

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS
AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORES-JAÉN**
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Edwin Osvel Herrera Aldáz

Bach. Erick Brayan Neira Aguila

Asesor: Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

Línea de investigación: Estructuras

JAÉN - PERÚ

ENERO - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS
AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORES-JAÉN**

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

Autores: Bach. Edwin Osvel Herrera Aldáz

Bach. Erick Brayan Neira Aguila

Asesor: Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

Línea de investigación: Estructuras

JAÉN - PERÚ

ENERO – 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORESJAÉN

AUTOR

Edwin Osvel Herrera Aldáz Erick Brayan Neira Aguila

RECuento DE PALABRAS

17837 Words

RECuento DE CARACTERES

86731 Characters

RECuento DE PÁGINAS

100 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.6MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 2, 2024 12:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 2, 2024 12:04 PM GMT-5

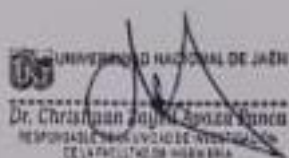
● 17% de similitud general

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

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)





FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 09 de febrero del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Secretario: Mg. José Luis Piedra Tineo

Vocal: M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORES - JAÉN,

presentado por los tesisistas **Edwin Osvel Herrera Aldáz y Erick Brayan Neira Aguila,** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo general	18
2.2. Objetivos específicos	18
III. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1. Localización del estudio	19
3.2. Población	20
3.3. Muestra	20
3.4. Variables de la investigación	20
3.5. Fuentes de información	20
3.6. Métodos	20
3.8. Procedimiento	21
IV. RESULTADOS	26
4.1. Condiciones estructurales de las edificaciones autoconstruidas del sector Miraflores	26
4.2. Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti-Petrini	28
4.3. Propuesta de reducción de la vulnerabilidad sísmica para edificaciones analizadas	36
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1. Conclusiones	41
6.2. Recomendaciones	42

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i>	<i>Resultado del parámetro 01: Tipo y organización del sistema resistente.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2.</i>	<i>Resultado del parámetro 3: Resistencia convencional.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3.</i>	<i>Resultado del parámetro 2: Calidad del sistema resistente.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4.</i>	<i>Resultado del parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación.</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5.</i>	<i>Resultado del parámetro 5: Diafragmas horizontales.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 6.</i>	<i>Resultado del parámetro 8: Distancia máxima entre los muros y conexiones entre los elementos críticos.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 7.</i>	<i>Resultado del parámetro 9: Tipo de cubierta.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 8.</i>	<i>Resultado del parámetro 10: Elementos no estructurales.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 9.</i>	<i>Resultado del parámetro 11: Estado de conservación.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 10.</i>	<i>Resultado del parámetro 6: Configuración en planta.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 11.</i>	<i>Resultado del parámetro 7: Configuración en elevación.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 01.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 02 de la vivienda 01.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Área de muros resistentes en X de la vivienda 01.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Área de muros resistentes en Y de la vivienda 01.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 01</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 17</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 01.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 18</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 01.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 19</i>	<i>Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 01.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 20</i>	<i>Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 21</i>	<i>Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 01.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 22</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 02.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 23</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 02 de la vivienda 02.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 24</i>	<i>Área de muros resistentes en X de la vivienda 02.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 25</i>	<i>Área de muros resistentes en Y de la vivienda 02.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 26</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 02.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 27</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 02.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 28</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 02.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 29</i>	<i>Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 02.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 30</i>	<i>Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 31</i>	<i>Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 02.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 32</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 03.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 33</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 03.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 34</i>	<i>Área de muros resistentes en X de la vivienda 03.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 35</i>	<i>Área de muros resistentes en Y de la vivienda 03.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 36</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 03.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 37</i>	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 03.</i>	<i>46</i>

Tabla 38	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 03.</i>	48
Tabla 39	<i>Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 03.</i>	48
Tabla 40	<i>Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti - Petrini.</i>	49
Tabla 41	<i>Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 03.</i>	49
Tabla 42	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 04.</i>	50
Tabla 43	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 04.</i>	50
Tabla 44	<i>Área de muros resistentes en X de la vivienda 04.</i>	51
Tabla 45	<i>Área de muros resistentes en Y de la vivienda 04.</i>	51
Tabla 46	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 04.</i>	53
Tabla 47	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 04.</i>	53
Tabla 48	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 04.</i>	55
Tabla 49	<i>Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 04.</i>	55
Tabla 50	<i>Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti - Petrini.</i>	56
Tabla 51	<i>Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 04.</i>	56
Tabla 52	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 05.</i>	57
Tabla 53	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 05.</i>	57
Tabla 54	<i>Área de muros resistentes en X de la vivienda 5.</i>	58
Tabla 55	<i>Área de muros resistentes en Y de la vivienda 05.</i>	58
Tabla 56	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 05.</i>	60
Tabla 57	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 05.</i>	61
Tabla 58	<i>Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 05.</i>	63
Tabla 59	<i>Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 05.</i>	63
Tabla 60	<i>Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti - Petrini.</i>	64
Tabla 61	<i>Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 05.</i>	64
Tabla 62	<i>Resumen de los Índices de Vulnerabilidad Normalizadas de las edificaciones.</i>	64
Tabla 63	<i>Porcentajes de vulnerabilidad sísmica.</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	<i>Zonas sísmicas del Perú.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2.</i>	<i>Macrozonificación de la investigación.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3.</i>	<i>Microzonificación de la investigación.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4.</i>	<i>Localización del sector estudiado.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 01: Tipo y organización del sistema resistente.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 3: Resistencia convencional.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 2: Calidad del sistema resistente.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 5: Diafragmas horizontales.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 8: Distancia máxima entre los muros y conexiones entre los elementos críticos.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 9: Tipo de cubierta.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 10: Elementos no estructurales.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 13.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 11: Estado de conservación.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 6: Configuración en planta.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 15.</i>	<i>Porcentaje de calificación del parámetro 7: Configuración en elevación.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 16.</i>	<i>Plano en planta de la de la vivienda 01.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 17.</i>	<i>Plano en planta de la de la vivienda 02.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 18.</i>	<i>Plano en planta de la de la vivienda 03.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19.</i>	<i>Plano en planta de la de la vivienda 04.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 20.</i>	<i>Plano en planta de la de la vivienda 05.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21.</i>	<i>Niveles de vulnerabilidad alcanzados de todas las viviendas evaluadas.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 22.</i>	<i>Proporción de los niveles de vulnerabilidad sísmica.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 23.</i>	<i>Edificación de 03 niveles con ligera irregularidad en planta.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 24.</i>	<i>Conexión de los elementos estructurales de manera adecuada.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 25.</i>	<i>Muros de ladrillo artesanal en deficientes condiciones.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 26.</i>	<i>Edificación en buen estado de conservación de sus estructuras.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 27.</i>	<i>Volado conectado de manera regular al sistema resistente.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 28.</i>	<i>Vivienda en buenas condiciones, sin grietas ni fisuras visibles.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 29.</i>	<i>Deficiente conexión viga y columna.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 30.</i>	<i>Condición regular en altura de la edificación.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 31.</i>	<i>Deficiente relación de esbeltez de la edificación.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 32.</i>	<i>Ligera irregularidad en planta de la edificación.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 33.</i>	<i>Edificación de 04 niveles construido en terreno con pendiente pronunciada.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 34.</i>	<i>Edificación de 03 niveles construido en terreno con pendiente pronunciada.</i>	<i>84</i>

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ejecutó en el sector Miraflores del distrito y provincia de Jaén, con el objetivo principal de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas del sector antes mencionado, para tal motivo se aplicó la metodología del índice de vulnerabilidad sísmica de Benedetti-Petrini. Se usó la ficha técnica basada en dicho método, entrevistas a los propietarios de los inmuebles evaluados, se realizó la verificación del estado en el que se encontraban las estructuras y se hizo reconocimiento de los materiales con los que fueron construidas dichas viviendas, con previo permiso del propietario se midieron y calcularon los muros portantes ubicados en el eje X y en el eje Y de las edificaciones, las anotaciones de las fichas de campo se procesaron a una plantilla del software Excel 2013 adaptado a la metodología de Benedetti-Petrini. Los resultados obtenidos de vulnerabilidad fueron: nivel Medio para las viviendas 01, 02, 04, 05; y nivel Bajo para la vivienda 03. Se concluyó que el nivel de vulnerabilidad sísmica que predomina en el sector Miraflores es Medio en 80% y Bajo en 20%, no existiendo viviendas con nivel Elevado.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, método Benedetti-Petrini, Sector Miraflores.

ABSTRACT

This research work was carried out in the Miraflores sector of the district and province of Jaén, with the main objective of evaluating the degree of seismic vulnerability of the self-built homes in the aforementioned sector, and for this reason the methodology of the seismic vulnerability index was applied. by Benedetti-Petrini. Surveys based on said method were applied, interviews were carried out with the owners of the properties evaluated, the state of the structures was verified and the materials with which said homes were built were recognized, measurements were made of the load-bearing walls located on the the Benedetti-Petrini methodology. The vulnerability results obtained were: Medium level for homes 01, 02, 04, 05; and Low level for housing 03. It was concluded that the level of seismic vulnerability that predominates in the Miraflores sector is Medium in 80% and Low in 20%, with no homes with a High level.

Keywords: Seismic vulnerability, Benedetti-Petrini method, Miraflores Sector.

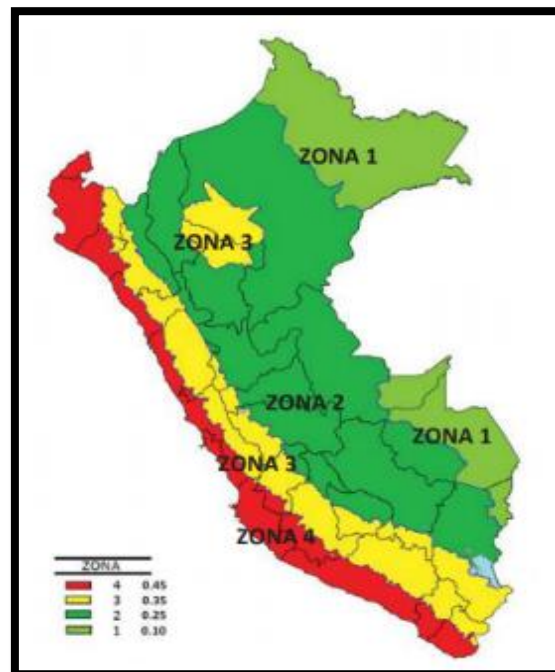
I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y los movimientos de inmigración hacia la ciudad de Jaén, han aumentado considerablemente la necesidad de vivienda de sus pobladores. Esta demanda afecta a todos los niveles socioeconómicos y se ve mitigada por la autoconstrucción de viviendas.

El efecto de los sismos en las estructuras siempre serán materia de investigación ya que estos generan pérdidas económicas y de vidas humanas; ante ello se han generado normativas para evitar daños, a pesar de esto todavía se incurre en los errores de diseño, construcción y otros teniendo como consecuencia el aumento de la vulnerabilidad de las construcciones.

Se estima que Perú es de los países con mayor número de sismos ya que pertenece a el Cinturón de Fuego del Pacífico, siendo este un territorio altamente sísmico, donde tienen lugar el 90% de todos los sismos del mundo (BBC Mundo, 2014); y el distrito de Jaén está situado en el norte del Perú, y según la Norma E. 030 del RNE se encuentra en la zona sísmica 02.

Figura 1
Zonas sísmicas del Perú.



Fuente: Norma E. 030, 2018.

Este proyecto de investigación se realizó en el sector Miraflores, el cual se encuentra ubicado en la parte alta de la zona urbana de Jaén, donde la mayoría de viviendas son del tipo de albañilería confinada autoconstruidas. Los pobladores de dicho sector han optado por construir sus viviendas en base a ladrillos artesanales de la zona sin el asesoramiento técnico de profesionales capacitados que requiere la construcción de una edificación, por consecuencia dichas edificaciones presentan: irregularidades en planta y en altura, un mal estado de conservación de parámetros que no respetan la normativa peruana; debido a esto quedan expuestas a tener una serie de errores estructurales que las hacen vulnerables ante un evento sísmico.

Existen estudios referentes a la problemática antes mencionada, como es la investigación de Echevarría & Monroy (2021) quienes aplicaron el método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) para la evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama. La metodología consistió en verificar la cantidad predios para luego caracterizarlos in-situ y en gabinete con la ayuda de Google maps, para posteriormente procesar la información. Tuvo como resultados que todas las viviendas evaluadas presentaron una vulnerabilidad baja, siendo un total de 254. Además, concluyó que el método presento condiciones reales de las edificaciones evaluadas

Además, Nisperuza (2019) evaluó cualitativamente y comparó el método Benedetti-Petrini y las NRS 2010, en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, municipio del Bagre Antioquia. La metodología aplicada fue, cuantitativa y cualitativa al mismo tiempo y con carácter no experimental. Entre sus resultados tuvo que para el método de Benedetti-Petrini se presentó una vulnerabilidad sísmica media con el 72,6% viviendas y para el método de la NSR-10, presento una vulnerabilidad alta con un 73,8% de viviendas. Concluyó que los parámetros que tienden a aumentar la vulnerabilidad de las edificaciones son, el diafragma horizontal, resistencia convencional, el estado de conservación, calidad, cubierta y organización del sistema resistente.

Por otro lado, Guevara & Sánchez (2023) evaluaron la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes o tipo C del distrito de Mórrope, como viviendas, restaurantes, hoteles y oficinas, cuyo objetivo principal fue identificar las edificaciones de baja, media y alta vulnerabilidad sísmica, y para ello aplicaron el método italiano o de Benedetti – Petrini, en el cuál analizaron 11 parámetros que influyen en la respuesta de la edificación ante un sismo. Luego de usar el método mencionado en todas las edificaciones categoría C, obtuvieron una base de datos, con la que pudieron concluir que la mayor parte de las

edificaciones evaluadas se encuentran en un rango medio de vulnerabilidad sísmica. Además, también usaron un Sistema de Información Geográfica (SIG) y desarrollaron mapas que permiten apreciar los resultados de todas las edificaciones comunes de una manera más clara y zonificar la ciudad de Mórrope. Finalmente, analizaron el daño esperado ante tres intensidades diferentes de movimientos sísmicos, para tener una idea de lo que pueda suceder más adelante en la ciudad de Mórrope.

Asimismo, Medina & Piminchumo (2018) también evaluaron la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la Ciudad de Monsefú, cuyo objetivo principal fue la identificación de zonas de alta, media y baja vulnerabilidad sísmica, y para ello utilizaron el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, donde identifica once parámetros que inciden en los daños en edificaciones ocasionados por la ocurrencia de eventos sísmicos. Después de haber aplicado el Método del Índice de Vulnerabilidad, elaboraron con la información obtenida una base de datos, obteniendo como resultados que la mayoría de viviendas de la Ciudad de Monsefú presentan una vulnerabilidad sísmica de media a alta. Además, con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) elaboraron mapas temáticos que permitieron graficar mejor los resultados y zonificar la Ciudad de Monsefú de acuerdo a su vulnerabilidad sísmica. Y finalmente, evaluaron los escenarios de daño ante posibles sismos, para dar una idea sobre las consecuencias que se darían en la Ciudad de Monsefú.

Del mismo modo, García & Rumiche (2018) en su investigación evaluaron la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi, aplicando índices de vulnerabilidad impuesta por el método de Benedetti y Petrini. También, realizaron la evaluación de edificaciones vitales, de acuerdo a los parámetros que establece la Norma Técnica Peruana E-030. Este análisis se hizo mediante el software especializado en análisis y diseño estructural de edificaciones Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS), se empleó un conjunto de herramientas basadas en los sistemas de información geográfica (SIG) donde se plasmaron los posibles escenarios de vulnerabilidad y daños de la ciudad de Mochumí, proporcionando un enfoque general de la situación actual de las edificaciones, quedando como base para futuros planes de mitigación en la ciudad de Mochumí.

De manera local también existe la investigación de Hurtado & Tantarico (2023) quienes determinaron el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila Alta- Jaén- Cajamarca. La metodología consistió en recolección de datos a través de fichas de evaluación para cada edificación existente, mediante visitas de inspección de manera continua, para posteriormente procesar la data en el programa Excel. Los resultados determinaron que, para 20 viviendas de adobe se tuvo que la vulnerabilidad sísmica fue de nivel medio con 40% y un nivel alto con el 60%. Asimismo, para 39 edificaciones de albañilería se tuvo un nivel de vulnerabilidad baja con un 43.59%, también un nivel medio con un 38.46% y alta con el 17.95%. Concluyendo que los niveles predominantes de vulnerabilidad sísmica fueron baja para las viviendas de albañilería y alta para las de adobe, estando estas últimas muy propensas a pasar a un nivel de vulnerabilidad mayor en corto tiempo.

Asimismo, Tineo & Tello (2022) en su investigación evaluaron el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del sector la Colina, provincia de Jaén, cuya metodología consistió en la recopilación de datos in-situ mediante una ficha de recolección usando la técnica de la observación, para posteriormente realizar el procesamiento de información mediante el software Excel. Entre sus resultados se determinó que ninguna vivienda presentó las características estructurales II y III, sin embargo, algunas presentaron la característica I, por otro lado se sostuvo que los parámetros 01, 02 y 03 la clasificación predominante fue la C, para los parámetros 04 y 05 la clasificación B, para el parámetro 06 y 08 la D y por último para los parámetros 07, 09, 10 y 11 la clasificación A, asimismo se tuvo que el 33% de viviendas de albañilería confinada presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica alta, el 55% un nivel medio y solo el 12% de viviendas un nivel bajo. Concluyendo que las viviendas de albañilería confinada del sector la Colina poseen un nivel de vulnerabilidad sísmica en crecimiento en el tiempo, de medio a alto.

Por todo lo antes mencionado nos trazamos la consecuente pregunta de indagación: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas del sector Miraflores - Jaén?

Además, esta investigación es importante porque resulta de especial interés conocer cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el sector de Miraflores, y a partir de ahí, optar medidas que permitan prevenir la pérdida de vidas, y minimizar los daños a la propiedad. Además, este estudio se diferencia de otras investigaciones locales, porque hasta la fecha no existen investigaciones académicas que hayan realizado el estudio de vulnerabilidad sísmica del sector de Miraflores de la ciudad de Jaén, a pesar que este sector presenta una topografía bastante accidentada que repercute en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

Asimismo, para la aplicación del método Benedetti y Petrini, no es indispensable validar o refutar su procedimiento y formatos por juicio de expertos, por el motivo que es una técnica aplicada y reconocida a nivel internacional por la comunidad científica, siendo esta metodología introducida en Italia por sus autores Benedetti y Petrini en el año 1984, y posteriormente se fue incorporando en otros países como en España en 1996, Ecuador en 2002 y Venezuela en 2005 (Maldonado *et al.*, 2007).

Sin embargo, esta investigación se justifica desde el punto de vista técnico, porque permite comprender la capacidad estructural de las edificaciones de este sector estudiado ante eventos sísmicos, proporcionando información crítica sobre la resistencia de sus estructuras evaluadas, permitiendo identificar con las autoridades locales posibles debilidades y contribuir a la formulación de estrategias efectivas para la mitigación de riesgos.

Desde el punto de vista económico, considerando que el sector Miraflores cuenta con un terreno con desnivel pronunciado, nos permitirá identificar tempranamente los posibles riesgos y la implementación de medidas correctivas, evitando pérdidas económicas relacionadas con reparaciones y reconstrucciones de las propiedades, producto de un movimiento telúrico.

Desde una perspectiva social, porque contribuye a la seguridad y el bienestar de las viviendas construidas en el sector Miraflores, ayudando a proteger vidas humanas al identificar viviendas que podrían colapsar en caso de terremotos, fortaleciendo la confianza y la calidad de vida de las personas que habitan en este sector estudiado.

Desde un punto de vista científico, la evaluación de vulnerabilidad sísmica contribuye al avance del conocimiento en ingeniería sísmica y geociencias. Los datos recopilados durante estos estudios proporcionan valiosa información para la investigación científica sobre la interacción entre las estructuras construidas y las fuerzas sísmicas.

Estos avances científicos permiten mejorar continuamente los métodos de evaluación de vulnerabilidad, así como desarrollar tecnologías y enfoques más avanzados para la construcción sismorresistente. La aplicación de métodos científicos rigurosos garantiza un enfoque sólido y basado en evidencia para abordar los desafíos asociados con la vulnerabilidad sísmica.

La zona Miraflores del distrito de Jaén, se encuentra ubicada en una zona de peligro sísmico con amenazas complejas naturales y provocadas por el hombre, lo que requiere estudios y procedimientos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de sus edificaciones, con el objetivo de establecer planes de prevención y mitigación de desastres.

Este análisis concluyó que es necesario trabajar para determinar la vulnerabilidad sísmica de una muestra representativa de viviendas autoconstruidas en la zona de Miraflores del distrito de Jaén.

Hipótesis

El grado de Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas del sector Miraflores-Jaén, Región Cajamarca es alto.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el grado de Vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del sector Miraflores-Jaén.

2.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar las condiciones estructurales de las edificaciones auto construidas del sector Miraflores-Jaén.
- b) Analizar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método: índice de vulnerabilidad (BENEDETTI-PETRINI).
- c) Formular propuestas para reducir la vulnerabilidad sísmica de edificaciones analizadas.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización del estudio.

Ubicación

Región: Cajamarca

Provincia: Jaén

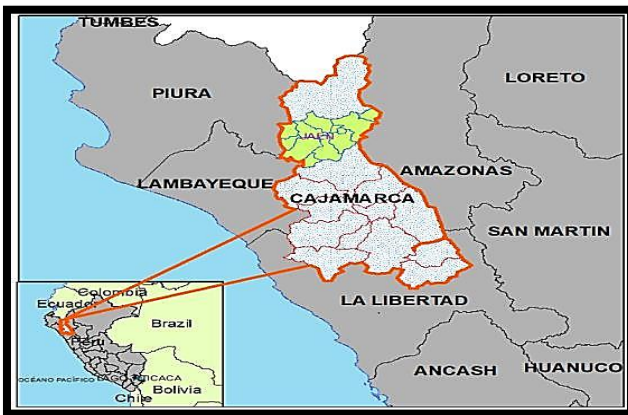
Distrito: Jaén

Sector: Miraflores.

Los trabajos en campo y recopilación de información se realizaron en las viviendas seleccionadas en la muestra, las cuales se encuentran ubicadas en el sector Miraflores que pertenece a la jurisdicción del distrito de Jaén, dicho sector se encuentra aproximadamente a 771 msnm.

Figura 2

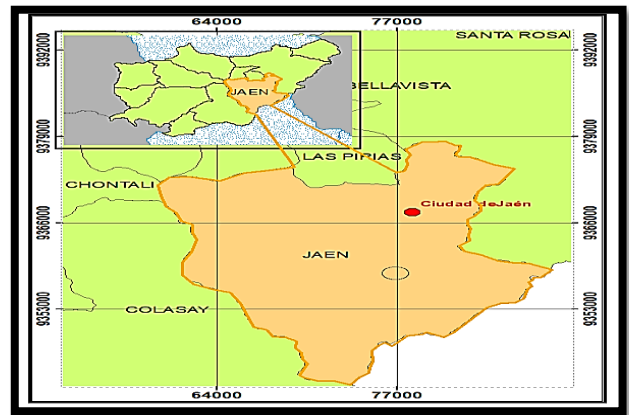
Macrozonificación de la investigación.



Fuente: Ayala & Hernández, 2019.

Figura 3

Microzonificación de la investigación.



Fuente: Ayala & Hernández, 2019.

Figura 4

Localización del sector estudiado.



Fuente: Google Hearth, 2023.

3.2. Población

Considerando que Jwigodski (2010) establece que la población es el conjunto total de individuos o medidas que tienen características comunes observables en un lugar de estudio y en un momento específico. La población objeto de estudio está conformada por 52 viviendas construidas mediante albañilería confinada de 3 pisos a más, ubicadas en el sector Miraflores, de las cuales 13 son de cinco pisos, 25 son de cuatro pisos y 14 son de tres pisos, siendo estas las consideradas en la presente investigación.

3.3. Muestra

De las 52 viviendas construidas mediante albañilería confinada, se tomaron 5 para realizar la investigación. La muestra fue seleccionada siguiendo las partes establecidas para un muestreo no probabilístico, fijando como criterio, la disposición del propietario del inmueble para permitir el ingreso a la misma.

3.4. Variables de la investigación

Variables Independientes: Viviendas autoconstruidas del sector Miraflores-Jaén.

Variables Dependientes: Nivel de vulnerabilidad sísmica.

3.5. Fuentes de información

El instrumento de recolección de datos utilizado fue una ficha propuesta por Benedetti Petrini en el año 1984, la cual ha sido sometida a un proceso de validación y confiabilidad, constituyendo así un instrumento estandarizado.

Se accedió a fuentes primarias, como es la información obtenida por la recopilación de la evaluación realizada en campo y las consultas a los propietarios de las viviendas evaluadas. Y también fuentes secundarias, como es la utilización de bases de datos (INEI, 2017), fuentes bibliográficas, artículos de investigaciones, libros, fichas técnicas, guías y otras fuentes relacionadas con el método de Benedetti Petrini.

3.6. Métodos

Deductivo.

Porque en este estudio el investigador parte de una teoría e hipótesis y luego la comprueba mediante diseños, encuestas, observaciones específicas y la recolección de datos.

3.7. Técnicas

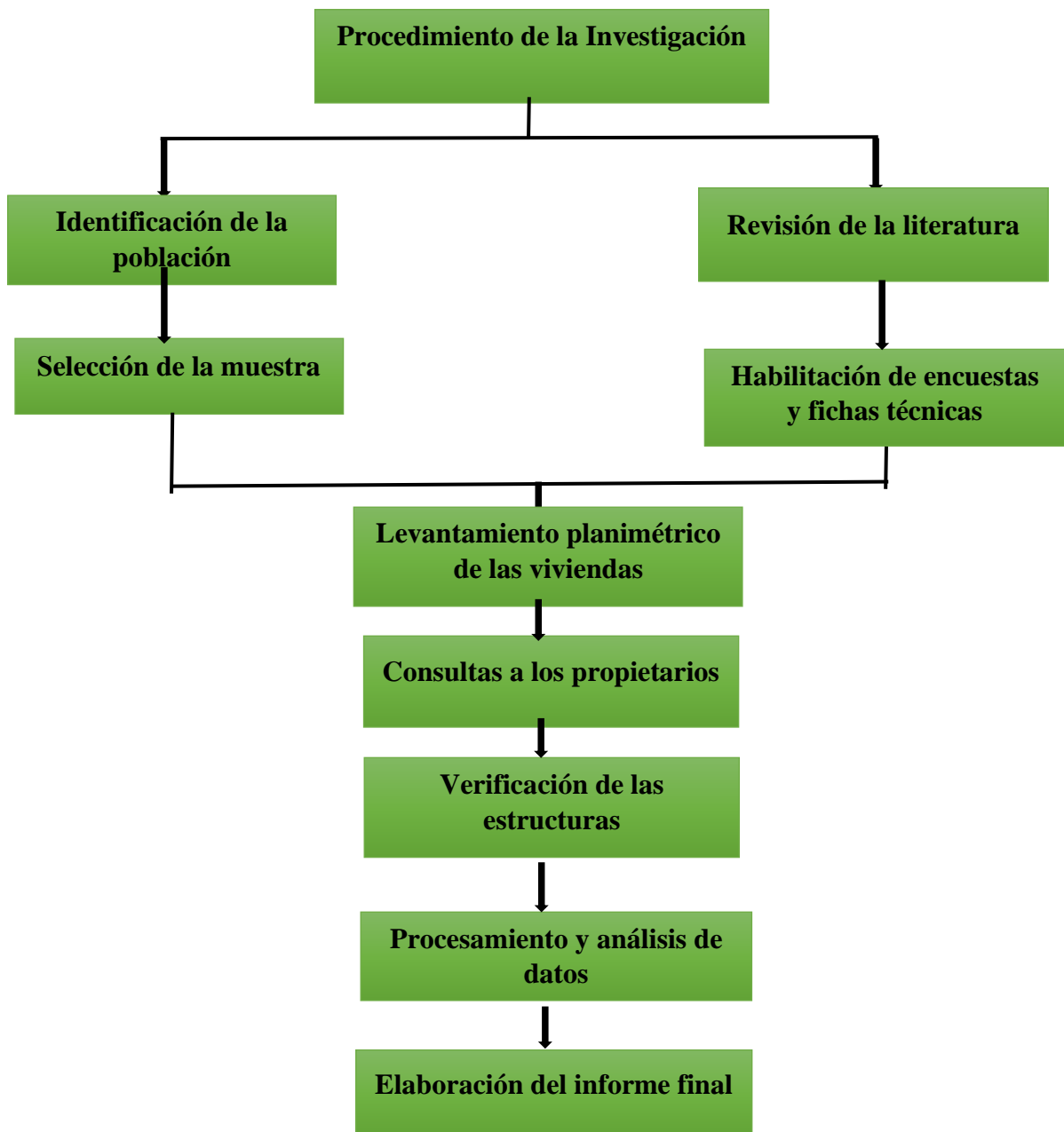
a. La observación

Por qué comprueba el fenómeno que se desea percibir y lo representa, toma nota de sus particularidades, su entorno y lo específica. Además, todo el periodo de evaluación se prestó vigilancia a todas las particularidades y sucesos encontrados en su ejecución y reproducción de sus resultados.

3.8. Procedimiento

Figura 5

Flujograma del procedimiento de la investigación



Fuente: Elaboración propia, 2023.

a). Se identificó la población de estudio y la determinación de la muestra, clasificando las edificaciones que poseen un sistema estructural confinado en el sector Miraflores del distrito de Jaén.

Figura 6

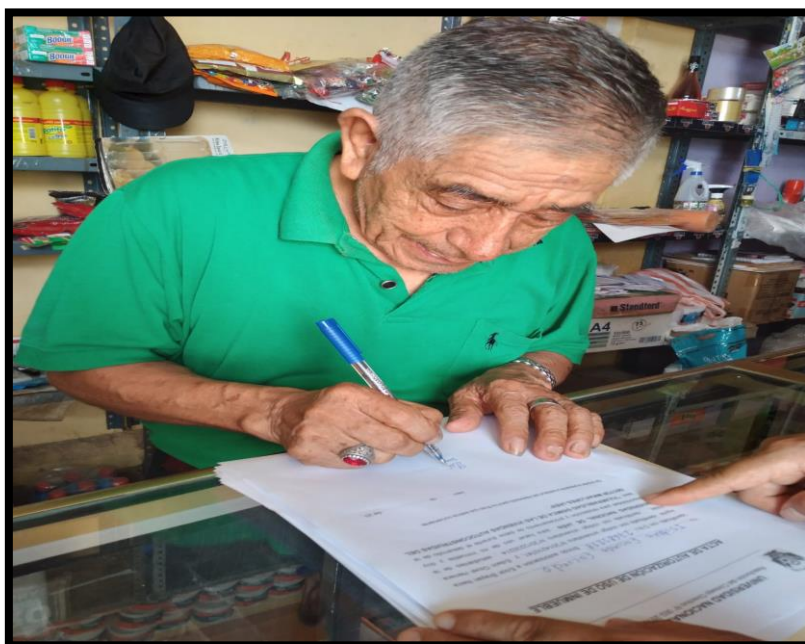
Reconocimiento de la población a estudiar.



b) Se solicitó autorización a los propietarios de los inmuebles para el uso, recolección y publicación de los resultados de la investigación.

Figura 7

Autorización del propietario de la vivienda 01.



c). Se realizaron las consultas a los propietarios de los inmuebles a evaluar

Figura 8

Consultas al propietario de la vivienda 01.



Figura 9

Consulta al propietario de la vivienda 02.



d). Se realizó el levantamiento planimétrico de las 5 viviendas de albañilería confinada, anotando sus hallazgos en las fichas.

Figura 10

Levantamiento planimétrico de las viviendas.



e). Se midieron los muros portantes en el eje X y eje Y de las viviendas con el permiso previo del propietario, para su posterior procesamiento de cálculos.

Figura 11

Toma de medidas en el eje X de las viviendas.



Figura 12

Toma de medidas en el eje Y de las viviendas.



f). Las anotaciones de las fichas de campo fueron procesadas a una plantilla del software Excel 2019, adaptado a la metodología de Benedetti-Petrini. Elaboración del informe final.

Figura 13

Procesamiento de los datos de campo a la metodología Benedetti-Petrini.



IV. RESULTADOS

4.1. Condiciones estructurales de las edificaciones autoconstruidas del sector Miraflores

Considerando que en la metodología Benedetti – Petrini las condiciones estructurales de las edificaciones están determinadas por los parámetros 1 y 3, se presentan los siguientes resultados.

Tabla 1

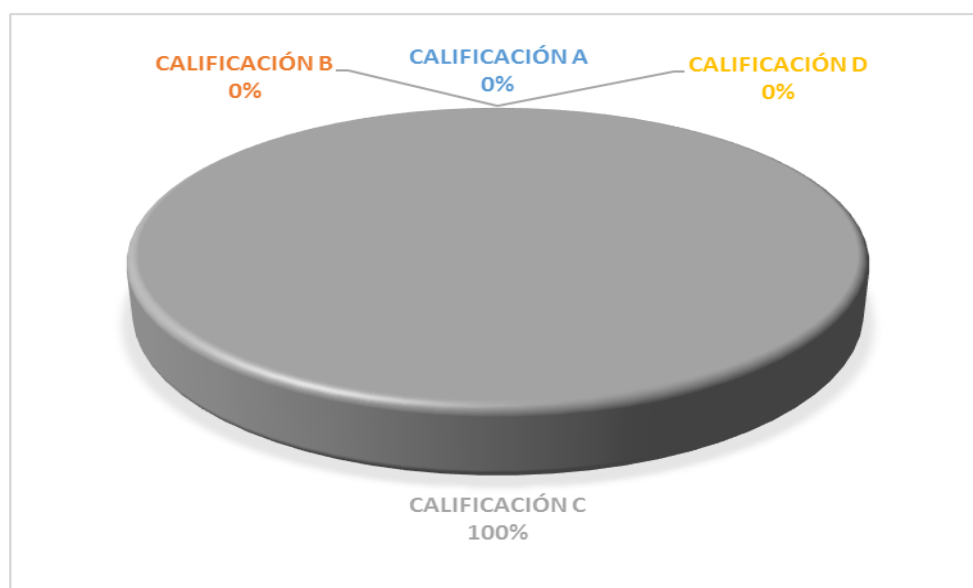
Resultado del parámetro 01: Tipo y organización del sistema resistente.

Edificación	Calificación			
	A	B	C	D
Vivienda 01			X	
Vivienda 02			X	
Vivienda 03			X	
Vivienda 04			X	
Vivienda 05			X	
Porcentaje			100%	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 14

Porcentaje de calificación del parámetro 01: Tipo y organización del sistema resistente.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 1 y la figura 14 se aprecia que para el parámetro 01: “Tipo y organización del sistema resistente” la totalidad de las viviendas 100% presentaron una calificación tipo C.

Tabla 2

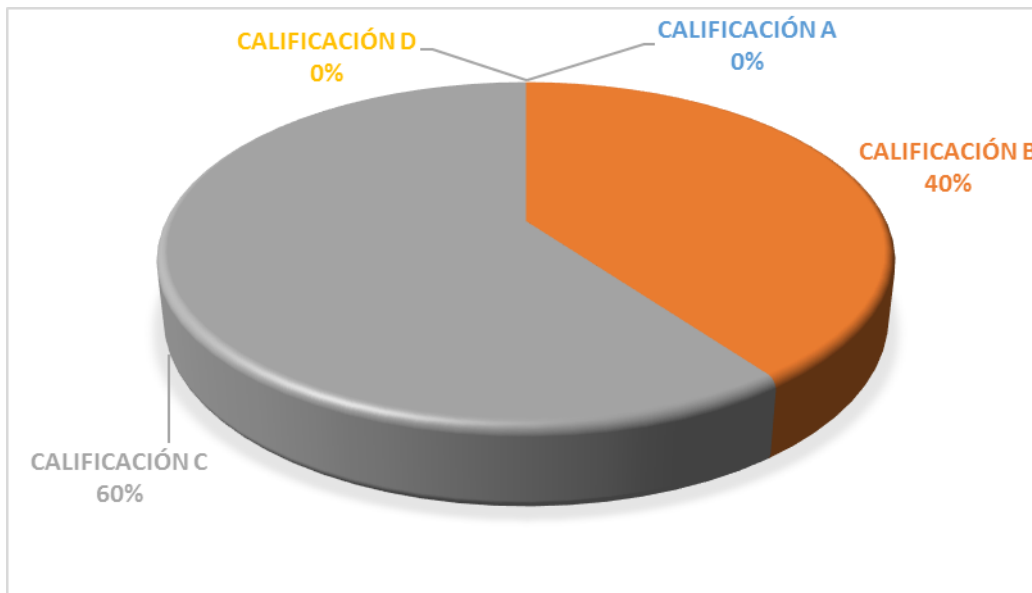
Resultado del parámetro 3: Resistencia convencional.

Edificación	Calificación			
	A	B	C	D
Vivienda 01			X	
Vivienda 02		X		
Vivienda 03		X		
Vivienda 04			X	
Vivienda 05			X	
Porcentaje		40%	60%	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 15

Porcentaje de calificación del parámetro 3: Resistencia convencional.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 2 y figura 15 se aprecia que para el parámetro 03: “Resistencia convencional” el 40% de las viviendas presentaron una calificación tipo B y el 60% presentaron una calificación tipo C.

4.2 Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti-Petrini

Tabla 3

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 01.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i	$(K_i * W_i)$
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	3.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	1.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						101.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						26.47

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 4

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 5*Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 01.*

CÓDIGO	Iv	Ivn	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-01	101.25	26.47	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota

En la tabla 3,4 y 5 se muestran el resumen de resultados de los 11 parámetros para la vivienda 01, mientras que los datos específicos de cálculo se muestran en el anexo 02.

Tabla 6*Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 02.*

PARÁMETROS	CLASE Ki				PESO Wi	(Ki*Wi)
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	7.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (Iv)						96.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Ivn)						25.16

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 7

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

<i>Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada</i>	<i>Nivel de Vulnerabilidad</i>
$0 < Ivn < 20$	<i>BAJA</i>
$20 \leq Ivn < 40$	<i>MEDIA</i>
$Ivn \geq 40$	<i>ALTA</i>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 8

Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 02.

<i>CÓDIGO</i>	<i>Iv</i>	<i>Ivn</i>	<i>NIVEL DE VULNERABILIDAD</i>
VIV-02	96.25	25.16	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota

En la tabla 6,7 y 8 se muestra el resumen de resultados de los 11 parámetros para la vivienda 02, mientras que los datos específicos de cálculo se muestran en el anexo 02.

Tabla 9

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 03.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i ($K_i * W_i$)	
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	7.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	0.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						71.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						18.63

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 10

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11*Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 03.*

CÓDIGO	Iv	Ivn	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-02	71.25	18.63	BAJA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota

En la tabla 9,10 y 11 se muestra el resumen de resultados de los 11 parámetros para la vivienda 03, mientras que los datos específicos de cálculo se muestran en el anexo 02.

Tabla 12*Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 04.*

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i ($K_i * W_i$)	
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	3.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						106.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						27.78

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 13*Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.*

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 14*Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 04.*

CÓDIGO	<i>I_v</i>	<i>I_{vn}</i>	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-02	106.25	27.78	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota

En la tabla 12,13 y 14 se muestra el resumen de resultados de los 11 parámetros para la vivienda 04, mientras que los datos específicos de cálculo se muestran en el anexo 02

Tabla 15

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petri para la vivienda 05.

PARÁMETROS	CLASE <i>K_i</i>				PESO <i>W_i</i>	(<i>K_i*W_i</i>)
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (<i>I_v</i>)						121.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (<i>I_{vn}</i>)						31.70

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 16

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 17

Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 05.

CÓDIGO	I_v	I_{vn}	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-02	121.25	31.70	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota

En la tabla 15,16 y 17 se muestra el resumen de resultados de los 11 parámetros para la vivienda 05, mientras que los datos específicos de cálculo se muestran en el anexo 02

Tabla 18

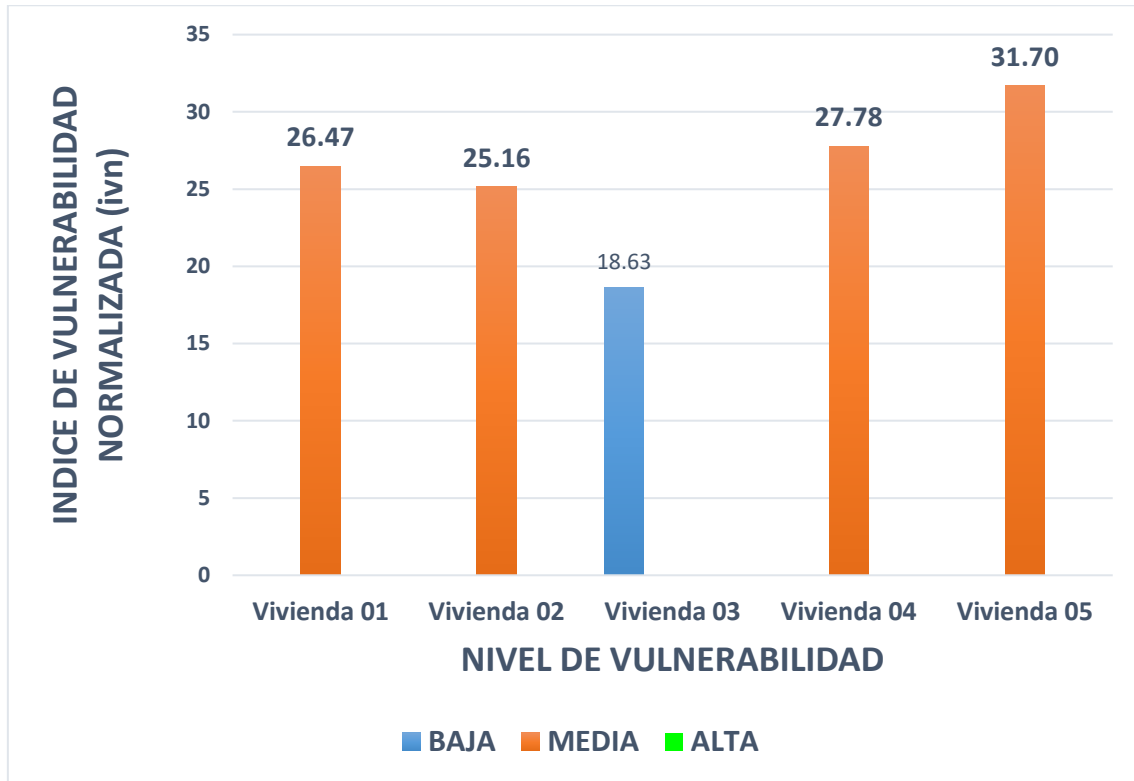
Resumen de los Índices de Vulnerabilidad Normalizadas de las edificaciones.

Edificaciones	I_{vn}	Nivel de vulnerabilidad
Vivienda 01	26.47	Media
Vivienda 02	25.16	Media
Vivienda 03	18.63	Baja
Vivienda 04	27.78	Media
Vivienda 05	31.70	Media

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 16

Niveles de vulnerabilidad alcanzados de todas las viviendas evaluadas.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 18 y la figura 16 manifiestan que, de todas las viviendas evaluadas, predomina la vulnerabilidad media, puesto que presentan rangos de índices de vulnerabilidad normalizadas que oscilan desde 25.16 hasta 31.70, inmediatamente le sigue nivel de vulnerabilidad bajo por que presenta un índice de vulnerabilidad normalizada de 18.63, y por último ninguna vivienda evaluada presenta una vulnerabilidad alta.

Tabla 19

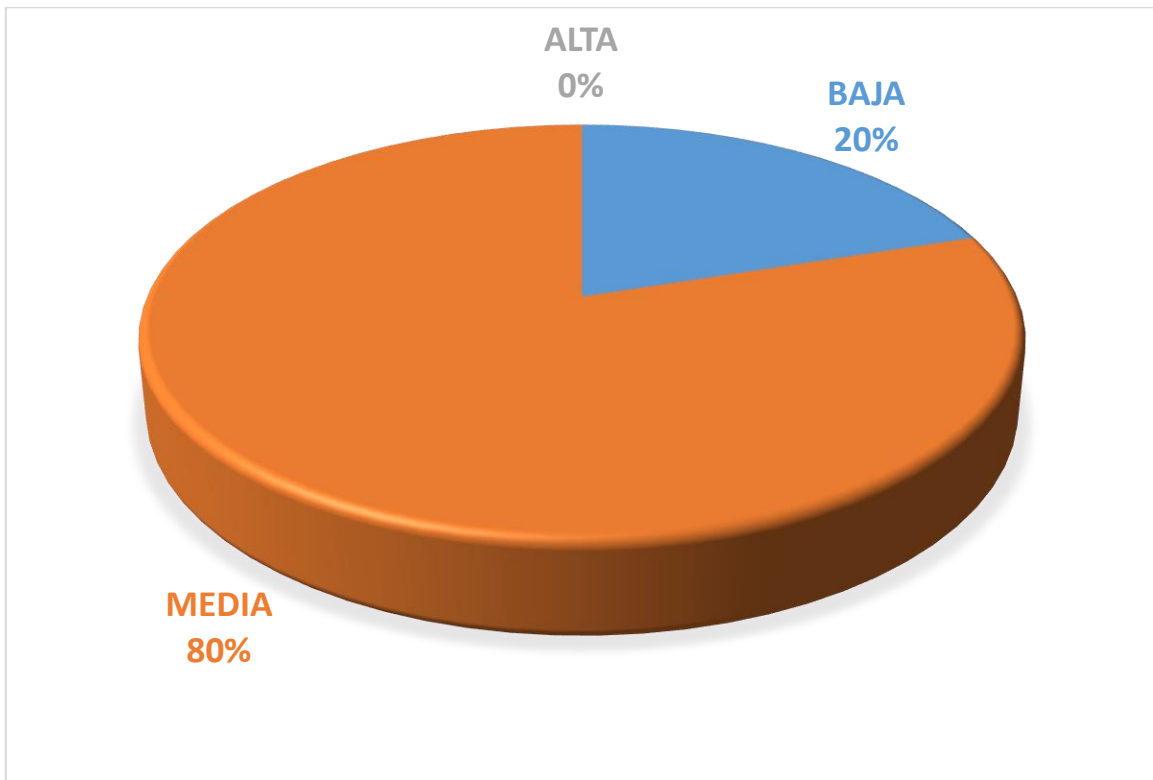
Porcentajes de vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad sísmica	N° Viviendas	Incidencia
Baja	1	20%
Media	4	80%
Alta	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 17

Proporción de los niveles de vulnerabilidad sísmica.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 19 y la figura 17 manifiestan que, de todas las viviendas evaluadas, predomina la vulnerabilidad media, puesto que este nivel lo presentaron 04 viviendas siendo equivalente al 80%, 01 vivienda presentó un nivel de vulnerabilidad baja siendo el 20% y ninguna vivienda presenta un nivel de vulnerabilidad alta, siendo el 0%.

4.3 Propuesta de reducción de la vulnerabilidad sísmica para edificaciones analizadas

Tomando como referencia la “Guía para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica” (2021) financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, se establece la siguiente propuesta de reducción de la vulnerabilidad sísmica para edificaciones.

Las propuestas planteadas son una solución a los hallazgos encontrados en las viviendas analizadas, para dichos parámetros que presentan falencias o resultados desfavorables.

Tabla 20*Estrategias de reducción de vulnerabilidad sísmica.*

Parámetros de Benedetti – Petrini	Estrategias de reducción	Acciones
4,7	Reducción de irregularidades estructurales	Añadir elementos diagonales, o muros de cortante para reforzar un piso blando y corregir la distribución de rigidez y masa del piso; dar continuidad a elementos verticales, hasta la cimentación; demolición de partes del edificio que generen irregularidades, como torres o alas; creación de juntas de dilatación, para transformar el edificio irregular en varios edificios regulares.
6,7,8	Aumento de la Rigidez Global	Si una evaluación estructural revela desplazamientos laterales excesivos, lo que impone importantes requisitos de flexibilidad a los miembros críticos, la rigidización global de la estructura puede ser una solución de rehabilitación. La construcción de pórticos arriostrados con diagonales, o muros de cortante, son un medio eficaz para reforzar la estructura.
1,2,4	Aumento de la Capacidad Global	Una forma de identificar este defecto, es cuando la relación capacidad/demanda es alta, prácticamente para todos los elementos de la estructura. Añadir muros de cortante, o pórticos con diagonales, son medidas efectivas para aumentar la capacidad global de la estructura, pero también pueden aumentar significativamente la rigidez de una estructura.
10	Reducción de la masa	La masa del edificio se puede reducir quitando los pisos superiores, reemplazando paredes más gruesas o eliminando el almacenamiento de materiales y equipos pesados. Reducir la masa de la estructura puede reducir significativamente los requisitos de fuerza y deformación bajo cargas sísmicas, evitando así la necesidad de aumentar la rigidez y capacidad de la estructura.
8	Sistemas suplementarios de disipación de energía	Hay varias técnicas disponibles para controlar la disipación de energía debido al movimiento sísmico, como amortiguadores hidráulicos, placas de rendimiento o pastillas de fricción. Estos dispositivos suelen requerir deformaciones importantes para disipar suficiente energía y minimizar los desplazamientos laterales, por lo que estas técnicas son más efectivas en estructuras flexibles con suficiente flexibilidad. Los separadores generalmente se montan en el marco con diagonales y también agregan algo de rigidez estática o dinámica a la estructura.

Fuente: Adaptado de la “Guía para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica” (2021) financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Tabla 21*Técnicas de reducción de vulnerabilidad sísmica.*

parámetro	Técnicas de reducción	Acciones
5,8	Adición de elementos	En muchos casos, se añaden muros de corte y pórticos con o sin diagonales a estructuras con una capacidad de carga general insuficiente, una rigidez general insuficiente o diafragmas dañados. Las columnas de hormigón se pueden reforzar con placas de acero, refuerzos de hormigón u otros materiales como fibra de carbono o compuestos de fibra de vidrio para aumentar el confinamiento y la capacidad de corte. Los muros de hormigón y mampostería se pueden reforzar con capas de hormigón, placas de acero y compuestos de fibra.
1,2	Refuerzo de uniones entre elementos	Esta técnica de reparación se utiliza a menudo para reparar defectos en la ruta de carga. A veces se encuentran nodos débiles en trayectorias de carga no relacionadas con el sistema de carga principal, pero siempre deben reforzarse para proporcionar estabilidad de carga por gravedad para movimientos sísmicos fuertes.
8,10	Eliminación de elementos estructurales	Se pueden crear aberturas verticales estrechas en muros de mampostería no reforzada para cambiar su modo de falla principal de corte a vuelco. Otro ejemplo es crear aislamiento entre parapetos y columnas para protegerlos de fallas por corte causadas por el efecto "stub". Otra forma de evitar limitaciones de confinamiento es separarlos de los miembros estructurales. movimiento c.
4	Rehabilitación de la cimentación	Mejorar zapatas aisladas aumentando la superficie; modificar la cimentación aislada para convertirla en cimentación continua; coloque la base lateralmente en relación con la base existente; cambiar la cimentación superficial a tipo losa a cimentación continua bajo muro de carga, una opción es inyectar cemento o resina sintética de alta expansión, o incluso colocar micropilotes metálicos de muy pequeño diámetro; si el soporte superficial no es suficiente, utilice pilotes o micropilotes para cimentaciones profundas.

Fuente: Adaptado de la “Guía para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica” (2021) financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

V. DISCUSIÓN

Considerando que en la metodología Benedetti – Petrini, las condiciones estructurales de las edificaciones están determinadas por el parámetro 1 (Tipo y organización del sistema resistente) y parámetro 3 (Resistencia convencional), de acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que, para el parámetro 01, el 100% de las viviendas muestreadas presentaron una calificación tipo C, y para el parámetro 03 el 60% de las viviendas muestreadas predomina la calificación tipo C, seguido de la calificación tipo B con 40%; estos resultados es por el motivo que existen deficiencias en el confinamiento de las paredes de las viviendas, siendo solamente pocos los muros que se encontraban adecuadamente confinados; además, también es debido a la relación de resistencia regular y resistencia de diseño que presentaban la mayoría de viviendas evaluadas. Estos hallazgos se cotejan con el estudio de Guevara & Sánchez (2023), quienes evaluaron la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mórrope aplicando el mismo método de estudio, coincidiendo y difiriendo parcialmente en sus evaluaciones; En cuanto al parámetro 01 el mayor número de edificaciones se encontraron dentro de la clase B, debido a que cuentan con elementos de arriostre; y para el parámetro 03 la mayoría de viviendas evaluadas se calificaron con la letra D debido a la poca resistencia que presentaron las edificaciones muestreadas.

Después de analizadas las viviendas del sector Miraflores del distrito de Jaén, se determinó que predominó el nivel de vulnerabilidad medio siendo equivalente al 80%, seguidamente del nivel de vulnerabilidad bajo en un 20% y por último ninguna vivienda presentó un nivel de vulnerabilidad alto. Estos resultados se asemejan a los hallazgos del estudio realizado por Medina & Piminchumo (2018) en la ciudad de Monsefú, donde la mayoría de las edificaciones evaluadas también obtuvieron un nivel de vulnerabilidad medio. En ambos casos, gran parte de las construcciones presentan un sistema estructural de albañilería confinada, lo cual es una similitud importante entre ambas investigaciones. Por otro lado, también existen algunas diferencias notables entre el presente estudio y la investigación de Medina & Piminchumo (2018). En esta investigación, el segundo grupo con mayor porcentaje corresponde a edificaciones con un nivel de vulnerabilidad baja, a diferencia de Medina & Piminchumo donde el segundo grupo más representativo fue el de vulnerabilidad alta. Esto se debe a que en la investigación de Medina & Piminchumo, las viviendas de adobe predominaron como el segundo grupo más numeroso, presentando

un alto nivel de vulnerabilidad sísmica debido a las deficiencias y carencias estructurales de este material de construcción.

Se formularon propuestas específicas para cada parámetro de Benedetti – Petrini las cuales nos proporcionan la solución para corregir las deficiencias presentes en las edificaciones evaluadas, estas nos brindan una guía para prevenir daños más severos a la edificación ante un evento sísmico. Al respecto Tineo & Tello (2022) en su investigación recomienda Reparar y/o reforzar las viviendas que presenten niveles de vulnerabilidad sísmica de medio o alto, con el fin de aumentar su vida útil y reducir los impactos ante los sismos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- De las viviendas evaluadas, se determinó que el nivel de vulnerabilidad sísmica que predomina en el sector Miraflores del distrito de Jaén, es de rango medio (80%), seguido por el rango bajo (20%), y por último no se encontró ninguna edificación que presenté un nivel de vulnerabilidad sísmica elevado (0%).
- Las condiciones estructurales de las edificaciones evaluadas, estuvieron determinadas por los parámetros 1 y 3, que de acuerdo a sus características y peculiaridades que presentaban dichas edificaciones, obtuvieron un calificativo C para ambos parámetros.
- Habiendo analizado cada vivienda con el método de Benedetti – Petrini se determinaron los siguientes Índices de Vulnerabilidad Normalizadas (Ivn): vivienda 01 (26.47, nivel medio); vivienda 02 (25.16, nivel medio); vivienda 03 (18.63, nivel bajo); vivienda 04 (27.78, nivel medio); y vivienda 05 (31.70, nivel medio).
- Como propuestas para reducir la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones se proponen las siguientes acciones como estrategias de reducción: Reducción de irregularidades estructurales, aumento de la rigidez global, aumento de la capacidad global, reducción de la masa y sistemas suplementarios de disipación de energía; además, también se propusieron las siguientes acciones como técnicas de reducción de la vulnerabilidad sísmica: adición de elementos, refuerzo de uniones entre elementos, eliminación de elementos estructurales, y rehabilitación de la cimentación.

6.2. Recomendaciones

- Implementar medidas preventivas e inmediatas de refuerzo en las viviendas con un alto grado de vulnerabilidad.
- Erradicar la práctica de la autoconstrucción, ya que las edificaciones sin asesoramiento profesional carecen de criterios de ingeniería, como los diseños sismorresistentes. En este sentido, las municipalidades deben intervenir y asegurarse de que cada proyecto cuente con la supervisión de un profesional en el área.
- A las autoridades locales, llevar a cabo capacitaciones para informar a la comunidad sobre los daños esperados en las edificaciones de la ciudad de Jaén, y de esta manera, los propietarios podrán tomar las medidas necesarias para salvaguardar sus propiedades.
- Llevar a cabo evaluaciones de las condiciones físico-estructurales de las edificaciones mediante métodos basados en las propiedades mecánicas de los materiales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



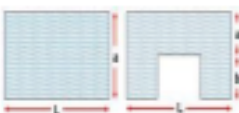
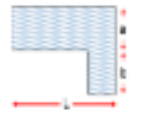


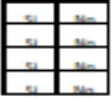
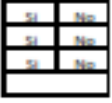
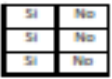
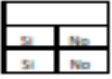
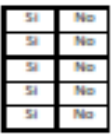


- Ayala, R. & Hernández, O. (2019). *Evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, provincia de Jaén, 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- BBC Mundo. (24 de Agosto de 2014). *BBC NEWS*. Obtenido de BBC NEWS: https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/08/140824_ultnot_peru_terremoto_tambo_a
- Echevarría, J. & Monroy, M. (2021). *Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) para la evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama* [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional de la Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33800>
- García, J. & Rumiche, G. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti-Petrini* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4126>
- Guevara, C. & Sánchez, J. (2023). *Vulnerabilidad sísmica e Índices de Benedetti-Petrini en el distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11424>
- Hurtado, R. & Tantarico, E. (2023). *Vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de Benedetti – Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo – Fila Alta – Jaén – Cajamarca - 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/529>

- INEI, (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Lima - Perú.
<https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Jwigodski, J. (2010, Julio 14). *Metodología de la investigación*. Retrieved from
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-ymuestra.html>
- Maldonado, E., Gómez, I. & Chío, G. (2007). Estimación del daño sísmico en edificaciones de mampostería a partir de la aplicación de funciones de vulnerabilidad simuladas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7, 13,39-56-ISSN 1692-3324.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4845715.pdf>
- Medina, J. & Piminchumo, C. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti-Petrini* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_e7add7c83e5a0786bb3f98fd8150b2d9/Details
- Meza, K., Blázquez, A., González, R., Lantada, N. & Pujades, L. (2021). Guía para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica. *Por una cultura común del riesgo sísmico. Proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. POCRISC. Guía – E4.2.3.*
https://pocrisc.eu/sites/default/files/documents/E4.2.3%20Guia_Reducccion%20Vulnerabilidad%20POCRISC_FINAL.pdf
- Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. (2018). *Norma técnica Peruana E 0.30 diseño sismorresistente*. Norma técnica de edificaciones.
http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- Nisperuza, D. (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 Pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional de la Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16713>

- Saucedo, J. (2022). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti y Petrini en las viviendas del A.H. Miraflores Bajo, Chimbote – 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94558>
- Tineo, E. & Tello, J. (2022). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada, en el sector La Colina - Jaén 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/473>

ANEXOS

**Anexo 01: Guía de
evaluación del índice de
vulnerabilidad sísmica de
Benedetti – Petrini**

 VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL SECTOR MIRAFLORES- JAEN 			
Ficha Técnica - Método Benedetti y Petrini			
Datos referenciales	Parámetro	Clase	Elemento de evaluación
Fecha: Ubicación: Manzana: Lote: Uso: Parámetro 6: Configuración en planta    $B1 = a/L$ $B2 = b/L$	1	Tipo y organización del sistema resistente	Marca según lo observado: Asesoría técnica Nueva construcción y/o reparación según Norma Elemento de arriostre horizontales y verticales Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción 
	2	Calidad del sistema resistente	Marca según lo observado: Muros con mampostería industrial Muros con mampostería artesanal Buena trabazón en mampostería Mortero de buena calidad (9-12 mm) 
	3	Resistencia convencional	Especificar según lo observado: Número de pisos (N): _____ A _x : Área de muros X (m ²): _____ A _y : Área de muros Y (m ²): _____ h: Altura promedio entrepisos (m) _____ w _s : Peso del diafragma (tr/m ²): _____
	4	Posición del edificio y de la cimentación	Marca según lo observado: Presencia de sales Presencia de filtraciones Terreno suave Pendiente 
	5	Diafragma horizontales	Marca según lo observado: Descontinuidades abruptas Buena conexión diafragma-muro Deflexión del diafragma 
	6	Configuración en planta	Especificar los siguientes parámetros: Relación B1 = a/l _____ Relación B2 = a/l _____
	7	Configuración en elevación	Especificar los siguientes parámetros: t/H Piso blando: Irregularidad del sistema resistente 
	8	Distancia máxima entre muros	Especificar: L (espacio de muros transversales (m): _____ S (espesor del muro maestro (m): _____ Factor L/S: _____
	9	Tipo de cubierta	Marca según lo observado: Cubierta estable: Conexión cubierta - muro adecuada Cubierta plana Material liviano Cubierta en buenas condiciones 
	10	Elementos no estructurales	Calificar con B (bueno), R (regular) o M (malo) según conexión del S.R.: Cornisa y parapetos Tanques de agua prefabricados Balcones y volados Pequeños elementos 
	11	Estado de conservación	Marca según lo observado en la estructura: Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles Muros en buenas condiciones, pero con pequeñas fisuras Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación Muros con fuerte deterioro en sus componentes 

Fuente: Saucedo, 2022

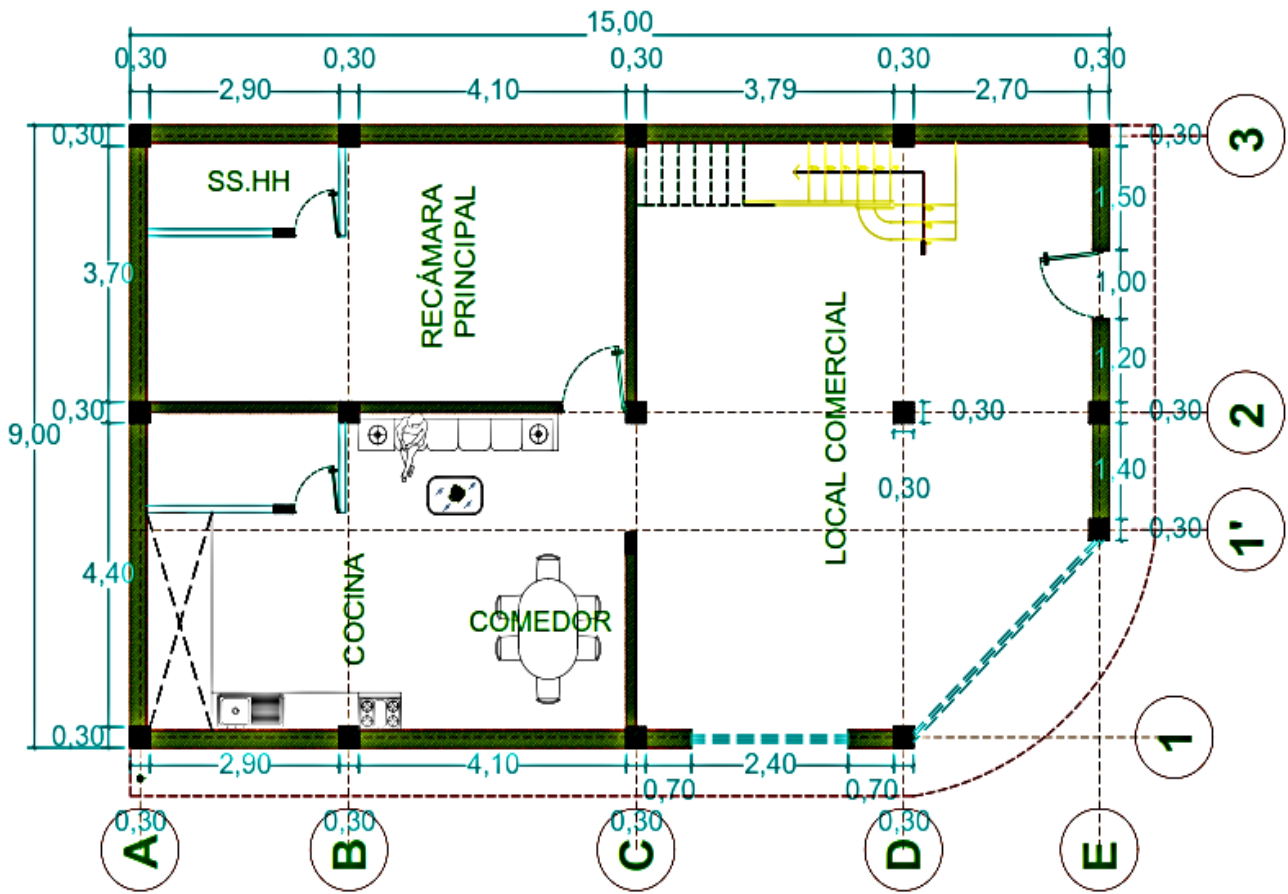
NOTA La presente ficha ha sido adaptada de Saucedo (2022) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti y Petrini en las viviendas del A.H. Miraflores Bajo, Chimbote – 2021”, la cual cuenta con validación por expertos.

**Anexo 02: Base de datos
del análisis de
vulnerabilidad de todas las
viviendas**

Vivienda 01 (Ubicada en la intersección del Jr. Tahuantinsuyo y Túpac Amaru)

Figura 18

Plano en planta de la de la vivienda 01.



a) Parámetro N°01: Tipo y organización del sistema resistente

Esta edificación consta de tres niveles, los cuales empezaron a construirse en 1990,1995 y 2005 respectivamente, la edificación presenta un proceso de construcción regular, también presenta deficiencias de confinamiento, ya que solo están confinados algunos muros. De acuerdo a esto, a este parámetro se le asignó la letra C

Tabla 22

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 01.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

b) Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

De acuerdo con Benedetti y Petrini, para este parámetro se le asigna la misma calificación del parámetro N.º 01

Tabla 23

Calificación por niveles del parámetro N.º 02 de la vivienda 01.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c) Parámetro N°03: Resistencia convencional

Tabla 24

Área de muros resistentes en X de la vivienda 01.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
Mx 01	cabeza	2.80 m	1.00	1.40 m	0.23 m	0.32 m2
Mx 02	cabeza	2.80 m	1.00	1.20 m	0.23 m	0.28 m2
Mx 03	cabeza	2.80 m	1.00	1.50 m	0.23 m	0.35 m2
Mx 04	cabeza	2.80 m	1.00	4.40 m	0.23 m	1.01 m2
Mx 05	cabeza	2.80 m	1.00	3.70 m	0.23 m	0.85 m2
Cx. 01		2.80 m	9.00	0.30 m	0.30 m	0.81 m2
TOTAL						3.62 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 25

Área de muros resistentes en Y de la vivienda 01.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
My 01	cabeza	3.00 m	2.00	2.90 m	0.23 m	1.33 m2
My 02	cabeza	3.00 m	2.00	4.10 m	0.23 m	1.89 m2
My 03	cabeza	3.00 m	2.00	0.70 m	0.23 m	0.32 m2
My 04	cabeza	3.00 m	1.00	3.79 m	0.23 m	0.87 m2
My 05	cabeza	3.00 m	1.00	2.70 m	0.23 m	0.62 m2
Cy. 01		2.80 m	6.00	0.30 m	0.30 m	0.54 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

At (Área total construida en Planta)	At =	135.00 m ²
N (Número de Pisos)	N =	3.00
Ax (Área de Muros en X)	Ax =	3.62 m ²
Ay (Área de Muros en Y)	Ay =	5.57 m ²
H (Altura Promedio)	H =	2.46 m
M (Número de diafragmas horizontales)	M =	2.00
Ac (Área Total de la Cubierta)	Ac =	160.00 m ²
Pm (Peso específico de la Albañilería)	Pm =	1.80 tn/m ³
Ps (Peso por Unidad de Diafragma Horizontal)	Ps =	0.30 tn/m ³
Pc (Peso por Unidad de Cubierta)	Pc =	0.01 tn/m ³
S (Suelo)	S =	1.20
U (Factor de Uso)	U =	1.00
Z (Factor de Zona)	Z =	0.25
C (Coeficiente Sísmico)	C =	2.50
R (Coeficiente de Reducción Sísmica)	R =	3.00

C.1) Vr (Resistencia Cortante Menos Favorable)Valores para λ , según el tipo de sistema constructivo:Albañilería confinada: $\lambda = 15.00 \text{ tn/m}^2$ Albañilería no confinada: $\lambda = 7.50 \text{ tn/m}^2$ Albañilería de adobe y piedra: $\lambda = 5.00 \text{ tn/m}^2$ $A_{\text{mín}} = 3.62 \text{ m}^2$ $V_r = \text{mín}(A_x; A_y) * \lambda$ **$V_r = 54.24 \text{ tn}$** **C.2) W (Cálculo del Peso que es Resistido por la Estructura)** $W = (N * H * P_m) (A_x + A_y) + (M * P_s * A_t) + (A_c * P_c)$ **$W = 204.69 \text{ tn}$** **C.3) CSR (Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente)** $CSR = V_r / W$ **$CSR = 0.26$**

C.4) CSE (Cálculo del Coeficiente Sísmico Exigido)

$$CSE = ZUCS/R$$

$$CSE = 0.25$$

C.5) α_h (Relación entre la Fuerza Resistente y la Fuerza de Diseño)

$$\alpha_h = CSR/CSE$$

$$CSE = 1.06$$

El valor de $\alpha_h = 1.06$, teniendo en cuenta lo establecido por Benedetti y Petrini a este parámetro le corresponde la calificación "C"

d) Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para evaluar este parámetro se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y se pudo observar que este tiene una pendiente mínima, la edificación esta cimentada a una misma cota sobre un suelo intermedio según estudio de INDECI, sin presencia de sale ni humedad, esta edificación en su proceso constructivo no contó con asesoría técnica ni proyecto aprobado. Por lo tanto, para este parámetro le asignamos la letra "B".

Tabla 26

Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 01.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e) Parámetro N°05: Diafragmas horizontales

La vivienda no cuenta con planos a desnivel, no presenta deformabilidad del diafragma, pero posee una mala conexión entre el muro y la losa aligerada, por ello; a este parámetro le corresponde una calificación de "B".

Tabla 27*Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 01.*

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

f) Parámetro N°06: Configuración en planta

Para evaluar este parámetro se requirió las medidas en planta de la vivienda, para así poder calcular los valores de " β_1 y β_2 ", siendo estos 0.60 m y 0.00 m respectivamente, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

<i>Dimensión menor de la edificación (a)</i>	<i>a =</i>	9.00 m
<i>Dimensión mayor de la edificación (L)</i>	<i>L =</i>	15.00 m
<i>Dimensión de los elementos que sobresalen (b)</i>	<i>b =</i>	0.00 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_1 = a/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.60 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_2 = b/L$)</i>	<i>$\beta_2 =$</i>	0.00 m

g) Parámetro N°07: Configuración en elevación

La evaluación de este parámetro se evalúa mediante el cambio porcentual de masa entre pisos sucesivos, esta relación puede ser reemplazada por cambios en sus respectivas áreas de masa en porcentaje entre pisos sucesivos, esta relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas, haciendo los cálculos respectivos se obtuvo que $(\Delta A/A_1) \% = 13.57\%$, entonces $(\Delta A/A_1)$ es mayor que 10% y menor que 20%; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

<i>Área del piso inferior</i>	<i>A1 =</i>	130.32 m²
<i>Área del piso inmediato superior</i>	<i>A2 =</i>	148.00 m²
<i>Variación de área ($\Delta A = A_2 - A_1$)</i>	<i>$\Delta A =$</i>	17.68 m²
<i>A₂ > A₁; por lo tanto, se usa la siguiente relación (%)</i>	<i>($\Delta A/A_1$) % =</i>	13.57%

h) Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para evaluar este parámetro se realizó mediante el siguiente factor (L/S), donde L es la longitud máxima de muros transversales y S es el espesor del muro maestro; realizando los cálculos se obtuvo que $L/S = 17.83$ m, donde L/S es menor de 18.00 m y mayor de 15.00 m ; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "B"

<i>Longitud máx. de muros transversales (L)</i>	<i>L =</i>	4.10 m
<i>Espesor del muro maestro (S)</i>	<i>S =</i>	0.23 m
<i>Factor de evaluación (L/S)</i>	<i>L/S =</i>	17.83 m

i) Parámetro N°09: Tipo de cubierta

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la cubierta es estable, de material ligero, debidamente amarrado y en buenas condiciones; por lo tanto, a este parámetro le pertenece la calificación "B".

i) Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación tiene balcones que están debidamente confinado al sistema resistente, no cuenta con tanque elevado, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

j) Parámetro N°11: Estado de conservación

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación está en el siguiente estado:

1° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

2° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

3° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

Por lo tanto, la calificación para este parámetro le corresponde la letra "A"

Tabla 28

Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 01.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01		X		
	Nivel 02	X			
	Nivel 03	X			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 29

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 01.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i	$(K_i * W_i)$
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	3.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	1.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						101.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						26.47

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 30*Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.*

<i>Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada</i>	<i>Nivel de Vulnerabilidad</i>
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 31*Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 01.*

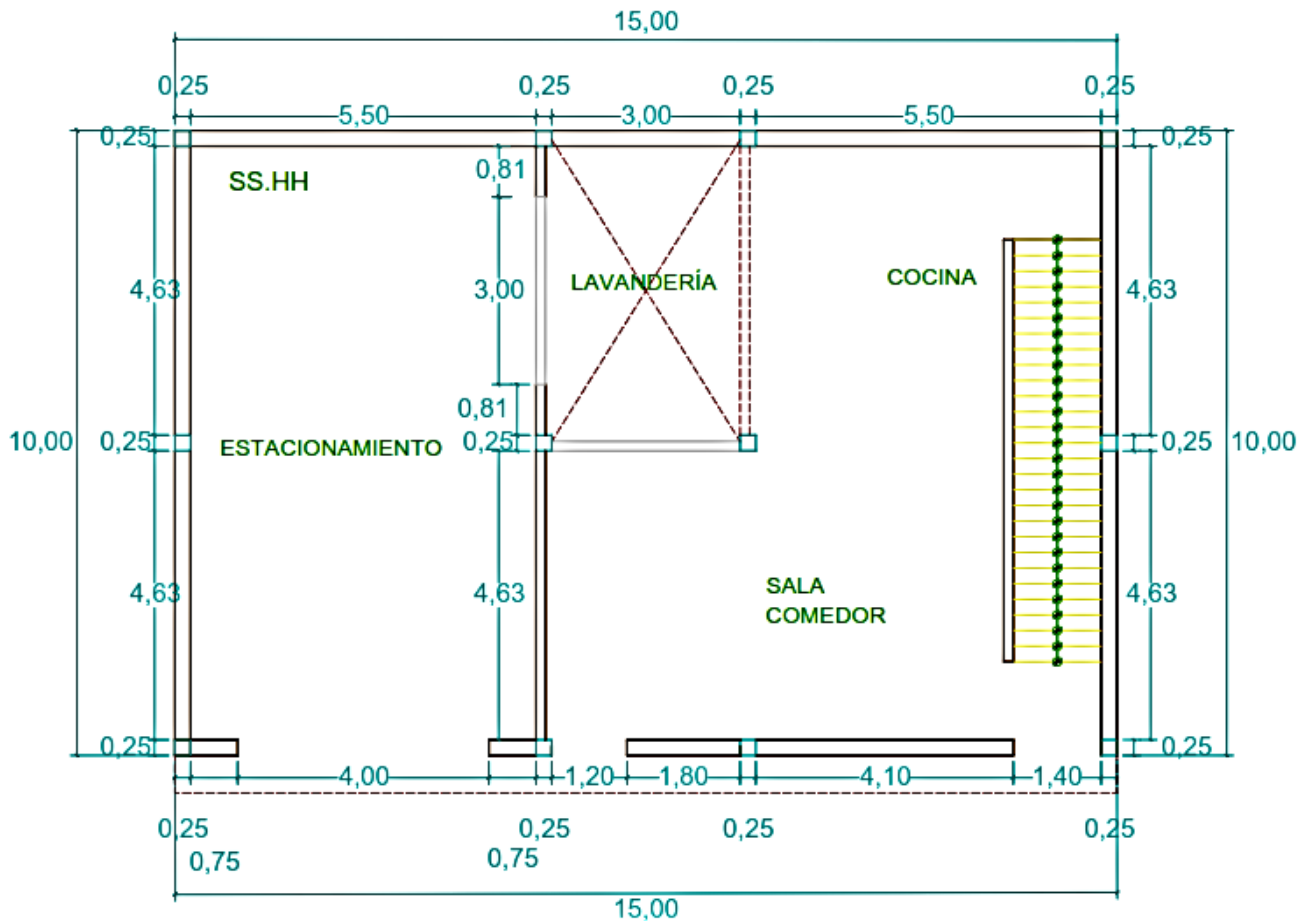
<i>CÓDIGO</i>	<i>I_v</i>	<i>I_{vn}</i>	<i>NIVEL DE VULNERABILIDAD</i>
VIV-01	101.25	26.47	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Vivienda 02 (Ubicada en la calle 04 de junio N°420)

Figura 19

Plano en planta de la de la vivienda 02.



a) Parámetro N.º 01: Tipo y organización del sistema resistente

Esta edificación consta de 4 niveles, los cuales empezaron a construirse en 1998,1998,2000 y 2004 respectivamente, la edificación presenta un proceso de construcción regular, también presenta deficiencias de confinamiento, ya que solo están confinados algunos muros. De acuerdo a esto, a este parámetro se le asignó la letra C.

Tabla 32*Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 02.*

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 2	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

b) Parámetro N.º 02: Calidad del sistema resistente

De acuerdo con Benedetti y Petrini, para este parámetro se le asigna la misma calificación del parámetro N.º 01.

Tabla 33*Calificación por niveles del parámetro N.º 02 de la vivienda 02.*

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 2	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c) Parámetro N.º 03: Resistencia convencional**Tabla 34***Área de muros resistentes en X de la vivienda 02.*

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m ²)
Mx 01	cabeza	3.00 m	2.00	0.75 m	0.23 m	0.35 m²
Mx 02	cabeza	3.00 m	1.00	1.80 m	0.23 m	0.41 m²
Mx 03	cabeza	3.00 m	1.00	4.10 m	0.23 m	0.94 m²
Mx 04	cabeza	3.00 m	2.00	5.50 m	0.23 m	2.53 m²
Mx 05	cabeza	3.00 m	1.00	3.00 m	0.23 m	0.69 m²
Cx. 01		2.80 m	6.00	0.25 m	0.25 m	0.38 m²
TOTAL						5.30 m²

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 35

Área de muros resistentes en Y de la vivienda 02.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Área L*E(m ²)
My 01	cabeza	2.80 m	4.00	4.63 m	0.23 m	4.26 m²
My 02	soga	2.80 m	1.00	4.63 m	0.12 m	0.56 m²
My 03	soga	2.80 m	2.00	0.81 m	0.12 m	0.19 m²
Cy. 01		2.80 m	6.00	0.25 m	0.25 m	0.38 m²
TOTAL						5.38 m²

Fuente: Elaboración propia, 2023.

C.1) Vr (Resistencia Cortante Menos Favorable)

Valores para λ , según el tipo de sistema constructivo:

Albañilería confinada: $\lambda = 15.00 \text{ tn/m}^2$

Albañilería no confinada: $\lambda = 7.50 \text{ tn/m}^2$

Albañilería de adobe y piedra: $\lambda = 5.00 \text{ tn/m}^2$

Amín = 5.30 m²

$V_r = \text{mín. } (A_x; A_y) * \lambda$

$V_r = 79.46 \text{ tn}$

C.2) W (Cálculo del Peso que es Resistido por la Estructura)

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

$W = 331.07 \text{ tn}$

C.3) CSR (Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente)

$CSR = V_r / W$

$CSR = 0.24$

C.4) CSE (Cálculo del Coeficiente Sísmico Exigido)

$CSE = ZUCS / R$

$CSE = 0.25$

C.5) α_h (Relación entre la Fuerza Resistente y la Fuerza de Diseño)

$\alpha_h = CSR / CSE$

$CSE = 0.96$

El valor de $\alpha_h = 0.96$, teniendo en cuenta lo establecido por Benedetti y Petrini a este parámetro le correspondería la calificación "B".

d) **Parámetro N.º 04: Posición del edificio y cimentación**

Para evaluar este parámetro se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y se pudo observar que este tiene una pendiente pronunciada, la edificación no está cimentada a una misma cota, esta cimentada sobre un suelo intermedio según estudio de INDECI, sin presencia de sales ni humedad, esta edificación en su proceso constructivo no contó con asesoría técnica ni proyecto aprobado. Por lo tanto, para este parámetro le asignamos la letra "C".

Tabla 36

Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 02.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 2	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04			X	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e) **Parámetro N.º 05: Diafragmas horizontales**

La vivienda no cuenta con planos a desnivel, no presenta deformabilidad del diafragma, pero posee una mala conexión entre el muro y la losa aligerada, por ello; a este parámetro le corresponde una calificación de "B".

Tabla 37

Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 02.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 2	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

f) Parámetro N°06: Configuración en planta

Para evaluar este parámetro se requirió las medidas en planta de la vivienda, para así poder calcular los valores de " β_1 y β_2 ", siendo estos 0.67 m y 0.00 m respectivamente, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

<i>Dimensión menor de la edificación (a)</i>	<i>a =</i>	10.00 m
<i>Dimensión mayor de la edificación (L)</i>	<i>L =</i>	15.00 m
<i>Dimensión de los elementos que sobresalen (b)</i>	<i>b =</i>	0.00 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_1 = a/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.67 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_2 = b/L$)</i>	<i>$\beta_2 =$</i>	0.00 m

g) Parámetro N°07: Configuración en elevación

La evaluación de este parámetro se evalúa mediante el cambio porcentual de masa entre pisos sucesivos, esta relación puede ser reemplazada por cambios en sus respectivas áreas, haciendo los cálculos respectivos se obtuvo que $(\Delta A/A_1) \% = 17.45\%$, entonces $(\Delta A/A_1)$ es mayor que 10% y menor que 20%; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

<i>Área del piso inferior</i>	<i>A1 =</i>	135.37 m²
<i>Área del piso inmediato superior</i>	<i>A2 =</i>	158.99 m²
<i>Variación de área ($\Delta A = A_2 - A_1$)</i>	<i>$\Delta A =$</i>	23.62 m²
<i>$A_2 > A_1$; por lo tanto, se usa la siguiente relación (%)</i>	<i>$(\Delta A/A_1) \% =$</i>	17.45%

h) Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para evaluar este parámetro se realizó mediante el siguiente factor (L/S), donde L es la longitud máxima de muros transversales y S es el espesor del muro maestro; realizando los cálculos se obtuvo que $L/S = 23.91$ m, donde L/S es mayor de 18.00 m y menor de 25.00 m ; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "C".

<i>Longitud máx. de muros transversales (L)</i>	<i>L =</i>	5.50 m
<i>Espesor del muro maestro (S)</i>	<i>S =</i>	0.23 m
<i>Factor de evaluación (L/S)</i>	<i>L/S =</i>	23.91 m

i) Parámetro N°09: Tipo de cubierta

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la cubierta es estable, de material liviano, debidamente amarrado y en buenas condiciones; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

i) Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación tiene balcones que están debidamente confinado al sistema resistente, no cuenta con tanque elevado, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

j) Parámetro N°11: Estado de conservación

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación está en el siguiente estado:

1° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

2° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

3° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

4° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

Por lo tanto, la calificación para este parámetro le corresponde la letra "B".

Tabla 38

Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 02.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 1	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03	X			
	Nivel 04	X			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 39

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 02.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i	$(K_i * W_i)$
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	7.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						96.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						25.16

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 40

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 41

Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 02.

CÓDIGO	I_v	I_{vn}	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-02	96.25	25.16	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

b) Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente.

De acuerdo con Benedetti y Petrini, para este parámetro se le asigna la misma calificación del parámetro N°01.

Tabla 43

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 03.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 3	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		
	Nivel 05		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c) Parámetro N°03: Resistencia convencional**Tabla 44**

Área de muros resistentes en X de la vivienda 03.

ELEMENTOS	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
Mx 01	cabeza	2.80 m	1.00	3.00 m	0.23 m	0.69 m2
Mx 02	cabeza	2.80 m	2.00	5.00 m	0.23 m	2.30 m2
Mx 03	cabeza	2.80 m	3.00	4.00 m	0.23 m	2.76 m2
Mx 04	cabeza	2.80 m	2.00	2.50 m	0.23 m	1.15 m2
Mx 05	cabeza	2.80 m	1.00	2.00 m	0.23 m	0.46 m2
Cx. 01		2.50 m	12.00	0.25 m	0.25 m	0.75 m2
TOTAL						8.11 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 45

Área de muros resistentes en Y de la vivienda 03.

ELEMENTOS	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
My 01	cabeza	2.50 m	3.00	3.63 m	0.23 m	2.50 m2
My 02	soga	2.50 m	2.00	3.63 m	0.12 m	0.87 m2
Cy. 01		2.50 m	5.00	0.25 m	0.25 m	0.31 m2
TOTAL						3.69 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

At (Área total construida en Planta)	At =	153.50 m2
N (Número de Pisos)	N =	5.00
Ax (Área de Muros en X)	Ax =	8.11 m2
Ay (Área de Muros en Y)	Ay =	3.69 m2
H (Áltura Promedio)	H =	2.72 m
M (Número de diafragmas horizontales)	M =	5.00
Ac (Área Total de la Cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pm (Peso específico de la Albañilería)	Pm =	1.80 tn/m3
Ps (Peso por Unidad de Diafragma Horizontal)	Ps =	0.30 tn/m3
Ps (Peso por Unidad de Cubierta)	Pc =	0.01 tn/m3
S (Suelo)	S =	1.20
U (Factor de Uso)	U =	1.00
Z (Factor de Zona)	Z =	0.25
C (Coeficiente Sísmico)	C =	2.50
R (Coeficiente de Reducción Sísmica)	R =	3.00

C.1) Vr (Resistencia Cortante Menos Favorable)Valores para λ , según el tipo de sistema constructivo:Albañilería confinada: $\lambda = 15.00 \text{ tn/m}^2$ Albañilería no confinada: $\lambda = 7.50 \text{ tn/m}^2$ Albañilería de adobe y piedra: $\lambda = 5.00 \text{ tn/m}^2$

Amín = 8.11 m2

 $V_r = \text{mín. } (A_x; A_y) * \lambda$ **Vr = 121.65 tn**

C.2) W (Cálculo del Peso que es Resistido por la Estructura)

$$W = (N \cdot H \cdot P_m) (A_x + A_y) + (M \cdot P_s \cdot A_t) + (A_c \cdot P_c)$$

$$W = 519.07 \text{ tn}$$

C.3) CSR (Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente)

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.23$$

C.4) CSE (Cálculo del Coeficiente Sísmico Exigido)

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.25$$

C.5) α_h (Relación entre la Fuerza Resistente y la Fuerza de Diseño)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$CSE = 0.94$$

El valor de $\alpha_h = 0.94$, teniendo en cuenta lo establecido por Benedetti y Petrini a este parámetro le correspondería la calificación "B".

d) Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para evaluar este parámetro se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y se pudo observar que este tiene una pendiente pronunciada, la edificación no está cimentada a una misma cota, esta cimentada sobre un suelo intermedio según estudio de INDECI, sin presencia de sales ni humedad, esta edificación en su proceso constructivo no contó con asesoría técnica ni proyecto aprobado. Por lo tanto, para este parámetro le asignamos la letra "C".

Tabla 46

Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 03.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 3	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04			X	
	Nivel 05			X	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e) Parámetro N°05: Diafragmas horizontales

La vivienda no cuenta con planos a desnivel, no presenta deformabilidad del diafragma, pero posee una mala conexión entre el muro y la losa aligerada, por lo tanto; a este parámetro le corresponde una calificación de "B".

Tabla 47

Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 03.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 3	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		
	Nivel 04		X		
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

f) Parámetro N°06: Configuración en planta

Para evaluar este parámetro se requirió las medidas en planta de la vivienda, para así poder calcular los valores de " β_1 y β_2 ", siendo estos 0.40 m y 0.00 m respectivamente, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "C".

<i>Dimensión menor de la edificación (a)</i>	<i>a =</i>	8.00 m
<i>Dimensión mayor de la edificación (L)</i>	<i>L =</i>	20.00 m
<i>Dimensión de los elementos que sobresalen (b)</i>	<i>b =</i>	0.00 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_1 = a/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.40 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_2 = b/L$)</i>	<i>$\beta_2 =$</i>	0.00 m

g) Parámetro N°07: Configuración en elevación

La evaluación de este parámetro se evalúa mediante el cambio porcentual de masa entre pisos sucesivos, esta relación puede ser reemplazada por cambios en sus respectivas áreas, haciendo los cálculos respectivos se obtuvo que $(\Delta A/A_1)\% = 8.22\%$, entonces $(\Delta A/A_1)$ es menor que 10%; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "A".

Área del piso inferior	$A1 =$	153.50 m ²
Área del piso inmediato superior	$A2 =$	166.12 m ²
Variación de área ($\Delta A = A2 - A1$)	$\Delta A =$	12.62 m ²
$A2 > A1$; por lo tanto, se usa la siguiente relación (%)	$(\Delta A / A1) \% =$	8.22%

h) Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para evaluar este parámetro se realizó mediante el siguiente factor (L/S), donde L es la longitud máxima de muros transversales y S es el espesor del muro maestro; realizando los cálculos se obtuvo que $L/S = 21.74$ m, donde L/S es mayor de 18.00 m y menor de 25.00 m ; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "C".

Longitud máx. de muros transversales (L)	$L =$	5.00 m
Espesor del muro maestro (S)	$S =$	0.23 m
Factor de evaluación (L/S)	$L/S =$	21.74 m

i) Parámetro N°09: Tipo de cubierta

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que no tiene cubierta; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "A".

i) Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación tiene balcones que están debidamente confinado al sistema resistente, no cuenta con tanque elevado, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

j) Parámetro N°11: Estado de conservación.

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación está en el siguiente estado:

1° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

2° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

3° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

4° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

5° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

Por lo tanto, la calificación para este parámetro le corresponde la letra "A".

Tabla 48

Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 03.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 3	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03	X			
	Nivel 04	X			
	Nivel 05	X			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 49

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 03.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i ($K_i * W_i$)	
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	7.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	0.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						71.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						18.63

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 50

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada	Nivel de Vulnerabilidad
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 51

Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 03.

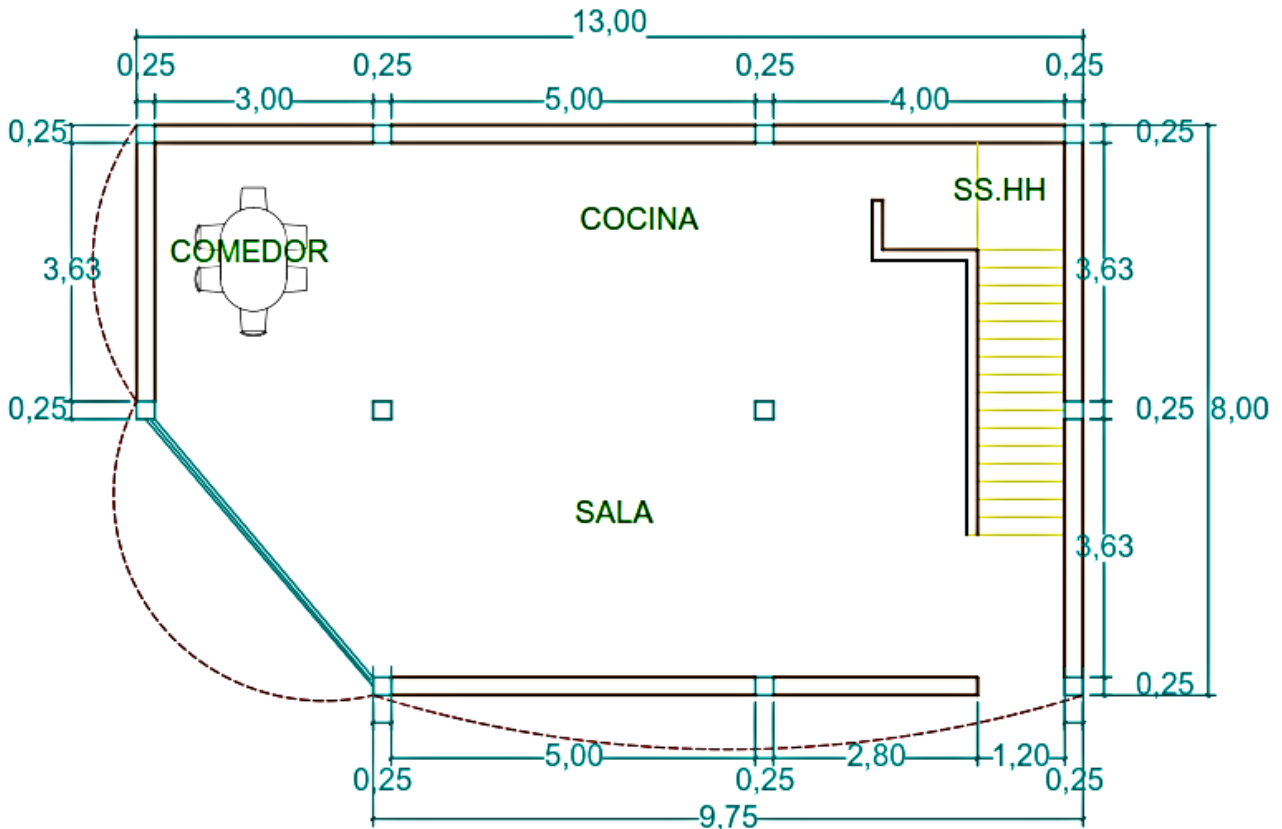
CÓDIGO	I_v	I_{vn}	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIV-02	71.25	18.63	BAJA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Vivienda 04 (Intersección de la calle 04 de junio con José Carlos Mariátegui)

Figura 21

Plano en planta de la de la vivienda 04.



a) Parámetro N°01: Tipo y organización del sistema resistente

Esta edificación consta de 4 niveles, los cuales empezaron a construirse en 2002, 2002, 2005 y 2005 respectivamente, la edificación presenta un proceso de

construcción regular, también presenta deficiencias de confinamiento, ya que solo están confinados algunos muros. De acuerdo a esto, a este parámetro se le asignó la letra.

Tabla 52

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 04.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 4	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

b) Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

De acuerdo con Benedetti y Petrini, para este parámetro se le asigna la misma calificación del parámetro N.º 01.

Tabla 53

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 04.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 4	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c) **Parámetro N°03: Resistencia convencional**

Tabla 54

Área de muros resistentes en X de la vivienda 04.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m ²)
Mx 01	cabeza	3.00 m	1.00	3.00 m	0.23 m	0.69 m²
Mx 02	cabeza	3.00 m	2.00	5.00 m	0.23 m	2.30 m²
Mx 03	cabeza	3.00 m	1.00	4.00 m	0.23 m	0.92 m²
Mx 04	cabeza	3.00 m	1.00	2.80 m	0.23 m	0.64 m²
Cx. 01		2.80 m	6.00	0.25 m	0.25 m	0.38 m²
TOTAL						4.93 m²

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 55

Área de muros resistentes en Y de la vivienda 04.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m ²)
My 01	cabeza	2.80 m	3.00	3.63 m	0.23 m	2.50 m²
Cy. 01		2.80 m	5.00	0.25 m	0.25 m	0.31 m²
TOTAL						2.82 m²

Fuente: Elaboración propia, 2023.

At (Área total construida en Planta)	At =	97.70 m ²
N (Número de Pisos)	N =	4.00
Ax (Área de Muros en X)	Ax =	4.93 m ²
Ay (Área de Muros en Y)	Ay =	2.82 m ²
H (Altura Promedio)	H =	2.80 m
M (Número de diafragmas horizontales)	M =	3.00
Ac (Área Total de la Cubierta)	Ac =	106.56 m ²
Pm (Peso específico de la Albañilería)	Pm =	1.80 tn/m ³
Ps (Peso por Unidad de Diafragma Horizontal)	Ps =	0.30 tn/m ³
Ps (Peso por Unidad de Cubierta)	Pc =	0.01 tn/m ³
S (Suelo)	S =	1.20
U (Factor de Uso)	U =	1.00
Z (Factor de Zona)	Z =	0.25
C (Coeficiente Sísmico)	C =	2.50
R (Coeficiente de Reducción Sísmica)	R =	3.00

C.1) Vr (Resistencia Cortante Menos Favorable)

Valores para λ , según el tipo de sistema constructivo:

Albañilería confinada: $\lambda = 15.00 \text{ tn/m}^2$

Albañilería no confinada: $\lambda = 7.50 \text{ tn/m}^2$

Albañilería de adobe y piedra: $\lambda = 5.00 \text{ tn/m}^2$

Amín = 4.93 m²

$V_r = \text{mín. } (A_x; A_y) * \lambda$

$V_r = 73.94 \text{ tn}$

C.2) W (Cálculo del Peso que es Resistido por la Estructura)

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

$W = 245.16 \text{ tn}$

C.3) CSR (Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente)

$CSR = V_r / W$

$CSR = 0.30$

C.4) CSE (Cálculo del Coeficiente Sísmico Exigido)

$CSE = ZUCS / R$

$CSE = 0.25$

C.5) α_h (Relación entre la Fuerza Resistente y la Fuerza de Diseño)

$\alpha_h = CSR / CSE$

$CSE = 1.21$

El valor de $\alpha_h = 1.21$, teniendo en cuenta lo establecido por Benedetti y Petrini a este parámetro le correspondería la calificación "C".

d) Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para evaluar este parámetro se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y se pudo observar que este tiene una pendiente mínima, la edificación esta cimentada a una misma cota sobre un suelo intermedio según estudio de INDECI, sin presencia de sales ni humedad, esta edificación en su proceso constructivo no contó con asesoría técnica ni proyecto aprobado. Por lo tanto, para este parámetro le asignamos la letra "B".

Tabla 56*Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 04.*

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 4	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e) Parámetro N°05: Diafragmas horizontales

La vivienda no cuenta con planos a desnivel, no presenta deformabilidad del diafragma, pero posee una mala conexión entre el muro y la losa aligerada, por ello; a este parámetro le corresponde una calificación de "B".

Tabla 57*Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 04.*

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 4	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

f) Parámetro N.º 06: Configuración en planta.

Para evaluar este parámetro se requirió las medidas en planta de la vivienda, para así poder calcular los valores de " β_1 y β_2 ", siendo estos 0.62 m y 0.00 m respectivamente, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

<i>Dimensión menor de la edificación (a)</i>	<i>a =</i>	8.00 m
<i>Dimensión mayor de la edificación (L)</i>	<i>L =</i>	13.00 m
<i>Dimensión de los elementos que sobresalen (b)</i>	<i>b =</i>	0.00 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_1 = a/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.62 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_2 = b/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.00 m

g) Parámetro N°07: Configuración en elevación

La evaluación de este parámetro se evalúa mediante el cambio porcentual de masa entre pisos sucesivos, esta relación puede ser reemplazada por cambios en sus respectivas áreas, haciendo los cálculos respectivos se obtuvo que $(\Delta A/A1)\% = 9.07\%$, entonces $(\Delta A/A1)$ es menor 10%; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "A".

Área del piso inferior	$A1 =$	97.70 m ²
Área del piso inmediato superior	$A2 =$	106.56 m ²
Variación de área ($\Delta A = A2 - A1$)	$\Delta A =$	8.86 m ²
$A2 > A1$; por lo tanto, se usa la siguiente relación (%)	$(\Delta A/A1)\% =$	9.07%

h) Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para evaluar este parámetro se realizó mediante el siguiente factor (L/S), donde L es la longitud máxima de muros transversales y S es el espesor del muro maestro; realizando los cálculos se obtuvo que $L/S = 21.74$ m, donde L/S es mayor de 18.00 m y menor de 25.00 m ; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "C".

Longitud máx. de muros transversales (L)	$L =$	5.00 m
Espesor del muro maestro (S)	$S =$	0.23 m
Factor de evaluación (L/S)	$L/S =$	21.74 m

i) Parámetro N°09: Tipo de cubierta

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la cubierta es estable, de material liviano, debidamente amarrado y en buenas condiciones; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B"

i) Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación tiene balcones que están debidamente confinado al sistema resistente, no cuenta con tanque elevado, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

j) Parámetro N°11: Estado de conservación

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación está en el siguiente estado:

1° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

2° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

3° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

4° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

Por lo tanto, la calificación para este parámetro le corresponde la letra "B".

Tabla 58

Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 04.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 4	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03	X			
	Nivel 04	X			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 59

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 04.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i ($K_i * W_i$)	
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	3.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						106.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						27.78

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 60

Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.

<i>Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada</i>	<i>Nivel de Vulnerabilidad</i>
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 61

Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 04.

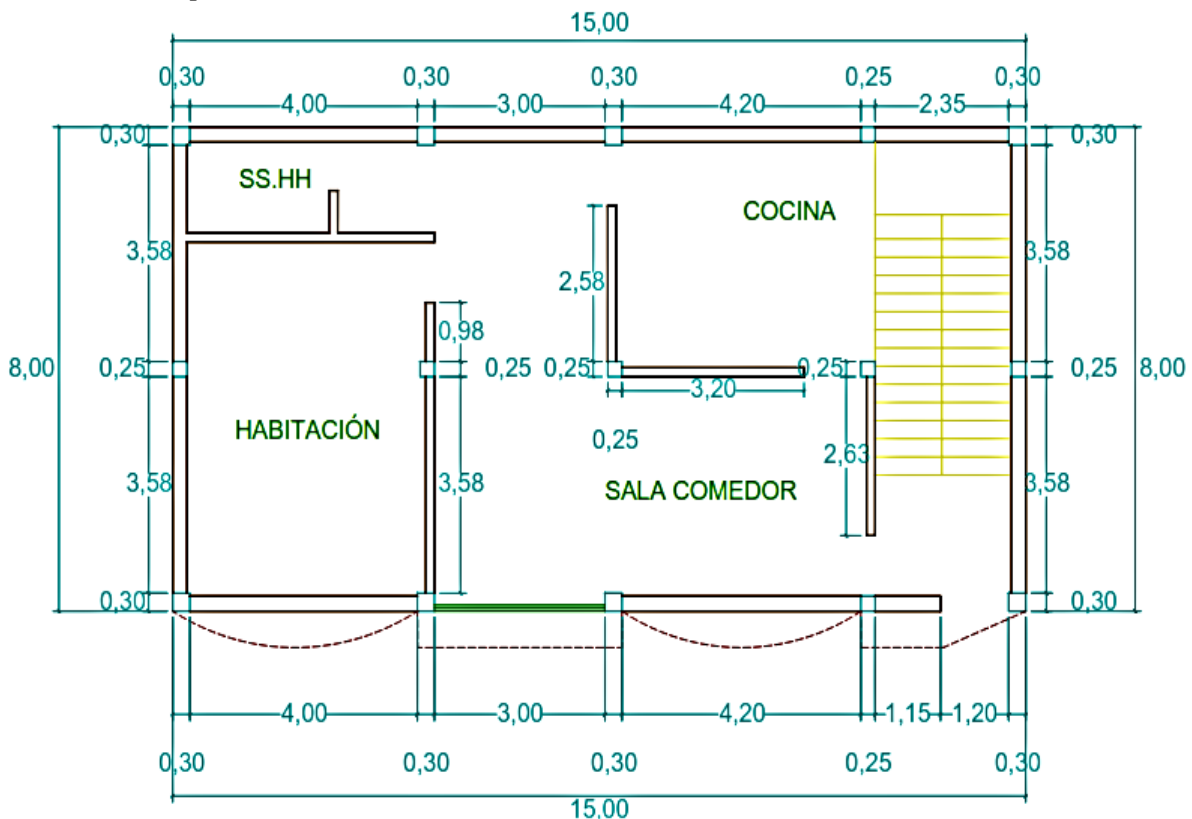
<i>CÓDIGO</i>	<i>I_v</i>	<i>I_{vn}</i>	<i>NIVEL DE VULNERABILIDAD</i>
VIV-02	106.25	27.78	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Vivienda 05 (Ubicada en la calle 09 de octubre N°185)

Figura 22

Plano en planta de la de la vivienda 05.



a) Parámetro N°01: Tipo y organización del sistema resistente

Esta edificación consta de 4 niveles, los cuales empezaron a construirse en 2000,2000,2003 y 2004 respectivamente, la edificación presenta un proceso de

construcción regular, también presenta deficiencias de confinamiento, ya que solo están confinados algunos muros. De acuerdo a esto, a este parámetro se le asignó la letra C.

Tabla 62

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 05.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 5	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

b) Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

De acuerdo con Benedetti y Petrini, para este parámetro se le asigna la misma calificación del parámetro N.º 01.

Tabla 63

Calificación por niveles del parámetro N.º 01 de la vivienda 05.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 5	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c) **Parámetro N°03: Resistencia convencional.**

Tabla 64

Área de muros resistentes en X de la vivienda 5.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
Mx 01	cabeza	2.60 m	2.00	4.00 m	0.23 m	1.84 m2
Mx 02	cabeza	2.60 m	2.00	4.20 m	0.23 m	1.93 m2
Mx 03	cabeza	2.60 m	1.00	3.00 m	0.23 m	0.69 m2
Mx 04	cabeza	2.60 m	1.00	1.15 m	0.23 m	0.26 m2
Mx 05	cabeza	2.60 m	1.00	2.35 m	0.23 m	0.54 m2
Mx 06	cabeza	2.60 m	1.00	3.20 m	0.12 m	0.38 m2
Cx. 01		2.40 m	6.00	0.30 m	0.30 m	0.54 m2
Cx. 02		2.40 m	3.00	0.25 m	0.25 m	0.19 m2
TOTAL						6.38 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 65

Área de muros resistentes en Y de la vivienda 05.

Elementos	Aparejo	Altura H(m)	Cantidad C	Longitud L(m)	Espesor E(m)	Area L*E(m2)
My 01	cabeza	2.40 m	4.00	3.58 m	0.23 m	3.29 m2
My 02	soga	2.40 m	1.00	0.98 m	0.12 m	0.12 m2
My 03	soga	2.40 m	1.00	3.58 m	0.12 m	0.43 m2
My 04	soga	2.40 m	1.00	2.58 m	0.12 m	0.31 m2
My 05	cabeza	2.40 m	1.00	2.63 m	0.12 m	0.32 m2
Cy. 01		2.40 m	4.00	0.30 m	0.30 m	0.36 m2
Cy. 02		2.40 m	2.00	0.25 m	0.25 m	0.13 m2
TOTAL						4.95 m2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

At (Área total construida en Planta)	At =	120.00 m ²
N (Número de Pisos)	N =	4.00
Ax (Área de Muros en X)	Ax =	6.38 m ²
Ay (Área de Muros en Y)	Ay =	4.95 m ²
H (Áltura Promedio)	H =	2.90 m
M (Número de diafragmas horizontales)	M =	3.00
Ac (Área Total de la Cubierta)	Ac =	127.00 m ²
Pm (Peso específico de la Albañilería)	Pm =	1.80 tn/m ³
Ps (Peso por Unidad de Diafragma Horizontal)	Ps =	0.30 tn/m ³
Pc (Peso por Unidad de Cubierta)	Pc =	0.01 tn/m ³
S (Suelo)	S =	1.20
U (Factor de Uso)	U =	1.00
Z (Factor de Zona)	Z =	0.25
C (Coeficiente Sísmico)	C =	2.50
R (Coeficiente de Reducción Sísmica)	R =	3.00

C.1) Vr (Resistencia Cortante Menos Favorable)

Valores para λ , según el tipo de sistema constructivo:

Albañilería confinada: $\lambda = 15.00 \text{ tn/m}^2$

Albañilería no confinada: $\lambda = 7.50 \text{ tn/m}^2$

Albañilería de adobe y piedra: $\lambda = 5.00 \text{ tn/m}^2$

$A_{\text{mín}} = 6.38 \text{ m}^2$

$V_r = \text{mín. } (A_x; A_y) * \lambda$

$V_r = 95.68 \text{ tn}$

C.2) W (Cálculo del Peso que es Resistido por la Estructura)

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

$W = 345.83 \text{ tn}$

C.3) CSR (Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente)

$CSR = V_r / W$

$CSR = 0.28$

C.4) CSE (Cálculo del Coeficiente Sísmico Exigido)

$CSE = ZUCS / R$

$$CSE= 0.25$$

C.5) α_h (Relación entre la Fuerza Resistente y la Fuerza de Diseño)

$$\alpha_h= CSR/CSE$$

$$CSE= 1.11$$

El valor de $\alpha_h = 1.11$, teniendo en cuenta lo establecido por Benedetti y Petrini a este parámetro le correspondería la calificación "C".

d) Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para evaluar este parámetro se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y se pudo observar que este tiene una pendiente pronunciada, la edificación no está cimentada a una misma cota, esta cimentada sobre un suelo intermedio según estudio de INDECI, sin presencia de sales ni humedad, esta edificación en su proceso constructivo no contó con asesoría técnica ni proyecto aprobado. Por lo tanto, para este parámetro le asignamos la letra "C".

Tabla 66

Calificación por niveles del parámetro N.º 04 de la vivienda 05.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 5	Nivel 01			X	
	Nivel 02			X	
	Nivel 03			X	
	Nivel 04			X	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e) Parámetro N°05: Diafragmas horizontales

La vivienda no cuenta con planos a desnivel, no presenta deformabilidad del diafragma, pero posee una mala conexión entre el muro y la losa aligerada, por ello; a este parámetro le corresponde una calificación de "B".

Tabla 67

Calificación por niveles del parámetro N.º 05 de la vivienda 05.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 5	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03		X		
	Nivel 04		X		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

f) Parámetro N°06: Configuración en planta

Para evaluar este parámetro se requirió las medidas en planta de la vivienda, para así poder calcular los valores de " β_1 y β_2 ", siendo estos 0.53 m y 0.00 m respectivamente, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

<i>Dimensión menor de la edificación (a)</i>	<i>a =</i>	8.00 m
<i>Dimensión mayor de la edificación (L)</i>	<i>L =</i>	15.00 m
<i>Dimensión de los elementos que sobresalen (b)</i>	<i>b =</i>	0.00 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_1 = a/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.53 m
<i>Parámetro 01 ($\beta_2 = b/L$)</i>	<i>$\beta_1 =$</i>	0.00 m

g) Parámetro N°07: Configuración en elevación

La evaluación de este parámetro se evalúa mediante el cambio porcentual de masa entre pisos sucesivos, esta relación puede ser reemplazada por cambios en sus respectivas áreas, haciendo los cálculos respectivos se obtuvo que $(\Delta A/A_1)\% = 5.83\%$, entonces $(\Delta A/A_1)$ es menor que 10% ;por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "A".

<i>Área del piso inferior</i>	<i>A1 =</i>	120.00 m²
<i>Área del piso inmediato superior</i>	<i>A2 =</i>	127.00 m²
<i>Variación de área ($\Delta A = A_2 - A_1$)</i>	<i>$\Delta A =$</i>	7.00 m²
<i>$A_2 > A_1$; por lo tanto, se usa la siguiente relación (%)</i>	<i>$(\Delta A/A_1)\% =$</i>	5.83%

h) Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para evaluar este parámetro se realizó mediante el siguiente factor (L/S), donde L es la longitud máxima de muros transversales y S es el espesor del muro maestro; realizando los cálculos se obtuvo que $L/S = 21.74$ m, donde L/S es mayor de 18.00 m y menor de 25.00 m ; por lo tanto a este parámetro le corresponde la calificación "C".

<i>Longitud máx. de muros transversales (L)</i>	<i>L =</i>	5.00 m
<i>Espesor del muro maestro (S)</i>	<i>S =</i>	0.23 m
<i>Factor de evaluación (L/S)</i>	<i>L/S =</i>	21.74 m

i) Parámetro N°09: Tipo de cubierta.

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la cubierta es estable, de material liviano, debidamente amarrado y en buenas condiciones; por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

i) Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación tiene balcones que están debidamente confinado al sistema resistente, no cuenta con tanque elevado, por lo tanto, a este parámetro le corresponde la calificación "B".

j) Parámetro N°11: Estado de conservación

Este parámetro se evaluó mediante observación directa, de acuerdo a las visitas en campo se pudo determinar que la edificación está en el siguiente estado:

1° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

2° nivel: los muros se encuentran en buena condición con fisuras pequeñas no mayores a dos milímetros.

3° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

4° nivel: los muros están en buenas condiciones y no presentan fisuras.

Por lo tanto, la calificación para este parámetro le corresponde la letra "B".

Tabla 68

Calificación por niveles del parámetro N.º 11 de la vivienda 05.

Edificación	N.º de nivel	Calificación			
		A	B	C	D
N.º 5	Nivel 01		X		
	Nivel 02		X		
	Nivel 03	X			
	Nivel 04	X			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 69

Resultados finales de la evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para la vivienda 05.

PARÁMETROS	CLASE K_i				PESO W_i	$(K_i * W_i)$
	A	B	C	D		
1. Organización del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	25.00
2. Calidad del sistema resistente.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
3. Resistencia convencional.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.50	37.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.75	18.75
5. Diafragma horizontales.	0.00	5.00	15.00	45.00	1.00	5.00
6. Configuración en planta.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.50	2.50
7. Configuración en elevación.	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	0.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0.00	5.00	25.00	45.00	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta.	0.00	15.00	25.00	45.00	1.00	15.00
10. Elementos no estructurales.	0.00	0.00	25.00	45.00	0.25	0.00
11. Estado de conservación	0.00	5.00	25.00	45.00	1.00	5.00
INDICE DE VULNERABILIDAD (I_v)						121.25
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (I_{vn})						31.70

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 70*Escala de valorización de la vulnerabilidad según el método Benedetti – Petrini.*

<i>Rango de Evaluación según el Índice de Vulnerabilidad Normalizada</i>	<i>Nivel de Vulnerabilidad</i>
$0 < I_{vn} < 20$	BAJA
$20 \leq I_{vn} < 40$	MEDIA
$I_{vn} \geq 40$	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 71*Nivel de vulnerabilidad para la vivienda 05.*

<i>CÓDIGO</i>	<i>I_v</i>	<i>I_{vn}</i>	<i>NIVEL DE VULNERABILIDAD</i>
VIV-02	121.25	31.70	MEDIA

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Anexo 03: Acta De Autorización De Uso De Inmueble



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INMUEBLE

Yo: Isidoro Facundo Facundo
Identificado con D.N.I. 27683228 Brindo autorización a Erick Brayan Neira
Aguila identificado con código universitario N°2014210741, y Edwin Osvel Herrera
Aldáz, identificado con código universitario N°2012230214, estudiantes de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN para hacer uso de mi inmueble y doy
disponibilidad para recolección y procesamiento de datos durante el desarrollo de la
tesis "VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL
SECTOR MIRAFLORES-JAEN".

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

Jaén 10 de enero del 2020.

Isidoro Facundo
DNI: 27683228



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INMUEBLE

Yo: Francisca Soledad Martínez Troya
Identificado con D.N.I. 27663672 Brindo autorización a Erick Brayan Neira
Aguila identificado con código universitario N°2014210741, y Edwin Osvel Herrera
Aldáz, identificado con código universitario N°2012230214, estudiantes de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN para hacer uso de mi inmueble y doy
disponibilidad para recolección y procesamiento de datos durante el desarrollo de la
tesis "VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL
SECTOR MIRAFLORES-JAEN".

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

Jaén 11 de enero del 2020.

Francisca Martínez
27663672



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INMUEBLE

Yo: Yony A. Rojas Bustamante
Identificado con D.N.I. 46190309..... Brindo autorización a Erick Brayan Neira
Aguila identificado con código universitario N°2014210741, y Edwin Osvel Herrera
Aldáz, identificado con código universitario N°2012230214 , estudiantes de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN para hacer uso de mi inmueble y doy
disponibilidad para recolección y procesamiento de datos durante el desarrollo de la
tesis "VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL
SECTOR MIRAFLORES-JAEN".

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

Jaén 11 de enero.....del 2020


.....
DNI: 46190309



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INMUEBLE

Yo: Deysi Cruz Garcia

Identificado con D.N.I. 44052139 Brindo autorización a Erick Brayan Neira Aguila identificado con código universitario N°2014210741, y Edwin Osvel Herrera Aldáz, identificado con código universitario N°2012230214, estudiantes de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN** para hacer uso de mi inmueble y doy disponibilidad para recolección y procesamiento de datos durante el desarrollo de la tesis "VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORES-JAEN".

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

Jaén 10 de enero del 2020.

Deysi Cruz Garcia
DNI: 44052139



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INMUEBLE

Yo: Yolanda Mejia Rubio

Identificado con D.N.I. 4.83.624.60..... Brindo autorización a Erick Brayan Neira Aguila identificado con código universitario N°2014210741, y Edwin Osvel Herrera Aldáz, identificado con código universitario N°2012230214, estudiantes de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN** para hacer uso de mi inmueble y doy disponibilidad para recolección y procesamiento de datos durante el desarrollo de la tesis "VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL SECTOR MIRAFLORES-JAEN".

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

Jaén 13 de enero del 2020



DNI: 48362460

Anexo 04: Panel fotográfico

Figura 23

Edificación de 03 niveles con ligera irregularidad en planta.



Figura 24

Conexión de los elementos estructurales de manera adecuada.



Figura 25

Muros de ladrillo artesanal en deficientes condiciones.



Figura 26

Edificación en buen estado de conservación de sus estructuras.



Figura 27

Volado conectado de manera regular al sistema resistente.



Figura 28

Vivienda en buenas condiciones, sin grietas ni fisuras visibles.

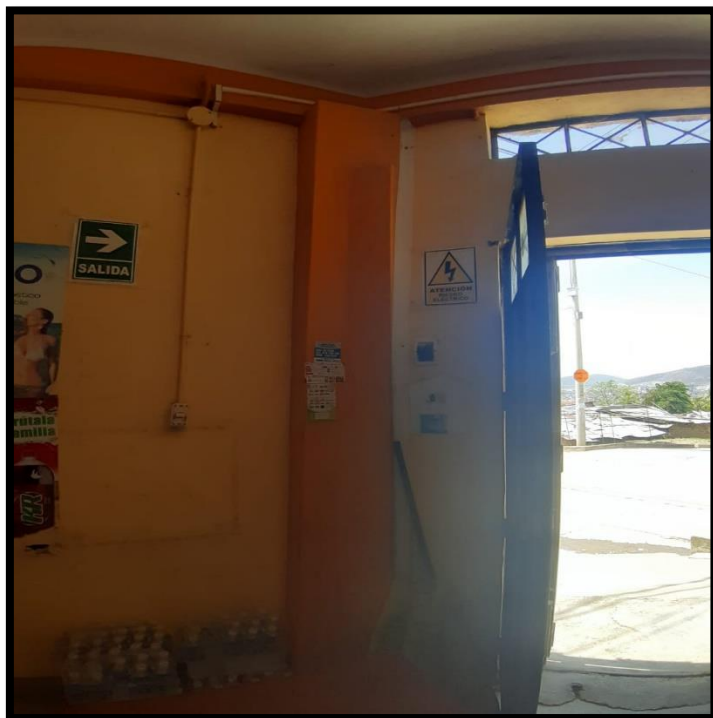


Figura 29

Deficiente conexión viga y columna.



Figura 30

Condición regular en altura de la edificación.



Figura 31

Deficiente relación de esbeltez de la edificación.



Figura 32

Ligera irregularidad en planta de la edificación.



Figura 33

Edificación de 04 niveles construido en terreno con pendiente pronunciada.



Figura 34

Edificación de 03 niveles construido en terreno con pendiente pronunciada.

