietarios de las viviendas, quienes reaccionaron por temor o desconocimiento.
- d. La desconfianza de los propietarios no permitió la toma de fotografías o de ingresar a las viviendas a verificar la existencia de agrietamiento u otras posibles fallas.
- e. La falta de datos o imprecisión de la información en algunas fichas de encuestas, debido al desconocimiento o memoria del encuestado de la vivienda.
- f. En muchos casos, la obtención de datos como las medidas de las viviendas se realizó mediante el uso de programas como Google Earth y Google Maps, los cuales permiten hallar el área total del terreno y la extracción de imágenes que permitan la evaluación estructural de las viviendas.



## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Esta investigación se ha enfocado en el análisis de las viviendas autoconstruidas en terrenos con pendiente, pues se busca encontrar la relación de los factores estructurales de las viviendas y el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan. Estos puntos son las interrogantes que buscamos resolver con ésta investigación, para lo cual se realizó encuestas y un análisis de las estructuras, con la finalidad conocer la realidad que presenta la Urb. Tahuantinsuyo.

### 5.1. Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica

#### 5.1.1. Encuestas

- **Área construida**

Las encuestas indican que el 33% de las viviendas encuestadas tienen un área construida de entre 101 y 150 m<sup>2</sup>, siguiendo con 30% viviendas de entre 151 y 200 m<sup>2</sup>, luego viviendas con 51 a 100 m<sup>2</sup> con 22%, y un 13% tienen más de 200 m<sup>2</sup>.

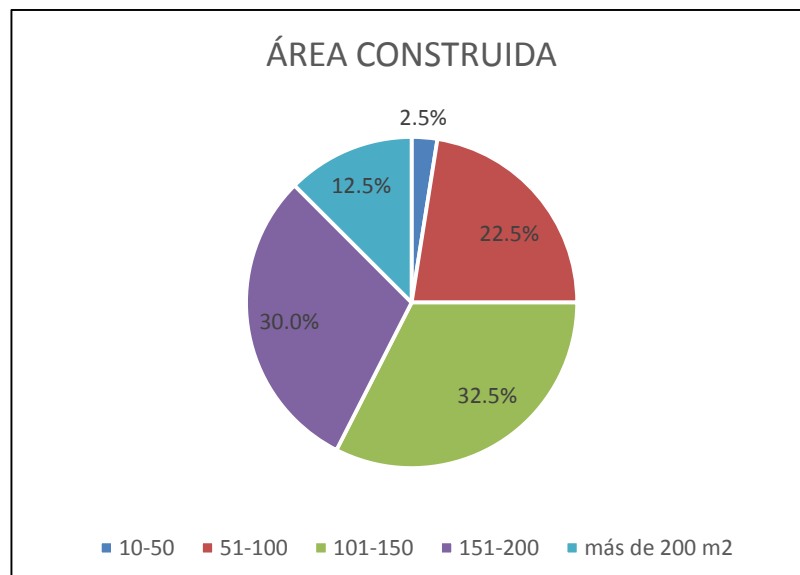


Gráfico n.º 14. Área construida

- **Cantidad de pisos**

La mitad de las viviendas encuestadas son de dos pisos, mientras que el 25% son de tres pisos, el 15% es de un piso y el 10% son de 4 pisos.

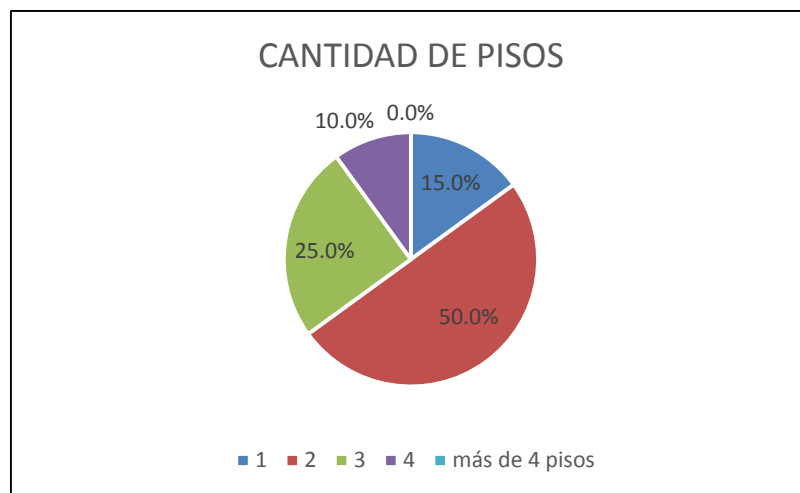


Gráfico n.º 15. Cantidad de pisos

- **Antigüedad de las viviendas**

La tercera parte de las viviendas tienen una antigüedad de más de 40 años, mientras que la cuarta parte tienen entre 11 y 20, el 20% tienen entre 31 y 40 años, el 15% tienen entre 21 y 30 años y el resto tienen entre 1 y 10 años.

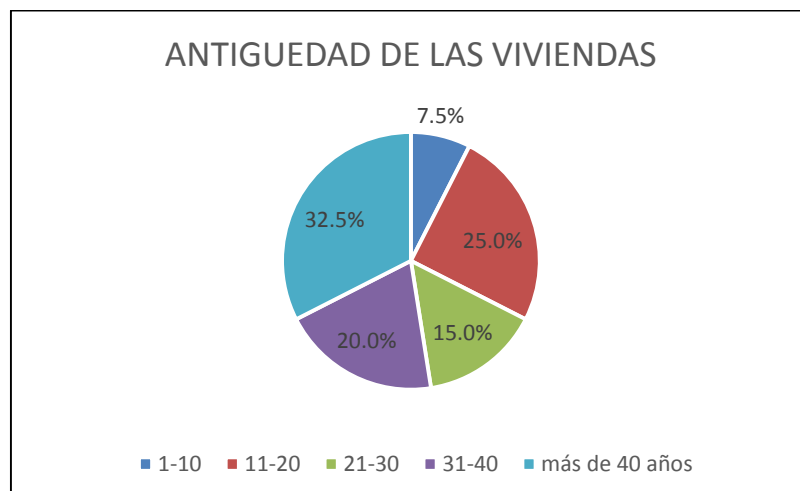


Gráfico n.º 16. Antigüedad de las viviendas

- Asesoramiento técnico y elaboración de planos**

Este punto trata de identificar el nivel en el que se encuentran las viviendas en lo que se refiere a informalidad, según las respuestas de los dueños de las viviendas en análisis.

El 70% de las viviendas no fueron diseñadas ni supervisadas durante la construcción por ingenieros o expertos que puedan dar fe de la calidad estructural de estas. El 17% si tuvieron un diseño estructural y solo el 13% fueron diseñadas y supervisadas durante la construcción por expertos, según los propietarios estos expertos eran ingenieros enviados por la municipalidad. Además se tiene que el 60% de las viviendas encuestadas no tienen planos de las viviendas.

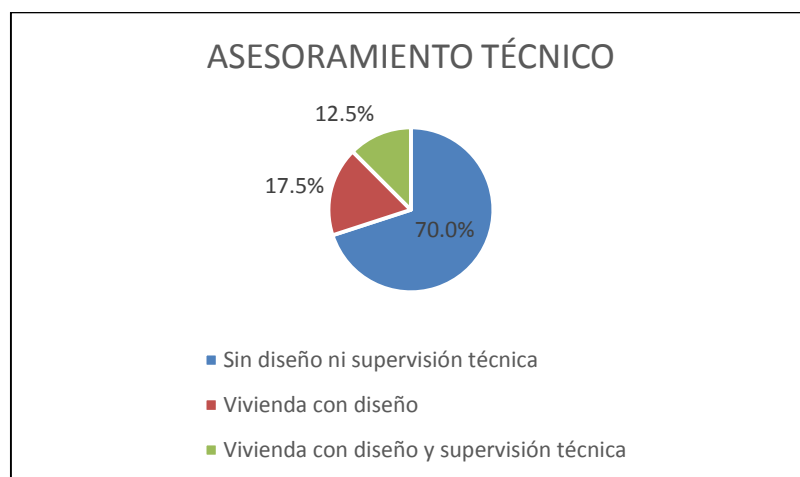


Gráfico n.º 17. Asesoramiento técnico

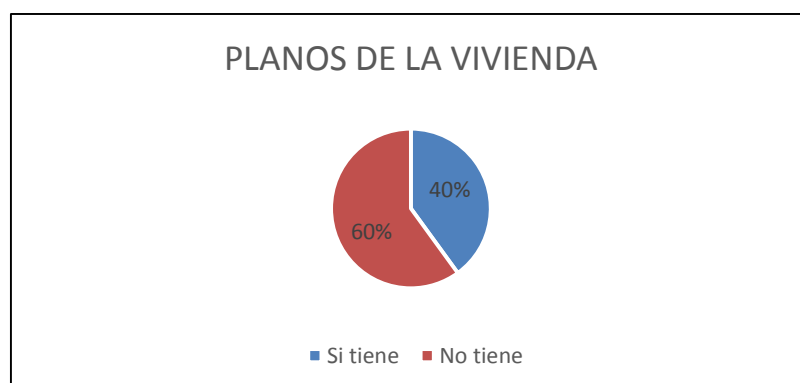


Gráfico n.º 18. Planos de la vivienda



### 5.1.2. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Se realizó el análisis de las viviendas mediante la adaptación de la metodología de Benedetti & Petrini para hallar el índice de vulnerabilidad de cada estructura.

Los valores de índice de vulnerabilidad que se obtienen mediante esta metodología se encuentran en el rango de 0 a 337.5, siendo éste último valor el menos favorable y supone presencia de mayor daño ante un sismo.

La tabla n.º 19 presenta los rangos de vulnerabilidad para las edificaciones analizadas, en donde se presenta una interpretación del valor numérico del índice de vulnerabilidad y que permitiría tomar decisiones pertinentes ante posibles riesgos sísmicos, además permite el desarrollo de planes de mitigación de desastres.

Valor de índice de vulnerabilidad <i>I<sub>v</sub></i>	Interpretación del índice de vulnerabilidad <i>I<sub>v</sub></i>	Tipo de intervención
0 - 52.5	Baja vulnerabilidad	A largo plazo
52.5 – 125	Media vulnerabilidad - baja	A largo plazo
125 – 162.5	Media vulnerabilidad - alta	Necesaria
162.5 – 337.5	Alta vulnerabilidad	Urgente - Inmediato

Tabla n.º 19. Escala global de vulnerabilidad adaptada. (Hurtado O. & León M., 2008)

A continuación se presentará como se realizó la valorización de los parámetros tomando de ejemplo una vivienda, la cual tendrá su ficha de reporte como Anexo n.º 8:

- **Organización del sistema resistente**

Este parámetro se evalúa la calidad del proceso constructivo, verificando el correcto confinamiento del muro, la presencia de columnetas de amarre en muros y parapetos. En el caso de la vivienda se encontró que no presentaba viga solera en algunos muros. La vivienda analizada se evaluó como B por ser este caso solo en el último nivel.

- **Calidad del sistema resistente**

Este parámetro evalúa la calidad de los materiales de construcción sea el caso de ladrillos, concreto y acero. Además se considera una calificación C en las viviendas que presentan muros que resisten cargas de la estructura pero que han sido construidos con ladrillos tubulares o pandereta.

Se calificó como B debido a la antigüedad del edificio. Presenta una calidad de albañilería y mortero mediocre en el primer nivel a causa que éste se construyó mucho antes que el segundo además se aprecia eflorescencia en los muros, muy común en las viviendas de ésta zona, por el contrario en el segundo nivel se distingue la calidad de los ladrillos utilizados.



Gráfico n.º 19. Cambio de calidad de albañilería. (Fuente: Propio)

- **Resistencia convencional**

Este parámetro busca evaluar la relación entre los esfuerzos resistentes y los esfuerzos actuantes de la estructura en cada uno de los sentidos del sismo mediante la fórmula:

$$F_S = \frac{V_R}{V_A}$$

El esfuerzo resistente  $V_R$  se halló de la siguiente manera:

$$V_R = A_x * 30 \text{ ton/m}^2 = 95.80 \text{ ton}$$

Donde:  $A_x$ : Área resistente en sentido del sismo  $x = 3.19 \text{ m}^2$

$30 \text{ ton/m}^2$ : El esfuerzo cortante del ladrillo

El esfuerzo actuante  $V_A$  se halló de la siguiente manera:

$$V_R = \frac{Z * U * C * S}{R} * [(A_1 + A_2) * 1 \text{ ton/m}^2] = 109.5 \text{ ton}$$

Donde:  $Z$ : Factor de zona sísmica =  $0.45 \text{ m}^2$

$U$ : Factor de uso = 1

$C$ : Factor de amplificación sísmica = 2.5

$S$ : Factor de suelo = 1

$R$ : Coeficiente de reducción sísmica = 3 (sismo severo)

$A_1$ : Área del primer nivel =  $138.25 \text{ m}^2$

$A_2$ : Área del segundo nivel =  $153.7 \text{ m}^2$

$1 \text{ ton/m}^2$ : El peso por metro cuadrado de la estructura

$$F_S = \frac{V_R}{V_A} = \frac{95.8 \text{ ton}}{109.5 \text{ ton}} = 0.875$$

El resultado de la división se encuentra entre 1 y 0.6 por lo que el valor del parámetro será B.

Es necesario indicar que, se están utilizando datos como  $1 \text{ ton/m}^2$  para conocer el peso de la estructura, el cual es utilizado generalmente en el predimensionamiento más no en el diseño de la estructura, además el área resistente para los sentidos X e Y se halla relacionando los lados de la estructura y multiplicando por el 5% del área total (se usó ésta relación por su aproximación a los valores encontrados en las viviendas que sí se pudieron medir).

Esta metodología busca datos numéricos para poder evaluar y calificar el comportamiento de la estructura en análisis, por lo que se cree no es

necesario desarrollar a fondo el análisis de las cortantes para hallar datos más exactos.

- **Posición del edificio y cimentación**

La evaluación de este parámetro se basa en la ubicación de la estructura, el tipo de pendiente que presenta el terreno en el que está construida y la calidad de la cimentación.

La edificación tiene una cimentación plana y no se ve afectada por algún terraplén por lo que se calificará el parámetro con A.

- **Diafragmas horizontales**

En este punto se está considerando la ausencia de una losa que una los muros como una falta de diafragma por lo tanto también se considera una incorrecta unión muro-diafragma.

La edificación no tiene desniveles en las losas, ni aberturas en diafragmas y su conexión muro-diafragma es eficaz así que éste parámetro se calificará con A.

- **Configuración en planta**

En éste parámetro se consideró al lado izquierdo de la estructura como un mismo bloque mientras que en el lado derecho se aprecian 3 bloques de menores dimensiones.

$$L = 21.3 \text{ m} \quad a = 4.59 \text{ m} \quad b = 3.38 \text{ m}$$

$$\frac{a}{L} = \frac{4.59 \text{ m}}{21.3 \text{ m}} = 0.215$$

$$\frac{b}{L} = \frac{3.38 \text{ m}}{21.3 \text{ m}} = 0.159$$

El valor de  $\frac{a}{L}$  es menor que 0.4 (D) y el valor de  $\frac{b}{L}$  se encuentra entre 0.1 y 0.2 (B), para lo cual se elegirá la calificación más baja. El parámetro se calificará con D.



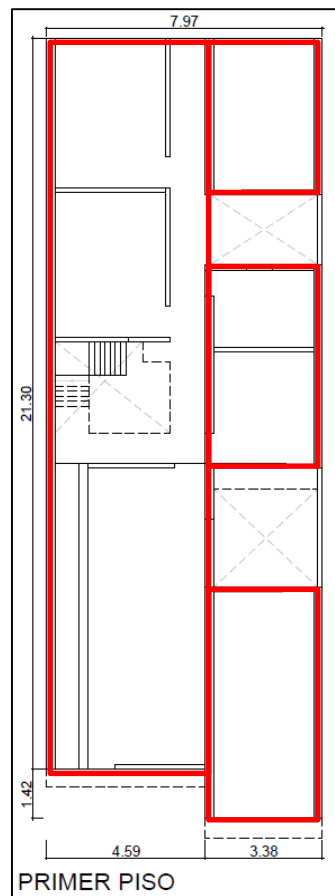


Gráfico n.º 20. Plano del primer piso. (Fuente: Propio)

- **Configuración en elevación**

Éste parámetro relaciona la diferencia de masas de los niveles de la estructura con la masa del nivel inferior, de la siguiente manera.

$$\pm \frac{\Delta M}{M} = + \frac{153.7 \text{ ton} - 138.25 \text{ ton}}{138.25 \text{ ton}} = +0.11 = 11\%$$

Al igual que el parámetro de resistencia convencional, éste parámetro se calcula multiplicando  $1 \text{ ton}/\text{m}^2$  por el área de los niveles respectivos para hallar el peso. Calificando como D por tener el segundo nivel un mayor tamaño que el primer nivel para lo cual se considera un valor positivo mayor que 0.



Gráfico n.º 21. Fachada de vivienda. (Fuente: Propio)

- **Separación máxima entre los muros**

Éste parámetro relaciona la distancia máxima entre muros y su espesor del muro al que son tangenciales.

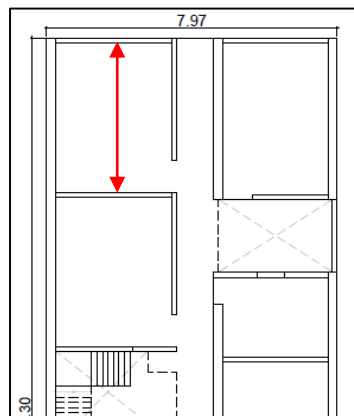


Gráfico n.º 22. Sección del plano del primer piso. (Fuente: Propio)

$$L = 4.35 \text{ m} \quad S = 0.24 \text{ m}$$

$$\frac{L}{S} = \frac{4.35 \text{ m}}{0.24 \text{ m}} = 18.13$$

El valor de  $\frac{L}{S}$  se encuentra entre 18 y 25, siendo ésta la relación más crítica en la estructura. El parámetro se calificará con C.

- **Elementos no estructurales**

La vivienda analizada presenta muchos parapetos no muy largos y sin pequeñas columnetas que eviten el volteo, además algunas de estos parapetos presentan daños como rajaduras o desgaste, por las razones descritas éste parámetro califica como B.

- **Estado de conservación**

El principal problema de la vivienda analizada y de la zona en general es la eflorescencia, lo cual provoca desgaste en los muros del primer nivel. Éste problema no ocasiona daños importantes en la estructura y se puede reparar fácilmente. Además, no se encuentran daños ni rajaduras importantes en elementos estructurales, aparte de los ya descritos en los parapetos que quizás sean provocados por su propio peso y por la incorrecta construcción de ellos.

Como se indicó en un punto anterior el primer piso se construyó mucho antes que el segundo por lo que se supone un desgaste en la albañilería causado por la antigüedad del edificio. Ésta vivienda califica con un estado de conservación B.



Gráfico n.º 23. Eflorescencia en muro de primer nivel. (Fuente: Propio)

### 5.1.3. Índice de vulnerabilidad $I_v$

Luego de realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de las 40 viviendas, se realizó un cuadro de resumen en donde se indica puntos importantes como: el área construida, la cantidad de pisos de la edificación y el índice de vulnerabilidad  $I_v$ . Además se clasifica los valores de  $I_v$  con colores que indican los niveles de vulnerabilidad y la urgencia que presenta cada vivienda.

La tabla n.º 20 muestra que el 50% de las viviendas encuestadas necesitan intervención a largo plazo ya sea un reforzamiento o mejora de los elementos estructurales y el 7.5% requieren de intervención inmediata.

INDICE DE VULNERABILIDAD							
i	Área	Pisos	$I_v$	i	Área	Pisos	$I_v$
1	138.25	2	92.50	21	170.00	2	155.00
2	210.00	3	103.75	22	120.00	4	172.50
3	126.00	4	152.50	23	189.00	2	145.00
4	150.00	3	115.00	24	160.00	3	121.25
5	150.00	2	118.75	25	105.00	1	26.25
6	140.00	3	46.25	26	120.00	2	145.00
7	130.00	2	145.00	27	100.00	1	20.00
8	178.00	3	82.50	28	240.00	2	101.25
9	165.00	2	126.25	29	170.00	2	141.25
10	170.00	3	142.50	30	110.00	2	47.50
11	125.00	2	91.25	31	45.32	2	190.00
12	205.00	2	137.50	32	80.00	2	138.75
13	220.00	3	147.50	33	70.50	2	158.75
14	125.00	3	138.75	34	52.50	2	185.00
15	180.00	3	97.50	35	60.40	1	133.75
16	136.00	2	125.00	36	89.70	2	121.25
17	160.00	2	117.50	37	68.50	1	143.75
18	102.00	2	95.00	38	91.50	1	133.75
19	180.00	4	130.00	39	100.00	2	145.00
20	150.00	4	121.25	40	52.00	1	138.75





	Baja vulnerabilidad	Intervención a largo plazo
	Media vulnerabilidad - baja	Intervención a largo plazo
	Media vulnerabilidad - alta	Intervención necesaria
	Alta vulnerabilidad	Intervención inmediata

Tabla n.º 20. Resumen índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)



## 5.2. Relación del índice de vulnerabilidad con los factores estructurales evaluados.

### 5.2.1. Tamaño de la edificación

Según el área del terreno, en el gráfico n.º 26 se aprecia que el promedio del índice de vulnerabilidad aumenta a medida que el área del terreno disminuye, esto se debe principalmente a que las viviendas de menor área de terreno se encuentran en lo más alto de las laderas.

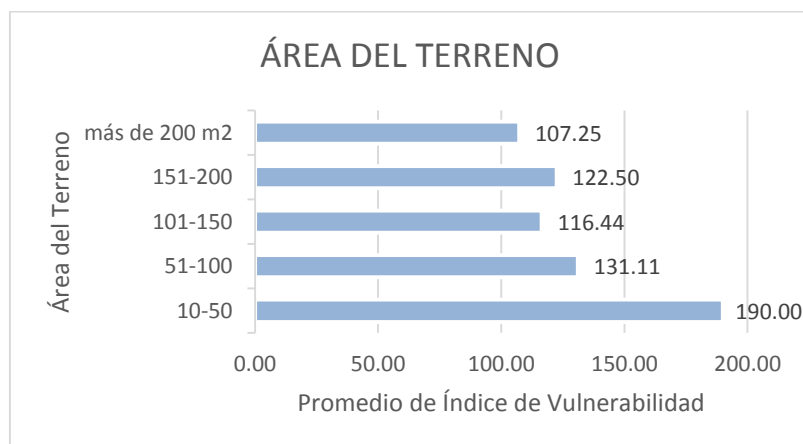


Gráfico n.º 26. Área del terreno vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)

Según la cantidad de pisos, en el gráfico n.º 27 se aprecia que el promedio del índice de vulnerabilidad aumenta a medida que el número de pisos aumenta, esto se debe a que con la construcción de más niveles en la edificación, el peso de este aumenta.

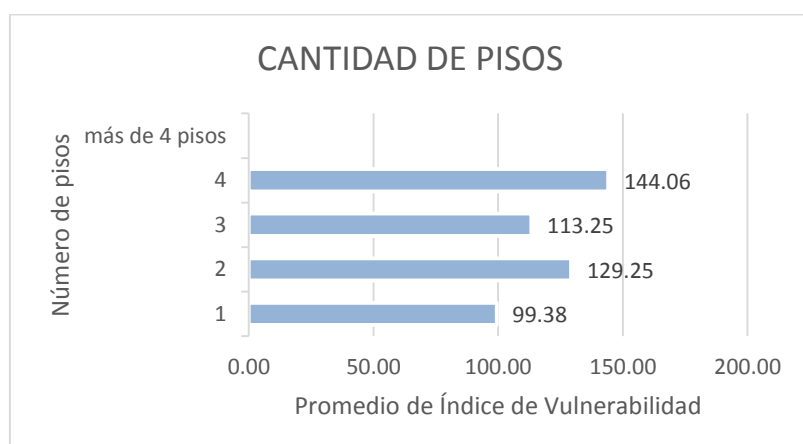


Gráfico n.º 27. Cantidad de pisos vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)

### 5.2.2. Diseño estructural

Según el diseño estructural, en el gráfico n.º 28 se aprecia que el promedio del índice de vulnerabilidad aumenta cuando la edificación se construye sin el diseño estructural de un ingeniero civil o si no se hace la correcta supervisión técnica durante la construcción.

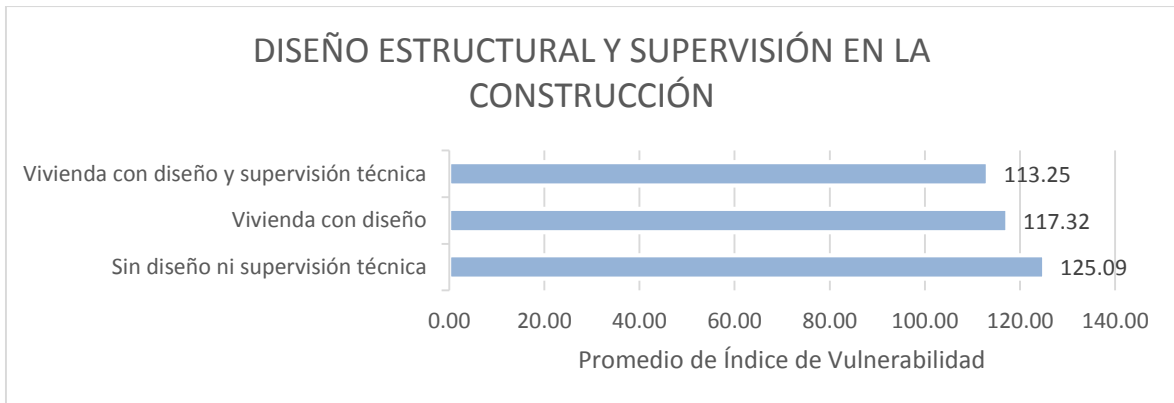


Gráfico n.º 28. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)

### 5.2.3. Calidad estructural

Según el tiempo de vida, en el gráfico n.º 29 no se puede establecer una relación entre el promedio del índice de vulnerabilidad y el tiempo que tiene construida la edificación. Las viviendas más antiguas se encuentran en las áreas con menos pendiente y las viviendas con menos años de construidas se encuentran en lo más alto de las laderas.

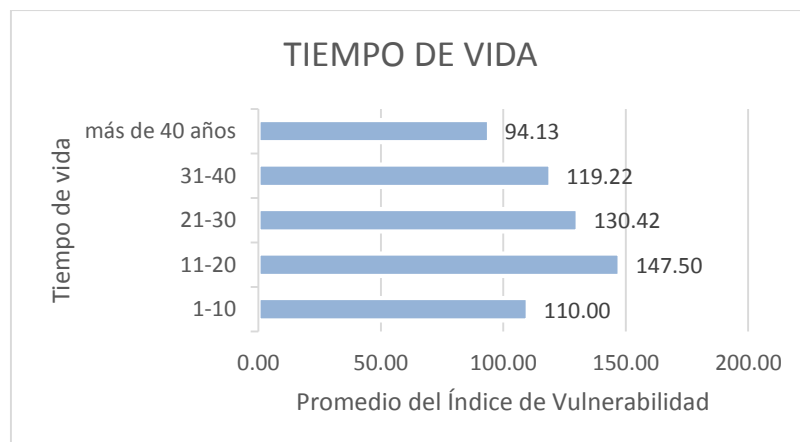


Gráfico n.º 29. Tiempo de vida vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)

El análisis de vulnerabilidad sísmica arroja que el 65% de las edificaciones presentan una calificación *C* en el parámetro de *Calidad estructural*.

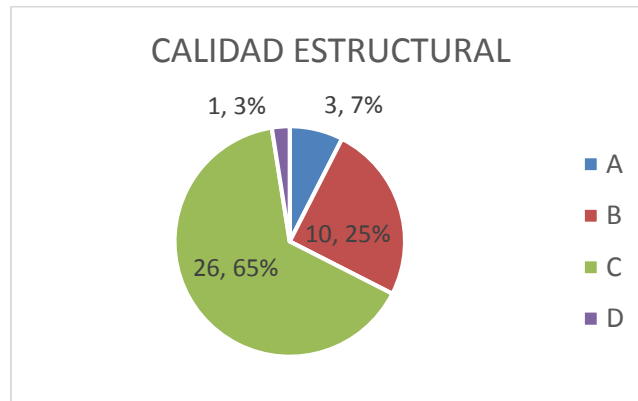


Gráfico n.º 30. Parámetro calidad estructural. (Fuente: Propio)

#### 5.2.4. Ubicación

Según la ubicación, en el gráfico n.º 31 se aprecia un aumento del índice de vulnerabilidad cuando las viviendas están construidas sobre pendientes pronunciadas.

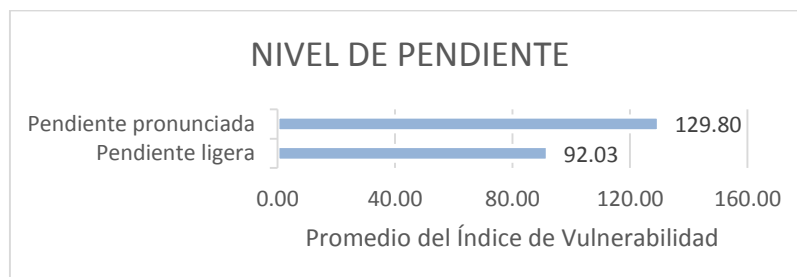


Gráfico n.º 31. Nivel de pendiente vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)

En el gráfico n.º 32 se aprecia un aumento del índice de vulnerabilidad cuando las viviendas están construidas sobre terreno natural.

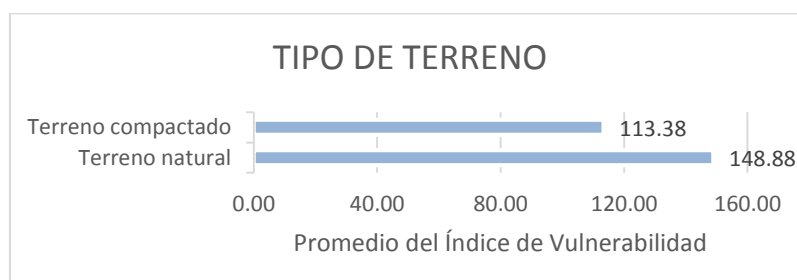


Gráfico n.º 32. Tipo de terreno vs Índice de vulnerabilidad. (Fuente: Propio)



### 5.3. Relación de la construcción en laderas y el índice de vulnerabilidad

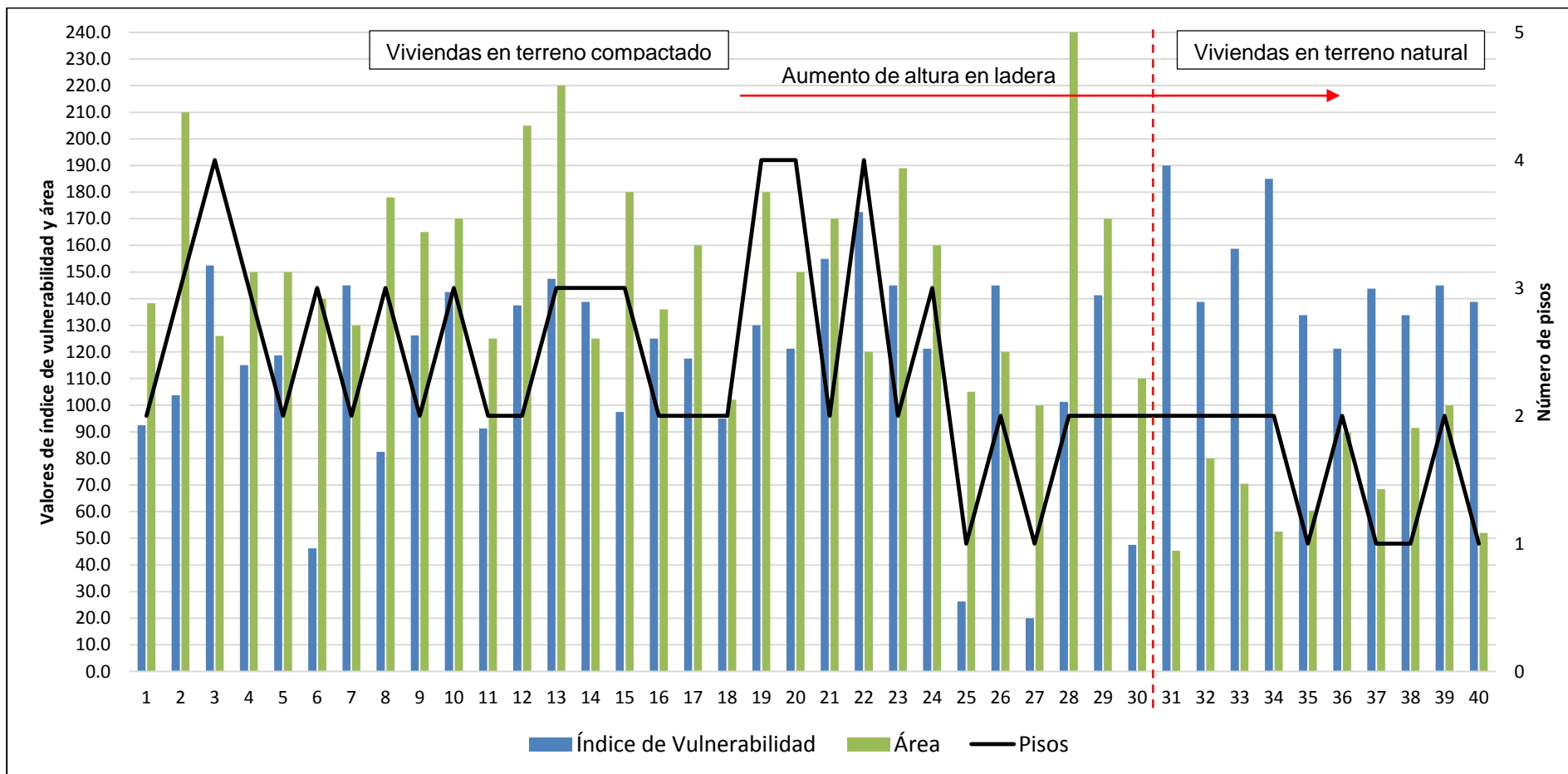


Gráfico n.º 33. Relación de la construcción en laderas y el índice de vulnerabilidad (Fuente: Propio)

El gráfico n.º 33 presenta la relación que existe entre la construcción en laderas y el índice de vulnerabilidad sísmica. Se presentan los datos de las 40 viviendas evaluadas, los cuales representan el tamaño, mediante los valores de área y cantidad de pisos, y su nivel de vulnerabilidad, medido con el índice de vulnerabilidad.

El gráfico presenta a las viviendas evaluadas en orden de altura, comenzando de viviendas construidas a menor altura, o con una pendiente del terreno tendiendo a llano, a viviendas construidas a mayor altura, o con una pendiente mucho más pronunciada. Además las últimas 10 viviendas analizadas se encuentran sobre terreno natural.

Las viviendas construidas a menor altura en ladera tienden a ser más grandes en área de terreno y altura, presentando un nivel de vulnerabilidad medio, pero las viviendas construidas a mayor altura en ladera presentan un nivel de vulnerabilidad alto a pesar de que las viviendas son más pequeñas en área y altura.

El promedio de índice de vulnerabilidad que presentan las viviendas construidas sobre terreno compactado es de 113.38 y el promedio de las viviendas construidas sobre terreno natural es de 148.88.

---

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

La evaluación de los factores estructurales según el análisis de los parámetros presentados por la metodología de Benedetti & Petrini indica que sí existe una relación directa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica medido con el índice de vulnerabilidad que presentan las viviendas informales. El resultado obtenido del análisis indica que la vulnerabilidad es alta pues más del 50% de las edificaciones analizadas necesitan algún tipo de mejora estructural. Se encontró que el 10% de las edificaciones tienen baja vulnerabilidad, 82.5% tienen una vulnerabilidad media, y el 7.5% tienen una alta vulnerabilidad, además el 50% de las viviendas encuestadas necesitan una intervención estructural a largo plazo y el 7.5% una intervención inmediata. En la tabla n.º 1 se halló una población objetivo la cual consta de edificaciones construidas en terrenos con pendiente en distintos distritos de Lima, si la relacionamos con la tabla n.º 20 se tiene un total de 486825 viviendas que se encontrarían entre mediana y alta vulnerabilidad, 270458 viviendas que necesitarían una intervención a largo plazo y 54091 viviendas que necesitarían intervención estructural inmediata.

Los resultados encontrados en el gráfico n.º 26 indican que el índice de vulnerabilidad no tiene una relación con el área del terreno. Se observa un aumento del índice de vulnerabilidad en las viviendas con áreas de terreno más pequeñas (10 – 100 m<sup>2</sup>), esto debido a que estas viviendas se encuentran en las partes más altas de las laderas, teniendo índices de vulnerabilidad más altos. En el gráfico n.º 27 si se aprecia una relación directa, el índice de vulnerabilidad aumentará a medida que se construyan más niveles en las edificaciones.

Se encontró una relación directa entre el diseño estructural de las viviendas y el índice de vulnerabilidad. Según el gráfico n.º 28 se tiene un aumento del 10.45% en el índice de vulnerabilidad cuando las viviendas no presentan diseño estructural o no han sido supervisadas durante su construcción.

Los resultados del gráfico n.º 29 no presentan una relación directa entre el tiempo de vida de las viviendas y el índice de vulnerabilidad, pero sí existe una relación entre calidad de las viviendas y el tiempo de vida de las viviendas. Durante el levantamiento de la información de las viviendas se observó que las estructuras de mayor antigüedad no presentan la misma calidad en los materiales de la albañilería y presentan diferencias en los procesos constructivos en comparación con las estructuras de menor años de construidas. Según el levantamiento de las viviendas, el 80% de las viviendas tienen más

de 25 años de antigüedad lo cual significa la posible ausencia de elementos de confinamiento (vigas o columnas), desgaste en los materiales y pérdida de resistencia a la compresión de concreto, posiblemente causado por la humedad del suelo pues el 77.5% de las viviendas presentan eflorescencia en los muros del primer nivel (Tabla n.º 18). El 65% de las viviendas presentan una calificación del parámetro *calidad estructural* de C, esta calificación es debido a que no presentan columnas de confinamiento en los primeros niveles, ni columnetas de amarre en los muros que se encuentran sobre los volados o parapetos, también se observa, en el 50% de las viviendas, cambios en la calidad de la albañilería en un mismo muro, cambiando de ladrillo macizo artesanal a ladrillo tubular industrial (o artesanal) porque son más baratos, en vez de usar ladrillos macizos, quitando resistencia a los muros.

Los resultados en lo que respecta a la ubicación muestran una relación directa con el aumento de la vulnerabilidad sísmica. En el gráfico n.º 31 se aprecia un aumento del índice de vulnerabilidad del 41% en las viviendas construidas sobre pendientes pronunciadas y además en el gráfico n.º 32, es de un 31.31% en las viviendas construidas sobre terrenos naturales. En la tabla n.º 20 se aprecian valores *I<sub>v</sub>* altos a partir de la vivienda número 31 debido a que estas últimas estructuras son todas construidas en la parte más alta de la zona de análisis recibiendo calificaciones de C o D en los parámetros que se refieren a la ubicación como *posición del edificio y cimentación* y que la mayoría de estas viviendas están incorrectamente estructuradas, no hay presencia de columnetas de amarre en los muros y tienen un estado de conservación mediocre.

La zona en análisis ubicado en laderas está compuesto generalmente de roca proporcionando un suelo de buena calidad resistente a sismos. Se pudo apreciar durante el desarrollo de las encuestas a los propietarios de las viviendas que la presencia de agrietamiento o fisuración severo de elementos estructurales en las edificaciones es muy baja (4 de 40 viviendas). En las encuestas se consideró como fisuración a los agrietamientos leves (aproximadamente 1 mm) que se encontraban en las viviendas y que posiblemente hayan sido causadas por incorrecto proceso constructivo, mal tarrajeo o por desgaste de los elementos estructurales causado por la antigüedad de las edificaciones, en este caso siendo las casas con fisuración un 30% de las encuestadas (Tabla n.º 18).

El aporte de esta investigación es la implementación de la metodología del índice de vulnerabilidad desarrollado por Benedetti & Petrini en Italia, adaptándolo a la realidad de los distintos distritos de Lima con construcciones informales en laderas.

---

## CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

Esta investigación ha tenido como objetivo el conocer la relación entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad de las viviendas, por lo que se presentan recomendaciones y sugerencias para mejorar la calidad de vida de las personas en el futuro, olvidando y corrigiendo los errores que actualmente se cometen.

La vulnerabilidad sísmica es un tema que se recomienda ampliar su investigación. Mediante un análisis más profundo y detallado de las viviendas de una localidad es posible hallar los índices de daños provocados por distintas intensidades de sismos, esta información permitiría tomar medidas sobre las viviendas que recibirían la mayor cantidad de daños durante un sismo así como buscar mejoras de los procesos constructivos de edificaciones de mampostería.

Se recomienda a las autoridades que regulan las construcciones en el Perú, no permitir la construcción de viviendas informales, toda edificación debe de tener un correcto diseño y construcción dirigida por un ingeniero civil, que asegure el cumplimiento de las normas de sismorresistencia establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Se tiene que facilitar a los maestros constructores los conocimientos básicos esenciales para llevar una correcta estructuración y exigir a los propietarios de los terrenos a construir que busquen calidad en sus viviendas.

En lo que se refiere a reforzamiento estructural, en el Anexo n.º 13 se presenta un cuadro con las fotografías de las irregularidades estructurales y errores constructivos que se han encontrado durante la investigación con su respectiva reparación o mejora, en el Anexo n.º 14 se desarrolla la descripción de los procedimientos de reparación de las irregularidades estructurales presentadas anteriormente y en el Anexo n.º 15 se desarrollan métodos de estabilización de taludes y deslizamientos para prevenir fallas de terrenos en ladera.

Se pueden dar distintas maneras de corregir los errores, siendo unos métodos de mejora más costosos que otros, pero la principal recomendación que se puede dar es evitar la construcción sin supervisión profesional. Esta investigación demuestra que el usar materiales menos costosos u obviar la construcción de columnas en los muros o columnetas en los parapetos pone en riesgo la calidad estructural y pone en riesgo la vida de las personas dentro y fuera de la estructura.

## CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Documentos:

Aguilar Bardales, Z., & Alva Hurtado, J. (22 de Setiembre de 2010). *CISMID*. Recuperado el Setiembre de 2015, de [http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis32\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis32_p.pdf)

Hurtado O., V. J., & León M., A. C. (2008). Implementación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales. Bucaramanga, Santander, Colombia.

Maldonado Rondón, E., & Chio Cho, G. (2009). Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 181-197.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (24 de Enero de 2016). DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA. Perú: El Peruano.

### Libros:

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería. Colombia.

Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). *Sulla Vulnerabilità Sísmica di Edifici in Muratura: Prioste di un Método di Valutazione*. Roma: Lindustria delle Costruzioni.

CEMENTOS LIMA S.A.A. (2012). *MANUAL DE CONSTRUCCION*. Lima: Cementos Lima S.A.A.

CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. (s.f.). *CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A.* Recuperado el Noviembre de 2014, de MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUCTOR: <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor.html>

FEMA. (Marzo de 2002). *Federal Emergency Management Agency*. Obtenido de Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: [https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1646-20490-8071/fema\\_154.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1646-20490-8071/fema_154.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS. (2014). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - ESTRUCTURAS*. Lima: ICG.

Minke, G. (Abril de 2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Recuperado el Noviembre de 2012, de [http://www.gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual\\_span.pdf](http://www.gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_span.pdf)

PUCP; SENCICO. (2005). *Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería*. Lima: Marcial Blondet.

Tavera, H. (2010). Perú en el cinturón de Fuego. *Revista Geonoticias V. 2*, 39-43.

### **Textos / Internet:**

Alva Hurtado, J. E. (6 de Setiembre de 2010). *Soluciones Geotécnicas en Estabilización de Taludes*. Obtenido de CISMID: [http://www.cismid.uni.pe/descargas/a\\_labgeo/labgeo30\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.pe/descargas/a_labgeo/labgeo30_p.pdf)

Ayala, C. (2 de Julio de 2010). *BlogSpot*. Recuperado el Setiembre de 2015, de Es mi Perú: <http://esmiperu.blogspot.pe/2010/07/historia-del-distrito-de-independencia.html>

Connors, D. (13 de Agosto de 2016). *EarthSky*. Obtenido de <http://earthsky.org/earth/what-is-the-ring-of-fire>

Diario Gestion. (17 de Agosto de 2015). *GESTION*. Recuperado el Setiembre de 2015, de <http://gestion.pe/economia/mvcs-entrego-66-viviendas-reforzadas-ante-riesgo-sismos-2140159>

El Comercio. (08 de Abril de 2014). *Sociedad*. Obtenido de El Comercio: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/70-casas-lima-carece-garantias-frente-sismo-noticia-1721174>

El Comercio. (22 de Febrero de 2016). *El Comercio*. Obtenido de Sociedad: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/construyen-30-mil-casas-informales-al-ano-lima-noticia-1880895>

Feedback Networks. (Octubre de 2016). *Calcular la muestra correcta*. Obtenido de <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>

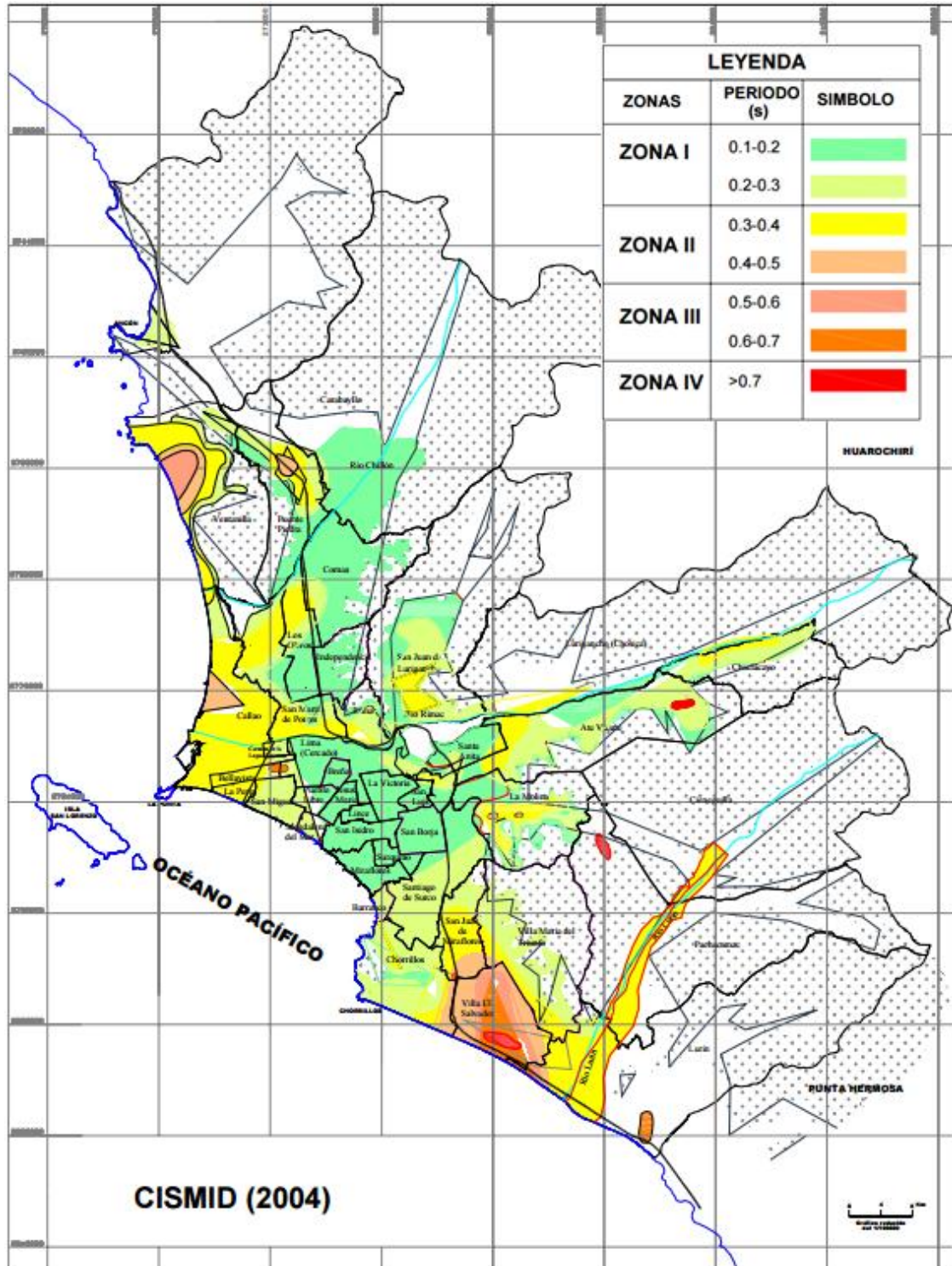
INEI. (2015). *POBLACIÓN PROYECTADA*. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Setiembre de 2016). *Población estimada*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>

Municipalidad distrital de Independencia. (Setiembre de 2016). *Municipalidad de Independencia*. Obtenido de <http://www.muniindependencia.gob.pe/>

## ANEXOS

### ANEXO n.º 1. Microzonificación Sísmica de Lima Metropolitana y Callao.



Fuente: (Aguilar Bardales & Alva Hurtado, 2010)



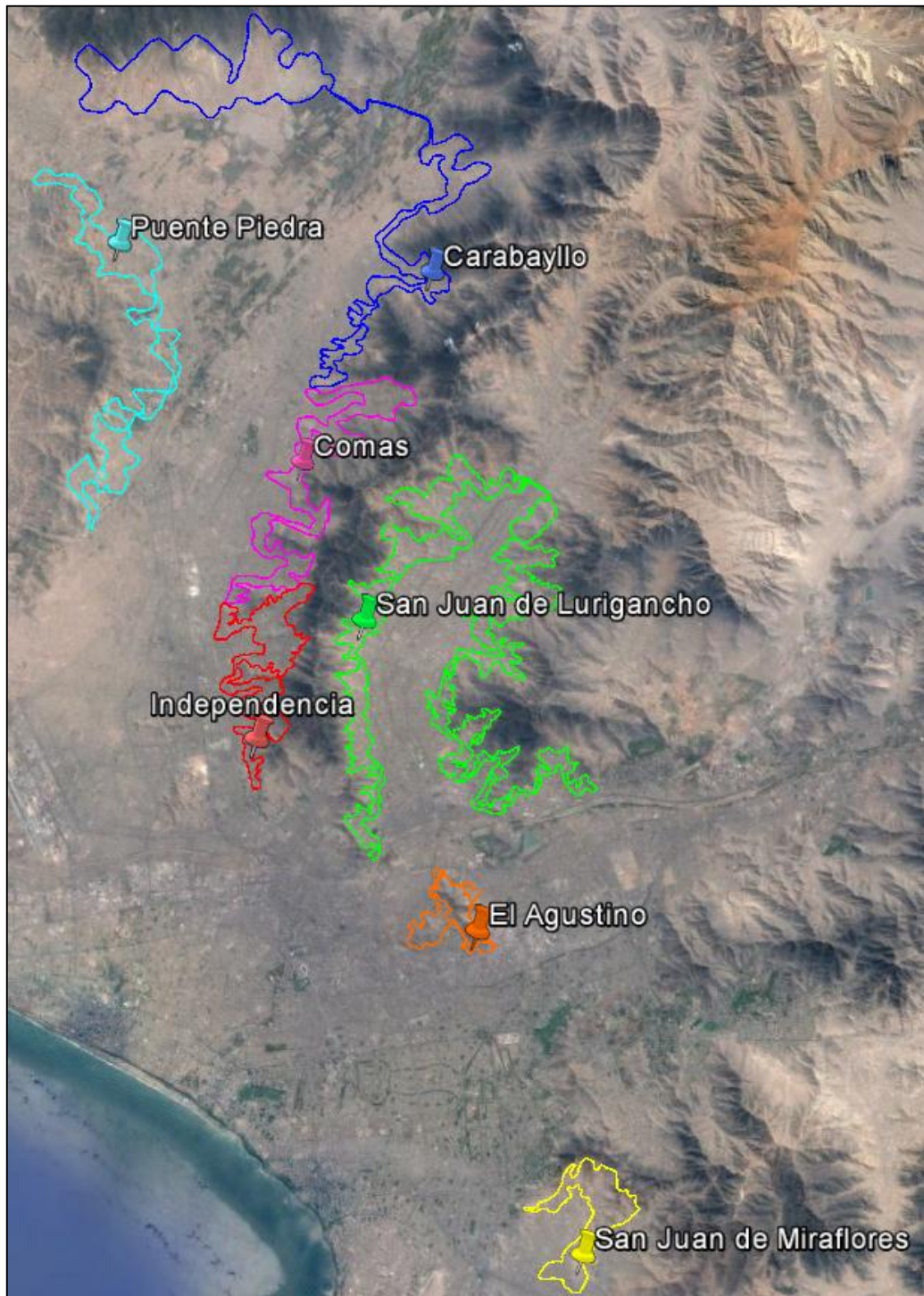
ANEXO n.º 2. Población censada, según distrito.

<b>DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA Y LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, 2015</b>			
<b>Distrito</b>	<b>Población 2015</b>	<b>Distrito</b>	<b>Población 2015</b>
1 Lima	271 814	26 Punta Hermosa	7 609
2 Ancón	39 600	27 Punta Negra	7 934
3 Ate	630 085	28 Rimac	164 911
4 Barranco	29 984	29 San Bartolo	7 699
5 Breña	75 925	30 San Borja	111 928
6 Carabaylo	301 978	31 San Isidro	54 206
7 Chaclacayo	43 428	32 San Juan de Lurigancho	1 091 303
8 Chorrillos	325 547	33 San Juan de Miraflores	404 001
9 Cieneguilla	47 080	34 San Luis	57 600
10 Comas	524 894	35 San Martín de Porres	700 178
11 El Agustino	191 365	36 San Miguel	135 506
12 Independencia	216 822	37 Santa Anita	228 422
13 Jesús María	71 589	38 Santa María del Mar	1 608
14 La Molina	171 646	39 Santa Rosa	18 751
15 La Victoria	171 779	40 Santiago de Surco	344 242
16 Lince	50 228	41 Surquillo	91 346
17 Los Olivos	371 229	42 Villa El Salvador	463 014
18 Lurigancho	218 976	43 Villa María del Triunfo	448 545
19 Lurín	85 132	44 Callao	406 889
20 Magdalena del Mar	54 656	45 Bellavista	71 833
21 Magdalena Vieja	76 114	46 Carmen de la Legua Reynoso	41 100
22 Miraflores	81 932	47 La Perla	58 817
23 Pachacamac	129 653	48 La Punta	3 392
24 Pucusana	17 044	49 Ventanilla	372 899
25 Puente Piedra	353 489	50 Mi Perú 1/	59 005

1/ Creado mediante Ley N°30197 del 16 de mayo 2014.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2000 - 2015 - Boletín Especial N° 18.

Fuente: (INEI, 2015)

ANEXO n.º 3. Áreas con viviendas en laderas en Google Earth.



Fuente: Propio

ANEXO n.º 4. Formato de ficha de encuesta.

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>				
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b>	Nº <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>			
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b>				
1. Área total del terreno:				
a 10-50	b 51-100	c 101-150	d 151-200	e más de 200 m <sup>2</sup>
2. Cantidad de pisos:				
a 1	b 2	c 3	d 4	e más de 4 pisos
3. Tiempo de vida de la edificación:				
a 1-10	b 11-20	c 21-30	d 31-40	e más de 40 años
4. Asesoramiento técnico:				
a Sin diseño ni supervisión técnica	b Vivienda con diseño	c Vivienda con diseño y supervisión técnica		
5. Planos de la vivienda:				
a Si tiene	b No tiene			
<div style="border: 1px solid black; width: 90%; margin: 0 auto; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">ESQUEMA DE LA VIVIENDA</p> </div>				

ANEXO n.º 5. Formato de hoja de observaciones.

HOJA DE OBSERVACIONES	
	N° <input style="width: 50px;" type="text"/>
<p><b>UBICACIÓN</b></p> <p>1. Pendiente del terreno:</p> <p style="margin-left: 20px;">a Pendiente ligera <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Pendiente pronunciada <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>2. Cimentación escalonada <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p><b>ESTRUCTURA</b></p> <p>3. Sistema estructural:</p> <p style="margin-left: 20px;">a Albañilería confinada <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Sistema aporticado <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>4. Irregularidad vertical <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>5. Piso blando <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>6. Irregularidad torsional <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>7. Irregularidad en planta <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>8. Columna corta <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>9. Sin junta sísmica <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p><b>OBSERVACIONES</b></p> <p>16. Deformaciones:</p> <p>17. Incendio en la vivienda:</p> <p>18. Tipo de daño en la vivienda:</p> <p>19. Calidad de los materiales:</p> <p>20. Estado de conservación de la vivienda:</p>	<p style="text-align: center;"><b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b></p> <p>10. Tabiquería sin viga solera <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>11. Incorrecta unión muro techo <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>12. Armaduras expuestas <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>13. Cangrejeras:</p> <p style="margin-left: 20px;">a En vigas <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b En columnas <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>14. Eflorescencia en muros <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p>15. Fisuración / agrietamiento:</p> <p style="margin-left: 20px;">a Vigas <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Columnas <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">c Muros <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">d Losa <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/></p>

ANEXO n.º 6. Formato de ficha de reporte.

FICHA DE REPORTE						
DIBUJO	Dirección: N°: ... ... Número de pisos: ... Año de construcción: ... Área total construida: ... Uso: ...					
	FOTO					
<b>ASESORAMIENTO TÉCNICO</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>			<b>PELIGRO DE CAER</b>	
Diseño de planos		A	B	C	Parapetos	
Supervisión en construcción		Arenoso Limoso Arcilloso			Tarrajeo ( fachada )	
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
i	Parámetro	Ki.A	Ki.B	Ki.C	Ki.D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0	_____				m2
	Área del nivel típico, Ai	_____				m2
	Área resistente sentido x, Ax	_____				m2
	Área resistente sentido y, Ay	_____				m2
	Altura de la edificación, H	_____				m
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
	Ausencia de desniveles	_____				
	Abertura de diafragma <30%	_____				
	Conexión muro-diafragma eficaz	_____				
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
	a/L ...	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L ...	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
	± ΔMM ...	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
	L/S ...	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
10	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0
VALOR DE INDICE DE VULNERABILIDAD						



ANEXO n.º 8. Desarrollo de evaluación de vivienda 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FICHA DE ENCUESTA	
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b> Julia Berta Samaniego	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">01</span>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b> Jr. Ocope 114 Urb. Tahuantinsuyo 3era Etapa	
1. Área total del terreno: a 10-50      b 51-100      c 101-150 <input checked="" type="checkbox"/> d 151-200      e más de 200 m <sup>2</sup>	
2. Cantidad de pisos: a 1      b 2 <input checked="" type="checkbox"/> c 3      d 4      e más de 4 pisos	
3. Tiempo de vida de la edificación: a 1-10 <input checked="" type="checkbox"/> b 11-20      c 21-30      d 31-40      e más de 40 años	
4. Asesoramiento técnico: a Sin diseño ni supervisión técnica <input checked="" type="checkbox"/> b Vivienda con diseño      c Vivienda con diseño y supervisión técnica	
5. Planos de la vivienda: <input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene      b No tiene	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin-bottom: 5px;"></div> <p style="text-align: center; margin: 0;">ESQUEMA DE LA VIVIENDA</p>	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

HOJA DE OBSERVACIONES	
N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">01</span>	
<p><b>UBICACIÓN</b></p> <p>1. Pendiente del terreno</p> <p style="margin-left: 20px;">a Pendiente ligera <input type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Pendiente pronunciada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Cimentación escalonada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><b>ESTRUCTURA</b></p> <p>3. Sistema estructural</p> <p style="margin-left: 20px;">a Albañilería confinada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Sistema aporticado <input type="checkbox"/></p> <p>4. Irregularidad vertical <input type="checkbox"/></p> <p>5. Piso blando <input type="checkbox"/></p> <p>6. Irregularidad torsional <input type="checkbox"/></p> <p>7. Irregularidad en planta <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>8. Columna corta <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>9. Junta sísmica <input style="text-align: center;" type="checkbox"/>No</p>	<p><b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b></p> <p>10. Tabiquería sin viga solera <input type="checkbox"/></p> <p>11. Incorrecta unión muro techo <input type="checkbox"/></p> <p>12. Armaduras expuestas <input type="checkbox"/></p> <p>13. Cangrejeras</p> <p style="margin-left: 20px;">a En vigas <input type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b En columnas <input type="checkbox"/></p> <p>14. Eflorescencia en muros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>15. Fisuración / agrietamiento</p> <p style="margin-left: 20px;">a Vigas <input type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">b Columnas <input type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">c Muros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="margin-left: 20px;">d Losa <input type="checkbox"/></p>
<p><b>OBSERVACIONES</b></p> <p>16. Deformaciones:</p> <p>17. Incendio en la vivienda: <i>No</i></p> <p>18. Tipo de daño en la vivienda: <i>Bajo</i></p> <p>19. Calidad de los materiales: <i>Regular</i></p> <p>20. Estado de conservación de la vivienda: <i>Regular</i></p>	






ANEXO n.º 9. Desarrollo de evaluación de vivienda 06

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FICHA DE ENCUESTA	
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b> Fidencio Martínez Lopez	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">06</span>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b> Jr. Yamaoca 125	
1. Área total del terreno: a 10-50      b 51-100      c 101-150      d 151-200 <input checked="" type="checkbox"/> e más de 200 m <sup>2</sup>	
2. Cantidad de pisos: a 1      b 2 <input checked="" type="checkbox"/> c 3      d 4      e más de 4 pisos	
3. Tiempo de vida de la edificación: a 1-10      b 11-20      c 21-30      d 31-40 <input checked="" type="checkbox"/> e más de 40 años	
4. Asesoramiento técnico: a Sin diseño ni supervisión técnica      b Vivienda con diseño <input checked="" type="checkbox"/> c Vivienda con diseño y supervisión técnica	
5. Planos de la vivienda: <input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene      b No tiene	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin-bottom: 5px;"></div> ESQUEMA DE LA VIVIENDA	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

HOJA DE OBSERVACIONES			
		N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">06</span>	
UBICACIÓN	DAÑOS VISIBLES / FALLAS		
1. Pendiente del terreno		10. Tabiquería sin viga solera	<input type="checkbox"/>
a Pendiente ligera	<input checked="" type="checkbox"/>	11. Incorrecta unión muro techo	<input type="checkbox"/>
b Pendiente pronunciada	<input type="checkbox"/>	12. Armaduras expuestas	<input type="checkbox"/>
2. Cimentación escalonada	<input type="checkbox"/>	13. Cangrejeras	
ESTRUCTURA		a En vigas	<input type="checkbox"/>
3. Sistema estructural		b En columnas	<input type="checkbox"/>
a Albañilería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>	14. Eflorescencia en muros	<input checked="" type="checkbox"/>
b Sistema aporticado	<input type="checkbox"/>	15. Fisuración / agrietamiento	
4. Irregularidad vertical	<input type="checkbox"/>	a Vigas	<input type="checkbox"/>
5. Piso blando	<input type="checkbox"/>	b Columnas	<input type="checkbox"/>
6. Irregularidad torsional	<input type="checkbox"/>	c Muros	<input type="checkbox"/>
7. Irregularidad en planta	<input type="checkbox"/>	d Losa	<input type="checkbox"/>
8. Columna corta	<input type="checkbox"/>		
9. Junta sísmica	<input type="checkbox" value="No"/>		
OBSERVACIONES			
16. Deformaciones:			
17. Incendio en la vivienda: <i>No</i>			
18. Tipo de daño en la vivienda: <i>Bejo</i>			
19. Calidad de los materiales: <i>regular</i>			
20. Estado de conservación de la vivienda: <i>Regular</i>			

FICHA DE REPORTE						
DIBUJO			Dirección: N°: 06 Jr. Yamaoca 125		Número de pisos: 3	
			Año de construcción: 1970-1975		Área total construida: 140.00	
			Uso: Vivienda			
<b>ASESORAMIENTO TÉCNICO</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>PELIGRO DE CAER</b>		
Diseño de planos X		A (B) C		Parapetos X		
Supervisión en construcción X		Areanoso Limoso Arcilloso		Tarrajeo ( fachada )		
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
i	Parámetro	Ki.A	Ki.B	Ki.C	Ki.D	Wi
1	Organización del sistema resistente	(0)	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	(0)	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	(5)	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0			140.00	m2	
	Área del nivel típico, Ai			141.00	m2	
	Área resistente sentido x, Ax			3.61	m2	
	Área resistente sentido y, Ay			13.59	m2	
	Altura de la edificación, H			7.20	m	
4	Posición del edificio y cimentación	(0)	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	(0)	5	15	45	1.0
	Ausencia de desniveles			X		
	Abertura de diafragma <30%			X		
	Conexión muro-diafragma eficaz			X		
6	Configuración en planta	0	5	25	(45)	0.5
	a/L 0.3212	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L 0.1939	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	(0)	5	25	45	1.0
	± ΔMM 0.01	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	(45)	0.25
	L/S 34.615	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	(0)	25	45	0.25
10	Estado de conservación	0	(5)	25	45	1.0
<b>VALOR DE INDICE DE VULNERABILIDAD</b>						46.25


ANEXO n.º 10. Desarrollo de evaluación de vivienda 13

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FICHA DE ENCUESTA	
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b> Marciano Teobaldo Albarran Gonzalez	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">13</span>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b> Jr. Huaracocondo 27B	
<b>1. Área total del terreno:</b> a 10-50      b 51-100      c 101-150      d 151-200 <input checked="" type="checkbox"/> e más de 200 m2	
<b>2. Cantidad de pisos:</b> a 1      b 2 <input checked="" type="checkbox"/> c 3      d 4      e más de 4 pisos	
<b>3. Tiempo de vida de la edificación:</b> a 1-10      b 11-20      c 21-30 <input checked="" type="checkbox"/> d 31-40      e más de 40 años	
<b>4. Asesoramiento técnico:</b> a Sin diseño ni supervisión técnica <input checked="" type="checkbox"/> b Vivienda con diseño      c Vivienda con diseño y supervisión técnica	
<b>5. Planos de la vivienda:</b> <input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene      b No tiene	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin-top: 10px;"></div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">ESQUEMA DE LA VIVIENDA</p>	

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

<b>HOJA DE OBSERVACIONES</b>	
N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">13</span>	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b>
1. Pendiente del terreno	10. Tabiquería sin viga solera <input type="checkbox"/>
a Pendiente ligera <input checked="" type="checkbox"/>	11. Incorrecta unión muro techo <input type="checkbox"/>
b Pendiente pronunciada <input type="checkbox"/>	12. Armaduras expuestas <input type="checkbox"/>
2. Cimentación escalonada <input type="checkbox"/>	13. Cangrejeras
<b>ESTRUCTURA</b>	a En vigas <input type="checkbox"/>
3. Sistema estructural	b En columnas <input type="checkbox"/>
a Albañilería confinada <input type="checkbox"/>	14. Eflorescencia en muros <input checked="" type="checkbox"/>
b Sistema aporticado <input type="checkbox"/>	15. Fisuración / agrietamiento
4. Irregularidad vertical <input type="checkbox"/>	a Vigas <input type="checkbox"/>
5. Piso blando <input type="checkbox"/>	b Columnas <input type="checkbox"/>
6. Irregularidad torsional <input type="checkbox"/>	c Muros <input type="checkbox"/>
7. Irregularidad en planta <input type="checkbox"/>	d Losa <input type="checkbox"/>
8. Columna corta <input type="checkbox"/>	
9. Junta sísmica <input type="checkbox" value="No"/>	
<b>OBSERVACIONES</b>	
16. Deformaciones:	
17. Incendio en la vivienda: <i>No</i>	
18. Tipo de daño en la vivienda: <i>Beño</i>	
19. Calidad de los materiales: <i>Beño</i>	
20. Estado de conservación de la vivienda: <i>Regular</i>	

FICHA DE REPORTE						
DIBUJO			Dirección: N°: 13		Jr. Huarucondo 287	
			Número de pisos: 3		Año de construcción: 1975 - 1985	
			Área total construida: 220.0		Uso: Vivienda	
						
ASESORAMIENTO TÉCNICO		TIPO DE SUELO			PELIGRO DE CAER	
Diseño de planos X		A B C			Parapetos	
Supervisión en construcción		Arenoso Limoso Arcilloso			Tarrajeo ( fachada )	
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
i	Parámetro	Ki.A	Ki.B	Ki.C	Ki.D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	(20)	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	(25)	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	(5)	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0			220.0	m2	
	Área del nivel típico, Ai			200.0	m2	
	Área resistente sentido x, Ax			5.86	m2	
	Área resistente sentido y, Ay			20.64	m2	
	Altura de la edificación, H			7.40	m	
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	(25)	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	(5)	15	45	1.0
	Ausencia de desniveles			X		
	Abertura de diafragma <30%			X		
	Conexión muro-diafragma eficaz					
6	Configuración en planta	0	5	(25)	45	0.5
	a/L 0.4245	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L 0.1085	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	(45)	1.0
	± ΔMM 0.09	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	(5)	25	45	0.25
	L/S 16.667	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	(25)	45	0.25
10	Estado de conservación	0	5	(25)	45	1.0
VALOR DE INDICE DE VULNERABILIDAD						147.5

ANEXO n.º 11. Desarrollo de evaluación de vivienda 22

FICHA DE ENCUESTA						
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b> <i>Luis Centenas Aguilar</i>	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">22</span>					
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b> <i>Psj. Antinsuyo 148</i>						
1. Área total del terreno: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">a 10-50</td> <td style="width: 20%;">b 51-100</td> <td style="width: 20%;">c 101-150</td> <td style="width: 20%;"><input checked="" type="checkbox"/> d 151-200</td> <td style="width: 20%;">e más de 200 m<sup>2</sup></td> </tr> </table>		a 10-50	b 51-100	c 101-150	<input checked="" type="checkbox"/> d 151-200	e más de 200 m <sup>2</sup>
a 10-50	b 51-100	c 101-150	<input checked="" type="checkbox"/> d 151-200	e más de 200 m <sup>2</sup>		
2. Cantidad de pisos: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">a 1</td> <td style="width: 20%;">b 2</td> <td style="width: 20%;"><input checked="" type="checkbox"/> c 3</td> <td style="width: 20%;"><input checked="" type="checkbox"/> d 4</td> <td style="width: 20%;">e más de 4 pisos</td> </tr> </table>		a 1	b 2	<input checked="" type="checkbox"/> c 3	<input checked="" type="checkbox"/> d 4	e más de 4 pisos
a 1	b 2	<input checked="" type="checkbox"/> c 3	<input checked="" type="checkbox"/> d 4	e más de 4 pisos		
3. Tiempo de vida de la edificación: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">a 1-10</td> <td style="width: 20%;">b 11-20</td> <td style="width: 20%;">c 21-30</td> <td style="width: 20%;"><input checked="" type="checkbox"/> d 31-40</td> <td style="width: 20%;">e más de 40 años</td> </tr> </table>		a 1-10	b 11-20	c 21-30	<input checked="" type="checkbox"/> d 31-40	e más de 40 años
a 1-10	b 11-20	c 21-30	<input checked="" type="checkbox"/> d 31-40	e más de 40 años		
4. Asesoramiento técnico: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a Sin diseño ni supervisión técnica</td> <td style="width: 33%;">b Vivienda con diseño</td> <td style="width: 33%;"><input checked="" type="checkbox"/> c Vivienda con diseño y supervisión técnica</td> </tr> </table>		a Sin diseño ni supervisión técnica	b Vivienda con diseño	<input checked="" type="checkbox"/> c Vivienda con diseño y supervisión técnica		
a Sin diseño ni supervisión técnica	b Vivienda con diseño	<input checked="" type="checkbox"/> c Vivienda con diseño y supervisión técnica				
5. Planos de la vivienda: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene</td> <td style="width: 50%;">b No tiene</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene	b No tiene			
<input checked="" type="checkbox"/> a Si tiene	b No tiene					
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin-bottom: 5px;"></div> <p style="text-align: center; margin: 0;">ESQUEMA DE LA VIVIENDA</p>						



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

HOJA DE OBSERVACIONES	
N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">22</span>	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b>
1. Pendiente del terreno	10. Tabiquería sin viga solera <input type="checkbox"/>
a Pendiente ligera <input type="checkbox"/>	11. Incorrecta unión muro techo <input checked="" type="checkbox"/>
b Pendiente pronunciada <input checked="" type="checkbox"/>	12. Armaduras expuestas <input type="checkbox"/>
2. Cimentación escalonada <input type="checkbox"/>	13. Cangrejas
<b>ESTRUCTURA</b>	a En vigas <input type="checkbox"/>
3. Sistema estructural	b En columnas <input type="checkbox"/>
a Albañilería confinada <input checked="" type="checkbox"/>	14. Eflorescencia en muros <input checked="" type="checkbox"/>
b Sistema aporticado <input type="checkbox"/>	15. Fisuración / agrietamiento
4. Irregularidad vertical <input checked="" type="checkbox"/>	a Vigas <input type="checkbox"/>
5. Piso blando <input type="checkbox"/>	b Columnas <input type="checkbox"/>
6. Irregularidad torsional <input checked="" type="checkbox"/>	c Muros <input type="checkbox"/>
7. Irregularidad en planta <input checked="" type="checkbox"/>	d Losa <input type="checkbox"/>
8. Columna corta <input type="checkbox"/>	
9. Junta sísmica <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>OBSERVACIONES</b>	
16. Deformaciones:	
17. Incendio en la vivienda:	
18. Tipo de daño en la vivienda: <i>Bajo</i>	
19. Calidad de los materiales: <i>Buena</i>	
20. Estado de conservación de la vivienda: <i>Buena</i>	

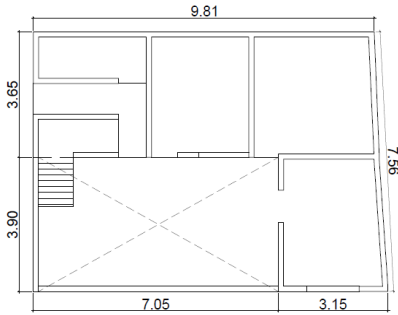
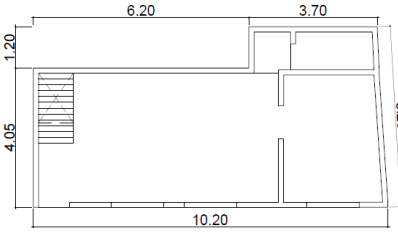

FICHA DE REPORTE						
DIBUJO			Dirección: N°: 22 Jr. Antisuyo 148		Número de pisos: 4	
			Año de construcción: 1975 - 1980		Área total construida: 120.0	
			Uso: Vivienda			
ASESORAMIENTO TÉCNICO		TIPO DE SUELO			PELIGRO DE CAER	
Diseño de planos	X	A	<b>B</b>	C	Parapetos	X
Supervisión en construcción	X	Arenoso Limoso Arcilloso			Tarrajeo ( fachada )	
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
i	Parámetro	Ki.A	Ki.B	Ki.C	Ki.D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	<b>(20)</b>	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	<b>(25)</b>	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	<b>(5)</b>	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0			120.0	m2	
	Área del nivel típico, Ai			123.0	m2	
	Área resistente sentido x, Ax			4.27	m2	
	Área resistente sentido y, Ay			8.43	m2	
	Altura de la edificación, H			9.80	m	
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	<b>(45)</b>	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	<b>(15)</b>	45	1.0
	Ausencia de desniveles					
	Abertura de diafragma <30%				X	
	Conexión muro-diafragma eficaz					
6	Configuración en planta	0	5	<b>(25)</b>	45	0.5
	a/L 0.4808	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L 0.2308	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	<b>(45)</b>	1.0
	± ΔMM 0.03	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	<b>(5)</b>	25	45	0.25
	L/S 16.667	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	<b>(25)</b>	45	0.25
10	Estado de conservación	0	5	<b>(25)</b>	45	1.0
<b>VALOR DE INDICE DE VULNERABILIDAD</b>						172.5

ANEXO n.º 12. Desarrollo de evaluación de vivienda 31




FICHA DE ENCUESTA	
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b> <i>Italo Luciano Samaniego Sihve</i>	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">31</span>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:</b>  	
1. Área total del terreno: <input checked="" type="checkbox"/> 10-50      b 51-100      c 101-150      d 151-200      e más de 200 m <sup>2</sup>	
2. Cantidad de pisos: a 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2      c 3      d 4      e más de 4 pisos	
3. Tiempo de vida de la edificación: a 1-10 <input checked="" type="checkbox"/> 11-20      c 21-30      d 31-40      e más de 40 años	
4. Asesoramiento técnico: <input checked="" type="checkbox"/> Sin diseño ni supervisión técnica      b Vivienda con diseño      c Vivienda con diseño y supervisión técnica	
5. Planos de la vivienda: a Si tiene <input checked="" type="checkbox"/> No tiene	
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 150px; margin: 0 auto;"></div> <p>ESQUEMA DE LA VIVIENDA</p>	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE




HOJA DE OBSERVACIONES	
	N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">31</span>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b>
1. Pendiente del terreno a Pendiente ligera b Pendiente pronunciada  2. Cimentación escalonada  <b>ESTRUCTURA</b> 3. Sistema estructural a Albañilería confinada b Sistema aporticado  4. Irregularidad vertical  5. Piso blando  6. Irregularidad torsional  7. Irregularidad en planta  8. Columna corta  9. Junta sísmica	10. Tabiquería sin viga solera  11. Incorrecta unión muro techo  12. Armaduras expuestas  13. Cangrejeras a En vigas b En columnas  14. Eflorescencia en muros  15. Fisuración / agrietamiento a Vigas b Columnas c Muros d Losa
<b>OBSERVACIONES</b>  16. Deformaciones:  17. Incendio en la vivienda:  18. Tipo de daño en la vivienda: <i>Fisuración</i>  19. Calidad de los materiales: <i>Bajo</i>  20. Estado de conservación de la vivienda: <i>Mediocre</i>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

FICHA DE REPORTE						
 <p>SEGUNDO PISO</p>  <p>PRIMER PISO</p>			Dirección: N°: 31 ... Número de pisos: 2 Año de construcción: 1995 - 2005 Área total construida: 45.32 Uso: Vivienda			
						
<b>ASESORAMIENTO TÉCNICO</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>PELIGRO DE CAER</b>		
Diseño de planos X		A <b>B</b> C		Parapetos X		
Supervisión en construcción		Arenoso Limoso Arcilloso		Tarrajeo ( fachada )		
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
i	Parámetro	Ki.A	Ki.B	Ki.C	Ki.D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	(20)	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	(25)	45	0.25
3	Resistencia convencional	(0)	5	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0			45.32	m2	
	Área del nivel típico, Ai			48.03	m2	
	Área resistente sentido x, Ax			2.64	m2	
	Área resistente sentido y, Ay			2.12	m2	
	Altura de la edificación, H			3.10	m	
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	(45)	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	(15)	45	1.0
	Ausencia de desniveles					
	Abertura de diafragma <30%					
	Conexión muro-diafragma eficaz				X	
6	Configuración en planta	0	5	25	(45)	0.5
	a/L 0.397	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L 0.118	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	(45)	1.0
	± ΔMM + 0.0598	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	(45)	0.25
	L/S 28.46	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	25	(45)	0.25
10	Estado de conservación	0	5	(25)	45	1.0
<b>VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD</b>						<b>190.0</b>

ANEXO n.º 13. Reparación de Irregularidades estructurales.

i	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSAS PRINCIPALES	REPARACIÓN
1		Eflorescencia en muros	<p>Humedad en el suelo. Terreno salitroso.</p> <p>Capilaridad del agua. Cristalización de sales solubles en agua.</p>	Lavado y cepillado con agua pura. Lavado con jabón sódico al 1%.
2		Falta de confinamiento del muro	Falta de supervisión durante la construcción.	Confinar el muro adecuadamente.
		Eflorescencia en muros	<p>Humedad en el suelo. Terreno salitroso.</p> <p>Ladrillos artesanales con alta humedad</p>	Lavado y cepillado con agua pura. Lavado con jabón sódico al 1%.
3		Estructura deteriorada	Desgaste de la calidad del concreto en el sobrecimiento.	Apuntalar la estructura y reparar el sobrecimiento.
		Eflorescimiento en muros.		Lavado y cepillado con agua pura. Lavado con jabón sódico al 1%.
		Falta de elementos de confinamiento	Falta de supervisión durante la construcción.	Confinar el muro adecuadamente. Asegurar el empotramiento.


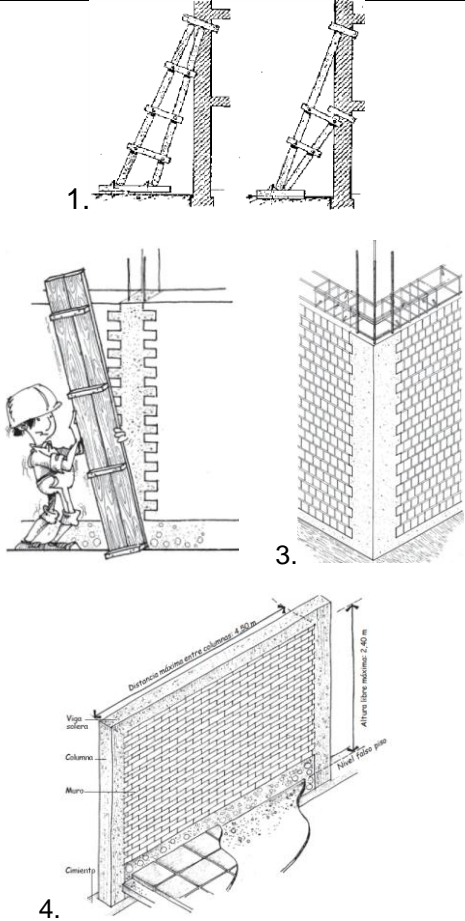
i	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSAS PRINCIPALES	REPARACIÓN
4		Uso de ladrillo de techo en la construcción de muros	Falta de supervisión durante la construcción.	Reemplazar el muro con los materiales adecuados.
		Piso blando	Insuficiente resistencia al cortante debido al inadecuado confinamiento del muro.	Confinar el muro adecuadamente.
5		Agrietamiento entre parapeto y losa	Incorrecta unión / adherencia entre parapeto y losa.	Picar la grieta para aplicar el aditivo Sikadur 32 para sellar la grieta en la junta fría.
6		Piso blando	En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso es menor que 80% de la correspondiente al piso superior.	Construir una columna intermedia a los extremos de la luz del muro.

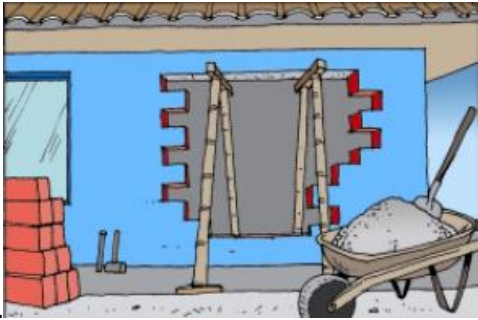

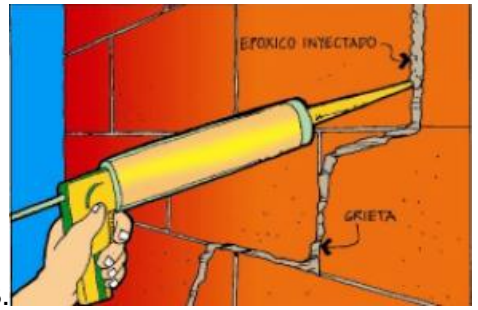
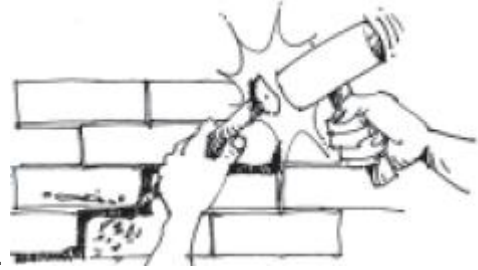
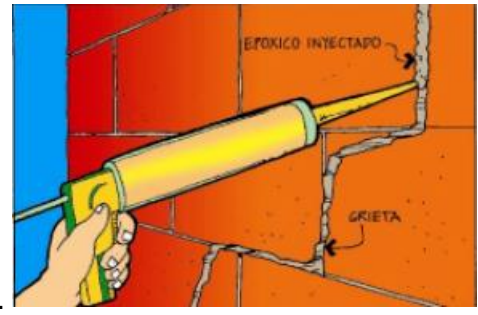
i	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSAS PRINCIPALES	REPARACIÓN
7		Inadecuada adherencia de las columnas a los muros	Falta de supervisión durante la construcción.	Demoler los muros portantes y reemplazarlos con muros de ladrillo macizo industrial, confinando correctamente los muros y realizando correctamente las instalaciones sanitarias.
Incorreción construcción de la edificación	<p>No se debe usar ladrillo pandereta en la construcción de muros portantes.</p> <p>Las tuberías no deben encontrarse fuera de la estructura.</p>			
8		Incorreción instalaciones sanitarias de la vivienda.	Falta de supervisión durante la construcción.	Cambiar el posicionamiento de las tuberías y dar mantenimiento al concreto afectado.
9		Inadecuada adherencia de las columnas a los muros	Falta de supervisión durante la construcción.	Construir nuevamente ese muro, realizando un adecuado confinamiento.
Torsión	El resistencia del muro de concreto armado en la parte trasera es mayor a la resistencia del resto de la estructura.	Uniformizar la distribución de elementos estructurales para reducir la torsión.		



i	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSAS PRINCIPALES	REPARACIÓN
10		Inadecuada adherencia de las columnas a los muros	Falta de supervisión durante la construcción.	Construir nuevamente ese muro, realizando un adecuado confinamiento.
		Muros portantes usando ladrillo pandereeta.		Reemplazar el muro con los materiales adecuados. Usar ladrillos macizos industriales en muros portantes.
11		Falta junta de construcción	Falta de supervisión durante la construcción.	Verificar la lotización de ambos terrenos y proceder al retiro de alguna de las viviendas para permitir la junta de mínimo 5cm.
12		Incorrecta construcción de la edificación	Existe discontinuidad de elementos resistentes.	Picar el muro y construir una columna.
		Desgaste en la calidad de los materiales	Incorrecto confinamiento de los muros.	Reemplazar y confinar adecuadamente el muro.
13		Agrietamiento diagonal en muro	Esfuerzos horizontales causados por sismos sobre el muro.	Picar la grieta 5cm, limpiar y llenar con concreto.

ANEXO n.º 14. Descripción de los procedimientos de reparación.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN	GRÁFICO
<p>Problema:</p> <p>Eflorescencia</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavar la zona afectada con abundante agua y un cepillo de cerdas duras.</li> <li>▪ Prepara una solución limpiadora con una parte de ácido muriático por 20 partes de agua. Aplica la solución a la pared con una brocha y déjala actuar por 15 minutos.</li> <li>▪ Enjuaga bien la superficie de la pared con abundante agua.</li> </ul>	 <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>
<p>Problema:</p> <p>Falta de confinamiento del muro</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando un muro no tiene elementos de confinamiento ya sean columnas o viga, se procede primero a apuntalar.</li> <li>▪ Las columnas deben de llevar 4 varillas de 3/8" como mínimo con estribos de 1/4" con el siguiente espaciamiento: 1@5cm + 4@10cm+resto@25cm.</li> <li>▪ Se encofra y se llena de concreto, tratando de que el concreto llene los espacios vacíos que deja el dentado del muro.</li> <li>▪ De igual manera se procede con la construcción de la viga.</li> <li>▪ Finalmente se retira el apuntalamiento y el encofrado.</li> </ul>	 <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p>

<p>Problema:</p> <p>Muros construidos con inadecuados materiales</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando el muro portante se ha construido con materiales inadecuados como: ladrillo pandereta, ladrillo de techo.</li> <li>▪ Apuntalar la zona adyacente al muro para soportar las cargas de gravedad mientras se retira el muro afectado.</li> <li>▪ Construir el nuevo muro usando ladrillo macizo industrial en el caso de que se trate de muros portantes.</li> <li>▪ Es posible que debido a la contracción del concreto por secado, se generen fisuras a lo largo de los puntos de contacto entre la nueva y la vieja estructura. Se pueden sellar las grietas de retracción con epóxico.</li> </ul>	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>
<p>Problema:</p> <p>Agrietamiento</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Picar alrededor de la grieta aproximadamente 5cm.</li> <li>▪ Limpiar el área y aplicar epóxico o concreto para sellar la grieta.</li> </ul>	<p>1. </p> <p>2. </p>

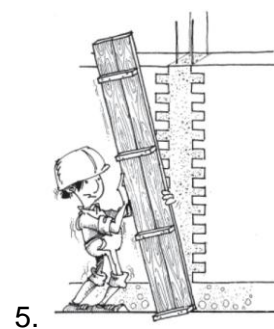
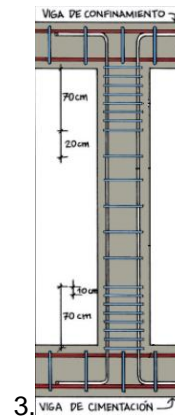
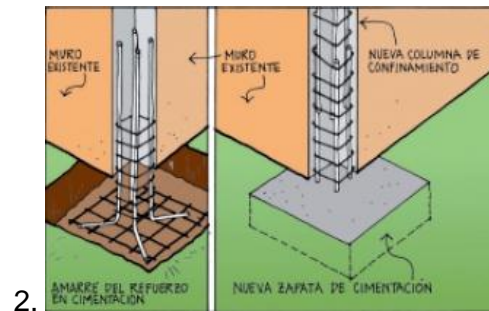
Problema:

Discontinuidad de elementos estructurales

Piso blando

Procedimientos:

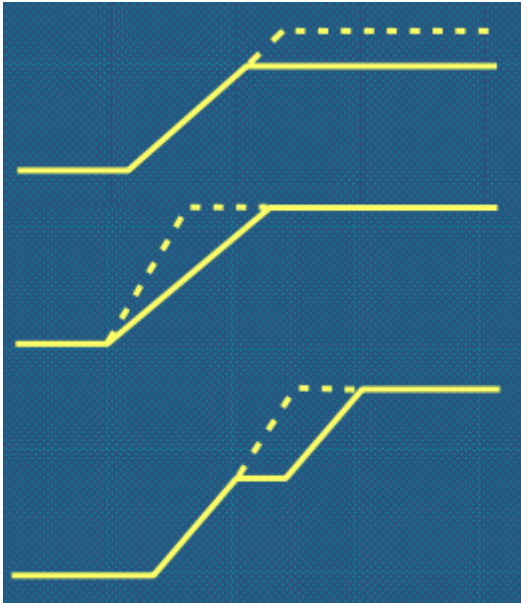
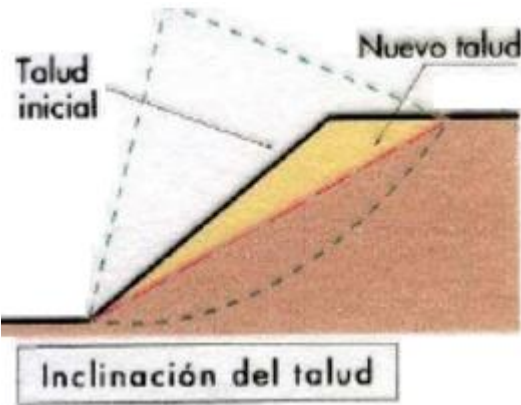

- Cuando se detecta que una columna no nace en el primer nivel, se procederá a construir una columna que pueda transmitir las cargas a la cimentación, por lo tanto, se extraerá (picando) el material del lugar donde corresponda la columna.
- Se debe de picar la viga superior y la cimentación para poder unir el refuerzo de la columna.
- Se realiza el amarre del refuerzo en la cimentación y en la viga superior.
- Se aplica aditivos para unir concreto viejo con concreto nuevo sobre el área en contacto.
- Se encofra y se llena de concreto tanto la columna como la cimentación.
- Finalmente se retira el encofrado.

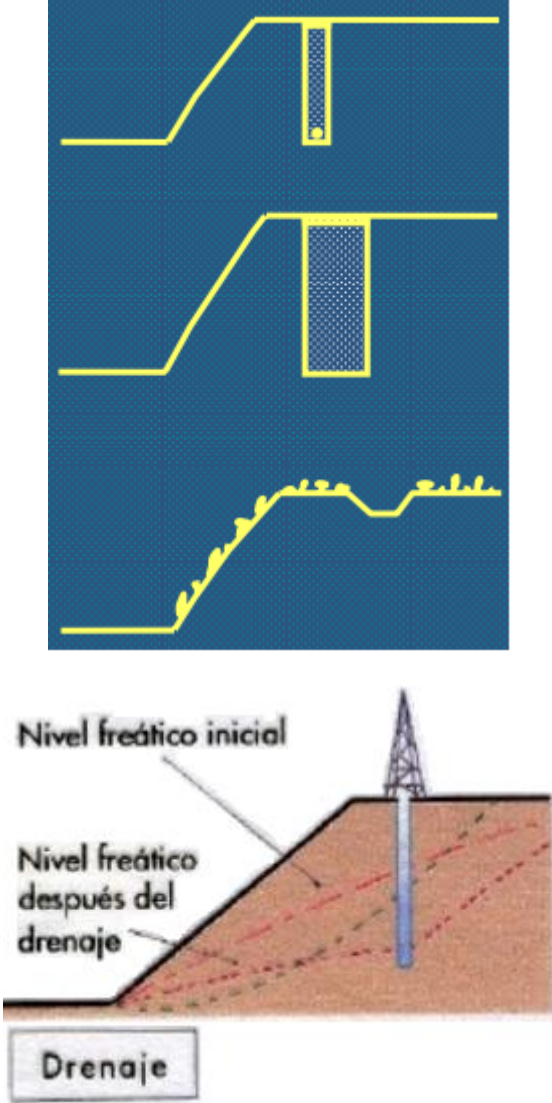
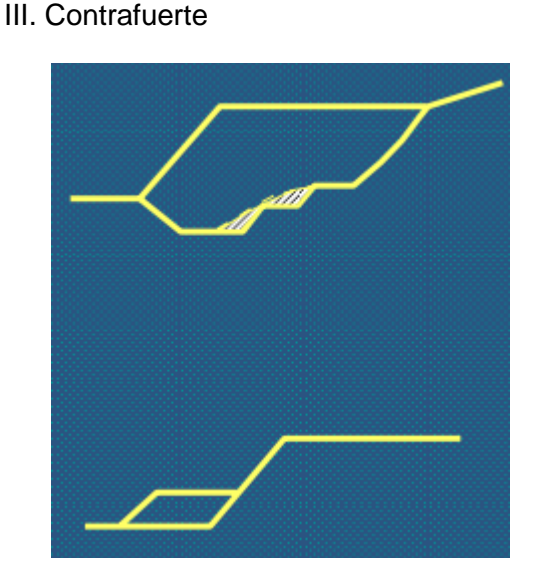


Fuentes: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001)

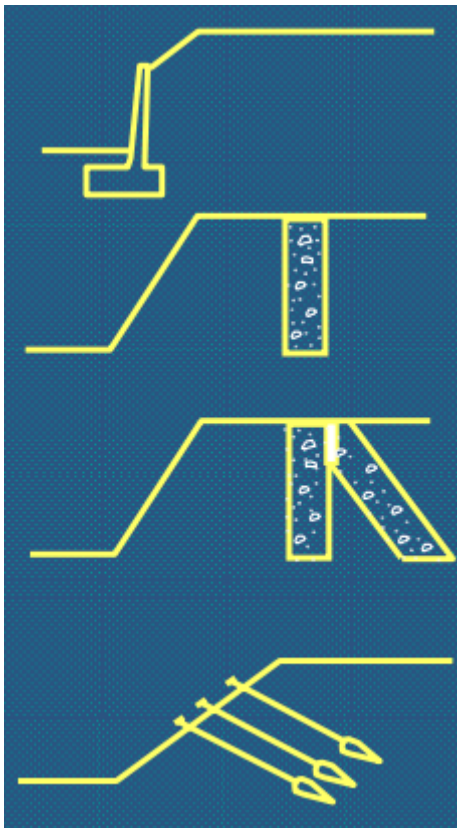
(PUCP; SENCICO, 2005)

ANEXO n.º 15. Métodos de estabilización de taludes y deslizamientos.

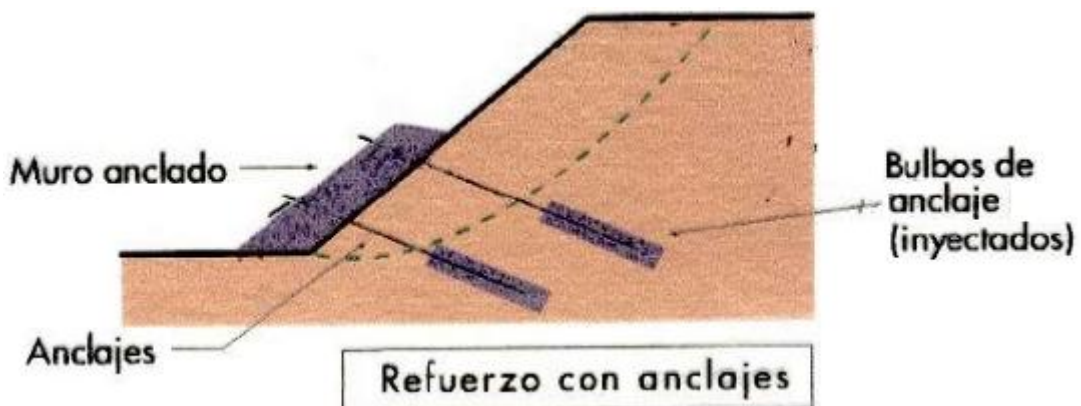
MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DESLIZAMIENTOS	
<p>Cuando las condiciones de la ladera presentan riesgos de derrumbe o deslizamiento, se deberá proceder a realizar estudios geológicos que indiquen que tipo de medidas correctoras deberán realizarse al terreno.</p>	
<p>I. Excavación</p>  	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir la altura del talud con excavaciones en la parte superior.</li> <li>2. Modificar la inclinación del talud.</li> <li>3. Excavar banqueta en la parte superior del talud.</li> <li>4. Excavar completamente la masa de deslizamiento.</li> </ol>
<p>II. Drenaje</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drenes horizontales de pequeño diámetro.</li> </ol>

 <p>       Nivel freático inicial        Nivel freático después del drenaje        Drenaje     </p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Zanjas de subdrenaje profundas y continuas. Generalmente a una profundidad de 5 a 15 pies.</li> <li>3. Pozos verticales perforados, generalmente de 18 a 36 pulgadas de diámetro.</li> <li>4. Mejora en el drenaje superficial a lo largo de la parte superior con cunetas abiertas o canales pavimentados. Sembrar plantas en el talud con raíces profundas y resistentes a la erosión.</li> </ol>
<p>III. Contrafuerte</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Excavación de la masa deslizada y reemplazo con relleno compactado o contrafuerte de roca triturada. El pie del contrafuerte debe reposar en suelo firme o roca por debajo del plano de deslizamiento. Se utiliza manto de drenaje con salida de flujo por gravedad detrás del talud del contrafuerte.</li> <li>2. Utilización de bermas de relleno compactado o roca en el pie y más allá del pie. Debe proporcionarse drenaje detrás de la berma.</li> </ol>

IV. Estructuras de retención



1. Muro de contención del tipo entramado o cantiliver.
2. Pilotes verticales vaciados en sitio, con la base cimentada por debajo del plano de falla. Generalmente de diámetro de 18 – 36 pulgadas y espaciamiento de 4 – 8 pies.
3. Pilotes verticales vaciados en sitio anclados o batería de pilotes o bloques de cimentación. La base de los pilotes por debajo del plano de falla. Generalmente de diámetro de 12 – 30 pulgadas y espaciamiento de 4 – 8 pies.
4. Pernos de anclaje en roca y suelo.



Fuentes: (Alva Hurtado, 2010)

## PRESUPUESTO

PARTIDAS Y SUBPARTIDAS	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Bienes</b>			
Paquete de papel	2	9.50	19.00
CDs	2	1.50	3.00
USB	1	25.00	25.00
Lapiceros	2	1.00	2.00
Gasolina	2	200.00	400.00
Cámara fotográfica	1	300.00	300.00
Folder	1	3.00	3.00
<b>Servicios</b>			0.00
Fotocopias	80	0.10	8.00
Internet	4	200.00	800.00
Impresiones			
Tesis completas	5	25.00	125.00
Libros	5		70.00
Hojas a color	20	0.20	4.00
Pasajes (Ida y vuelta)			
Tahuantinsuyo	10	1.50	30.00
UPN	10	1.00	20.00
Viáticos	4	8.00	32.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>			1841



### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA																				
ACTIVIDADES	PLAZO (SEMANAS)	AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Encuestas y levantamiento de viviendas	4	■	■	■	■															
Elaboración de fichas de reporte	4					■	■	■	■											
Resumen	1												■							
Capítulo 1. Realidad problemática	1					■														
Capítulo 2. Marco teórico	2						■	■												
Capítulo 3. Hipótesis	2						■	■												
Capítulo 4. Investigación	1								■											
Capítulo 5. Resultados	2									■	■									
Capítulo 6. Conclusiones	2									■	■									
Capítulo 7. Recomendaciones	1												■							
Capítulo 8. Referencias bibliográficas	1												■							
Anexos	1												■							
Entrega	0												■							
Levantamiento de observaciones	2														■	■				
Sustentación	1																■			

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS EN LADERAS DE LA URBANIZACIÓN TAHUANTINSUYO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
<p><b>PROBLEMÁTICA GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?</li> </ul> <p><b>PROBLEMÁTICAS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la relación entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?</li> <li>¿Cuál es la relación entre el diseño estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?</li> <li>¿Cuál es la relación entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?</li> <li>¿Cuál es la relación entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la relación entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Determinar la relación entre el diseño de estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Determinar la relación entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Determinar la relación entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> </ul> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existe una relación directa entre el tamaño de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Existe una relación directa entre el diseño de estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Existe una relación directa entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> <li>Existe una relación directa entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Factores estructurales de las viviendas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño</li> <li>Diseño estructural</li> <li>Calidad estructural</li> <li>Ubicación</li> </ul> <p><b>VARIABLES DEPENDIENTES:</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulnerabilidad sísmica</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Correlacional</p> <p><b>TIPO DE VIVIENDA A ANALIZAR</b> Vivienda de albañilería hasta 4 pisos</p> <p><b>POBLACIÓN</b> Tahuantinsuyo Independencia, Lima</p> <p><b>MUESTRA</b> 40 viviendas</p> <p><b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACION</b> Enfoque cuantitativo</p>	<p><b>TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS</b> Entrevista, encuesta, fichas de observación, ficha de reporte.</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b> Cámara fotográfica, celular, fichas de encuesta, observación, y ficha de reporte, Google Earth, Google Maps.</p>