



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER  
HUMANO**

**CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y  
GESTIÓN DEL RIESGO**

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

### **TEMA**

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL  
DE LAS EDIFICACIONES FRENTE A LA AMENAZA SÍSMICA  
EN EL BARRIO LA MERCED, CANTÓN CHIMBO, PROVINCIA  
BOLÍVAR**

### **AUTORA**

**VERÓNICA FERNANDA GARCÍA REMACHE**

### **DIRECTOR**

**ING. GINO ALONSO NOBOA FLORES**

**GUARANDA - ECUADOR**

**2022**

## **I. DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedicó en primer lugar a Dios por haber encaminado cada uno de mis pasos cumpliendo mi objetivo propuesto.

De igual forma a mi madre Norma Remache quién ha sido mi apoyo incondicional en todo momento en especial en mi formación académica dándome aliento para seguir adelante y jamás decaer.

A los seres más importantes de mi vida mi hijo Taylor Lara y a mi esposo Xavier Lara quienes han sido mi motivación y la principal razón para alcanzar una meta más en mi vida profesional.

Y como no dedicar uno de mis logros a la persona que desde mi niñez fue un pilar fundamental mi hermano Víctor Manuel Remache quien no está presente físicamente, pero sé que me guía en cada uno de mis proyectos de vida para poder seguir adelante.

**VERÓNICA GARCÍA**

## **II. AGRADECIMIENTO**

Primeramente, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar una más de mis metas propuesta, a mi familia quienes han sido mi fortaleza durante todo el proceso de mis estudios y especialmente a mi madre Norma Remache quién siempre me ha brindado su apoyo incondicional para culminar mis estudios.

A mi director del proyecto de investigación Ing. Gino Noboa Flores que fortaleció mis conocimientos durante todo el proceso además de brindarme una excelente dirección y paciencia para la culminación del presente trabajo.

Al GAD del cantón Chimbo; especialmente a su alcalde Ing. Luis Alfredo Prado quién me permitió acceder a información necesaria para mi investigación y a los habitantes del Barrio La Merced quienes me brindaron la apertura necesaria para el desarrollo de la investigación.

**VERÓNICA GARCÍA**

### III. CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO  
INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL DIRECTOR DE TESIS**

Guaranda, 25 de marzo de 2022

El suscrito Ingeniero Civil Gino Alonso Noboa Flores, director del Proyecto de Investigación de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Director.

**CERTIFICA**

Que el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES FRENTE A LA AMENAZA SÍSMICA EN EL BARRIO LA MERCED, CANTÓN CHIMBO, PROVINCIA BOLÍVAR, realizado por la señorita **VERÓNICA FERNANDA GARCÍA REMACHE**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, mismo que ha sido debidamente revisado y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la revisión. En tal virtud autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y calificación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.

  
Ing. Civ. Gino Noboa Flores

**Director proyecto**

#### IV. AUTORÍA NOTARIADA

20220201002P00818      DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGA: VERÓNICA FERNANDA GARCÍA REMACHE  
CUANTIA: INDETERMINADA  
DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día miércoles veinticinco de mayo de dos mil veintidós, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señorita Verónica Fernanda García Remache, por sus propios derechos. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltera, domiciliada en la Avenida Elisa Mariño de Carvajal, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar; con celular número: cero nueve seis siete uno cero seis seis siete, correo electrónico: veroferna1994@gmail.com; a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla procede, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fue en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declara lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingeniera en la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el Presente Trabajo de Investigación titulado, con el tema: **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES FRENTE LA AMENAZA SÍSMICA EN EL BARRIO LA MERDED, CANTÓN CHIMBO, PROVINCIA BOLÍVAR”**; es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece a parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Verónica Fernanda García Remache  
C.C. 0202185849

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA



IV. AUTORÍA NOTARIADA

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, García Remache Verónica Fernanda, con cédula de identidad 0202185849, estudiante de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, declaro que el trabajo de titulación denominado "Análisis de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones Frente la Amenaza Sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar", es de mi autoría, este documento no ha sido presentado previamente, las referencias bibliográficas que se incluyen han sido presentadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta investigación, con fines estrictamente académicos o de investigación.

  
**GARCÍA REMACHE VERÓNICA FERNANDA**  
CC. 0202185849



Se otorgó ante mi y en fe de ello confiero ésta Primera copia certificada, firmada y sellada en Guaranda de 25 Mayo del 2022

  
**Dr. Herman Criollo Arcos**  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



### CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 0202185849

Nombres del ciudadano: GARCIA REMACHE VERONICA FERNANDA

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/CHIMBO/TELIBELA

Fecha de nacimiento: 28 DE MAYO DE 1994

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: MUJER

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BACHILLER

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: GARCIA VARGAS RIGOBERTO RODOLFO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: REMACHE ALARCON NORMA ALBA

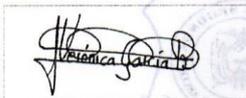
Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 3 DE OCTUBRE DE 2012

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 25 DE MAYO DE 2022

Emisor: HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS - BOLIVAR-GUARANDA-NT 2 - BOLIVAR - GUARANDA



*Handwritten mark*



N° de certificado: 224-717-27764



224-717-27764

*F. Alvear*

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación  
Documento firmado electrónicamente



La institución o persona ante quien se presente este certificado deberá validarlo en: <https://virtual.registrocivil.gob.ec>, conforme a la LOGIDAC Art. 4, numeral 1 y a la LCE. Vigencia del documento 1 validación o 1 mes desde el día de su emisión. En caso de presentar inconvenientes con este documento escriba a [enlinea@registrocivil.gob.ec](mailto:enlinea@registrocivil.gob.ec)

REPÚBLICA DEL ECUADOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL  
IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

Nº 020218584-9



CÉDULA DE  
CIUDADANÍA  
APELLIDOS Y NOMBRES  
GARCIA REMACHE  
VERONICA FERNANDA  
LUGAR DE NACIMIENTO  
BOLIVAR  
CHIMBO  
TELIMBELA  
FECHA DE NACIMIENTO 1994-05-28  
NACIONALIDAD ECUATORIANA  
SEXO F  
ESTADO CIVIL SOLTERA

INSTRUCCIÓN BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN BACHILLER A1311A1111

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE GARCIA VARGAS ROBERTO RODOLFO

APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE REMACHE ALARCON NORMA ALBA

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN  
GUARANDA  
2012-10-03  
FECHA DE EXPIRACIÓN  
2022-10-03

00058185

DIRECTOR GENERAL FIANCIL CULADO

CERTIFICADO DE VOTACIÓN 11 ABRIL 2021

PROVINCIA: BOLIVAR

CIRCUNSCRIPCIÓN:  
CANTÓN: GUARANDA

PARROQUIA: GABRIEL I VEINTIMILLA

ZONA: 1  
JUNTA No. 0011 FEMENINO

GARCIA REMACHE VERONICA FERNANDA

N 92907129  
0202185849

CC N 0202185849




*Handwritten signature or initials.*

## V. ÍNDICE GENERAL

I. DEDICATORIA .....	2
II. AGRADECIMIENTO .....	3
III. CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	4
IV. AUTORÍA NOTARIADA.....	5
V. ÍNDICE GENERAL .....	9
VI. ÍNDICE DE TABLAS .....	13
VII. ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	15
VIII. RESUMEN EJECUTIVO .....	16
INTRODUCCIÓN .....	20
CAPITULO I.....	21
PROBLEMA.....	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	22
1.3. OBJETIVOS.....	23
1.4. JUSTIFICACIÓN:.....	24
CAPITULO II .....	26
2. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	26
2.2. BASES TEÓRICAS .....	28
2.2.1. Subducción de placas en el Ecuador.....	29
2.2.2. Riesgo Sísmico .....	29
2.2.3. Definición de Vulnerabilidad.....	29
2.2.4. Modelos Cuantitativos .....	31
2.2.5. Modelos Cualitativo.....	31
2.2.6. Modelos Semicuantitativos.....	31

2.2.7. Metodologías para el estudio de la vulnerabilidad sísmica .....	32
2.2.8. Seguridad Estructural.....	33
2.2.9. Identificación de daños .....	33
2.2.10. Exploración estructural .....	34
2.2.11. Estado de Materiales.....	34
2.2.12. Calidad de los materiales .....	35
2.2.13. Elementos estructurales .....	35
2.2.14. Materiales de construcción .....	36
2.2.15. Hormigón .....	36
2.2.16. Hormigón Armado.....	37
2.2.17. Tipos de Hormigón.....	37
2.2.18. Propiedades del Hormigón fresco.....	37
2.2.19. Propiedades del hormigón endurecido.....	38
2.2.20. Patología Estructural.....	40
2.2.21. Causas Probables de las Patologías .....	41
2.2.22. Origen de las Patologías .....	41
2.2.23. Procesos de evaluación e inspección .....	41
2.2.24. Sismo .....	41
2.2.25. Placas Tectónicas.....	42
2.2.26. Placas Oceánicas.....	42
2.2.27. Placas Mixtas .....	42
2.2.28. Placas Continentales .....	43
2.2.29. Detección sísmica .....	43
2.2.30. Ordenamiento Territorial .....	43
2.2.31. Norma de Construcción Ecuatoriana .....	43
2.2.32. FEMA 154 .....	44

2.2.33. Formulario de recolección de datos y sus partes FEMA-154.....	45
2.2.34. Guía de Inspección y Evaluación Visual Rápida según NEC-15 .....	46
2.2.35. Objetivo de la Guía de Inspección y Evaluación Visual Rápida .....	46
2.2.36. Formulario Inspección y Evaluación Visual Rápida NEC-15.....	47
2.3. TEORÍA CONCEPTUAL .....	48
2.4. MARCO LEGAL .....	54
2.5 MARCO REFERENCIAL .....	59
2.6 HIPÓTESIS .....	64
2.7 VARIABLES.....	64
2.7.1 OPERACIÓN DE LAS VARIABLES .....	65
CAPITULO III.....	70
MARCO METODOLÓGICO.....	70
3.1. Nivel de Investigación.....	70
3.1.1 Nivel Exploratorio .....	70
3.1.2. Nivel Descriptivo.....	70
3.1.3. Metodología.....	70
3.2. Diseño.....	80
3.2.1. Investigación de campo .....	80
3.2.2 Investigación cualitativa .....	81
3.2.3. Investigación cuantitativa .....	81
3.3. Población y Muestra .....	81
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	81
3.4.1. Técnicas .....	81
3.4.2. Instrumentos.....	82
3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos, para cada uno de los objetivos específicos.....	82

3.5.1 Procesamiento.....	82
3.5.2 Análisis de datos .....	83
3.5.3. Resultados por objetivos.....	84
CAPITULO IV.....	87
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS.....	87
4.1. Resultado según el objetivo 1.....	87
4.2. Resultado según el objetivo 2.....	102
Comparación de las metodologías de evaluación visual rápida.....	106
4.3. Resultado según el objetivo 3.....	108
4.3.1 DATOS GENERALES.....	108
4.3.2. REHABILITACIÓN SÍSMICA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES.....	116
4.5. Comprobación de Hipótesis .....	121
CAPITULO V.....	122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
5.2 CONCLUSIONES.....	122
5.3. RECOMENDACIONES .....	124
BIBLIOGRAFÍA.....	125
ANEXOS.....	136

## VI. ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N°. 1 Clasificación de Daños en la construcción</i> .....	33
<i>Tabla N°. 2 Tipos de Hormigón</i> .....	37
<i>Tabla N°. 3 Tipos de Hormigón</i> .....	38
<i>Tabla N°. 4 Propiedades del hormigón endurecido</i> .....	39
<i>Tabla N°. 5 Normativa Legal:</i> .....	54
<i>Tabla N°. 6 Parroquias San José de Chimbo</i> .....	59
<i>Tabla N°. 7 Uso y cobertura vegetal</i> .....	62
<i>Tabla N°. 8 Información de la edificación</i> .....	72
<i>Tabla N°. 9 Tipo de estructuras</i> .....	72
<i>Tabla N°. 10 Datos de la edificación</i> .....	73
<i>Tabla N.º. 11 Fotografía de la Edificación y Esquema Estructural</i> .....	74
<i>Tabla N°. 12 Altura de las Edificaciones</i> .....	75
<i>Tabla N°. 13 Irregularidades de la Edificación</i> .....	75
<i>Tabla N.º. 14 Código de la Construcción</i> .....	76
<i>Tabla N°. 15 Tipo de suelo</i> .....	76
<i>Tabla N°. 16 Puntaje básico, modificadores y puntaje final S</i> .....	77
<i>Tabla N°. 17 Rangos para Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica</i> .....	77
<i>Tabla N°. 18 Criterios de evaluación</i> .....	79
<i>Tabla N°. 19 Nivel de vulnerabilidad</i> .....	83
<i>Tabla N°. 20 Tipología del Sistema Estructural</i> .....	87
<i>Tabla N°. 21 Altura de la edificación</i> .....	88
<i>Tabla N°. 22 Irregularidad de la Edificación</i> .....	89
<i>Tabla N°. 23 Código de la Construcción</i> .....	90

<b>Tabla N°. 24</b> Tipo de Suelo.....	91
<b>Tabla N°. 25</b> Grado de Vulnerabilidad Sísmica.....	92
<b>Tabla N°. 26</b> Tipo de ocupación de la edificación.....	93
<b>Tabla N°. 27</b> Colapso total, parcial o cimentación afectada .....	94
<b>Tabla N°. 28</b> Agrietamientos en los muros .....	95
<b>Tabla N°. 29</b> Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer.....	96
<b>Tabla N°. 30</b> Topografía .....	97
<b>Tabla N°. 31</b> Nivel de daños .....	98
<b>Tabla N°. 32</b> Marcación.....	99
<b>Tabla N°. 33</b> Futuras Acciones .....	100
<b>Tabla N°. 34</b> Desarrollo de los componentes estratégicos ante una amenaza sísmica.....	111
<b>Tabla N°. 35</b> Cronograma de actividades de Estrategias que aporten a la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones.....	114
<b>Tabla N°. 36</b> Comparativa de metodologías de evaluación visual rápida .....	106

## VII. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°. 1 Tipología Estructural de las edificaciones .....	87
Gráfico N°. 2 Altura de la edificación .....	88
Gráfico N°. 3 Irregularidad de la Edificación .....	89
Gráfico N°. 4 Código de la construcción .....	90
Gráfico N°. 5: Tipo de Suelo .....	91
Gráfico N°. 6: Grado de Vulnerabilidad Sísmica.....	92
Gráfico N°. 7 Tipo de ocupación de la edificación .....	93
Gráfico N°. 8 Colapso total, parcial o cimentación afectada .....	94
Gráfico N°. 9 Agrietamientos en los muros.....	95
Gráfico N°. 10 Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer .....	96
Gráfico N°. 11 Topografía.....	97
Gráfico N°. 12 Nivel de daños.....	98
Gráfico N°. 13 Marcación .....	99
Gráfico N°. 14 Futuras Acciones.....	100

## VIII. RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo analizar en nivel de vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a una amenaza sísmica en el Barrio la Merced del Cantón Chimbo, es así que mediante el análisis se logró determinar el grado de exposición ante dicha amenaza.

Con el desarrollo de esta investigación se identificó el nivel de la vulnerabilidad físico estructural, frente a una amenaza sísmica basada en el análisis de cada una de las edificaciones del sector; es así que, el universo de estudio se compuso del total de las viviendas que conforman el Barrio La Merced del cantón Chimbo siendo esta un total de 49 edificaciones. Una vez realizado el análisis de cada una de las viviendas se arrojaron varios datos que permitieron aceptar la hipótesis “Los Factores Físicos de las Edificaciones influyen en el nivel de Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones frente a la amenaza sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar”. Por lo cual es necesario establecer estrategias que ayuden a reducir el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones para salvaguardar la integridad de las personas que habitan en dicho sector.

Los instrumentos utilizados para el respectivo análisis de cada edificación perteneciente al Barrio La Merced, fueron las metodologías del FEMA 154 y NEC-15, la cámara fotográfica para evidenciar la localización de cada vivienda analizada, la tabulación de los datos obtenidos y las gráficas de resultados se la efectuó en la utilización de las hojas de Excel, el programa ARCGIS para la elaboración del mapa de vulnerabilidad física ante la amenaza sísmica; en donde se representó el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda; así como también se recurrió a fuentes bibliográficas para un mejor conocimiento de ciertos términos.

Dentro de los resultados obtenidos en el primer objetivo, en donde se implementaron las metodologías FEMA 154 y NEC-15; se logró determinar que 42 viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, mientras que 7 viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica baja, según los criterios expuestos dentro de las metodologías utilizadas en la investigación.

Para el cumplimiento del segundo objetivo se basó en las metodologías expuestas dentro de la Guía Práctica para la Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras, conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC,2015); estableciendo las ventajas y los parámetros que se deben tomar en cuenta para el uso seguro de cada edificación además de incorporar una comparación las metodologías implementadas dentro de la investigación demostrando así su eficacia dentro del análisis físico estructural de edificaciones.

Finalmente, para alcanzar el tercer objetivo se planteó una propuesta que tuvo como finalidad establecer estrategias para reducción de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica; en base a los requerimientos señalados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC,2015).

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the level of physical structural vulnerability of buildings against a seismic threat in the La Merced Neighborhood of the Chimbo Canton, it is thus that through the analysis it was possible to determine the degree of exposure to this threat.

With the development of this research, the level of the physical structural vulnerability was identified, in front of a seismic threat based on the analysis of each of the buildings in the sector; thus, the universe of study was composed of the total of the houses that make up the La Merced Neighborhood of the Chimbo canton, this being a total of 49 buildings. Once the analysis of each of the houses was carried out, several data were returned that allowed accepting the hypothesis "The Physical Factors of the Buildings influence the level of Physical Structural Vulnerability of the Buildings against the seismic threat in the La Merced Neighborhood, Chimbo Canton, Bolívar Province". Therefore, it is necessary to establish strategies that help reduce the level of vulnerability of buildings to safeguard the integrity of the people who live in this sector.

The instruments used for the respective analysis of each building belonging to the La Merced Neighborhood, were the FEMA 154 and NEC-15 methodologies, the photographic camera to show the location of each analyzed home, the tabulation of the data obtained and the graphs of results was carried out using Excel sheets, the ARCGIS program for the preparation of the physical vulnerability map to the seismic threat; where the vulnerability level of each home was represented; as well as bibliographic sources were also used for a better knowledge of certain terms.

Within the results obtained in the first objective, where the FEMA 154 and NEC-15 methodologies were implemented, it was determined that 42 homes have a high seismic vulnerability, while 7 homes have a low seismic vulnerability, according to the criteria set out within the methodologies used in the research.

For the fulfillment of the second objective will be based on the methodologies exposed within the Practical Guide to the Evaluation and Seismic Rehabilitation of Structures, conforming to the Standard of the Ecuadorian Construction

(NEC,2015); by establishing the advantages and the parameters that must be taken into account for the safe use of each building, in addition to a comparison of the methodologies implemented in the research demonstrating its effectiveness in the analysis of physical structure of buildings.

Finally, to achieve the third objective, a proposal was put forward that aimed to establish strategies to reduce the physical structural vulnerability of buildings against the seismic threat; based on the requirements indicated in the Ecuadorian Construction Standard (NEC, 2015).

## **INTRODUCCIÓN**

Debemos considerar que un sismo es un fenómeno natural que no está vinculado con los procesos que ocurren en la Tierra y que no tienen ninguna relación con el calor, el frío u otros procesos meteorológicos como las precipitaciones, sequías etc. La ocurrencia de un terremoto tampoco depende de la época del año, ni de la hora. (Rodríguez D. T., 2013)

A nuestro país Ecuador se lo ha considerado como altamente sísmico por su geografía irregular el cual es atravesado por innumerables fallas geológicas, es así que el país podría presentar daños considerables por dicha amenaza ya que la energía liberada por el choque, fricción o rozamiento de las placas tectónicas han causado movimiento telúricos de gran intensidad los mismos que han causado pérdidas humanas, económicas y daños significativos en las infraestructuras, que se han venido deteriorando con el pasar de los años y por la naturaleza de los materiales de su construcción.

Las principales afectaciones que sufren las edificaciones con una amenaza sísmica han sido los derrumbes totales o parciales de las edificaciones, las grietas, daños en su fachada causando una vulnerabilidad en la integridad física de sus habitantes.

La Provincia Bolívar es considerada como altamente sísmica al estar atravesada por ciertas fallas geológicas activas, el Cantón San José de Chimbo ha sido uno de los más afectados por la amenaza sísmica, tras sufrir daños significativos durante un sismo ocurrido en el año de 1674 donde ocasiono la destrucción del cantón Chimbo y 8 pueblos aledaños, la mayor destrucción fue en Chimbo dejando pocos sobrevivientes a causa de este movimiento telúrico.

En la presente investigación se pretende realizar un análisis físico-estructural de las edificaciones del barrio La Merced en base a la implementación de metodologías de evaluación visual rápida, para determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones llegando así a establecer estrategias que nos ayuden a reducir los daños en las viviendas.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Ecuador es considerado como un país altamente sísmico por la presencia de varias fallas geológicas que lo atraviesan, es así que la Provincia de Bolívar ha sufrido impactantes daños a nivel de sus edificaciones por la presencia de varios movimientos telúricos.

El cantón San José de Chimbo a lo largo de su historia ha sufrido pérdidas económicas, pérdidas humanas y de infraestructuras a consecuencia de los movimientos sísmicos.

El 16 de abril del año 2016 a las 18: 58 horas nuestro país experimento uno de los sismos más fuertes sentidos a lo largo de su historia, el cual tuvo como epicentro la zona costera

En las edificaciones los componentes o materiales de construcción son los encargados de dar la resistencia a la edificación durante un movimiento sísmico es por ello que durante el desencadenamiento de un evento de este tipo las vigas, las losas, pilares deben proporcionar la estabilidad de la edificación.

El presente proyecto de investigación busca determinar el grado de vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones del barrio la Merced, ya que no existe investigaciones previas en el sector de intervención siendo este el problema primordial para la presente investigación, los habitantes del sector no cuentan con una cultura en la gestión de riesgos especialmente en la reducción de la vulnerabilidad; es así que dicha investigación influirá para que los habitantes de este sector den el respectivo mantenimiento a sus edificaciones y tomen medidas de seguridad al momento de construir, esto contribuirá a reducir pérdidas económicas, ambientales y lo más importante pérdidas humanas; salvaguardando la integridad física de los moradores.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Desconocimiento de los factores que inciden en la Vulnerabilidad Físico Estructural de las edificaciones frente a una amenaza sísmica por parte de los habitantes del Barrio la Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Identificar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a una amenaza sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar

#### **Objetivos Específicos**

- Conocer el estado actual de las edificaciones frente a una amenaza sísmica en base a la implementación de metodologías de evaluación visual rápida.
- Establecer las ventajas sobre la utilización de las metodologías de evaluación visual rápida para determinar la vulnerabilidad físico estructural y la toma de decisiones para el uso seguro de las edificaciones e incorporar una comparación entre las metodologías utilizadas para el análisis de la vulnerabilidad físico estructural según la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015.
- Formular estrategias que ayuden a reducir la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones producidas por una amenaza sísmica.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN:

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad analizar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones mediante la identificación de los factores que influyen en la misma, se pretende determinar las condiciones actuales de las edificaciones y su grado de vulnerabilidad llegando así a establecer estrategias que ayuden a mitigar los daños producidos en las edificaciones para reducir su vulnerabilidad.

La vulnerabilidad físico estructural frente a la amenaza sísmica debe ser considerada de gran *importancia* por lo que los impactos de esta amenaza sobre las edificaciones pueden ocasionar hasta las pérdidas humanas. En el cantón Chimbo se han registrado terremotos que han causado daños significativos en las edificaciones por su localización geográfica y antigüedad de los materiales de construcción esto ha provocado que la población este expuesta a una vulnerabilidad física.

La *originalidad* radica al ser un país con alta probabilidad de amenaza sísmica es por eso que se pretende contribuir a la concientización de los habitantes en las medidas de seguridad en sus infraestructuras asegurando su integridad física, la de sus bienes, reduciendo así las pérdidas económicas y hasta humanas, debido específicamente a que no existe un estudio de este tipo en el área de estudio.

La *novedad científica* denota en establecer estrategias que ayuden a mitigar los daños producidos en las edificaciones frente a la amenaza sísmica, de esta manera lograremos garantizar el bienestar de la población.

Por esta razón se permite seleccionar el tema: Análisis de la Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar, creando así una cultura en la prevención y mitigación de riesgos.

Es factible realizar el proyecto porque se contará con el apoyo de los moradores para realizar el análisis de cada una de las infraestructuras pertenecientes al área de estudio.

## **1.5. LIMITACIONES**

Dentro de la presente investigación realizada en el Cantón San José de Chimbo, Barrio La Merced, Provincia Bolívar las limitaciones que se presentaron fueron las siguientes:

- Déficit de estudios físicos estructurales previos en el Barrio La Merced.
- Carencia de información específica por parte de los moradores sobre el área total de construcción de cada edificación.
- Falta de estudios específicos dentro del área de la Gestión de Riesgos que ayuden a determinar el nivel de vulnerabilidad al que están expuestos los moradores del Barrio La Merced.
- Escasa fuente bibliográfica sobre información arquitectónica de las construcciones del Barrio La Merced.
- Dentro de esta investigación no se pudo ejecutar estudios geológicos por la deficiencia de equipos y recursos.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

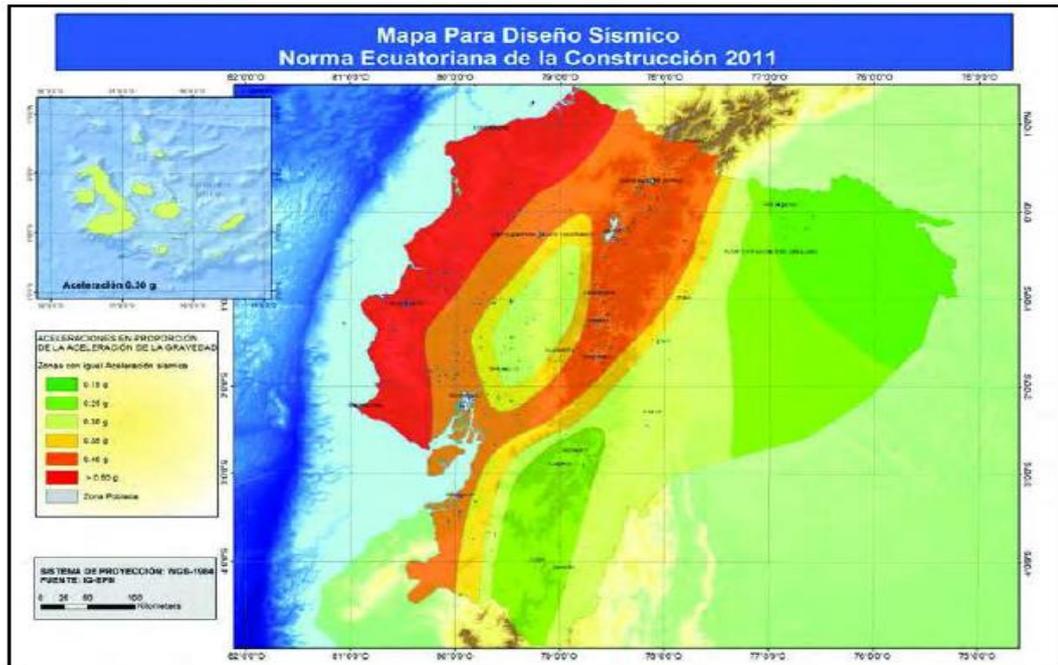
Según (Arnaldo & Torres, 2016) menciona que no es desconocida la abundante cantidad de eventos sísmicos que la humanidad ha experimentado a lo largo de la historia por lo cual en la actualidad se establecen nuevas y modernas formas de construcción que son de gran importancia para hacer frente a los movimientos telúricos.

#### **Zonas sísmicas del Ecuador**

El peligro sísmico en el Ecuador está presidido principalmente por dos tipos de fuentes sísmicas: subducción (interplaca e intraplaca), y de tipo corticales (superficiales). En cada una de estas fuentes se lleva a cabo un proceso de acumulación y liberación de energía independiente del que ocurre en las demás fuentes. Los sismos interplaca (profundidad < 40 km) corresponden a los sismos que se generan por el roce entre la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana a lo largo de su zona de convergencia.

Los sismos intraplaca (profundidad entre 40 y 300 km) corresponden a los sismos de falla normal de profundidad intermedia, localizados dentro de la placa oceánica de Nazca que subduce bajo la placa continental Sudamericana. Los sismos corticales (profundidad < 40 km) corresponden a los sismos someros que ocurren dentro de la placa Sudamericana. (Martínez & Angulo, Estudio de Peligro Sísmico de Ecuador y Propuesta de Espectros de Diseño para la ciudad de Cuenca, 2016)

**Figura N°. 1** Ecuador zonas sísmicas



**Nota.** Zonas Sísmicas del Ecuador

**Fuente:** NEC-15

### **El Ecuador y su Vulnerabilidad Estructural ante la amenaza sísmica**

A partir de estudios implementados en el Ecuador los terremotos han venido afectando con frecuencia a las zonas pobladas con deficiente normas estructurales en sus viviendas lo cual ha traído como consecuencia una alta tasa de mortalidad y víctimas lesionadas por el colapso de las edificaciones. (Lukaes, 2019)

Los grandes daños causados en las edificaciones de la región afectada por el evento sísmico son uno de los factores que influyen en la vulnerabilidad de la sociedad sacando a flote uno de los principales problemas en la prevención de los desastres de origen sísmico poniendo al descubierto la mala y deficiente construcción de las viviendas. (Lukaes, 2019)

La provincia Bolívar se encuentra situada en la parte centro oeste de nuestro país por lo cual se ubica en la zona 4° que representa una alta peligrosidad según el Instituto Geofísico Militar esto se debe a que está rodeada por un sistema de fallas

activas tanto regionales (falla de Pallatanga) y fallas locales (falla del río Chimbo y la falla de Salinas). Esto hace que sea una zona más propensa a que ocurra un sismo. (Amangadi, Yasuma, & Barragán, 2018)

El cantón Chimbo al estar situado en zonas de fallas geológicas activas, registra antecedentes históricos cuyos resultados revelan que la mayor parte del territorio cantonal se encuentra en su orden en las zonas de nivel de amenaza o peligro, su terremoto ocurrido el 29 de diciembre de 1674 en donde el cantón fue destruido casi en su totalidad originando que la población sobreviviente emigrara a otros lugares del país. (PDOT Chimbo, 2020)

En el año de 1797 se registró un sismo aproximadamente a las 7:45 con una magnitud de 8,3 en la escala de Richter a una profundidad de 11km, se registraron significantes daños estructurales en las edificaciones de la provincia de Bolívar. (Duque, Tamay, & Rojas, 2018)

El 16 de abril de 2016 se experimenta un sismo con epicentro en la provincia de Manabí con una intensidad de 7,8 en la escala de Richter el mismo que afectó las infraestructuras de las edificaciones en el cantón presentando fisuras, grietas y la destrucción total de una de ellas lo que conllevó a que las autoridades del GAD Chimbo realizaran un informe técnico, tomando la decisión de demolerla. (Comercio, 2016)

El 7 de septiembre de 2018 un nuevo sismo de 6,2 en la escala de Richter vuelve afectar las edificaciones del cantón de San José de Chimbo especialmente la iglesia central ubicada en la plaza la Merced fue una de las infraestructuras más afectadas tras ya presentar fisuras ocasionadas en el terremoto del 16 de abril del 2016, en donde la infraestructura solo fue restaurada medianamente. (Comercio, 2018)

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

A consecuencia de los movimientos telúricos acontecidos en la última década todos los países con alta posibilidad de amenaza sísmica han sentido la necesidad de crear, desarrollar y técnicas con procedimientos para poder realizar un análisis rápido de

las edificaciones afectadas por una amenaza de origen natural, es así que mediante este tipo de análisis visual rápido nos permitirá conocer el grado de daño o vulnerabilidad de las edificaciones con el objetivo de proteger a las familias que habitan en dichas viviendas.

### **2.2.1. Subducción de placas en el Ecuador**

Ecuador se encuentra dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que su actividad sísmica es alta, incluyendo eventos tales como el de 1906, que alcanzó una magnitud de 8.8, colocándolo dentro de los sismos más grandes de la historia. Salvo el sismo de Bahía de Caráquez en agosto de 1997 con una magnitud de 7.1, y que dejó en evidencia ciertos problemas relacionados al diseño sismorresistente en el Ecuador. Si bien es cierto, existe una Norma Ecuatoriana de la Construcción, también lo es el hecho que los estudios acerca del tema en el país son escasos. (Martínez & Angulo, Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca, 2016)

### **2.2.2. Riesgo Sísmico**

Se lo define como la combinación de la peligrosidad sísmica, la vulnerabilidad de las edificaciones y las pérdidas económicas (expresadas en términos de unidades monetarias). (González & Mases, 2003)

### **2.2.3. Definición de Vulnerabilidad**

Se puede definir como el grado de daño esperado en una estructura en el caso de ser sometida a la acción de un sismo de una intensidad dada. (González & Mases, 2003)

#### **1. Vulnerabilidad Sísmica**

La Vulnerabilidad sísmica de una estructura de una edificación, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como la predisposición

intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento telúrico. (González & Mases, 2003)

## **2. Vulnerabilidad Estructural**

Se refiere a la susceptibilidad que presenta una estructura frente la posibilidad de sufrir posibles daños en las partes que lo mantienen de pie durante un evento sísmico de gran intensidad entre ellos se incluye a los cimientos, muros, vigas, losas y columnas. (Salud, 2000)

## **3. Vulnerabilidad no Estructural**

Se puede definir a la vulnerabilidad no estructural al daño que se ocasiona en cielos rasos, paneles, tabiques, ventanas, puertas, etc. como efecto de los movimientos sísmicos, cabe recalcar que la vulnerabilidad no estructural puede estar más comprometida que la de la estructura misma. (Retamozo, Mesarina, & Garcia, 1997)

## **4. Vulnerabilidad Funcional**

La vulnerabilidad funcional se la puede determinar como la relación que existe entre los elementos funcionales y la infraestructura técnica en donde se incluye los recursos físicos de los cuales depende una infraestructura como son: el suministro de agua, alcantarillado, energía y comunicaciones. (Castillo, Vaz-Suárez, & Rizo, 2014)

## **5. Análisis de la Vulnerabilidad**

Es un proceso mediante el cual se puede determinar el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo a la identificación del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. (Cardona O. D., 1991)

## **6. Diagnóstico de vulnerabilidad**

Para realizar el diagnostico de vulnerabilidad se debe calcular los índices de sobre esfuerzo para los elementos estructurales principales. Los valores son obtenidos de

acuerdo con la resistencia solicitada por fuerzas horizontales (viento y sismo) y las gravitacionales equivalentes, divididas por la resistencia efectiva. (Nonzoque, 2015)

## **7. Daños estructurales**

Se lo puede definir como el daño severo o el colapso de las estructuras durante un evento sísmico por lo general a consecuencia de una falla en un elemento o conjunto de elementos de la construcción con una resistencia insuficiente. (Salud, 2000)

### **2.2.4. Modelos Cuantitativos**

Significa que la magnitud de las consecuencias adversas es expresada cuantitativamente en términos de costos de las construcciones e infraestructura o en términos matemáticos como la probabilidad de que se presente cierto daño en una magnitud determinada. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013, pág. 42)

### **2.2.5. Modelos Cualitativo**

En la vulnerabilidad estructural se puede expresar de una manera relativa, es así que la magnitud de los daños puede ser expresados cualitativamente usando categorías descritas por palabras que representen los diferentes niveles como puede ser: severo, moderado, leve o insignificante. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013, pág. 42)

### **2.2.6. Modelos Semicuantitativos**

La vulnerabilidad se la define de manera cuantitativa, pero para su determinación se basa en las relaciones empíricas y no en la modelación de la respuesta estructural. Es común en estos modelos la definición de la vulnerabilidad en términos del llamado Índice de vulnerabilidad, definido en estos modelos como el porcentaje del costo total de la estructura que se estima se puede perder, en donde un valor de 0

representa que no hay ningún tipo de daño y un valor de 1 representa la pérdida total o colapso. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013, pág. 42)

### **2.2.7. Metodologías para el estudio de la vulnerabilidad sísmica**

Para poder realizar el Análisis de la Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica, se implementa el uso de ciertas metodologías detalladas a continuación:

#### **1. Método Analítico**

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes por métodos analíticos se fundamenta en los principios utilizados para el diseño de estructuras nuevas estipuladas en los códigos de construcción. La evaluación de estructuras existentes por métodos analíticos se concentra primordialmente en la modelación de edificios de hormigón armado, en los cuales se utilizan modelos mecánicos para representar su comportamiento histerético, con el fin de determinar los niveles de daño para los elementos estructurales o de la estructura misma en su conjunto. (Caicedo, Canas, & Aguiar, 1994)

#### **2. Método Cualitativo**

La calificación de los métodos cualitativos se utiliza para realizar un tamizado y reafirmar la seguridad de la estructura. Si con este diagnóstico alguna edificación resulta insegura, se requerirá del análisis cuantitativo más detallado para conocer su vulnerabilidad sísmica. (Fernandez & Parraga, 2013)

#### **3. Método Cuantitativo**

Los métodos cuantitativos deben determinar la resistencia de la estructura principal. Así mismo, los métodos cuantitativos sirven para profundizar en los resultados obtenidos de los métodos cualitativos, cuando estos últimos no entreguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura. (Fernandez & Parraga, 2013)

### 2.2.8. Seguridad Estructural

Se considera como la integridad del edificio en referencia a el tipo de estructura, sus materiales de construcción, cumplimiento de normativas para la prestación de servicios a la población. En donde se compone de dos enfoques, el primero es saber si el establecimiento ha estado anteriormente expuesto a amenazas, y el segundo, corresponde a determinar si el establecimiento ha sido afectado o dañado en algún evento pasado, en este último punto, se evalúa también cómo han sido efectuadas las reparaciones. Las soluciones que se propongan para el mejoramiento de la seguridad estructural aplicado para un tipo de amenaza de origen natural en específico, no se puede generalizar la estabilidad de la institución ante todos los desastres. (Organización Mundial de la Salud & Panamericana, 2018)

### 2.2.9. Identificación de daños

Es un diagnóstico general de las edificaciones con los datos obtenidos durante el transcurso del estudio, por medio de la información recolectada en la evaluación de las edificaciones. Se hace la localización exacta de los daños de las edificaciones, tomando en cuenta las causas para determinar el estado actual de la estructura. (Salamanca L. , Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial., 2015)

*Tabla N°. 1 Clasificación de Daños en la construcción*

<b>Tipo de Daños</b>	<b>Descripción</b>
<b>Daños Directos</b>	Se los puede definir como los daños que incluyen impactos físicos que conlleva a la destrucción de la edificación y la perdida en su totalidad de la misma, en la misma se incluye las pérdidas humanas, materiales y económicas. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013)
<b>Daños Indirectos</b>	En este tipo de daños pueden afectar a un territorio mucho más grande que la zona donde se ha producido el desastre en donde se incluye la reducción de la productividad económica

y sus acciones previas al evento. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013)

### **Daños Intangibles**

En este tipo de daño se atribuye los efectos psicológicos y las consecuencias emocionales, de las pérdidas humanas, y pérdidas de vivienda. (Rivero & Mayorga, Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca, 2013)

---

**Nota.** Fuente: Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca

**Elaborado por:** García V.

### **2.2.10. Exploración estructural**

Es un reconocimiento visual en el cual se determina el estado actual de la vivienda en cuanto a su estructura. En el cual se debe comprobar los elementos y su configuración geométrica, lo que ayuda de manera primordial a la evaluación y a la verificación de disposición de los mismos, en los casos donde no se cuentan con los planos estructurales, y para el caso contrario, sirve para determinar la calidad y confrontar lo construido contra lo diseñado. (Salamanca L. , Metodología Para Estudios de Vulnerabilidad Sísmica y Patología Estructural Para Edificaciones con Carácter Patrimonial, 2015)

### **2.2.11. Estado de Materiales**

Dentro del estado de materiales se determina la calidad de los materiales de construcción siendo este parte del sistema estructural, en la mayoría de estudios previos a la construcción de edificaciones se realizan ensayos no destructivos, sin embargo, esto depende del nivel de estudio pueden emplearse en algunos materiales destructivos. Es así, que se debe realizar una evaluación de manera objetiva de los elementos estructurales y no estructurales, los mismos que permitirán acercarse a un dictamen más preciso sobre el estado actual de la edificación. (Salamanca L. ,

Metodología Para Estudios de Vulnerabilidad Sísmica y Patología Estructural Para Edificaciones con Carácter Patrimonial, 2015)

#### **2.2.12. Calidad de los materiales**

Para poder determinar el estado de los materiales de las estructuras se debe realizar una caracterización de todos los materiales que forman parte del sistema estructural, por lo cual se debe realizar una evaluación de una forma objetiva de todos los elementos estructurales y no estructurales de la edificación; los mismos que contribuirán a tener un acercamiento con más precisión a la realidad. (Salamanca L. , Metodología Para Estudios de Vulnerabilidad Sísmica y Patología Estructural Para Edificaciones con Carácter Patrimonial, 2015)

#### **2.2.13. Elementos estructurales**

Se considera como elementos estructurales a cada una de las partes diferenciadas, pero vinculadas, en donde puede ser dividida una estructura como son las cargas verticales y laterales. (Andrade, 2014)

#### **1. Viga**

(Andrade, 2014, pág. 20) Manifiesta que “Una viga es el elemento lineal solicitado primordialmente por cargas perpendiculares a su eje, sus esfuerzos correspondientes son de flexión. Generalmente tienen posición horizontal.”

#### **2. Columna**

Para (Andrade, 2014, pág. 21) “Una columna es el elemento lineal solicitado primordialmente por cargas de compresión en su propio eje, generalmente tiene una posición vertical.”

### **3. Losa**

Según (Andrade, 2014, pág. 21) “Se lo considera como un elemento superficial sometido primordialmente a solicitaciones perpendiculares a su plano medio. Por lo general tiene posición horizontal.”

### **4. Flexión**

La flexión en las estructuras comprende a los elementos estructurales superficiales como placas o láminas. Dentro del esfuerzo de flexión existe el puro o simple en donde se obtiene cuando se lo aplica sobre un cuerpo pares de fuerza perpendiculares a su eje longitudinal, de manera que provoquen el giro de las secciones transversales con respecto a los inmediatos. (Muñoz N. , 2016)

#### **2.2.14. Materiales de construcción**

Existen diferentes tipos de materiales de construcción en donde se señalan los siguientes:

##### **1. Ladrillo**

El ladrillo es una pequeña pieza de barro que es sometido a cocción a elevadas temperaturas, es un elemento que trata de ganar presencia en la ejecución de muros de las edificaciones, cumpliendo una función estructural; se lo puede utilizar en varias clases de construcciones por su forma y fácil manejo. (Barranzuela, 2014)

##### **2.2.15. Hormigón**

El hormigón es un material muy utilizado en la actualidad en las construcciones, en donde su composición nace de la mezcla de cemento, arena y agua; una vez que este se haya secado el mismo logra su resistencia y dureza. También se lo conoce con el nombre de concreto. (Perez & Merino, 2018)

### 2.2.16. Hormigón Armado

La utilización de la técnica constructiva del hormigón armado, radica en el uso de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. El hormigón armado es de amplia utilización durante una construcción siendo utilizado en edificaciones de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles, obras industriales y también en obras marítimas. (Avila & Oviedo, 2013)

### 2.2.17. Tipos de Hormigón

*Tabla N°. 2 Tipos de Hormigón*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Hormigón en masa	Es utilizado como único componente, se trata de emplear el hormigón como único material constitutivo de un elemento estructural. (Alcalá, 2019)
Hormigón pretensado	Es el tipo de armado en el que los elementos de acero están tensados y comprimen el hormigón (armaduras activas); es así que reduce su trabajo en tracción (poca resistencia) y el tamaño de las fisuras (menor permeabilidad) y aprovecha su resistencia a compresión. (Alcalá, 2019)
Hormigón avanzado	En este tipo de hormigón se incorpora otros componentes para mejorar sus prestaciones (resistencia, fluidez). (Alcalá, 2019)

**Nota.** Fuente: Ciencia y Tecnología de la Edificación

**Elaborado por:** García V.

### 2.2.18. Propiedades del Hormigón fresco

En este tipo estado el hormigón puede ser fácilmente mezclado, transportado, colocado y compactado con los medios disponibles en obra. No depende exclusivamente del hormigón sino también del equipamiento disponible, del tipo de elemento a hormigonar y de los métodos de colocación y compactación a utilizar. La característica del hormigón que puede medirse es la consistencia. (Argentino, 2015)

**Tabla N°. 3 Tipos de Hormigón**

<b>Propiedades</b>	<b>Descripción</b>
Consistencia	Consiste en la capacidad del hormigón fresco a sufrir deformaciones, esto se mide generalmente por medio del descenso en centímetros en el ensayo del cono de Abrams. (Civil, 2007)
Docilidad	Es un sinónimo de trabajabilidad del hormigón. Es su capacidad de ser puesto en su lugar de destino con los medios de compactación de que se dispone. Principalmente se mide mediante el descenso en centímetros en el ensayo del cono de Abrams. (Civil, 2007)
Homogeneidad	Consiste en la cualidad de distribución por toda la masa de todos los componentes del hormigón en las mismas proporciones. A la cualidad de homogeneidad se opone el defecto de la segregación o decantación. Se mide por la masa específica de porciones de hormigón fresco separadas entre sí. (Civil, 2007)
Masa específica	Consiste en la relación que existe entre la masa del hormigón fresco y el volumen ocupado. Puede medirse con el hormigón compactado o sin compactar. La densidad del hormigón fresco compactado es una medida del grado de eficacia del método de compactación empleado. Se mide en $\text{kg/m}^3$ . (Civil, 2007)
Tiempo abierto	Es el período de tiempo que transcurre entre el amasado del hormigón y el principio del fraguado. Es una propiedad de gran importancia, pues es en el que se puede manipular el hormigón sin merma de sus características. (Civil, 2007)

**Nota.** Fuente: Escuela de Ingeniería Técnica Civil. Arquitectura Técnica.

**Elaborado por:** García V.

### **2.2.19. Propiedades del hormigón endurecido**

Según (Civil, 2007) manifiesta que “El carácter de hormigón endurecido lo adquiere el hormigón a partir del final de fraguado. El hormigón endurecido se compone del árido, la pasta de cemento endurecido (que incluye el agua que ha reaccionado con los compuestos del cemento) y la red de poros abiertos o cerrados resultado de la evaporación del agua sobrante, el aire ocluido (natural o provocado por un aditivo).”

**Tabla N°. 4 Propiedades del hormigón endurecido**

<b>Propiedades</b>	<b>Descripción</b>
Densidad	Es la relación que existe entre la masa del hormigón y el volumen ocupado. Para un hormigón bien compactado de áridos normales oscila entre 2300- 2500 kg/m <sup>3</sup> . En caso de utilizarse áridos ligeros la densidad oscila entre 1000-1300 kg/m <sup>3</sup> . Y en caso de utilizarse áridos pesado la densidad oscila entre 3000-3500 kg/m <sup>3</sup> . (Civil, 2007)
Compacidad	Radica en de tener la máxima densidad que los materiales empleados permiten. Un hormigón de alta compacidad es la mejor protección contra el acceso de sustancias perjudiciales. (Civil, 2007)
Permeabilidad	Consiste en que un hormigón es accesible a los líquidos o a los gases. El factor que más influye en esta propiedad es la relación entre la cantidad de agua añadida y de cemento en el hormigón (a/c). Cuanto mayor es esta relación mayor es la permeabilidad y por tanto más expuesto el hormigón a potenciales agresiones. (Civil, 2007)
Resistencia	El hormigón endurecido presenta resistencia a las acciones de compresión, tracción y desgaste. La principal es la resistencia a compresión que lo convierte en el importante material que es. (Civil, 2007)
Dureza	Es una propiedad superficial que en el hormigón se modifica con el paso del tiempo debido al fenómeno de carbonatación. Un método de medirla es con el índice de rebote que proporciona el esclerómetro Smichtd. (Civil, 2007)
Retracción	Es el fenómeno de acortamiento del hormigón debido a la evaporación progresiva del agua absorbida que forma meniscos en la periferia de la pasta de cemento, y el agua capilar. Es el agua menos fijada en los procesos de hidratación. Además, en el hormigón endurecido está presente el agua en distintos estados: Es el fenómeno de acortamiento del hormigón debido a la evaporación progresiva del agua absorbida que forma meniscos en la periferia de la pasta de cemento, y el agua capilar. Es el agua menos fijada en los procesos de hidratación. En el hormigón endurecido está presente el agua en distintos estados: Agua combinada químicamente o de cristalización, Agua de gel, Agua zeolítica o intercrystalina. (Civil, 2007)

**Nota.** Fuente: Tipos de Hormigón y sus propiedades

**Elaborado por:** García V.

### 2.2.20. Patología Estructural

El estudio de las patologías estructurales se lo determina como procesos anormales de causas conocidas o desconocidas. Para probar la existencia de una enfermedad, se inspecciona la existencia de una lesión a nivel de sus estructuras. Este concepto general puede ser aplicado a las estructuras, encontrando así una definición apropiada de la patología estructural. Se entiende, entonces, por patología estructural como el estudio del comportamiento de las estructuras, cuando presentan evidencias de fallas, daños en sus estructuras buscando descubrir sus causas y establecer acciones correctivas o su demolición de la edificación. (Sanchez, 2011)

Es difícil llegar a determinar de una manera certera el motivo de los daños que presenta una infraestructura ya que existen infinitas diversidades de patologías, por lo que cada patología presenta rasgos únicos; es así que las patologías pueden originarse por tres motivos:

- **Patologías por defectos:** estas patologías están relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, las mismas que son causadas por un mal diseño en la estructura, una construcción mal elaborada o la utilización de materiales de mala calidad. (Astorga & Rivero, 2009)
- **Patologías originadas por daños:** este tipo de patologías se manifiestan durante o luego de la incidencia de una fuerza externa de la edificación. Los daños pueden ser ocasionados por los efectos de una amenaza natural como: un sismo, deslizamiento, inundación, etc. Otra causa que puede estar relacionada es si la edificación puede estar obligada a soportar una carga para la cual no fue diseñada. (Astorga & Rivero, 2009)
- **Patologías por deterioro:** por lo general esta se diseña para que funcionen durante una vida útil, sin embargo, con el pasar de los años la estructura presenta daños que deben ser atendidos inmediatamente. Una estructura puede debilitarse o deteriorarse cuando está expuesta a la intemperie. (Astorga & Rivero, 2009)

### **2.2.21. Causas Probables de las Patologías**

Las causas de las patologías generadas en una edificación son las mismas que pueden provocar ciertas lesiones en la estructura.

- Influencia de agentes atmosféricos como: vientos, lluvias, humedad.
- Escasos diseños de los elementos constructivos.
- Carencia de calidad de los materiales constructivos.
- Escasa de inspección en el proceso constructivo
- Carencia en mantenimiento en las edificaciones.
- Falta de aplicación de las normas de construcción. (Salamanca L. , 2016)

### **2.2.22. Origen de las Patologías**

- **Congénito:** son aquellas que se originan por errores de concepción o errores de ejecución. (Catedra, 2016)
- **Adquirido:** estas son acciones causadas por el medio ambiente o agentes externos. (Catedra, 2016)

### **2.2.23. Procesos de evaluación e inspección**

Consiste en realizar el recorrido del inmueble y mediante la observación directa establecer un criterio preciso sobre el estado actual de la edificación, determinando cual es el problema que afecta su estructura. Durante la inspección preliminar se reportan los daños, las grietas, y las áreas afectadas enfocándose en los puntos más importantes de la estructura. (Muñoz H. , 2001)

### **2.2.24. Sismo**

Los sismos, temblores o movimientos telúricos son procesos geológicos que se pueden producir de una manera inesperada como producto de la liberación súbita de la energía acumulada en el interior del planeta Tierra. Cabe recalcar que se debe tener en cuenta que un sismo es de origen natural vinculado con los procesos que

ocurren en el planeta y que no tienen ninguna relación con procesos meteorológicos de la misma manera no depende de la época del año o la hora. (J. & Rodríguez, 2013)

#### **2.2.25. Placas Tectónicas**

La tectónica de placas desempeñan un papel importante en el modelado de la superficie terrestre, de la misma manera son los causantes de terremotos y erupciones volcánicas que desencadenan grandes desastres, afectando gravemente al hombre y todo lo que le rodea. La mayoría de los terremotos y erupciones volcánicas ocurren en áreas específicas, a lo largo de límites de placas. Una de las áreas sísmológica y volcánicamente más activa del mundo la constituye el llamado "Cinturón de Fuego del Pacífico" donde la Placa Pacífica se encuentra rodeada por varias placas. (Rodríguez M. , 2013)

#### **2.2.26. Placas Oceánicas**

Son placas cubiertas íntegramente por corteza oceánica, delgada y de composición básica. Aparecerán sumergidas en toda su extensión, salvo por la presencia de edificios volcánicos interplaca, de los que más altos aparecen emergidos, o por arcos de islas en alguno de sus bordes. Los ejemplos más notables se encuentran en el Pacífico: la placa Pacífica, la placa de Nazca, la placa de Cocos y la placa filipina. (Tortajada, 2007)

#### **2.2.27. Placas Mixtas**

Son placas cubiertas en parte por corteza continental y en parte por corteza oceánica. Por lo general la mayoría de las placas tienen esta representación. Para que una placa fuera íntegramente continental tendría que carecer de bordes de tipo divergente (dorsales) en su alrededor. (Tortajada, 2007)

### **2.2.28. Placas Continentales**

Este tipo de placas están formadas únicamente por litosfera continental, pero sólo algunas microplacas entrarían en esta clasificación, debido a que el planeta tiene más agua que continente. (Tortajada, 2007)

### **2.2.29. Detección sísmica**

El proceso para detección sísmica de una zona conlleva la instalación de una serie de sismógrafos o acelerógrafos en diferentes puntos del terreno, que registrarán en continuo y proporcionarán las señales de los sismos ocurridos. Habitualmente, el epicentro de un terremoto cuya señal ha sido registrada en al menos tres equipos, se obtiene mediante la utilización de diverso software. (Iglesias, Martinez, & Taboada, 2012)

### **2.2.30. Ordenamiento Territorial**

Es una herramienta de origen técnico para la planificación dentro de un territorio, estableciendo normas, planes que se lo realiza para el uso y ocupación del suelo dentro del territorio, fomentando una calidad ambiental, la seguridad y la accesibilidad a los servicios básicos. (Gómez, 2002)

### **2.2.31. Norma de Construcción Ecuatoriana**

La “NEC” Norma de Construcción Ecuatoriana tiene como finalidad actualizar el Código Ecuatoriano de Construcción (2001), con el objetivo de establecer procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en las edificaciones proporcionando su buena construcción, el uso y el mantenimiento adecuado. (MIDUVI, Acuerdo Ministerial N° 0028, 2015)

La Norma Ecuatoriana de Construcción trata de dar una respuesta eficiente a la sociedad para mejorar la calidad y la seguridad de las edificaciones, con la finalidad

de proteger a sus habitantes, fomentando el desarrollo sostenible de la sociedad. (MIDUVI, Acuerdo Ministerial N° 0028, 2015)

La implementación de esta Norma de Construcción es de uso obligatorio en todo el territorio ecuatoriano, se relaciona con las construcciones de edificaciones en dicha norma se lo aplicara a todas las personas naturales y proveedores de madera expuesta por el Ministerio del Ambiente. (MIDUVI, Acuerdo Ministerial N° 0028, 2015)

### **2.2.32. FEMA 154**

El método usado en los Estados Unidos por el Federal Emergency Management Agency (FEMA), conocido como FEMA-154, es un método cualitativo que se lo implementa para poder identificar los daños que presenta una estructura ya que estos daños pueden ocasionar un estado de inseguridad y riesgo para los habitantes de las edificaciones, si al realizar la evaluación y se verifica que cumple con todos los parámetros nos indica que no se debe reforzar la edificación, caso contrario sino cumple con los parámetros se deberá reforzar la edificación. La metodología FEMA-154 tiene un índice, el cual si es  $> 0 = 2$ , la edificación no necesita ser reforzada; pero si el índice es 2 significa que la edificación tiene una probabilidad de 1 a 100 de que su estructura colapse. El método tiene un formulario en donde se describe a la edificación en función del tipo de estructura en donde contiene las siguientes características: (Hernandez & Castro, 2011)

- Altura de la edificación.
- Tipología de la estructura (hormigón armado, madera, etc.)
- Irregularidad en la planta como elevación de la estructura.
- Código de construcción
- Tipo de suelo en el que encuentra la edificación.

### 2.2.33. Formulario de recolección de datos y sus partes FEMA-154

Figura N°. 2 Fema-154 Evaluación Visual Rápida de Vulnerabilidad de Edificaciones

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
<b>ESQUENA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>										<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>			
										Dirección:			
										Nombre de la Edificación:			
										Sitio de referencia:			
										Tipo de uso:		Fecha de evaluación:	
										Año de Construcción:		Año de Remodelación:	
										Área construida (m2):		Numero Pisos:	
										<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>			
										Nombre del Evaluador:			
										C.I.			
Registro SENESCYT													
<b>FOTOGRAFÍA</b>													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón armado			C1	Pórtico acero laminado			S1				
Mampostería sin refuerzo	UR M	Pórtico H. armado con muros estructurales			C2	Pórtico acero laminado con diagonales			S2				
Mampostería Reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico acero doblado en frio			S3				
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX					Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4				
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico acero con paredes mampostería			S5				
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre -código (construido antes de 1977) o autoconstrucción)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2

Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir del 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>													
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
S < 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0 > S > 2.5	Media vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad												
													<b>Firma responsable de Evaluación</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>													

Nota. Metodología FEMA-154

**Fuente:** (MIDUVI & RIESGOS, Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2015)

### 2.2.34. Guía de Inspección y Evaluación Visual Rápida según NEC-15

Cuando se presenta un evento sísmico se debe realizar una inspección o evaluación visual rápida de las estructuras, para poder determinar el daño que han sufrido a causa del evento sísmico. Los daños que se pueden originar por la amenaza sísmica son: estructurales y no estructurales, los cuales pueden poner en riesgo la vida de sus habitantes, ya que dependiendo de la magnitud del daño que han sufrido sus viviendas pueden colapsar, es así que se debe realizar un informe sobre el estado actual de las edificaciones; permitiendo salvaguardar la integridad de los individuos ante posibles replicas.

### 2.2.35. Objetivo de la Guía de Inspección y Evaluación Visual Rápida

Esta metodología de evaluación visual rápida tiene como objetivo inspeccionar las estructuras de una manera eficaz y eficiente para poder establecer el nivel de daño que han sufrido las estructuras a causa de un evento sísmico. El evaluador debe establecer un dictamen en lo referente a la seguridad de las edificaciones dando a conocer si su estado es segura, insegura o de uso restringido.



### 2.3. TEORÍA CONCEPTUAL

**Afectación:** Son los daños provocados a consecuencia de una amenaza teniendo como resultado el impacto negativo en las personas o cosas. (Ruiz, 2012)

**Amenaza:** Se considera como la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento latentemente desastroso durante un determinado tiempo, en un lugar determinado. (Cardona O. , 2001)

**Análisis:** Es un proceso en el cual se pueden identificar y evaluar las características presentes en un lugar determinado. (Cardona O. , 2001)

**Área de construcción:** Se lo considera a la extensión o a la superficie comprendida dentro de una figura de dos dimensiones en donde se levantará una edificación. (Lima, 2012)

**Base de la estructura:** Nivel al cual se considera que la acción sísmica actúa sobre la estructura. (Lima, 2012)

**Destrucción:** Se lo considera a la pérdida total de materiales importantes. (Villalibre, 2013)

**Desastre:** Se lo puede definir como el grado superior de una catástrofe, en donde el evento requiere solicitar ayuda externa al territorio afectado. (Rojas & Martinez, 2011)

**Deterioro:** Empeoramiento del estado y la calidad de estructuras. (Oliveros, 2017)

**Diagnóstico:** El diagnóstico es el resultado del análisis de riesgos, en donde se puede valorar y establecer las estrategias de acción. (CENAPRED, 2014)

**Enchape:** Es un método de reforzamiento de estructuras; es sencillo, rápido de realizar, económico. El cual consiste en forrar con malla electrosoldada a todos los muros de la edificación y enlucirla con mortero hasta conseguir un espesor de 3cm. (IdealAlambre, 2011)

**Estimación del Riesgo:** Es un procedimiento de levantamiento de información que se lo efectúa para conocer las posibles causas del fenómeno. (CENAPRED, 2014)

**Estructuras:** Es la Distribución de las partes de una edificación que tiene como finalidad precisar la condición del objeto de estudio, este término se lo emplea frecuentemente para designar el orden interno, escondido o no vidente de las cosas. (Aroca, 2008)

**Estructuras Regulares:** Se define como estructuras regulares a las que no presentan discontinuidades físicas significativas en su configuración vertical, en la planta o en su sistema resistente a fuerzas laterales, con o sin muros estructurales paralelos o casi paralelos. (Prypchan, 2016)

**Estructuras Irregulares:** Son estructuras que se caracterizan por presentar varias irregularidades en planta, alzado o en ambos. (Ministerio de Viviendas, 2016)

**Estructura de Acero:** Las estructuras metálicas de acero poseen una gran resistencia mecánica, esto le confiere la capacidad de soportar cargas importantes, es un sistema sismo-resistente. (Gavidia & Subía, 2015)

**Estructura de madera:** Es aquella que, en uso a más de soportar su propio peso, estará sujeta a esfuerzos diversos. (NEC , 2015)

**Estructura de tierra:** La construcción con tierra es una técnica de origen tradicional, económica y sobre todo de fácil accesibilidad, que se ha mantenido su utilización especialmente en países menos desarrollados en donde los materiales y la mano de obra son limitados. (Catalán, 2018)

**Evento:** Hace referencia a un hecho ocurrido de una manera inesperada y modifica las circunstancias que rodean al mismo. (Española, 2021)

**Evaluación:** Consiste en la búsqueda de información y en su comunicación para la para la toma de decisiones. (Rosales, 2000)

**Exposición:** Se considera como la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo. (Epidemiologia, 2011)

**Fisuras:** Es una abertura pequeña que se presentan en las edificaciones y que solo son superficiales. (Sotomayor, 2020)

**Grietas:** Es el proceso originado por el fenómeno de retracción esto ocurre cuando el hormigón contrae su volumen durante los procesos de fraguado y endurecimiento, siempre que estos ocurran al aire libre. (Toirac, 2004)

**Impactos:** Esto se refiere a los efectos que la intervención planteada tiene sobre la comunidad en general, el impacto puede verse como un cambio en el resultado de un proceso. (Blanca, 2007)

**Impactos Físicos:** Son patologías que se pueden originar por la influencia de eventos los cuales tienen consecuencias físicas negativas. (Redin & Denega, 2011)

**Infraestructura:** Una infraestructura constituye instalaciones públicas que unen partes de la ciudad y proporcionan los servicios básicos que la ciudad necesita para el funcionamiento, como la red de caminos y servicios públicos (Reduction, 2011)

**Lesiones estructurales:** Son lesiones que se pueden producir por algún tipo de sobrecarga en algún elemento de la edificación o puede tener su origen en fuerzas externas o internas que a su vez pueden ser estructurales. Dentro del tipo de lesiones estructurales podemos encontrar las físicas, mecánicas, químicas, electro-químicas y biológicas. (Lopez, Rodriguez, Cruz, & Torreño, 2004)

**Mantenimiento:** Son acciones que se toman para evitar la degradación de objetos, evitando la limitación de su vida útil. (Camacho, 2009)

**Magnitud de un Sismo:** Se lo considera a la magnitud de un sismo como el número que busca caracterizar el tamaño de un sismo y la energía sísmica liberada. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que cada unidad de magnitud corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1000. (Servicio Sismológico, 2008)

**Material de construcción:** Son cuerpos físicos, con una extensión limitada y propiedades específicas, que se colocan en un orden y debida proporción, para elaborar una obra de infraestructura. (Cañas, 2006)

**Método Cualitativo:** El método cualitativo evita la cuantificación, su análisis es mediante registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. (Pita & Perdegas, 2002)

**Método Cuantitativo:** Es un método de investigación que se mide en términos numéricos, analizando y comprobando una investigación. (Monje, 2011)

**Microzonificación sísmica:** La microzonificación sísmica es considerada como la metodología de trabajo adecuada para implementarse en la reducción del riesgo sísmico en ciudades. La microzonificación sísmica tiene como objetivo evaluar los niveles de amenaza sísmica y los efectos locales probables, lo que permite la implementación de estrategias que tomen en cuenta estas condiciones regionales y locales del suelo. (La Microzonificación Sísmica para la Reducción del Riesgo Sísmico., 2011)

**Mitigación:** La mitigación es el resultado de una intervención dirigida a reducir el riesgo. Son medidas estructurales y no estructurales que se utilizan para evitar o reducir el riesgo ante amenazas naturales o antrópicas. (Vulnerabilidad & Civil, 2015)

**Modos de vibración:** Se lo puede determinar a través de un procedimiento de observación que considere las características de rigidez y la distribución de las masas. (Gutiérrez, Vélez, & Bedolla, 2012)

**Patología estructural:** Se lo considera como el estudio de las enfermedades de los procesos anormales de causas conocidas o desconocidas. Para probar la existencia de una patología, se examina la existencia de una lesión en sus niveles estructurales. (Cortes, 2017)

**Peligro sísmico:** Se lo considera como la probabilidad de que se presente un fenómeno físico como resultado de un terremoto, desencadenando efectos adversos a la actividad humana. (Lantada, 2007)

**Periodo de retorno:** Puede ser cualquier evento extremo como lo son las lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, entre otros, con lo cual, el intervalo, duración o número de años que, en promedio se cree que será igual o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. (Bello & Velasquez, 2011)

**Población:** Define a la población como el conjunto de personas que habitan una determinada área geográfica. (Estadísticas, 2021)

**Propiedad:** Se la considera como un derecho principal, que tiene como objeto bienes muebles e inmuebles. A esto se añade que “todo derecho real es susceptible de posesión”. (Puente, 2007)

**Pórticos:** Es la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una 44 fracción, 45 de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez. La reparación o reforzamiento deberá dotar a la estructura de una mezcla apropiada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros (NEC , 2015)

**Richter:** Es la escala sismológica de Richter, también conocida como magnitud local, es una escala logarítmica en donde se asigna un número para cuantificar la energía que se libera durante un terremoto. (Palacio, 2020)

**Resiliencia:** Es la capacidad de las personas de hacer frente a un suceso peligroso, sobreponiéndose a las adversidades y los contextos desfavorecidos. (Uriarte, 2005)

**Resiliencia estructural:** Se lo considera como la energía de deformación que puede recuperar un cuerpo una vez que termina el esfuerzo que provoco la deformación. (Research, 2019)

**Resistencia física:** Es la capacidad física de soportar la fatiga en esfuerzos relativamente prologados o intensos ayudando a mantener firme a una estructura durante la presencia de una amenaza. (Miquel, 2012)

**Riesgo:** Se considera que el riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se juntan, se convierten en un riesgo, o sea es la probabilidad de que ocurra un desastre. (Ayala, 2002)

**Riesgo sísmico:** Se lo considera como las consecuencias sociales y económicas inducidas por un terremoto como consecuencia de la falla de estructuras donde su capacidad de resistencia fue excedida por el terremoto. (Mena, 2002)

**Separación entre edificaciones:** Las estructuras deben estar separadas de las estructuras vecinas, considerando una distancia mínima para evitar problemas de rozamiento entre ellos. (Ministerio de Vivienda, 2015)

**Sismo:** Un sismo, terremoto o temblor de la tierra es un movimiento vibratorio del suelo, es una amenaza de origen natural, que se origina por la liberación brusca de energía de la Tierra. (Colina & Ramirez de Alba, 2000)

**Sistema de Transferencia:** Son estructuras de losa y viga que conducen las fuerzas y los momentos desde los elementos verticales discontinuos hacia otros pisos inferiores. (Ministerio de Vivienda, 2015)

**Subducción:** Se considera como subducción de placas, al proceso de hundimiento de una placa litosférica bajo otra en un límite convergente, según la teoría de tectónica de placas. (Guardia, 2011)

**Susceptible:** Se lo define como la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra en un espacio determinado. (Soldano, 2009)

**Terremotos:** Un terremoto es un movimiento o vibración inesperada producida por la relajación brusca de energía acumulada en litosfera y que se propaga por medio de ondas sísmicas. (Vidal, 2010)

**Variables:** Se las define como las cualidades, propiedades o características de los sujetos de estudio que se pueden medir y observar. (Cuestas, 2009)

**Vulnerabilidad física:** Se la determina como la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades influyendo para que las personas realicen asentamientos humanos en zonas expuestas a riesgo. (Chaux, 1989)

**Zonas Sísmicas:** El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizada por el valor del factor de zona Z. En todo el territorio ecuatoriano está catalogado dentro de una amenaza sísmica alta, excluyendo al del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano con una amenaza sísmica muy alta. (Ministerio de Vivienda, 2015)

## 2.4. MARCO LEGAL

La presente investigación se fundamenta en la Constitución Política del Ecuador expuestos en los artículos 389 y 390 de la Gestión de Riesgos, los mismos que exteriorizan la importancia de la protección de las personas frente los efectos negativos de un evento, con la finalidad de reducir las condiciones de vulnerabilidad de la población, indicando en qué momento las instituciones deberán brindar su apoyo dentro de sus competencias. De la misma manera me he basado en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015) en el Art. 2 el mismo que tiene como objetivo cumplir con las normas de seguridad establecidas, así como también con la calidad en todas las edificaciones, fomentando de esta manera una reducción de riesgos salvaguardando la integridad de las personas y fortaleciendo un desarrollo urbano sostenible.

*Tabla N°. 5 Normativa Legal:*

<b>BASE LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS ACUERDOS</b>	<b>MANDATOS</b>
Constitución Política del Ecuador	Art. 389	“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de los desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas, y ambientales, con el objetivo de minimizar las condiciones de vulnerabilidad”. (Const., 2008,art. 389).
	Art. 390	“Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respecto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos

de su responsabilidad” (Const., 2008, art. 390).

	Art. 2	<p><b>1. NEC-SE-CG Cargas (no sísmicas):</b> Examina los factores de cargas no sísmicas que se deben emplear para el cálculo estructural de las edificaciones, teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas de los materiales; que se deben considerar en el comportamiento estructural. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)</p>
Norma Ecuatoriana de Construcción	Art. 2	<p><b>2. NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente:</b> Se establece los requerimientos técnicos y las metodologías que se deben aplicar para el diseño sismo resistente en las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas utilizadas para el cálculo y el dimensionamiento de las edificaciones que se encuentran sujetas a los efectos de sismo o terremotos en algún momento de su vida útil. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)</p>
	Art. 2	<p><b>3. NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmicas de Estructuras:</b> Se encuentra enlazada con las normas</p>

NEC-SE.DS para la rehabilitación sísmica de edificios existentes (evaluación y diseño de sistema para mejorar estructuras), así se establece los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en edificios, incluyendo parámetros para inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales para una gestión segura ante el riesgo sísmico. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

Art. 2

- 4. NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones:** Examina criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, geomorfología del sitio y características estructurales de las edificaciones, proporciona recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

Art. 2

- 5. NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado:** Contempla el estudio de los elementos estructurales de hormigón armado (pórticos especiales y/o muros estructurales) para edificaciones, en

cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativas nacional e internacional. Crea una clasificación para las estructuras de hormigón armado en función del mecanismo dúctil esperado en tabla y cuadro de aplicación al momento de realizar el diseño. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

Art. 2

**6. Estructuras de Acero:** Las disposiciones sísmicas para edificaciones de acero estructural, llamadas de aquí en adelante como disposiciones, gobernarán el diseño, la fabricación y el montaje de los elementos de acero estructural y conexiones de los sistemas resistentes a Cargas Sísmicas (SRCS), empalmes y bases de columnas que no son parte del SRCS, en edificios y en otras estructuras diseñadas, fabricadas y montadas de una manera similar a los edificios con elementos resistentes a carga lateral y vertical. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

Art. 2

**7. NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural:** Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de

mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerza laterales de viento o sismo y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

Art. 2

**8. NEC-SE-MD: Estructuras de Madera:** La finalidad fue determinar nuevas normas de construcción de acuerdo a los avances tecnológicos a fin de perfeccionar los mecanismos de controlar los procesos constructivos, definir principios básicos de habilidad, y fijar responsabilidad, obligaciones y derechos de los actores involucrados en los procesos de edificación. (Aulestia Valencia Diego Esteban, 2014)

---

**Fuente:** Constitución de la Republica del Ecuador, NEC 2015

**Elaborado por:** García, V.

## 2.5 MARCO REFERENCIAL

La información posteriormente mencionada es extraída del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón San José de Chimbo.

El cantón San José de Chimbo, se está localizado en la provincia Bolívar. Sus límites al Norte, el Cantón Guaranda; al Sur el Cantón San Miguel; al Este, el Cantón San Miguel; al Oeste, el Cantón Montalvo. ( PDOT Chimbo., 2019)

### Datos históricos

El cantón San José de Chimbo fue creada el 3 de marzo de 1863, varios historiadores aseveran que los chimbos se derivan de los Purahues de los Cañaris ya que comparten sus mismas costumbres, durante aquella época se percibía que los chimbos festejaban su libertad y protegían su propia autonomía. Con la llegada de Huayna-Cápac a la tribu chimbo se empezó la familiarización entre la tribu chimbo y gente traída desde Cajamarca con el objetivo de tener el dominio de la tribu y así poder llegar hasta la costa. La población chimbos estaba conformada por aproximadamente doce tribus, la tribu chimbus se asentaban en la parte centro de San José de Chimbo y San Sebastián. ( PDOT Chimbo., 2019)

En la actualidad el cantón San José de Chimbo esta conformado por las siguientes parroquias:

*Tabla N°. 6 Parroquias San José de Chimbo*

LOCALIDAD	ALTURA msnm
Chimbo	2.450
Telimbela	1.080
San Sebastian	2.470
La Asuncion	2.640
La Magdalena	2.740

**Fuente:** ( PDOT Chimbo., 2019)

**Elaborado por:** García V.

En la actualidad el Cantón San José de Chimbo es considerado como uno de los mas antiguos del país, siendo así el Barrio la Merced uno los primeros barrios en conformarse en el cantón; es así que sus viviendas en su mayoría son de construcción de abobe y madera con cubierta de zinc o teja.

### **Ubicación Geográfica**

El Barrio La Merced se encuentra localizado en San José de Chimbo, de la Provincia Bolívar cerca de la iglesia matriz del cantón.

### **Limites:**

- **Norte:** Cantón Guaranda
- **Sur:** Cantón San Miguel
- **Este:** Cantón San Miguel
- **Oeste:** Cantón Montalvo

### **Altura:**

2450 m.s.n.m

### **Topografía:**

Su topografía es irregular, presenta elevaciones que van desde los 3300 msnm y superiores como los cerros de piedra Blanca. ( PDOT Chimbo., 2019)

### **Relieve:**

En el Cantón se presenta diversas formas que mantiene la corteza terrestre o litosfera en la superficie, de la misma manera su relación con con las tierras emergidas y el relieve submarino teniendo las siguientes características:

- Terrenos debiles, planos con pendientes del 0% al 5%
- Zonas de esparcimiento pendientes del 5% al 12%
- Zonas de ondulaciones moderadas pendientes de 12% al 25%
- Zona colinado y quebrada 25% a 50%
- Areas esparcidas pendientes muy fuertes 50% a 70%
- Zona de topografia adbruta y montañosa mayor al 70%. ( PDOT Chimbo., 2019)

### Mapa del Relieve del Cantón Chimbo

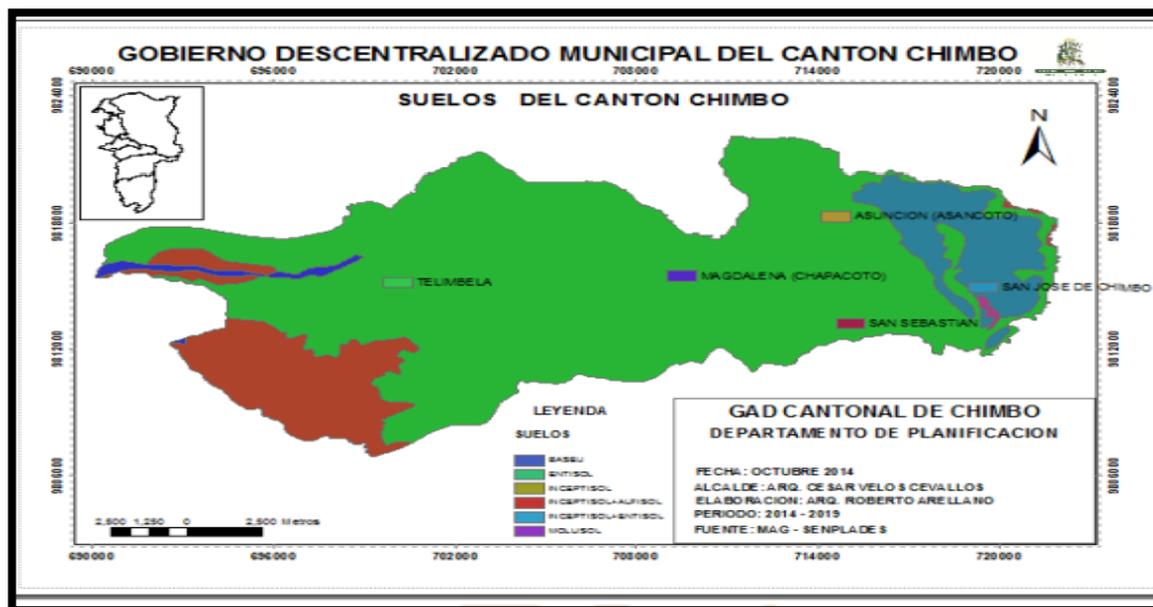


**Nota:** Representación del Relieve del Cantón Chimbo. Tomada de: ( PDOT Chimbo., 2019)

### Uso y Cobertura de Suelo

“La superficie total cantonal de 26.452.20 Ha, se explotan 10.095 Ha, para cultivos, siendo los de mayor escala los que se detallan. Los pastizales naturales y artificiales se explotan en una superficie de 11.118Ha. y como bosque Chaparro, y tierras sin uso agropecuario existe un total de 6.987 Ha. en la zona subtropical preexisten todavía relictos de bosques nativos” ( PDOT Chimbo., 2019)

## Mapa de Uso de Suelo



**Nota:** Representación de uso de suelo del Cantón Chimbo. Tomada de: ( PDOT Chimbo., 2019)

**Tabla N°. 7** Uso y cobertura vegetal

UNIDAD DE USO O COBERTURA VEGETAL	(Ha)	USO DE SUELO	SUPERFICIE EN USO ( Ha)
Bosque Nativo	3433.45	Cultivos Permanentes	2.240
Cultivo Anual	1299.29	Cultivos Transitorios y Barbecho	2.547
Mosaico Agropecuario	20587.96	Descanso	217
Pastizal	43.14	Pastos Cultivados	9.131
Vegetación Arbustiva	679.34	Pastos Naturales	5.896
Vegetación Herbacea	7.32	Páramos	1.070
Area Poblada	73.29	Montes y Bósquez	4.169
Plantación Forestal	1.28	Otros Usos	325

**Nota:** Valores en (Ha) del uso de suelo y cobertura vegetal del Cantón Chimbo. Tomada de: ( PDOT Chimbo., 2019)

## Amenazas

Dentro de las amenazas más representativas que afecta al cantón San José de Chimbo tenemos la falla geológica del Yanayacu, la cual ha desencadenado deslizamientos naturales y afectando a las áreas productibles del sector. Otras de las causas es la discriminada tala de árboles que produce la erosión de los suelos, por lo que no permite una producción de calidad. ( PDOT Chimbo., 2019)

**Figura N°. 4** Mapa de Riesgos Chimbo



**Nota:** Representación de los riesgos en la cabecera del Cantón Chimbo. Tomada de: ( PDOT Chimbo., 2019)

## **2.6 HIPÓTESIS**

Los Factores Físicos de las Edificaciones influyen en el nivel de Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones frente a la amenaza sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar.

## **2.7 VARIABLES**

### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Factores Físicos de las Edificaciones

### **VARIABLE DEPENDIENTE**

- Nivel de Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones frente a la amenaza sísmica.

### 2.7.1 OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Factores Físicos de las Edificaciones	Es un proceso en donde se establece las condiciones actuales en las que se encuentra las edificaciones, por medio de la utilización de características específicas, las mismas que tienen íntima relación con las capacidades que presentan las estructuras para poder resistir cualquier daño que se pueda	Condiciones Físicas	Tipología del Sistema estructural	Madera W1	Ficha de observación
				Mampostería sin refuerzo URM	
				Mampostería reforzada RM	
				Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón MX	
				Pórtico Hormigón armado C1	
				Pórtico H. armado con muros estructurales C2	
				Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo C3	
				H. Armado prefabricado PC	
				Pórtico acero laminado S1	

suscitar durante la presencia de un evento que comprometa la estabilidad de las estructura.			Pórtico acero laminado con diagonales S2
			Pórtico acero doblado en frío S3
			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado S4
			Pórtico acero con paredes mampostería S5
	Altura de la edificación		Baja altura (menor a 4 pisos)
			Mediana altura (4 a 7 pisos)
			Gran altura (mayor a 7 pisos)
	Irregularidades de la edificación		Irregularidad vertical
			Irregularidad en planta
			Pre -código (construido antes de 1977) o autoconstrucción)

			Código de construcción	Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	
				Post código moderno (construido a partir del 2001)	
			Tipo de suelo	Tipo de suelo C	
				Tipo de suelo D	
				Tipo de suelo E	
			Tipo de Ocupación	Familiar	
				Otro Tipo de Residencia	
				Comercial	
				Oficinas	
				Colegios	
			Condiciones Observadas	Colapso total. Parcial, cimentación afectada	
				Agrietamientos en muros	
				Daños en el antepecho u otro/elementos que puedan caer.	

			Topografía	Planicie	
				Rivera	
				Ladera	
			Nivel de daños	Vidrios	
				Acabados	
				Fachadas	
				Instalaciones	
			Marcación	Inspeccionada	
				Uso restringido	
				Inseguro	
			Futuras acciones	Recomienda evaluación detallada	
				Estructural	
Geotécnica					

**Nota:** Formulario de Evaluación Visual Rápida de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones NEC, 2015

**Fuente:** FEMA-154

**Elaborado por:** García V., 202

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍTEMS</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
Nivel de Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones frente a la amenaza sísmica.	Se considera como el nivel de exposición a la cual esta expuesta una edificación ante un evento, el mismo que puede ser expresado cuantitativamente.	Categoría de vulnerabilidad	Alta vulnerabilidad Media vulnerabilidad Baja vulnerabilidad	$S < 2.0$ $2.0 > S > 2.5$ $S > 2.5$	Ficha de observación

**Nota:** Formulario de Evaluación Visual Rápida de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones NEC, 2015

**Fuente:** FEMA-154

**Elaborado por:** García V., 2022

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Nivel de Investigación**

##### **3.1.1 Nivel Exploratorio**

En el Barrio La Merced del Cantón de San José de Chimbo, al no existir estudios previos sobre el análisis de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica, se realizó una exploración a través de una salida de campo y la implementación de las fichas de observación, las cuales permitieron identificar los daños presentes en cada estructura ocasionados por la amenaza sísmica experimentada en los últimos tiempos.

##### **3.1.2. Nivel Descriptivo**

La presente investigación permitió establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones enfocando en los parámetros establecidos dentro de la matriz del FEMA 154.

##### **3.1.3. Metodología**

En la presente investigación se implementó las metodologías de evaluación rápida como son el FEMA-154 y la NEC-15, la cual fue adaptada para la evaluación estructural. Seguidamente de la recopilación de información en la salida de campo al Barrio La Merced del cantón Chimbo, realizando el análisis de vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica, se obtiene la información más relevante que se encuentra establecida dentro de cada parámetro de los formularios utilizados para el levantamiento de información.

#### **Metodología FEMA 154**

El formulario FEMA 154 fue desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias es un método que se adaptó a la realidad de nuestro país ya que es

muy utilizado en los Estados Unidos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Dicho formulario es utilizado para el procesamiento de información sobre las edificaciones el cual está estructurado de la siguiente manera: datos generales de la edificación, tipo de uso, año de construcción número de pisos, tipología estructural, altura de la edificación, irregularidades de la edificación, código de construcción, tipo de suelo con la obtención de cada uno de los datos se obtiene el puntaje de vulnerabilidad ante la amenaza sísmica de las edificaciones.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede realizar un puntaje final en el análisis de la edificación, el resultado del puntaje revelara la probabilidad de que la edificación colapse frente a un movimiento telúrico de gran magnitud. La puntuación estructural final S se la establece mediante la suma y/o la resta de los modificadores, si S es mayor a 2.5 el nivel de vulnerabilidad de la edificación es baja, si el resultado obtenido en S se encuentra entre 2 a 2.5 su nivel de vulnerabilidad es media y si el valor de S es menor a 2 su nivel de vulnerabilidad será alto por lo que se requerirá la realización de una evaluación especial el mismo que deberá ser ejecutado por un profesional experto en el diseño de edificaciones sismo resistentes. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016)

### **Información de la edificación según el FEMA 154**

En esta sección inicial del formulario está destinado para ubicar la información básica con los datos de la edificación analizada como son: Dirección, nombre de la edificación, sitio de referencia, tipo de uso, año de construcción, área construida, fecha de la evaluación, año de remodelación, número de pisos, nombre del evaluador y fotografía de la edificación.

**Tabla N°. 8 Información de la edificación**

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES		
<b>ESQUENA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>	
	Dirección:	
	Nombre de la Edificación:	
	Sitio de referencia:	
	Tipo de uso:	Fecha de evaluación:
	Año de Construcción:	Año de Remodelación:
	Área construida (m2):	Numero Pisos:
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>	
	Nombre del Evaluador:	
	C.I.	
Registro SENESCYT		
		

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### Tipologías Estructurales en base a la FEMA 154

Para poder realizar la inspección visual rápida, se consideró los 17 tipos de estructuras establecidas en el FEMA 154 el cual fue utilizado para realizar una evaluación visual rápida de las edificaciones.

**Tabla N°. 9 Tipo de estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
W1	Pórticos elaborados en base a madera, de consistencia ligera.
URM	Estructuras de muros con mampostería no reforzada.
RM	Estructuras de muros con mampostería reforzada.
MX	Estructuras mixtas de acero/ hormigón u mixta de madera/hormigón
C1	Pórticos de hormigón armado
C2	Pórticos de hormigón armado con muros estructurales.

C3	Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo.
PC	Hormigón armado prefabricado
S1	Pórticos de acero laminado.
S2	Pórticos de acero laminado con diagonales.
S3	Pórticos de acero doblado en el frío.
S4	Pórticos de acero laminado con muros estructurales de hormigón armado.
S5	Pórticos de acero con paredes de mampostería.

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Datos de la Edificación:**

Estos datos se encuentran ubicado en la parte superior derecha del formulario en donde se debe colocar la información general de los datos de la edificación analizada. Los datos que encontramos son: dirección, nombre de la edificación, sitio de referencia, tipo de uso, año de construcción, área construida (m<sup>2</sup>), fecha de la evaluación, año de remodelación, número de pisos, datos del evaluador; es así que a continuación se muestra la estructura de su contenido. (FEMA 154, 2015)

*Tabla N°. 10 Datos de la edificación*

<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Dirección:	
Nombre de la edificación:	
Sitio de referencia:	
Tipo de uso:	
Año de construcción:	
Área construida (m <sup>2</sup> ):	
Fecha de evaluación:	
Año de remodelación:	
Número pisos:	
Nombre de evaluador:	
C.I.	

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

Es de gran importancia que la estructura analizada cuente con su identificación para que de esta manera se identifique las características de la estructura y de esta manera se puede obtener información en el caso que se produzca un sismo para que así se

pueda realizar un reconocimiento llegando a determinar las posibles causas, se debe recalcar que se debe conocer el año en el que fue construida las edificaciones para dar un seguimiento y un control de las ampliaciones de las edificaciones, misma manera el año de construcción nos puede ayudar a tener una idea sobre el código utilizado para el diseño y construcción de la edificación. (FEMA 154, 2015)

**Fotografía de la Edificación:**

Dentro del formulario se encuentra un espacio en donde se debe colocar la fotografía de la edificación analizada la cual nos ayudara a identificar el tipo de estructura, es así que se recomienda tomar la fotografía en donde se visualice completamente la elevación de la edificación de la misma manera cuenta con un espacio para graficar el esquema de la estructura ayudando a reconocer el número de pisos de la edificación y sus posibles irregularidades. (FEMA 154, 2015)

*Tabla N.º. 11 Fotografía de la Edificación y Esquema Estructural*

<p>ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</p>	<p>FOTOGRAFÍA</p>
--	-------------------

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

**Altura de las Edificaciones:**

En este ítem se debe considerar la elevación de la edificación, en el formulario se presentan tres tipos de opciones para identificar el número de pisos con las que cuenta la edificación descritos a continuación.

**Tabla N°. 12** *Altura de las Edificaciones*

<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Baja Altura (Menor a 4 pisos)	
Mediana Altura (4 a 7 pisos)	
Gran Altura (mayor a 7 pisos)	

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Irregularidades de la edificación:**

En este ítem se valora el tipo de irregularidad que presenta la edificación tomando en cuenta que dentro de la irregularidad vertical se considera los siguientes parámetros: la irregularidad geométrica, la irregularidad por ubicación, piso débil, columna corta o larga, muros soportados por columnas, distribución de masa, piso flexible y adiciones; mientras para considerar la irregularidad de planta se toma en cuenta lo siguiente: forma de la estructura, discontinuidades en el sistema de piso, ejes estructurales no paralelos, torsionales, adiciones y se muestra en la siguiente imagen a continuación. (FEMA 154, 2015)

**Tabla N°. 13** *Irregularidades de la Edificación*

<b>IRREGULARIDADES DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Irregularidad vertical	
Irregularidad en planta	

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Código de la Construcción:**

En el formulario se establecen opciones para determinar el código de construcción de las edificaciones, dándonos una idea clara sobre las normativas utilizadas en su construcción, ya que este código desempeña un papel importante en la seguridad y la calidad en la construcción de edificaciones. En el cuadro a continuación se describe los tipos de códigos de construcción.

*Tabla N.º 14 Código de la Construcción*

<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	
Pre- código (construido antes de 1977) o autoconstrucción	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	
Post código moderno (construido a partir del 2011)	

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Tipo de suelo:**

Dentro de esta sección se puede elegir el tipo de suelo en la que se encuentra ubicada la edificación analizada y se la muestra en el siguiente cuadro.

*Tabla N.º 15 Tipo de suelo*

<b>TIPO DE SUELO</b>	
Tipo de suelo C	
Tipo de suelo D	
Tipo de suelo E	

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Puntaje Básico, Modificadores y Puntaje Final S**

Para poder encontrar el puntaje de las estructuras analizadas se debe elegir los valores que corresponden a la edificación según el tipo de estructura y las características físicas que presenta la construcción.

Para obtener la puntuación final se debe proceder a sumar todos los valores de la tabla hallando un valor designado como S.

**Tabla N°. 16 Puntaje básico, modificadores y puntaje final S**

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
<b>Puntaje Básico</b>	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

**Tabla N°. 17 Rangos para Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica**

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Rango	Descripción
$S < 2.0$	Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial
$2.0 > S > 2.5$	Media Vulnerabilidad
$S > 2.5$	Baja Vulnerabilidad

**Nota.** Tomada de FEMA 154, pág. 145

**Fuente:** NEC-15

**Elaborado por:** García V.

### Guía de Inspección y Evaluación Visual Rápida según NEC-15

Para poder realizar un análisis más complejo se ha utilizado el formulario de inspección y evaluación visual rápida según la NEC-15 que está conformada de la siguiente manera.

### Inspección:

En esta parte del formulario se debe colocar la información relacionada con la persona que realiza la evaluación de la edificación como es: el nombre de inspector, fecha y lugar de la inspección, áreas inspeccionadas (exterior o exterior e interior)

Figura N°. 5 Inspección

<b>FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA</b>	
<b>Inspección</b>	
Nombre Inspector .....	Fecha/Lugar de inspección .....
Áreas inspeccionadas	<input type="checkbox"/> Solo exterior <input type="checkbox"/> Exterior e interior

Fuente: NEC-15

Elaborado por: García V.

### Descripción de la edificación:

En esta sección del formulario se coloca la calle donde se encuentra la edificación, la referencia, persona de contacto, coordenadas de la ubicación de la estructura, número de viviendas habitadas, número de viviendas no habitadas, Cantón/Provincia, tipo de ocupación de la edificación como se muestra en la figura a continuación.

Figura N°. 6 Descripción de la edificación

<b>Descripción de la Edificación:</b>	
Calle .....	Coordenadas X..... Y.....
Referencia .....	Número de viviendas habitadas.....
Persona de Contacto .....	Número de viviendas no habitadas.....
Parroquia .....	Cantón/Provincia .....
<b>Tipo de ocupación:</b>	
Familiar .....	
Otro tipo de residencia .....	
Comercial .....	
Oficinas .....	
Colegios .....	

Fuente: NEC-15

Elaborado por: García V.

**Evaluación:**

En esta sección del formulario se identifica los daños que presenta la edificación, en el caso de no existir ningún daño en la construcción se debe marcar la opción de inspeccionada. Las condiciones consideradas para la evaluación visual rápida:

*Tabla N.º 18 Criterios de evaluación*

N.º	Estado	Acción
1	La edificación ha sufrido un colapso total o parcial o sus cimientos han sido afectados	Marcar Inseguro
2	La edificación no se encuentra remodelada	Marcar Inseguro
3	Elementos estructurales con daños significativos con la presencia de grietas	Marcar Inseguro
4	Daños en cualquier objeto que puede ser susceptible a sufrir un desprendimiento.	Marcar Inseguro
5	Existe la presencia de grietas considerables en el suelo y deslizamientos.	Marcar Inseguro
6	Otra amenaza presente como: desplome de cables eléctricos o postes de energía, daño en tuberías de gas, derrame de elementos tóxicos etc.	Marcar Uso Restringido

**Fuente:** NEC-15

**Elaborado por:** García V.

### **Marcación:**

En esta sección se identifica de acuerdo al criterio emitido por el evaluador luego de haber realizado la inspección de la edificación.

**Figura N°. 7** *Marcación*

<b>Marcación:</b>	
Inspeccionada	<input type="checkbox"/>
Uso restringido	<input type="checkbox"/>
Inseguro	<input type="checkbox"/>

**Fuente:** NEC-15

**Elaborado por:** García V.

### **Futuras Acciones:**

En esta sección de la ficha está destinada a realizar recomendaciones dejando comentarios sobre la evaluación realizada a la estructura.

**Figura N°. 8** *Futuras acciones*

<b>Futuras acciones:</b>	
Recomienda evaluación detallada	<input type="checkbox"/>
Estructural	<input type="checkbox"/>
Geotecnia	<input type="checkbox"/>

**Fuente:** NEC-15

**Elaborado por:** García V.

## **3.2. Diseño**

### **3.2.1. Investigación de campo**

En el Barrio La Merced del cantón Chimbo se efectuó las inspecciones de campo con las respectivas fichas de observación, para poder determinar las condiciones

actuales de las construcciones, permitiendo obtener datos reales los cuales construyeron para determinar el nivel de la vulnerabilidad en las edificaciones.

### **3.2.2 Investigación cualitativa**

Se lo realizo a partir del análisis con los indicadores establecidos dentro de la metodología aplicada, en donde se describen las características de la edificación, llegando a tener un conocimiento claro y preciso sobre la vulnerabilidad presente en la construcción.

### **3.2.3. Investigación cuantitativa**

Mediante los datos obtenidos en el proyecto de investigación, se procedió a seleccionar las características de la edificación con la ponderación establecida, indicando el índice de vulnerabilidad de cada construcción.

## **3.3. Población y Muestra**

En el Barrio La Merced, del Cantón Chimbo por tratarse de una población pequeña; se aplicó las técnicas de investigación total de las edificaciones existentes, siendo un total de 49 edificaciones analizadas, en donde la mayoría son construidas hace varios años atrás con materiales que se han venido deteriorando con el pasar de los años.

## **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.4.1. Técnicas**

En la presente investigación se implementaron técnicas primarias y secundarias las cuales son detalladas a continuación:

### **Fuentes Primarias**

- Para realizar la recopilación de información se efectuó una observación directa al área de estudio, mediante la salida de campo y recorrido del sector.
- Se implemento las fichas de observación en cada una de las edificaciones, en donde se determinó las características físicas de cada construcción.
- Se ejecuto la georreferenciación de cada edificación, para la realización de un mapa en donde conste la localización de cada edificación analizada.

### **Fuentes Secundarias**

- Constitución Política de la Republica del Ecuador art. 389 y 390
- Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC, 2015)
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Chimbo.
- Metodología FEMA 154 y NEC-15
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), Norma Ecuatoriana de Construcción.

### **3.4.2. Instrumentos**

- Fichas de observación (Matriz FEMA 154 y NEC-15)

## **3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos, para cada uno de los objetivos específicos.**

### **3.5.1 Procesamiento**

- La principal técnica implementada fue las fichas de observación ya que en base a su aplicación se pudo recopilar la información con las características actuales de las edificaciones, determinando el valor para cada indicador.
- Con los datos obtenidos se realizó la tabulación para seguidamente elaborar la tabla de frecuencias, la cual contribuyo para la elaboración de los gráficos estadísticos.
- Se implemento la utilización del software Sistema de Información Geográfica (SIG) para la elaboración del mapa de vulnerabilidad física

estructural ante una amenaza sísmica de las edificaciones, manifestando el nivel de cada edificación con los colores de alta vulnerabilidad con rojo, vulnerabilidad media con amarilla y vulnerabilidad baja con verde.

### 3.5.2 Análisis de datos

Para realizar el análisis de las edificaciones se partió de las variables antes mencionadas, siguiendo el siguiente orden:

Se determinó un valor para cada indicador de las edificaciones según las características presentes en las edificaciones frente a un sismo, posteriormente se elaboró una tabla en Excel con los datos que se obtuvieron al realizar la sumatoria de cada ítem, consiguiendo así el nivel de vulnerabilidad ante una amenaza sísmica.

Los datos resultados del análisis de las edificaciones aportaron para la realización del mapa temático de vulnerabilidad física estructural de las edificaciones del Barrio La Merced con una escala de 1: 50,000.

*Tabla N°. 19 Nivel de vulnerabilidad*

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre -código (construido antes de 1977) o autoconstrucción)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir del 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial								Firma responsable de Evaluación				
2.0 > S > 2.5	Media vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad					X							

Fuente: FEMA 154

Elaborado por: García V.

### 3.5.3. Resultados por objetivos

#### Objetivo 1:

- Conocer el estado actual de las edificaciones frente a una amenaza sísmica en base a la implementación de metodologías de evaluación visual rápida.

Para el cumplimiento del primer objetivo se lo ejecuto mediante el uso de las metodologías de evaluación visual rápida como es el FEMA 154 y la NEC-15, las cuales contribuyeron para conocer el estado actual de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad físico estructural de cada edificación que se encuentran localizadas en el Barrio La Merced del Cantón Chimbo.

Dentro la implementación de la metodología FEMA 154, se procedió analizar cada una de las viviendas, en donde se recopilaron datos como: la dirección, nombre de la edificación, sitio de referencia, el tipo de uso, año de construcción, año de remodelación mismos datos que fueron proporcionados por el jefe de hogar, mientras que para obtener el área de m<sup>2</sup> de las construcciones se la obtuvo mediante los datos facilitados por el Departamento de Catastros del GAD Chimbo. Se procedió a realizar el esquema grafico de cada vivienda, así como también a tomar la fotografía de la edificación para su respectiva colocación en el formulario, se estableció la tipología de las edificaciones de acuerdo al material con las que han sido construidas, seleccionando así la ponderación de acuerdo a su tipo. Seguidamente se identificó la altura de cada vivienda, las irregularidades que presentaban cada una de ellas, el año de construcción y el tipo de suelo que fue identificado mediante estudios bibliográficos del GAD Chimbo presentes en su PDOT en donde se determino que su tipo de suelo es de tipo D de origen rígido con presencia de humedad.

Una vez calificado cada parámetro se procedió a la suma y/o resta de los modificadores obteniendo así, el grado de vulnerabilidad sísmica cuyo resultado fue:

$S < 2.0$  Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial con un total de 42 edificaciones

$S > 2.5$  Baja Vulnerabilidad con un total de 7 edificaciones

Mientras que para la implementación de la NEC-15 se procedió a observar las condiciones actuales de las viviendas y de los materiales de construcción, se evaluaron parámetros como: referencia, coordenadas, persona de contacto, número de viviendas habitadas y no habitadas, tipo de ocupación, condiciones observadas de las viviendas, así como colapso total, parcial o cimentación afectada, agrietamientos en los muros, daños en el antepecho, topografía, nivel de daños en los vidrios, acabados, fachada o instalaciones, su marcación: inspeccionada, uso restringida, inseguro y sus futuras acciones. En donde 18 edificaciones se debe realizar un análisis más detallado y 31 edificaciones un análisis estructural más.

### **Objetivo 2:**

- Establecer las ventajas sobre la utilización de las metodologías de evaluación visual rápida para determinar la vulnerabilidad físico estructural y la toma de decisiones para el uso seguro de las edificaciones e incorporar una comparación entre las metodologías utilizadas para el análisis de la vulnerabilidad físico estructural según la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015.

Para el cumplimiento de este objetivo se establecieron las ventajas de las metodologías FEMA 154 y NEC-15, tomando en cuenta las características expuestas dentro de la Guía práctica para la evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la NEC 2015, así como también en base a la misma se estableció la toma de decisiones para el uso seguro de las edificación. Además se incorporó la comparación de las metodologías llegando a determinar que al utilizar las dos metodologías se puede realizar un análisis físico estructural de las edificaciones más completo, preciso y eficiente.

**Objetivo 3:**

- Formular estrategias que ayuden a reducir la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones producidas por una amenaza sísmica.

Este objetivo se cumplió al implementar estrategias para que las viviendas reduzcan su nivel de vulnerabilidad, basándose en los parámetros establecidos dentro de la Norma Ecuatoriana de Construcción; esto por motivo que al realizar el análisis de cada edificación se determinó que, un total de 42 viviendas presentan una vulnerabilidad alta por lo que sus estructuras deberán ser reforzadas con las alternativas expuestas dentro de las estrategias para evitar las pérdidas humanas y económicas.

## CAPITULO IV

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

#### 4.1. Resultado según el objetivo 1

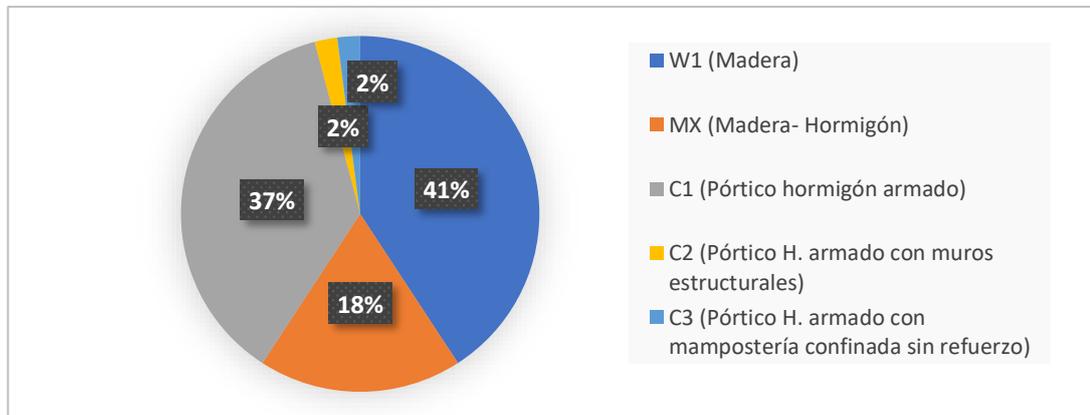
Conocer el estado actual de las edificaciones frente a una amenaza sísmica en base a la implementación de metodologías de evaluación visual rápida.

*Tabla N.º 20* Tipología del Sistema Estructural

Tipología estructural	Frecuencia	Porcentaje
W1 (Madera)	20	41%
MX (Madera- Hormigón)	9	18%
C1 (Pórtico hormigón armado)	18	37%
C2 (Pórtico H. armado con muros estructurales)	1	2%
C3 (Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo)	1	2%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022  
Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

*Gráfico N.º 1* Tipología Estructural de las edificaciones



#### **Interpretacion:**

Al observar el cuadro y el gráfico estadístico es evidente que la mayoría de las edificaciones están contruidas de madera, seguidamente de un porcentaje considerable de hormigon armado las mismas que son más resistentes; mientras que un porcentaje considerable las viviendas mantienen una tipología estructural de madera y hormigón, mientras que en un mínimo porcentaje las viviendas son de pórtico de hormigón armado con muros estructurales y pórtico de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo que son las viviendas que han sido construidas hace poco tiempo.

**Tabla N°. 21** Altura de la edificación

Altura de la edificación	Frecuencia	Porcentaje
Baja altura (menor a 4 pisos)	49	100%
Mediana altura (4 a 7 pisos)	0	0%
Gran altura (mayor a 7 pisos)	0	0%
<b>Total</b>	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 2** Altura de la edificación



**Interpretacion:**

En la tabla y el gráfico representado se visualiza que todas las edificaciones poseen una baja altura menor a 4 pisos, estableciendo un nivel normal de altura en su construcción, lo que implica que las edificaciones menores a 4 pisos aunque presenten una irregularidad vertical en la planta a su vez contribuirá para que su nivel de vulnerabilidad se reduzca.

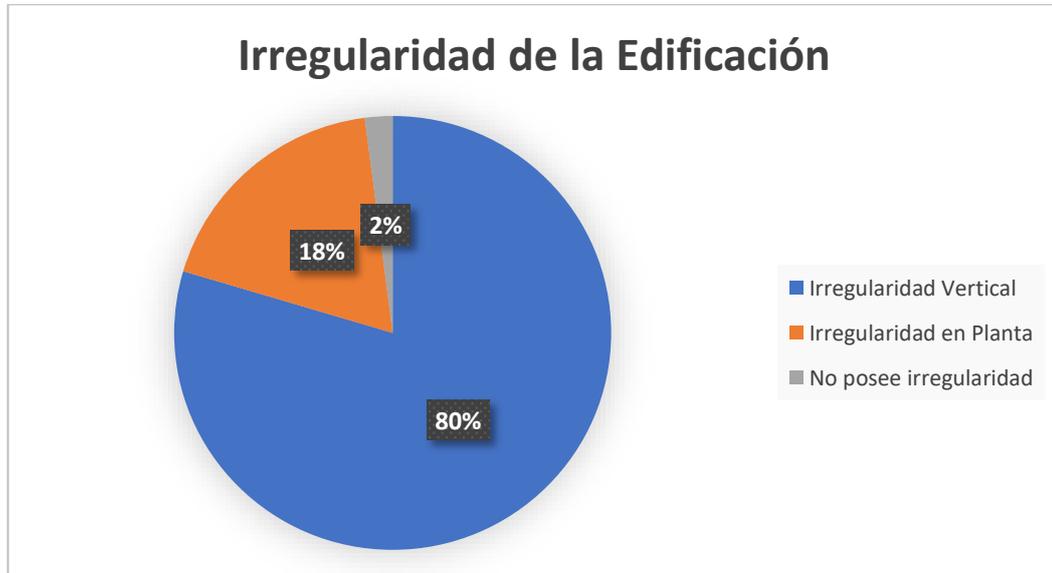
**Tabla N°. 22** Irregularidad de la Edificación

<b>Irregularidad de la Edificación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Irregularidad Vertical</b>	39	80%
<b>Irregularidad en Planta</b>	9	18%
<b>No posee irregularidad</b>	1	2%
<b>Total</b>	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 3** Irregularidad de la Edificación



**Interpretación:**

Mediante los datos obtenidos se determina que la mayoría de las edificaciones presentan una irregularidad vertical ya sea por la ubicación o diferentes factores; mientras que en un porcentaje considerable las edificaciones presentan una irregularidad en la planta y un número minoritario no presenta irregularidades en su construcción.

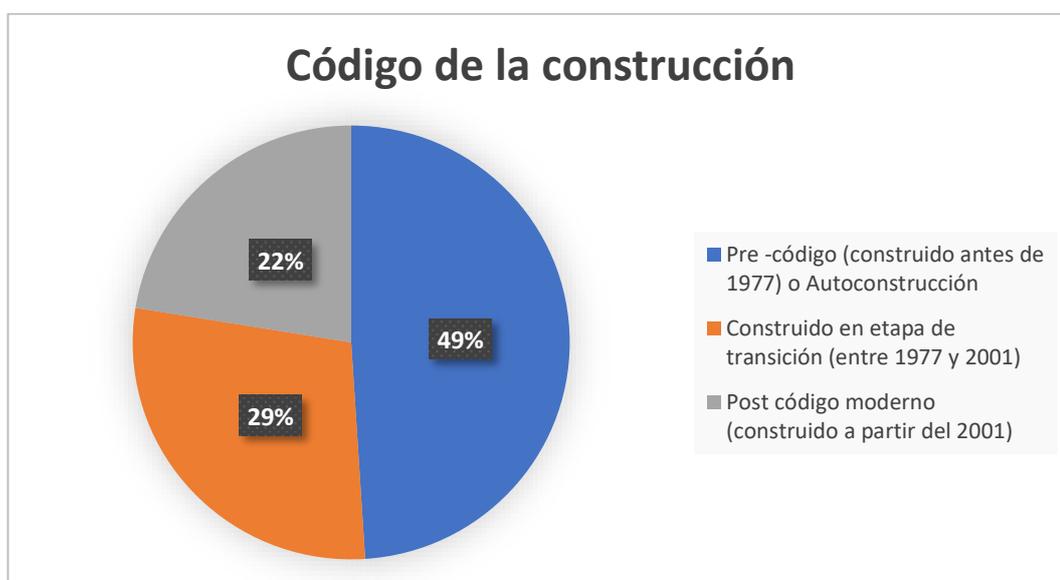
**Tabla N°. 23** Código de la Construcción

Código de la construcción	Frecuencia	Porcentaje
<b>Pre -código (construido antes de 1977) o Autoconstrucción</b>	24	49%
<b>Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)</b>	14	29%
<b>Post código moderno (construido a partir del 2001)</b>	11	22%
<b>Total</b>	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 4** Código de la construcción



**Interpretación:**

La mayoría de las edificaciones han sido construidas con un pre- código antes de 1977 o autoconstruidas es por esta razón que los materiales de construcción son antiguos y presentan un deterioro significativo, siendo las más vulnerables; seguidamente con un porcentaje representativo se determina que las viviendas han sido construidas entre el año de 1977 y 2001 lo que establece que las normativas de construcción en aquella época eran deficientes es por eso que el estado actual de las viviendas no mantienen un buen estado; de la misma manera se identificó con un menor porcentaje que existen viviendas construidas a partir del 2001 que por su condiciones en sus materiales de construcción son menos vulnerables.

**Tabla N°. 24** Tipo de Suelo

Tipo de Suelo	Frecuencia	Porcentaje
Tipo de Suelo C	0	0%
Tipo de Suelo D	49	100%
Tipo de Suelo E	0	0%
Total	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 5: Tipo de Suelo**



**Interpretación:**

Dentro de la investigación se ha determinado que el tipo de suelo donde se encuentran situadas las edificaciones son de tipo D, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Chimbo se determina que toda la parte centro del cantón tiene el tipo de suelo antes mencionado por sus características de ondulaciones suaves y fuertes en los sectores.

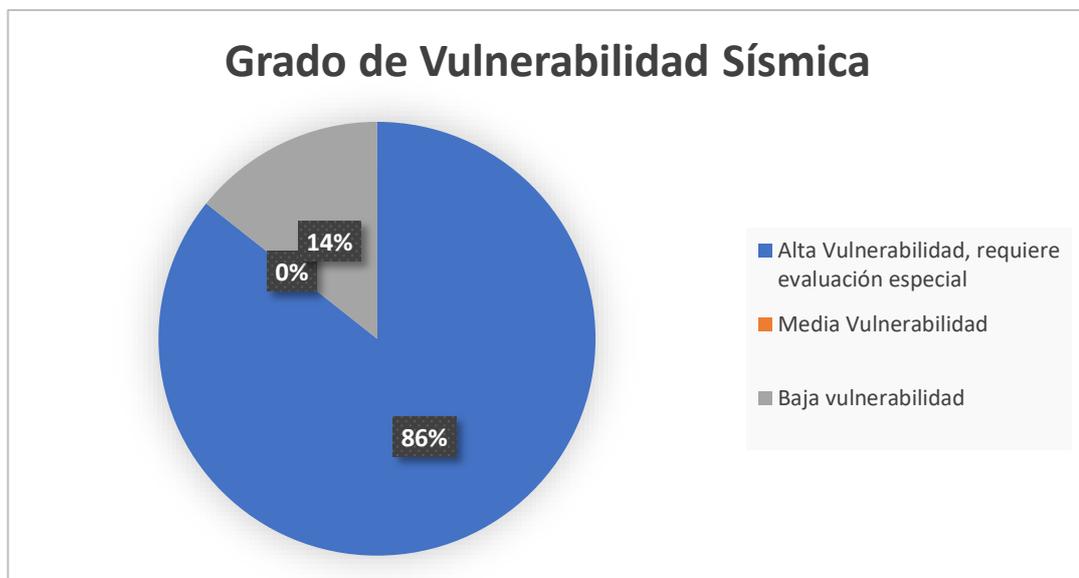
**Tabla N°. 25** Grado de Vulnerabilidad Sísmica

Grado de Vulnerabilidad Sísmica	Frecuencia	Porcentaje
<b>Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial</b>	42	86%
<b>Media Vulnerabilidad</b>	0	0
<b>Baja vulnerabilidad</b>	7	14%
<b>Total</b>	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 6:** Grado de Vulnerabilidad Sísmica



**Interpretación:**

De los datos obtenidos en el análisis de las edificaciones del barrio La Merced, se tiene que 42 edificaciones equivalente a un 86% presentan un grado de vulnerabilidad alto ante una amenaza sísmica ya que durante el análisis se comprobó que  $S < 2$ ; mientras que 7 edificaciones equivalente a un 14% presentan un índice de vulnerabilidad sísmica bajo en donde se comprueba que  $S > 2,5$ .

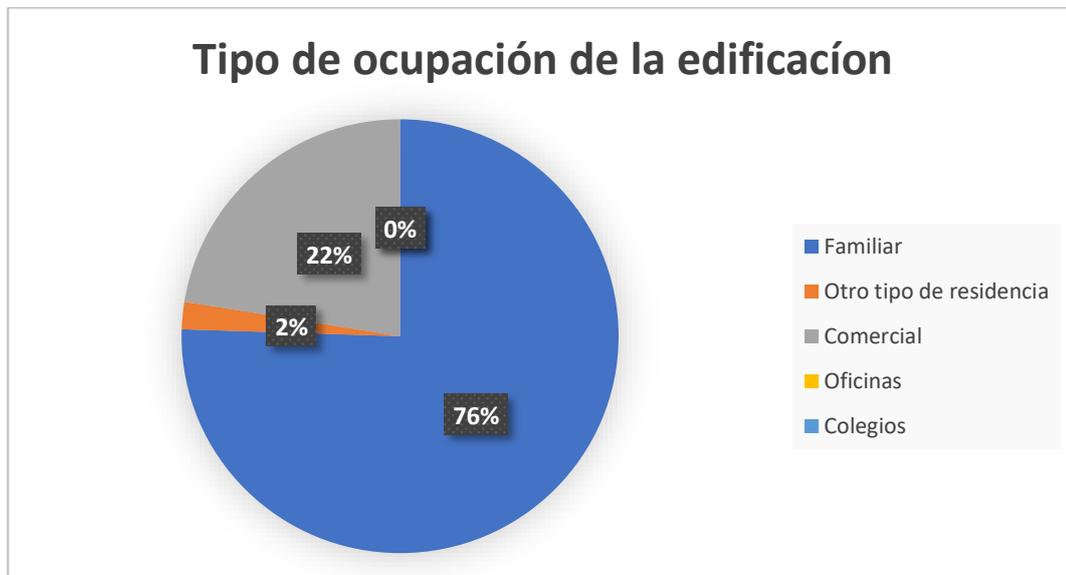
**Tabla N°. 26** Tipo de ocupación de la edificación

Tipo de ocupación de la edificación	Frecuencia	Porcentaje
Familiar	37	76%
Otro tipo de residencia	1	2%
Comercial	11	22%
Oficinas	0	0%
Colegios	0	0%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 7** Tipo de ocupación de la edificación



**Interpretación:**

De la implementación de las fichas de evaluación rápida se determina que el 76% de las edificaciones son de ocupación familiar en donde habitan familias conformadas a partir de tres miembros en adelante, es así que ellos permanecen en constante riesgo ya que la mayoría de las edificaciones analizadas presentan una vulnerabilidad física alta; el 22% de las edificaciones son de ocupación comercial teniendo gran afluencia de varias personas en el transcurrir del día; mientras que el 2% de las edificaciones son utilizadas con otro tipo de finalidad.

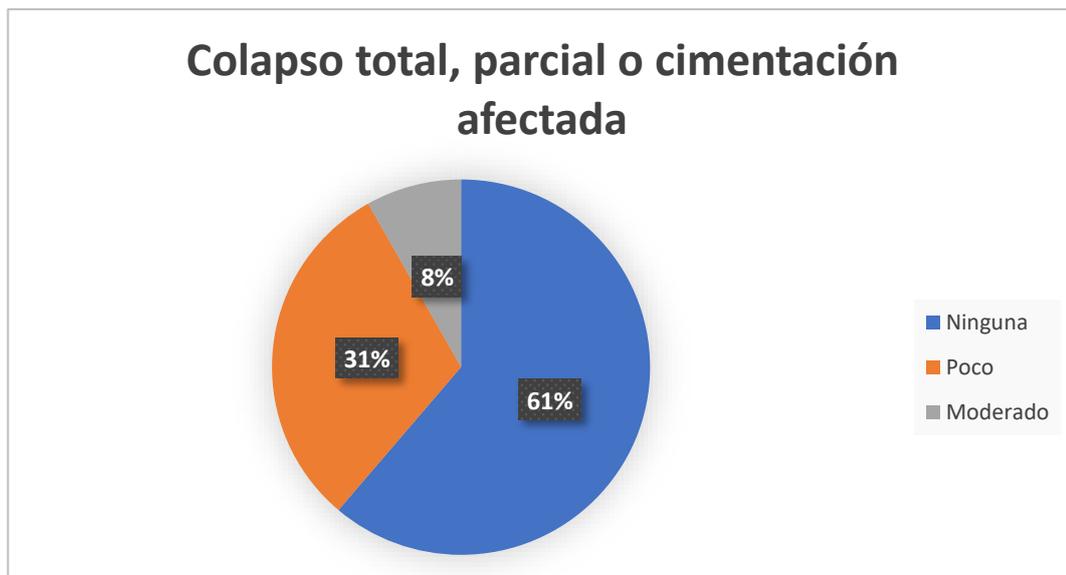
**Tabla N°. 27** Colapso total, parcial o cimentación afectada

<b>Colapso total, parcial o cimentación afectada</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Ninguna</b>	30	61%
<b>Poco</b>	15	31%
<b>Moderado</b>	4	8%
<b>Total</b>	49	100%

**Fuente:** FEMA 154 /NEC-15 aplicada 24-01-2022

**Elaborado por:** García V.      **Fecha:** 07-02-2022

**Gráfico N°. 8** Colapso total, parcial o cimentación afectada



**Interpretación:**

Los datos estadísticos de la tabla y el gráfico indican que las viviendas no presentan un colapso total de su estructura; sin embargo, si presentan ciertos daños en sus construcciones que con el pasar de los años y con la presencia de un sismo de gran magnitud puede ocasionar el colapso total de las construcciones.

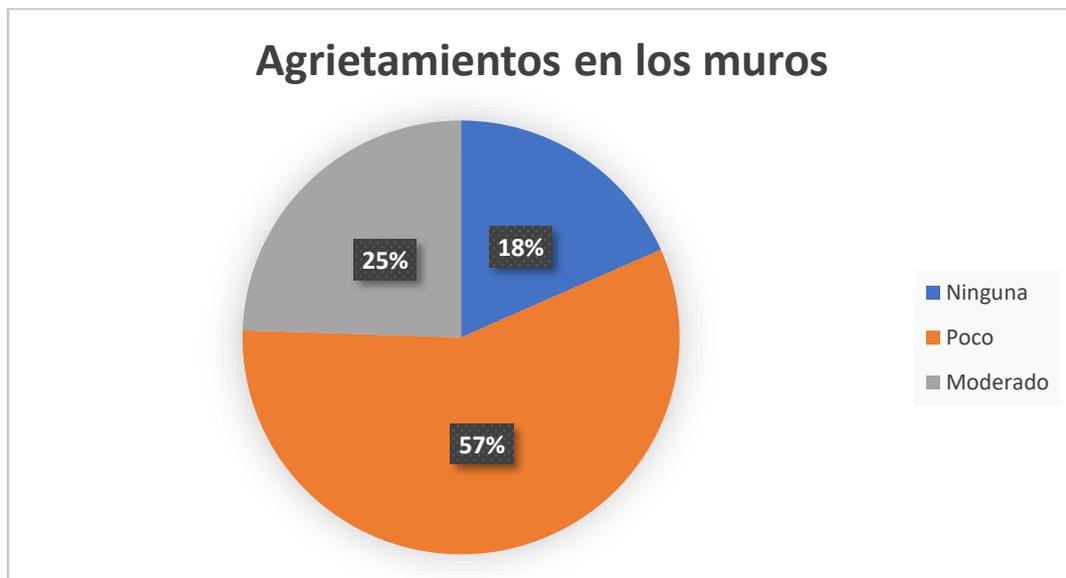
**Tabla N°. 28** Agrietamientos en los muros

Agrietamientos en los muros	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	9	18%
Poco	28	57%
Moderado	12	25%
Total	49	100%

Fuente: FEMA 154 /NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 9** Agrietamientos en los muros



**Interpretación:**

Al observar el cuadro y el gráfico de resultados es evidente que la mayoría de las edificaciones presentan agrietamientos en sus muros, los mismos que pueden indicar un problema estructural sin embargo también pueden ser resultado de un factor desencadenante como un sismo de gran magnitud que puede ocasionar fisuras o fracturas en sus estructuras ya que la mayoría de las edificaciones han sido construidas hace varios años sin normas de construcción.

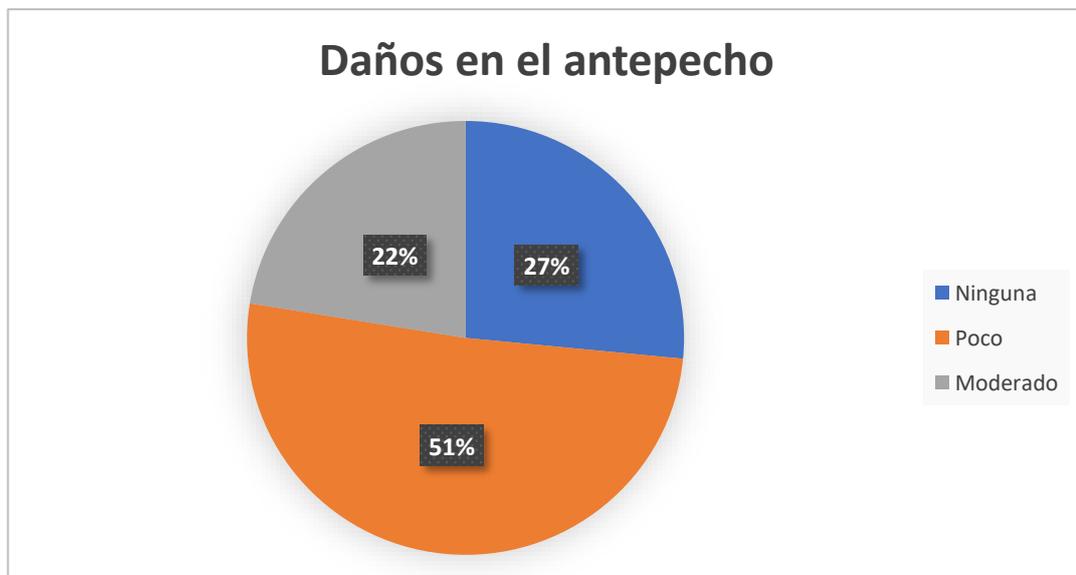
**Tabla N°. 29** Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer

<b>Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Ninguna</b>	13	27%
<b>Poco</b>	25	51%
<b>Moderado</b>	11	22%
<b>Total</b>	49	100%

**Fuente:** FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

**Elaborado por:** García V.      **Fecha:** 07-02-2022

**Gráfico N°. 10** Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer



**Interpretación:**

Como se puede observar en el presente cuadro y gráfico estadístico la mayoría de las edificaciones presentan daños en el antepecho por las diferentes condiciones o patologías como son degradación del material de construcción, fisuras, humedad, etc. Es así que dichos daños aumentan el nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones del área de estudio.

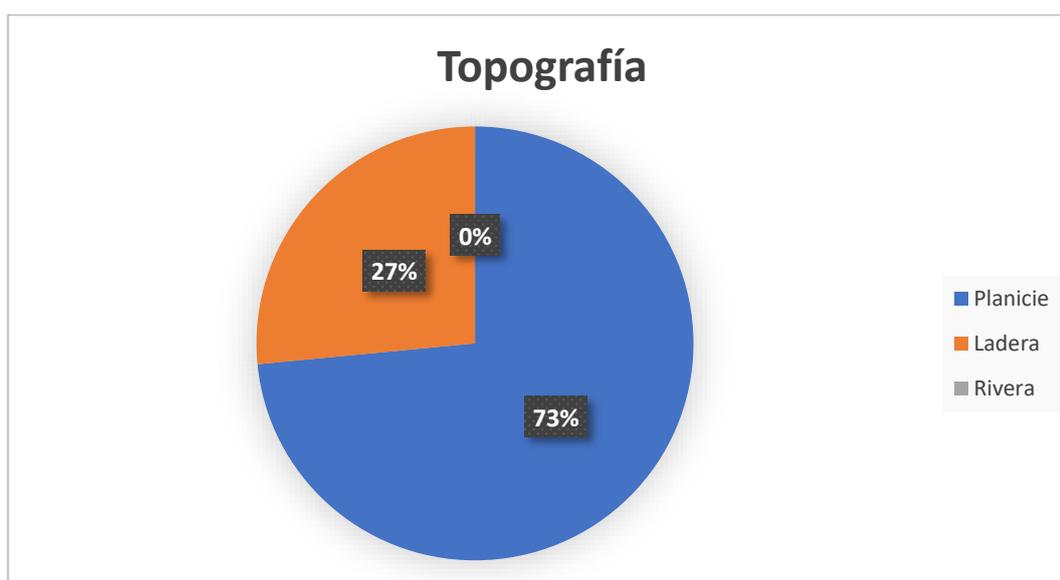
**Tabla N°. 30** Topografía

Topografía	Frecuencia	Porcentaje
Planicie	36	73%
Ladera	13	27%
Rivera	0	0%
Total	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 11** Topografía



**Interpretación:**

Se observa que la mayoría de las edificaciones han sido construidas en una zona plana obteniendo una correcta alineación de las mismas evitando así problemas en la fase constructiva de las viviendas; seguidamente de un porcentaje de viviendas que han sido construidas en una superficie de ladera lo que implica que los materiales de construcción no se adhieran adecuadamente al suelo.

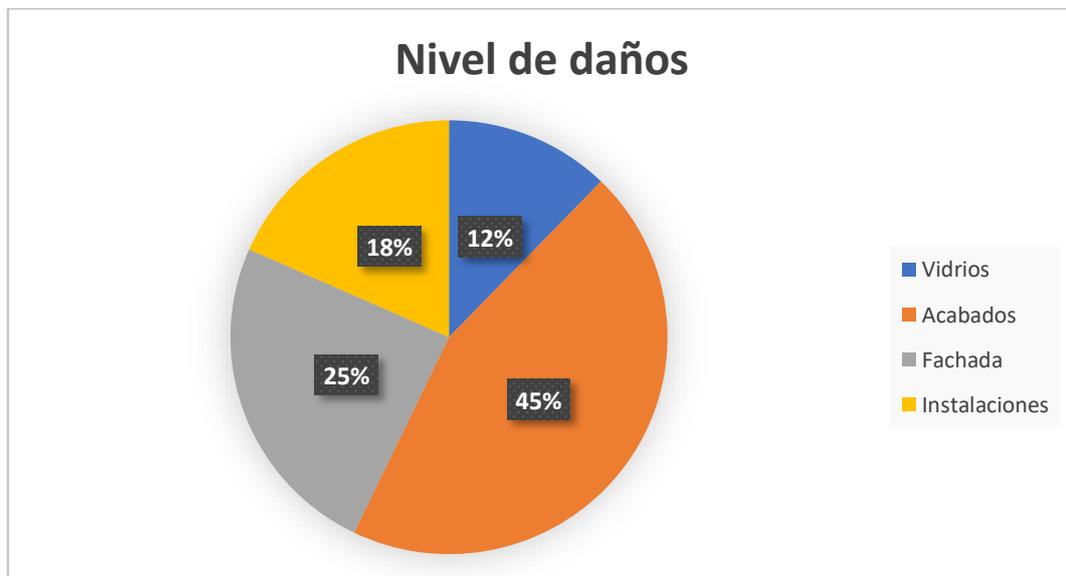
**Tabla N°. 31** Nivel de daños

Nivel de daños	Frecuencia	Porcentaje
Vidrios	5	12%
Acabados	25	46%
Fachada	11	24%
Instalaciones	8	18%
Total	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

**Gráfico N°. 12** Nivel de daños



**Interpretación:**

Un porcentaje mayoritario indica que el nivel mayor de daño en las edificaciones está presente en sus acabados; seguidamente por los daños en sus fachas y las instalaciones que se han venido deteriorando por el pasar de los años y por no mantener una remodelación adecuada; finalmente cuentan con un porcentaje menor en los daños presentes en sus vidrios.

**Tabla N°. 32** Marcación

Marcación	Frecuencia	Porcentaje
Inspeccionada	5	10%
Uso restringido	42	86%
Inseguro	2	4%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** FEMA 154 / NEC-15 aplicada 24-01-2022

**Elaborado por:** García V. **Fecha:** 07-02-2022

**Gráfico N°. 13** Marcación



**Interpretación:**

Dentro de los datos obtenidos se determina que las viviendas presentan un uso restringido debido a que la mayoría de las edificaciones presentan una vulnerabilidad física alta ante un evento sísmico por lo que se debe tomar acciones de prevención en las construcciones para reducir su vulnerabilidad; seguidamente se determina que las viviendas marcadas como inspeccionadas no presentan daños significables que puedan ocasionar un riesgo para sus habitantes ya que son viviendas construidas en los últimos años; finalmente se determina que existe un 4% de edificaciones que su utilización es insegura ya que presenta un colapso parcial lo que puede ocasionar un grave peligro para las personas.

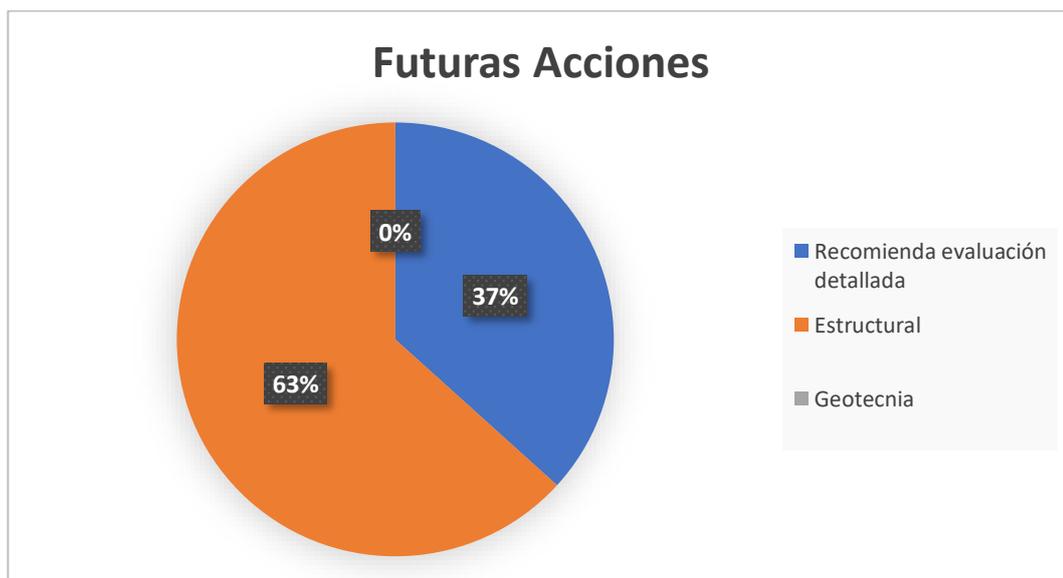
Tabla N°. 33 Futuras Acciones

Futuras Acciones	Frecuencia	Porcentaje
Recomienda evaluación detallada	18	37%
Estructural	31	63%
Geotecnia	0	0%
Total	49	100%

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V. Fecha: 07-02-2022

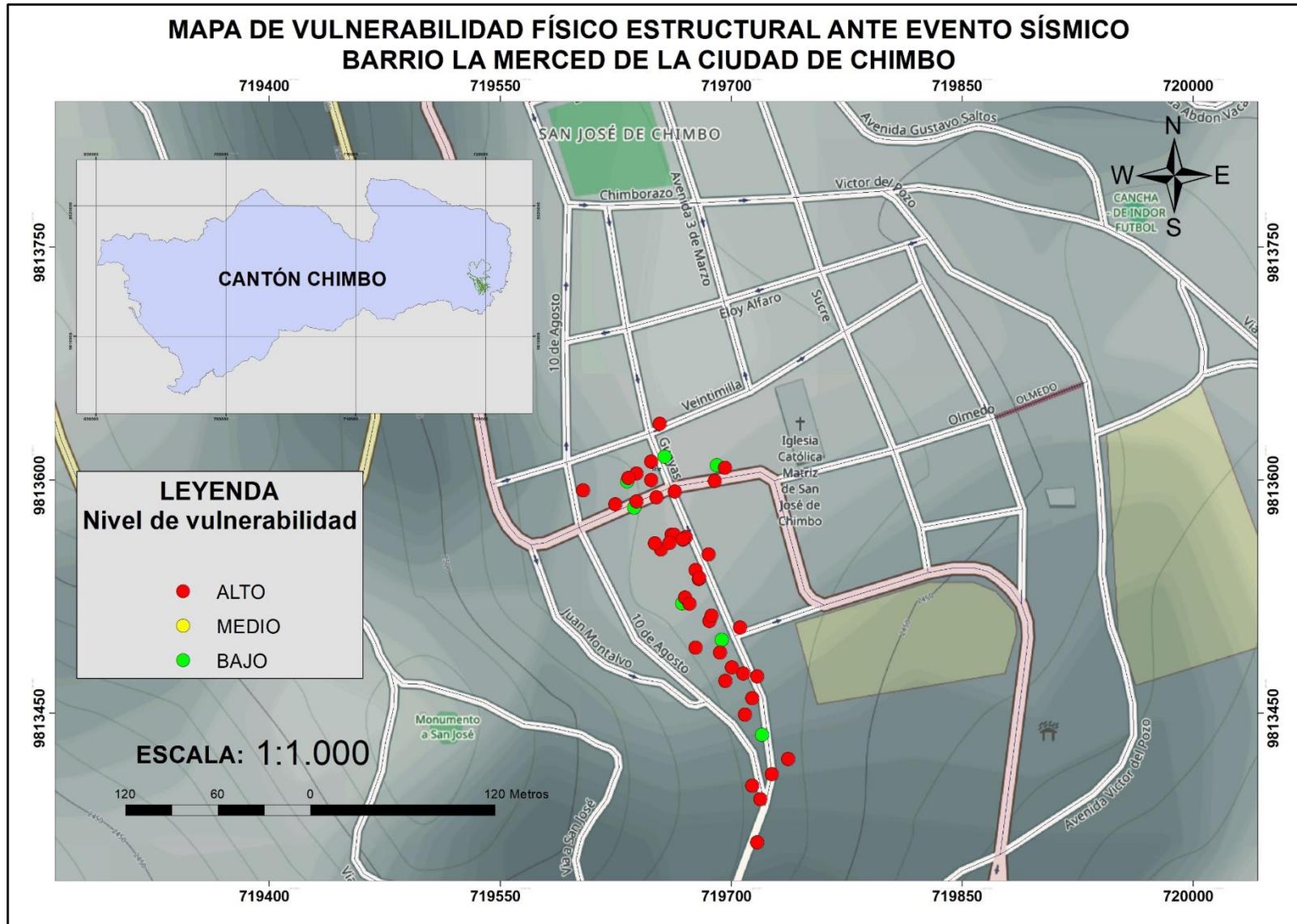
Gráfico N°. 14 Futuras Acciones



**Interpretación:**

Con los datos obtenidos se determina que se debe realizar un análisis estructural esto con ayuda de un profesional especialista en el área para poder determinar la resistencia de los materiales y las tensiones que actúan sobre la estructura; seguidamente se debe realizar una evaluación más detallada de las estructuras para poder tomar medidas de prevención de daños en sus construcciones garantizando el uso seguro de las edificaciones.

# Mapa de Vulnerabilidad físico estructural ante evento sísmico



## 4.2. Resultado según el objetivo 2

- Establecer las ventajas sobre la utilización de las metodologías de evaluación visual rápida para determinar la vulnerabilidad físico estructural y la toma de decisiones para el uso seguro de las edificaciones e incorporar una comparación entre las metodologías utilizadas para el análisis de la vulnerabilidad físico estructural según la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015.

En la presente investigación se realizó el análisis físico estructural de las edificaciones ante una amenaza sísmica implementando los formularios de evaluación rápida como el FEMA 154 que se lo utilizó para poder establecer el grado de vulnerabilidad sísmica a las que está expuesto cada edificación perteneciente al barrio La Merced; así como también el formulario establecido por la NEC-15 que es considerado como una metodología de uso directo y de visualización rápida que ayuda a conocer el estado actual de las edificaciones determinando el nivel de riesgo que presenta cada construcción analizada, en el formulario también se puede recomendar las futuras acciones que se deberían tener en cuenta para dar soluciones a los daños presentes en cada edificación y la toma de decisiones para el uso seguro de las viviendas.

### Ventajas sobre la Utilización de las Metodologías de Evaluación Rápida

#### FEMA 154

---

	Metodología FEMA 154
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es una metodología de análisis visual rápida.</li><li>• Su nivel investigativo es cualitativo</li><li>• Es de fácil utilización</li><li>• No requiere de mucho tiempo para poder determinar el estado actual de las edificaciones.</li></ul>

- Es clara y precisa
- El costo de una evaluación visual rápida es bajo en comparación con implementación de metodologías más detalladas.
- Para realizar la evaluación no es necesario realizar visitas constantes a las edificaciones.
- Esta metodología puede ser empleada para analizar cualquier tipo de edificación, en cualquier sitio, ya que es una metodología muy utilizada en varios países.
- Los puntajes estructurales expuestos en la metodología indican la probabilidad de que las estructuras presenten un daño que afecte su funcionalidad permanentemente.

---

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

## NEC-15

Metodología NEC-15	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una metodología de análisis visual rápido para la evaluación de edificaciones ante una amenaza sísmica.</li> <li>• Ha sido creada y adaptada a la realidad de nuestro medio.</li> <li>• Se fundamenta en la metodología ATC-20 diseñada para la Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica.</li> <li>• Fortalece los criterios de los evaluadores.</li> <li>• Identifica el grado de daño que presenta una edificación a causa de una amenaza sísmica.</li> </ul>

- Puede ser aplicada en todas las edificaciones; como edificaciones antiguas o de construcción actual que puedan afectar negativamente su respuesta sísmica.
- Facilita la aplicación de la inspección de una forma simplificada.
- Permite la toma de decisión sobre el uso seguro de las edificaciones.

---

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **Toma Decisión para el Uso Seguro de las Edificaciones**

Para que las edificaciones sean consideradas como seguras se debe considerar los siguientes criterios:

<b>CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Altura	Se debe considerar que la altura de las edificaciones son un factor primordial que se debe considerar para la resistencia de las construcciones durante un evento sísmico. Cabe recalcar que en varios países se limita la altura máxima que debe ser tomado en cuenta a la hora de construir; sin embargo, en la actualidad se debe dar importancia a dicho parámetro según calidad de los materiales utilizados en su diseño arquitectónico.
Simetría	Se debe tomar en cuenta la simetría con respecto a los ejes en planta; es decir, si la geometría es idéntica a cualquier lado de sus ejes, sin embargo, si las edificaciones no son simétricas existe una probabilidad alta de que se origine una torción en su

planta, lo que produce que las edificaciones sean más vulnerables frente a una amenaza sísmica.

#### Distribución de masas

La distribución de masas debe ser uniforme tanto en planta como en altura, esto en función de las diferentes zonas y alturas en base a la rigidez de las edificaciones.

#### Estructuras rígidas en planta

Se considera que la mayor parte de muros estructurales en la base mejora considerablemente la estabilidad y la resistencia de las edificaciones frente a un evento sísmico.

#### Distribución de puertas y ventanas

Es de gran importancia considerar la simétrica distribución de los elementos de apertura de las edificaciones ya que son esenciales para aumentar la resistencia de las edificaciones para que no colapse teniendo en cuenta el adecuado tamaño acorde al resto de la estructura evitando superar su tamaño a más de la mitad del muro.

#### Calidad de los materiales

La calidad de los materiales de construcción es otro factor de gran importancia para la toma de decisiones sobre el uso seguro de las edificaciones ya que estos influyen en la mejora de la absorción de energía durante un evento sísmico, es importante tomar en consideración la utilización del hormigón armado y el acero para que las edificaciones puedan mantener un balance

durante un terremoto sin que estas colapsen.

#### Cimentación

Es de gran importancia considerar la cimentación ya que es la clave de flexibilidad y soporte de las edificaciones, sin embargo, cada suelo presenta una cimentación específica en su profundidad, tamaño y forma es por eso que se debe realizar un estudio de terreno antes de empezar la construcción de las viviendas. Esto contribuirá a reducir las deformaciones y esfuerzos que presentaran las edificaciones durante un movimiento sísmico.

---

**Elaborado por:** García V.

### Comparación de las metodologías de evaluación visual rápida

*Tabla N°. 34 Comparativa de metodologías de evaluación visual rápida*

<b>CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA</b>	
<b>FEMA 154</b>	<b>NEC-15</b>
Es una metodología cualitativa	Es una metodología cualitativa
El objetivo del FEMA 154 es inspeccionar en corto tiempo, de forma eficiente y sencilla.	El objetivo de la NEC-15 es inspeccionar en corto tiempo, de forma eficiente y sencilla.
Se la implementa para considerar si la edificación analizada debe ser reforzada.	Se implementa para conocer los daños presentes en la edificación y determinar el uso seguro de la edificación analizada.
Dentro del formulario incluye el análisis de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de la edificación.</li> </ul>	Dentro del formulario incluye el análisis de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de la edificación</li> <li>• Tipo de ocupación</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema estructural en planta y elevación de la edificación.</li> <li>• Fotografía de la edificación</li> <li>• Tipología de la estructura (hormigón armado, madera, etc.)</li> <li>• Irregularidad en la planta como elevación de la estructura.</li> <li>• Código de construcción</li> <li>• Tipo de suelo en el que encuentra la edificación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones observadas (colapso total, parcial, cimentación afectada; agrietamientos en los muros, daños en el antepecho.</li> <li>• Topografía (Planicie, ladera, rivera)</li> <li>• Nivel de daños (vidrios, acabados, fachadas, instalaciones)</li> <li>• Marcación (Inspeccionada, uso restringido, insegura)</li> <li>• Futuras acciones (evaluación detallada, estructural, geotécnica)</li> </ul>
<p>Evalúa 13 sistemas estructurales con su respectiva ponderación para cada uno.</p>	<p>Evalúa solo las condiciones actuales de los materiales de la construcción.</p>
<p>El grado de vulnerabilidad física de las edificaciones ante un sismo se obtiene a partir de la suma y/o resta de los valores de los modificadores.</p>	<p>Las condiciones de daño y seguridad de la edificación dependen de la visualización de estado de los materiales de la construcción.</p>
<p>Para su correcto uso se necesita revisar la guía para inspección y evaluación rápida de estructuras.</p>	<p>Para su correcto uso se necesita revisar la guía para inspección y evaluación rápida de estructuras.</p>

**Fuente:** FEMA 154

**Elaborado por:** García V.

### **4.3. Resultado según el objetivo 3**

- Formular estrategias que ayuden a reducir la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones producidas por una amenaza sísmica.

## **PRESENTACIÓN**

En la presente investigación se pretende implementar aspectos de prevención, reducción y mitigación ante los aspectos asociados a los desastres naturales que ocurren con frecuencia en el Ecuador; con la finalidad de reducir la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones del barrio La Merced del cantón Chimbo; frente a la amenaza sísmica.

La vulnerabilidad físico estructural está relacionada con la calidad y el tipo de materiales de construcción de las edificaciones ya que se considera que estas son la médula estructural del territorio y por lo tanto es un sistema de elementos que se debe resguardar y restaurar si es necesario.

### **4.3.1 DATOS GENERALES**

#### **Título de la Propuesta**

Estrategias para la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones Frente a la Amenaza Sísmica.

#### **JUSTIFICACIÓN.**

El Cantón Chimbo ubicado en la Provincia de Bolívar ha sido afectado significativamente por la amenaza sísmica desde hace varios años atrás causando efectos negativos en sus construcciones; esto debido a su ubicación geográfica que es considerada como zona de alto riesgo.

Por tal razón se ha considerado de gran importancia realizar la siguiente propuesta denominada “Estrategias para la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones Frente a la Amenaza Sísmica”; la misma que tiene como finalidad el Reforzamiento estructural de las edificaciones adoptando medidas de

prevención de riesgos fomentando la capacitación y la organización fundamentada en los resultados obtenidos en el presente análisis de las construcciones.

Este trabajo es de gran aporte para la realización de investigaciones de riesgos, ya que contribuye como un instrumento para fortificar los procesos de elaboración de estrategias para el manejo del riesgo sísmico en el cantón.

## **LINEAMIENTOS Y POLÍTICAS**

- Integrar a la Gestión de Riesgos como eje transversal del desarrollo territorial del cantón Chimbo.
- Mitigar los efectos producidos por la amenaza sísmica, creando una cultura de prevención y preparación de la población.
- Implementar la resiliencia estructural de las edificaciones para reducir los impactos desastrosos.
- Impulsar la inversión pública para la identificación e intervención en las áreas de alto riesgo sísmico; desarrollando obras para reforzar sus construcciones.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Establecer Estrategias que aporten a la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones Frente a la Amenaza Sísmica.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar estrategias para minimizar los efectos negativos provocados por la amenaza sísmica en las edificaciones del barrio la Merced del Cantón Chimbo.

- Incrementar los conocimientos sobre la reducción de los impactos dañinos producidos en las edificaciones por la amenaza sísmica a través de una guía de reforzamiento estructural para las viviendas.
- Promover una cultura de sensibilización para la preparación y la mitigación de riesgos en los moradores del Barrio La Merced.

## **VIALIDAD**

### **Desde el enfoque económico**

Las estrategias son factibles ya que se ejecutarán acuerdos y convenios con organismos e instituciones locales que ejerzan sus actividades dentro de la Gestión de Riesgos, aportando con sus conocimientos profesionales dentro del área para el desarrollo de actividades a un bajo costo.

### **Desde el enfoque social**

Es viable, ya que se existe un interés por parte de las Autoridades, funcionarios de Instituciones del área de Gestión de Riesgos y Técnicos del área para tomar acciones y brindar herramientas que aporten a la reducción de la vulnerabilidad física de las edificaciones.

### **Desde el enfoque técnico**

Es viable, debido a que el GAD del Cantón Chimbo cuenta con un departamento de Gestión de Riesgos con técnicos en el área y con el asesoramiento de la Escuela de Administración Para Desastres y Gestión del Riesgo que cuenta con personal de experiencia dentro del manejo de los Desastres.

## DESARROLLO DE LOS COMPONENTES DE ESTRATEGIAS

Tabla N°. 35 Desarrollo de los componentes estratégicos ante una amenaza sísmica

Componente	Proyectos/Acciones	Metas	Sitio/Ubicación	Responsable	Costo Aproximado
<b>1. Análisis del nivel de riesgo sísmico</b>	Estudio estructural de las viviendas que presentan un nivel de vulnerabilidad física alta.	Implementación del estudio en las viviendas con alta vulnerabilidad y que la condición de utilización es insegura.	Sector Urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GAD Cantonal</li> <li>▪ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda</li> </ul>	USD. 5,000,00
	Estudio de reforzamiento de las estructuras reduciendo su nivel de vulnerabilidad.	Desarrollar procesos de remodelación.	Sector Urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GAD Cantonal</li> <li>▪ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda</li> </ul>	10,000,00
	Programa de concientización, fomentando una cultura de	Estrategias de comunicación	Zona de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GAD Cantonal- Unidad de Riesgos.</li> </ul>	3,000,00

	prevención de riesgos y utilización de las Normativas de Construcción.	para los involucrados.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.</li> </ul>	
<b>Subtotal Componente 1: USD. 18,000,00</b>					
<b>2. Reducción la vulnerabilidad</b>	Elaboración de un plan de capacitación y concientización en la materia de reducción de vulnerabilidad física en edificaciones frente a una amenaza sísmica	Planes de emergencia familiar. Simulacro Simulaciones	Zona de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GAD del Cantón Chimbo- Unidad de Riesgos.</li> </ul>	3,000,00
	Capacitación para la rehabilitación de las edificaciones afectadas por la amenaza sísmica.	Implementación de la guía de rehabilitación de estructuras de conformidad con la NEC 2015	Habitantes del sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias</li> <li>▪ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda</li> </ul>	3,000,00

	Talleres de capacitación en primeros auxilios, evacuación e implementación de albergues	Conformación de brigadas con participación de los habitantes del barrio.	Zona de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias</li> </ul>	3,000,00
	<b>Subtotal Componente 2: USD. 9,000,00</b>				
<b>3. Recuperación estructural</b>	Proyecto de restauración estructural.	Recuperación de las edificaciones que presentan daños y conservación de lo construido.	Zona con afectación en sus edificaciones por la amenaza sísmica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GAD Chimbo</li> <li>▪ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.</li> </ul>	10,000,00
	<b>Subtotal Componente 3: USD. 10,000,00</b>				
	<b>TOTAL, DE PRESUPUESTO USD. 37,000,00</b>				

**Elaborado por:** García V.

## CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES

La presente propuesta será desarrollada en un periodo de 2 años, las actividades se detallan a continuación:

**Tabla N°. 36** Cronograma de actividades de Estrategias que aporten a la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Cronograma																							
					año 1						año 2																	
					Semestre 1, 2022	Semestre 2, 2022	Semestre 1, 2023	Semestre 2, 2023	Semestre 1, 2022	Semestre 2, 2022	Semestre 1, 2023	Semestre 2, 2023																
D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F		
1	<b>Estrategias que aporten a la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones</b>	522 días	lun 3/1/22	mar 2/1/24	[Barra de actividad que cubre todo el periodo de 2 años]																							
2	<b>COMPONENTE 1: ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO</b>	282 días	lun 3/1/22	mar 31/1/23	[Barra de actividad que cubre el primer año]																							
3	Estudio estructural de las viviendas que presentan un nivel de vulnerabilidad física alta.	129 días	lun 3/1/22	jue 30/6/22	[Barra de actividad azul que cubre el primer semestre de 2022]																							
4	Estudio de reforzamiento de las estructuras reduciendo su nivel de vulnerabilidad.	174 días	mar 1/2/22	vie 30/9/22	[Barra de actividad azul que cubre el primer semestre de 2022]																							
5	Programa de concientización, fomentando una cultura de prevención de riesgos y utilización de las Normativas de Construcción.	132 días	lun 1/8/22	mar 31/1/23	[Barra de actividad verde que cubre el segundo semestre de 2022]																							
6	<b>COMPONENTE 2: REDUCCIÓN LA VULNERABILIDAD</b>	500 días	lun 3/1/22	vie 1/12/23	[Barra de actividad que cubre todo el periodo de 2 años]																							
7	Elaboración de un plan de capacitación y concientización en la materia de reducción de vulnerabilidad física en edificaciones frente a una amenaza sísmica	85 días	lun 3/1/22	vie 29/4/22	[Barra de actividad azul que cubre el primer semestre de 2022]																							
8	Capacitación para la rehabilitación de las edificaciones afectadas por la amenaza sísmica	88 días	lun 2/5/22	mié 31/8/22	[Barra de actividad azul que cubre el primer semestre de 2022]																							

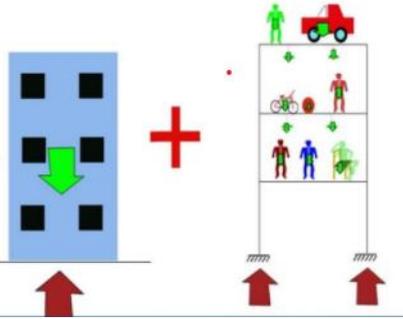
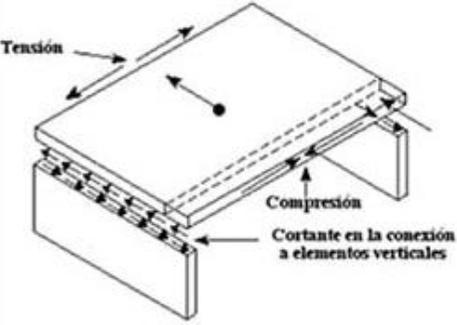
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart											
					año 1						año 2					
					Semestre 1, 2022			Semestre 2, 2022			Semestre 1, 2023			Semestre 2, 2023		
D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F																
9	Talleres de capacitación en primeros auxilios, evacuación e implementación de albergues	459 días	mar 1/3/22	vie 1/12/23												
10	<b>COMPONENTE 3: RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL</b>	<b>195 días</b>	<b>lun 3/1/22</b>	<b>vie 30/9/22</b>												
11	Proyecto de restauración estructural.	64 días	lun 3/1/22	jue 31/3/22												
12	Proyecto de recuperación social	65 días	vie 1/4/22	jue 30/6/22												
13	Proyecto de recuperación económica	66 días	vie 1/7/22	vie 30/9/22												
14	<b>SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN</b>	<b>522 días</b>	<b>lun 3/1/22</b>	<b>mar 2/1/24</b>												
15	Seguimiento	520 días	lun 3/1/22	vie 29/12/23												
16	<b>Evaluación</b>	<b>507 días</b>	<b>lun 24/1/22</b>	<b>mar 2/1/24</b>												
17	Enero	5 días	lun 24/1/22	vie 28/1/22												
18	Abril	5 días	lun 25/4/22	vie 29/4/22												
19	Julio	5 días	lun 25/7/22	vie 29/7/22												
20	Octubre	5 días	lun 24/10/22	vie 28/10/22												
21	Enero	5 días	lun 23/1/23	vie 27/1/23												
22	Abril	5 días	lun 24/4/23	vie 28/4/23												
23	Julio	5 días	lun 24/7/23	vie 28/7/23												
24	Octubre	5 días	lun 23/10/23	vie 27/10/23												
25	Enero	6 días	mar 26/12/23	mar 2/1/24												

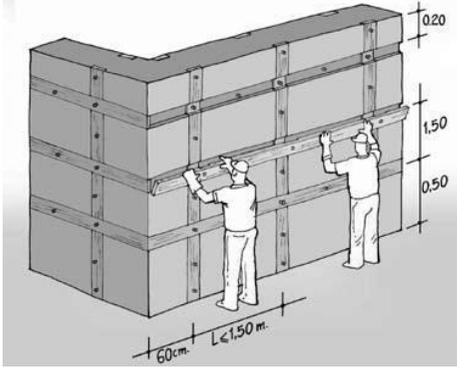
  

Proyecto: VULNERABILIDAD Fecha: lun 21/3/22	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

Elaborado por: García V.

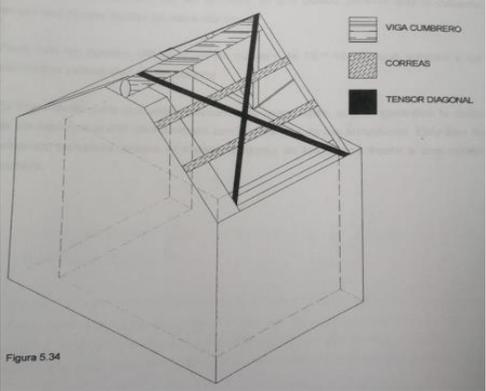
### 4.3.2. REHABILITACIÓN SÍSMICA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

MEDIDA ALTERNATIVA	CONCEPTO	MEDIDAS	IMÁGENES
REDUCCIÓN DEL PESO	Es una medida que se utiliza solamente para reducir fácilmente el sobrepeso importante en las edificaciones, ayudando a que las fuerzas inerciales producidas durante un sismo se reduzcan, es una acción beneficiosa ya que es de un bajo costo.	Eliminar de las cubiertas objetos pesados como es la teja de barro y remplazarlas por cubiertas livianas de zinc. Sustituir el sistema de entrepiso con mortero por sistemas de madera.	
DIAFRAGMA RÍGIDO	Consiste en las conexiones y los contactos a los muros estructurales de la edificación.	Se debe implementar una conexión efectiva a los muros perimetrales. Generar una conexión adecuada entre la plaqueta y las vigas cargueras principales.	 <p>Fuerzas desarrolladas en un diafragma rígido</p>

<p>REFORZAMIENTO DE MUROS (MALLA DE ACERO Y MORTERO DE ARENA Y CAL)</p>	<p>Esta medida consiste en instalar mallas con vena por franjas verticales y horizontales en las zonas donde se considere los puntos críticos de los muros principales de la edificación. En la cara externa e interna se del muro se instala de una manera simultánea los tramos de malla, la malla de las dos caras se interconecta con alambrones de 8 mm con orificios anteriormente perforados los mismos que se rellenan con mortero de cal y arena. La malla y el amarre de alambón se lo debe realizar únicamente en las venas de la malla. Cada alambón debe tener un</p>	<p>Se debe instalar una malla en las esquinas, con una medida de 70 cm de ancho de refuerzo vertical en donde los 50 cm quedan en los muros esquineros y los 20 cm restantes se utilizará en el otro muro que conforma la esquina. Luego de haber instalado los refuerzos verticales se debe instalar una malla horizontal de 50 cm, cada alambón que se encuentra en las zonas de traslapos. Para la aplicación de del pañete de recubrimiento se debe humedecer el muro previo a su colocación, cabe resaltar que el pañete se lo debe colocar</p>	
---	--	--	---

	<p>espaciado de 20 cm entre ellos a cada dirección. Seguidamente la malla se debe recubrir con arena y mortero de cal.</p> <p>Los materiales a emplearse son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Malla con vena de calibre 19</li> <li>▪ Cal apagada</li> <li>▪ Alambrones de 8 mm</li> <li>▪ Alambrón</li> <li>▪ Arena fina</li> <li>▪ Puntillas de 2 de longitud</li> </ul>	<p>solamente en la zona de la malla de refuerzo, en donde se lo debe clavar una cuña de madera en el orificio luego de haberlo llenado.</p>	
--	---	---	--

<p>REHABILITACIÓN DE LAS CUBIERTAS</p>	<p>Se debe reconstruir las cubiertas utilizando madera o guadúa considerando que se encuentren en un buen estado, para mejorar el comportamiento de las cargas verticales y horizontales se debe generar un adecuado arriostramiento en la estructura de la cubierta.</p> <p>En el caso que la cubierta utilice teja de barro se puede utilizar papel asfáltico para separar la teja de la madera, manteniendo siempre en cuenta que las tejas deben estar correctamente amarradas para evitar que estas puedan caer durante un sismo.</p>	<p>Limpieza oportuna</p> <p>Reparación puntual</p> <p>Eliminación de vegetación existente por presencia de humedad.</p>	
--	--	---	---

<p style="text-align: center;"><b>TENSORES DIAGONALES EN CUBIERTAS</b></p>	<p>Es una buena opción para su colocación en las estructuras que son de adobe estas están constituidas por armaduras principales las cuales transmiten la carga de cubierta a los muros se coloca una viga cumbre en los planos inclinados que forman la cubierta con correas paralelas a la viga cumbre estos transmiten la carga de la cubierta hacia las armaduras principales.</p>	<p>Se debe colocar los tensores diagonales en los planos inclinados de la cubierta de la construcción entre las armaduras principales se puede utilizar madera cuadrada que tenga una medida de 5*5 cm o varillas de acero de 12 mm de diámetro.</p>	
--	--	--	---

**Elaborado por:** García V.

#### **4.5. Comprobación de Hipótesis**

Después de haber analizado e interpretado la información que fue obtenida a través de la implementación de los formularios de evaluación visual rápida en el Barrio La Merced del Cantón Chimbo, se puede establecer que los Factores Físicos de las edificaciones influyen en el Nivel de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las edificaciones, por lo cual es necesario establecer estrategias que ayuden a reducir el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones para salvaguardar la integridad de las personas que habitan en dicho sector.

Por lo tanto, con la información adquirida en la visita de campo y procesada dentro de los cuadros de interpretación de resultados se acepta la hipótesis: “Los Factores Físicos de las Edificaciones influyen en el nivel de Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones frente a la amenaza sísmica en el Barrio La Merced, Cantón Chimbo, Provincia Bolívar”

Una vez que los habitantes del Barrio La Merced le den importancia a la reducción de la vulnerabilidad físico estructural podrán reducir los impactos negativos en sus edificaciones y por ende evitar pérdidas humanas; creando una cultura en la reducción de riesgos.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.2 CONCLUSIONES

- Mediante el análisis de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, se estableció que, de 49 edificaciones analizadas 42 edificaciones equivalentes a un 86% de las viviendas del Barrio La Merced, son susceptibles a sufrir graves daños ante un evento sísmico ya que su nivel de vulnerabilidad es alto porque sus construcciones son antiguas y los materiales de construcción con el pasar de los años han perdido su resistencia.
- En las construcciones realizadas hace varios años atrás no se tenía conocimiento sobre la utilización o la existencia de las Normas Ecuatorianas de Construcción es por eso que esto influye directamente en nivel de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones.
- Al realizar la comparación de las metodologías de evaluación visual rápida se determinó que al implementarlas cada una complementa los parámetros que la otra carece y por ende al utilizar las dos se ha realizado un análisis estructural más profundo de las edificaciones.
- Las metodologías implementadas en esta investigación son de gran utilidad para poder evaluar en nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones ante una amenaza sísmica; sin embargo, la precisión depende del nivel del criterio y también de la apreciación del evaluador.
- Las metodologías de evaluación visual rápida no son costosas, es de utilización sencilla y puede ser implementada para el análisis de varios sistemas constructivos. Estas metodologías evalúan no solamente los daños sino también las irregularidades de planta, su elevación; permitiendo además señalar cada edificación en base al estado de la estructura

identificando si el uso de la vivienda es seguro, inseguro o de uso restringido.

- Las Estrategias para la Reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones ante un evento sísmico contribuirán a minimizar las pérdidas humanas y económicas en el área de estudio.

### 5.3. RECOMENDACIONES

- Efectuar un estudio de suelo previo a la ejecución de la obra; además se debe supervisar la calidad de los materiales que serán utilizados en la construcción de las edificaciones.
- Implementar medidas de mantenimiento y reconstrucción de las viviendas que presentan deterioro, reforzando así su estructura con la finalidad de mejorar las condiciones físicas de las edificaciones.
- Se recomienda al GAD del cantón Chimbo impartir charlas de concientización a los moradores del sector sobre la importancia de la utilización de las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC) y de los códigos de construcción para que de esta manera se pueda fortalecer la resistencia de sus edificaciones ante una amenaza sísmica, evitando pérdidas económicas y humanas.
- Se sugiere al GAD del Cantón Chimbo efectuar modelamientos de las edificaciones mediante la utilización de softwares en donde se pueda verificar el comportamiento que sufrirían las viviendas durante un evento sísmico.
- Realizar el reforzamiento de las edificaciones con enchapes basados en la utilización de malla electrosoldada y varillas de acero en vista que este tipo de materiales son resistentes a la tensión que se produce durante evento sísmico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá, U. d. (2019). *Portal uah.es*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2021, de Portal uah.es: [https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_profesores/prof121896/docencia/T9\\_tipos%20de%20hormigones.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/T9_tipos%20de%20hormigones.pdf)
- Amangadi, E., Yasuma, E., & Barragán, G. (27 de Octubre de 2018). ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EVENTOS SÍSMICOS. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 39. Obtenido de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/download/2464/1885>
- Andrade, H. R. (2014). *Estructuras I*. Cuenca: Graficas del Sur. Obtenido de file:///C:/Users/Vero/Downloads/Dialnet-Estructuras1ApuntesDeClase-693803.pdf
- Argentino, I. d. (19 de Noviembre de 2015). *web1.icpa*. Obtenido de web1.icpa: <https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/05-Materiales-propiedades-hormigon.pdf>
- Arnaldo, P., & Torres, R. (15 de Junio de 2016). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5075/507551271007/507551271007.pdf>
- Aroca, R. (2008). Que es una Estructura. En R. Aroca, *Que es una Estructura* (Perez, Concepcion ed., pág. 35). Madrid. Obtenido de [https://oa.upm.es/1495/1/MONO\\_AROCA\\_1999\\_01A.pdf](https://oa.upm.es/1495/1/MONO_AROCA_1999_01A.pdf)
- Astorga, A., & Rivero, P. (2009). Centro de investigación en Gestión integral de Riesgos. En A. Astorga, & P. Rivero. Obtenido de <https://docplayer.es/8329985-Patologias-en-las-edificaciones-modulo-iii-seccion-iv-ariana-astorga-pedro-rivero-cigir.html>
- Aulestia Valencia Diego Esteban. (2014). *Acuerdo Ministerial*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%3%ADsmicas.pdf>
- Avila, I., & Oviedo, M. (2013). Hormigón Armado Aplicado a Estructuras Navales. (*Magister Diseño Náutico y Marítimo*). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Brazil. Obtenido de [https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/df/Construcci%C3%B3n\\_y\\_Estructura\\_N%C3%A1utica\\_1\\_2007\\_HORMIG%C3%93N.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/df/Construcci%C3%B3n_y_Estructura_N%C3%A1utica_1_2007_HORMIG%C3%93N.pdf)
- Ayala, F. (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ariel, S.A. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=9951K1j3WtEC&pg=PA55&dq=definicion+de+riesgo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjw09mw\\_Zv1AhXrTTABHQ91CQIQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=definicion%20de%20riesgo&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=9951K1j3WtEC&pg=PA55&dq=definicion+de+riesgo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjw09mw_Zv1AhXrTTABHQ91CQIQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=definicion%20de%20riesgo&f=false)

- Barranzuela, J. (2014). Proceso Productivo de los Ladrillos de Arcilla Producidos en la Región Piura. ( *Ingeniería Civil*). Universidad de Piura, Piura, Perú. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI\\_199.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf)
- Bello, L., & Velasquez, S. (2011). *Calculo del periodo de retorno*. UNAM. Obtenido de [http://ru.ffyl.unam.mx/bitstream/handle/10391/3722/07\\_Bello\\_Velazquez\\_Periodo\\_retorno\\_Guia\\_Metodos\\_Estadisticos\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ru.ffyl.unam.mx/bitstream/handle/10391/3722/07_Bello_Velazquez_Periodo_retorno_Guia_Metodos_Estadisticos_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Blanca, L. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *Scielo*, 9. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v15n3/aci08307.pdf>
- Caicedo, C., Canas, J., & Aguiar, R. (1994). *Vulnerabilidad sísmica de edificios*. Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/27020?locale-attribute=es>
- Camacho, P. (2009). Diseño de un Plan Modelo de Mantenimiento para Edificios del ICE. ( *Ingeniero en Construcción*). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6196/Dise%C3%B1o\\_Plan\\_Modelo\\_Mantenimiento\\_Edificios\\_ICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6196/Dise%C3%B1o_Plan_Modelo_Mantenimiento_Edificios_ICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cañas, J. (2006). Materiales de Construcción. (*Ingeniería*). Universidad CentroAmericana, El Salvador. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=UNIVERSIDAD+CENTROAMERICANA+%E2%80%9CJOSE+SIMEON+CA%C3%91AS%E2%80%9D%2C+UCA&rlz=1C1CHBD\\_esEC823EC823&oq=UNIVERSIDAD+CENTROAMERICANA+%E2%80%9CJOSE+SIMEON+CA%C3%91AS%E2%80%9D%2C+UCA&aqs=chrome..69i57j0i22i30.743j0j7&sourceid=](https://www.google.com/search?q=UNIVERSIDAD+CENTROAMERICANA+%E2%80%9CJOSE+SIMEON+CA%C3%91AS%E2%80%9D%2C+UCA&rlz=1C1CHBD_esEC823EC823&oq=UNIVERSIDAD+CENTROAMERICANA+%E2%80%9CJOSE+SIMEON+CA%C3%91AS%E2%80%9D%2C+UCA&aqs=chrome..69i57j0i22i30.743j0j7&sourceid=)
- Cardona, O. (2001). Estimacion Holistica del Riesgo Sismico Utilizando Sistemas Dinamicos Complejos. En O. Cardona, *Estimacion Holistica del Riesgo Sismico Utilizando Sistemas Dinamicos Complejos* (pág. 312). Barcelona, España. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6219/04Capitulo2.PDF>
- Cardona, O. D. (1991). *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo*. Bogotá. Obtenido de [http://www.planesmojana.com/documentos/estudios/19\\_Evaluacion%20de%20la%20amenaza%281%29%20Omar%20D.%20Cardona.pdf](http://www.planesmojana.com/documentos/estudios/19_Evaluacion%20de%20la%20amenaza%281%29%20Omar%20D.%20Cardona.pdf)
- Castillo, R. G., Vaz-Suárez, C., & Rizo, L. M. (2014). LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL Y ORGANIZACIONAL EN LAS INSTALACIONES DE SALUD. *Redalyc.org*, 19. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181331790005.pdf>

- Catalán, R. (2018). *Construcción con Tierra. (Arquitecto)*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de [https://oa.upm.es/51489/1/TFG\\_Catalan\\_Diez\\_Raquel.pdf](https://oa.upm.es/51489/1/TFG_Catalan_Diez_Raquel.pdf)
- Catedra, C. d. (2016). *Patologías y mecanismo de falla estructural de acero y concreto*. Mexico. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16981/IDENTIFICACION%20DE%20PATOLOGIAS%20ESTRUCTURALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CENAPRED. (2014). *Diagnostico de Peligros e Identificacion de Riesgos de Desastres México*. México: D. G. Vasquez. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD004433.PDF>
- Chau, W. (1989). *Vulnerabilidad Global y Pobreza*. Popayan. Recuperado el 6 de Enero de 2022, de <https://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenid/vulner7.htm>
- Chimbo, G. (2020). *PDOT Chimbo*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1-rxXsFZYBNWrVoZFbExixBR5-QyNIR2a/view>
- Civil, E. d. (2007). *ocw.bib.upct.es*. Obtenido de [ocw.bib.upct.es: https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod\\_resource/content/1/Hormigon\\_02.\\_Tipos\\_y\\_propiedades.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod_resource/content/1/Hormigon_02._Tipos_y_propiedades.pdf)
- Colina, J., & Ramirez de Alba, H. (2000). Características de los Sismos y sus Defectos en las Construcciones. *Dialnet*, 7. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5139925.pdf>
- Comercio, E. (29 de Abril de 2016). Viviendas son derrocadas en Guaranda y Chimbo luego del terremoto en Manabí. *Viviendas son derrocadas en Guaranda y Chimbo luego del terremoto en Manabí*, pág. 1. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/viviendas-son-derrocadas-guaranda-chimbo.html>
- Comercio, E. (7 de Septiembre de 2018). En Bolívar se concentran más afectaciones tras sismo de 6.2. *En Bolívar se concentran más afectaciones tras sismo de 6.2*, pág. 1. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/chunchi-chimborazo-afectaciones-sismo-ecuador.html>
- Constitución de la Republica del Ecuador [Const]. (2008). *Artículo 390 [Sección Novena]*. Decreto Legislativo 0.
- Cortes, B. P. (2017). *Identificacion de Patologias Estructurales en Edificaciones Indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal. (Ingenieria)*. Universidad Libre Seccional Pereira, Pereira. Recuperado el 5 de Enero de 2022, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16981/IDENTIFI>

CACION%20DE%20PATOLOGIAS%20ESTRUCTURALES.pdf?seque  
nce=1&isAllowed=y

- Cuestas, E. (2009). Variables. *Revista Facultad de Ciencias Medicas*, 5. Obtenido de [http://www.revista2.fcm.unc.edu.ar/Rev.2009.3/Variables\\_Cuesta.pdf](http://www.revista2.fcm.unc.edu.ar/Rev.2009.3/Variables_Cuesta.pdf)
- Duque, E., Tamay, J., & Rojas, H. (2018). *OBSERVATORIO SÍSMICO DEL ECUADOR*. Riobamba. Obtenido de [https://sica.utpl.edu.ec/media/uploads/material/Reporte\\_extendido\\_-\\_Sismo\\_Cumanda.pdf](https://sica.utpl.edu.ec/media/uploads/material/Reporte_extendido_-_Sismo_Cumanda.pdf)
- Epidemiologia, R. C. (2011). Definiciones acerca de Riesgo y sus implicaciones. *Scielo*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032011000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014)
- Española, D. d. (14 de Febrero de 2021). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/evento/>
- Estadísticas, I. N. (12 de Diciembre de 2021). *INE*. Obtenido de INE: <https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/que-es-poblacion>
- FEMA 154. (2015). *Evaluación Sísmica*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>
- Fernandez, A., & Parraga, C. (2013). Ingeniero. *Vulnerabilidad Sísmica De Centros Educativos De Huancayo Metropolitano*. Universidad Nacional del Centro de Perú, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/439>
- Gavidia, A., & Subía, A. (2015). Elaboracion de los Procedimientos de Fabricacion y Montaje de una Estructura de Acero para un Edificio. (*Ingeniero Mecanico*). Escuela Politecnica Nacional, Quito. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10578/1/CD-6256.pdf>
- Gómez, D. (2002). *Ordenacion Territorial*. Madrid: Agricola Española, S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=E5VjHEtGT6MC&printsec=frontcover&dq=pdot+que+es&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwimk57RnfX0AhWhUt8KHcF4DAsQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q&f=false>
- González, M., & Mases, M. (2003). Riesgo Sísmico. *Experiencias y ideas de aula*, 10. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88860/133048>
- Guardia, A. P. (2011). Determinacion de la Superficie de Acoplamiento Sísmico Interplaca en el Borde Occidental del Perú. (*Ingeniero Geofísico*).

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/1310/tesisGuardia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gutiérrez, E., Vélez, G., & Bedolla, J. (Enero de 2012). Identificación de modos cercanos de vibración de una estructura cuasi-axisimétrica: estudio complementario. *Scielo*, 16. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a6.pdf>
- Hernandez, A., & Ramirez, A. (2016). *EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A VULNERABILIDAD FÍSICA*. Colombia, Bogota. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91146925007.pdf>
- Hernandez, J., & Castro, A. (2011). Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones de Hormigón Armado Existente. *Redalyc*, 21. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757004.pdf>
- IdealAlambre, G. d. (2011). *Brand Sites*. Obtenido de Brand Sites: <https://www.bekaert.com/Sites/Brand-Sites-2017/Idealalambrec/ideal-alambrec-bekaert-juntos-celebramos-8-decadas-de-historia/la-nueva-guia-de-la-construccion>
- Iglesias, C., Martínez, J., & Taboada, J. (2012). Metodología de detección de Microsísmología en el hueco de una corta minera mellena de agua. *Scielo*, 9. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v79n175/v79n175a09.pdf>
- J, B. R., & E, G. (s.f.). *Proyecto de diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de Hospitales*. Lima. Obtenido de [cidbimena.desastres](http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Edan/publicaciones/Fundamentos/FundamentosCap3.pdf): <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Edan/publicaciones/Fundamentos/FundamentosCap3.pdf>
- J., T., & Rodríguez, C. (2013). Sismos Ciencia y Comunidad en la Gestión de Riesgos Naturales. En *Sismos Ciencia y Comunidad en la Gestión de Riesgos Naturales* (pág. 14). Cuba: CENAI. Obtenido de [https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/CaribeHerramientasydocumentos/Capacitacion/CARE\\_CENAI\\_Cuba\\_SismoCienciaycomunidadenlagestiondelosriesgosnaturales.pdf](https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/CaribeHerramientasydocumentos/Capacitacion/CARE_CENAI_Cuba_SismoCienciaycomunidadenlagestiondelosriesgosnaturales.pdf)
- (2011). La Microzonificación Sísmica para la Reducción del Riesgo Sísmico. (*Ingeniero*). Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Recuperado el 5 de Enero de 2022, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652011000200001&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652011000200001&lng=es&nrm=iso). accedido en 05 enero 2022.
- Lantada, N. (2007). Evaluación del Riesgo Sísmico Mediante Métodos Avanzados y Técnicas GIS. (*Doctorado*). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Recuperado el 5 de Enero de 2022, de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6259/02N1z02de12.pdf?sequence=2>

- Lima, C. S. (Mayo de 2012). *Unacem*. (C. L. S.A.A., Editor) Recuperado el 27 de Diciembre de 2021, de Unacem: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/Manual-de-Construccion.pdf>
- Lopez, F., Rodriguez, V., Cruz, J., & Torreño, I. (2004). Manual de Patología de la Edificación. (*Ingeniero*). Universidad Politecnica de Madrid, Madrid. Obtenido de [http://www.asturcons.org/docsnormativa/5891\\_1522.pdf](http://www.asturcons.org/docsnormativa/5891_1522.pdf)
- Lukaes, G. (2019). *Estudio Estadístico de los efectos causados por los sismos*. Belgica: Bruxelles. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=NZHTDwAAQBAJ&pg=PA46&dq=el+ecuador+y+su+sismologia&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiH9fzYobn0AhXiSDABHQF9BOwQuwV6BAgLEAc#v=onepage&q=el%20ecuador%20y%20su%20sismologia&f=false>
- Martínez, P. Q., & Angulo, E. R. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Scielo*. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2016000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001)
- Martínez, P. Q., & Angulo, E. R. (4 de Abril de 2016). Estudio de Peligro Sísmico de Ecuador y Propuesta de Espectros de Diseño para la ciudad de Cuenca. *Scielo*, 26. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n94/0185-092X-ris-94-00001.pdf>
- Mena, H. U. (2002). Aspectos Generales del Riesgo Sismico. En H. U. Mena, *Aspectos Generales del Riesgo Sismico* (pág. 29). Obtenido de [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6222/03CAPITULO\\_2.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6222/03CAPITULO_2.pdf)
- MIDUVI. (15 de Agosto de 2015). *Acuerdo Ministerial N° 0028*. Obtenido de Acuerdo Ministerial N° 0028: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/01/ACUERDO-0028-NORMAS-NEC2.pdf>
- MIDUVI, & RIESGOS, S. D. (2015). Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC. En MIDUVI, & S. D. RIESGOS, *Guía práctica para evaluación sísmica* (pág. 185). Quito: Imprenta Activa. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Quito: Imprenta Activa. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>

- Ministerio de Vivienda, C. y. (2015). Cargas Sísmicas. (*INGENIERIA*). NEC. Recuperado el 6 de Enero de 2022, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>
- Ministerio de Viviendas, C. y. (2016). La Norma Técnica E.030"Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de edificaciones aprobada por Decreto Supremo. Quito.
- Miquel, J. (2012). *Resistencia de Materiales y Estructuras*. Obtenido de [https://portal.camins.upc.edu/materials\\_guia/250120/2012/Resistencia%20de%20materiales%20y%20estructuras.pdf](https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250120/2012/Resistencia%20de%20materiales%20y%20estructuras.pdf)
- Monje, C. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. (*Comunicador Social y Periodismo*). Universidad Surcolombiana, Neiva. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Muñoz, H. (2001). Evaluación y diagnóstico patológico de las estructuras en concreto. *Ingeniería*. Universidad del Cauca, Bogotá, D.C. Obtenido de [https://www.academia.edu/33200626/INSTITUTO\\_DEL\\_CONCRETO\\_A\\_SOCRETO\\_SEMINARIO\\_EVALUACI%C3%93N\\_Y\\_DIAGN%C3%93STICO\\_DE\\_LAS\\_ESTRUCTURAS\\_EN\\_CONCRETO](https://www.academia.edu/33200626/INSTITUTO_DEL_CONCRETO_A_SOCRETO_SEMINARIO_EVALUACI%C3%93N_Y_DIAGN%C3%93STICO_DE_LAS_ESTRUCTURAS_EN_CONCRETO)
- Muñoz, N. (2016). ENSAYO DE FLEXIÓN. (*Tecnología Mecánica*). Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia. Obtenido de [https://rita.udistrital.edu.co:23604/Documentos/Guias\\_de\\_laboratorio/resistencia/GL-RE02.pdf](https://rita.udistrital.edu.co:23604/Documentos/Guias_de_laboratorio/resistencia/GL-RE02.pdf)
- Nonzoque, L. S. (2015). *METODOLOGÍA PARA ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PATOLOGÍA ESTRUCTURAL PARA EDIFICACIONES CON CARÁCTER*. Bogota. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15128/SalamancaNonzoqueLizzett2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliveros, P. (2017). Profundización del Concepto Deterioro. (*Ingeniería*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17147/OliverosLaraPaolaJudith2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización Mundial de la Salud, (., & Panamericana, O. (2018). Índice de seguridad hospitalaria. *Guía para evaluadores*. Obtenido de Retrieved from [www.paho.org](http://www.paho.org)
- Palacio, N. (19 de Febrero de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/447710372/Escala-sismologica-de-Richter-docx>

- Perez, J., & Merino, M. (2018). *Copyright*. Obtenido de (<https://definicion.de/hormigon/>)
- Pita, F. S., & Perdegas, D. S. (2002). Investigación Cualitativa y Cuantitativa. (*Licenciado*). Complejo Hospitalario-Universitario Juan Canalejo, España. Obtenido de [https://fisterra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali2.pdf](https://fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf)
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Chimbo [PDOT]. (2019). *Datos Historicos*. Chimbo. Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000680001\\_PDyOT%20GAD%20CHIMBO%202015\\_13-03-2015\\_16-57-30.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000680001_PDyOT%20GAD%20CHIMBO%202015_13-03-2015_16-57-30.pdf)
- Prypchan, A. (2016). Estructuras. (*Ingenieria Civil*). Universidad Nacional Experimental Politecnica de las Fuerza Armada Boliviana, Caracas. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Ssauryimar/sismologa-estructuras-regulares-e-irregulares>
- Puente, M. C. (2007). Concepto de Propiedad. (*Maestria*). Flacso Ecuador. Recuperado el 6 de Enero de 2022, de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/23/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Puente+Salinas%2C+Mar%C3%ADa+Cristina>
- Redin, M., & Denega, L. (2011). Impactos de la quema sobre atributos quimicos, Fisicos y Biologicos. *SCIELO*, 12. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/cflo/a/jkprVJMw5mKbKjd9G4xyQ4p/?format=pdf&lang=pt>
- Reduction, I. S. (13 de Junio de 2011). *Infraestructura*. Obtenido de Infraestructura: <https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/6-Infraestructura.pdf>
- Research, S. E. (9 de Septiembre de 2019). *STAND*. Obtenido de STAND: <https://seismous.com/que-es-la-resiliencia-estructural/#:~:text=En%20ingenier%C3%ADa%2C%20el%20t%C3%A9rmino%20resiliencia,la%20deformaci%C3%B3n%20en%20un%20principio.>
- Retamozo, J., Mesarina, P., & Garcia, E. (1997). *royecto de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú : Hospital III Cayetano Heredia Piura. Tomo 3: Componente no estructural*. Lima. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc587/doc587.htm>
- Rivero, G. N., & Mayorga, M. A. (2013). *Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca*. Bogota; Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11156/RiveroG%20alvisNatyVanesa2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Rivero, N., & Mayorga, A. (2013). *Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca*. Bogota. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11156/RiveroGalvisNatyVanesa2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rivero, N., & Mayorga, A. (2013). Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca. (*Tesis de Ingeniería*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11156/RiveroGalvisNatyVanesa2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rivero, N., & Mayorga, A. (2013). Evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos por caídas de roca. (*Tesis Ingeniería Civil*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11156/RiveroGalvisNatyVanesa2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rodriguez, D. T. (2013). Sismos Ciencia y Comunidad en la gestión de los Riesgos Naturales. En D. T. Rodriguez, *Sismos Ciencia y Comunidad en la gestión de los Riesgos Naturales* (pág. 14). Santiago de Cuba. Obtenido de [https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/CaribeHerramientasydocumentos/Capacitacion/CARE\\_CENAIIS\\_Cuba\\_SismoCienciaycomunidadenlagestiondelosriesgosnaturales.pdf](https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/CaribeHerramientasydocumentos/Capacitacion/CARE_CENAIIS_Cuba_SismoCienciaycomunidadenlagestiondelosriesgosnaturales.pdf)
- Rodriguez, M. (2013). Geomorfología y tectónica de placas. Cuba. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/BioMarina/02.pdf>
- Rojas, O., & Martinez, C. (2011). Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, 35. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239103004.pdf>
- Rosales, C. (2000). *Evaluar es Reflexionar sobre la enseñanza* (Vol. 3). Madrid: NARCEA. S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=4-4ZDg-63aQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Ruiz, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112012000100006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000100006)
- Salamanca, L. (2015). Metodología Para Estudios de Vulnerabilidad Sísmica y Patología Estructural Para Edificaciones con Carácter Patrimonial. (*Ingeniería Civil*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogota. Obtenido de <https://docplayer.es/57722891-Metodologia-para-estudios-de-vulnerabilidad-sismica-y-patologia-estructural-para-edificaciones-con-caracter-patrimonial.html>

- Salamanca, L. (2015). Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial. (*Tesis de Ingeniero*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogota. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15128/SalamancaNonzoqueLizzett2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salamanca, L. (2016). *Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial*. Bogota. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/15128>
- Salamanca, L. (2016). Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial. *Ingeniero Civil*. Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/15128>.
- Salud, O. P. (2000). *Fundamentos para la mitigacion de desastres en establecimientos de salud*. Washigton. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=un-DM2jqKCQC&pg=PA27&dq=vulnerabilidad+estructural&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwidsZGfh7r0AhWibs0KHfvWDwgQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q=vulnerabilidad%20estructural&f=false>
- Sanchez, D. (2011). Durabilidad y Patología. Bogotá. Obtenido de [https://catalogo.unimilitar.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25457&shelfbrowse\\_itemnumber=51337](https://catalogo.unimilitar.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25457&shelfbrowse_itemnumber=51337)
- Servicio Sismologico, N. I. (15 de Marzo de 2008). *Snn.Unam*. Obtenido de Snn.Unam: <http://www.ssn.unam.mx/jsp/reportesEspeciales/Magnitud-de-un-sismo.pdf>
- Soldano, A. (2009). Susceptibilidad. *Conceptos sobre riesgo*, (pág. 5). Argentina. Obtenido de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a360071e58.79575639.pdf>
- Sotomayor, C. (Marzo de 2020). *Consulcreto*. Obtenido de Consulcreto: <http://www.consulcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
- Toirac, J. (1 de marzo de 2004). Patología de la Construcción, Grietas y Fisuras en Obras de Hormigón. Origen y Prevención. *Ciencia y Sociedad*, 44. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>
- Tortajada, N. (2007). Tectónica de Placas. *Cac*, 16. Obtenido de <https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2007/16.pdf>
- Uriarte, J. (2005). La resiliencia. Una nueva perspectiva en psicopatología del desarrollo. *Redalyc*, 20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/175/17510206.pdf>
- Vidal, F. (2010). Terremotos y sus causas. *Dialnet*, 24. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2767747.pdf>

- Villalibre, C. (2013). Concepto de Urgencia, Emergencia , Catastrofe y Desastre. (*Master en Analisis de Riesgo*). Universidad de Oviedo, Oviedo. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/17739/TFM%20cristina.pdf;jsessionid=5DC6D6A4D1A044559CCCA297745D45CA?sequence=3>
- Vivienda, M. d. (14 de Diciembre de 2015). *NEC* . Obtenido de NEC : <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf>
- Vulnerabilidad, S. p., & Civil, P. (15 de Diciembre de 2015). *Dipecholac*. Recuperado el 5 de Enero de 2022, de Dipecholac: <https://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/el-salvador/C1-CONCEPTOS-BASICOS-DE-GRD.pdf>
- Walter, G., & Antonio, L. (2014). *Evaluacion de la Vulnerabilidad Sismica de Centros de Salud del Distrito de Ayacucho*. Huancavelica. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/241/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

### ANEXO N. 1 Análisis de la Vulnerabilidad Física Estructural de las edificaciones frente a la amenaza sísmica en el Barrio La Merced

Datos Generales			VALORES DE INDICADOR					
N° de casa	X	Y	Tipología estructural	Altura de la edificación	Irregularidad de la edifi	Codigo de construccion	Tipo de suelo	Tipología estruct
1	719713.718 E	9813403.165N	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
2	719716.753I	9813366.687I	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
3	719648.077	9813600.095I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
4	719638.336	9813586.291N	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
5	719656.751I	9813615.204 N	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
6	719653.678	9813636.199 N	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo C.	1,8
7	719647.911E	9813611.929 N	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	1,8
8	719685.747	9813509.311N	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	1,8
9	719669.903	9813524.291N	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
10	719708.846	9813448.999I	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	1,8
11	719716.772I	9813473.568I	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	4,4
12	719707.715I	9813475.402I	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	4,4
13	719696.225	9813470.669I	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	1,8
14	719692.615I	9813488.943I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
15	719700.385	9813479.391N	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	1,8
16	719693.77 E	9813496.938I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
17	719705.597I	9813505.066I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
18	719676.714I	9813492.067I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
19	719719.984I	9813435.895I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
20	719685.223	9813552.201N	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	2,5
21	719676.932	98133542.04E	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
22	719668.594	9813561.752 N	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
23	719670.387	9813563.199 N	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	1,8
24	719654.297	9813555.208I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	2,5
25	719661.218 E	9813564.856I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	2,5
26	719662.888	9813564.843I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
27	719660.011E	9813559.46 N	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
28	719668.26 E	9813561.774 N	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	2,5
29	719713.753I	9813459.47 N	W1(Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	4,4
30	719695.841I	9813608.042I	C1(Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5

Fuente: Datos Obtenidos en la salida de campo

Elaborado por: García V.

30	719695.841	9813608.042	C1 (Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
31	719736.885	9813420.417	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
32	719672.926	9813520.395	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
33	719678.874	9813536.182	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
34	719679.13	98133536.912	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
35	719668.063	9813520.643	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	4,4
36	719603.72	9813593.437	C3 (Portico H. armado con mamposteria confinada sin refuerzo)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	1,6
37	719632.494	9813599.159	C2 (Portico H. armado con muros estructurales)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,8
38	719687.219	9813512.539	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	1,8
39	719718.896	9813394.235	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
40	719636.918	9813582.311	C1 (Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	N/A	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
41	719638.376	9813604.152	C1 (Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Construido en etapa de transicion (entre 1977 y 2001)	Tipo D.	2,5
42	719624.812	9813584.27	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
43	719633.298	9813601.238	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
44	719651.306	9813589.006	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
45	719663.339	9813592.636	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
46	719726.224	9813410.463	MX (Madera- Hormigon)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	1,8
47	719690.478	9813609.53	C1 (Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad de planta	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5
48	719650.394	9813559.116	W1 (Madera)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	pre-codigo( construido antes de 1977) o autoconstruccion	Tipo D.	4,4
49	719689.233	9813599.466	C1 (Portico hormigon armado)	Baja altura (menor a 4 pisos)	Irregularidad vertical	Post codigo moderno (construido a partir del 2001)	Tipo D.	2,5

**Fuente:** Datos Obtenidos en la salida de campo

**Elaborado por:** García V.

PONDERACION OBTENIDA					GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA	
N° de casa	Altura de la edificación	Irregularidad de la edificación	Codigo de construccion	Tipo de suelo	Indice de vulnerabilidad	level de vulnerabilidad
1	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
2	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
3	0	-1,5	0	-0,6	0,4	Alta Vulnerabilidad
4	0	-1,5	0	-0,6	0,4	Alta Vulnerabilidad
5	0	-0,5	0	0	3,9	Baja Vulnerabilidad
6	0	-0,5	-1,2	-0,6	-0,5	Alta Vulnerabilidad
7	0	-1,5	0	-0,6	-0,3	Alta Vulnerabilidad
8	0	-1,5	-1,2	-0,6	-1,5	Alta Vulnerabilidad
9	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
10	0	-1,5	0	-0,6	-0,3	Alta Vulnerabilidad
11	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
12	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
13	0	-1,5	0	-0,6	-0,3	Alta Vulnerabilidad
14	0	-1,5	1,4	-0,6	1,8	Alta Vulnerabilidad
15	0	-1,5	1	-0,6	0,7	Alta Vulnerabilidad
16	0	-0,5	1,4	-0,6	2,8	Baja Vulnerabilidad
17	0	-0,5	0	-0,6	1,4	Alta Vulnerabilidad
18	0	-1,5	1,4	-0,6	1,8	Alta Vulnerabilidad
19	0	-0,5	1,4	-0,6	2,8	Baja Vulnerabilidad
20	0	-1,5	-1,2	-0,6	-0,8	Alta Vulnerabilidad
21	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
22	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
23	0	-1,5	-1,2	-0,6	-1,5	Alta Vulnerabilidad
24	0	-1,5	0	-0,6	0,4	Alta Vulnerabilidad
25	0	-1,5	-1,2	-0,6	-0,8	Alta Vulnerabilidad
26	0	-1,5	0	-0,6	0,4	Alta Vulnerabilidad
27	0	-1,5	1,4	-0,6	1,8	Alta Vulnerabilidad
28	0	-1,5	-1,2	-0,6	-0,8	Alta Vulnerabilidad
29	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
30	0	-1,5	0	-0,6	0,4	Alta Vulnerabilidad

Fuente: Datos Obtenidos en la salida de campo

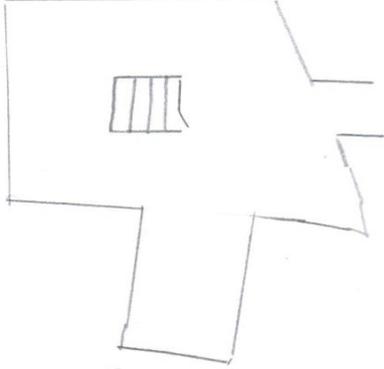
Elaborado por: García V.

31	0	-0,5	0	0	3,9	Alta Vulnerabilidad
32	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
33	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
34	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
35	0	-2,5	1	0	2,9	Baja Vulnerabilidad
36	0	-0,5	1,4	-0,6	1,9	Alta Vulnerabilidad
37	0	-0,5	2,4	-0,6	4,1	Baja Vulnerabilidad
38	0	-1,5	0	-0,6	-0,3	Alta Vulnerabilidad
39	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
40	0	N/A	1,4	-0,6	3,3	Baja Vulnerabilidad
41	0	-0,5	0	-0,6	1,4	Alta Vulnerabilidad
42	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
43	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
44	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
45	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
46	0	-1,5	-1,2	-0,6	-1,5	Alta Vulnerabilidad
47	0	-0,5	1,4	-0,6	2,8	Baja Vulnerabilidad
48	0	-2,5	0	0	1,9	Alta Vulnerabilidad
49	0	-1,5	1,4	-0,6	1,8	Alta Vulnerabilidad

**Fuente:** Datos Obtenidos en la salida de campo

**Elaborado por:** García V.

ANEXO N. 2 Fichas de observación implementadas

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
				<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>									
				Dirección: <i>Calle Veintimilla/Barrio La Merced</i>									
				Nombre de la Edificación: <i>Familia Espinoza</i>									
				Sito de referencia: <i>Barrio La Merced</i>					Fecha de evaluación: <i>24/01/2022</i>				
Tipo de uso: <i>Familiar</i>					Año de Construcción: <i>1980</i>					Año de Remodelación: <i>2000</i>			
Área construida (m <sup>2</sup> ): <i>37,06 m<sup>2</sup></i>					Número Pisos: <i>2</i>								
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del Evaluador: <i>Verónica García R.</i>													
C.I. <i>9902185849</i>													
													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón armado			C1	Pórtico acero laminado			S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales			C2	Pórtico acero laminado con diagonales			S2				
Mampostería Reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico acero doblado en frío			S3				
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado			PC	Pórtico acero con paredes mampostería			S5				
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o autoconstrucción)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir del 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>	<b>-0.50</b>												
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial			X									
2.0 > S > 2.5	Media vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad												
 Firma responsable de Evaluación													
<b>OBSERVACIONES:</b>													
<i>La vivienda presenta grietas en sus paredes.</i>													

Fuente: FEMA 154/ NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V.

### FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA

**Inspección**

Nombre Inspector Jerónica García Fecha/Lugar de inspección 24/01/2022 Chimbo 13:30 p  
 Áreas inspeccionadas  Solo exterior  Exterior e interior

**Descripción de la Edificación:**

Calle Ventomilla Coordenadas X 71.9658678E Y 98.13636.199N  
 Referencia Barrio La Merced Número de viviendas habitadas 1  
 Persona de Contacto José Espinoza Número de viviendas no habitadas .....  
 Parroquia ..... Cantón/Provincia Chimbo/Bolivar

**Tipo de ocupación:**

Familiar  X .....  
 Otro tipo de residencia .....  
 Comercial .....  
 Oficinas .....  
 Colegios .....

**Evaluación:**

Condiciones Observadas	Ninguna	Poco	Moderado
Colapso total, parcial o cimentación afectada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agrietamientos en muros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daños en el antepecho u otro elemento que pueda caer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Topografía:	Nivel de daños en:	
Planicie <input checked="" type="checkbox"/>	Vidrios <input type="checkbox"/>	Instalaciones <input type="checkbox"/>
Ladera <input type="checkbox"/>	Acabados <input type="checkbox"/>	
Rivera <input type="checkbox"/>	Fachadas <input checked="" type="checkbox"/>	

**Marcación:**

Inspeccionada  X  
 Uso restringido   
 Inseguro

**Futuras acciones:**

Recomienda evaluación detallada   
 Estructural  X  
 Geotecnia

Fuente: FEMA 154/NEC-15 aplicada 24-01-2022

Elaborado por: García V.

## ANEXO N. 3 Fotografías

### 3.1 Levantamiento de información





**Fuente:** Salida de campo

**Elaborado por:** García V.

### 3.2 Edificaciones analizadas





**Fuente:** Salida de campo

**Elaborado por:** García V.

## ANEXO N. 4 Cronograma de actividades

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Cronograma																											
					nov '21	dic '21	ene '22	feb '22	mar '22	abr '22																						
1	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	<b>104 días</b>	<b>lun 8/11/21</b>	<b>jue 31/3/22</b>	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28	4				
2	Aprobación del tema de investigación	5 días	lun 8/11/21	vie 12/11/21																												
3	Designación del tutor para el seguimiento al proyecto de investigación.	5 días	lun 15/11/21	vie 19/11/21																												
4	<b>Elaboración del proyecto de investigación</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 22/11/21</b>	<b>vie 3/12/21</b>																												
5	Búsqueda de información referente al tema	10 días	lun 22/11/21	vie 3/12/21																												
6	<b>Elaboración Cap. I</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 6/12/21</b>	<b>vie 10/12/21</b>																												
7	Revisión de avance con el tutor	5 días	lun 6/12/21	vie 10/12/21																												
8	<b>Elaboración Cap. II</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 13/12/21</b>	<b>vie 17/12/21</b>																												
9	Revisión de avance con el tutor	5 días	lun 13/12/21	vie 17/12/21																												
10	<b>Elaboración Cap. III</b>	<b>40 días</b>	<b>lun 20/12/21</b>	<b>vie 11/2/22</b>																												
11	Revisión de la metodología a implementar	5 días	lun 20/12/21	vie 24/12/21																												
12	Asesoramiento con el tutor sobre la utilización de las metodologías implementadas	5 días	lun 27/12/21	vie 31/12/21																												
13	Recorrido por el área de estudio	5 días	lun 3/1/22	vie 7/1/22																												
14	Preparación de encuestas para el levantamiento de información.	5 días	lun 10/1/22	vie 14/1/22																												
15	Salida de campo	5 días	lun 17/1/22	vie 21/1/22																												
16	Aplicación de los formularios	5 días	lun 24/1/22	vie 28/1/22																												
17	Análisis e interpretación de resultados.	5 días	lun 31/1/22	vie 4/2/22																												
18	Revisión del avance por parte del tutor	5 días	lun 7/2/22	vie 11/2/22																												



**ANEXO N. 5 Recursos**

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Resma de hojas de papel	3	13,50
Cuaderno de apuntes	1	1,50
Lápiz	1	0,50
GPS	1	100,00
Computadora	1	600
Flash memory	1	15,00
Fichas de observación	98	5,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>735,50</b>
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>COSTO</b>	
Movilidad	12,00	
Alimentación	20,00	
Gastos varios	15,00	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>47,00</b>	
<b>TOTAL, DE COSTO</b>	<b>782,50</b>	

Elaborado por: García V.