

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA
LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN
EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADAS EN EL
SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA**



**PRESENTADA POR
FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA**

**ASESORES
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

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

**LIMA – PERÚ
2022**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Ingeniería y
Arquitectura

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN
EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADAS EN EL SECTOR 25
EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LIMA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

BUSTOS ESPINOZA, FERNANDO JOSE

ASESORES

MAG. ING. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

MAG. ING. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

LIMA – PERÚ

2022

A lo largo de mi vida me he cruzado con muchas dificultades, sin embargo, he contado con el apoyo de personas muy importantes que me han motivado a continuar con mi crecimiento personal y profesional, siempre han estado cuando las necesité, y aunque hoy me faltan físicamente, su espíritu sigue a mi lado.

Por eso dedico esta tesis a mi madre, que a pesar de que ya no se encuentra conmigo, su más grande deseo era verme siendo un gran profesional; también a mi abuela, que desde pequeño siempre estuvo detrás de mí para que sacara buenas calificaciones; y a toda mi familia, porque gracias a ellos logro alcanzar mis objetivos y metas.

Agradezco a todos y cada una de las personas que me han apoyado en el transcurso de mi vida para lograr mis objetivos. Agradezco primero a Dios, que me ha guiado en mi camino de fe y perseverancia para levantarme cada vez que me caía por las dificultades de la vida. A mi abuela, madre, tíos, madrina y hermano, porque gracias a ellos tuve la oportunidad de estudiar, aprender y ser mejor cada día. A mi universidad, docentes, asesores y compañeros, porque gracias a ellos mi aprendizaje para convertirme en profesional fue grandioso y reconfortante. A mis amigos de infancia, porque a pesar de la distancia o los caminos diferentes que tomamos, siempre estuvieron ahí para darme fuerzas. A mi enamorada, por tomarse el tiempo de apoyarme siempre y ser un gran soporte en mis momentos más difíciles. A todos mis amigos porque siempre, de una u otra forma, coadyuvan con mi aprendizaje.

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-------------|
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| INTRODUCCIÓN | xvii |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | |
| 1.1. Descripción del Problema | 1 |
| 1.2. Argumentación del Problema | 4 |
| 1.3. Formulación del Problema | 5 |
| 1.4. Objetivos | 6 |
| 1.5. Impacto Potencial de la Investigación | 6 |
| 1.6. Justificación | 7 |
| 1.7. Alcance y Limitaciones | 8 |
| 1.8. Viabilidad | 9 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 11 |
| 2.1. Antecedentes de la Investigación | 11 |
| 2.2. Bases Teóricas | 16 |
| 2.3. Definición de Términos Básicos | 62 |
| 2.4. Hipótesis | 64 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA | 65 |

| | |
|---|------------|
| 3.1. Diseño Metodológico | 65 |
| 3.2. Definición Conceptual de las Variables | 66 |
| 3.3. Definición Operacional de las Variables | 66 |
| 3.4. Operacionalización de Variables | 68 |
| 3.5. Población y Muestra | 69 |
| 3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos | 72 |
| 3.7. Técnicas e Instrumentos de Procesamiento de Datos | 73 |
| 3.8. Procedimiento | 73 |
| CAPÍTULO IV. DESARROLLO | 74 |
| 4.1. Cadena de Valor | 74 |
| 4.2. Cronograma de Actividades | 75 |
| 4.3. Presupuesto | 76 |
| 4.4. Evaluación del Nivel de Vulnerabilidad | 76 |
| 4.5. Cálculo de los 11 Parámetros del Método de Benedetti-Petrini | 91 |
| 4.6. Elaboración de Mapa Temático | 97 |
| CAPÍTULO V. RESULTADOS | 99 |
| 5.1. Análisis de Objetivos | 99 |
| CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN | 161 |
| 6.1. Contrastación de Hipótesis | 161 |
| 6.2. Contrastación con los Antecedentes | 163 |
| CONCLUSIONES | 165 |
| RECOMENDACIONES | 167 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 170 |
| ANEXOS | 177 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1 Niveles de Exposición Sísmica Alta y Muy Alta para la Población y Viviendas de Lima Metropolitana | 3 |
| Tabla 2 Nivel y Rango de Vulnerabilidad | 21 |
| Tabla 3 Estrato, Descripción y Valor de las Zonas de Peligro | 31 |
| Tabla 4 Parámetro del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini | 37 |
| Tabla 5 Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Mampostería | 38 |
| Tabla 6 Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Concreto Armado | 40 |
| Tabla 7 Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Adobe | 41 |
| Tabla 8 Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Albañilería | 41 |
| Tabla 9 Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Concreto Armado | 41 |
| Tabla 10 Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Adobe | 42 |
| Tabla 11 Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Albañilería | 42 |
| Tabla 12 Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Concreto Armado | 43 |
| Tabla 13 Valores Recomendados de Esfuerzo Cortante Máximo para Mampostería. | 46 |
| Tabla 14 Valores Recomendados de Esfuerzo Cortante Máximo para Paneles de Mampostería | 47 |

| | |
|---|----|
| Tabla 15 Valores de Peso Específico del Material | 48 |
| Tabla 16 Valores de Peso por Unidad de Área del Diafragma | 48 |
| Tabla 17 Diafragma Tipo, Utilizado para el Coeficiente Ps | 49 |
| Tabla 18 Valores de Peso por Unidad de Cubierta | 49 |
| Tabla 19 Clases para el Parámetro 03 de las Viviendas de Adobe y Albañilería | 50 |
| Tabla 20 Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Adobe | 51 |
| Tabla 21 Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Albañilería | 51 |
| Tabla 22 Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Concreto Armado | 52 |
| Tabla 23 Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Adobe | 52 |
| Tabla 24 Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Albañilería | 53 |
| Tabla 25 Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Concreto Armado | 53 |
| Tabla 26 Clases para el Parámetro 06 de las Viviendas de Adobe y Albañilería | 56 |
| Tabla 27 Clases para el Parámetro 06 de las Viviendas de Concreto Armado | 57 |
| Tabla 28 Clases para el Parámetro 07 de las Viviendas de Adobe y Albañilería | 58 |
| Tabla 29 Clases para el Parámetro 07 de las Viviendas de Concreto Armado | 58 |
| Tabla 30 Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Adobe | 59 |
| Tabla 31 Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Albañilería | 59 |
| Tabla 32 Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Concreto Armado | 59 |
| Tabla 33 Clases para el Parámetro 09 de las Viviendas de Adobe y Albañilería | 59 |
| Tabla 34 Clases para el Parámetro 09 de las Viviendas de Concreto Armado | 60 |
| Tabla 35 Clases para el Parámetro 10 de las Viviendas de Adobe y Albañilería | 60 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 36 Clases para el Parámetro 10 de las Viviendas de Concreto Armado | 60 |
| Tabla 37 Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Adobe | 61 |
| Tabla 38 Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Albañilería | 61 |
| Tabla 39 Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Concreto Armado | 61 |
| Tabla 40 Operacionalización de Variables | 68 |
| Tabla 41 Coordenadas del Área a Analizar | 70 |
| Tabla 42 Representación de la Muestra Estratificada Proporcional | 72 |
| Tabla 43 Cronograma de Actividades | 75 |
| Tabla 44 Presupuesto de Proyecto de Investigación | 76 |
| Tabla 45 Áreas Resistentes de Muros en el Eje X e Y | 79 |
| Tabla 46 Clasificación del Parámetro 01 | 92 |
| Tabla 47 Clasificación del Parámetro 02 | 93 |
| Tabla 48 Clasificación del Parámetro 03 | 93 |
| Tabla 49 Clasificación del Parámetro 04 | 94 |
| Tabla 50 Clasificación del Parámetro 05 | 94 |
| Tabla 51 Clasificación del Parámetro 06 | 94 |
| Tabla 52 Clasificación del Parámetro 07 | 95 |
| Tabla 53 Clasificación del Parámetro 08 | 95 |
| Tabla 54 Clasificación del Parámetro 09 | 96 |
| Tabla 55 Clasificación del Parámetro 10 | 96 |
| Tabla 56 Clasificación del Parámetro 11 | 96 |
| Tabla 57 Cálculo del Nivel de Vulnerabilidad Sísmica | 97 |
| Tabla 58 Distribución de las Edificaciones por Tipología | 99 |
| Tabla 59 Resultados del Parámetro 01 para Edificaciones de Adobe | 101 |
| Tabla 60 Resultados del Parámetro 02 para Edificaciones de Adobe | 102 |
| Tabla 61 Resultados del Parámetro 03 para Edificaciones de Adobe | 103 |
| Tabla 62 Resultados del Parámetro 04 para Edificaciones de Adobe | 104 |
| Tabla 63 Resultados del Parámetro 05 para Edificaciones de Adobe | 106 |
| Tabla 64 Resultados del Parámetro 06 para Edificaciones de Adobe | 107 |
| Tabla 65 Resultados del Parámetro 07 para Edificaciones de Adobe | 108 |
| Tabla 66 Resultados del Parámetro 08 para Edificaciones de Adobe | 109 |

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Tabla 67 | Resultados del Parámetro 09 para Edificaciones de Adobe | 110 |
| Tabla 68 | Resultados del Parámetro 10 para Edificaciones de Adobe | 112 |
| Tabla 69 | Resultados del Parámetro 11 para Edificaciones de Adobe | 113 |
| Tabla 70 | Parámetros con Mayor Incidencia en Edificaciones de Adobe | 114 |
| Tabla 71 | Resultados del Parámetro 01 para Edificaciones de Albañilería | 115 |
| Tabla 72 | Resultados del Parámetro 02 para Edificaciones de Albañilería | 116 |
| Tabla 73 | Resultados del Parámetro 03 para Edificaciones de Albañilería | 117 |
| Tabla 74 | Resultados del Parámetro 04 para Edificaciones de Albañilería | 119 |
| Tabla 75 | Resultados del Parámetro 05 para Edificaciones de Albañilería | 120 |
| Tabla 76 | Resultados del Parámetro 06 para Edificaciones de Albañilería | 121 |
| Tabla 77 | Resultados del Parámetro 07 para Edificaciones de Albañilería | 122 |
| Tabla 78 | Resultados del Parámetro 08 para Edificaciones de Albañilería | 124 |
| Tabla 79 | Resultados del Parámetro 09 para Edificaciones de Albañilería | 125 |
| Tabla 80 | Resultados del Parámetro 10 para Edificaciones de Albañilería | 126 |
| Tabla 81 | Resultados del Parámetro 11 para Edificaciones de Albañilería | 127 |
| Tabla 82 | Parámetros con Mayor Incidencia en Edificaciones de Albañilería | 128 |
| Tabla 83 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 05 | 130 |
| Tabla 84 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 06 | 131 |
| Tabla 85 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 07 | 132 |
| Tabla 86 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 08 | 133 |
| Tabla 87 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 09 | 134 |
| Tabla 88 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 10 | 135 |
| Tabla 89 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 11 | 136 |
| Tabla 90 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 12 | 137 |
| Tabla 91 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 13 | 138 |
| Tabla 92 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 14 | 139 |
| Tabla 93 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 15 | 140 |
| Tabla 94 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 16 | 141 |
| Tabla 95 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 17 | 142 |
| Tabla 96 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 18 | 143 |
| Tabla 97 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 19 | 144 |
| Tabla 98 | Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 20 | 145 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 99 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 21 | 146 |
| Tabla 100 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 22 | 147 |
| Tabla 101 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 23 | 148 |
| Tabla 102 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 24 | 149 |
| Tabla 103 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 25 | 150 |
| Tabla 104 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 27 | 151 |
| Tabla 105 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 28 | 152 |
| Tabla 106 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 29 | 153 |
| Tabla 107 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 30 | 154 |
| Tabla 108 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 31 | 155 |
| Tabla 109 Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Baja | 156 |
| Tabla 110 Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Media | 157 |
| Tabla 111 Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Alta | 157 |
| Tabla 112 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe | 158 |
| Tabla 113 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería | 159 |
| Tabla 114 Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para el Total de Edificaciones | 160 |
| Tabla 115 Contrastación de Hipótesis | 163 |
| Tabla 116 Contrastación de Antecedentes Internacionales | 164 |
| Tabla 117 Contrastación de Antecedentes Nacionales | 164 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 Mapa Sísmico del Perú | 2 |
| Figura 2 Diagrama Ishikawa | 5 |
| Figura 3 Fases de un Sismo ante la Liberación de Energía de 2 Placas Tectónicas | 22 |
| Figura 4 Estudio de Vulnerabilidad Estructural | 23 |
| Figura 5 Elementos No Estructurales | 24 |
| Figura 6 Mapa del Perú y sus Zonas de Peligro Sísmico | 26 |
| Figura 7 Mapa de Riesgo Sísmico del Perú | 27 |
| Figura 8 Edificio Antiguo en el Distrito del Rímac | 28 |
| Figura 9 Derrumbe Vieja Casona en el Rímac | 29 |
| Figura 10 Área de Muros de Adobe para el Eje X, en Función del Área Techada | 44 |
| Figura 11 Área de Muros de Adobe para el Eje Y, en Función del Área Techada | 44 |
| Figura 12 Área de Muros de Albañilería para el Eje X, en Función del Área Techada | 45 |
| Figura 13 Área de Muros de Albañilería para el Eje Y, en Función del Área Techada | 45 |
| Figura 14 Configuración en Planta de la Estructura | 54 |
| Figura 15 Forma General de una Planta Considerada para el Cálculo del Parámetro 06 | 55 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 16 | Ampliación de las Zonas Próximas al Centroides | 55 |
| Figura 17 | Configuración en Elevación de la Estructura | 57 |
| Figura 18 | Área de Población para Analizar | 69 |
| Figura 19 | Cadena de Valor | 75 |
| Figura 20 | Edificación de Adobe con Buena Distribución de Muros (Mz. 32 Lt. 10) | 77 |
| Figura 21 | Edificación de Albañilería con Mortero de Buena Calidad (Mz. 25 Lt. 2) | 78 |
| Figura 22 | Edificación de Adobe Ubicada en Jr. Pataz (Mz. 31 Lt. 36) | 78 |
| Figura 23 | Edificación de Albañilería sin Presencia de Sales y Filtraciones (Mz. 41 Lt. 8) | 83 |
| Figura 24 | Edificación de Adobe Ubicada en Jr. Pataz (Mz. 24 Lt. 19) | 84 |
| Figura 25 | Vivienda de Albañilería Ubicada en Calle Julián Pineiro (Mz. 40 Lt. 7) | 84 |
| Figura 26 | Edificación de Adobe sin Discontinuidades en el Sistema Resistente (Mz. 30 Lt. 9) | 87 |
| Figura 27 | Edificación de Albañilería Ubicada en Jr. Cajamarca (Mz. 23 Lt. 6) | 88 |
| Figura 28 | Edificación de Adobe con Cubierta en Buenas Condiciones (Mz. 39 Lt. 1) | 89 |
| Figura 29 | Edificación de Albañilería con Parapeto en Buena Condición (Mz. 26 Lt. 6) | 90 |
| Figura 30 | Edificación de Adobe con Deterioro en sus Componentes (Mz. 22 Lt. 3) | 91 |
| Figura 31 | Vivienda de Albañilería de Dos Niveles Ubicada en Jr. Marañón (Mz. 29 Lt. 15) | 92 |
| Figura 32 | Sector de Estudio en el Software ArcGIS. | 98 |
| Figura 33 | Distribución de las Edificaciones por Tipología | 100 |
| Figura 34 | Clases del Parámetro 01 para Edificaciones de Adobe | 101 |
| Figura 35 | Clases del Parámetro 02 para Edificaciones de Adobe | 102 |
| Figura 36 | Clases del Parámetro 03 para Edificaciones de Adobe | 103 |
| Figura 37 | Clases del Parámetro 04 para Edificaciones de Adobe | 105 |
| Figura 38 | Clases del Parámetro 05 para Edificaciones de Adobe | 106 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| Figura 39 | Clases del Parámetro 06 para Edificaciones de Adobe | 107 |
| Figura 40 | Clases del Parámetro 07 para Edificaciones de Adobe | 108 |
| Figura 41 | Clases del Parámetro 08 para Edificaciones de Adobe | 110 |
| Figura 42 | Clases del Parámetro 09 para Edificaciones de Adobe | 111 |
| Figura 43 | Clases del Parámetro 10 para Edificaciones de Adobe | 112 |
| Figura 44 | Clases del Parámetro 11 para Edificaciones de Adobe | 113 |
| Figura 45 | Porcentaje de Clase “D” en los Parámetros más Incidentes en Edificaciones de Adobe | 114 |
| Figura 46 | Clases del Parámetro 01 para Edificaciones de Albañilería | 116 |
| Figura 47 | Clases del Parámetro 02 para Edificaciones de Albañilería | 117 |
| Figura 48 | Clases del Parámetro 03 para Edificaciones de Albañilería | 118 |
| Figura 49 | Clases del Parámetro 04 para Edificaciones de Albañilería | 119 |
| Figura 50 | Clases del Parámetro 05 para Edificaciones de Albañilería | 120 |
| Figura 51 | Clases del Parámetro 06 para Edificaciones de Albañilería | 121 |
| Figura 52 | Clases del Parámetro 07 para Edificaciones de Albañilería | 123 |
| Figura 53 | Clases del Parámetro 08 para Edificaciones de Albañilería | 124 |
| Figura 54 | Clases del Parámetro 09 para Edificaciones de Albañilería | 125 |
| Figura 55 | Clases del Parámetro 10 para Edificaciones de Albañilería | 126 |
| Figura 56 | Clases del Parámetro 11 para Edificaciones de Albañilería | 127 |
| Figura 57 | Porcentaje de Clase “D” en los Parámetros más Incidentes en Edificaciones de Albañilería | 128 |
| Figura 58 | Distribución de las Edificaciones por Tipología en el Sector 25129 | |
| Figura 59 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 05 | 131 |
| Figura 60 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 06 | 132 |
| Figura 61 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 07 | 133 |
| Figura 62 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 08 | 134 |
| Figura 63 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 09 | 135 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 64 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 10 | | 136 |
| Figura 65 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 11 | | 137 |
| Figura 66 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 12 | | 138 |
| Figura 67 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 13 | | 139 |
| Figura 68 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 14 | | 140 |
| Figura 69 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 15 | | 141 |
| Figura 70 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 16 | | 142 |
| Figura 71 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 17 | | 143 |
| Figura 72 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 18 | | 144 |
| Figura 73 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 19 | | 145 |
| Figura 74 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 20 | | 146 |
| Figura 75 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 21 | | 147 |
| Figura 76 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 22 | | 148 |
| Figura 77 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 23 | | 149 |
| Figura 78 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 24 | | 150 |
| Figura 79 | Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 25 | | 151 |

| | |
|---|-----|
| Figura 80 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 27 | 152 |
| Figura 81 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 28 | 153 |
| Figura 82 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 29 | 154 |
| Figura 83 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 30 | 155 |
| Figura 84 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana | |
| 31 | 156 |
| Figura 85 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe | |
| | 158 |
| Figura 86 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería | |
| | 159 |
| Figura 87 Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para el Total de las Edificaciones | |
| | 160 |

RESUMEN

Predecir sismos y evitar la pérdida de vidas e infraestructura es casi imposible; no obstante, es necesario conocer la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones para saber su nivel de peligrosidad. En ese sentido, el objetivo de esta tesis es elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac, que está formado por edificaciones antiguas consideradas patrimonio cultural del distrito. La metodología empleada tuvo un enfoque mixto, de nivel descriptivo y diseño no experimental. Se realizó una investigación de campo en base al Método de Benedetti-Petrini, por lo tanto, se utilizaron fichas de evaluación para las edificaciones de Adobe, Albañilería y Concreto Armado. Asimismo, con la ayuda del Sistema de Información Geográfica, se proporcionaron mapas temáticos que permitieron visualizar los niveles de vulnerabilidad de la zona.

Como resultado, se identificó que el 56,82% de los inmuebles en el sector 25 tienen una vulnerabilidad media; por lo tanto, colapsarían ante un evento sísmico de magnitud 6.5 grados a más en la escala de Richter, por ello se debe advertir de esta situación a las autoridades y a la ciudadanía en general para que se tomen las acciones pertinentes y se intervengan las edificaciones en el sector 25, ya sea para su conservación o remodelación, aunque estas constituyan parte del patrimonio cultural del distrito del Rímac, en la medida que un evento telúrico de la magnitud mencionada podría costarle la vida a los que hoy habitan esos inmuebles.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, Método de Benedetti-Petrini, edificaciones antiguas, patrimonio cultural.

ABSTRACT

Predicting an earthquake and avoiding the loss of life and infrastructure is almost impossible; however, it is necessary to know the seismic vulnerability of the buildings to know their level of danger. In this sense, the objective of this thesis is to elaborate the first order evaluation by the Benedetti-Petrini method to determine the level of seismic vulnerability in sector 25 of the Rímac district, which is made up of old buildings considered cultural heritage of the district. . The methodology used had a mixed approach, descriptive level and non-experimental design. A field investigation was carried out based on the Benedetti-Petrini Method, therefore, evaluation sheets were used for Adobe, Masonry and Reinforced Concrete buildings. Likewise, with the help of the Geographic Information System, thematic maps will be provided that allow visualizing the vulnerability levels of the area.

As a result, it was identified that 56.82% of the properties in sector 25 have a medium vulnerability; therefore, they would collapse in the event of a seismic event of magnitude 6.5 degrees or more on the Richter scale, for this reason the authorities and the general public must be warned of this situation so that the pertinent actions are taken and the buildings are intervened in sector 25, either for its conservation or remodeling, although these constitute part of the cultural heritage of the Rimac district, to the extent that a telluric event of the aforementioned magnitude could cost the lives of those who today inhabit those buildings.

Keywords: seismic vulnerability, Benedetti-Petrini Method, old buildings, cultural heritage

NOMBRE DEL TRABAJO

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFIC

AUTOR

FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA

RECUENTO DE PALABRAS

28698 Words

RECUENTO DE CARACTERES

148427 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

179 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.4MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 27, 2023 8:17 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 27, 2023 8:19 AM GMT-5**● 19% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



INTRODUCCIÓN

Como antecedentes de este proyecto se investigaron los lugares más afectados a nivel mundial por el cinturón de fuego y las 14 placas tectónicas principales que señalan a los países más comprometidos ante un posible sismo. En el Perú se tuvo en cuenta el registro del último sismo de gran magnitud que se produjo en el 2007 en el departamento de Ica y que le arrebató la vida a 597 personas y dejó cuantiosas pérdidas económicas.

Esta tesis busca determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones antiguas y patrimonios culturales más comprometidas ante un posible sismo, ya que el Perú es un país altamente sísmico, debido a las dos placas tectónicas más importantes (Placa de Nazca y la Placa Sudamericana), es por ello que en esta tesis se plantea estudiar un sector del Distrito del Rímac con el fin de concientizar a los habitantes de la zona y al estado a realizar una remodelación o conservación de estas edificaciones.

La problemática de este proyecto plantea que en el Perú existe muchas edificaciones que son consideradas patrimonios culturales, edificaciones antiguas por haber terminado su periodo de uso o que son construidas en base a la informalidad y que estas son las más vulnerables ante un posible sismo que se presente en la zona, ya que por más resistentes que estas sean al pasar de los años no existe un interés en estudiar o revisar la resistencia de estas edificaciones y realizar una prevención de sismos; por lo tanto, se justifica realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica en las zonas más

comprometidas del país para otorgar mejor calidad de vida a personas que habitan en estas edificaciones y a conservar los patrimonios culturales por parte del estado para no perder esta riqueza que tiene nuestro país.

Asimismo, es oportuno mencionar que el objetivo general de este proyecto consiste en evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del Distrito del Rímac. Mientras que entre los objetivos específicos se encuentran el elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en: 1) las edificaciones de adobe, ya que al ser edificaciones consideradas patrimonio cultural se debe velar por la conservación y remodelación de las edificaciones en el sector 25 del Distrito del Rímac; 2) las edificaciones de albañilería debido al alto índice de autoconstrucción que se tiene en el Perú pone en riesgo a todas las personas que habitan y transitan el sector 25 del Distrito del Rímac; y 3) las edificaciones de concreto armado buscando encontrar que si hubiera alguna edificación de esta tipología cumpla con la norma del reglamento nacional de edificaciones para establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del Distrito del Rímac.

Dentro del desarrollo de la investigación se tuvo que dar uso a la ficha de evaluación de los 11 parámetros de Benedetti-Petrini, observando las edificaciones del sector 25 del Distrito del Rímac a través de la observación y estadística para tener un mayor alcance de la vulnerabilidad sísmica de la zona y así determinar qué tan vulnerable son las edificaciones informales, antiguas y patrimoniales.

Es importante evaluar las edificaciones de la ciudad de Lima según los expertos, puesto que el Perú es propenso a sufrir de un sismo de alto grado por la acumulación de energía entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca que provocaría uno de los mayores desastres naturales que el país pueda registrar.

Por otro lado, este proyecto tuvo como limitaciones las siguientes: Debido a la Pandemia (COVID-19), el acceso se dificultó en las viviendas de investigación ya que por medidas de distanciamiento y el miedo a que las familias contraigan el virus, muchas de estas viviendas de estudio no fueron accesibles; otro factor limitante fue la seguridad proporcionada en dicha zona, ya que es una de las principales zonas con alto grado de delincuencia en el Distrito, lo cual ponía en juego la seguridad de las familias y la propia seguridad del equipo que ayudo con la investigación; por otro lado, ya que el método a usarse es visual y no requiere un estudio más profundo de la estructura se priorizo las edificaciones de categoría "C" y no las edificaciones de categoría "A" y "B" según indica el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Un alcance acerca de esta investigación está en el hecho que este estudio busca ofrecer una idea de la realidad que vive la población de esta zona con el fin de prevenir desgracias ante el eminente sismo que se espera en la ciudad de Lima.

Esta investigación está estructurada por capítulos. El Capítulo I muestra el planteamiento del problema y los objetivos de la tesis, además de dar a conocer su justificación, alcances, limitaciones y viabilidad. El Capítulo II presenta el marco teórico, es decir, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la definición de términos básicos y las hipótesis. El Capítulo III expone la metodología indicando el diseño metodológico, conceptualización y operacionalización de variables, la población y muestra. En el Capítulo IV se muestra el desarrollo de la investigación y se menciona el lugar del estudio y la aplicación de la metodología con ejemplos reales en la zona en estudio. En el Capítulo V se entregan los resultados. En el Capítulo VI se realiza las discusiones de resultados y se demuestra la veracidad de las hipótesis. Finalmente, se entregan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El 14 de agosto del 2021, un movimiento sísmico de 7.2 grados en escala Richter, removió el Oeste de la ciudad capital Puerto Príncipe – Haití. Ocasionado como resultado por una falla oblicua – Inversa en la zona de falla de Enriquillo – Plantain Garden, teniendo como consecuencia 2246 muertos, 12763 heridos y 329 desaparecidos; así mismo, dejando un alto porcentaje de daños estructurales en las ciudades de Jérémie y Les Cayes.

El 21 de agosto del 2018, en Yaguaraparo – Venezuela, ocurrió un terremoto de magnitud 7.3 grados en escala Richter. Originado por una falla de tipo normal, catalogado como interplaca. Si bien no hubo pérdidas humanas, el sismo de gran magnitud dejó daños estructurales considerables, dejando edificios colapsados en diversas ciudades del país. Así mismo, el edificio del centro financiero conocido como la Torre de David en Caracas quedó inclinado e inhabilitado.

En el Perú, el 28 de noviembre del 2021, ocurrió un fuerte movimiento sísmico de magnitud 7.5 grados en escala Richter. Teniendo como epicentro al este de Santa María de Nieva, Condorcanqui – Amazonas, dejando estragos de 12 heridos, 117 viviendas colapsadas y más

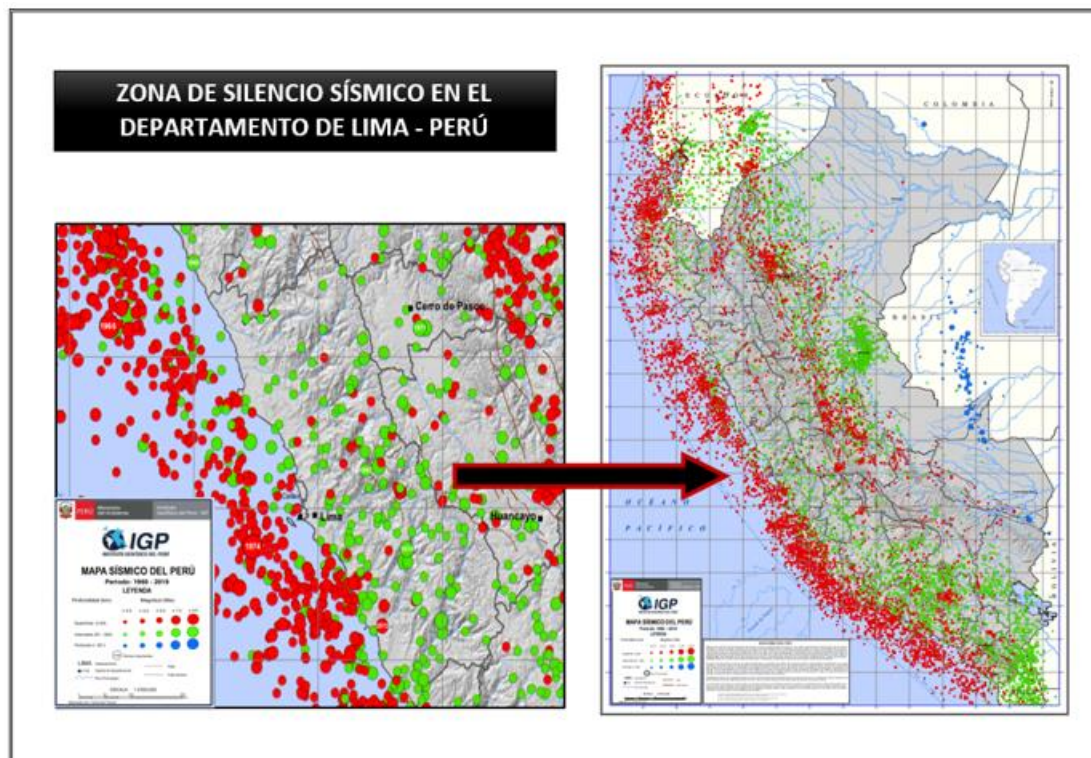
2412 personas damnificadas; de igual forma, diversos tramos de la carretera Fernando Belaunde Terry quedaron deteriorados.

Así mismo, es importante hacer mención, sobre el terremoto acontecido el 15 de agosto del 2007, en el departamento de Ica, con un sismo de 7.9 grados en escala Richter. Dejando 597 muertos, 2291 heridos, 431000 personas afectadas y 76000 viviendas destruidas e inhabitables.

En cuanto, a la Ciudad de Lima – Capital del Perú, no se ha registrado por más de 200 años un evento sísmico de gran magnitud, por lo cual se espera según las declaraciones dadas por el presidente del Instituto Geofísico del Perú (IGP), Hernan Tavera, que en cualquier momento la costa central del Perú reciba un sismo de magnitud 8.5 grados en Escala de Richter.

Figura 1

Mapa Sísmico del Perú



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2019

Ante estos antecedentes sísmicos, es importante mencionar frente a la perspectiva social, el efecto que produce los terremotos; ya que, generan pérdidas humanas, aumento de la pobreza y población damnificada; siendo esto el resultado del colapso.

Por tal motivo, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), realizó un análisis de zonas de exposición alta y muy alta, basándose en el mapa de Microzonificación Sísmica para Lima, resaltando los distritos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 1

Niveles de Exposición Sísmica Alta y Muy Alta para la Población y Viviendas de Lima Metropolitana

| DISTRITO | EXPOSICIÓN ALTA Y MUY ALTA | | POBLACIÓN RELATIVA (%) | DENSIDAD POB. (Hab/Km ²) | PORCENTAJE HACINAMIENTO |
|------------------------|----------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | POBLACIÓN | VIVIENDAS | | | |
| Rímac | 33563 | 8231 | 21 | 12949 | 42 |
| San Juan de Miraflores | 14556 | 3258 | 5 | 12966 | 26 |
| Magdalena del Mar | 3793 | 1147 | 8 | 14816 | 42 |
| San Miguel | 1510 | 455 | 1 | 12828 | 32 |
| Barranco | 1032 | 362 | 3 | 10953 | 48 |
| Punta Hermosa | 667 | 210 | 14 | 40 | 24 |
| Miraflores | 71 | 35 | 0 | 6252 | 30 |
| San Isidro | 30 | 16 | 0 | 3140 | 24 |
| Total | 55222 | 13714 | | | |

Fuente: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2017

En donde se determinó, que el distrito de Rímac cuenta con un alto índice de población y viviendas en exposición alta y muy alta de vulnerabilidad sísmica en Lima.

A su vez, según Angulo (2017) quien entrevistado al entonces presidente de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), Enrique Espinoza, estimó que existe un porcentaje mayor al 50% de viviendas vulnerables, esto se debe a la mala gestión de la municipalidad al no prevenir que estas sean construidas; así mismo, Guzmán Castillo (2017) aseguró que

uno de los distritos más vulnerables ante un sismo es el Rímac, debido a su gran cantidad de casonas antiguas construidas con adobe y madera, por lo cual, se encuentran propensos a sufrir tragedias ante un movimiento telúrico de alto grado.

En consecuencia, la presente investigación determinará la vulnerabilidad sísmica de edificaciones antiguas en el sector 25 del distrito del Rímac, tomando registro mediante fichas de reporte y encuestas, para realizar una comparativa con la Norma E.030 del RNE. Por lo cual, se optará aplicar la metodología del índice de vulnerabilidad de los italianos Benedetti y Petrini, ya que se adapta mejor al obtener resultados a partir de visitas in situ y análisis de los 11 parámetros estructurales con mayor incidencia en las edificaciones expuestas a un sismo, en el presente distrito urbano.

1.2. Argumentación del Problema

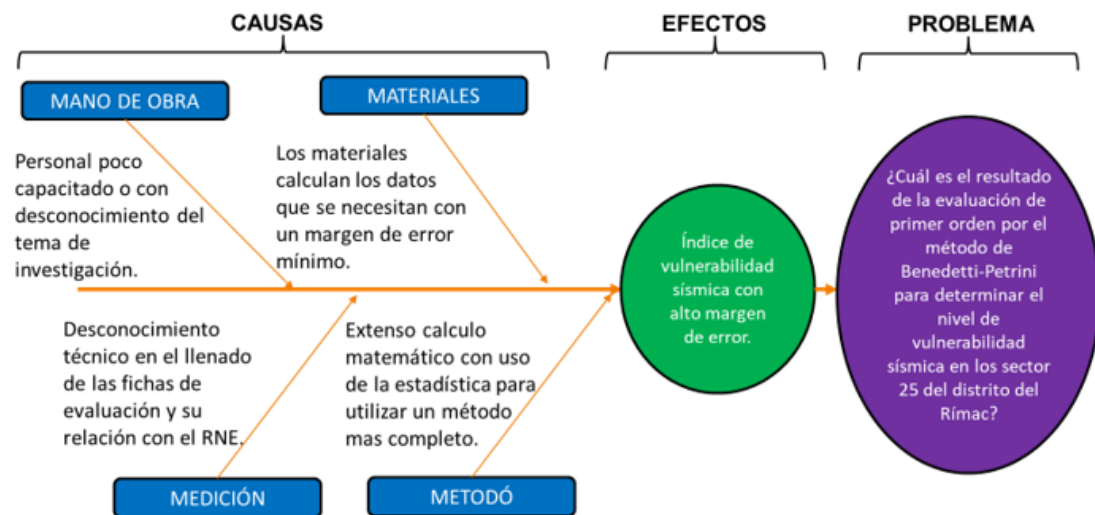
Según la validación externa realizada a expertos, mencionan que desarrollar estudios de vulnerabilidad sísmica en el país es una práctica muy importante que se debe implementar para analizar el comportamiento estructural de las diferentes tipologías de edificaciones, identificar la vulnerabilidad sísmica implementando mapas temáticos y proponer soluciones para mejorar estos niveles de vulnerabilidad y así contrarrestar las posibles tragedias que ocurrirán en la capital del país.

Desde el punto de vista económico, los movimientos sísmicos, provocan destrucción de edificaciones de viviendas y obras esenciales; así mismo, la necesidad de reconstruir o repararlas, generando un atraso en función de la economía. Es importante mencionar que si un negocio, fabrica o industria es destruida, va a incrementar el desempleo; por ende, en busca de disminuir pérdidas suscitadas por movimientos telúricos, es fundamental la importancia de determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

Por lo tanto, al no tener alcance a equipos tecnológicos para la detección de movimientos sísmicos, mano de obra capacitada para tomar datos de vulnerabilidad, poca aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones y desconocimiento de métodos capaces de ayudar con el cálculo de vulnerabilidad sísmica, trae como efecto estudios poco efectivos y con alto margen de error para solucionar los problemas ya mencionados, manteniendo el desconocimiento de la vulnerabilidad, riesgo y comportamiento sísmico de las edificaciones.

Figura 2

Diagrama Ishikawa



Elaborado por: el autor

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac?
- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac?
- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac.
- Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac.
- Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac.

1.5. Impacto Potencial de la Investigación

1.5.1. Impacto Teórico

La presente investigación aportará con información de vulnerabilidad sísmica mostrada a través de mapas temáticos

para la identificación de las viviendas más vulnerables y mostrará los parámetros más influyentes para determinar soluciones más eficientes.

Además, el presente estudio de investigación será de utilidad para los siguientes estudiantes que deseen realizar un trabajo de campo determinando dimensiones y propiedades de los elementos sobre las zonas de alta vulnerabilidad. Por otro lado, otros investigadores pueden tomar un análisis matemático para determinar el reforzamiento a las edificaciones.

Para lograr los objetivos se dirigen con enfoques a nivel internacional y nacional sobre la aplicación del Método de Benedetti-Petrini y sus 11 parámetros.

1.5.2. Impacto Práctico

La presente investigación pretende dar inicios a desarrollar proyectos de prevención y mitigación, de tal manera que las autoridades puedan desarrollar sus políticas y beneficiar a los habitantes del Distrito del Rímac como a las personas que la transitan, promoviendo desde otro punto de vista el turismo al conservar las edificaciones y utilizarlas como atracciones turísticas.

1.6. Justificación

La presente investigación abarca una problemática social por eso busca realizar una evaluación mediante el método de Benedetti-Petrini y así determinar la vulnerabilidad sísmica del sector 25 del distrito del Rímac.

Lamentablemente, en el país existen muchas edificaciones consideradas patrimonio cultural, las cuales han sido abandonadas por la ausencia del gobierno, debido a que no se le toma la importancia correspondiente para su mantenimiento y recuperación, pero del mismo modo, se conoce que existen edificaciones antiguas actualmente

habitadas en estado de deterioro, siendo así una problemática ante la presencia de un sismo. El distrito del Rímac es de las zonas con mayor falta de interés por el patrimonio de estas edificaciones y el bienestar de las personas quienes habitan estas viviendas en deterioro.

Por ende, con el fin de analizar la resistencia y nivel de vulnerabilidad frente a un sismo de estas edificaciones, se considera importante realizar este estudio y apoyar el proyecto para mejorar la calidad de vida; así mismo, el mantenimiento de estas edificaciones consideradas patrimonio cultural y así evitar una futura tragedia, beneficiando no solo a los residentes de dichas viviendas en el sector de estudio sino al distrito en general.

Además, se busca aportar en la mejora y concientización de esta práctica, ya que el estudio podría mejorar la calidad de vida en los diferentes distritos del país, estando alerta a los futuros sismos y como recibir los menores efectos negativos ante estos sucesos.

Finalmente, el aporte hacia la ingeniería será conocer las zonas con alta vulnerabilidad del distrito y así se logren mayores investigaciones analíticas, cualitativas, de segundo orden donde trabajen con elementos multiparamétricos y así las autoridades pertinentes tomen en consideración los estudios realizados, otorgándoles una base de datos, estadísticas y un mapa temático que permitan visualizar la vulnerabilidad sísmica con la que convivimos.

1.7. Alcance y Limitaciones

1.7.1. Alcance

La presente investigación elaborará una evaluación por el método de Benedetti-Petrini para determinar vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de mampostería y concreto armado del sector 25 del distrito del Rímac comparándolas con diseños similares de construcción

de la misma zona para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del sector de este distrito. Es por eso, que el presente estudio busca ofrecer una idea de la realidad que vive la población de esta zona, con el fin de prevenir desgracias ante un eminente sismo que pueda acontecer en la ciudad de Lima.

Además, esta investigación otorgara datos de vulnerabilidad, con la ayuda de diversos métodos siendo el principal en ellos el método de Benedetti-Petrini ante la posible limitante de información que pueda ofrecer el lugar.

Finalmente, se presentará un estudio con base de datos en el que el estado y los pobladores puedan buscar soluciones a aplicarse en las zonas más afectadas y así evitar futuras tragedias que queden marcadas en la historia.

1.7.2. Limitaciones

En la presente investigación se muestran diversas limitaciones, las cuales no afectaran la viabilidad del tema de investigación, por lo que encontramos:

- Por un lado, debido a la Pandemia (COVID-19) actualmente vivida, se encuentra difícil el acceso a las viviendas en investigación, ya que por medidas de distanciamiento se busca no tener contacto con las personas.
- Adicionalmente, otro factor limitante es la seguridad; por lo que, es una de las principales zonas con alto grado de delincuencia en el distrito.
- Finalmente, ya que el método a usarse es visual y no requiere un estudio más profundo de la estructura, solo se tomará en cuenta los estudios de las edificaciones de categoría “C” y no las edificaciones de categoría “A” y “B” según indica el RNE en la norma E.030.

1.8. Viabilidad

En esta investigación se puede señalar los siguientes tipos de viabilidad:

1.8.1. Viabilidad Técnica

- Se cuenta con recursos técnicos como el artículo de Samaniego & Rios (s.f.) que mencionan acerca de la vulnerabilidad sísmica dentro del Distrito del Rímac que puede ayudar con la recaudación de datos de algunas edificaciones de la zona.
- Se cuenta con recursos técnicos como la tesis de Carhuallanqui Flores & Medina Fernández (2019) que utiliza los 11 parámetros del índice de vulnerabilidad para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.
- Además, se cuenta con disponibilidad de tiempo para recaudar información tanto en ámbito de conocimiento como de práctica refiriéndose a recurrir al lugar en caso de ser necesario.

1.8.2. Viabilidad Social

- Se puede mencionar que este estudio beneficia a la población residente de la zona y al distrito en general, por ende, se cuenta con el apoyo de la sociedad y el acceso a la información requerida.

Para terminar, se puede considerar el proyecto viable, ya que reiterando lo antes mencionado se hallan investigaciones, se aporta esfuerzo y disponibilidad para tener un análisis detallado encontrando alternativas de soluciones para el bien de la sociedad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

A nivel mundial se encuentran muchas investigaciones acerca de la vulnerabilidad sísmica, entre las que destacan las siguientes:

En Italia, Fumo et al. (2018) exhibieron un estudio de Recuperación Energética y Sísmica de Caseríos Ancestrales en la Baia e Latina que desarrolló intervenciones de rehabilitación planificadas para así mejorar las condiciones de uso de los espacios urbanos, la promoción de la cultura y la implementación de la economía local. En esta investigación se estudiaron más de 150 edificaciones de la aldea de Baia e Latina, del Distrito de Caserta, usando una muestra de 53 edificaciones y aplicando el Método de Benedetti-Petrini. El resultado de lo antes mencionado mostró que existe una vulnerabilidad alta frente a las acciones sísmicas que se han tomado en el espacio urbano investigado, por lo que se concluyó que se debe tomar acciones de modernización eficaces por parte del departamento de protección cívica, como también a las autoridades administrativas locales para realizar la planificación y gestión de emergencia en el área municipal.

En Colombia, Nisperuza López (2019) presentó un Análisis Cualitativo y Comparativo del Método de Benedetti-Petrini y la NRS 2010 que tomó como muestra 5 edificaciones de uno y dos niveles en el Barrio Bijao, Municipio del Bagre en Antioquia y tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de dichas viviendas por el Método de Benedetti-Petrini y la Norma de Construcción Sismo Resistente (NRS 2010). El resultado de esta investigación mostró el estado de vulnerabilidad de las viviendas del Barrio Bijao indicando por el Método de Benedetti-Petrini que el 72.6% de las viviendas son altamente vulnerables y por otro lado la Norma de Construcción Sismo Resistente (NRS 2010) indicó que el 73.8% de las viviendas son altamente vulnerables por lo que se concluyó que las viviendas de estudio tienen una vulnerabilidad alta y que el Método de Benedetti-Petrini se puede aplicar en cualquier parte del mundo.

En Italia, Boschi et al. (2019) mostró una Propuesta de Procedimiento Acelerado para estimar la Vulnerabilidad Sísmica de las Estructuras de Mampostería y tuvo como objetivo actualizar los resultados de 32 viviendas de mampostería obtenidas en investigaciones previas en relación al nuevo marco regulatorio Italiano (NTC 2018), además indicar las principales diferencias en la definición y aplicación del análisis estático no lineal según el NTC 2018 el cual busca dirigir a las edificaciones de albañilería con la ayuda del Método de Benedetti-Petrini. El resultado de dicha investigación determinó que la vulnerabilidad de la zona es 80% vulnerabilidad baja y media como también existe una correlación entre los resultados del Método de Benedetti-Petrini y los modelos analíticos en especial en los relacionados con el comportamiento de la estructura, debido que son moldeados en relación de los análisis no lineales, por lo que concluyó que el modelo fue útil para realizar análisis de vulnerabilidad sísmica en grandes muestras de edificaciones de mampostería.

Adicionalmente en Colombia, Barreto Santamaria (2020) presentó una evaluación a la Tipología Estructural en los Barrios Los Héroes, Santa Lucia y la Urbanización la Esperanza de la Ciudad

de Tunja que procuró identificar la tipología estructural de 648 edificaciones con la ayuda de encuestas e inspección visual del Método de Benedetti-Petrini y la Norma Sismo Resistente (NRS 2010), y además diseñar una base de datos de información geográfica (GIS), para generar un diagnóstico de las zonas seleccionadas. El resultado de esta investigación demostró que el 63% del Barrio Santa Lucia tuvo un índice de vulnerabilidad medio, el 53% de viviendas del Barrio Los Héroes se encontró un índice de vulnerabilidad bajo y finalmente, el 100% de la Urbanización la Esperanza se encontró un índice de vulnerabilidad bajo, concluyéndose que, en caso ocurra un sismo, algunas edificaciones de estos barrios pueden colapsar debido a falta de asesoría técnica y confinamiento, por otra parte también se podría presentar el caso de que se mantengan en pie pero con daños moderados o leves causados por falencias de procesos constructivos.

Por último, en España, Cárdenas Haro (2021) presentó una caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe que procura determinar el comportamiento estructural y mecánico del adobe, el sistema constructivo de la edificaciones y establecer un sistema metodológico para conocer la vulnerabilidad estructural de las edificaciones; para este estudio se construyó una base de datos de 2670 ensayos de cinco países como Colombia, Ecuador, Perú, entre otros; y con los resultados se aplicó un enfoque empírico usando el método de Benedetti y Petrini para calcular la vulnerabilidad sísmica. El resultado del enfoque empírico gracias al método de Benedetti y Petrini reveló que un sismo con aceleración en roca de $Z = 0,05$ g, tiene un 69% de edificaciones con vulnerabilidad media y un 29% con vulnerabilidad alta, además un sismo con aceleración en roca de $Z = 0,25$ g, tiene un 16% de edificaciones con vulnerabilidad media y un 84% con vulnerabilidad alta. Finalmente, la investigación concluyó que los mecanismos de las edificaciones estudiadas son en su mayoría propensos al colapso ante intensidades altas de un sismo poniendo en peligro a la población que habita en estas viviendas de adobe.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

A nivel nacional también se cuentan con investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica entre ellas Tucto Asencio (2018) presentó una Evaluación del Riesgo Sísmico utilizando el Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini que tuvo como población 137 viviendas de adobe en el Distrito de Llacanora - Cajamarca para determinar el nivel de riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la zona. Los resultados de esta investigación mostraron que las edificaciones de adobe presentan un Índice de Vulnerabilidad de Nivel Alto con un resultado del 60.7% debido a la calidad estructural del adobe es mala en el lugar de investigación, adicionalmente el peso atrae una fuerza sísmica considerable comportándose en movimientos horizontales de manera frágil, por lo que se concluyó que la totalidad de estas edificaciones de tipología de adobe presentó nivel de peligro sísmico alto.

En Lambayeque, Rodriguez Pintado & Zulueta Pérez (2019) evaluó un estudio de vulnerabilidad sísmica de 1983 viviendas distribuidas en la ciudad de Jayanca tomando datos con salidas a campo sobre dichas estructuras pertenecientes a líneas viales de las Instituciones Educativas más cercanas y el Mercado Municipal para que estas sirvan como refugios ante un evento sísmico, para ello se utilizó el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini para evaluar viviendas con los 11 parámetros de este método y bajo los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones se evaluaron los posibles refugios realizando un estudio de Esclerometría para determinar la resistencia del concreto. Los resultados obtenidos fueron vulnerabilidades medias y altas, ya que las viviendas construidas en base a adobe por su antigüedad son altamente vulnerables y las viviendas de albañilería por la autoconstrucción sin asesoramiento técnico y cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones se encontró en vulnerabilidad media concluyéndose, dentro de la ciudad de Jayanca se cuenta con un gran porcentaje de estructuras vulnerables ya sea por su diseño estructural, arquitectónico o falta de asesoría técnica.

También, Carhuallanqui Flores & Medina Fernández (2019) exhibieron un estudio de vulnerabilidad sísmica en 1829 edificaciones de la ciudad de Tumán - Lambayeque que buscó conocer el estado de las viviendas tomando muestras, además de conocer conceptos generales de las características del suelo apoyándose con el método índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. El resultado de esta investigación determinó que las edificaciones de adobe contaron con un 71.26% de vulnerabilidad alta, las edificaciones de albañilería contaron con un 55.31% de vulnerabilidad media y edificaciones de concreto armado contaron con un 83.33% de vulnerabilidad baja concluyendo que la zona de estudio contó con una vulnerabilidad alta y media alertando a las autoridades que las edificaciones son muy importantes cuando se habla de riesgo sísmico ya que muchas de las personas pueden ser gravemente afectadas.

Malhaber Montenegro (2020) realizó una Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en el Distrito de Chongoyape evaluando la vulnerabilidad sísmica de 600 viviendas de adobe y albañilería utilizando los métodos observacionales de INDECI y el Método de Benedetti-Petrini. El resultado de la investigación determinó datos similares en las viviendas de tipología de Adobe. Además, el resultado global determinó que el método observacional de INDECI registró el 81.16% de viviendas de adobe con una vulnerabilidad alta y muy alta, y el Método de Benedetti-Petrini demostró el 64% de las viviendas de adobe tiene una vulnerabilidad alta, concluyendo que la zona es altamente vulnerable y debe tener una planificación rápida para solucionar esos problemas estructurales.

La investigación de Guerrero Yrene (2020) consistió en la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica aplicando el Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini en el Pueblo Joven San Martín de Porres en Lambayeque en una muestra de 2994 viviendas, teniendo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti-Petrini. Dando como resultado el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones del Pueblo Joven San Martín de Porres del Distrito de

Lambayeque tiene edificaciones con vulnerabilidad media y alta en su mayoría, concluyendo que el Método de Benedetti-Petrini es de las mejores metodologías que se emplean para estudiar gran cantidad de viviendas como el caso del presente estudio.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Conceptos Generales

2.2.1.1. Adobe

En la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en el artículo 3, señala que el adobe se define como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede tener una composición de paja u otro material que logre mejorar su estabilidad ante agentes externos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

2.2.1.2. Albañilería o Mampostería

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) define; en la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones; la albañilería como un material estructural compuesto por unidades asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, las cuales en aquel caso son integradas con la ayuda del concreto líquido, además está dividido en 4 tipos los cuales son: Albañilería Armada, Albañilería Confinada, Albañilería no Reforzada y la Albañilería Reforzada o Estructural.

2.2.1.2.1. Albañilería Armada

En la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones en el artículo 3, define que la albañilería armada es aquella que esta reforzada interiormente por varillas de acero distribuidas tanto horizontal como verticalmente y está compuesta por concreto líquido, con el fin de que de que los diferentes componentes operen conjuntamente y

así resistir los esfuerzos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.1.2.2. Albañilería Confinada

Por otro lado, la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones define a la albañilería confinada como aquella que esta reforzada por elementos de concreto armado en todo su perímetro y que este vaciado subsiguientemente a la construcción de albañilería, además la cimentación de concreto de los muros del primer piso se considerara como confinamiento horizontal (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.1.2.3. Albañilería No Reforzada

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) define como albañilería no reforzada a la albañilería simple que no cuenta con refuerzos, o que no cuenta con los refuerzos suficientes que son requisitos mínimos para la norma.

2.2.1.2.4. Albañilería Reforzada

Finalmente, la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones define a la albañilería reforzada a la albañilería armada o confinada que cumpla con los refuerzos que exige la norma (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.1.3. Concreto

La norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones define el concreto como la mezcla del cemento Portland de cualquier tipo u otro cemento hidráulico más agregado fino, agregado grueso, agua y puede tener o no aditivo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009). Además, encontramos diferentes tipos de concreto que son Concreto Estructural, Concreto Armado o Reforzado, Concreto Simple, Concreto Estructural Liviano, Concreto de Peso Normal,

Concreto Ciclópeo, Concreto de Cascote, Concreto Premezclado y Concreto Preesforzado.

2.2.1.3.1. Concreto Estructural

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009) el capítulo 2 de la norma E.060 del RNE, define al concreto estructural como el concreto que es utilizado con propósitos estructurales y que tiene incluidos en sus categorías al concreto simple y al concreto armado o reforzado.

2.2.1.3.2. Concreto Armado o Reforzado

La norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que el concreto armado es el concreto estructural reforzado que no tiene menos de la mínima cantidad de acero que especifica la norma y que puede estar o no preesforzado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.1.3.3. Concreto Simple

Por otro lado, la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones define al concreto simple como aquel concreto estructural que no cuenta con armadura de refuerzo o que su refuerzo es mínimo lo cual para la norma no se considera como concreto reforzado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.1.3.4. Concreto Estructural Liviano

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009) define al concreto estructural liviano como el concreto que cuenta con agregado liviano y cumple con la norma, este tiene una densidad equilibrada determinada por “Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete” (ASTM C567), el cual indica que no puede exceder a 1850 kg/m³.

Además, la norma indica que un concreto liviano en sus componentes es aquel concreto que no cuenta con arena natural y el concreto liviano con arena de peso normal se le considera al concreto que cuenta con arena en todo el agregado fino.

2.2.1.3.5. Concreto de Peso Normal

Adicionalmente la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones indica que el concreto de peso normal se le debe considerar al concreto que tiene un peso aproximado a 2300 kg/m³ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.1.3.6. Concreto Ciclópeo

En la norma E.060 del RNE, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009) menciona que el concreto ciclópeo es aquel concreto simple que tiene en sus agregados piedras grandes, estos son utilizados en su mayoría para zapatas.

2.2.1.3.7. Concreto de Cascote

También se puede encontrar en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.060 que el concreto de cascote está constituido por cemento Portland u otro cemento hidráulico, agregado fino, cascote de ladrillo y finalmente agua (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.1.3.8. Concreto Premezclado

El concreto premezclado es aquel concreto dosificado en planta y que puede ser mezclado en planta o en los camiones mezcladores los cuales son transportados a obra para su utilización inmediata (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.1.3.9. Concreto Preesforzado

Finalmente, la norma E.060 finaliza la definición de concretos con el concreto preesforzado el cual es un concreto estructural que tiene esfuerzos internos integrados con el fin de que estos reduzcan los esfuerzos potenciales de tracción producidas por las cargas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.2. Sismicidad en el Perú

En el mundo existen 14 placas tectónicas principales las cuales 2 de ellas se encuentran en el Perú, estas son la Placa Sudamericana y Placa de Nazca. Dichas placas son causantes de los movimientos de la tierra llamados sismos, que son diferenciados por su profundidad y está conformada por 3 focos.

Según el Instituto Geofísico del Perú (2014) los sismos de foco superficial ($h < 60$ km) se localizan distribuidas por la fosa peruano-chilena y la costa peruana; esta define la principal sismogenica del país.

En el caso de los sismos de foco intermedio ($61 < h < 350$ km) se distribuyen en 3 sectores las cuales son la costa por debajo de 8° latitud sur, zona subandina al Noreste de la region norte y region sur del Peru.

Finalmente, para el caso de los sismos de foco profundo ($h > 351$ km) se encuentran alineadas de Sur a Norte de la frontera Peru – Brasil y de Este a Oeste de la frontera Peru – Bolivia.

2.2.2.1. Historia Sísmica

En la historia del Perú se ha registrado varios sismos de gran magnitud como son el sismo de 1586 en la costa peruana, sismo de 1687 y 1746 que destruyeron gran parte de la ciudad de

Lima, además que se registraron tsunamis de altura de 15 a 20 metros; por otro lado, en 1604, 1784 y 1868 ocurrieron sismos en la región sur del país.

Finalmente, se registraron dos sismos muy recordados como los de 1868 y 2007 los cuales produjeron grandes pérdidas económicas y de vidas en Tacna e Ica respectivamente (Instituto Geofísico del Perú, 2014).

2.2.3. Vulnerabilidad Sísmica




Según, Vizconde Campos (2004) la Vulnerabilidad Sísmica es un estudio que determina el daño ocasionado a las estructuras por sismos de determinadas características, con el fin de poder identificar si una estructura tiene un nivel mayor de vulnerabilidad o tiene un menor nivel de vulnerabilidad.

Sin embargo, ciertos estudios no son del todo exactos debido a los diferentes tipos de factores que se deben tener en cuenta al realizar esta investigación, los cuales son las estructuras, el lugar de construcción, entre otros.

La Vulnerabilidad Sísmica se divide en 3 niveles de vulnerabilidad, como son la vulnerabilidad baja representada por la letra (B), vulnerabilidad moderada representada por la letra (M) y vulnerabilidad alta representada por la letra (A), sin embargo, estas pueden variar según el método de vulnerabilidad a usarse y también son representadas por colores como se observa en la tabla a continuación.

Tabla 2

Nivel y Rango de Vulnerabilidad

| Vulnerabilidad | Rango |
|------------------------------|--|
| Vulnerabilidad baja: (B) |  |
| Vulnerabilidad moderada: (M) |  |
| Vulnerabilidad alta: (A) |  |

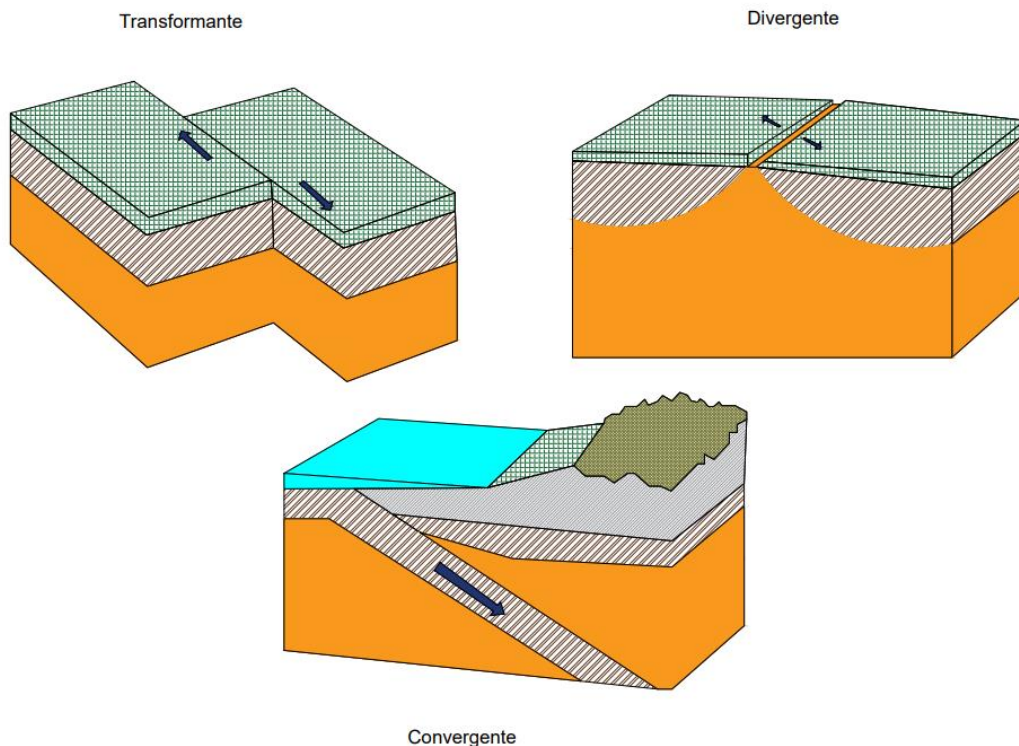
Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019

2.2.3.1. Sismos

Según Instituto Nacional de Defensa Civil (2018) considera sismo a los movimientos o vibraciones producidos en la corteza terrestre debido a liberación de energía por 2 placas tectónicas en cualquier parte del mundo. Estos sismos pueden ser de alto grado o bajo grado de intensidad y varían según las características con las que se produce como profundidad, intensidad, entre otros. Dentro de los sismos se tiene que si es de menor magnitud a 4.5 grados es leve, si registra una magnitud de 4.5 a 6.0 grados es moderado y si registra una magnitud mayor a 6.0 grados es fuerte. A continuación, se puede observar las fases de un sismo en la siguiente figura.

Figura 3

Fases de un Sismo ante la Liberación de Energía de 2 Placas Tectónicas



Elaborado por: el autor

2.2.3.2. Tipos de Vulnerabilidad

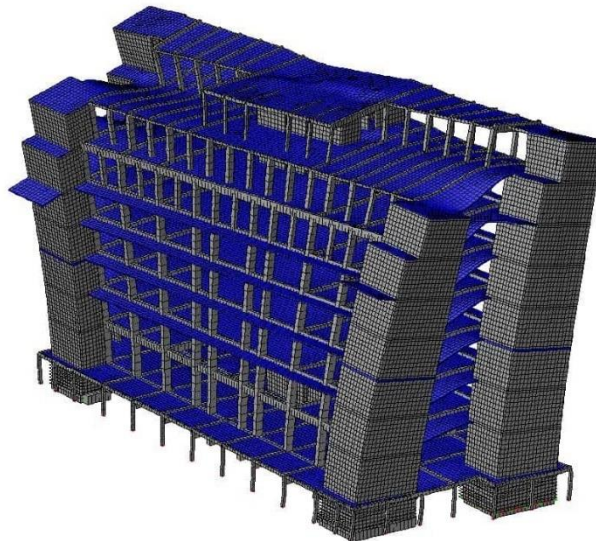
2.2.3.2.1. Vulnerabilidad Estructural

Según Vizconde Campos (2004) la Vulnerabilidad Estructural son los estudios de la vulnerabilidad de elementos estructurales de edificación como son vigas, columnas, zapatas, entre otros. Las cuales se encargan de soportar el peso de la estructura y transmitir dichas cargas al suelo, adicionalmente estas deben de ser las encargadas de soportar las cargas sísmicas y de igual forma enviar las cargas al suelo.

Por eso es fundamental que las edificaciones sean construidas con diseños estructurales sismorresistentes capaces de otorgar la seguridad a las personas quienes transitan en dichas instalaciones y estas se vuelven fundamentales en edificaciones importantes como los centros de salud, centros educativos, aeropuertos, entre otros.

Figura 4

Estudio de Vulnerabilidad Estructural



Fuente: Guidi Estructurales, 2021

2.2.3.2.2. Vulnerabilidad No Estructural

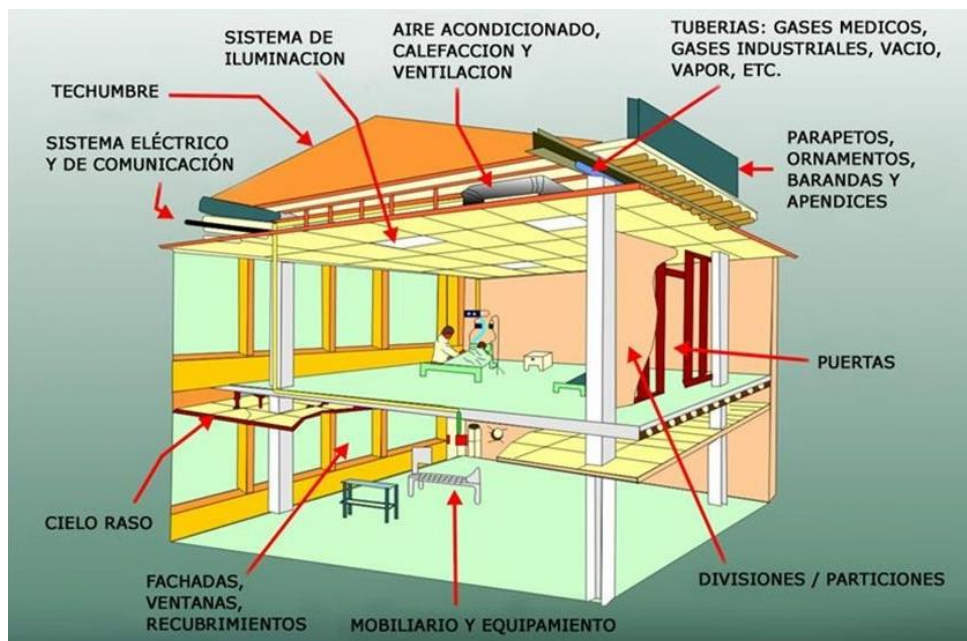
Vizconde Campos (2004)

menciona que la vulnerabilidad no estructural se encarga de estudiar los daños por elementos no estructurales, como los diseños arquitectónicos, equipos y maquinaria, entre otros. Mientras que la estructura no sufre ningún daño o permanece en pie.

Los elementos por estudiar más importantes en una edificación dentro de la vulnerabilidad no estructural son las puertas, escaleras, ventanas, entre otros. Que al ser afectados por un sismo pueden producir la paralización de las instalaciones del edificio y ocasionar tragedias si hubiese personas dentro de las instalaciones en el preciso momento del evento.

Figura 5

Elementos No Estructurales



Fuente: Camacho Salinas, 2016

2.2.3.2.3. Vulnerabilidad Administrativa

La vulnerabilidad administrativa se encarga de realizar un análisis frente a emergencias y desastre, en forma

macro se encarga de un estudio de la capacidad resolutive de los centros hospitalarios relacionado a modernización y descentralización de los servicios de salud, con el fin de implementar una política de calidad total en los servicios de salud.

Por otro lado, en micro se encarga de aquellos aspectos que podrían influir negativamente en la capacidad de prestar los servicios de salud tanto en condiciones normales como en casos de emergencia, es por ello por lo que se debe tomar en cuenta las actividades realizadas dentro de las diferentes secciones de un hospital, la disponibilidad de servicios básicos, entre otros. Además, se debe hacer una revisión del plan de emergencia para identificar sus posibles deficiencias y resaltar todo lo que pueda ser de utilidad con relación a la funcionalidad de los servicios. (Organización Panamericana de la Salud, 2000)

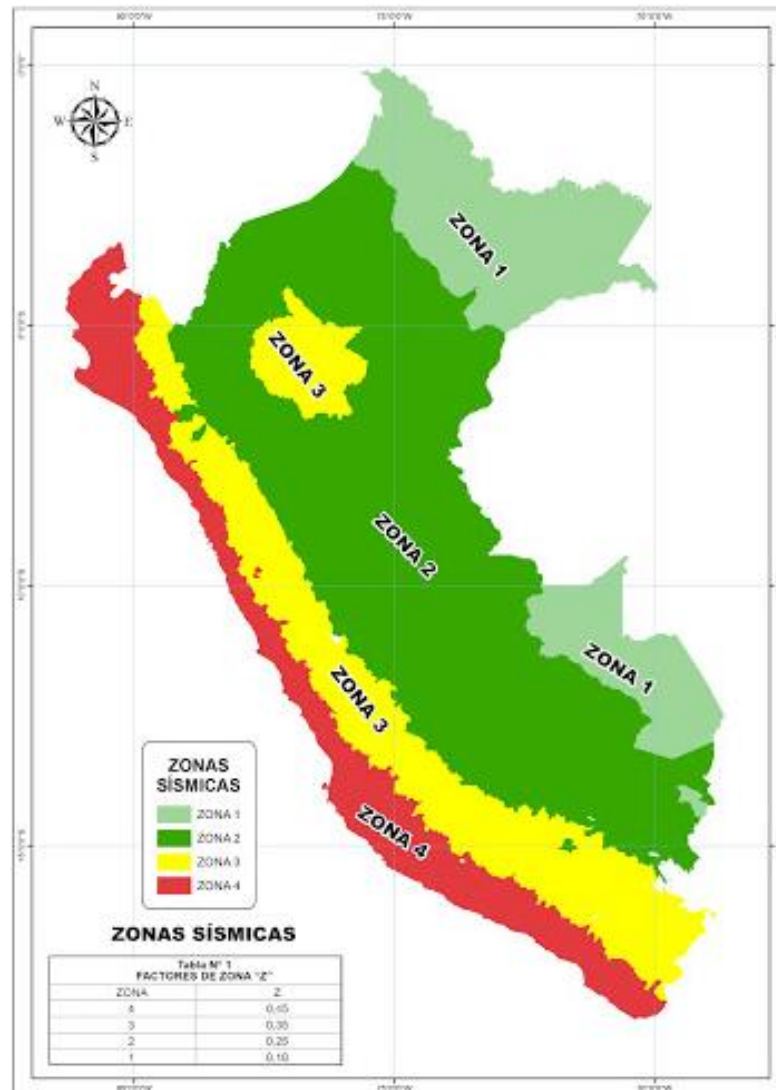
2.2.4. Peligro Sísmico

Según el Instituto Geofísico del Perú (2014) el peligro sísmico se refiere a la posibilidad de salidas de los movimientos sísmicos con cierta intensidad de la zona determinada durante un periodo definido. Además, se puede adicionar factores que el sismo puede realizar como la licuefacción de suelos y los derrumbes.

En el año 2016 el gobierno del Perú aprobó el decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA que buscaba modificar la norma técnica E.030 sobre el diseño sismorresistente del RNE y se determinó las zonas con peligro sísmico en el Perú como se observa en la siguiente figura.

Figura 6

Mapa del Perú y sus Zonas de Peligro Sísmico



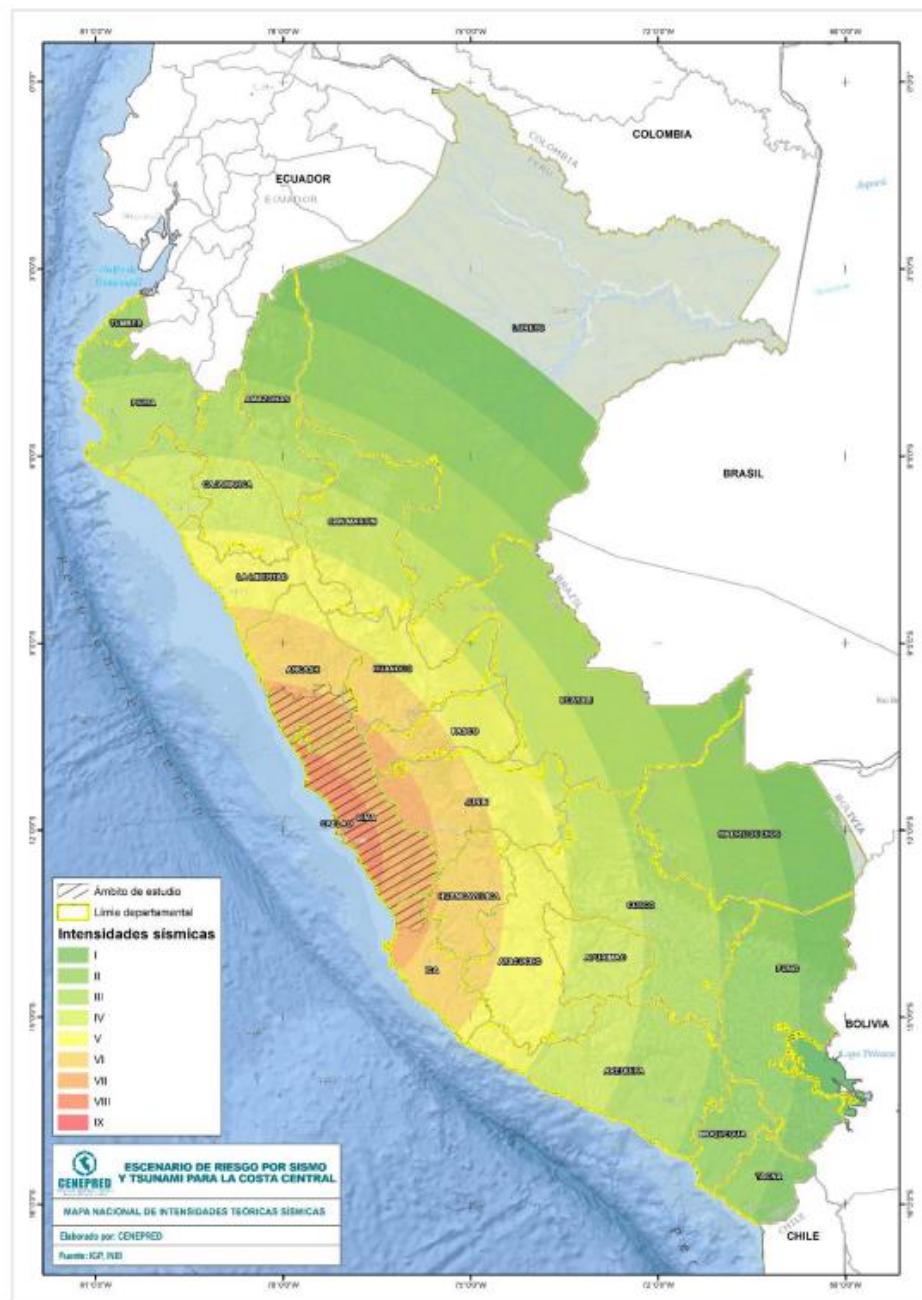
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019

2.2.5. Riesgo Sísmico

Según el Instituto Geofísico del Perú (2018) el riesgo sísmico se analiza por el nivel de pérdidas probables que afectan edificaciones haciendo referencia a la población que habita en ella. Dentro el intervalo del tiempo de las ondas sísmicas y aquella población se encuentra expuesta en estas.

Figura 7

Mapa de Riesgo Sísmico del Perú



Fuente: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2021

2.2.6. Edificaciones

Según El Peruano (2016) las edificaciones son consideradas el resultado de una obra construida en un predio con documentación en regla del proyecto de habilitación urbana aprobada (Ley

29090, Perú). El fin de las edificaciones es para que el ser humano pueda residir en ellas y pueda realizar sus actividades contando con sus instalaciones de servicios básicos, entre otros.

Por otro lado, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) en la norma GE.010 del RNE, tiene por consideración acerca de las edificaciones haciendo referencia en el artículo 1, las normas técnicas contenidas que aplican en el diseño y la ejecución de edificaciones a nivel nacional. Además, deben cumplir el Plan Urbano que maneja cada distrito.

2.2.6.1. Edificaciones Antiguas

Se puede definir edificaciones antiguas a todas aquellas que su tiempo de servicio es mayor a 50 años, como también sea consideradas patrimonio cultural o que su diseño de construcción está desactualizado con el Reglamento Nacional de Edificaciones debido al pasar del tiempo y al incremento de nuevos materiales y tecnologías (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Figura 8

Edificio Antiguo en el Distrito del Rímac



Fotografía tomada por el autor

2.2.6.2. Autoconstrucción

Las personas que necesitan contar con una vivienda propia suelen requerir de la autoconstrucción considerada como construcción informal ya que se construye con insuficientes conocimientos de diseño sísmico de estructuras y de una manera desordenada volviéndose vulnerables ante la presencia de un fenómeno sísmico. Se refiere a las construcciones que no tienen algún tipo de asesoría técnica teniendo como consecuencia a largo plazo la defectuosa estructuración con carencias arquitectónicas y baja calidad de materiales.

Si bien es cierto, la mayoría se desarrollan en asentamientos humanos o zonas no urbanizadas generando una informalidad en el interior del país. Por ello, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009) la norma G.050 del RNE, en el artículo 5 requisitos del lugar de trabajo pone de manifiesto que las obras de autoconstrucción tienen como personal responsable de la obra al propietario o maestro de obra y no cuenta con ninguna asesoría técnica, ni participación de los expertos en las especialidades.

Figura 9

Derrumbe Vieja Casona en el Rímac



Fuente: Google LLC, 2020

2.2.6.3. Grado de Conservación

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021), la norma A.140 del RNE, el artículo 11 que habla acerca de los tipos de intervención de los bienes culturales señala la conservación como la intervención que tiene por objeto el advertir variaciones y parar deterioros, con el fin de conservar un bien del estado de eficiencia y en condiciones de ser utilizado.

2.2.6.4. Nivel de Vulnerabilidad (MSK)

La vulnerabilidad es el nivel de debilidad de elementos o conjuntos frente a la ocurrencia de peligros naturales o de una magnitud dada. Se podría mencionar que la probabilidad en porcentaje trasciende entre 0 hasta 100.

Según Instituto Nacional de Defensa Civil (2018) menciona 4 estratos o niveles que tiene un valor para considerar las zonas de peligro:

Tabla 3*Estrato, Descripción y Valor de las Zonas de Peligro*

| ESTRATO/NIVEL | DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICAS | VALOR |
|-------------------------------|--|--------------------|
| PB (Peligro Bajo) | Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico. | 1 < de 25% |
| PM (Peligro Medio) | Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico. | 2 De 26% a 50% |
| PA (Peligro Alto) | Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico | 3 De 51% a 75% |
| PMA (Peligro Muy Alto) | Sectores amenazados por alud - avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de desposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico | 4 De 76% a 100% |

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2018

2.2.6.5. Sistema Estructural

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) la norma GH.010 del RNE, en el artículo 3 señala los componentes estructurales como las aceras y pavimentos estabilizados de suelos y taludes; obras especiales y complementarias.

2.2.6.5.1. Viviendas de Adobe

El adobe se ha usado en diferentes partes del mundo en la antigüedad para construir paredes, muros y arcos, en muchos casos estas construcciones antiguas basadas en adobe son consideradas patrimonio cultural y en la actualidad sigue siendo usada en combinación con losas, columnas y cimientos de concreto gracias a sus características como su excelente aislante térmico.

Por ello, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017) la norma E.080 del RNE en el artículo 1, menciona que el adobe simple o estabilizado comprende como unidad para la construcción de albañilería con ese material, así como las características, comportamiento y diseño, ya que su objetivo es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan a las acciones sísmicas, para así evitar la posibilidad de colapso de la construcción frágil.

2.2.6.5.2. Viviendas de Albañilería

La definición de viviendas de albañilería es igual a lo descrito líneas arriba, ya que según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) menciona en la norma E.070 del RNE en el artículo 3, que la albañilería o mampostería es un material estructural que sirve para la construcción de viviendas y este compuesto por unidades de albañilería asentadas con una junta de mortero o por unidades de albañilería apiladas las cuales son integradas con concreto líquido.

2.2.6.5.3. Viviendas de Concreto Armado

De igual manera las viviendas de concreto armado previamente definidas según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009), menciona en la norma E.060 del RNE que tienen requisitos y exigencias fijas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de las estructuras de concreto armado o simple. También, señalan que uno de los tipos de concreto es el concreto armado, que tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o

mayor de la requerida en la Norma y en que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

2.2.7. Métodos de Vulnerabilidad

En el transcurso del tiempo determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones fue un tema de interés en todo el mundo, creando al paso metodologías rápidas y confiables para determinar los parámetros necesarios que indiquen la vulnerabilidad de la zona. Es por ello por lo que a continuación describiremos algunos de estos métodos que se han usado de manera regional o nacional en algunos países que han realizado estudios de vulnerabilidad sísmica.

2.2.7.1. Método del ATC-14

Este método fue elaborado por Applied Technology Council en 1987 en los Estados Unidos de América, dentro de sus principales ventajas se registra que puede identificar puntos débiles en base a la observación de daños de edificios similares que se hayan generado en eventos sísmicos previos, además puede identificar edificaciones consideradas indispensables. (Chavarría & Gómez, 2001)

Sin embargo, se encuentran como sus principales limitaciones la alta demanda de dinero para aplicar este método ya que se necesita de herramientas básicas de ingeniería, por otro lado el método no permite estimar la vulnerabilidad a gran escala y finalmente, no toma en cuenta el daño producido por los sismos evitando predecir lo afectado que pueda estar la estructura de la edificación.

2.2.7.2. Método de Hirosawa Modificado

Este método fue elaborado por Hirosawa en 1992 en Japón, este método la vulnerabilidad estructural es determinada entre comparación de la capacidad resistente, relaciones de forma, mantenimiento y daños anteriores que pueda haber experimentado la edificación de estudio. Esta comparación se hace por medio del cálculo de los

índices y estableciendo que la edificación es sísmicamente segura cuando el índice de resistencia provista por la edificación (I_s) es mayor que la resistencia demandada (I_{so}). (Chavarría & Gómez, 2001)

Sin embargo, dentro de sus principales limitaciones se encuentra que este método está dirigido para usarse en la evaluación de edificaciones de concreto reforzado de una altura media (6-8 pisos).

2.2.7.3. Método Venezolano

Este método fue elaborado por Rivera, Grisolia y Sarmiento en 1985 en Venezuela, dentro de sus principales ventajas encontramos que se puede realizar una evaluación a las edificaciones bajas de concreto reforzado o mampostería. Además, permite una inspección detallada de la edificación, examinando minuciosamente el sistema estructural, deflexión de losas y vigas, agrietamientos, deterioros de materiales de la estructura, las conexiones, apoyos entre elementos, entre otros. (Chavarría & Gómez, 2001)

Sin embargo, dentro de sus principales limitaciones se encuentra que no es práctico para estudios de vulnerabilidad sísmica a gran escala debido a su alto grado de detalle y alta demanda de tiempo.

2.2.7.4. Método FEMA-178 = FEMA-310

El Método FEMA-178 fue elaborado por Building Seismic Safety Council en 1992 en los Estados Unidos de América y su norma FEMA-310 fue publicada en 1998, dentro de su principal ventaja se puede encontrar que puede ser utilizado para el diagnóstico y evaluación sísmica de cualquier tipo de edificación. Sin embargo, sus principales limitaciones son que la evaluación de este método busca hallar deficiencias estructurales que puedan determinar puntos débiles en la estructura para brindar sugerencias de reforzamiento, por lo cual demanda que se cuente con

los planos de la edificación y si no se cuentan con ellos, demandaría un alto costo para la aplicación buscando averiguar la cantidad de refuerzos de un determinado elemento de la estructura. Además, carece de funciones de vulnerabilidad para relacionar el daño experimentado por la estructura cuando esta sea sometida a un sismo. (Chavarría & Gómez, 2001)

2.2.7.5. Método de Hurtado y Cardona

Este método fue elaborado por Cardona & Hurtado en 1990 en Colombia, dentro de su principal ventaja se encuentra que a diferencia de los anteriores métodos que no miden el daño, esta metodología clasifica el daño dentro de una escala (1-6) el cual indica si la edificación colapsaría de forma parcial o total, pero dentro de su principal limitación se encuentra que no toma en cuenta los efectos de las irregularidades en planta y altura. (Chavarría & Gómez, 2001)

2.2.7.6. Método Índice de Vulnerabilidad

Este método fue elaborado por Augusti, Benedetti & Corsanego en 1985 en Italia y fue desarrollada a partir de la información de daño en las edificaciones provocadas por los sismos de 1976, el cual ayuda a elaborar una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por sismos de cada intensidad. (Chavarría & Gómez, 2001)

Dentro de sus principales ventajas encontramos calcular la vulnerabilidad sísmica de forma rápida, sencilla y a gran escala, además utiliza funciones de vulnerabilidad que relaciona el daño estimado de las edificaciones con la vulnerabilidad sísmica, lo cual lo vuelve muy óptimo para cuantificar las pérdidas económicas directas.

Sin embargo, dentro de su principal limitante se encuentra que el método está propuesto para edificaciones europeas, lo que produce una adaptación sin alterar la esencia del método para aplicarlo en relación a la forma y materiales constructivos de la zona.

2.2.7.7. Normatividad de Defensa Civil

La norma de seguridad de defensa civil se encarga de inspeccionar el marco de la Ley N.º 27444 tratándose de la Ley del Procedimiento Administrativo General con la finalidad de prevenir y reducir riesgos de peligro de origen natural o inducido por el hombre.

Según el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos (2021) dentro del origen natural se refiere a los procesos geofísicos ya sean interno o externos que se provocan de manera espontánea determinando procesos desastrosos. Los fenómenos que se toman en cuenta en este punto son los terremotos, maremotos, entre otros. Que afectan a la población en una determinada zona.

2.2.7.7.1. Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Según el Ministerio de Educación (2011) la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 29664 del Estado Peruano tiene como finalidad la identificación y reducción de los riesgos asociados al peligro o como poder minimizar los posibles efectos, además de evitar la generación de futuros riesgos optando por elaboración y cuidado ante posibles situaciones de desastre por la ejecución de principios, lineamientos de política, mecanismos, procesos e instrumentos de una Gestión de Riesgos de Desastres.

2.2.7.8. Método de Benedetti-Petrini

Finalmente, para el desarrollo de esta investigación se aplicará el Método de Benedetti-Petrini el cual es elaborado por Benedetti & Petrini en 1984 en Italia usando los 11 parámetros de este método para calificar la vulnerabilidad sísmica. (Chavarría & Gómez, 2001)

Dentro de sus principales ventajas está el poder evaluar la vulnerabilidad sísmica a gran escala sin gran demanda de

dinero en materiales, por lo que debido a la gran cantidad de edificaciones que se busca evaluar en esta investigación (448 edificaciones) se optara por usar dicho método que estudiara edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, usando una ficha de evaluación de 11 parámetros propuesto por los autores del método y esta validado por expertos.

Los once parámetros para estimar la vulnerabilidad sísmica son:

Tabla 4

Parámetro del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

| PARÁMETROS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI |
|---|
| Parámetro 01: Tipo y organización del sistema resistente. |
| Parámetro 02: Calidad del sistema resistente. |
| Parámetro 03: Resistencia convencional. |
| Parámetro 04: Posición del edificio y de la cimentación. |
| Parámetro 05: Diafragmas horizontales. |
| Parámetro 06: Configuración en planta. |
| Parámetro 07: Configuración en elevación. |
| Parámetro 08: Distancia máxima entre muros. |
| Parámetro 09: Tipo de cubierta. |
| Parámetro 10: Elementos no estructurales. |
| Parámetro 11: Estado de conservación. |

Elaborado por: el autor

Cada parámetro cuenta con cuatro calificaciones (A, B, C, D) con un valor numérico de calificación que está relacionado a un peso W_i , el cual refleja la importancia del parámetro en la evaluación de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, una vez que se obtengan los valores se puede cuantificar la vulnerabilidad global de la edificación por medio de una suma ponderada el cual es denominado índice de vulnerabilidad (I_v).

2.2.7.8.1. Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Mampostería

Para determinar el índice de vulnerabilidad se cuenta con diferentes escalas numéricas dirigidas a las estructuras de mampostería y concreto armado. Si queremos obtener el I_v para estructuras de mampostería se puede hallar de la suma ponderada de valores numéricos de calidad sísmica en cada parámetro, a estos se considera cuatro clases (A, B, C, D). Tomando en cuenta que la calificación A es más optima y calificación D es la más desfavorable teniendo un valor numérico $K_i=0$ y $K_i=45$ respectivamente.

Tabla 5

Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Mampostería

| Parámetros | Clase K_i | | | | Peso W_i |
|---|-------------|----|----|----|------------|
| | A | B | C | D | |
| 1. Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 |
| 2. Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 3. Resistencia convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 |
| 4. Posición del edificio y de la cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 |
| 5. Diafragmas horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 |
| 6. Configuración en planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 |
| 7. Configuración en elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |
| 8. Distancia máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 9. Tipo de cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 |
| 10. Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 |
| 11. Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Adicionalmente, cada parámetro es afectado por el W_i que es el coeficiente de peso que enfatiza la importancia en el resultado final, estos valores están entre 0.25 a 1.5.

El índice de vulnerabilidad global (I_v) de cada edificación se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi$$

Donde:

Ki: Calificación Asignada

Wi: Coeficiente de Peso

Finalmente, se puede deducir mediante el análisis de la ecuación, que el Iv define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5, siendo este último el máximo valor posible.

2.2.7.8.2. Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Concreto Armado

Para determinar el índice de vulnerabilidad se usa un procedimiento equivalente al previamente explicado. Se debe elaborar una tabla igual a la que se usa para las edificaciones de mampostería considerando las características más importantes que influyen en la estructura de la edificación, en este caso solo se usa tres calificaciones a diferencia de las cuatro propuestas de las edificaciones de mampostería.

Después, al terminar de evaluar cada parámetro se realiza la suma ponderada utilizando coeficientes de peso determinado, para obtener el Iv, el cual se realiza por la siguiente ecuación:

$$Iv = 100 * \frac{(\sum_{j=1}^{11} Kj + Wj) + 1}{34}$$

Donde:

Kj: Calificación Asignada

Wj: Coeficiente de Peso

Tabla 6

Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Concreto Armado

| Parámetros | Clase Ki | | | Peso Wi |
|---|----------|---|---|---------|
| | A | B | C | |
| 1. Organización del sistema resistente. | 0 | 1 | 2 | 4.00 |
| 2. Calidad del sistema resistente. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 3. Resistencia convencional. | -1 | 0 | 1 | 1.00 |
| 4. Posición del edificio y de la cimentación. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 5. Diafragmas horizontales. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 6. Configuración en planta. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 7. Configuración en elevación. | 0 | 1 | 3 | 2.00 |
| 8. Conexión entre elementos críticos. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 9. Elementos de baja ductilidad. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 10. Elementos no estructurales. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |
| 11. Estado de conservación. | 0 | 1 | 2 | 1.00 |

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019

2.2.7.8.3. Descripción de Parámetros y Asignación de las Clases de Vulnerabilidad

A continuación, se procederá a explicar las cuatro clases (A, B, C, D) de los parámetros del Método de Benedetti-Petrini para las edificaciones de Mampostería y las tres clases (A, B, C) para las edificaciones de Concreto Armado.

a) Parámetro 01: Organización del Sistema Resistente

El primer parámetro del método de Benedetti-Petrini busca evaluar el nivel de organización de elementos verticales dejando de lado el tipo de material y el elemento más importante que es la eficiencia de conexión de paredes ortogonales que asegura el comportamiento de estructura. Además, se resalta el uso de los criterios de la norma E.030 del RNE para la construcción de las diferentes tipologías de estudio, como también la intervención profesional en la elaboración de las edificaciones.

Tabla 7*Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Adobe*

| Adobe | |
|--------------|---|
| A | Edificaciones de adobes según la NTP E.080. |
| B | Edificaciones de adobe con elementos de arriostre horizontales y verticales, pero sin ningún asesoramiento técnico. |
| C | Edificaciones de adobe sin elementos arriostre en sus cuatros lados, sin asesoría técnica, pero con adecuada distribución de muros y regularidad. |
| D | Edificaciones de adobe sin elementos de arriostre en sus cuatros lados, sin asesoría técnica y sin adecuada distribución de muros. |
| | Edificaciones de tapial o adobón. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 8*Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Albañilería*

| Albañilería | |
|--------------------|---|
| A | Edificaciones de albañilería que cumplan con la NTE E.070. |
| B | Edificaciones que no cumplen con al menos un requisito de la NTE E.070. |
| C | Edificaciones que presentan vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes debido a deficiencias en el proceso constructivo. |
| D | Edificaciones sin vigas ni columnas de confinamiento o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica. |
| | Paredes ortogonales deficientemente conectadas. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 9*Clases para el Parámetro 01 de las Viviendas de Concreto Armado*

| Concreto Armado | |
|------------------------|--|
| A | Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica. |
| B | Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica. |
| C | Sin asesoría técnica. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

b) Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente

El segundo parámetro busca determinar el material que se utiliza para diferenciar la resistencia y así asegurar la eficiencia de la estructura. Este parámetro se divide en dos factores, por tipo de material y las formas de elementos; por otro lado, la homogeneidad del material y de piezas.

Finalmente, se evaluó gracias a información que se proporciona en base de datos conveniente al material utilizado en la construcción de diferentes partes del edificio y año de la construcción, así tratará de diferenciar los distintos tiempos del proceso constructivo.

Tabla 10

Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Adobe

| Adobe | |
|--------------|---|
| A | El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características: 1. Unidades de adobe de buena calidad y resistencia con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. 2. Presencia de buen amarre entre unidades de adobe. 3. Mortero de barro de buena calidad, con espesor en la mayoría de juntas continuas y homogéneas, tal como mencionan las normas. |
| B | El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A. |
| C | El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A. |
| D | El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 11

Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Albañilería

| Albañilería | |
|--------------------|---|
| A | El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características: 1. Ladrillo de buena calidad y resistencia con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. 2. Presencia de buen amarre entre unidades de albañilería. 3. Mortero de buena calidad con espesor de 10 – 15mm. |
| B | El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A. |
| C | El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A. |
| D | El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 12

Clases para el Parámetro 02 de las Viviendas de Concreto Armado

| Concreto Armado | |
|------------------------|---|
| A | Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos. |
| B | Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos. |
| C | Materiales y procesos constructivos deficientes. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

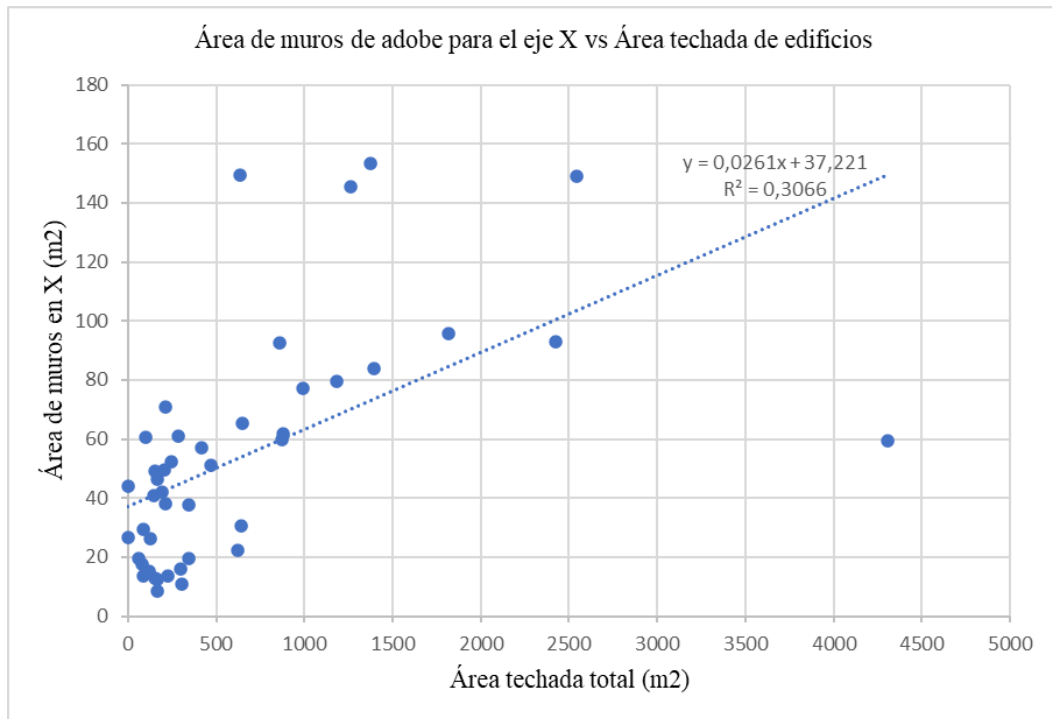
c) Parámetro 03: Resistencia Convencional

El tercer parámetro busca calcular la evaluación de la resistencia de la edificación con la ayuda del resultado del comportamiento de la estructura, para las edificaciones de mampostería se evaluó mediante la resistencia que presenta los muros en direcciones principales ante las principales cargas horizontales, por medio de cálculos sencillos manejados considerando conceptos importantes.

Primero, se determinará A_x y A_y que son áreas totales resistentes de muros en m^2 en dirección x e y respectivamente, cuyo valor para la presente investigación se determinara por las rectas presentadas a continuación y las cuales se obtienen según la recolección de datos de la muestra de investigación. Si los muros resistentes no siguen direcciones ortogonales se tomará en cuenta el ángulo b que forma el cual es diferente a 0, por lo tanto, se determinaran multiplicando las áreas por $(\cos b)^2$.

Figura 10

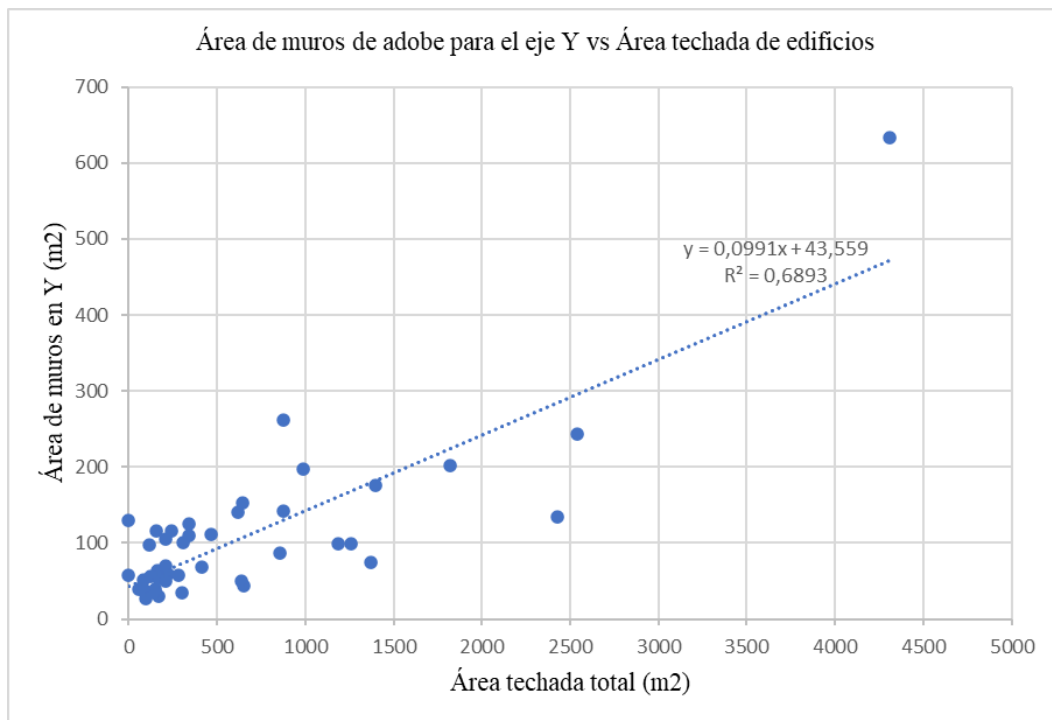
Área de Muros de Adobe para el Eje X, en Función del Área Techada



Elaborado por: el autor

Figura 11

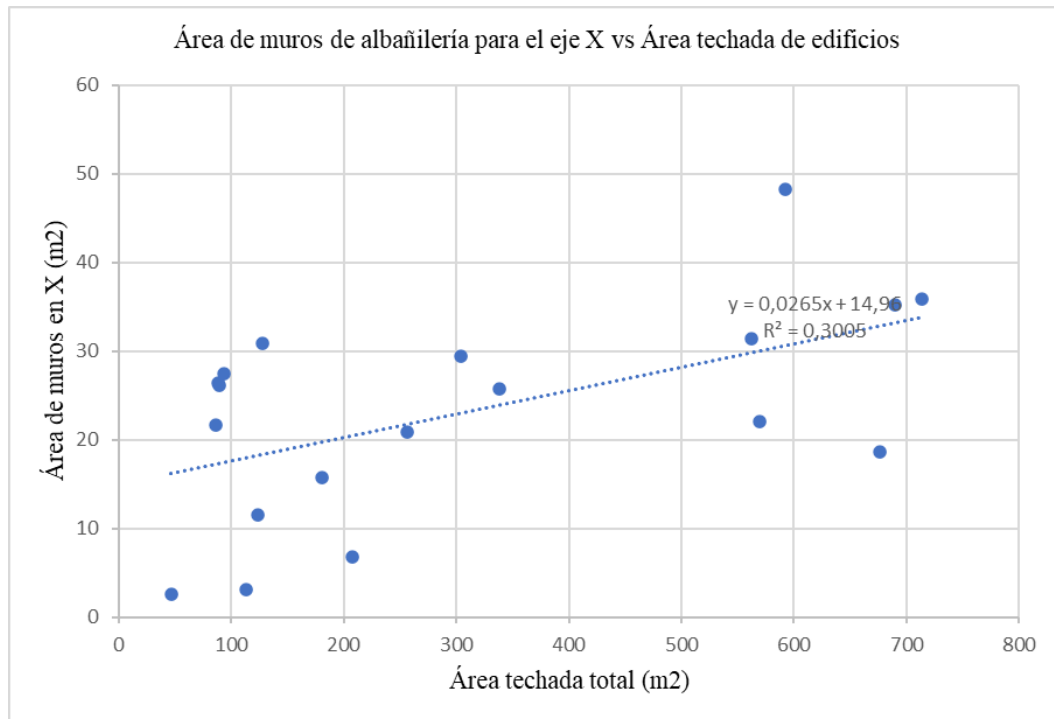
Área de Muros de Adobe para el Eje Y, en Función del Área Techada



Elaborado por: el autor

Figura 12

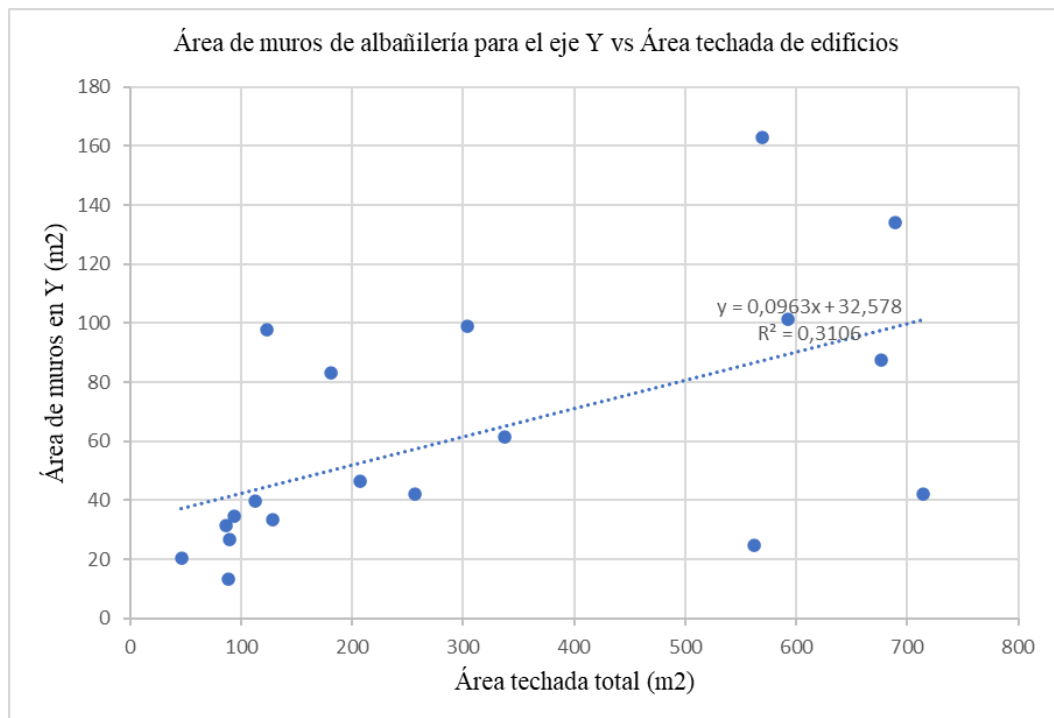
Área de Muros de Albañilería para el Eje X, en Función del Área Techada



Elaborado por: el autor

Figura 13

Área de Muros de Albañilería para el Eje Y, en Función del Área Techada



Elaborado por: el autor

Segundo, se calculará la resistencia cortante menos favorable (VR) dada por la menor área de muros descrita previamente, en el primer nivel de la edificación a través de la siguiente ecuación:

$$VR = \min(Ax, Ay) * v$$

Donde:

VR: Cortante menos favorable.

v: Valor de la resistencia cortante de los muros.

Para hallar el valor de la resistencia cortante de muros (v) se calculará a través de ensayos de las muestras de edificios de estudio. Sin embargo, en caso el valor no se obtenga experimentalmente se recurre a valores de la siguiente tabla.

Tabla 13

Valores Recomendados de Esfuerzo Cortante Máximo para Mampostería.

| MATERIAL | PESO VOLUMÉTRICO Ton/m ³ | RESISTENCIA COMPRESION Kg/cm ² | RESISTENCIA CORTANTE Kg/cm ² | MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm ² |
|---|---|---|---|--|
| Adobe. | 1.8 | 2 - 5 | 0.5 | 3,000 |
| Bloque de tepetate con mortero de lodo. | 1.8 | 5 - 10 | 0.5 | 5,000 |
| Ladrillo con mortero de lodo. | 1.6 | 5 - 10 | 1.0 | 5,000 |
| Ladrillo con mortero de cal. | 1.6 | 15 - 20 | 2.0 | 10,000 |
| Mampostería de piedra irregular con mortero de cal. | 2.0 | 10 - 15 | 0.5 | 5,000 |
| Mampostería de piedra de buena calidad. | 2.0 | 30 | 2.0 | 20,000 |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 14

Valores Recomendados de Esfuerzo Cortante Máximo para Paneles de Mampostería

| TIPO DE MATERIAL | RESISTENCIA CORTANTE Ton/m ² |
|---|--|
| Ladrillo macizo, calidad regular. | 6 – 12 |
| Piedra mal tallada. | 2 |
| Piedra bien tallada. | 7 – 9 |
| Ladrillo macizo, buena calidad. | 18 |
| Bloque macizo, mortero – cemento | 18 |
| Mampostería nueva. Ladrillo macizo. | 20 |
| Mampostería nueva. Bloque macizo. | 20 |
| Mampostería nueva. Ladrillo/bloque hueco. | 18 |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Por lo tanto, para la presente tesis se tomaron valores promedio $v = 15$ ton/m² para albañilería confinada, $v = 7.5$ ton/m² para albañilería no confinada y $v = 5$ ton/m² para adobe.

Tercero, se determinará el peso de la edificación que resiste la estructura (W), el cual está en función de la contribución del peso de muros, peso de los pisos y cubiertas demostrada en la siguiente ecuación:

$$W = N * (A_x + A_y) * h * P_m + M * P_s * A_t + A_c * P_c$$

Donde:

W : Peso de la Estructura

N : Número de pisos.

A_t : Área techada en planta de primer nivel (m²).

$A_{x,y}$: Área total de los muros resistentes en el sentido X e Y (m²).

t_k : Resistencia cortante característica del tipo de material en (Ton/m²).

h : Altura media de los pisos (m).

P_m : Peso específico del material (Ton/m³).

P_s : Peso por unidad de área del diafragma (Ton/m²).

M : Numero de diafragmas horizontales.

A_c : Área total de cubierta (m²).

P_c : Peso por unidad de cubierta (Ton/m²).

Además, para cálculos toman en cuenta los siguientes valores:

- Valores de Pm:

Tabla 15

Valores de Peso Específico del Material

| Pm | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Tipo | Valor |
| Adobe | 1,60 ton/m ³ |
| Albañilería solido de arcilla | 1,80 ton/m ³ |
| Otro tipo de material de albañilería | Según la norma |

Elaborado por: el autor

- Valores de Ps:

Tabla 16

Valores de Peso por Unidad de Área del Diafragma

| Ps | |
|--|-------------------------|
| Tipo | Valor |
| Aligerados | 0,30 ton/m ² |
| Diafragmas Abovedados con promedio de e=0,40 | 0,70 ton/m ² |
| Otros Diafragmas Horizontales | Siguiente Tabla |

Elaborado por: el autor

Tabla 17*Diafragma Tipo, Utilizado para el Coeficiente Ps*

| Descripción del forjado. | Peso (kg/cm ²) | |
|--|----------------------------|----------|
| | Rango | Promedio |
| 1.Viguetas de madera y entarimado. | 40-70 | 55 |
| 2.Viguetas de madera y bovedillas de yeso. | 100-160 | 130 |
| 3.Viguetas de madera y tablero de ladrillo. | 60-140 | 100 |
| 4.Viguetas metálicas y mortero ligero. | 160-390 | 275 |
| 5.Viguetas metálicas y mortero ligero. | 160-390 | 275 |
| 6.Viguetas de concreto y bovedillas de ladrillo. | 180-290 | 235 |
| 7. Viguetas de concreto y bloques huecos. | 190-480 | 335 |
| 8.Losa de concreto armado. | 190-480 | 335 |
| 9.Losa aligerada de concreto armado. | 200-320 | 260 |
| 10.Losa de cerámica armada. | 150-240 | 195 |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

– Valores de Pc:

Tabla 18*Valores de Peso por Unidad de Cubierta*

| Pc | |
|--------------|--------------------------|
| Tipo | Valor |
| Teja y Barro | 0,16 ton/m ² |
| Calamina | 0,025 ton/m ² |
| Zinc | 0,01 ton/m ² |
| Eternit | 0,03 ton/m ² |

Elaborado por: el autor

Para el valor del área de cubierta se considerará 10% más del área construida, por aleros y pendientes que cuentan las viviendas de la zona de estudio, es importante recalcar que solo se incrementara para las edificaciones con pendientes.

Cuarto, se calculará el coeficiente sísmico resistente CSR el cual es resistido por la estructura, como cortante horizontal en la dirección más desfavorable.

$$CSR = VR/W$$

Quinto, se calculará el coeficiente sísmico exigido CSE, el cual será el valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado, como menciona la norma E.030 del RNE.

Para adobe se usará la norma E.080 del RNE.

$$CSE = SUC$$

Para albañilería se usará la norma E.030 del RNE.

$$CSE = ZUSC/R$$

Finalmente, se calculará la demanda de ductilidad DD como la relación:

$$DD = CSE/CSR$$

Teniendo los datos calculados se podrá clasificar de la siguiente manera:

Tabla 19

Clases para el Parámetro 03 de las Viviendas de Adobe y Albañilería

| Adobe y Albañilería | |
|----------------------------|------------------|
| A | DD < 0.50 |
| B | 0.50 ≤ DD < 1.00 |
| C | 1.00 ≤ DD < 1.50 |
| D | 1.50 ≤ DD |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

d) **Parámetro 04: Posición del Edificio y Cimentación**

El cuarto parámetro busca evaluar por intermedio de un reconocimiento visual la influencia del terreno y cimentación en el comportamiento sísmico de la edificación. Para ello se tomará en cuenta la consistencia y pendiente del terreno, ubicación de la cimentación a diferente cota y presencia de empuje no equilibrado por el terraplén.

Tabla 20

Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Adobe

| Adobe | |
|--------------|--|
| A | Edificaciones de adobe cimentadas según la NTE E.080, sin presencia de humedad ni sales. |
| B | Edificaciones de adobe cimentadas según la NTE E.080, con presencia de humedad y/o sales. |
| C | Edificaciones de adobe cimentadas sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, además de presencia de humedad y/o sales. |
| D | Edificaciones de adobe cimentadas sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, presencia de humedad y/o sales; con estado de conservación deteriorada. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 21

Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Albañilería

| Albañilería | |
|--------------------|--|
| A | Edificación cimentada sobre suelo rígido y según la NTE E.070, sin presencia de humedad o sales. |
| B | Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible, según la NTE E.070, sin presencia de humedad y sales. |
| C | Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible, según la NTE E.070, con presencia de humedad y/o sales. |
| D | Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica. Presencia de humedad y/o sales. Estado de conservación deteriorado. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 22*Clases para el Parámetro 04 de las Viviendas de Concreto Armado*

| Concreto Armado | |
|------------------------|--|
| A | Edificación cimentada sobre suelo rígido, intermedio o flexible, según la NTE E.030. |
| B | Edificación cimentada sobre suelo rígido, intermedio o flexible, según la NTE E.030. Presencia de humedad y/o sales. |
| C | Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica. Presencia de sales y/o humedad. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

e) Parámetro 05: Diafragmas Horizontales

El quinto parámetro busca determinar la calidad de diafragmas ya que tiene notable importancia para garantizar funcionamientos correctos de elementos verticales resistentes, para asegurar que estos transmitan cargas verticales que soporta la edificación y cargas laterales provocadas por los sismos, logrando que los elementos verticales tengan una proporción a su rigidez y luego a la cimentación.

En caso existiera deficiencias en conexiones, estas provocarían inestabilidad global de la estructura, los diafragmas horizontales perderían su capacidad de arriostrar muros, aumentando la longitud de pandeo en paneles y así debilitando drásticamente su capacidad de recibir cargas, lo que provocaría el colapso de la edificación.

Tabla 23*Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Adobe*

| Adobe | |
|--------------|--|
| A | Edificación con diafragma compuesto de una losa aligerada, apoyada sobre vigas de concreto armado. |
| B | Edificación con techo compuesto de caña y vigas de madera en buen estado. |
| C | Edificación con techo compuesto de caña y vigas de madera en estado deflactado. |
| D | Edificación sin diafragma. Cubierta de Eternit. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 24*Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Albañilería*

| Albañilería | |
|--------------------|--|
| | Edificaciones con diafragma compuesto de una losa aligerada o maciza que satisfacen las siguientes condiciones: |
| A | 1. Ausencia de planos a desnivel. 2. Deformación del diafragma despreciable (ideal del concreto armado). 3. Conexión eficaz entre diafragma y muro (presencia de vigas). |
| B | Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A. |
| C | Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A. |
| D | Edificación que no cumple con ninguna de las condiciones de la clase A. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 25*Clases para el Parámetro 05 de las Viviendas de Concreto Armado*

| Concreto Armado | |
|------------------------|--|
| | Edificaciones con diafragma compuesto de una losa aligerada o maciza, que satisfacen las siguientes condiciones: |
| A | 1. Ausencia de planos a desnivel. 2. Deformación del diafragma despreciable (ideal del concreto armado). 3. Conexión eficaz entre diafragma y columna/muro (presencia de vigas). |
| B | Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A. |
| C | Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

f) Parámetro 06: Configuración en Planta

El sexto parámetro busca determinar el comportamiento sísmico de la edificación ya que depende de la posición en planta de este mismo. En caso de edificaciones rectangulares la relación será:

$$b_1 = a/L$$

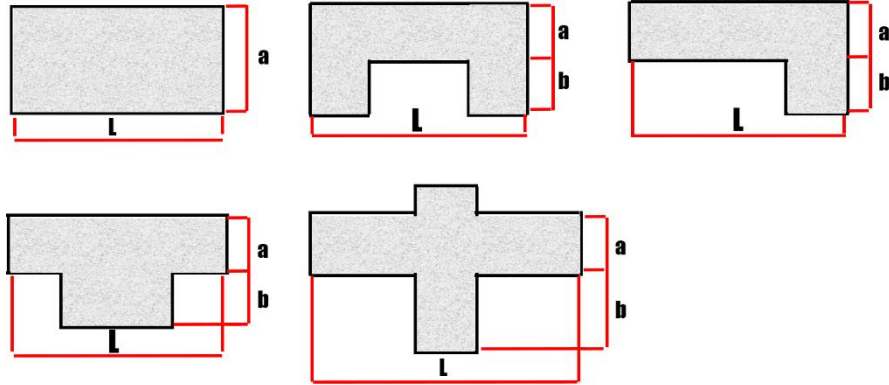
Es importante tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la siguiente relación:

$$b_2 = b/L$$

Esto se explica en la figura 8 tomando en cuenta que se debe evaluar siempre el caso más desfavorable.

Figura 14

Configuración en Planta de la Estructura



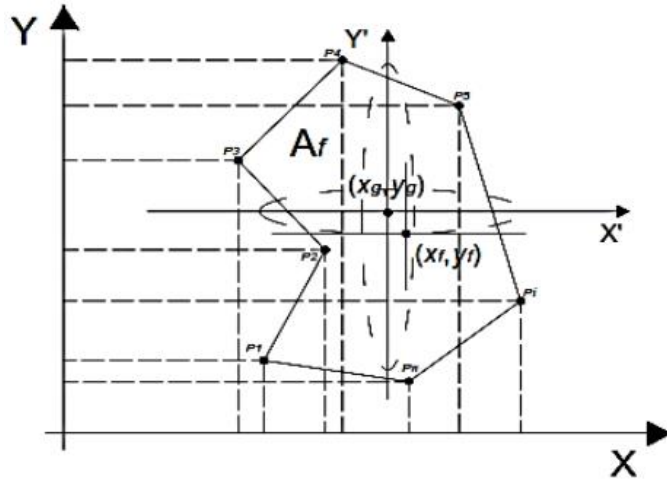
Elaborado por: el autor

El método evaluó la simetría en planta de las edificaciones, planteando valores altos del parámetro cuando las dimensiones en planta sean semejantes a secciones con formas cuadradas, sin protuberancias adicionales que pueden provocar inconvenientes de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en esquinas como también en elementos más alejados de los centros de gravedad y rigidez.

La implementación del parámetro dentro de un sistema de información geográfica impide evaluar según la metodología actual, por lo cual obliga a desarrollar un método alternativo en algunos casos como veremos a continuación.

Figura 15

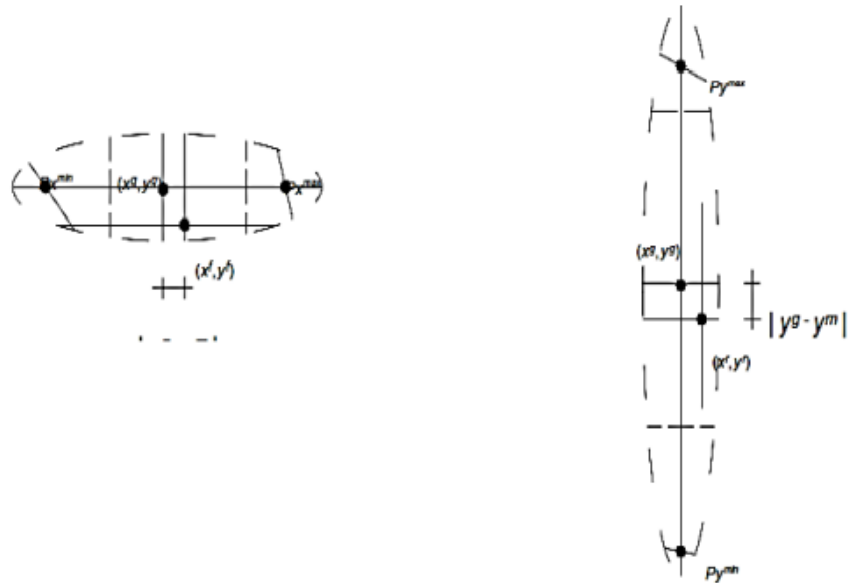
Forma General de Una Planta Considerada para el Cálculo del Parámetro 06



Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Figura 16

Ampliación de las Zonas Próximas al Centroide



Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Sean P_1, P_2, P_i, P_n los puntos de la forma geométrica mostrada previamente correspondientes a las coordenadas (x, y) que definen la planta de cada edificio, se puede obtener el centroide o centro de gravedad (X_g, Y_g) de las siguientes ecuaciones:

$$Xg = \frac{\sum_{i=1}^n Ai * Xi}{\sum_{i=1}^n Ai}$$

$$Yg = \frac{\sum_{i=1}^n Ai * Yi}{\sum_{i=1}^n Ai}$$

Donde:

Ai: Áreas parciales auxiliares

Además, se calcula un valor medio de los puntos más alejados de la figura, cruzando una línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad, en donde Xmin, Xmax, Ymin, Ymax corresponden a los puntos P_{Xmin}, P_{Xmax}, P_{Ymin}, P_{Ymax}, respectivamente.

$$Xm = \frac{P_{Xmin} + P_{Xmax}}{2}$$

$$Ym = \frac{P_{Ymin} + P_{Ymax}}{2}$$

Una vez calculado los valores Xm e Ym se reemplazan en las siguientes ecuaciones para obtener valores de regularidad en direcciones X e Y de la estructura.

$$IRx = \frac{|Xg - Xm|}{\frac{1}{2}|Xmax - Xmin|}$$

$$IRy = \frac{|Yg - Ym|}{\frac{1}{2}|Ymax - Ymin|}$$

$$IR = \max (IRx, IRy)$$

Tabla 26

Clases para el Parámetro 06 de las Viviendas de Adobe y Albañilería

| Adobe y Albañilería | |
|----------------------------|----------------|
| A | IR ≤ 0.1 |
| B | 0.1 < IR ≤ 0.5 |
| C | 0.5 < IR ≤ 1.0 |
| D | IR > 1.0 |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 27

Clases para el Parámetro 06 de las Viviendas de Concreto Armado

| Concreto Armado | |
|------------------------|-----------------------|
| A | $IR \leq 0.25$ |
| B | $0.25 < IR \leq 0.75$ |
| C | $IR > 0.75$ |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

g) **Parámetro 07: Configuración en Elevación**

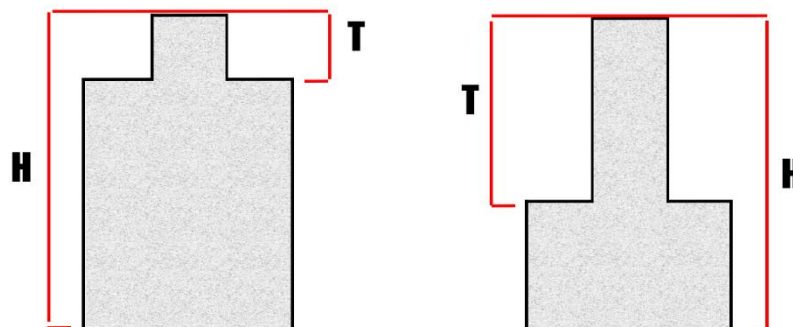
El séptimo parámetro busca determinar la primordial causa de irregularidad ya sea por presencia de pórticos o torretas. Los pórticos se describen como relación porcentual entre área de la planta y superficie total del piso. Además, la presencia de torretas se describe como la relación altura y masa significativa respecto al restante en la edificación. Para evaluar este parámetro en edificaciones de adobe y albañilería se registrarán la variación de masa en porcentaje $\pm DA/A$ entre dos pisos sucesivos.

En caso de edificaciones de concreto armado se considerarán las dimensiones H y T cuya relación $(H - T)$ que es la altura mínima y (H) que es la altura máxima de la edificación se obtiene RL.

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

Figura 17

Configuración en Elevación de la Estructura



Elaborado por: el autor

Tabla 28*Clases para el Parámetro 07 de las Viviendas de Adobe y Albañilería*

| Adobe y Albañilería | |
|----------------------------|--|
| A | Edificio con $\pm \Delta DA/A \leq 10\%$ |
| B | Edificio con $10\% < \pm \Delta DA/A \leq 20\%$ |
| C | Edificio con $20\% < \pm \Delta DA/A < 50\%$. Presencia discontinuidad en los sistemas estructurales. |
| D | Edificio con $\pm \Delta DA/A \geq 50\%$. Presenta irregularidades de piso blando. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 29*Clases para el Parámetro 07 de las Viviendas de Concreto Armado*

| Concreto Armado | |
|------------------------|---|
| A | $RL > 0.66$ |
| B | $0.33 < RL \leq 0.66$ |
| C | $IR \leq 0.33$. Presenta irregularidades de piso blando. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

h) Parámetro 08: Distancia Máxima entre los Muros

El octavo parámetro tiene en cuenta para edificaciones de mampostería la presencia de muros maestros interceptados por muros transversales ubicados a una distancia excesiva entre ellos. Por lo cual reportará el factor L/S , donde L es espaciamiento de muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando el caso más desfavorable.

En caso de las edificaciones de concreto armado analizará el tipo de conexión entre elementos críticos, destacando la importancia que tiene las uniones vigas columna o losa columnas, sin embargo, se recurrirá al parámetro de asistencia técnica de un profesional responsable debido a que no se encuentra la base de datos y es complicado obtenerla.

Tabla 30*Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Adobe*

| Adobe | |
|--------------|-----------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 4.7$ |
| B | Edificio con $4.7 \leq L/S < 5.6$ |
| C | Edificio con $5.6 \leq L/S < 7.8$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 5.6$ |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 31*Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Albañilería*

| Albañilería | |
|--------------------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 32*Clases para el Parámetro 08 de las Viviendas de Concreto Armado*

| Concreto Armado | |
|------------------------|--|
| A | Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica. |
| B | Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica. |
| C | Sin asesoría técnica. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

i) Parámetro 09: Tipo de Cubierta

El noveno parámetro debe tener en cuenta para su cálculo la capacidad del techo, tipología, conexión, peso y su resistencia ante una fuerza sísmica.

Tabla 33*Clases para el Parámetro 09 de las Viviendas de Adobe y Albañilería*

| Adobe y Albañilería | |
|----------------------------|---|
| A | Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana. |
| B | Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones. |
| C | Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones. |
| D | Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 34

Clases para el Parámetro 09 de las Viviendas de Concreto Armado

| Concreto Armado | |
|------------------------|---|
| A | Cubierta debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana. |
| B | Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones. |
| C | Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

j) Parámetro 10: Elementos No Estructurales

Este parámetro debe tener en cuenta la presencia de cornisas, parapetos y elementos no estructurales que pueda causar daños a las personas o cosas.

Tabla 35

Clases para el Parámetro 10 de las Viviendas de Adobe y Albañilería

| Adobe y Albañilería | |
|----------------------------|--|
| A | Edificación que no contenga elementos no estructurales o estén correctamente conectados al sistema resistente. |
| B | Edificación con balcones, parapetos, tanques de agua, u otro elemento no estructural aceptablemente conectadas al sistema resistente. |
| C | Edificación con balcones, parapetos, tanques de agua, u otro elemento no estructural mal conectado al sistema resistente o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | Edificación que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo mal conectado a la estructura junto con parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 36

Clases para el Parámetro 10 de las Viviendas de Concreto Armado

| Concreto Armado | |
|------------------------|--|
| A | Que cumplan con la clase A de mampostería. |
| B | Que cumplan con la clase B de mampostería. |
| C | Que cumplan con la clase C o D de mampostería. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

k) **Parámetro 11: Estado de Conservación**

Finalmente, el ultimo parámetro comprueba el estado de los muros para ver si se encuentran deteriorados, así como posibles irregularidades como consecuencia de un mal proceso constructivo. Adicionalmente, la edad de edificación influirá debido al estado de conservación en relación con la antigüedad de la vivienda, ya que por el paso de los años las edificaciones pierden capacidad de resistencia.

Tabla 37

Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Adobe

| Adobe | |
|--------------|--|
| A | Edificación en buenas condiciones, sin fisura alguna. |
| B | Edificación sin fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados. |
| C | Edificación con fisuras y además cuyos componentes estructurales están deteriorados. |
| D | Muros con fuerte deterioro en sus componentes, existe presencia de agrietamientos producto de fallas por flexión, por momento y corte. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 38

Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Albañilería

| Albañilería | |
|--------------------|--|
| A | Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles. |
| B | Muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras, menores a dos milímetros (2.0 mm). |
| C | Edificación con fisuras y además cuyos componentes estructurales están deteriorados. |
| D | Muros con fuerte deterioro en sus componentes, existe presencia de agrietamientos producto de fallas por flexión, por momento y corte. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

Tabla 39

Clases para el Parámetro 11 de las Viviendas de Concreto Armado

| Concreto Armado | |
|------------------------|-----------------------------|
| A | Buen estado. |
| B | Ligeramente dañado. |
| C | Mal estado de conservación. |

Fuente: Wong Rafael, K. & Wong Rafael, W., 2021

2.2.7.8.4. Normalización del Índice de Vulnerabilidad

Terminado la evaluación del I_v en todas las edificaciones, se toma en cuenta que los valores para edificaciones de mampostería son 0 a 382,5 y para edificaciones de concreto armado son 0 a 94,12.

Luego con la ayuda de estos valores, procedemos a normalizar el índice de vulnerabilidad (I_{vn}) el cual da como resultado un rango del 0 al 100 y así poder clasificar las edificaciones según su nivel de vulnerabilidad correspondiente.

Vulnerabilidad Baja: $0 \leq I_{vn} < 20$

Vulnerabilidad Media: $20 \leq I_{vn} < 40$

Vulnerabilidad Alta: $40 \leq I_{vn} \leq 100$

2.3. Definición de Términos Básicos

- Desastres Naturales: Se puede definir como desastre natural a la pérdida de recursos y vidas del ser humano provocadas por fenómenos naturales como terremotos, tsunamis, huracanes, entre otros.
- Placas Tectónicas: Se puede definir como una placa tectónica a las planchas de rocas sólidas que conforman la litosfera hallada sobre la astenosfera, las cuales están debajo del manto de la Tierra.
- Cinturón de Fuego del Pacífico: El cinturón de fuego del Pacífico o conocido también como anillo de fuego del Pacífico está conformada por las más importantes placas tectónicas que registra una intensa actividad sísmica y volcánica que rodea gran parte de los continentes América, Asia y Oceanía.
- Escala de Richter: Escala logarítmica arbitraria que permite medir energía liberada de la tierra ante sismos.
- Viviendas Vulnerables: También conocidas como vulnerabilidad social, se refiere a las condiciones de vida de una población referentes a sus viviendas.

- Patrimonio Cultural: Herencia cultural de un país de las comunidades que antes habitaban en dichas zonas y que se mantienen hasta la actualidad, las cuales deben ser cuidadas para medir el pasado con la actualidad y las futuras generaciones.
- Arriostre: Elemento estructural que sirve para estabilizar o rigidizar la estructura limitando o impidiendo parcialmente los desplazamientos y/o deformaciones de esta.
- Trabazón: Recurso constructivo empleado para conseguir un buen enlace del conjunto de adoquines, para así evitar la separación de las piezas que se encuentran bajo cargas excesivas o que no se encuentran previstas formadas por el pavimento.
- Diafragmas: Estructura que tiene como función amarrar los muros de la construcción para así formar un conjunto como por ejemplo una cubierta, entrepiso o losa que cumplan con las condiciones de diafragmas.
- Cubierta: Elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Aunque el conjunto de ambas cosas, cubierta y estructura tiene un nombre más específico: techumbre.
- Piso Blando: Planta cuya rigidez lateral es inferior a la de las plantas superiores.
- Viga Cumbreira: Viga empleada para sostener los extremos superiores de los cabios en una armadura de cubierta.
- Cornisas: Parte superior y más saliente de una fachada de las edificaciones. Su función principal es evitar que el agua de lluvia incida directamente sobre el muro o deslice por el mismo.
- Parapetos: Elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza, aunque también puede encontrarse en otro lugar que presente desniveles entre diferentes planos.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis Principal

- La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en el sector 25 del distrito del Rímac.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en el sector 25 del distrito del Rímac.
- La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac.
- La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Enfoque de Investigación

El enfoque de investigación que presenta el siguiente tema de estudio será un enfoque mixto ya que buscará comprobar la hipótesis establecida, al igual que los objetivos trazados a través de técnicas de recolección de datos estandarizados y estadísticas, como también por medio de descripciones y observaciones. (Hernández, et al., 2014)

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para el presente trabajo contará con una investigación aplicada, ya que cuenta con propósitos definidos prácticos en el estudio del nivel de la vulnerabilidad sísmica con el fin de actuar y producir cambios en la zona de estudio para evitar tragedias. (Hernández, et al., 2014)

3.1.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación será descriptivo, ya que buscará medir, evaluar y recolectar datos sobre las variables de estudio, como será los campos del método de Benedetti-Petrini y el nivel de

vulnerabilidad sísmica que estos proporcionen, mas no buscará en como estas variables se relacionan. (Hernández, et al., 2014)

3.1.4. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación para el trabajo contará con un diseño no experimental, debido a que no se podrá manipular la variable independiente para visualizar efecto sobre la variable dependiente, sino observar su naturaleza y así poder analizarlo. Este diseño se basa en un diseño transversal debido a que es descriptivo y correlacional, recolectando datos en un tiempo único y establecido. (Hernández, et al., 2014)

3.2. Definición Conceptual de las Variables

3.2.1. Variable Independiente

- Método de Benedetti-Petrini: El método de Benedetti-Petrini es un método uniparamétrico de primer orden que se comprende por 11 parámetros los cuales están divididos para tres tipologías de edificaciones como son las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, que determinaran la vulnerabilidad sísmica en el lugar de estudio.

3.2.2. Variable Dependiente

- Vulnerabilidad Sísmica: La vulnerabilidad sísmica es una característica del comportamiento de un sismo hacia una edificación, estudiando el daño que pueda ocasionar dicho suceso. La vulnerabilidad sísmica se divide en 3 niveles de vulnerabilidad las cuales se determinarán gracias a los cálculos de los diferentes métodos, para así comprobar en qué situación se encuentra la edificación ante un posible sismo.

3.3. Definición Operacional de las Variables

3.3.1. Variable Independiente

- Método de Benedetti-Petrini: Calculará vulnerabilidad de las edificaciones con ayuda de los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini evaluando

las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, para así determinar el índice de vulnerabilidad sísmica.

3.3.2. Variable Dependiente

- Vulnerabilidad Sísmica: El nivel de vulnerabilidad sísmica será determinado con la ayuda del método de Benedetti-Petrini que dará la categoría de cada parámetro de las edificaciones, el cual determinará el índice de vulnerabilidad global para finalmente obtener el índice de vulnerabilidad normalizado y así identificar si la edificación tiene una vulnerabilidad alta, media o baja.

3.4. Operacionalización de Variables

Tabla 40

Operacionalización de Variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|-----------------------------|---|--|----------------------------------|---|
| Método de Benedetti-Petrini | El método de Benedetti-Petrini es un método uniparamétrico de primer orden que se comprende por 11 parámetros los cuales están divididos para tres tipologías de edificaciones como son las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, que determinara la vulnerabilidad sísmica en el lugar de estudio. | Se calculará el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones con la ayuda de los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini evaluando las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, para así determinar el índice de vulnerabilidad sísmica. | Edificaciones de Adobe | Los 11 parámetros del Método de Benedetti-Petrini |
| | | | Edificaciones de Albañilería | Los 11 parámetros del Método de Benedetti-Petrini |
| | | | Edificaciones de Concreto Armado | Los 11 parámetros del Método de Benedetti-Petrini |
| Vulnerabilidad Sísmica | La vulnerabilidad sísmica es una característica del comportamiento de un sismo hacia una edificación, estudiando el daño que pueda ocasionar dicho suceso. La vulnerabilidad sísmica se divide en 3 niveles de vulnerabilidad las cuales se determinan gracias a los cálculos de los diferentes métodos, para así comprobar en qué situación se encuentra la edificación ante un posible sismo. | El nivel de vulnerabilidad sísmica será determinado con la ayuda del método de Benedetti-Petrini que nos dará la categoría de cada parámetro de las edificaciones, el cual determinara el índice de vulnerabilidad global para finalmente obtener el índice de vulnerabilidad normalizado y así identificar si la edificación tiene una vulnerabilidad alta, media o baja. | Vulnerabilidad Alta | Método de Benedetti-Petrini |
| | | | Vulnerabilidad Media | |
| | | | Vulnerabilidad Baja | |

Elaborado por: el autor

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

La población para el presente estudio será de 25 manzanas, las cuales tienen en total 448 edificaciones lotizadas según el plano de lotización y el plano catastral de la Municipalidad del Rímac con una tipología de Adobe y Albañilería ubicadas en el sector 25 en el Distrito del Rímac.

Gracias a un estudio de identificación se pudo obtener que, de las 448 edificaciones lotizadas, 243 edificaciones son de Adobe, 205 edificaciones de Albañilería y 0 edificaciones de Concreto Armado.

En la siguiente tabla se mostrará las coordenadas de la zona.

Figura 18

Área de Población para Analizar



Fuente: Google LLC, 2020

Tabla 41*Coordenadas del Área a Analizar*

| NUM | ESTE | NORTE | PUNTO | TIPO | OBSER |
|-----|--------|---------|-------|-----------|-----------------|
| 1 | 278757 | 8668331 | NO | Población | Vert. Sup. Izq. |
| 2 | 278616 | 8668111 | SO | Población | Vert. Inf. Izq. |
| 3 | 279524 | 8668167 | NE | Población | Vert. Sup. Der. |
| 4 | 279476 | 8667968 | SE | Población | Vert. Inf. Der. |

Elaborado por: el autor

3.5.2. Muestra

La muestra para el presente estudio se determinó utilizando la siguiente fórmula que considera tamaño de población, nivel de confianza redondeado y margen de error.

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

Donde:

N: Tamaño de la Población.

La población es el número completo de individuos con características a fines, que conforman los participantes de la investigación, en este caso nuestra población es igual a 447 edificaciones de adobe y albañilería del sector 25 del Distrito del Rímac, ya que una de las edificaciones no pertenece a la categoría de estudio.

n: Tamaño de la Muestra.

p: Proporción aproximada del fenómeno en estudio. $p = 20\% = 0.20$.

q: Proporción de la población de referencia que no representa el fenómeno en estudio

$$(1 - p). q = 1 - 0.20 = 80\% = 0.80.$$

E: Margen o posibilidad de error.

Es la diferencia que se da entre los resultados obtenidos en la muestra y los que hubieran obtenido si la ficha de encuesta fuera aplicada a toda la población. Se usó el $10\% = 0.10$.

Z: Nivel de confianza.

Para el valor de Z se consideró los siguientes niveles de certeza que ofrecen los resultados expuestos:

$$97.5\% = 2.24$$

$$95\% = 1.96$$

$$90\% = 1.83$$

$$85\% = 1.44$$

$$80\% = 1.28$$

$$75\% = 1.15$$

Para esta investigación nuestro Z tendrá un nivel de confianza del 90% a lo que le correspondería el valor de 1.83.

$$n = \frac{1.83^2(0.2)(0.8)(447)}{1.83^2(0.2)(0.8) + 0.1^2(447 - 1)}$$
$$n = 47.94 = 48$$

El valor de n obtenido es el tamaño muestral, indicando que mínimo 48 edificaciones de Adobe, Albañilería o Concreto Armado formaran parte de la población de estudio.

3.5.2.1. Tipo de Muestreo

Luego de calcular el tamaño de muestra se procederá a usar tipo de muestreo probabilístico estratificado proporcional, debido a los elementos de la población tendrán posibilidad de ser escogidos y estar divididos en subgrupos de acuerdo con su tipología.

Para la selección proporcional de muestra se usará la siguiente formula:

$$ne = \frac{Ne * n}{N}$$

Donde:

Ne: Total de pobladores por estrato.

n: Tamaño total de la muestra de la población.

N: Tamaño de la población, total de pobladores.

Tabla 42

Representación de la Muestra Estratificada Proporcional

| Estratos de la población según su tipología. | Tamaño de la población de cada estrato. | Determinación del tamaño de los estratos muestrales. | Estratos de la muestra. |
|--|---|--|-------------------------|
| Adobe | 239 | $(239*48)/447$ | 26 |
| Albañilería | 208 | $(208*48)/447$ | 22 |
| Concreto Armado | 0 | $(0*48)/447$ | 0 |
| Total | 447 | | 48 |

Elaborado por: el autor

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Técnicas

- Análisis de Documentación: Esta técnica se basará en revisar fuentes de investigación como tesis, informes, textos, etc. que ayuden a la presente tesis con una investigación de calidad recolectando información de datos del cálculo de vulnerabilidad sísmica de la zona.
- Observación: Se recolectará datos de las bases de información que ayudaran a determinar características de las edificaciones mencionadas en zona de trabajo, para evaluarlo con el método de Benedetti-Petrini a través de sus 11 parámetros.

3.6.2. Instrumentos

- Se usarán fichas de recolección de datos propuesto por los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini como técnica de análisis.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Procesamiento de Datos

3.7.1. Técnicas

- Se usará como técnicas los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini, utilizando fichas de recolección de datos como también la observación para poder evaluar a través de una suma ponderada de cada resultado el nivel de vulnerabilidad sísmica que puedan tener las edificaciones a estudiar.

3.7.2. Instrumentos

- Se usará el software de Microsoft Excel para poder elaborar las fichas de recolección de datos como los cálculos de los parámetros cuantificables a través de gráficos y estadísticas establecidas en el método de Benedetti-Petrini.
- Se usará el Sistema de Información Geográfica (GIS) para elaborar los mapas temáticos que ayuden a visualizar los niveles de vulnerabilidad de la zona de estudio.

3.8. Procedimiento

Dentro del desarrollo de la investigación se tuvo que dar uso a la evaluación de los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini, tomando muestras de edificaciones en el sector 25 del Distrito del Rímac a través de la observación y estadística para tener un mayor alcance de la vulnerabilidad sísmica de la zona y así determinar qué tan vulnerable son las edificaciones informales, antiguas y patrimoniales.

Finalmente, con los datos obtenidos de cada parámetro por edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado se realizaron mapas temáticos en el software ArcGIS para identificar las edificaciones más vulnerables del sector 25 del Distrito del Rímac.

CAPÍTULO IV DESARROLLO

4.1. Cadena de Valor

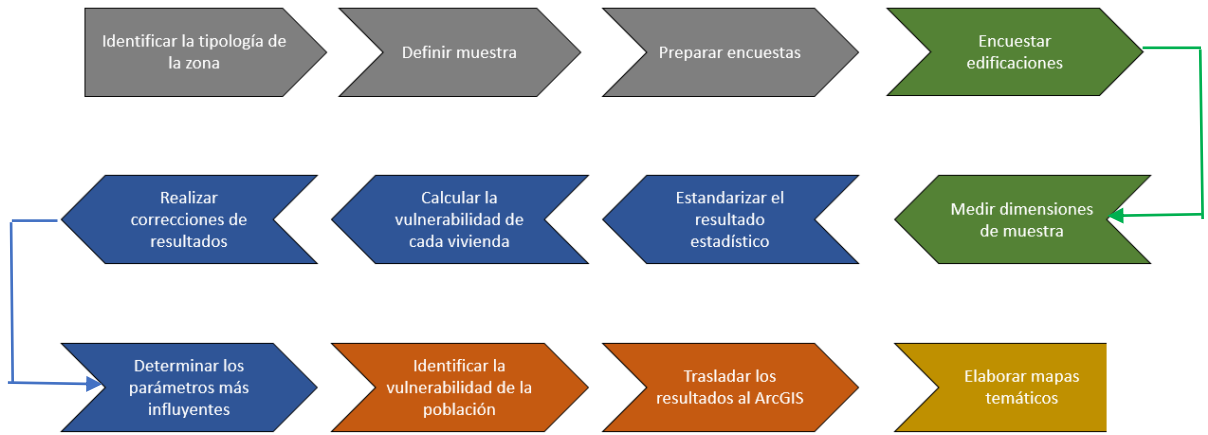
Para desarrollar la investigación, primero se tuvo que identificar la tipología de edificaciones de la zona para así poder definir la muestra correspondiente según cada tipología, luego se preparó encuestas en base a la metodología de Benedetti-Petrini para posteriormente encuestar la muestra de estudio ya definida.

En campo, utilizando la observación y la medición se obtuvo la información necesaria para determinar cada parámetro utilizando las muestras medidas para estandarizar un resultado en base a la estadística y así obtener un valor global para la evaluación de toda la zona, posteriormente se realizó correcciones de ciertos resultados con la ayuda del software AutoCAD, determinando los parámetros más influyentes en la población total.

Finalmente, obtenido el resultado de parámetros más influyentes se procedió a identificar la vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio, trasladando los resultados al software ArcGIS y culminar con el valor agregado de la investigación al elaborar mapas temáticos que ayuden a identificar las viviendas con mayor vulnerabilidad sísmica.

Figura 19

Cadena de Valor



Elaborado por: el autor

4.2. Cronograma de Actividades

Tabla 43

Cronograma de Actividades

| Cronograma de Actividades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|----|----|----|---------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|------|----|----|----|-------|----|----|----|--|
| Actividades | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | |
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | |
| Elaboración de la investigación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recolección de datos iniciales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comparación bibliografía de la investigación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación de la investigación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de fichas de recolección de datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asesoría de expertos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aplicación de las fichas de recolección de datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de informe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaborado por: el autor

4.3. Presupuesto

Tabla 44

Presupuesto de Proyecto de Investigación

| Presupuesto | | | | | |
|-------------|------------------------------|---------|--------------|--------------|-------------------|
| Item | Descripción | Und | Cantidad | Precio (S/.) | Parcial |
| 1 | Materiales de Oficina | | | | S/457,30 |
| 1.1 | Corrector | Und | 3 | S/2,90 | S/8,70 |
| 1.2 | Lapiceros | Caja | 1 | S/25,00 | S/25,00 |
| 1.3 | Papel Bond A4 (80 Hojas) | Paquete | 4 | S/12,90 | S/51,60 |
| 1.4 | Folder A4 | Und | 10 | S/6,00 | S/60,00 |
| 1.5 | CD | Paquete | 1 | S/12,00 | S/12,00 |
| 1.6 | Impresión | Und | 400 | S/0,40 | S/160,00 |
| 1.7 | Empastado | Paquete | 1 | S/140,00 | S/140,00 |
| 2 | Materiales de Trabajo | | | | S/226,90 |
| 2.1 | Mascarillas | Und | 20 | S/1,00 | S/20,00 |
| 2.2 | Protector Facial | Und | 7 | S/3,00 | S/21,00 |
| 2.3 | Polo de Trabajo | Und | 7 | S/19,00 | S/133,00 |
| 2.4 | Recipiente de Alcohol | Und | 7 | S/2,00 | S/14,00 |
| 2.5 | Alcohol 1LT | Und | 1 | S/13,90 | S/13,90 |
| 2.6 | Wincha | Und | 5 | S/5,00 | S/25,00 |
| 3 | Materiales de Apoyo | | | | S/17,00 |
| 3.1 | CD's Planos | Und | 2 | S/8,50 | S/17,00 |
| 4 | Servicios | | | | S/1.041,00 |
| 4.1 | Internet | Plan | 6 | S/120,00 | S/720,00 |
| 4.3 | Movilidad | Und | 14 | S/20,00 | S/280,00 |
| 4.4 | Refrigerio | Paquete | 2 | S/20,50 | S/41,00 |
| 5 | Otros | | | | S/250,00 |
| | | | Total | | S/1.992,20 |

Elaborado por: el autor

4.4. Evaluación del Nivel de Vulnerabilidad

4.4.1. Parámetro 01: Tipo y Organización del Sistema Resistente

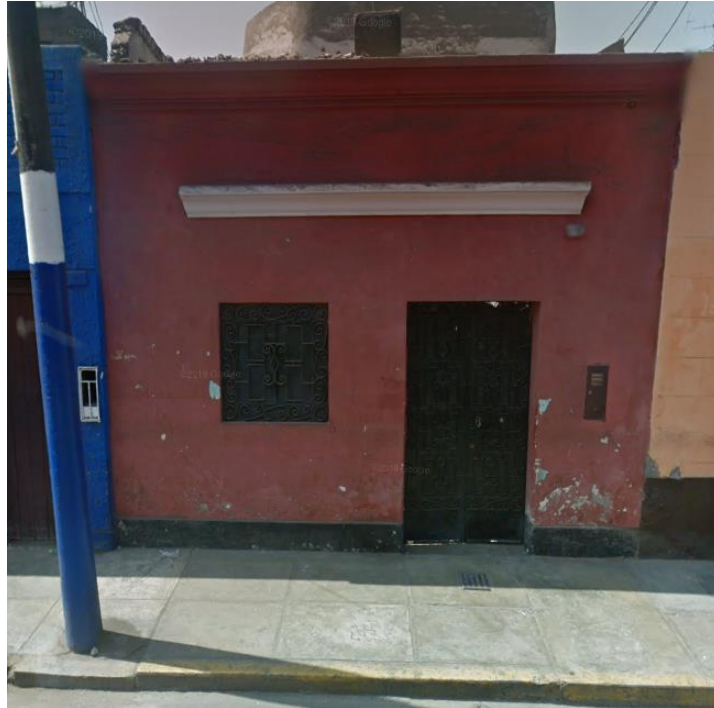
El presente parámetro verificó la conexión óptima entre los elementos resistentes ortogonales, el cual es muy importante para la seguridad de los habitantes, además se evaluó si cumplía con la norma E.030 del RNE en relación con la construcción o participación de profesionales capacitados.

En la siguiente figura se observa que esta edificación de adobe no cuenta con asesoría técnica, ya que no fue construido

por expertos profesionales, además que no cuenta con nuevas construcciones y/o reparaciones según la Norma E.030, tampoco cuenta con elementos de arriostre, sin embargo, cuenta con adecuada distribución de muros y regularidad, por lo tanto, la clase que corresponde es tipo C.

Figura 20

Edificación de Adobe con Buena Distribución de Muros (Mz. 32 Lt. 10)



Fuente: Google LLC, 2020

4.4.2. Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente

En el siguiente parámetro se verificó el tipo de calidad del material que se empleó, su correcto amarre entre unidades de mampostería, la homogeneidad y calidad del mortero según las especificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la siguiente figura se observa que la edificación de albañilería cuenta con muros de mampostería industrial y por lo observado se asume que tiene un mortero de buena calidad, sin embargo, no cuenta con una buena trabazón en la edificación lo que lo posiciona en la clase B.

Figura 21

Edificación de Albañilería con Mortero de Buena Calidad (Mz. 25 Lt. 2)



Fuente: Google LLC, 2020

4.4.3. Parámetro 03: Resistencia Convencional

En este parámetro se determinó la ductilidad DD para así poder deducir la clase perteneciente a la edificación de estudio.

Figura 22

Edificación de Adobe Ubicada en Jr. Pataz (Mz. 31 Lt. 36)



Fuente: Google LLC, 2020

4.4.3.1. Áreas Resistentes de los Muros en el Eje X e Y

Para poder determinar áreas totales resistentes de los muros se usó curva en función al área techada de nuestra muestra. La curva para las edificaciones de adobe en dirección al eje X e Y son:

$$Ax = 0,0261At + 37,221; Ay = 0,0991At + 43,559$$

Tabla 45

Áreas Resistentes de Muros en el Eje X e Y

| Ax | | | Ay | | |
|-------------------|---------------------|-------|-------------------|---------------------|-------|
| Area Techada (At) | Curva X | Ax | Area Techada (At) | Curva Y | Ay |
| 195 | $0,0261At + 37,221$ | 42,31 | 195 | $0,0991At + 43,559$ | 62,88 |

Elaborado por: el autor

4.4.3.2. Resistencia Cortante Menos Favorable (VR)

Para resistencia cortante menos favorable se consideró menor área de los muros resistentes entre el eje X e Y calculado líneas arriba. Para eso se usó la siguiente ecuación:

$$VR = \min(Ax; Ay) * v$$

Donde:

Ax : Área de muros en X (m²).

Ay : Área de muros en Y (m²).

v : Resistencia al corte de los muros.

En el caso de la resistencia al corte de los muros se consideró 5 tn/m² para las edificaciones de adobe y la mínima área de muros es en el eje X por lo cual se tomó 42,31 m².

$$VR = 42,31m^2 * \frac{5tn}{m^2} = 211,55tn$$

4.4.3.3. Peso de la Edificación (W)

Para determinar peso de la edificación (W) se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$W = (N * (Ax + Ay) * h * Pm) + (M * At) + (Ac * Pc)$$

Donde:

A_x : Área de muros en X (m^2).

A_y : Área de muros en Y (m^2).

N: Número de pisos.

h: Altura promedio de entrepiso (m).

P_m : Peso específico de la mampostería (tn/m^2).

M: Numero de diafragmas.

P_s : Peso de diafragmas (tn/m^2).

A_t : Área techada (m^2).

A_c : Área de cubierta (m^2).

P_c Peos de cubierta (tn/m^2).

Para reemplazar los siguientes valores se obtuvo en el ejemplo que las áreas de muro $A_x = 42,31 m^2$ y $A_y = 62,88 m^2$, el número de pisos (N) es igual a 1 debido a que la edificación es de un nivel, la altura promedio (h) es igual a 3,30 m, el peso específico de mampostería (P_m) para adobe es de $1,60 tn/m^3$, el número de diafragmas (M) es 0 ya que cuenta con cubierta, el peso de diafragma (P_s) es $0 tn/m^2$ al no contar con diafragmas, el área techada (A_t) del ejemplo es de $195,00 m^2$, el área cubierta (A_c) es $195,00 m^2$ y el peso de cubierta (P_c) al tener una cubierta de barro es de $0.16 tn/m^2$.

$$W = (1 * (42,31 + 62,88) * 3,30 * 1,60) + (0 * 195,00) + (195,00 * 0,16)$$

$$W = 586,60 tn$$

4.4.3.4. Coeficiente Sísmico Resistente (CSR)

Para determinar coeficiente sísmico resistente, el cual es el cortante horizontal en la dirección más desfavorable se aplicó la siguiente ecuación:

$$CSR = VR/W$$

Reemplazando los valores de la resistencia cortante menos favorable (VR) de 211,55 tn y el peso de la edificación (W) es de 586,60 tn.

$$CSR = \frac{211,55tn}{586,60tn} = 0,36$$

4.4.3.5. Coeficiente Sísmico Exigido (CSE)

Para determinar coeficiente sísmico exigido, el cual es el valor del espectro de aceleración de diseño para un periodo de vibración determinado.

$$CSE = SUC$$

Donde:

S: Factor de suelo.

U: Factor de uso.

C: Coeficiente sísmico.

Según la norma E.080 y E.030 del RNE, el factor suelo (S) será 1 al ser un tipo de suelo 1, factor de uso (U) será 1 por ser una edificación común (Tipo C) y el coeficiente sísmico (C) será 0.25 por encontrarse ubicado en Lima con una Zona Sísmica 4.

$$CSE = 1 * 1 * 0,25 = 0,25$$

4.4.3.6. Demanda de Ductilidad (DD)

Para determinar la demanda de ductilidad se usó la siguiente fórmula:

$$DD = CSE/CSR$$

Reemplazando los valores encontramos que coeficiente sísmico exigido (CSE) es 0,25 y coeficiente sísmico resistente (CSR) es 0,36.

$$DD = \frac{0,25}{0,36} = 0,69$$

Finalmente, el valor de demanda de ductilidad (DD) es 0,69 lo que indica que la edificación es de clase B.

4.4.4. Parámetro 04: Posición del Edificio y Cimentación

En este parámetro se evaluó características físicas que presenta el suelo donde la edificación fue cimentada, para ello se evaluó el tipo de suelo, presencia de sales, filtraciones y la conservación de la edificación. Adicionalmente, se tomó en cuenta si presentaba asesoría técnica.

En la siguiente figura se observa que la edificación de Albañilería no cuenta con presencia de sales y filtraciones, además no se encuentra deteriorado y el tipo de suelo es S1.

Sin embargo, la edificación no cuenta con asesoría técnica por lo cual la edificación es de clase C.

Figura 23

Edificación de Albañilería sin Presencia de Sales y Filtraciones (Mz. 41 Lt. 8)



Fuente: Google LLC, 2020

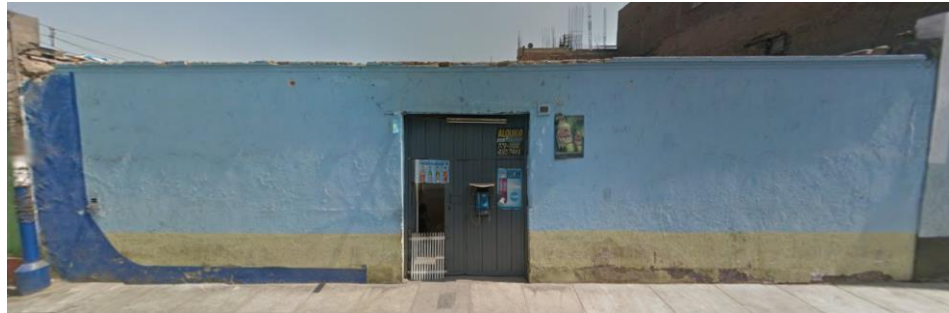
4.4.5. Parámetro 05: Diafragmas Horizontales

En este parámetro se verificó que los diafragmas horizontales ya sean losa con vigas de concreto armado o techo de caña con vigas de madera se encuentren conectados correctamente al sistema vertical para garantizar la correcta transmisión de cargas verticales que soporta a la edificación como las cargas horizontales producidos por los sismos que son transmitidos a los elementos verticales.

En la siguiente figura se observa que la edificación no cuenta ni con diafragma de losa con vigas de concreto, ni con techo de caña con vigas de madera. Por lo tanto, la edificación es de clase D.

Figura 24

Edificación de Adobe Ubicada en Jr. Pataz (Mz. 24 Lt. 19)



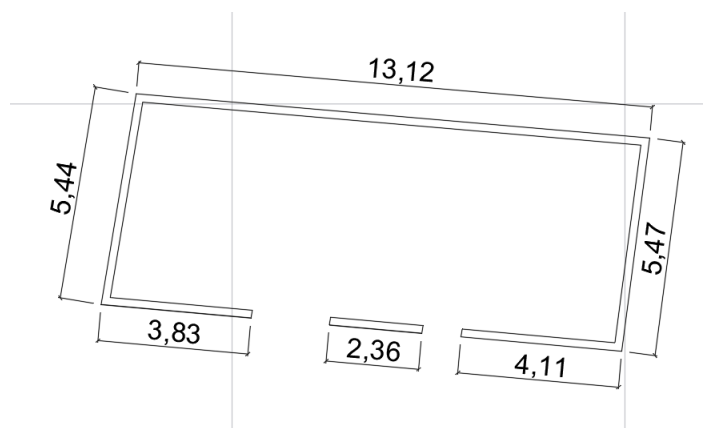
Fuente: Google LLC, 2020

4.4.6. Parámetro 06: Configuración en Planta

El siguiente parámetro verificó la simetría en planta de la edificación, considerando que si las secciones se asemejan a un cuadrado estas presentan una mejor resistencia ante un sismo. Por lo contrario, si las secciones son alargadas, estas provocarían torsión y concentraciones de esfuerzos en puntos alejados del centro de gravedad y rigidez.

Figura 25

Vivienda de Albañilería Ubicada en Calle Julián Pineiro (Mz. 40 Lt. 7)



Elaborado por: el autor

4.4.6.1. Determinar el Xmax, Ymax y Centro de Gravedad

Para determinar el Xmax e Ymax de la edificación se usó el software ArcGIS con la ayuda de su calculador de campo,

a través del idioma Python determinó que el Xmax es 13,96 e Ymax es 6,55, además calculo que el centro de gravedad en X es 6,975 y el centro de gravedad en Y es 3,28.

4.4.6.2. Determinar los Puntos Medios

Se calculó los valores medios en el eje X e Y, siendo estos puntos más alejados de la figura y usando la siguiente ecuación.

$$X_m = \frac{P_{x_{min}} + P_{x_{max}}}{2}$$

$$Y_m = \frac{P_{y_{min}} + P_{y_{max}}}{2}$$

Donde:

$P_{x_{min}}$: Punto mínimo (origen de coordenadas).

$P_{x_{max}}$: Punto máximo (mayor valor de X).

$P_{y_{min}}$: Punto mínimo (origen de coordenadas).

$P_{y_{max}}$: Punto máximo (mayor valor de Y).

Reemplazando los valores se obtiene:

$$X_m = \frac{0 + 13,96}{2} = \mathbf{6,98}$$

$$Y_m = \frac{0 + 6,55}{2} = \mathbf{3,28}$$

4.4.6.3. Regularidad IRx e IRy

Para calcular valores de regularidad en los ejes X e Y se utilizó las siguientes ecuaciones:

$$IRx = \frac{|Xg - Xm|}{1/2|Xmax - Xmin|}$$

Donde:

Xg : Centro de gravedad X

$$IRy = \frac{|Yg - Ym|}{1/2|Ymax - Ymin|}$$

Donde:

Yg : Centro de gravedad Y

Reemplazando los valores obtenidos inicialmente dará como resultado:

$$IRx = \frac{|6,975 - 6,98|}{1/2|13,96 - 0|} = 0$$

$$IRy = \frac{|3,28 - 3,28|}{1/2|6,55 - 0|} = 0$$

4.4.6.4. Valor Máximo IR

Para determinar el valor máximo de IR entre el IRx e IRy se tomó el valor máximo de los 2 datos de regularidad con la siguiente formula:

$$IR = \max (IRx; IRy)$$

Sin embargo, para esta edificación se observa que las 2 regularidades son iguales a 0, por lo tanto, nuestro máximo IR será 0 lo que da una clasificación tipo A.

4.4.7. Parámetro 07: Configuración en Elevación

Para determinar el parámetro se analizó variación de áreas entre 2 pisos sucesivos \pm DA/A para mampostería y RL para edificaciones de concreto armado.

La siguiente figura muestra una edificación de adobe de 2 niveles el cual no cuenta con piso blando, ni tiene una discontinuidad en el sistema resistente por lo que se clasifica con el tipo A.

Figura 26

Edificación de Adobe Sin Discontinuidades en el Sistema Resistente (Mz. 30 Lt. 9)



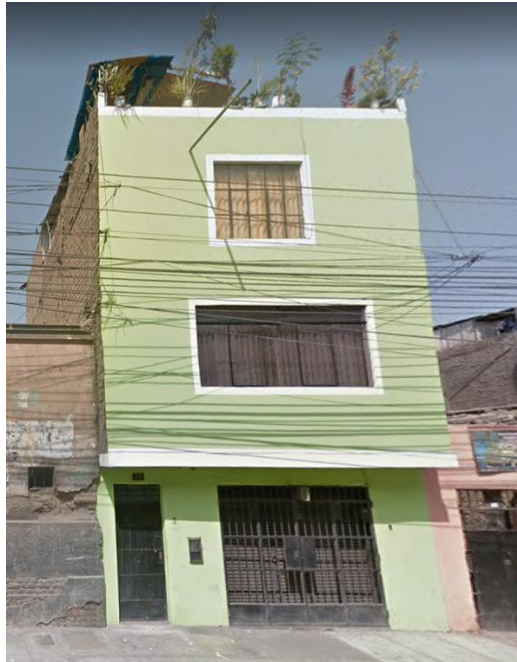
Fuente: Google LLC, 2020

4.4.8. Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros

Para determinar el siguiente parámetro se verificó separación de muros transversalmente (L) y el espesor del muro maestro (S) de nuestra muestra para obtener un promedio y así determinar nuestro factor L/S global.

Figura 27

Edificación de Albañilería Ubicada en Jr. Cajamarca (Mz. 23 Lt. 6)



Fuente: Google LLC, 2020

Para edificaciones de albañilería el promedio para la distancia de muros transversales (L) es 5,44 y el promedio para el espesor de muros maestros (S) es 0,297.

$$\frac{L}{S} = \frac{5,44}{0,297} = \mathbf{18,32}$$

Debido a que la distancia máxima es mayor que 18, la edificación tendrá una clasificación tipo C.

4.4.9. Parámetro 09: Tipo de Cubierta

Para determinar este parámetro se verificó características de cubierta, las cuales presenta buenas condiciones, conexiones adecuadas, estabilidad optima y es material liviano.

La siguiente figura presenta una edificación de adobe de un nivel, en esta se observa que cuenta con una cubierta estable,

en condiciones regulares, se encuentra conectada a los muros lo cual da como resultado una clase B.

Figura 28

Edificación de Adobe con Cubierta en Buenas Condiciones (Mz. 39 Lt. 1)



Fuente: Google LLC, 2020

4.4.10. Parámetro 10: Elementos No Estructurales

Para determinar este parámetro consideró el efecto de elementos no estructurales que no se encuentran dentro del sistema resistente, como cornisas, parapetos, tanques de agua prefabricados, balcones, volados y pequeños elementos que podrían causar grandes daños.

En la siguiente figura, tenemos una vivienda de albañilería con parapetos en buenas condiciones lo que corresponde una clase tipo A.

Figura 29

Edificación de Albañilería con Parapeto en Buena Condición (Mz. 26 Lt. 6)



Fuente: Google LLC, 2020

4.4.11. Parámetro 11: Estado de Conservación

Este parámetro verificó las irregularidades por un mal proceso constructivo, fisuras presentes, estado de conservación y elementos estructurales.

En la siguiente figura se tiene vivienda de adobe con deterioro en sus componentes y además con mal estado de conservación, por lo tanto, le corresponde una clasificación tipo C.

Figura 30

Edificación de Adobe con Deterioro en sus Componentes (Mz. 22 Lt. 3)



Fuente: Google LLC, 2020

4.5. Cálculo de los 11 Parámetros del Método de Benedetti-Petrini

Para el cálculo de 11 parámetros del Método de Benedetti-Petrini se tomó como ejemplo la siguiente vivienda de albañilería, el cual cuenta con 2 niveles. Primero se le hará una inspección visual y con la ayuda de las curvas relacionadas al área techada se completarán todos los datos de la ficha de encuesta.

Después de obtener todas las clases de los parámetros se procesará información en hoja de cálculo de MS Excel para determinar el nivel de vulnerabilidad que presenta la vivienda. Este procedimiento se hará con cada una de las viviendas de estudio.

Figura 31

Vivienda de Albañilería de Dos Niveles Ubicada en Jr. Marañón (Mz. 29 Lt. 15)



Fuente: Google LLC, 2020

4.5.1. Parámetro 01: Tipo y Organización del Sistema Resistente

Se puede observar la edificación de estudio no cuenta con asesoría técnica, por lo tanto, es una autoconstrucción sin ningún tipo de validación por expertos profesionales es por lo que nuestra hoja de cálculo asigna la clase D.

Tabla 46

Clasificación del Parámetro 01

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|------------------------------------|----------|--|----------|
| | | Marca según lo observado: | (X) |
| 1) Tipo y Organización del Sistema | D | Presenta asesoría técnica | |
| | | Presenta nueva construcción y/o reparación según norma | |
| | | Presenta elementos de arriostre horizontales y verticales | |
| | | Existe diferencias en confinamiento y procesos de construcción | |
| | | Existe muros sin confinar y/o autoconstrucción | X |

Elaborado por: el autor

4.5.2. Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente

Se puede observar que la edificación está construida con ladrillos industriales de buena calidad con un mortero de calidad óptima, sin embargo, no presenta una buena trabazón en mampostería por lo que nuestra hoja de cálculo asigna la clase B.

Tabla 47*Clasificación del Parámetro 02*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|-----------------------------------|----------|------------------------------------|-------|
| | | Marca según lo observado: | SI/NO |
| 2) Calidad del Sistema Resistente | B | Muros con albañilería industrial | SI |
| | | Muros con albañilería artesanal | NO |
| | | Buena trabazón en albañilería | NO |
| | | Mortero de buena calidad (9 -12mm) | SI |

Elaborado por: el autor

4.5.3. Parámetro 03: Resistencia Convencional

Para este parámetro se ingresó la altura promedio de entrepiso, el número de diafragmas, peso de diafragmas, área techada, área de cubierta el cual no se tenía, peso de cubierta igual a 0 y el número de pisos. Para los datos de Ax e Ay se determinó de acuerdo con curva que está en función al área techada, el cual ya fue especificado.

Tabla 48*Clasificación del Parámetro 03*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|-----------------------------|----------|--|--|
| | | Especificar según lo observado en la estructura: | |
| 3) Resistencia Convencional | D | Números de Pisos: 3 | |
| | | Ax: Área de muro en X (m ²): 16,29 | |
| | | Ay: Área de muros en Y (m ²): 37,43 | |
| | | h: Altura promedio de entrepiso (m): 2,50 | |
| | | pm: Peso de albañilería (tn/m ³): 1,80 | |
| | | M: Número de diafragmas: 3 | |
| | | Ps: Peso del diafragma (tn/m ²): 0,3 | |
| | | At: Área techada (m ²): 50,35 | |
| | | Ac: Área de la cubierta (m ²): 0 | |
| | | Pc: Peso de la cubierta (tn/m ²): 0 | |

Elaborado por: el autor

Con los datos ingresado nuestra hoja de cálculo da como resultado que el valor DD es 2,32 por lo que le asigna una clase D.

4.5.4. Parámetro 04: Posición del Edificio y Cimentación

Se observó que no presentaba presencia de sales y no se encontraba un estado de conservación deteriorado, sin embargo, se encontró presencia de filtraciones por lo que nuestra hoja de cálculo asigno una clase C.

Tabla 49*Clasificación del Parámetro 04*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|--|----------|------------------------------------|-------|
| | | Marca según lo observado: | SI/NO |
| 4) Posición del edificio y de la cimentación | C | Presencia de sales | NO |
| | | Presencia de filtraciones | SI |
| | | Estado de conservación deteriorado | NO |

Elaborado por: el autor

4.5.5. Parámetro 05: Diafragmas Horizontales

Se pudo observar que la edificación no contaba con discontinuidades abruptas, ni deflexión del diafragma, además tiene una buena conexión diafragma muro por lo que nuestra hoja de cálculo asigno una clase A.

Tabla 50*Clasificación del Parámetro 05*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|----------------------------|----------|---------------------------------|-------|
| | | Marca según lo observado: | SI/NO |
| 5) Diafragmas Horizontales | A | Discontinuidades abruptas | NO |
| | | Buena conexión diafragma - muro | SI |
| | | Deflexión del diafragma | NO |

Elaborado por: el autor

4.5.6. Parámetro 06: Configuración en Planta

Para completar este parámetro se buscó el apoyo del ArcGIS a través de su calculadora de campo con el idioma Python el cual daba los datos a ingresar según la edificación.

Para este caso, la hoja de cálculo asigno una clase A al determinar que el IR es menor a 0,10.

Tabla 51*Clasificación del Parámetro 06*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|----------------------------|----------|--|--|
| | | Especificar los siguientes parámetros: | |
| 6) Configuración en Planta | A | Xmin= 0 | |
| | | Xmax= 13,95 | |
| | | Ymin= 0 | |
| | | Ymax= 6,55 | |

Elaborado por: el autor

4.5.7. Parámetro 07: Configuración en Elevación

En el caso del parámetro 07 se pudo observar que la edificación no presentaba piso blando, además no se contaba con irregularidad en sistema resistente y no existía aumento o reducción de masas. Por lo tanto, nuestra hoja de cálculo asigno una clase A.

Tabla 52

Clasificación del Parámetro 07

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|-------------------------------|----------|--|-----------|
| | | Especificar y marcar según lo observado: | SI/NO |
| 7) Configuración en Elevación | A | Aumento o reducción de masas o áreas (%): 0 | |
| | | Piso blando: | NO |
| | | Irregularidad del sistema resistente: | NO |

Elaborado por: el autor

4.5.8. Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros

Se determinó espaciamiento de muros transversales y espesor del muro maestro a través de una curva en relación con el área techada, y una vez obtenido ese dato se determinó el factor L/S. Asignando así nuestra hoja de cálculo una clase C.

Tabla 53

Clasificación del Parámetro 08

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|---------------------------------|----------|---|--|
| | | Especificar: | |
| 8) Distancia máxima entre muros | C | L (espaciamiento de muros transversales en metros): 4,61 | |
| | | S (espesor del muro de cabeza en metros): 0,25 | |
| | | Factor L/S: 18,38 | |

Elaborado por: el autor

4.5.9. Parámetro 09: Tipo de Cubierta

Al no contar con cubierta en la edificación de estudio se asigna una clase A.

Tabla 54*Clasificación del Parámetro 09*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|---------------------|----------|--|-------|
| | | Especificar y marcar según lo observado: | SI/NO |
| 9) Tipo de Cubierta | A | Cubierta estable: | - |
| | | Conexión cubierta - muro adecuada: | - |
| | | Cubierta plana: | - |
| | | Material liviano: | - |
| | | Cubierta en buenas condiciones: | - |

Elaborado por: el autor

4.5.10. Parámetro 10: Elementos No Estructurales

Para este caso, se encontró que solo contaba con parapetos, los cuales se observaban que tenía una calificación buena. Por lo tanto, nuestra hoja de cálculo asigno una clasificación A.

Tabla 55*Clasificación del Parámetro 10*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|--------------------------------|----------|---|-------------|
| | | Especificar y calificar según lo observado: | (B)/(R)/(M) |
| 10) Elementos No Estructurales | A | Cornizas y Parapetos: | B |
| | | Tanques de agua prefabricados | - |
| | | Balcones y volados: | - |
| | | Pequeños elementos | - |
| | | Detalles adicionales de elementos: | |

Elaborado por: el autor

4.5.11. Parámetro 11: Estado de Conservación

Se observo que la edificación se encontraba con muros en buenas condiciones, sin embargo, tenían pequeñas fisuras visibles. Por lo tanto, nuestra hoja de cálculo le asigno una clase B.

Tabla 56*Clasificación del Parámetro 11*

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | |
|----------------------------|----------|---|----------|
| | | Marcar según lo observado: | (X) |
| 11) Estado de Conservación | B | Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles: | |
| | | Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas: | X |
| | | Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación: | |
| | | Muros con fuerte deterioro en sus componentes: | |

Elaborado por: el autor

4.5.12. Índice de Vulnerabilidad

Una vez que se asignó una clase a cada parámetro se calculó el índice de vulnerabilidad (Iv) a través de multiplicación del valor de clase (Ki) y el peso correspondiente (Wi) como se muestra a continuación.

Tabla 57

Cálculo del Nivel de Vulnerabilidad Sísmica

| PÁRAMETROS | | CLASIFICACION | Ki | Wi | Ki*Wi |
|-----------------------------|--|---------------|----|------|--------|
| 1 | TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE | D | 45 | 1 | 45 |
| 2 | CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE | B | 5 | 0,25 | 1,25 |
| 3 | RESISTENCIA CONVENCIONAL | D | 45 | 1,5 | 67,5 |
| 4 | POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN | C | 25 | 0,75 | 18,75 |
| 5 | DIAFRAGMAS HORIZONTALES | A | 0 | 1 | 0 |
| 6 | CONFIGURACION EN PLANTA | A | 0 | 0,5 | 0 |
| 7 | CONFIGURACION EN ELEVACION | A | 0 | 1 | 0 |
| 8 | DISTANCIA MAXIMA ENTRE LOS MUROS | C | 25 | 0,25 | 6,25 |
| 9 | TIPO DE CUBIERTA | A | 0 | 1 | 0 |
| 10 | ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES | A | 0 | 0,25 | 0 |
| 11 | ESTADO DE CONSERVACION | B | 5 | 1 | 5 |
| Vulnerabilidad Media | | | | Iv | 143,75 |
| | | | | Ivn | 37,58 |

Elaborado por: el autor

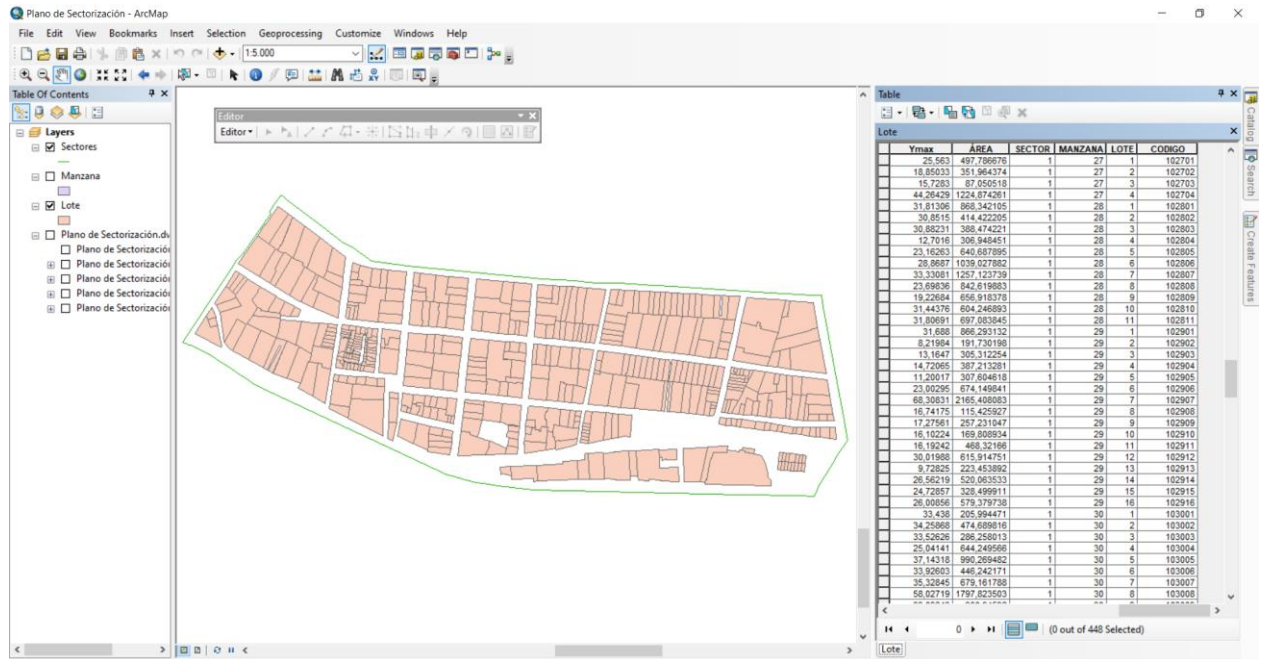
Finalmente, se obtuvo que el índice de vulnerabilidad (Iv) es 143,75 y con ese dato hallaremos nuestro índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) que dará 37,58 el cual indica que el nivel correspondiente es vulnerabilidad media.

4.6. Elaboración de Mapa Temático

Una vez que se obtenga todos los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones se importaran los datos al software ArcGIS para mostrar que edificaciones son las más vulnerables a través de un mapa temático.

Figura 32

Sector de Estudio en el Software ArcGIS.



Elaborado por: el autor

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Análisis de Objetivos

5.1.1. Tipología de Edificaciones

Según el reconocimiento de la zona del sector 25 se encontró dos tipologías de edificaciones comprobándose así que se tenía 239 edificaciones de adobe que representa al 53,47% del total de edificaciones en estudio y 208 edificaciones de albañilería que representa al 46,53% del total de edificaciones en estudio. Lamentablemente, no se encontró edificaciones de concreto armado en la zona de estudio.

Tabla 58

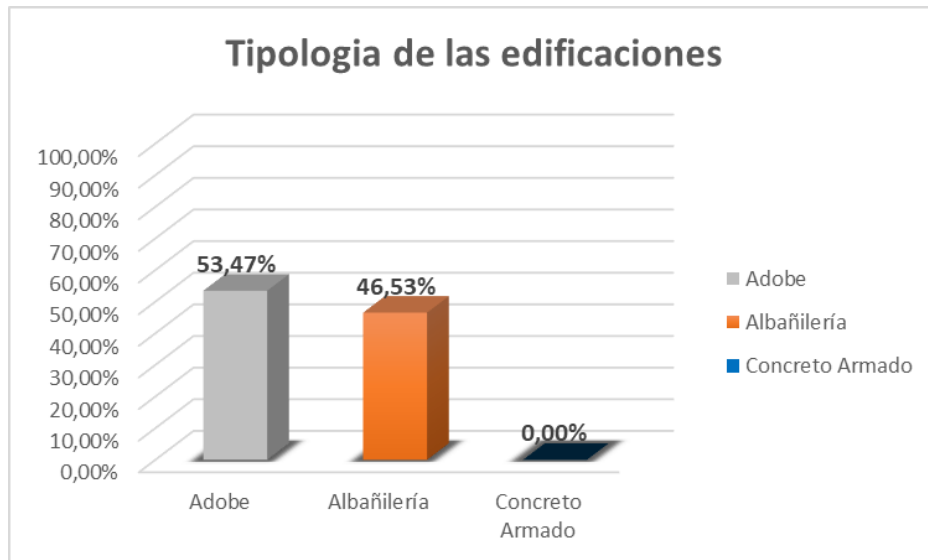
Distribución de las Edificaciones por Tipología

| Tipología | Nº Lotes | % |
|------------------|-----------------|----------------|
| Adobe | 239 | 53,47% |
| Albañilería | 208 | 46,53% |
| Concreto Armado | 0 | 0,00% |
| Total | 447 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 33

Distribución de las Edificaciones por Tipología



Elaborado por: el autor

5.1.2. Edificaciones de Adobe

5.1.2.1. Análisis de los 11 Parámetros del Método de Benedetti-Petrini

5.1.2.1.1. Parámetro 01: Tipo y Organización del Sistema Resistente

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 01 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 59

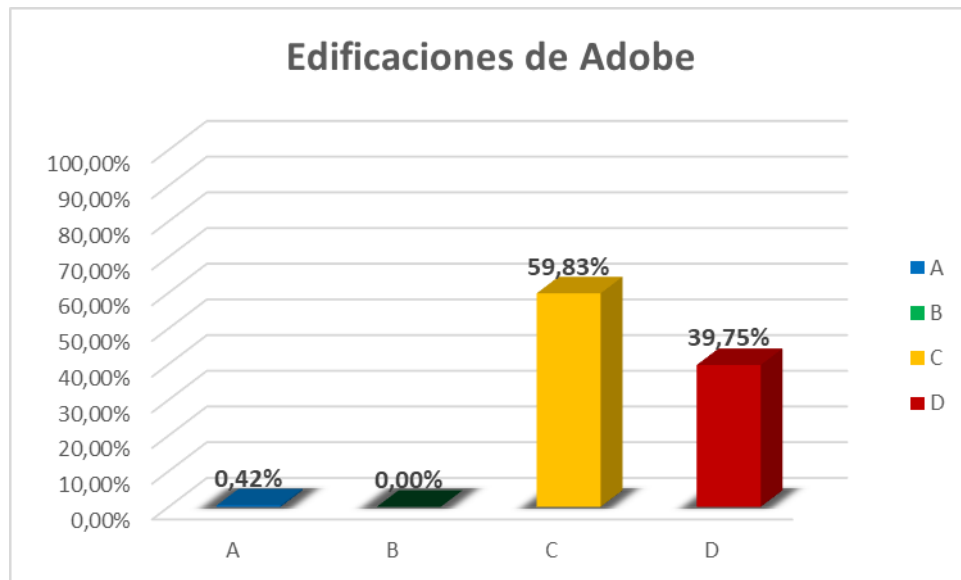
Resultados del Parámetro 01 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 1 | 0,42% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 143 | 59,83% |
| D | 95 | 39,75% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 34

Clases del Parámetro 01 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa los resultados de las edificaciones de adobe para el parámetro 01 del Método de Benedetti-Petrini resalta la clase tipo "C" (59,83%). Ya que presentan buena distribución de muros y regularidad, pero no cuentan con asesoría técnica lo cual posiciona en uno de los parámetros más bajos careciendo de la capacidad de comportamiento "tipo cajón".

5.1.2.1.2. Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 02 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 60

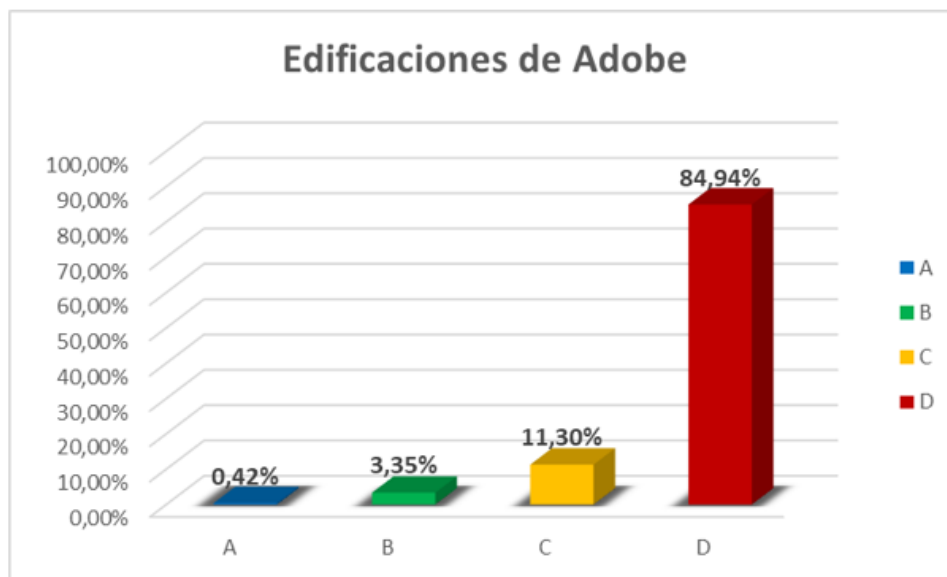
Resultados del Parámetro 02 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 1 | 0,42% |
| B | 8 | 3,35% |
| C | 27 | 11,30% |
| D | 203 | 84,94% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 35

Clases del Parámetro 02 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para edificaciones de adobe se tiene la clase "D" (84,94%) como la más predominante debido a que las viviendas en estudio cuentan con muros de mampostería artesanal y no se observa que tengan buena trabazón y mortero

de buena calidad posicionándolo en categoría más baja del parámetro de estudio.

5.1.2.1.3. Parámetro 03: Resistencia Convencional

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 03 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 61

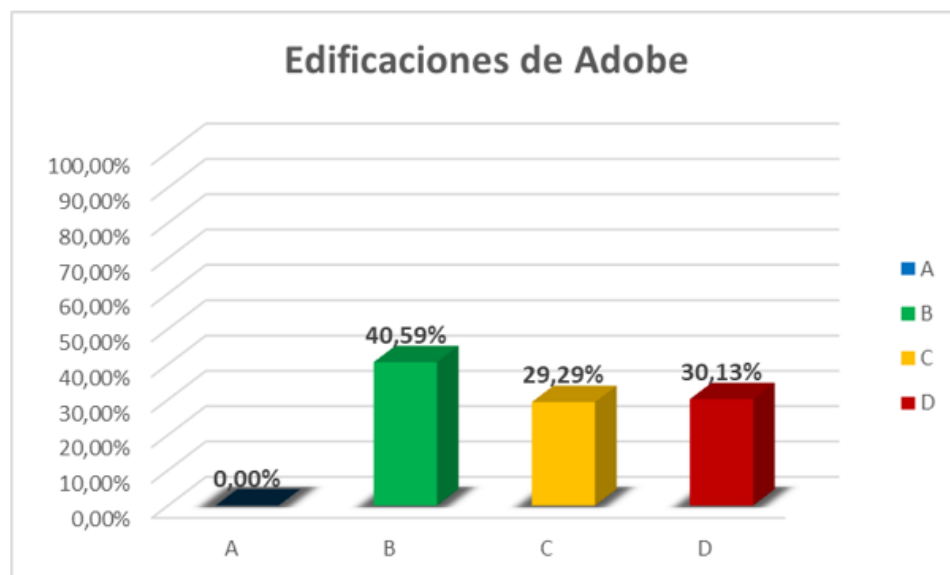
Resultados del Parámetro 03 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 0 | 0,00% |
| B | 97 | 40,59% |
| C | 70 | 29,29% |
| D | 72 | 30,13% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 36

Clases del Parámetro 03 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de adobe la clase “B” (40,59%) tiene mayor porcentaje, pero no se aleja mucho de las otras clases, debido a que en su mayoría las viviendas de adobe son de 1 piso y que no usan diafragmas sino calaminas u otros techos que son considerados cubiertas, ocasionando que las viviendas no soporten una gran carga en la parte superior de la edificación y reduciendo así el cortante unitario resistente.

5.1.2.1.4. Parámetro 04: Posición del Edificio y Cimentación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 04 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 62

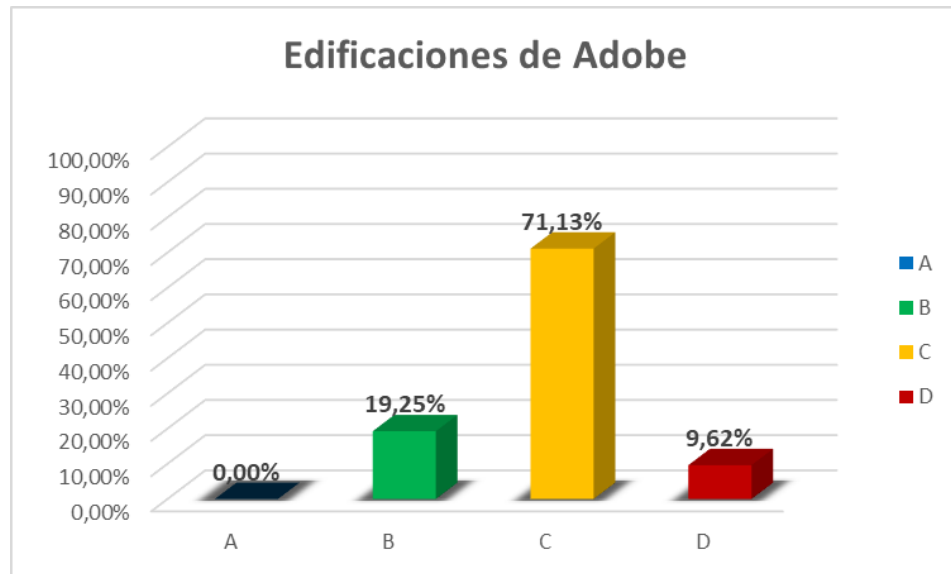
Resultados del Parámetro 04 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 0 | 0,00% |
| B | 46 | 19,25% |
| C | 170 | 71,13% |
| D | 23 | 9,62% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 37

Clases del Parámetro 04 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de adobe se tiene en su mayoría edificaciones de clase "C" (71,13%) debido que cuentan con un tipo de suelo I y presentan sales y/o filtraciones en la edificación lo que ocasiona que la cimentación se deteriore cada vez más si no se tiene cuidado y precaución.

5.1.2.1.5. Parámetro 05: Diafragmas

Horizontales

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 05 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 63

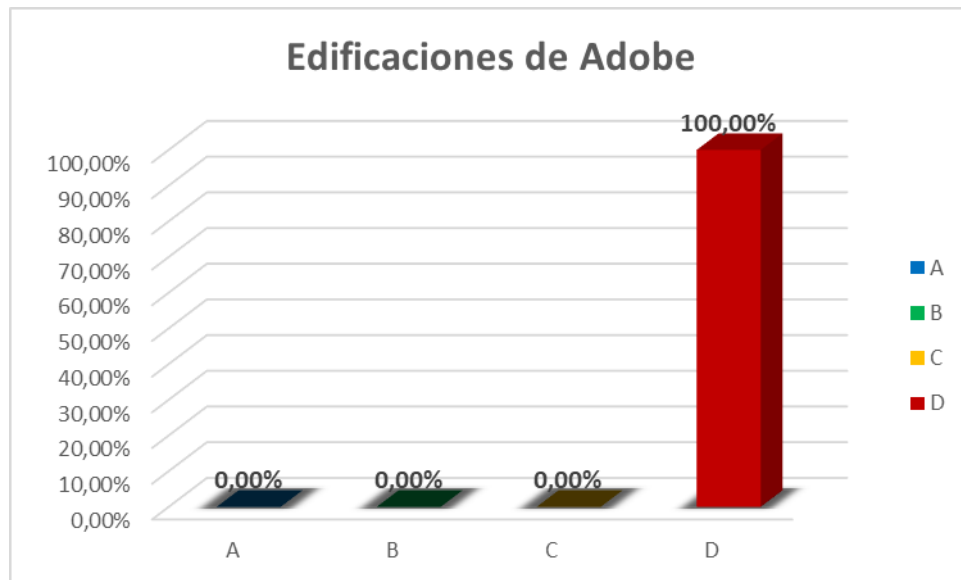
Resultados del Parámetro 05 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 0 | 0,00% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 0 | 0,00% |
| D | 239 | 100,00% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 38

Clases del Parámetro 05 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa que en las edificaciones de adobe predomina en su totalidad la clase “D” (100,00%) porque estas edificaciones no cuentan con diafragmas sino con otros techos que son considerados cubiertas al no garantizar un comportamiento de diafragma rígido.

5.1.2.1.6. Parámetro 06: Configuración en Planta

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 06 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 64

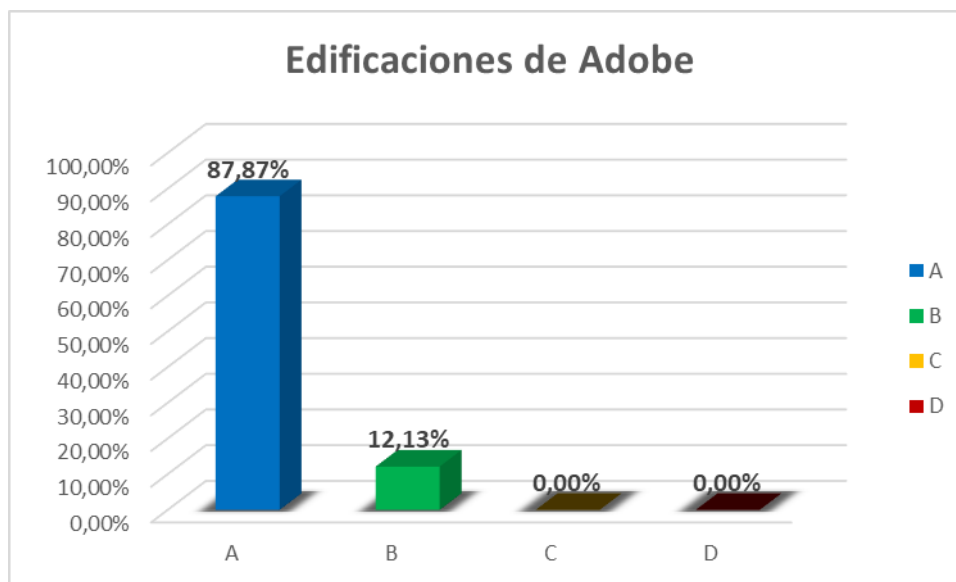
Resultados del Parámetro 06 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 210 | 87,87% |
| B | 29 | 12,13% |
| C | 0 | 0,00% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 39

Clases del Parámetro 06 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa que las edificaciones de Adobe cuentan en su mayoría con una clasificación tipo "A" (87,87%) ya que estos presentan una adecuada simetría en planta sin protuberancias que

puedan afectar la edificación y presencia de esquinas entrantes que producirían torsión en planta.

5.1.2.1.7. Parámetro 07: Configuración en Elevación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 07 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 65

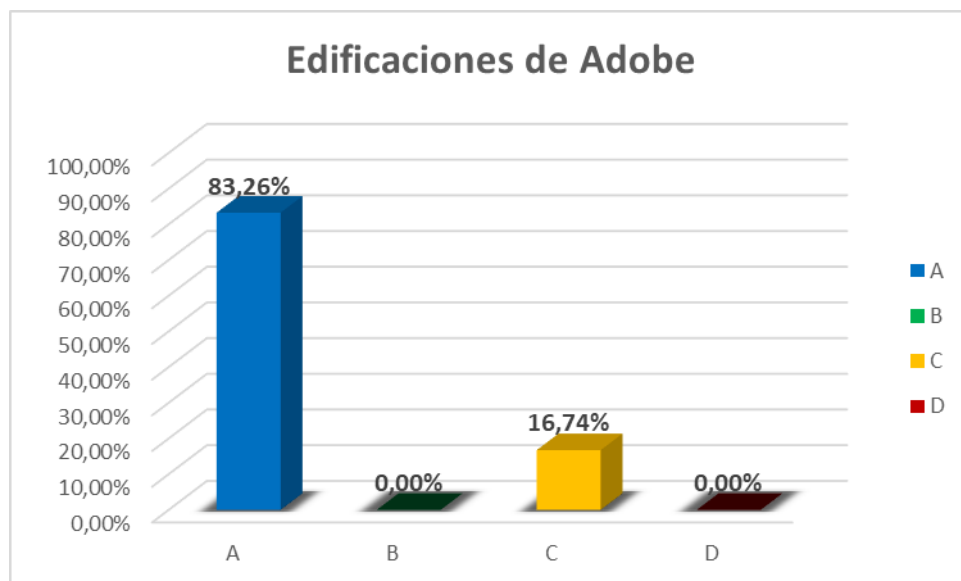
Resultados del Parámetro 07 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 199 | 83,26% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 40 | 16,74% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 40

Clases del Parámetro 07 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa que en edificaciones de adobe se cuenta con una clase predominante tipo "A" (83,26%) debido a que presentan una buena regularidad en elevación, esto se debe a que en su mayoría las edificaciones de adobe son de un solo nivel por lo que no presenta variación de áreas techadas.

5.1.2.1.8. Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 08 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 66

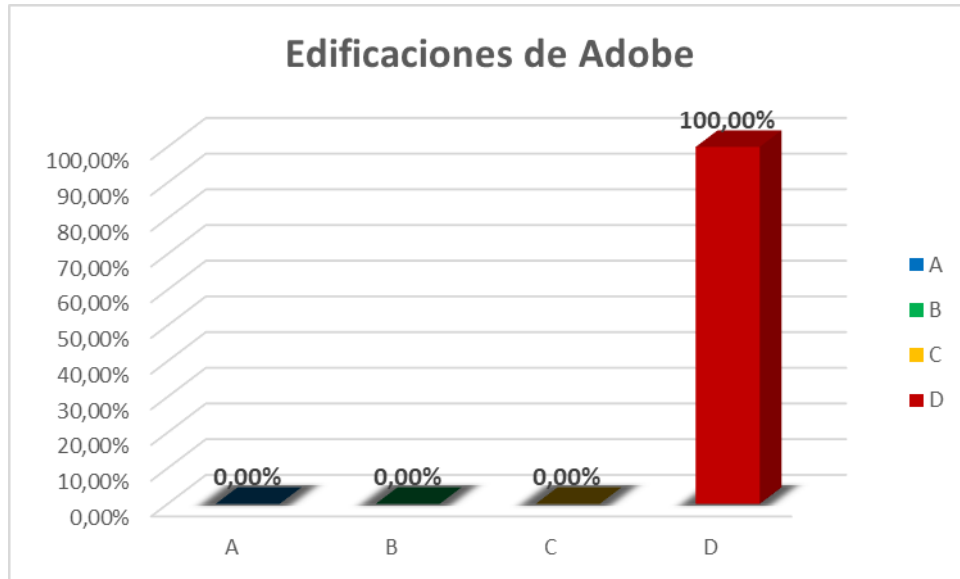
Resultados del Parámetro 08 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 0 | 0,00% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 0 | 0,00% |
| D | 239 | 100,00% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 41

Clases del Parámetro 08 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa que las edificaciones de adobe tienen en su totalidad una clase "D" (100,00%) ya que tienen alta relación de esbeltez estos hallados por la relación de separación de muros transversales y el espesor de los muros maestros obtenidos del muestreo sacado in-situ.

5.1.2.1.9. Parámetro 09: Tipo de Cubierta

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 09 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 67

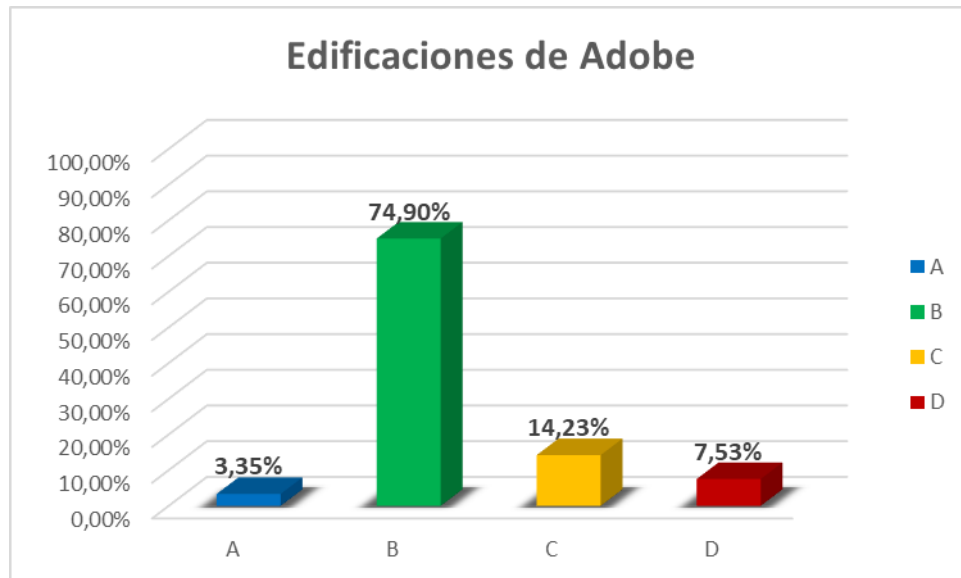
Resultados del Parámetro 09 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 8 | 3,35% |
| B | 179 | 74,90% |
| C | 34 | 14,23% |
| D | 18 | 7,53% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 42

Clases del Parámetro 09 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se observa en edificaciones de adobe predomina la clase “B” (74,90%) debido a que en su mayoría las cubiertas de estas edificaciones son estables y están bien conectadas a los muros, sin embargo, no son de material liviano lo cual descende el resultado de la clase según este parámetro.

5.1.2.1.10. Parámetro 10: Elementos No Estructurales

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 10 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 68

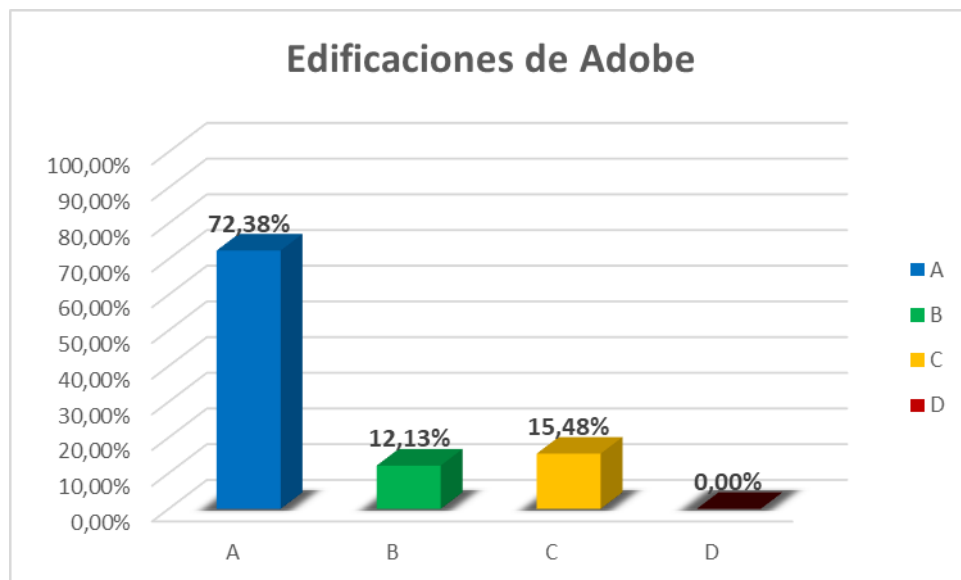
Resultados del Parámetro 10 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 173 | 72,38% |
| B | 29 | 12,13% |
| C | 37 | 15,48% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 43

Clases del Parámetro 10 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de adobe predomina la clase “A” (72,38%) debido a que muchas de estas edificaciones no cuentan con elementos no estructurales al ser de un solo nivel estas, además que algunas de las viviendas que cuentan con elementos no estructurales tienen un buen estado de conservación.

5.1.2.1.11. Parámetro 11: Estado de Conservación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 11 para las edificaciones de adobe del sector 25.

Tabla 69

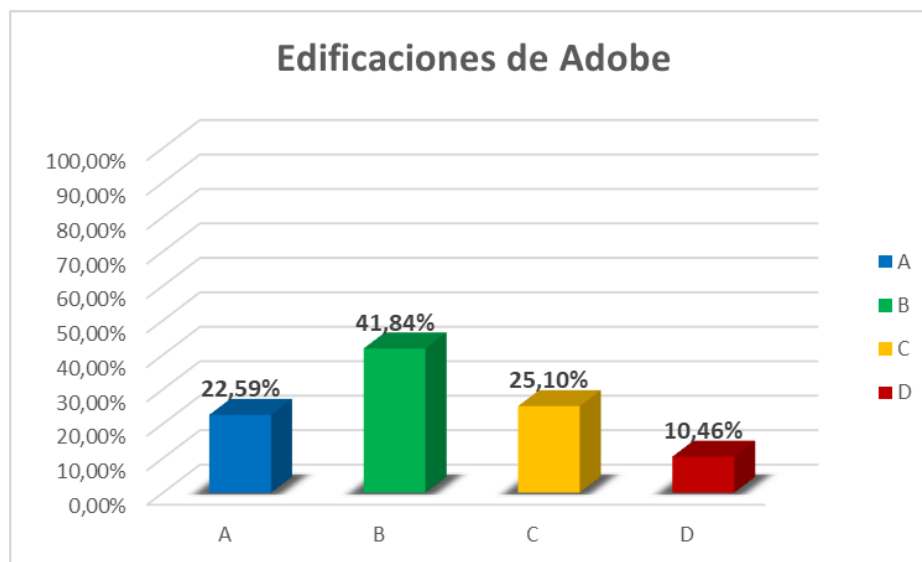
Resultados del Parámetro 11 para Edificaciones de Adobe

| Clase | Adobe | |
|--------------|------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 54 | 22,59% |
| B | 100 | 41,84% |
| C | 60 | 25,10% |
| D | 25 | 10,46% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 44

Clases del Parámetro 11 para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar en el caso de las edificaciones de adobe se tiene en mayor porcentaje la clase "B" (41,84%) debido a que en su mayoría esta tipología de edificaciones no presenta

fisuras, pero sus componentes están levemente deteriorados lo cual no parece presentar un riesgo a los habitantes de estas edificaciones.

5.1.2.2. Análisis de Parámetros con Mayor Incidencia

Para las edificaciones de adobe se obtuvo los siguientes parámetros con una clase tipo “D” mayor al 50% que afectara en el cálculo de vulnerabilidad de manera negativa.

Tabla 70

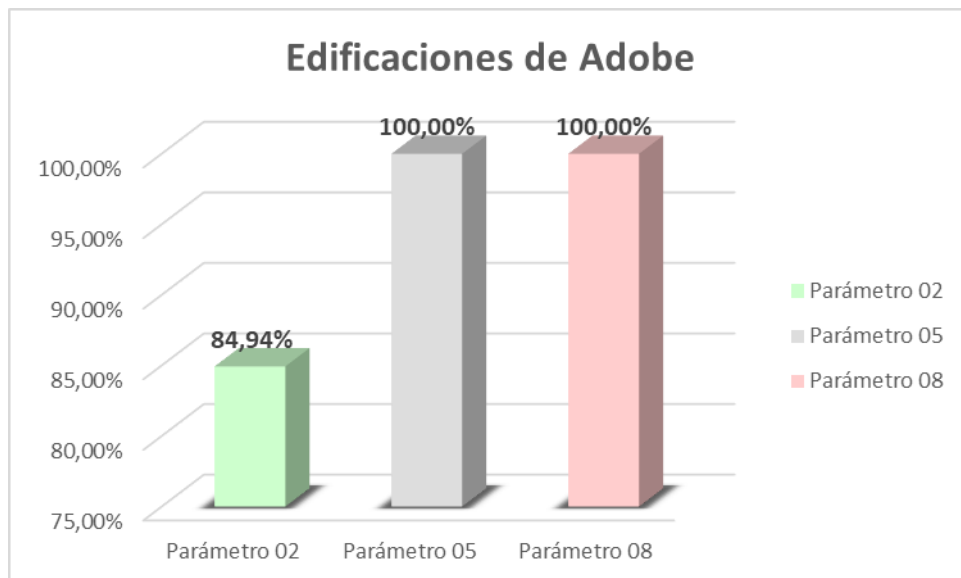
Parámetros con Mayor Incidencia en Edificaciones de Adobe

| Parámetros | Adobe | |
|--------------|----------|---------|
| | Clase D | |
| | Nº Lotes | % |
| Parámetro 02 | 203 | 84,94% |
| Parámetro 05 | 239 | 100,00% |
| Parámetro 08 | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 45

Porcentaje de Clase “D” en los Parámetros más Incidentes en Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

Se puede observar que los parámetros con mayor incidencia para las edificaciones de adobe son calidad del sistema resistente (84,94%), diafragmas horizontales (100,00%) y distancia máxima entre muros (100,00%) los cuales afectan negativamente al nivel de vulnerabilidad de estas edificaciones.

5.1.3. Edificaciones de Albañilería

5.1.3.1. Análisis de los 11 Parámetros del Método de Benedetti-Petrini

5.1.3.1.1. Parámetro 01: Tipo y Organización del Sistema Resistente

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 01 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 71

Resultados del Parámetro 01 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 2 | 0,96% |
| B | 2 | 0,96% |
| C | 0 | 0,00% |
| D | 204 | 98,08% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 46

Clases del Parámetro 01 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa los resultados de las edificaciones de albañilería resaltan la clase tipo “D” (98,08%). Debido a que en la zona se practica la autoconstrucción contando con deficiencias de confinamiento y proceso constructivo.

5.1.3.1.2. Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 02 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 72

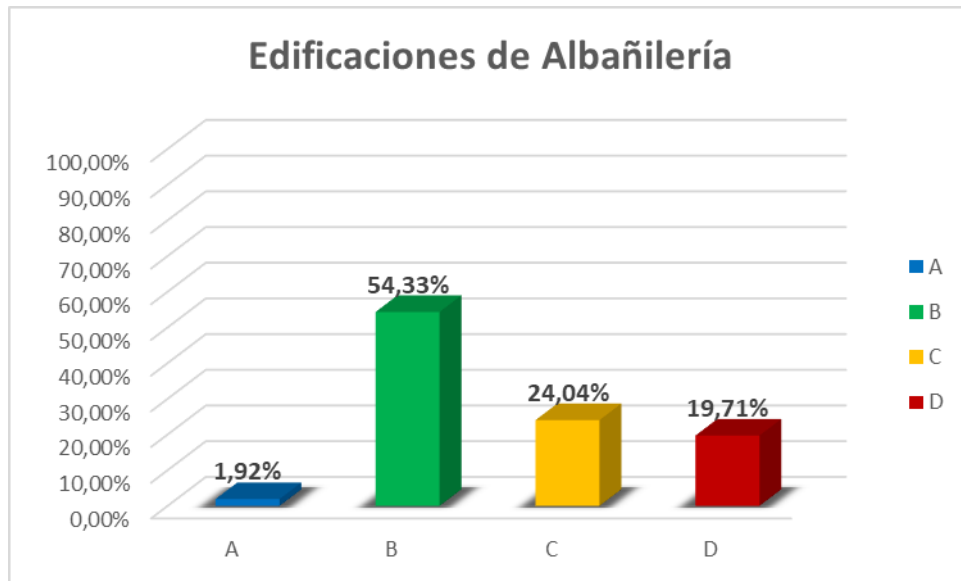
Resultados del Parámetro 02 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 4 | 1,92% |
| B | 113 | 54,33% |
| C | 50 | 24,04% |
| D | 41 | 19,71% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 47

Clases del Parámetro 02 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa para edificaciones de albañilería se cuenta con la clase “B” (54,33%) como la más predominante, debido a que las edificaciones cuentan con mampostería artesanal y mortero de buena calidad en su mayoría según lo especificado en la norma E.070.

5.1.3.1.3. Parámetro 03: Resistencia Convencional

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 03 para las edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 73

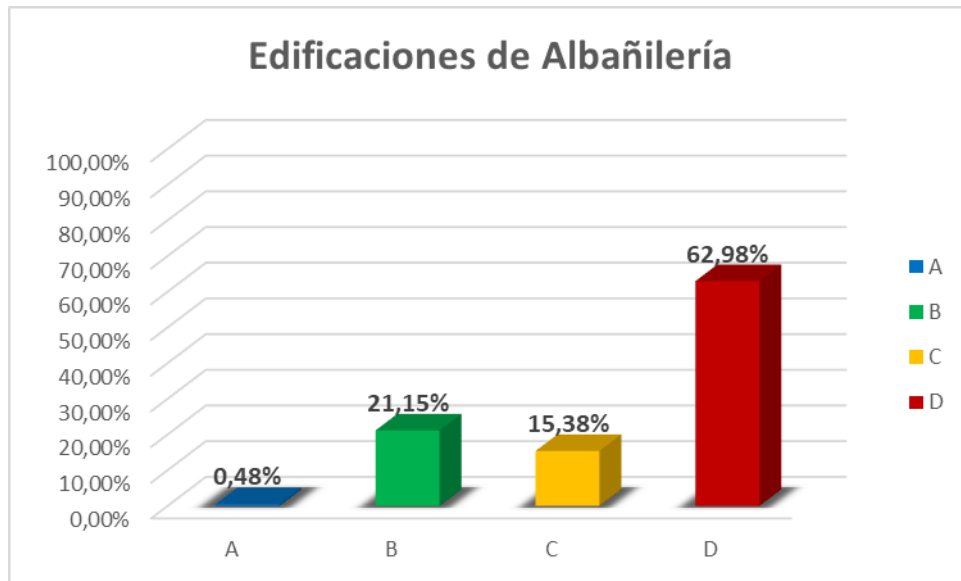
Resultados del Parámetro 03 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 1 | 0,48% |
| B | 44 | 21,15% |
| C | 32 | 15,38% |
| D | 131 | 62,98% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 48

Clases del Parámetro 03 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de albañilería presentan predominantemente la clase "D" (62,98%) debido que en la zona se encuentran lotes de muy poca área de terreno, pero con más de dos niveles de construcción, además influye el que no presenten con muros bien confinados o autoconstruidos lo que reduce la resistencia a las fuerzas sísmicas.

5.1.3.1.4. Parámetro 04: Posición del Edificio y Cimentación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 04 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 74

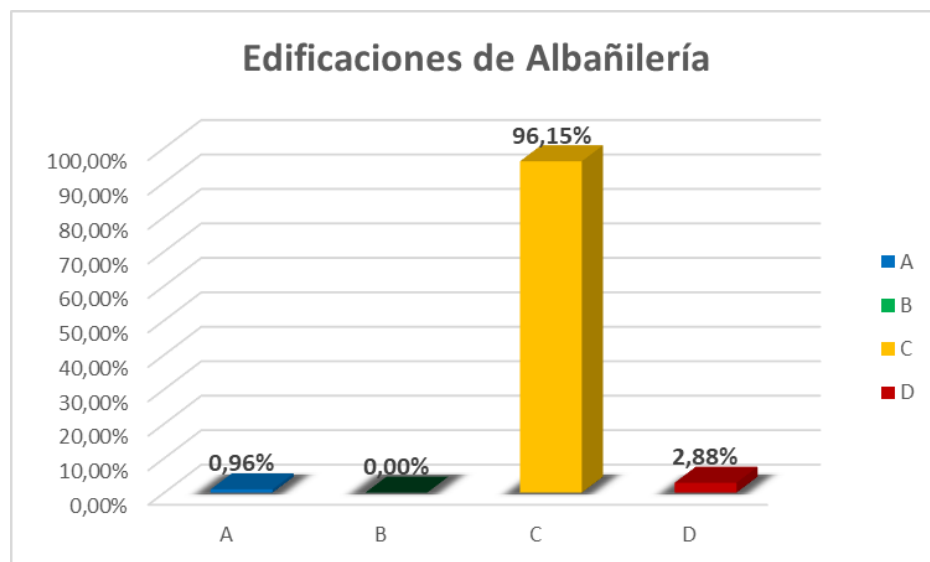
Resultados del Parámetro 04 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 2 | 0,96% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 200 | 96,15% |
| D | 6 | 2,88% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 49

Clases del Parámetro 04 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de albañilería tienen el mismo problema que las edificaciones de adobe ya que la presencia de sales es un factor que afecta a todo el sector de estudio a excepción de algunos casos, de igual manera ocurre con las filtraciones que al ser construcciones sin ningún tipo de asesoría profesional se puede incidir en este problema con mayor frecuencia, por lo cual se le clasifica una clase "C" (96,15%).

5.1.3.1.5. Parámetro 05: Diafragmas Horizontales

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 05 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 75

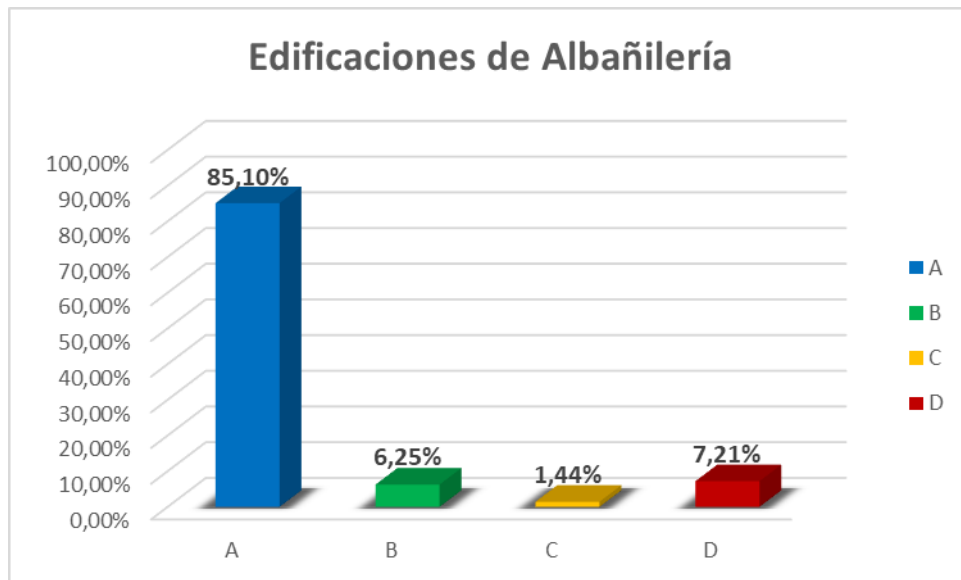
Resultados del Parámetro 05 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 177 | 85,10% |
| B | 13 | 6,25% |
| C | 3 | 1,44% |
| D | 15 | 7,21% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 50

Clases del Parámetro 05 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa en las edificaciones de albañilería se tiene todo lo contrario ya que estas edificaciones si cuentan con diafragmas con una buena conexión de diafragma-muro lo que posiciona a

estas edificaciones en una clase “A” (85,10%) asegurando que el sistema de diafragma rígido está perfectamente conectado al sistema vertical resistente.

5.1.3.1.6. Parámetro 06: Configuración en Planta

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 06 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 76

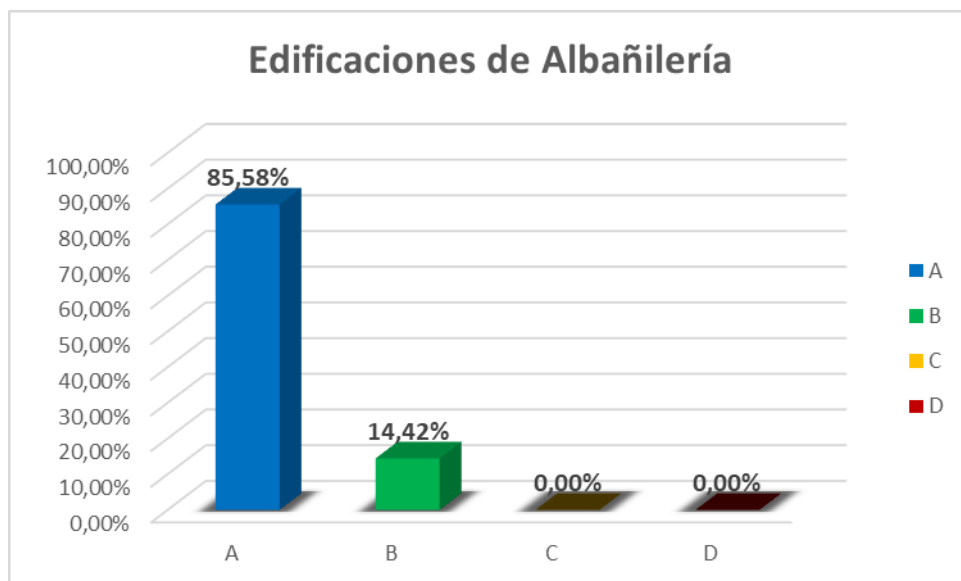
Resultados del Parámetro 06 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 178 | 85,58% |
| B | 30 | 14,42% |
| C | 0 | 0,00% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 51

Clases del Parámetro 06 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa que en las edificaciones de Albañilería cuentan en su mayoría con una clasificación tipo "A" (85,58%) ya que estos presentan una adecuada simetría en planta sin protuberancias que puedan afectar la edificación y presencia de esquinas entrantes que producirían torsión en planta.

5.1.3.1.7. Parámetro 07: Configuración en Elevación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 07 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 77

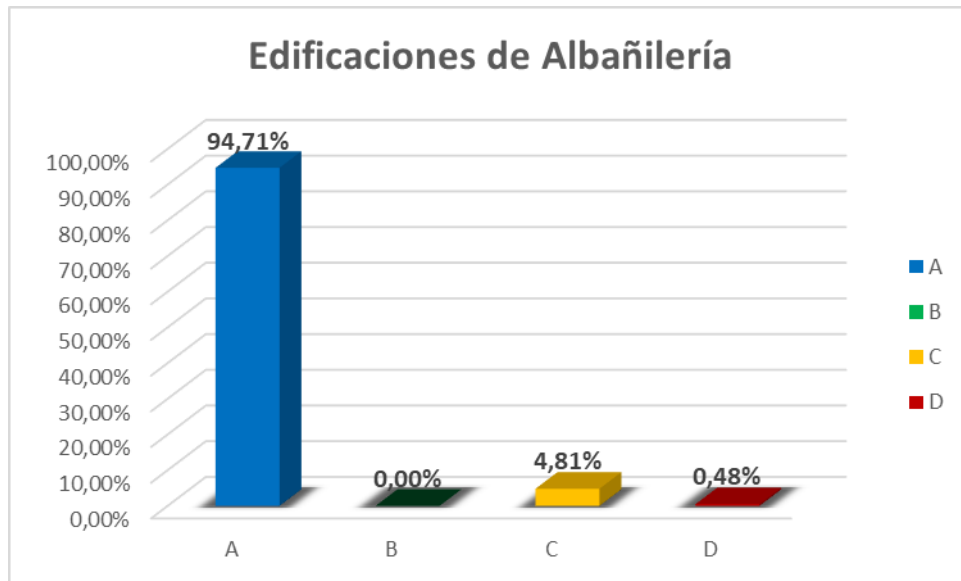
Resultados del Parámetro 07 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 197 | 94,71% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 10 | 4,81% |
| D | 1 | 0,48% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 52

Clases del Parámetro 07 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa que en las edificaciones de albañilería también se cuenta con una clase predominante de tipo "A" (94,71%) demostrando que no se cuenta con irregularidades de altura a pesar de encontrar edificaciones con más de dos niveles levantados en su área de terreno.

5.1.3.1.8. Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 08 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 78

Resultados del Parámetro 08 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 0 | 0,00% |
| B | 0 | 0,00% |
| C | 208 | 100,00% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 53

Clases del Parámetro 08 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa las edificaciones de albañilería se obtiene una clasificación “C” (100,00%) al obtener un promedio de la muestra estudiada para obtener una relación de la zona de estudio.

5.1.3.1.9. Parámetro 09: Tipo de Cubierta

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 09 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 79

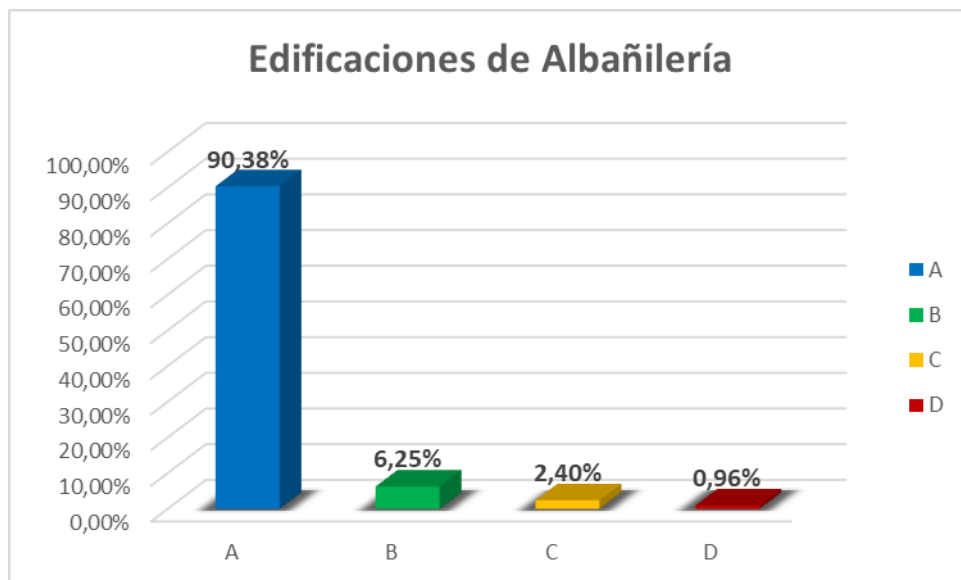
Resultados del Parámetro 09 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 188 | 90,38% |
| B | 13 | 6,25% |
| C | 5 | 2,40% |
| D | 2 | 0,96% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 54

Clases del Parámetro 09 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa que las edificaciones de albañilería se tienen en su gran mayoría una clasificación “A” (90,38%) debido a que la mayoría de estas edificaciones no cuentan con cubiertas, además las que cuentan con cubiertas se encuentran en buen estado de conservación y están bien conectadas a los muros.

5.1.3.1.10. Parámetro 10: Elementos No Estructurales

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 10 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 80

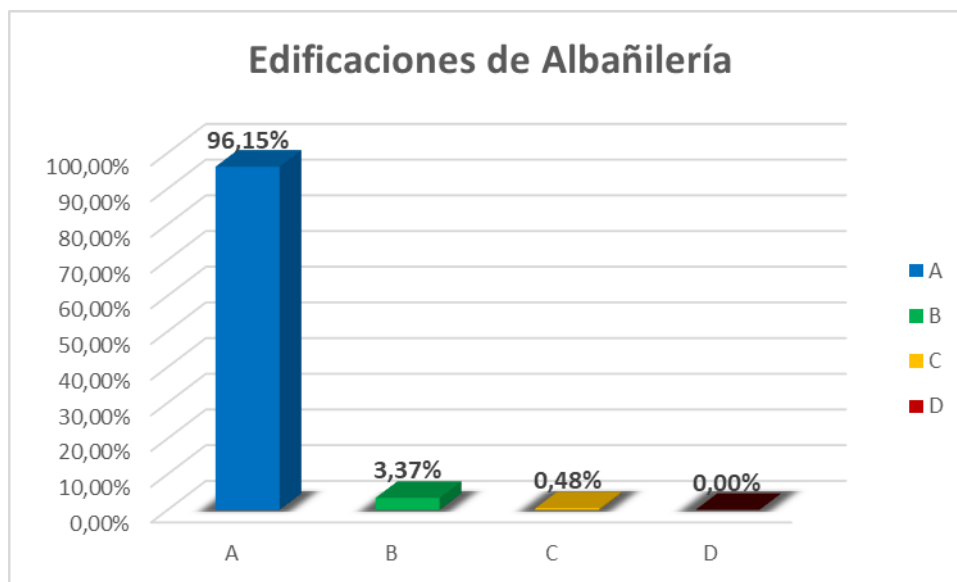
Resultados del Parámetro 10 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 200 | 96,15% |
| B | 7 | 3,37% |
| C | 1 | 0,48% |
| D | 0 | 0,00% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 55

Clases del Parámetro 10 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se puede observar que para las edificaciones de albañilería también predomina la clase "A" (96,15%) debido a que la mayoría de estas edificaciones no cuentan con elementos no

estructurales y los que cuentan con estos elementos en su mayoría se encuentran en buen estado de conservación.

5.1.3.1.11. Parámetro 11: Estado de Conservación

Se recolecto los siguientes resultados según el parámetro 11 para edificaciones de albañilería del sector 25.

Tabla 81

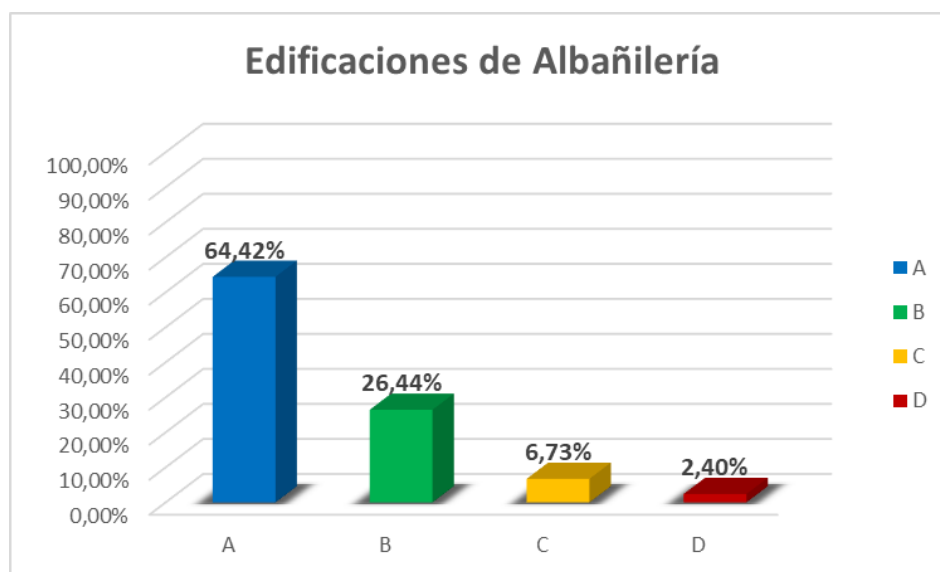
Resultados del Parámetro 11 para Edificaciones de Albañilería

| Clase | Albañilería | |
|--------------|-------------|----------------|
| | Nº Lotes | % |
| A | 134 | 64,42% |
| B | 55 | 26,44% |
| C | 14 | 6,73% |
| D | 5 | 2,40% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 56

Clases del Parámetro 11 para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se observa que el caso de las edificaciones de albañilería predomina la clase “A” (64,42%) esto ocasionado debido que los muros de estas edificaciones se encuentran en buenas condiciones de conservación sin fisuras visibles.

5.1.3.2. Análisis de Parámetros con Mayor Incidencia

Para las edificaciones de albañilería se obtuvo los siguientes parámetros con una clase tipo “D” mayor al 50% que afectara en el cálculo de vulnerabilidad de manera negativa.

Tabla 82

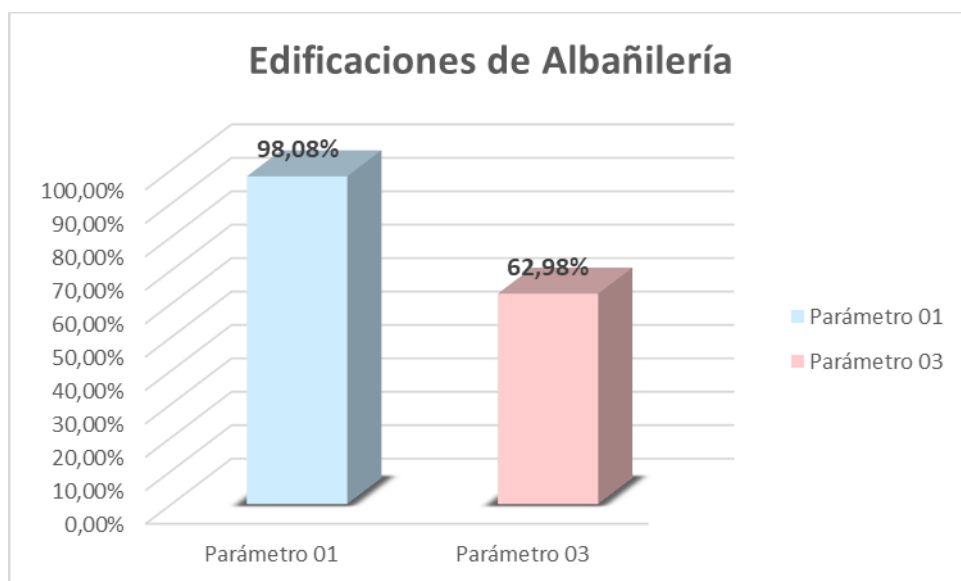
Parámetros con Mayor Incidencia en Edificaciones de Albañilería

| Parámetros | Albañilería | |
|--------------|-------------|--------|
| | Clase D | |
| | Nº Lotes | % |
| Parámetro 01 | 204 | 98,08% |
| Parámetro 03 | 131 | 62,98% |

Elaborado por: el autor

Figura 57

Porcentaje de Clase “D” en los Parámetros más Incidentes en Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

Se puede observar que los parámetros con mayor incidencia para las edificaciones de albañilería son tipo y organización del sistema resistente (98,08%) y resistencia convencional (62,98%) los cuales afectan negativamente al nivel de vulnerabilidad de estas edificaciones.

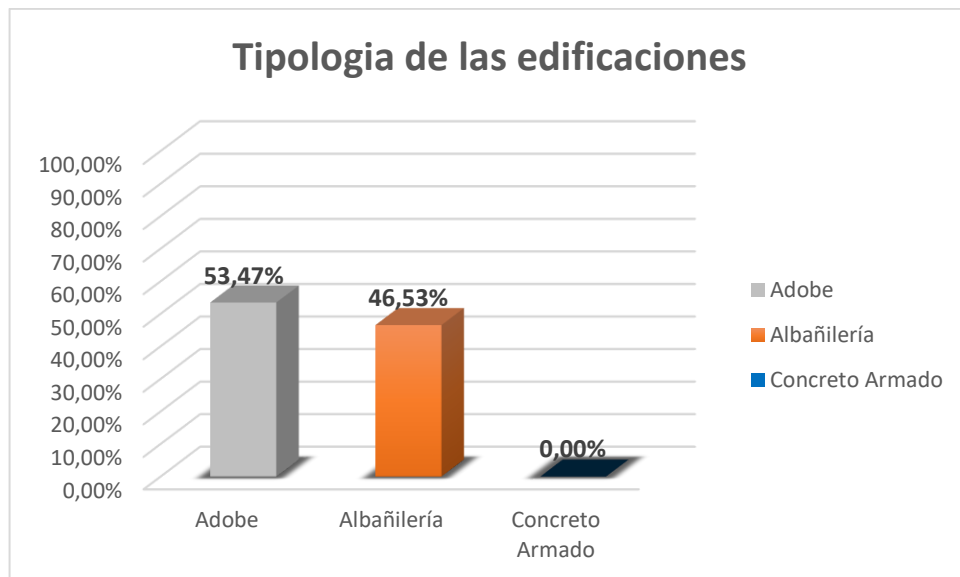
5.1.4. Edificaciones de Concreto Armado

5.1.4.1. Análisis de los 11 Parámetros del Método de Benedetti-Petrini

Debido que la población de estudio no encontró edificaciones de concreto armado no se puede analizar esta tipología de edificaciones, sin embargo, se espera que este tipo de edificaciones sean construidas en el futuro con una buena asesoría técnica y cumpliendo las normas del RNE.

Figura 58

Distribución de las Edificaciones por Tipología en el Sector 25



Elaborado por: el autor

5.1.5. Nivel de Vulnerabilidad sísmica

5.1.5.1. Nivel de Vulnerabilidad de las Manzanas de Estudio

En este punto se observarán los niveles de vulnerabilidad por cada manzana estudiada en el sector 25.

5.1.5.1.1. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 05

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 05.

Tabla 83

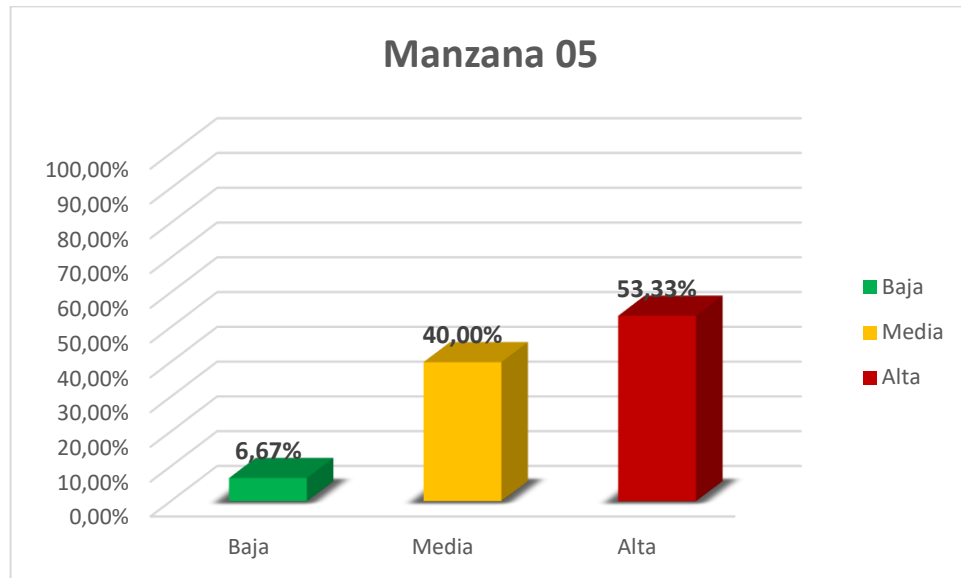
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 05

| Manzana 05 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 1 | 6,67% |
| Media | 6 | 40,00% |
| Alta | 8 | 53,33% |
| Total | 15 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 59

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 05



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.2. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 06

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 06.

Tabla 84

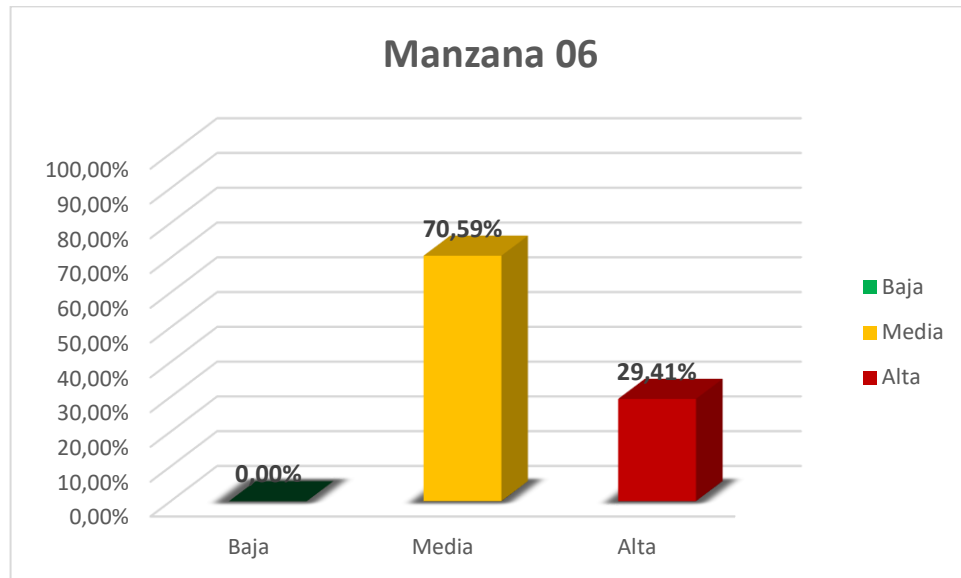
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 06

| Manzana 06 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 12 | 70,59% |
| Alta | 5 | 29,41% |
| Total | 17 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 60

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 06



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.3. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 07

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 07.

Tabla 85

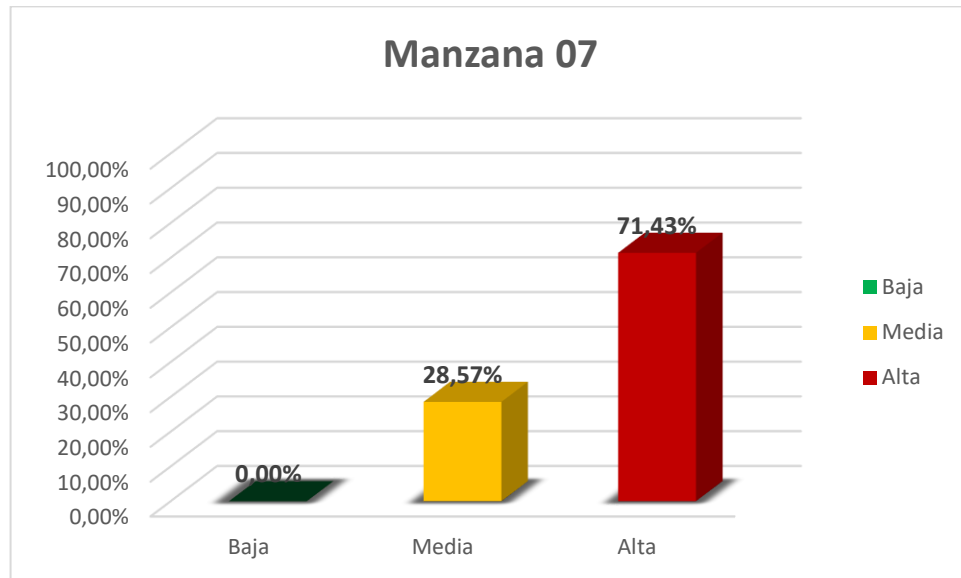
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 07

| Manzana 07 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 4 | 28,57% |
| Alta | 10 | 71,43% |
| Total | 14 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 61

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 07



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.4. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 08

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 08.

Tabla 86

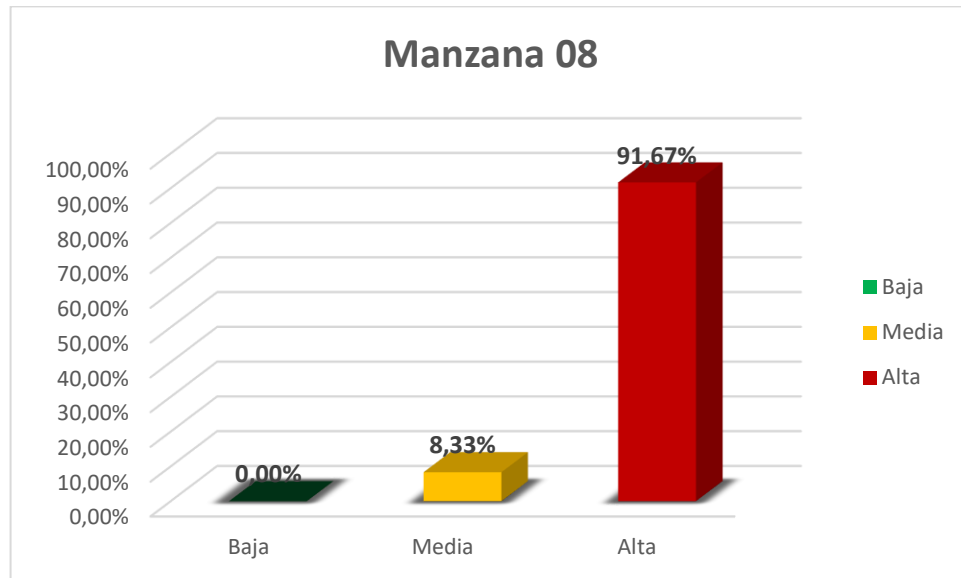
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 08

| Manzana 08 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 1 | 8,33% |
| Alta | 11 | 91,67% |
| Total | 12 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 62

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 08



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.5. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 09

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 09.

Tabla 87

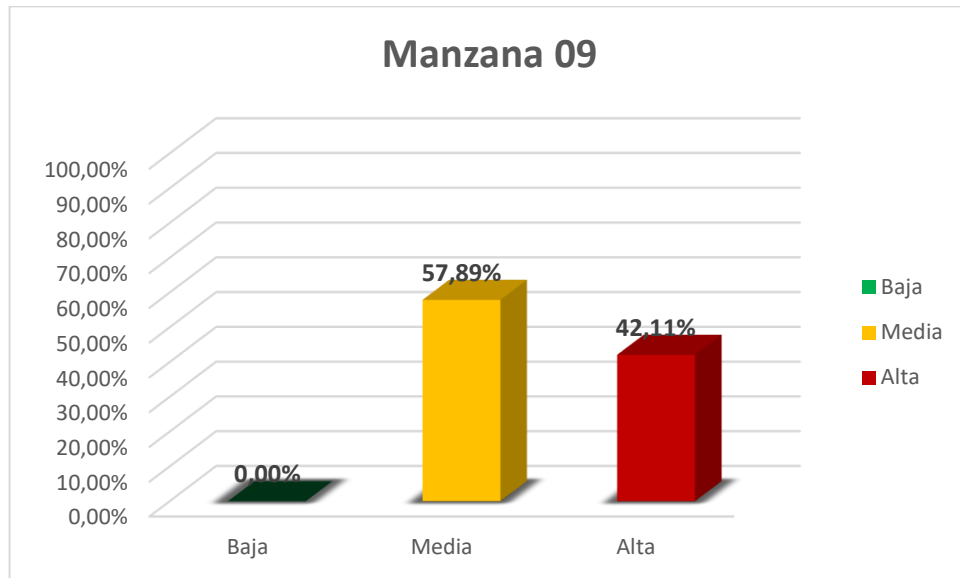
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 09

| Manzana 09 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 11 | 57,89% |
| Alta | 8 | 42,11% |
| Total | 19 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 63

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 09



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.6. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 10

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 10.

Tabla 88

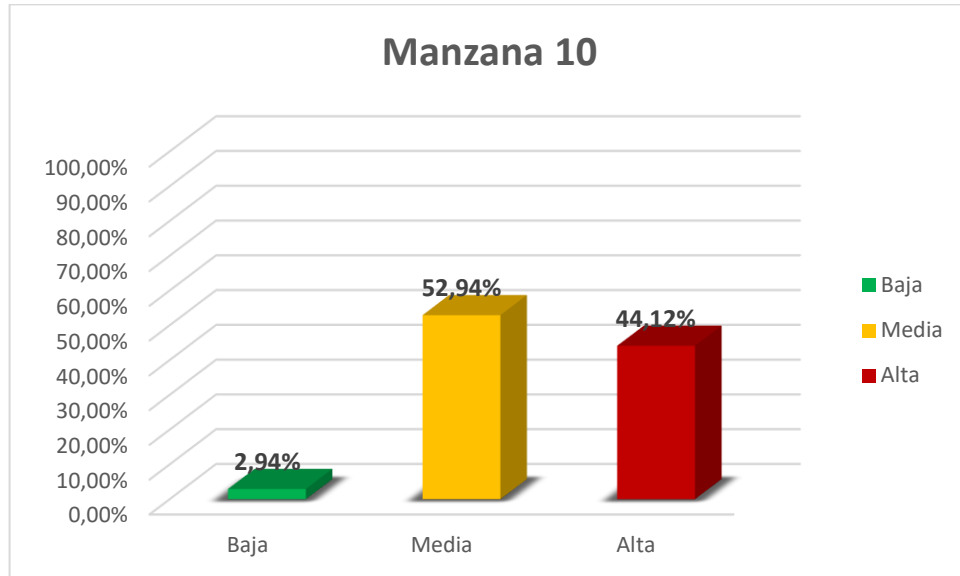
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 10

| Manzana 10 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 1 | 2,94% |
| Media | 18 | 52,94% |
| Alta | 15 | 44,12% |
| Total | 34 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 64

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 10



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.7. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 11

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 11.

Tabla 89

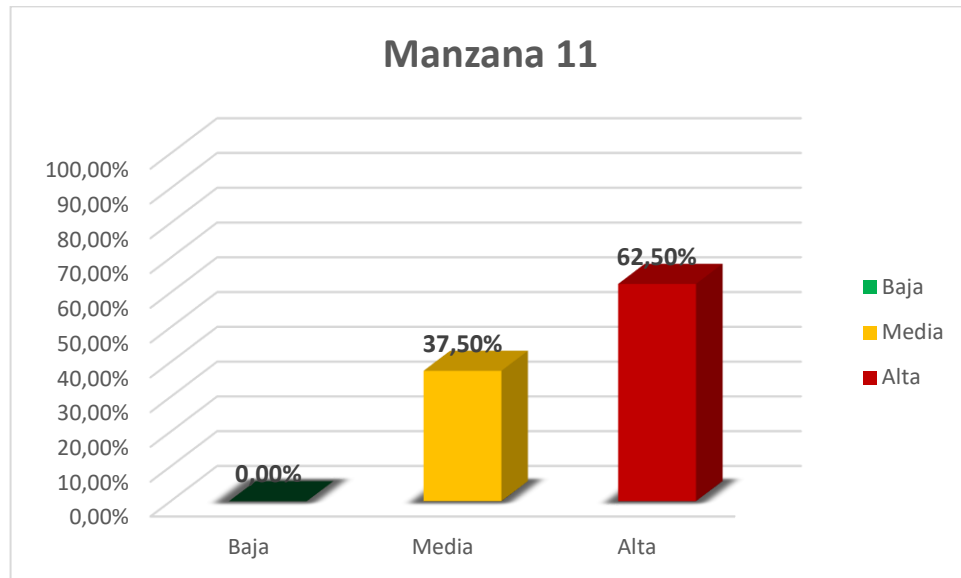
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 11

| Manzana 11 | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 3 | 37,50% |
| Alta | 5 | 62,50% |
| Total | 8 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 65

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 11



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.8. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 12

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 12.

Tabla 90

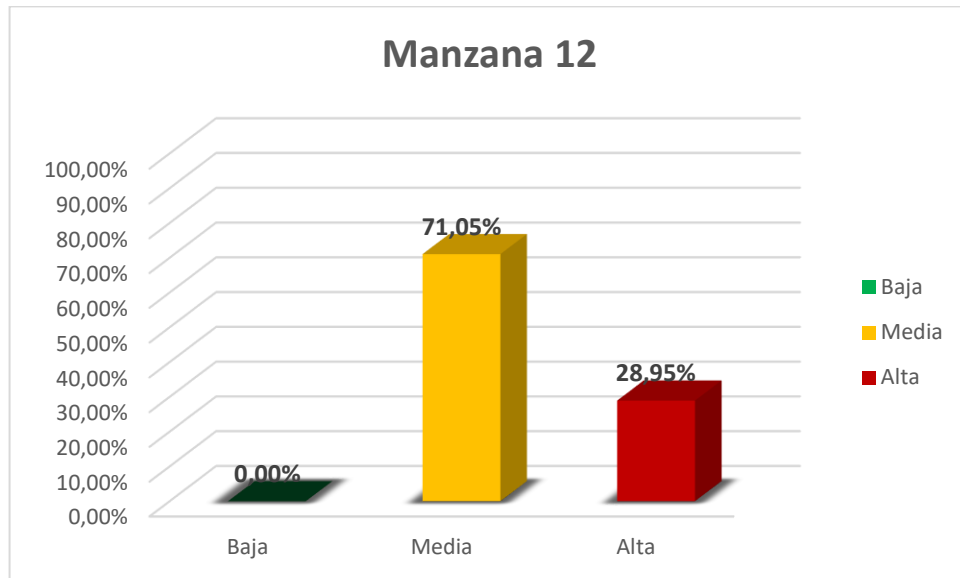
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 12

| Manzana 12 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 27 | 71,05% |
| Alta | 11 | 28,95% |
| Total | 38 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 66

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 12



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.9. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 13

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 13.

Tabla 91

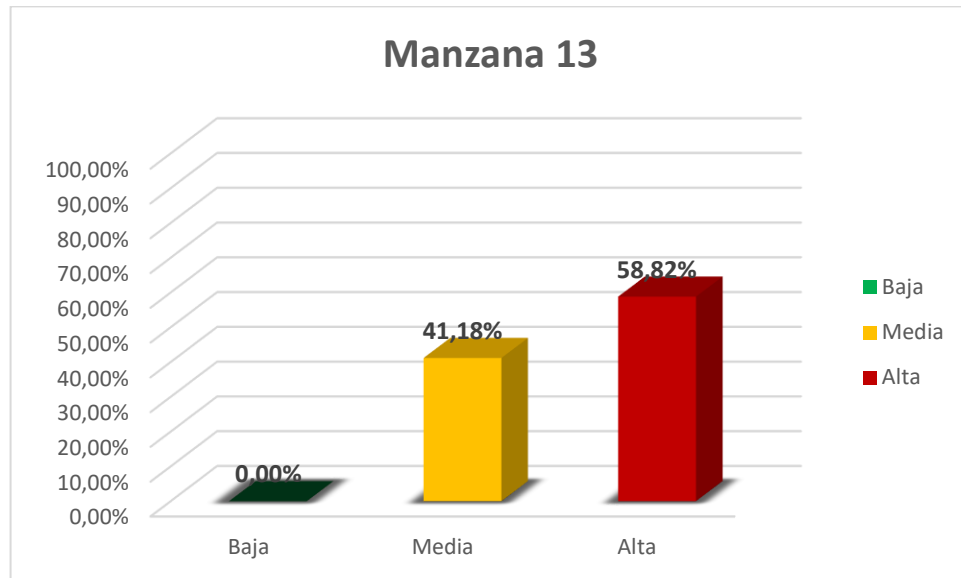
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 13

| Manzana 13 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 7 | 41,18% |
| Alta | 10 | 58,82% |
| Total | 17 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 67

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 13



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.10. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 14

Se observa los niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 14.

Tabla 92

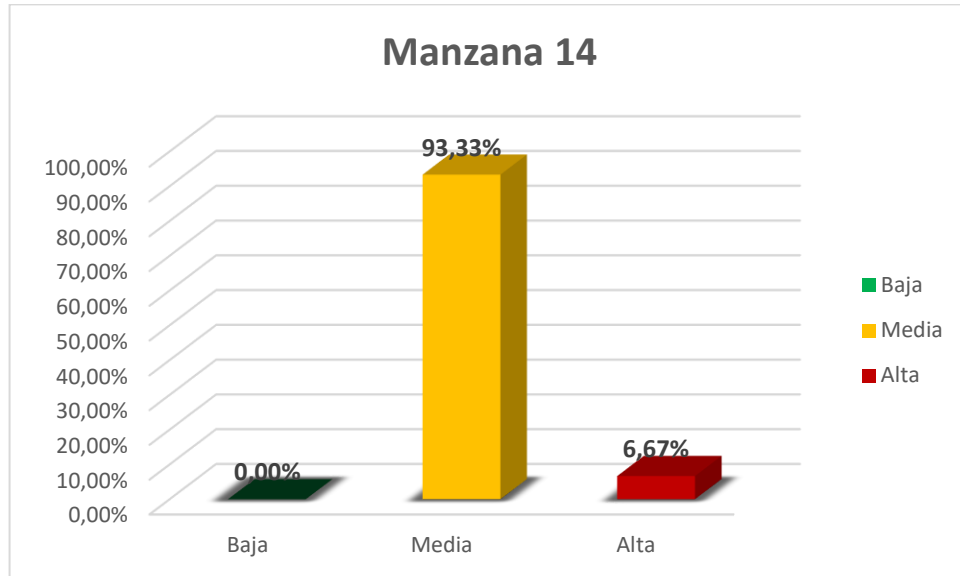
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 14

| Manzana 14 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 14 | 93,33% |
| Alta | 1 | 6,67% |
| Total | 15 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 68

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 14



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.11. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 15

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 15.

Tabla 93

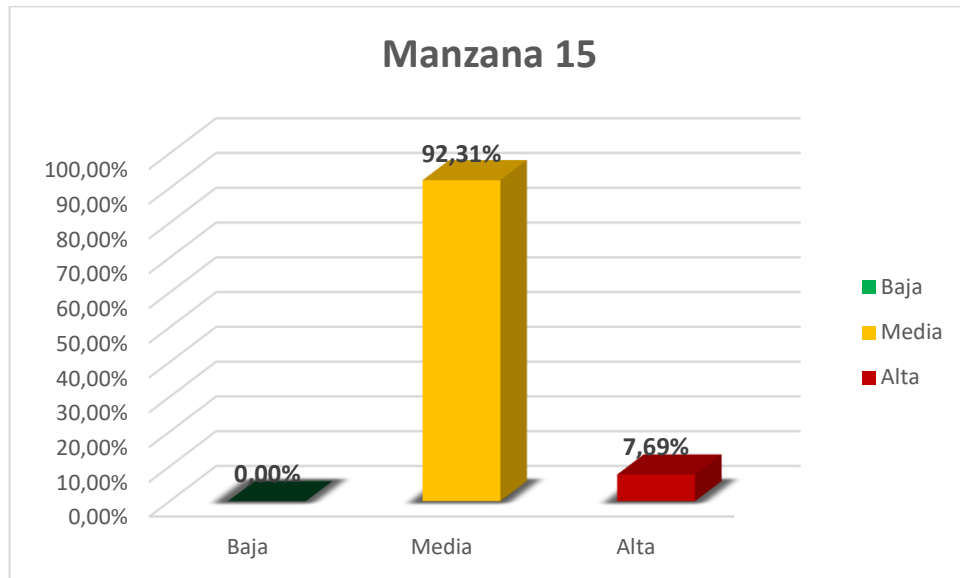
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 15

| Manzana 15 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 12 | 92,31% |
| Alta | 1 | 7,69% |
| Total | 13 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 69

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 15



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.12. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 16

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 16.

Tabla 94

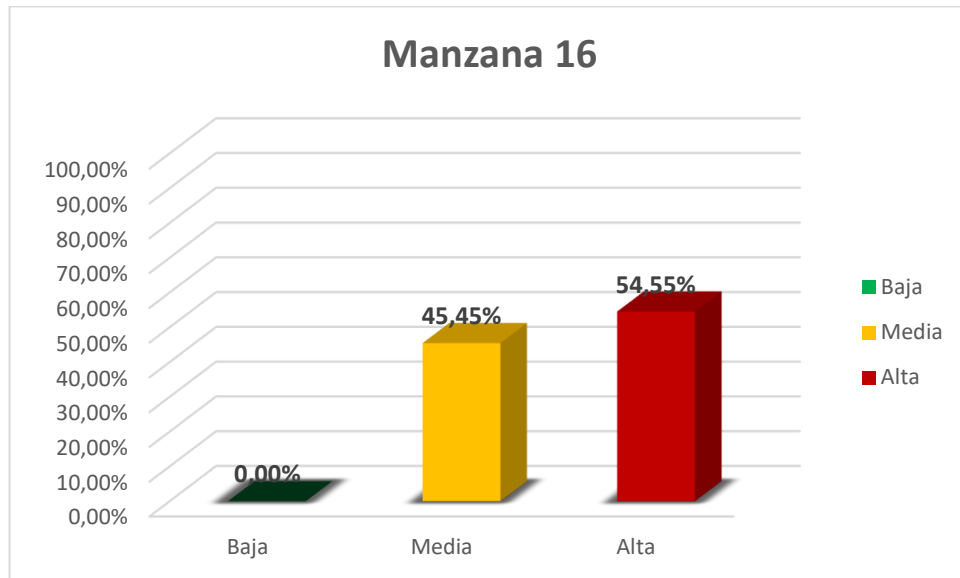
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 16

| Manzana 16 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 5 | 45,45% |
| Alta | 6 | 54,55% |
| Total | 11 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 70

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 16



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.13. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 17

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 17.

Tabla 95

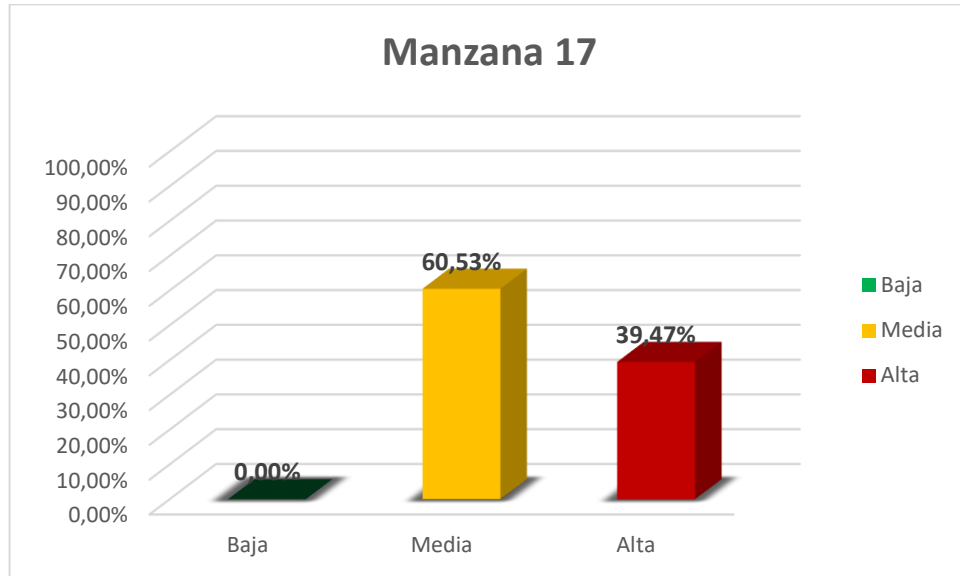
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 17

| Manzana 17 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 23 | 60,53% |
| Alta | 15 | 39,47% |
| Total | 38 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 71

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 17



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.14. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 18

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 18.

Tabla 96

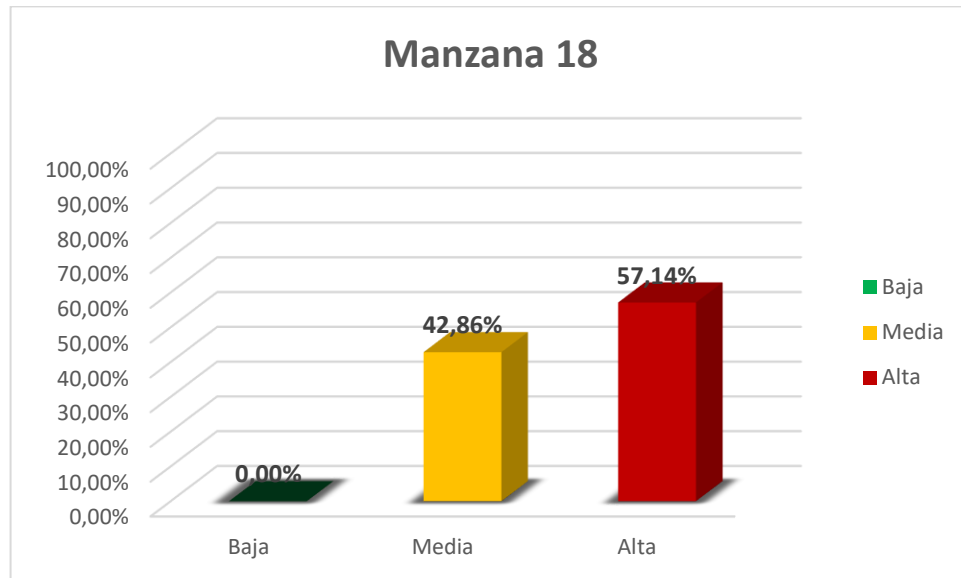
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 18

| Manzana 18 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 6 | 42,86% |
| Alta | 8 | 57,14% |
| Total | 14 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 72

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 18



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.15. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 19

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 19.

Tabla 97

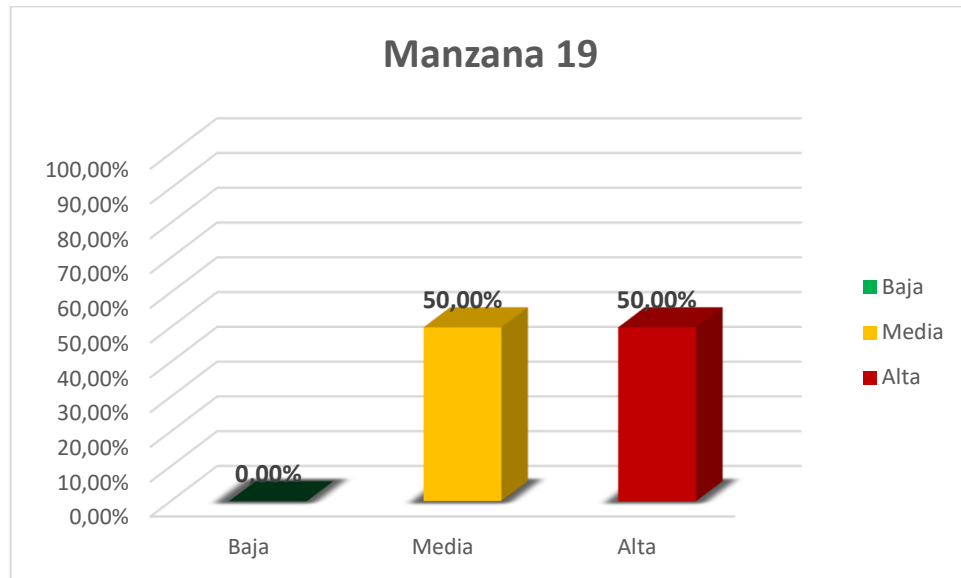
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 19

| Manzana 19 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 7 | 50,00% |
| Alta | 7 | 50,00% |
| Total | 14 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 73

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 19



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.16. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 20

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 20.

Tabla 98

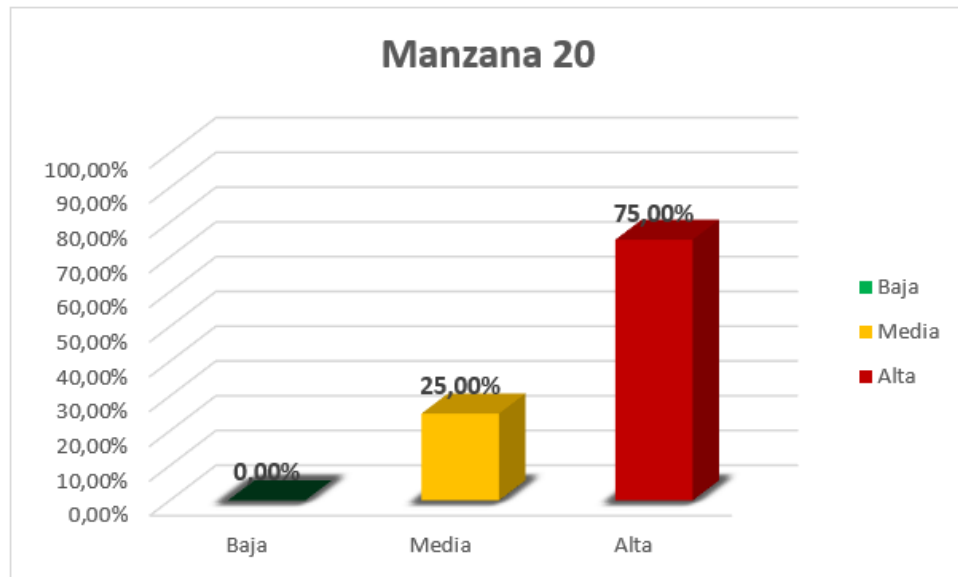
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 20

| Manzana 20 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 3 | 25,00% |
| Alta | 9 | 75,00% |
| Total | 12 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 74

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 20



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.17. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 21

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 21.

Tabla 99

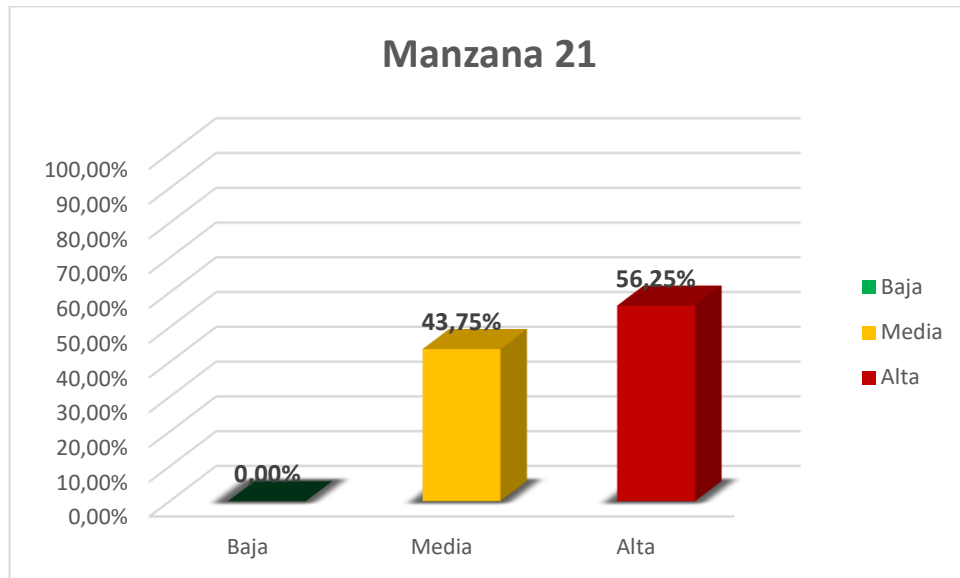
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 21

| Manzana 21 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 7 | 43,75% |
| Alta | 9 | 56,25% |
| Total | 16 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 75

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 21



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.18. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 22

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 22.

Tabla 100

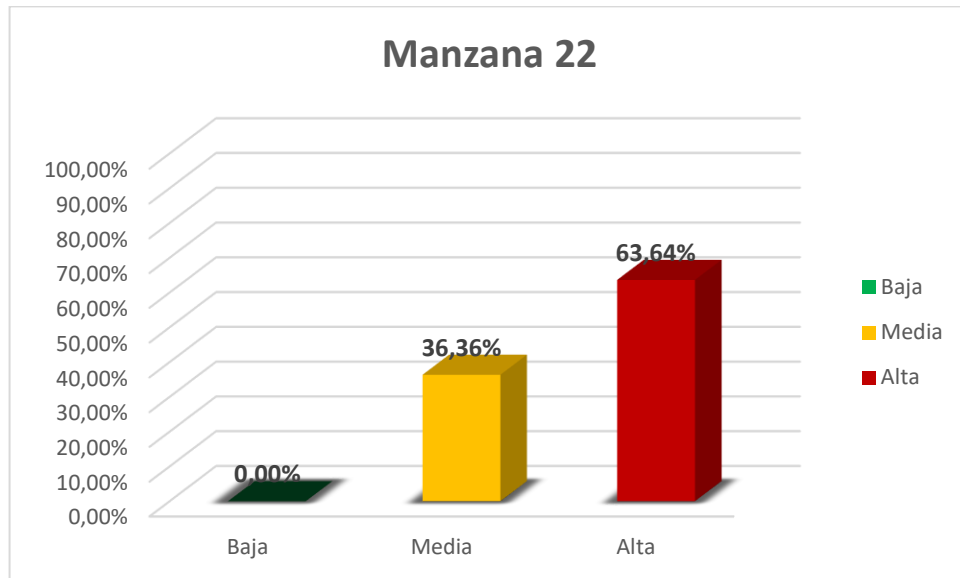
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 22

| Manzana 22 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 4 | 36,36% |
| Alta | 7 | 63,64% |
| Total | 11 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 76

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 22



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.19. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 23

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 23.

Tabla 101

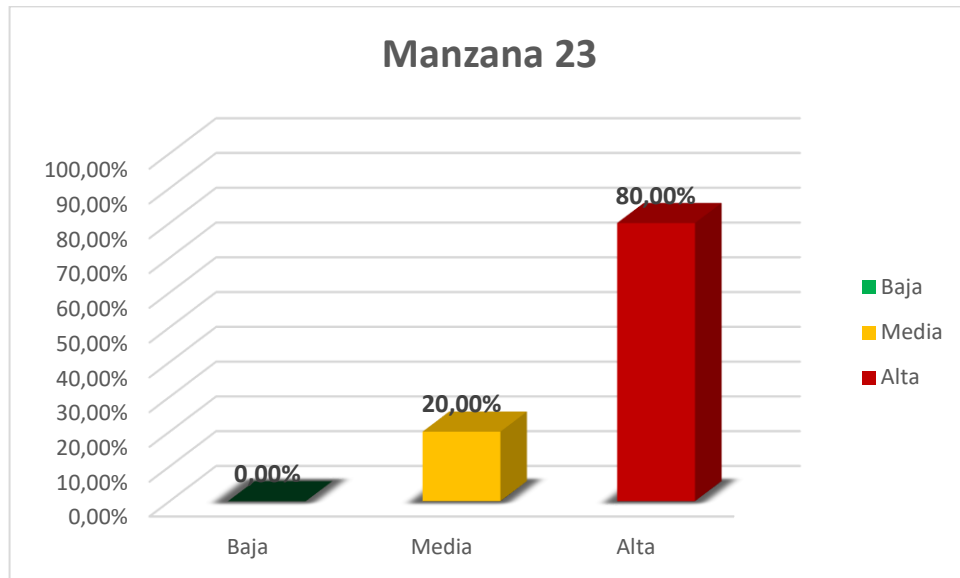
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 23

| Manzana 23 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 3 | 20,00% |
| Alta | 12 | 80,00% |
| Total | 15 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 77

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 23



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.20. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 24

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 24.

Tabla 102

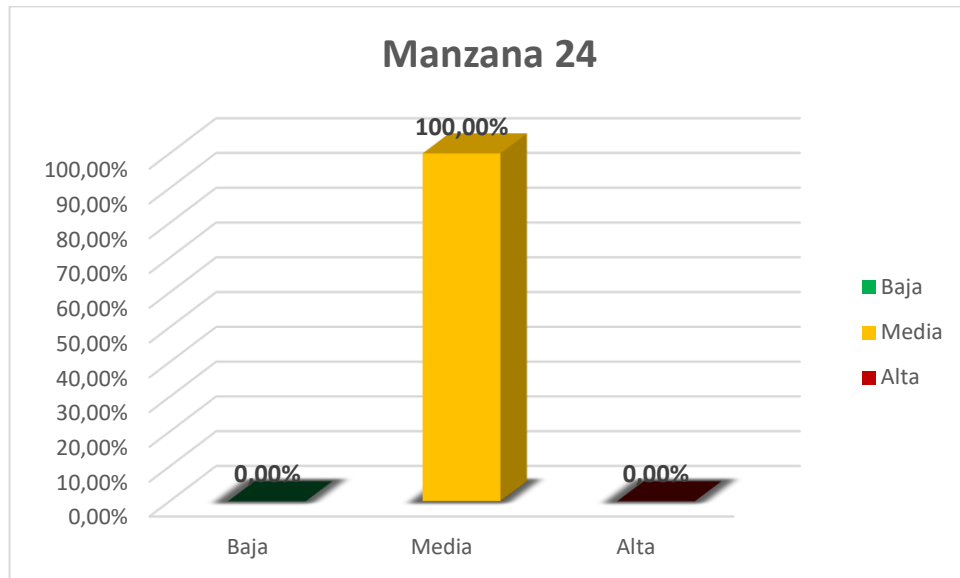
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 24

| Manzana 24 | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 7 | 100,00% |
| Alta | 0 | 0,00% |
| Total | 7 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 78

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 24



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.21. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 25

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 25.

Tabla 103

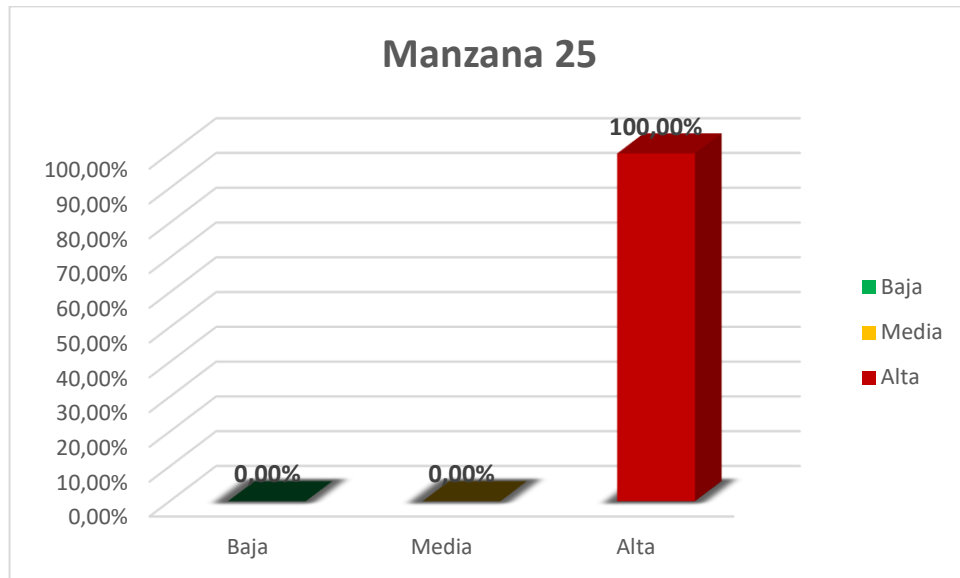
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 25

| Manzana 25 | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 0 | 0,00% |
| Alta | 3 | 100,00% |
| Total | 3 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 79

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 25



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.22. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 27

Se observa los niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 27.

Tabla 104

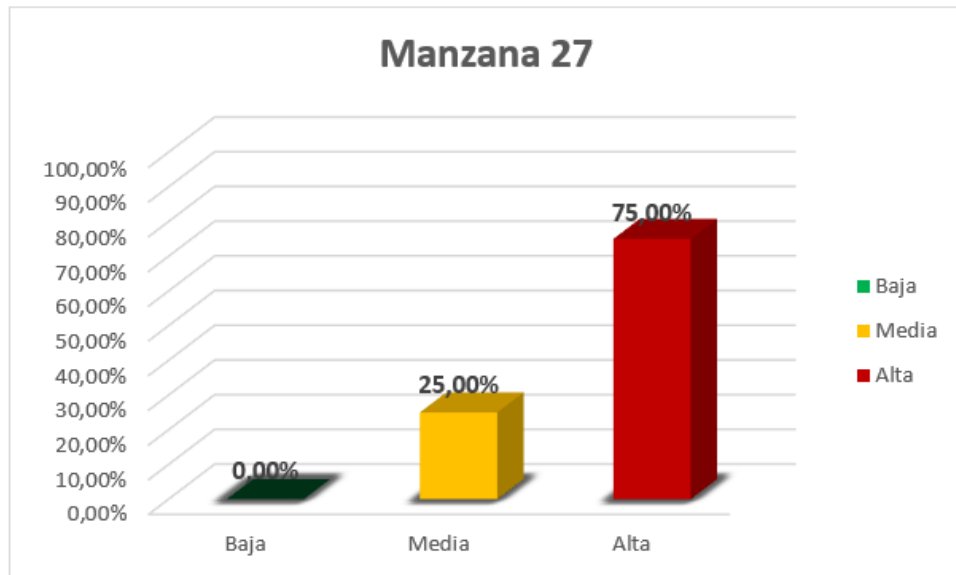
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 27

| Manzana 27 | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 1 | 25,00% |
| Alta | 3 | 75,00% |
| Total | 4 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 80

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 27



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.23. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 28

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 28.

Tabla 105

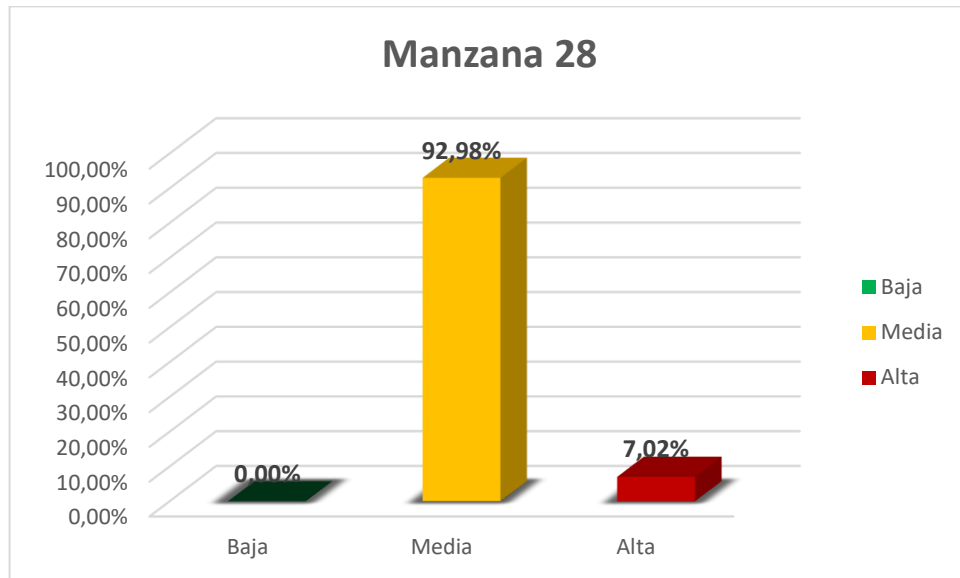
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 28

| Manzana 28 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 53 | 92,98% |
| Alta | 4 | 7,02% |
| Total | 57 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 81

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 28



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.24. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 29

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 29.

Tabla 106

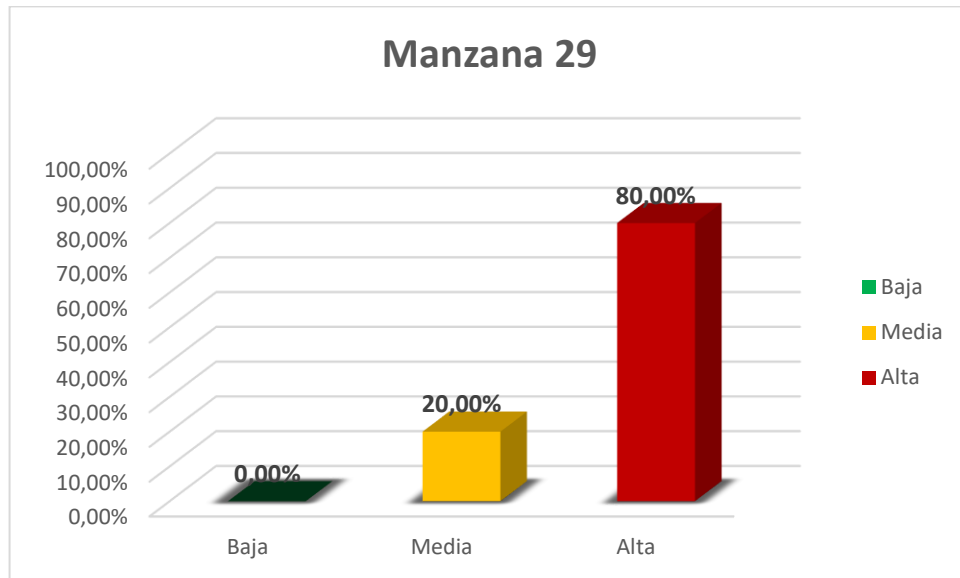
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 29

| Manzana 29 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 2 | 20,00% |
| Alta | 8 | 80,00% |
| Total | 10 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 82

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 29



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.25. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 30

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 30.

Tabla 107

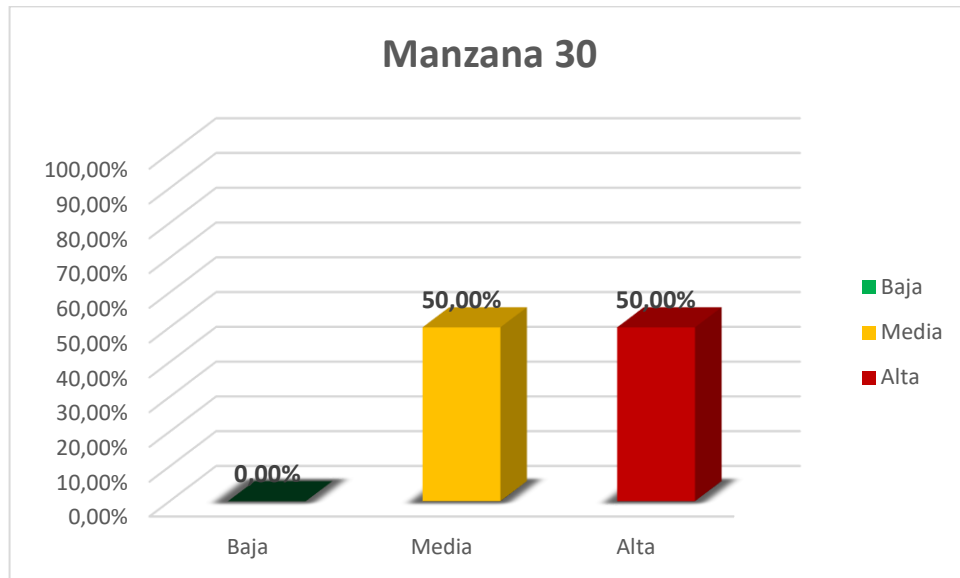
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 30

| Manzana 30 | | |
|---------------------------|-----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 15 | 50,00% |
| Alta | 15 | 50,00% |
| Total | 30 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 83

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 30



Elaborado por: el autor

5.1.5.1.26. Nivel de Vulnerabilidad de la Manzana 31

Se observa niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta la manzana 31.

Tabla 108

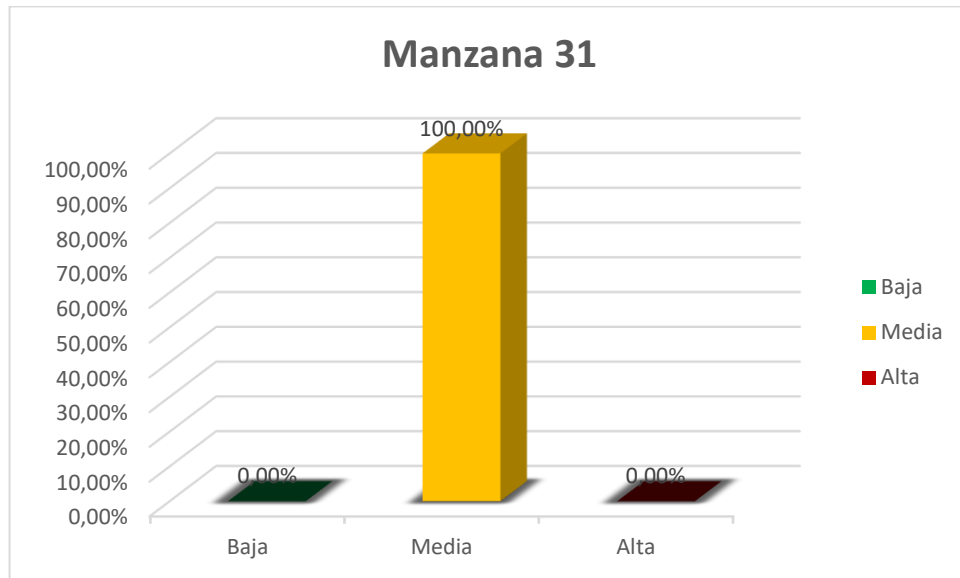
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 31

| Manzana 31 | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Niveles de Vulnerabilidad | Nº Lotes | % |
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 3 | 100,00% |
| Alta | 0 | 0,00% |
| Total | 3 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 84

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica de la Manzana 31



Elaborado por: el autor

5.1.5.2. Clasificación de Manzanas por Vulnerabilidad Sísmica

En el siguiente punto se mostrarán los grupos de manzanas según su nivel de vulnerabilidad sísmica.

5.1.5.2.1. Manzanas con Vulnerabilidad Baja

Tabla 109

Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Baja

| Manzanas con Nivel de Vulnerabilidad Baja | |
|--|---|
| Manzanas | 0 |

Elaborado por: el autor

5.1.5.2.2. Manzanas con Vulnerabilidad Media

Tabla 110

Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Media

| Manzanas con Nivel de Vulnerabilidad Media | |
|---|------------|
| Manzanas | Manzana 06 |
| | Manzana 09 |
| | Manzana 10 |
| | Manzana 12 |
| | Manzana 14 |
| | Manzana 15 |
| | Manzana 17 |
| | Manzana 19 |
| | Manzana 24 |
| | Manzana 28 |
| | Manzana 30 |
| | Manzana 31 |

Elaborado por: el autor

5.1.5.2.3. Manzanas con Vulnerabilidad Alta

Tabla 111

Manzana con Nivel de Vulnerabilidad Sísmica Alta

| Manzanas con Nivel de Vulnerabilidad Alta | |
|--|------------|
| Manzanas | Manzana 05 |
| | Manzana 07 |
| | Manzana 08 |
| | Manzana 11 |
| | Manzana 13 |
| | Manzana 16 |
| | Manzana 18 |
| | Manzana 19 |
| | Manzana 20 |
| | Manzana 21 |
| | Manzana 22 |
| | Manzana 23 |
| | Manzana 25 |
| | Manzana 27 |
| | Manzana 29 |
| Manzana 30 | |

Elaborado por: el autor

5.1.5.3. Nivel de Vulnerabilidad Sísmica por Tipología

En este punto se observa los niveles de vulnerabilidad sísmica según su tipología.

5.1.5.3.1. Nivel de Vulnerabilidad en Edificaciones de Adobe

Los rangos de vulnerabilidad para las edificaciones de adobe son los mostrados a continuación.

Tabla 112

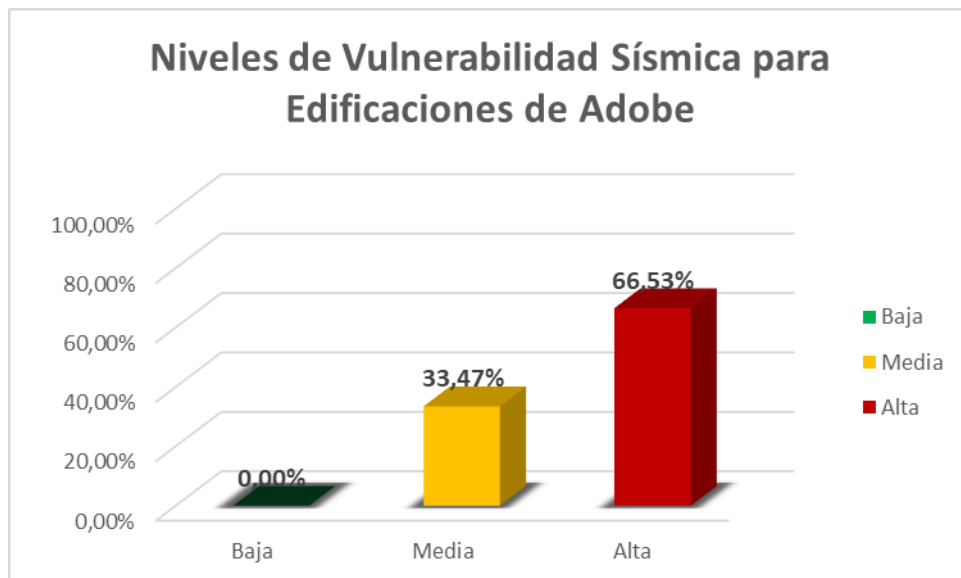
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe

| Nivel de Vulnerabilidad | Lotes | % |
|-------------------------|------------|----------------|
| Baja | 0 | 0,00% |
| Media | 80 | 33,47% |
| Alta | 159 | 66,53% |
| Total | 239 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 85

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe



Elaborado por: el autor

5.1.5.3.2. Nivel de Vulnerabilidad en Edificaciones de Albañilería

Los rangos de vulnerabilidad sísmica para las edificaciones de albañilería son los mostrados a continuación.

Tabla 113

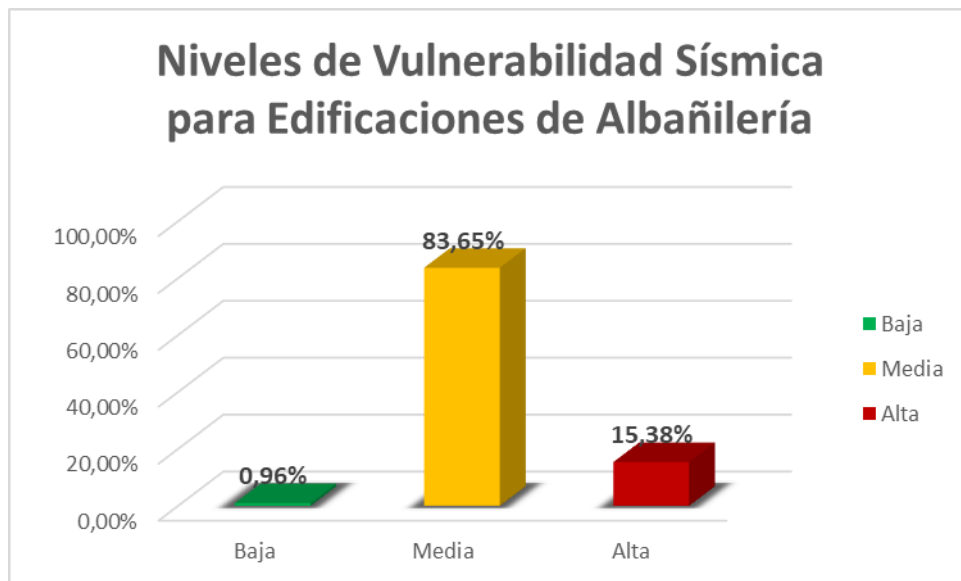
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería

| Nivel de Vulnerabilidad | Lotes | % |
|-------------------------|------------|----------------|
| Baja | 2 | 0,96% |
| Media | 174 | 83,65% |
| Alta | 32 | 15,38% |
| Total | 208 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 86

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería



Elaborado por: el autor

5.1.5.3.3. Nivel de Vulnerabilidad Total

Finalmente, se observa que los rangos de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones del estudio son los mostrados a continuación.

Tabla 114

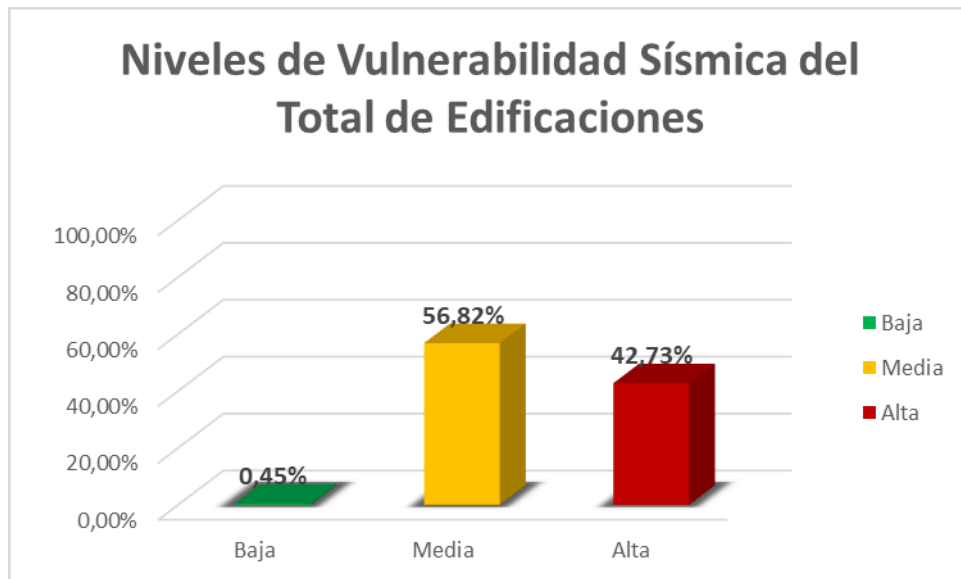
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para el Total de Edificaciones

| Nivel de Vulnerabilidad | Lotes | % |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Baja | 2 | 0,45% |
| Media | 254 | 56,82% |
| Alta | 191 | 42,73% |
| Total | 447 | 100,00% |

Elaborado por: el autor

Figura 87

Porcentaje de Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para el Total de las Edificaciones



Elaborado por: el autor

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1. Contrastación de Hipótesis

6.1.1. Contrastación de Hipótesis Especificas

6.1.1.1. Nivel de Vulnerabilidad en Edificaciones de Adobe

Para las edificaciones de adobe se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad baja es del 0,00%, el nivel de vulnerabilidad media es del 33,47% y el nivel de vulnerabilidad alta es del 66,53%. Estos resultados comprobarían que la hipótesis planteada en la presente investigación es correcta al saber que las edificaciones de adobe son altamente vulnerables en el sector 25, estos se deben a que al ser edificaciones antiguas con materiales constructivos de baja calidad y en mal estado de conservación no podrían soportar un evento sísmico de gran magnitud lo que es un peligro considerando la zona sísmica en la que se encuentran.

6.1.1.2. Nivel de Vulnerabilidad en Edificaciones de Albañilería

Para edificaciones de albañilería se obtuvo el nivel de vulnerabilidad baja es 0,96%, el nivel de vulnerabilidad

media es del 83,65% y el nivel de vulnerabilidad alta es del 15,38%. Los resultados comprobarían que la hipótesis planteada en la presente investigación es correcta al saber que las edificaciones de albañilería son medianamente vulnerables en el sector 25, esto se debe que a pesar de que las edificaciones no cuentan con asesoría técnica de expertos se encuentran en condiciones de conservación considerables para poder resistir eventos sísmicos pero que dañarían su sistema constructivo para futuros eventos de iguales condiciones, por ello también a largo plazo podrían representar un peligro considerando que se encuentra en una zona sísmica muy alta.

6.1.1.3. Nivel de Vulnerabilidad en

Edificaciones de Concreto Armado

Debido a que no se encontró edificaciones de concreto armado en la zona de estudio no se pudo comprobar la última hipótesis planteada siendo esta una hipótesis nula, por ende, para poder obtener estos resultados se podría extender la zona de estudio para futuras investigaciones con la esperanza de obtener muestras de edificaciones de esta tipología si es que la hubiese.

6.1.1.4. Nivel de Vulnerabilidad Total

El análisis de vulnerabilidad total muestra un nivel de vulnerabilidad baja del 0,45%, el nivel de vulnerabilidad media del 56,82% y el nivel de vulnerabilidad alta del 42,73% comprobando que el sector 25 se encuentra aún en un nivel de vulnerabilidad media pero ante un posible sismo de alto grado su condición puede cambiar considerablemente ya que casi la mitad de las edificaciones se encuentra con vulnerabilidad alta, por ello amerita un intervención de la población y el gobierno para prevenir una posible tragedia.

Tabla 115

Contrastación de Hipótesis

| Hipótesis planteadas | Métodos aplicados | Resultados obtenidos | Observaciones |
|--|-----------------------------|---|---|
| H1: La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en el sector 25 del distrito del Rímac. | Método de Benedetti-Petrini | Para las edificaciones de adobe se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad baja es del 0,00%, el nivel de vulnerabilidad media es del 33,47% y el nivel de vulnerabilidad alta es del 66,53%. | Estos resultados comprobarían que la hipótesis planteada es correcta al saber que las edificaciones de adobe son altamente vulnerables, esto se debe a que al ser edificaciones antiguas con materiales constructivos de baja calidad y en mal estado de conservación no podrían soportar un evento sísmico de gran magnitud lo que es un peligro considerando la zona sísmica en la que se encuentran. Los resultados comprobarían que la hipótesis planteada en la presente investigación es correcta al saber que las edificaciones de albañilería son medianamente vulnerables, esto se debe que a pesar de que las edificaciones no cuentan con asesoría técnica de expertos se encuentran en condiciones de conservación considerable para poder resistir eventos sísmicos pero que dañarían su sistema constructivo para futuros eventos de iguales condiciones, por ello también a largo plazo podrían representar un peligro considerando que nos encontramos en una zona sísmica muy alta. |
| H2: La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac. | Método de Benedetti-Petrini | Para las edificaciones de albañilería se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad baja es del 0,96%, el nivel de vulnerabilidad media es del 83,65% y el nivel de vulnerabilidad alta es del 15,38%. | Debido a que no se encontró edificaciones de concreto armado en la zona de estudio no se pudo comprobar la última hipótesis planteada siendo esta una hipótesis nula, por ende, para poder obtener estos resultados se podría extender la zona de estudio para futuras investigaciones con la esperanza de obtener muestras de edificaciones de esta tipología si es que la hubiese. |
| H3: La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac. | Método de Benedetti-Petrini | Para las edificaciones de concreto armado no se obtuvo resultados debido a que no se encontró esta tipología. | |

Elaborado por: el autor

6.2. Contrastación con los Antecedentes

6.2.1. Contrastación con los Antecedentes Internacionales

La investigación de Barreto Santamaria (2020) donde estudio la vulnerabilidad sísmica de los barrios Santa Lucia, Los Héroes y La Urbanización La Esperanza se obtuvo niveles de vulnerabilidad sísmica muy similares del barrio Santa Lucia con esta investigación, ya que determino que de los 344 lotes de estudio el 62,46% tenían una vulnerabilidad media; mientras que en esta investigación se determinó que de los 447 lotes de estudio el 56,82% cuenta con vulnerabilidad media en la zona de estudio.

Tabla 116*Contrastación de Antecedentes Internacionales*

| Antecedentes Internacionales | Métodos aplicados | Resultados obtenidos | Observaciones |
|---|-----------------------------|--|---|
| Barreto Santamaría (2020), en su investigación Tipología Estructural en los Barrios Santa Lucía, Los Héroes y La Urbanización la Esperanza de la Ciudad de Tunja , Colombia. | Método de Benedetti-Petrini | Se obtuvo niveles de vulnerabilidad sísmica muy similares del barrio Santa Lucía con esta investigación, ya que determino que de los 344 lotes de estudio el 62,46% tenían una vulnerabilidad media. | Los resultados coinciden con los obtenidos en el estudio, donde la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tienen una vulnerabilidad sísmica media. |

Elaborado por: el autor

6.2.2. Contrastación con los Antecedentes Nacionales

La investigación de Carhuallanqui Flores & Medina Fernández (2019) donde estudio la vulnerabilidad sísmica de edificios de la ciudad de Tumán se obtuvo niveles de vulnerabilidad sísmica muy similares con esta investigación, ya que además de obtener edificaciones de adobe con más del 50% de vulnerabilidad alta y edificaciones de albañilería con más del 50% de vulnerabilidad media. También se obtuvo que, de las 1708 edificaciones estudiadas, el 45,67% cuentan con vulnerabilidad media siendo este el nivel predominante; mientras que en esta investigación también se contó con una vulnerabilidad media predominante con el 56,82% de las 447 edificaciones estudiadas.

Tabla 117*Contrastación de Antecedentes Nacionales*

| Antecedentes Nacionales | Métodos aplicados | Resultados obtenidos | Observaciones |
|--|-----------------------------|---|---|
| Carhuallanqui Flores & Medina Fernández, en su investigación Vulnerabilidad Sísmica Aplicando los Índices de Vulnerabilidad de Benedetti Y Petrini en los Edificios de la Ciudad de Tumán . | Método de Benedetti-Petrini | Se obtuvo niveles de vulnerabilidad sísmica muy similares, ya que además de obtener edificaciones de adobe con más del 50% de vulnerabilidad alta y edificaciones de albañilería con más del 50% de vulnerabilidad media. También se obtuvo que, de las 1708 edificaciones estudiadas, el 45,67% cuentan con vulnerabilidad media siendo este el nivel predominante | Los resultados coinciden con los obtenidos en el estudio, donde la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tienen una vulnerabilidad sísmica media. |

Elaborado por: el autor

CONCLUSIONES

Del objetivo general y los objetivos específicos planteados en el capítulo I se puede concluir que:

1. Las edificaciones del sector 25 demostraron tener una vulnerabilidad media con un porcentaje del 56.82%, lo cual indica que, a pesar de no tener una vulnerabilidad sísmica alta, un evento sísmico de magnitud 6.5 grados a más puede ocasionando un gran porcentaje de pérdidas económicas y de vidas.
2. En las edificaciones de adobe en el sector 25 se tiene una vulnerabilidad alta en 159 lotes lo que representa un porcentaje del 66,53%, lo cual indica que las edificaciones de esta tipología son altamente vulnerables ante un evento sísmico de magnitud 5.5 grados a más en la escala de Richter ocasionando pérdidas económicas y arriesgando la integridad de los pobladores como ya se vienen presentando.
3. En las edificaciones de albañilería en el sector 25 se tiene una vulnerabilidad media en 174 lotes lo que representa un porcentaje del 83,65%, lo cual indica que las edificaciones de esta tipología son medianamente vulnerables lo que determina que ante sismo de magnitud 6.5 grados a más en la escala de Richter podría afectar a muchas de estas edificaciones ocasionado colapsos y afectando a las edificaciones de adobe con similar o mayor nivel de vulnerabilidad.

4. Lamentablemente, no se pudo encontrar edificaciones de concreto armado en el sector 25, ya que se cuentan con dos tipos de tipologías de edificaciones encontrándose 239 edificaciones de adobe y 208 edificaciones de albañilería, demostrando que poder construir nuevas edificaciones en esta zona es muy complicado debido a los procesos tan rigurosos y difíciles que deben presentar los habitantes de esta zona.

RECOMENDACIONES

1. Recomendaciones del Tema de Investigación

- 1.1 Utilizar los resultados de esta investigación para realizar estudios más rigurosos y comprobar su veracidad para poder tener futuras soluciones para este tipo de problemas de vulnerabilidad.

- 1.2 Involucrar a las autoridades del gobierno, los habitantes de estas edificaciones y las universidades en este tipo de investigaciones, para prevenir posibles tragedias por eventos sísmicos que ya han sido registrados con antigüedad, con estudios más rigurosos y planes concretos para un país más moderno y en buenas condiciones para este tipo de eventos sísmicos.

2. Recomendaciones Académicas

- 2.1 Fomentar los estudios de vulnerabilidad sísmica para estudiar las edificaciones esenciales e importantes, a través de metodologías adecuadas dirigidas a este tipo de edificaciones en el Distrito del Rímac.

- 2.2 Utilizar de adobe como material constructivo se evite debido a su baja resistencia ante fuerzas sísmicas, a menos que estén cumplan con lo establecido con la norma E.080 y sea evaluado por expertos que puedan garantizar un uso adecuado del este material con apoyo de

mallas electrosoldadas o geomallas que garanticen un incremento en resistencia de su sistema constructivo.

3. Recomendaciones a Gobiernos Locales

3.1 Realizar planes de prevención y mitigación para las zonas más vulnerables en este sector, así poder prevenir futuras tragedias, además de facilitar a los habitantes de la zona que puedan hacer mejoras y nuevas construcciones con ayuda de especialistas en especial las zonas que están por colapsar.

3.2 Realizar un control estricto mediante una supervisión de las numerosas construcciones que se realizan en el distrito, ya que la mayoría de estas no son asesoradas y diseñadas por expertos presentándose irregularidades en su sistema constructivo que afecta negativamente a la edificación.

4. Recomendaciones al Gobierno

4.1 Concientizar a la población de los peligros de no vivir en edificaciones adecuadas para sismos, diseñadas y asesoradas por expertos que prevengan estas tragedias que afectan en su totalidad a los habitantes de la zona, además de capacitar a la población en acciones que deben realizar antes, durante y después de un sismo para así disminuir el peligro que pueda causar.

4.2 Utilizar tipología de albañilería y concreto armado para la construcción de edificaciones, que sea diseñada y asesorada por expertos ya que estos pueden resistir fuerzas sísmicas siempre y cuando cumplan con lo normado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así podremos vivir en un país moderno y preparado para eventos sísmicos.

5. Recomendaciones a las Normas

5.1 Actualizar las normas E.060 y E.070, siendo los sistemas constructivos más importantes para que se apeguen a la realidad situacional del país

y se proyecte a un avance tecnológico en la construcción de las edificaciones del Perú, considerando los registros sísmicos de los últimos años.

5.2 Implementar una norma sobre el cálculo de vulnerabilidad sísmica que se asemejen a métodos ya existentes como el Método de Benedetti-Petrini para calcular de manera rápida y sencilla vulnerabilidad sísmica del país.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Angulo, W. (2017). Capeco: El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto. *RPP Noticias*.
<https://rpp.pe/economia/economia/capeco-el-70-de-viviendas-en-lima-son-construidas-sin-normas-tecnicas-noticia-1078934?ref=rpp>
- Barreto, M. P. (2020). Tipología Estructural en lo Barrios Santa Lucia, Los Heroes y La Urbanizacion la Esperanza de la Ciudad de Tunja. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomas] Universidad Santo Tomas Primer Claustro Universitario de Colombia. <http://hdl.handle.net/11634/30341>
- Boschi, S., Borghini, A., Ciavattone, A., Vignoli, A., Vienni, C., & Vigni, F. (2019). Proposal of an expeditious procedure for the seismic vulnerability analysis of masonry structures.
<http://digital.casalini.it/4548389>
- Camacho Salinas, J. M. (2016). *Hospitales seguros Preparativos del sector salud en casos de desastre*. [Figura]:
<https://slideplayer.es/slide/10162760/>
- Cárdenas, X. R. (2021). Caracterización Estructural y Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones de Adobe. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid] Archivo Digital UPM.
<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.67534>
- Carhuallanqui Flores, F., & Medina Fernández, G. E. (2019). *Vulnerabilidad Sísmica Aplicando los Índices de Vulnerabilidad de Benedetti Y Petrini en los Edificios de la Ciudad de Tumán*. [Tesis de grado, Universidad

- Nacional Pedro Ruiz Gallo] Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/4299>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2017). *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre*. Obtenido de [Figura]:
<https://dimse.cenepred.gob.pe/er/sismos/ESCENARIO-SISMO-TSUNAMI-LIMA-CALLAO.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2021). Escenario de riesgo por sismo de gran magnitud seguido de Tsunami frente a la Costa Central del Perú.
<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10810>
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://web-geofisica.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: proposte di un metodo di valutazione," 1984, Benedetti, D; Petrini, V)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Investigations on seismic vulnerability and seismic risk in Italy," 1985, Augusti, G; Benedetti, D; Corsanego, A)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Método Venezolano," 1985, Grisolia, D; Rivera, I; Sarmiento, B)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto

- de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://webserver2.ineter.gob.ni//sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Evaluating the Seismic Resistance of Existing Buildings - Método del ATC – 14," 1987, Applied Technology Council)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://web-geofisica.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Propuesta Metodológica para los Análisis de Vulnerabilidad," 1990, Cardona, O. D; Hurtado, J. E)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://webserver2.ineter.gob.ni//sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Evaluation of Seismic Safety of Existing Reinforced Concrete Buildings," 1992, Hirosawa, M)
- Chavarría Lanzas, D. A., & Gómez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia). [Tesis de grado, Universidad del Valle]. <https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/cali/>. (Reimpreso de "Método FEMA-178 = FEMA-310," 1992/1998, Building Seismic Safety Council)
- El Peruano. (2016, Agosto 2). Normas Legales. Diario Oficial El Peruano. [Figura]: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-que-modifica-la-ley-29090-ley-de-regulacion-de-habilita-ley-n-30494-1410669-1>
- Fumo, M., Formisano, A., Sibilio, G., & Violano, A. (2018). Energy and seismic recovering of ancient hamlets: The case of baia e latina. *Sustainability*, 10(8), 2831. <http://dx.doi.org/10.3390/su10082831>

- Google LLC. (2020). *Google Earth*. [Figura].
- Guerrero Yrene, J. D. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando Índices de Vulnerabilidad (Benedetti – Petrini) en el pueblo joven San Martín de Porres, distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8205>
- Guidi Estructurales. (2021). *Estudio de Vulnerabilidad Sísmica*. [Figura]: <https://www.gestructurales.com/servicios/analisis-de-vulnerabilidad-sismica>
- Guzmán Castillo, I. (2017). Casonas y viviendas antiguas del Rímac a punto de colapsar. *Correo*. <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/casonas-y-viviendas-antiguas-rimac-788589/?ref=dcr>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.
- Instituto Geofísico del Perú. (2014). Evaluación del Peligro Sísmico en Perú. Perú. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/773>
- Instituto Geofísico del Perú. (2019). Instituto Geofísico del Perú. [Figura]: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2018). Los Movimientos Sísmicos. Instituto de Defensa Civil, Perú. <https://www.indeci.gob.pe/preparacion/peligros/movimientos-sismicos-2/>
- Malhaber Montenegro, M. A. (2020). Evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizando los métodos observacionales Indeci y Benedetti Petrini en el Distrito de Chongoyape. [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán] Universidad Señor de Sipán. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7494>
- Mauricio Avalos, R. M. (2018). Evaluación del desempeño sísmico de viviendas de albañilería confinada con reforzamiento de columnas mediante encamisado, Condevilla, San Martín de Porres, 2018. [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo] Universidad César Vallejo Repositorio Digital Institucional [Figura]: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25302>

- Ministerio de Educación. (2011). *LEY N° 29664 - Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. [Informe de políticas] <http://www.minedu.gob.pe/comision-sectorial/normativas.php>
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2021). *Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General*. [Informe de políticas]. <https://www.gob.pe/institucion/minjus/informes-publicaciones/2039342-texto-unico-ordenado-de-la-ley-n-27444-ley-del-procedimiento-administrativo-general>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma E.070 Albañilería*. [Informe de políticas] <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma GE.010 Alcances y Contenido*. [Informe de políticas]. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma GH.010 Condiciones Generales de las Habilitaciones*. [Informe de políticas] <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. [Informe de políticas] <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma G.050 Seguridad Durante la Construcción*. [Informe de políticas] <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú. [Informe de políticas]

- <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma E.030 Diseño Sismo Resistente*. [Informe de políticas]
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Norma A.140 Bienes Culturales Inmuebles del Reglamento Nacional de Edificaciones*. [Informe de políticas].
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Nisperuza López, D. A. (2019). Análisis Cualitativo y Comparativo del Método Benedetti Petrini y la NRS 2010, Desarrollado en Edificaciones de uno y dos pisos en el Barrio Bijao, Municipio del Bagre Antioquia. [Tesis de Grado, Universidad de Santo Tomas] Universidad de Santo Tomas.
<http://hdl.handle.net/11634/16713>
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*.
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/816>
- Rodriguez Pintado, J. A., & Zulueta Pérez, H. E. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti - Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/8240>
- Samaniego, L., & Rios, J. (2006). *ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL DISTRITO DEL RIMAC*. Universidad Nacional de Ingeniería. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2944>
- Tucto Asencio, J. D. (2018). Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/2526>

- Universidad Nacional de Ingeniería. (2019). *Metodologías para el análisis de vulnerabilidad sísmica*. [Tabla]: <https://vulnerabilidad-sismica.uni.edu.pe/Metodologia>
- Vizconde Campos, A. (2004). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente : Clínica San Miguel, Piura. [Tesis de grado, Universidad de Piura] <https://hdl.handle.net/11042/1367>
- Wong Rafael, K. A., & Wong Rafael, W. R. (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando los Índices de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las Edificaciones Comunes en la Ciudad de Pomalca. Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres. [Tabla] <https://hdl.handle.net/20.500.12727/8535>. (Reimpreso de "Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: proposte di un metodo di valutazione," 1984, Benedetti, D; Petrini, V)
- Wong Rafael, K. A., & Wong Rafael, W. R. (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando los Índices de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las Edificaciones Comunes en la Ciudad de Pomalca. [Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres] [Tabla] <https://hdl.handle.net/20.500.12727/8535>. (Reimpreso de "Valores Recomendados de Esfuerzo Cortante Máximo para Mampostería de Edificios Históricos.," 1998, Meli, R)
- Wong Rafael, K. A., & Wong Rafael, W. R. (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando los Índices de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las Edificaciones Comunes en la Ciudad de Pomalca. [Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres] [Tabla] <https://hdl.handle.net/20.500.12727/8535>. (Reimpreso de "Evaluación del riesgo Sísmico en zonas urbanas.," 2002, Mena, U)

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| ANEXO 1 Matriz de Consistencia | 179 |
| ANEXO 2 Ficha de Evaluación para Tipología Adobe | 181 |
| ANEXO 3 Ficha de Evaluación para Tipología Albañilería | 183 |
| ANEXO 4 Ficha de Evaluación para Tipología Concreto Armado | 185 |
| ANEXO 5 Nuevas Construcciones en la Zona | 187 |
| ANEXO 6 Equipo de Trabajo | 189 |
| ANEXO 7 Trabajo de Campo | 191 |
| ANEXO 8 Mapas Temáticos | 194 |

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Tesis: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

Elaborado por: Fernando Jose Bustos Espinoza

| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables | Indicador | Metodología |
|--|--|--|--------------------------------|----------------------------------|--|
| Problema General | Objetivo General | Hipótesis General | Variable Independiente | | Diseño |
| ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac? | Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac. | La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en el sector 25 del distrito del Rímac. | X: Método de Benedetti-Petrini | Edificaciones de Adobe | Tipo de Investigación: Mixta |
| | | | | Edificaciones de Albañilería | Nivel de Aplicación: Aplicada |
| | | | | Edificaciones de Concreto Armado | Diseño de Investigación: No Experimental |
| Problemas Específicos | Objetivos Específicos | Hipótesis Específicos | Variable Dependiente | | Muestra |
| ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac? | Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac. | La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de adobe muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en el sector 25 del distrito del Rímac. | Y: Vulnerabilidad Sísmica | Vulnerabilidad Alta | Población: Sector 25 del distrito del Rímac. |
| | | | | | Muestra: 25 manzanas, las cuales tienen en total 448 edificaciones en el distrito de Rímac – Lima. |
| ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac? | Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac. | La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de albañilería muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac. | Y: Vulnerabilidad Sísmica | Vulnerabilidad Media | Instrumentos |
| | | | | | Método: Los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini como técnica de análisis. |
| ¿Cuál es el resultado de la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac? | Elaborar la evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el sector 25 del distrito del Rímac. | La evaluación de primer orden por el método de Benedetti-Petrini en las edificaciones de concreto armado muestra como resultado que más del 50% del nivel de vulnerabilidad sísmica es mediano en el sector 25 del distrito del Rímac. | Y: Vulnerabilidad Sísmica | Vulnerabilidad Baja | Procesamiento: Ficha de recolección de datos por la evaluación de edificaciones. |
| | | | | | Procedimiento |
| | | | | | Elaboración de fichas de recolección de datos. |
| | | | | | Aplicación de fichas de recolección de datos. |
| | | | | | Análisis, Evaluación y Conclusión de datos. |

ANEXO 2

Ficha de Evaluación para Tipología Adobe



| Datos Referenciales | |
|---------------------|--|
| Dirección: | |
| Propietario: | |
| Uso Actual: | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | (X) |
|------------------------------------|-------|--|---------------------------|-----|
| 1) Tipo y Organización del Sistema | | Presenta asesoría técnica | | |
| | | Presenta nueva construcción y/o reparación según norma | | |
| | | Presenta elementos de arrioste horizontales y verticales | | |
| | | Existe adecuada distribución de muros y regularidad | | |
| | | Ninguna de las anteriores. Edificación de quincha y/o tapial | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO |
|-----------------------------------|-------|------------------------------------|---------------------------|-------|
| 2) Calidad del Sistema Resistente | | Muros con albañilería industrial | | |
| | | Muros con albañilería artesanal | | |
| | | Buena trabazón en albañilería | | |
| | | Mortero de buena calidad (9 -12mm) | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO | |
|---|-------|--|---------------------------|-------|--|
| 3) Resistencia Convencional | | Especificar según lo observado en la estructura: | | | |
| | | Números de Pisos: | | | |
| | | Ax: Área de muro en X (m2): | | | |
| | | Ay: Área de muros en Y (m2): | | | |
| | | h: Altura promedio de entrepiso (m): | | | |
| | | pm: Peso de albañilería (tn/m3): | | | |
| | | M: Número de diafragmas: | | | |
| | | Ps: Peso del diafragma (tn/m²): | | | |
| | | At: Área techada (m²): | | | |
| | | Ac: Área de la cubierta (m²): | | | |
| | | Pc: Peso de la cubierta (tn/m²): | | | |
| | | Atb: Área de techo de torta de barro (m2): | | | |
| Ptb: Peso de techo de torta de barro (tn/m2): | | | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO |
|--|-------|------------------------------------|---------------------------|-------|
| 4) Posición del edificio y de la cimentación | | Presencia de sales | | |
| | | Presencia de filtraciones | | |
| | | Estado de conservación deteriorado | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO |
|----------------------------|-------|--|---------------------------|-------|
| 5) Diafragmas Horizontales | | Diafragmas de losa y vigas de concreto armado | | |
| | | Diafragmas de losa y vigas de concreto armado con alguna deficiencia | | |
| | | Techo de caña y vigas de madera en buen estado | | |
| | | Techo de caña y vigas de madera en estado de deflexión | | |
| | | Edificación sin diafragmas, cubierta de eternit o calamina | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO | |
|----------------------------|-------|--|---------------------------|-------|--|
| 6) Configuración en Planta | | Especificar los siguientes parámetros: | | | |
| | | Xmin= | | | |
| | | Xmax= | | | |
| | | Ymin= | | | |
| | | Ymax= | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO | |
|---------------------------------------|-------|---|---------------------------|-------|--|
| 7) Configuración en Elevación | | Especificar y marcar según lo observado: | | | |
| | | Aumento o reducción de masas o áreas (%): | | | |
| | | Piso blando: | | | |
| Irregularidad del sistema resistente: | | | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO | |
|---------------------------------|-------|---|---------------------------|-------|--|
| 8) Distancia máxima entre muros | | Especificar: | | | |
| | | L (espaciamiento de muros transversales en metros): | | | |
| | | S (espesor del muro de cabeza en metros): | | | |
| Factor L/S: | | | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | SI/NO |
|---------------------|-------|------------------------------------|---------------------------|-------|
| 9) Tipo de Cubierta | | Cubierta estable: | | |
| | | Conexión cubierta - muro adecuada: | | |
| | | Cubierta plana: | | |
| | | Material liviano: | | |
| | | Cubierta en buenas condiciones: | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | (B)/(R)/(M) | |
|------------------------------------|-------|---|---------------------------|-------------|--|
| 10) Elementos No Estructurales | | Especificar y calificar según lo observado: | | | |
| | | Cornizas y Parapetos: | | | |
| | | Tanques de agua prefabricados | | | |
| | | Balcones y volados: | | | |
| | | Pequeños elementos | | | |
| Detalles adicionales de elementos: | | | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | Marca según lo observado: | (X) |
|----------------------------|-------|---|---------------------------|-----|
| 11) Estado de Conservación | | Edificación en buenas condiciones, sin fisuras visibles: | | |
| | | Edificación que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados: | | |
| | | Edificación que presenta fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados: | | |
| | | Muros con fuerte deterioro en sus componentes: | | |

Arrioste: Arriostamiento es el elemento estructural que sirve para arriostar, es decir, para rigidizar o estabilizar la estructura impidiendo o limitando parcialmente los desplazamientos/deformaciones de esta.

Trabazón: Recurso constructivo empleado para conseguir un buen enlace del conjunto de adoquines que forman el pavimento. La trabazón evita la posible separación de piezas bajo cargas excesivas o no previstas.

Diafragmas: Un diafragma es una estructura que tiene la función de amarrar los muros de la construcción, de tal manera que formen un conjunto. Así, por ejemplo, un entrepiso o una cubierta pueden ser considerados diafragmas.

Cubierta: Elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Aunque el conjunto de ambas cosas, cubierta y estructura tiene un nombre más específico: techumbre.

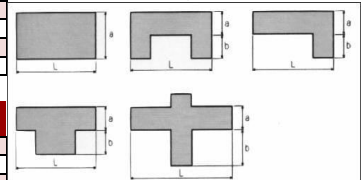
Piso Blando: Planta cuya rigidez lateral es inferior a la de las plantas superiores.

Viga Cumbreira: Viga empleada para sostener los extremos superiores de los cabios en una armadura de cubierta.

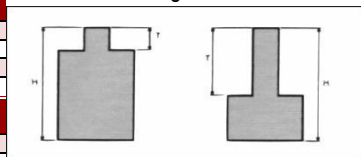
Cornisas: Es la parte superior y más saliente de la fachada de una edificación. Tiene como función principal evitar que el agua de lluvia incida directamente sobre el muro o se deslice por el mismo, además de rematar la fachada del edificio.

Parapetos: Elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza, aunque también se puede encontrar en cualquier otro lugar que presente desniveles entre diferentes planos.

Parámetro 6: Configuración en Planta



Parámetro 7: Configuración en Elevación



ANEXO 3

Ficha de Evaluación

para Tipología

Albañilería



| Datos Referenciales | |
|---------------------|--|
| Dirección: | |
| Propietario: | |
| Uso Actual: | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | (X) |
|------------------------------------|-------|--|-----|
| 1) Tipo y Organización del Sistema | | Marca según lo observado: | |
| | | Presenta asesoría técnica | |
| | | Presenta nueva construcción y/o reparación según norma | |
| | | Presenta elementos de arriostre horizontales y verticales | |
| | | Existe diferencias en confinamiento y procesos de construcción | |
| | | Existe muros sin confinar y/o autoconstrucción | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|-----------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| 2) Calidad del Sistema Resistente | | Marca según lo observado: | |
| | | Muros con albañilería industrial | |
| | | Muros con albañilería artesanal | |
| | | Buena trabazón en albañilería | |
| | | Mortero de buena calidad (9 -12mm) | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|---|-------|---|-------|
| 3) Resistencia Convencional | | Marca según lo observado en la estructura: | |
| | | Números de Pisos: | |
| | | Ax: Área de muro en X (m ²): | |
| | | Ay: Área de muros en Y (m ²): | |
| | | h: Altura promedio de entrepiso (m): | |
| | | pm: Peso de albañilería (tn/m ³): | |
| | | M: Número de diafragmas: | |
| | | Ps: Peso del diafragma (tn/m ²): | |
| | | At: Área techada (m ²): | |
| | | Ac: Área de la cubierta (m ²): | |
| Pc: Peso de la cubierta (tn/m ²): | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|--|-------|------------------------------------|-------|
| 4) Posición del edificio y de la cimentación | | Marca según lo observado: | |
| | | Presencia de sales | |
| | | Presencia de filtraciones | |
| | | Estado de conservación deteriorado | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|----------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| 5) Diafragmas Horizontales | | Marca según lo observado: | |
| | | Discontinuidades abruptas | |
| | | Buena conexión diafragma - muro | |
| | | Deflexión del diafragma | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|----------------------------|-------|--|-------|
| 6) Configuración en Planta | | Marca según lo observado: | |
| | | Especificar los siguientes parámetros: | |
| | | Xmin= | |
| | | Xmax= | |
| | | Ymin= | |
| Ymax= | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|-------------------------------|-------|---|-------|
| 7) Configuración en Elevación | | Marca según lo observado: | |
| | | Aumento o reducción de masas o áreas (%): | |
| | | Piso blando: | |
| | | Irregularidad del sistema resistente: | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|---------------------------------|-------|--|-------|
| 8) Distancia máxima entre muros | | Marca según lo observado: | |
| | | Especificar: | |
| | | L (espaciamento de muros transversales en metros): | |
| | | S (espesor del muro de cabeza en metros): | |
| Factor L/S: | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
|---------------------------------|-------|--|-------|
| 9) Tipo de Cubierta | | Marca según lo observado: | |
| | | Especificar y marcar según lo observado: | |
| | | Cubierta estable: | |
| | | Conexión cubierta - muro adecuada: | |
| | | Cubierta plana: | |
| Material liviano: | | | |
| Cubierta en buenas condiciones: | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | (B)/(R)/(M) |
|------------------------------------|-------|---|-------------|
| 10) Elementos No Estructurales | | Marca según lo observado: | |
| | | Especificar y calificar según lo observado: | |
| | | Cornizas y Parapetos: | |
| | | Tanques de agua prefabricados | |
| | | Balcones y volados: | |
| Pequeños elementos | | | |
| Detalles adicionales de elementos: | | | |

| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | (X) |
|--|-------|---|-----|
| 11) Estado de Conservación | | Marca según lo observado: | |
| | | Especificar y calificar según lo observado: | |
| | | Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles: | |
| | | Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas: | |
| | | Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación: | |
| Muros con fuerte deterioro en sus componentes: | | | |

Arriostre: Arriostramiento es el elemento estructural que sirve para arriostar, es decir, para rigidizar o estabilizar la estructura impidiendo o limitando parcialmente los desplazamientos/deformaciones de esta.

Trabazón: Recurso constructivo empleado para conseguir un buen enlace del conjunto de adoquines que forman el pavimento. La trabazón evita la posible separación de piezas bajo cargas excesivas o no previstas.

Diafragmas: Un diafragma es una estructura que tiene la función de amarrar los muros de la construcción, de tal manera que formen un conjunto. Así, por ejemplo, un entrepiso o una cubierta pueden ser considerados diafragmas.

Cubierta: Elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Aunque el conjunto de ambas cosas, cubierta y estructura tiene un nombre más específico: techumbre.

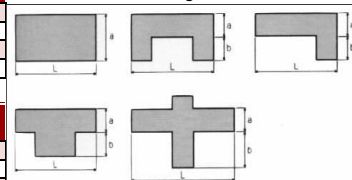
Piso Blando: Planta cuya rigidez lateral es inferior a la de las plantas superiores.

Viga Cumbre: Viga empleada para sostener los extremos superiores de los cabios en una armadura de cubierta.

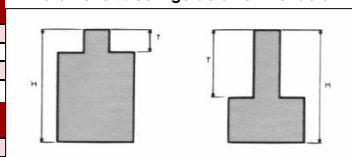
Cornisas: Es la parte superior y más saliente de la fachada de una edificación. Tiene como función principal evitar que el agua de lluvia incida directamente sobre el muro o se deslice por el mismo, además de rematar la fachada del edificio.

Parapetos: Elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza, aunque también se puede encontrar en cualquier otro lugar que presente desniveles entre diferentes planos.

Parámetro 6: Configuración en Planta



Parámetro 7: Configuración en Elevación



ANEXO 4

Ficha de Evaluación

para Tipología

Concreto Armado



| Datos Referenciales | | | |
|--|-------|--|-------------|
| Dirección: | | | |
| Propietario: | | | |
| Uso Actual: | | | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 1) Tipo y Organización del Sistema | | Especificar y marcar según lo observado: Año de construcción: Asesoría Técnica: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 2) Calidad del Sistema Resistente | | Marca según lo observado: Materiales en buen estado: Adecuado proceso constructivo: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 3) Resistencia Convencional | | Especificar según lo observado en la estructura: Números de Pisos: Ax: Área de muro en X (m ²): Ay: Área de muros en Y (m ²): h: Altura promedio de entrepiso (m): At: Área techada (m ²): Ps: Peso del diafragma (tn/m ²): | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 4) Posición del edificio y de la cimentación | | Marca según lo observado: Presencia de sales Presencia de filtraciones | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 5) Diafragmas Horizontales | | Marca según lo observado: Discontinuidades abruptas Buena conexión diafragma - muro Deflexión del diafragma | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 6) Configuración en Planta | | Especificar los siguientes parámetros: Xmin= Xmax= Ymin= Ymax= | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 7) Configuración en Elevación | | Especificar y marcar según lo observado: %T/H: Piso blando: Irregularidad del sistema resistente: Columna corta: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 8) Distancia máxima entre muros | | Especificar: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | SI/NO |
| 9) Tipo de Cubierta | | Especificar y marcar según lo observado: Cubierta estable: Conexión cubierta - muro adecuada: Cubierta plana: Material liviano: Cubierta en buenas condiciones: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | (B)/(R)/(M) |
| 10) Elementos No Estructurales | | Especificar y calificar según lo observado: Cornisas y Parapetos: Tanques de agua prefabricados Balcones y volados: Pequeños elementos Detalles adicionales de elementos: | |
| Parámetro | Clase | Elemento de Evaluación | (X) |
| 11) Estado de Conservación | | Marcar según lo observado: Estructuras de C.A. en buen estado: Estructuras de C.A. ligeramente dañado: Estructuras de C.A. en mal estado de conservación: | |

Arriostre: Arriostramiento es el elemento estructural que sirve para arriostar, es decir, para rigidizar o estabilizar la estructura impidiendo o limitando parcialmente los desplazamientos/deformaciones de esta.

Trabazón: Recurso constructivo empleado para conseguir un buen enlace del conjunto de adoquines que forman el pavimento. La trabazón evita la posible separación de piezas bajo cargas excesivas o no previstas.

Diafragmas: Un diafragma es una estructura que tiene la función de amarrar los muros de la construcción, de tal manera que formen un conjunto. Así, por ejemplo, un entrepiso o una cubierta pueden ser considerados diafragmas.

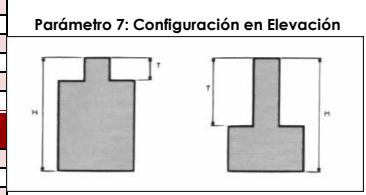
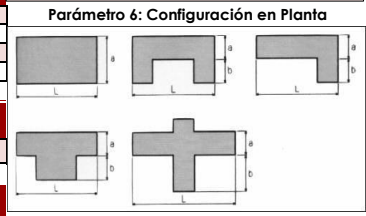
Cubierta: Elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Aunque el conjunto de ambas cosas, cubierta y estructura tiene un nombre más específico: techumbre.

Piso Blando: Planta cuya rigidez lateral es inferior a la de las plantas superiores.

Viga Cumbre: Viga empleada para sostener los extremos superiores de los cabios en una armadura de cubierta.

Cornisas: Es la parte superior y más saliente de la fachada de una edificación. Tiene como función principal evitar que el agua de lluvia incida directamente sobre el muro o se deslice por el mismo, además de rematar la fachada del edificio.

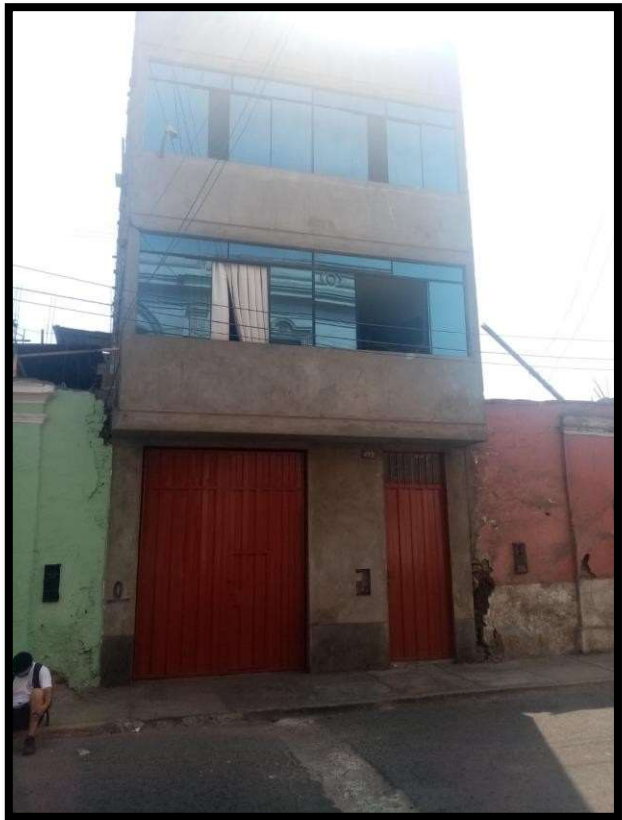
Parapetos: Elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza, aunque también se puede encontrar en cualquier otro lugar que



ANEXO 5

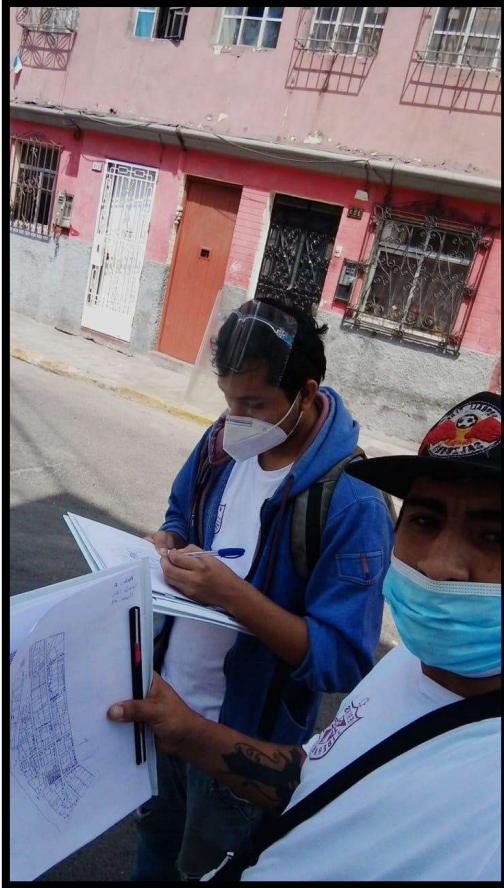
Nuevas Construcciones

en la Zona



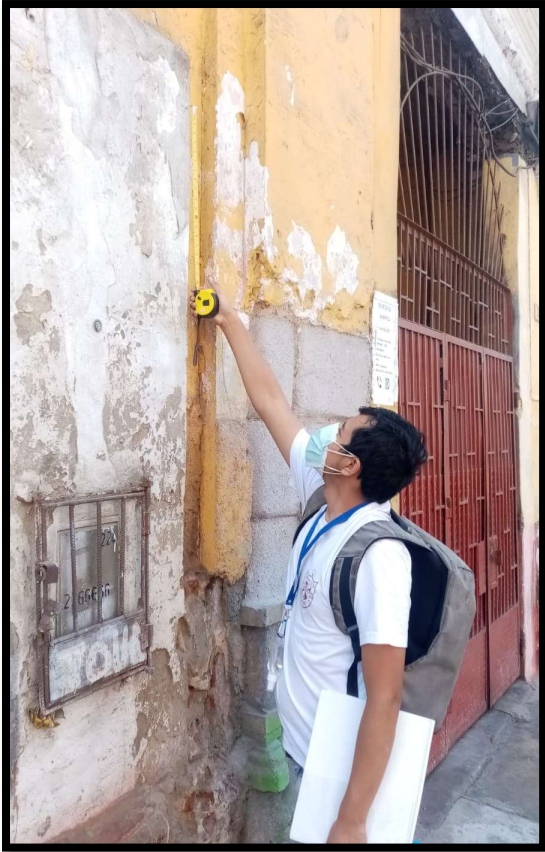
ANEXO 6

Equipo de Trabajo



ANEXO 7

Trabajo de Campo





ANEXO 8

Mapas Temáticos



LEYENDA:

TIPOLOGÍA

- ADOBE
- ALBAÑILERIA

PLANO:

TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS



UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL

TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

AUTOR:
 FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA

ASESOR:
 JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
 ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

LÁMINA
01




LEYENDA:

PARÁMETRO 01

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

PARÁMETRO 01:
**TIPO Y ORGANIZACIÓN
DEL SISTEMA RESISTENTE**

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 02</p> |



LEYENDA:

PARÁMETRO 02

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 02:
CALIDAD DEL SISTEMA
RESISTENTE*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 03</p> |




LEYENDA:
PARÁMETRO 03

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

PARÁMETRO 03:
RESISTENCIA CONVENCIONAL

| | | |
|--|---|---|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 04</p> |



LEYENDA:

PARÁMETRO 04

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 04:
POSICIÓN DEL EDIFICIO
Y LA CIMENTACIÓN*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 05</p> |




LEYENDA:
PARÁMETRO 05

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

PARÁMETRO 05:
DIAFRAGMAS HORIZONTALES

| | | |
|--|---|--|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 06</p> |



LEYENDA:

PARÁMETRO 06

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

PARÁMETRO 06:
CONFIGURACIÓN EN PLANTA

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 07</p> |




LEYENDA:

PARÁMETRO 07

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 07:
CONFIGURACIÓN EN
ELEVACIÓN*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 08</p> |




LEYENDA:

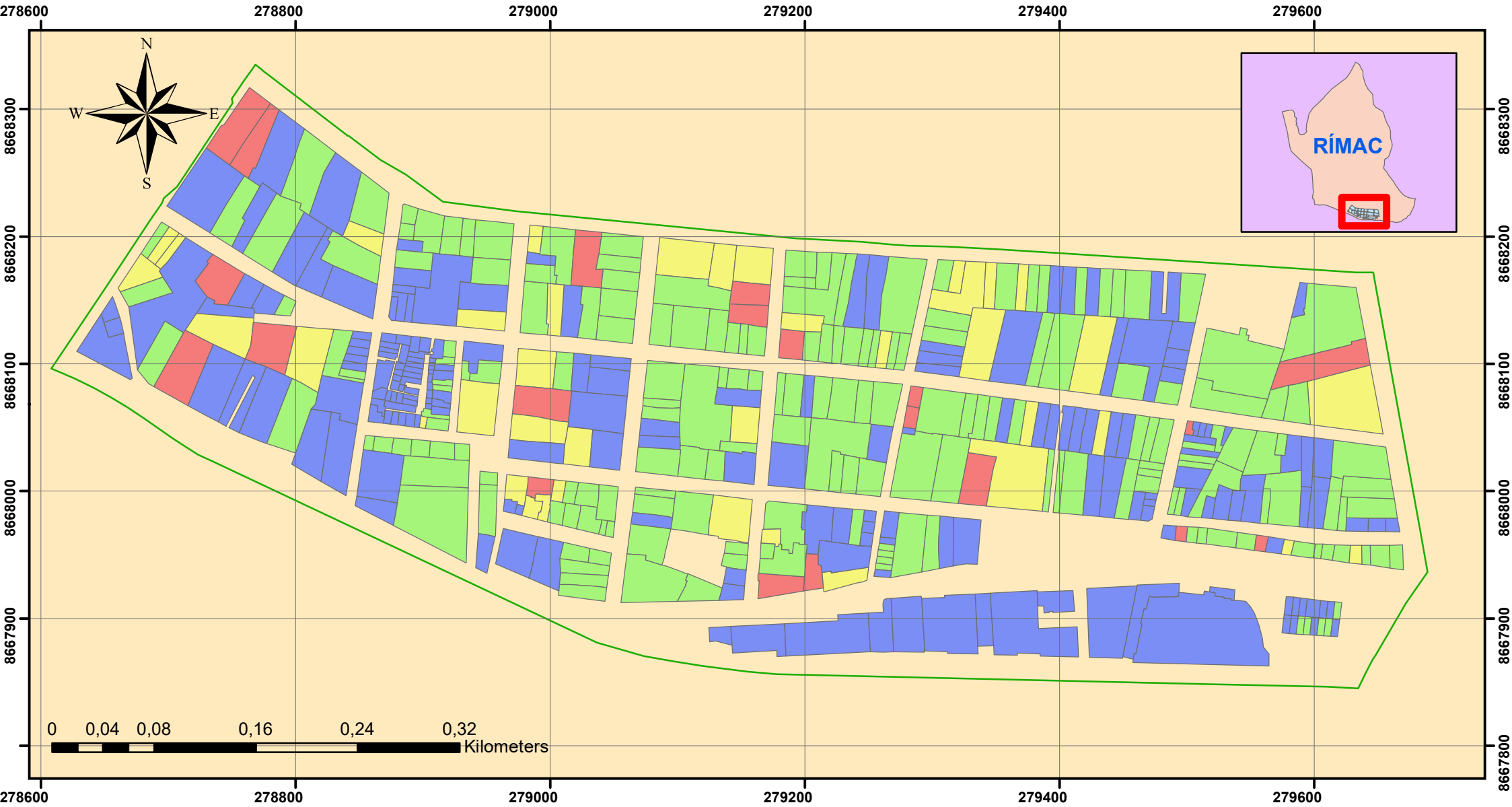
PARÁMETRO 08

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

PARÁMETRO 08:
**DISTANCIA MÁXIMA ENTRE
LOS MUROS**

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 09</p> |




LEYENDA:

PARÁMETRO 09

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 09:
TIPO DE CUBIERTA*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 10</p> |




LEYENDA:

PARÁMETRO 10

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 10:
ELEMENTOS
NO ESTRUCTURALES*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 11</p> |




LEYENDA:

PARÁMETRO 11

- CLASE A
- CLASE B
- CLASE C
- CLASE D

PLANO:

*PARÁMETRO 11:
ESTADO DE
CONSERVACIÓN*

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 12</p> |




LEYENDA:

VULNERABILIDAD SÍSMICA

- ALTA
- MEDIA
- BAJA

PLANO:

VULNERABILIDAD SÍSMICA

| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL ING. CIVIL</p> | | |
| <p>TESIS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES UBICADO EN EL SECTOR 25 EN EL DISTRITO DEL RÍMAC PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</p> | | |
| <p>AUTOR: FERNANDO JOSE BUSTOS ESPINOZA</p> | <p>ASESOR: JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO</p> | <p>LÁMINA 13</p> |