



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación del método INDECI e italiano en determinar la
vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas,
Asociación Hijos de Apurimac - Ate 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Alca Parco, Victor Andy ([ORCID: 0000-0003-3645-9852](https://orcid.org/0000-0003-3645-9852))

ASESORA:

Dra. Andía Arias, Janet Yessica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mi familia, especialmente a mis sobrinas: Ariana, Luana, Astrid, Eilyn y Yareli.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo, en especial a mis asesores por su soporte y enseñanza en la realización de la tesis presentada, además a la empresa Grupo Técnico en Ingeniería S.A.C. por el apoyo brindado durante toda mi carrera universitaria.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| III. METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 20 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 21 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 21 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 3.5. Procedimientos..... | 24 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 26 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 26 |
| IV. RESULTADOS..... | 27 |
| 4.1. Ubicación de las viviendas evaluadas..... | 27 |
| 4.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas por el método INDECI..... | 33 |
| 4.3. Nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas por el método italiano..... | 48 |
| 4.4. Comparación de evaluación método INDECI y método italiano..... | 89 |
| V. DISCUSIÓN..... | 90 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 94 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 95 |
| REFERENCIAS..... | 96 |
| ANEXOS..... | 107 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Resultados de evaluación de la característica n.º 1..... | 33 |
| Tabla 2. Resultados de evaluación de la característica n.º 2..... | 34 |
| Tabla 3. Resultados de evaluación de la característica n.º 3..... | 35 |
| Tabla 4. Resultados de evaluación de la característica n.º 4..... | 36 |
| Tabla 5. Resultados de evaluación de la característica n.º 5..... | 37 |
| Tabla 6. Resultados de evaluación de la característica n.º 6..... | 38 |
| Tabla 7. Resultados de evaluación de la característica n.º 7..... | 39 |
| Tabla 8. Resultados de evaluación de la característica n.º 8..... | 40 |
| Tabla 9. Resultados de evaluación de la característica n.º 9..... | 41 |
| Tabla 10. Resultados de evaluación de la característica n.º 10..... | 42 |
| Tabla 11. Resultados de evaluación de la característica n.º 11..... | 43 |
| Tabla 12. Resultados de evaluación de la característica n.º 12..... | 44 |
| Tabla 13. Sumatoria de valores de las 12 características..... | 45 |
| Tabla 14. Calificación nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI..... | 46 |
| Tabla 15. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI..... | 46 |
| Tabla 16. Escala numérica del índice de vulnerabilidad..... | 48 |
| Tabla 17. Resultados de evaluación del parámetro 1..... | 49 |
| Tabla 18. Resultados de evaluación del parámetro 2..... | 50 |
| Tabla 19. Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería..... | 52 |
| Tabla 20. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 1..... | 53 |
| Tabla 21. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 2..... | 53 |
| Tabla 22. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 3..... | 54 |
| Tabla 23. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 4..... | 55 |
| Tabla 24. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 5..... | 55 |
| Tabla 25. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 6..... | 56 |
| Tabla 26. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 7..... | 56 |
| Tabla 27. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 8..... | 57 |
| Tabla 28. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 9..... | 57 |
| Tabla 29. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 10..... | 58 |
| Tabla 30. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 11..... | 58 |
| Tabla 31. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 12..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla 32. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 13..... | 59 |
| Tabla 33. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 14..... | 60 |
| Tabla 34. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 15..... | 60 |
| Tabla 35. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 16..... | 61 |
| Tabla 36. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 1..... | 62 |
| Tabla 37. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 2..... | 63 |
| Tabla 38. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 3..... | 64 |
| Tabla 39. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 4..... | 65 |
| Tabla 40. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 5..... | 66 |
| Tabla 41. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 6..... | 67 |
| Tabla 42. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 7..... | 68 |
| Tabla 43. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 8..... | 69 |
| Tabla 44. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 9..... | 70 |
| Tabla 45. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 10..... | 71 |
| Tabla 46. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 11..... | 72 |
| Tabla 47. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 12..... | 73 |
| Tabla 48. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 13..... | 74 |
| Tabla 49. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 14..... | 75 |
| Tabla 50. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 15..... | 76 |
| Tabla 51. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 16..... | 77 |
| Tabla 52. Resultados de evaluación del parámetro 3..... | 78 |
| Tabla 53. Resultados de evaluación del parámetro 4..... | 79 |
| Tabla 54. Resultados de evaluación del parámetro 5..... | 80 |
| Tabla 55. Resultados de evaluación del parámetro 6..... | 81 |
| Tabla 56. Resultados de evaluación del parámetro 7..... | 82 |
| Tabla 57. Resultados de evaluación del parámetro 8..... | 83 |
| Tabla 58. Resultados de evaluación del parámetro 9..... | 84 |
| Tabla 59. Resultados de evaluación del parámetro 10..... | 85 |
| Tabla 60. Resultados de evaluación del parámetro 11..... | 86 |
| Tabla 61. Calificación nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano..... | 87 |
| Tabla 62. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano..... | 87 |
| Tabla 63. Comparación indicadores de evaluación método INDECI e italiano..... | 89 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Zonas de desarrollo del distrito de Ate..... | 27 |
| Figura 2. Delimitación de la Asociación Hijos de Apurímac..... | 28 |
| Figura 3. Ubicación de las viviendas - 1ª zona Asociación Hijos de Apurímac..... | 28 |
| Figura 4. Vivienda n.º 1 (Mz. J1 Lt. 9)..... | 29 |
| Figura 5. Vivienda n.º 2 (Mz. L1 Lt. 10)..... | 29 |
| Figura 6. Vivienda n.º 3 (Mz. L1 Lt. 14)..... | 29 |
| Figura 7. Ubicación de las viviendas - 6ª zona Asociación Hijos de Apurímac..... | 30 |
| Figura 8. Vivienda n.º 4 (Mz. A Lt. 6)..... | 30 |
| Figura 9. Vivienda n.º 5 (Mz. A Lt. 7)..... | 30 |
| Figura 10. Vivienda n.º 6 (Mz. A Lt. 9)..... | 31 |
| Figura 11. Vivienda n.º 7 (Mz. A Lt. 9-1)..... | 31 |
| Figura 12. Vivienda n.º 8 (Mz. A Lt. 10)..... | 31 |
| Figura 13. Vivienda n.º 9 (Mz. A Lt. 12)..... | 31 |
| Figura 14. Vivienda n.º 10 (Mz. A Lt. 13)..... | 31 |
| Figura 15. Vivienda n.º 11 (Mz. A Lt. 15)..... | 31 |
| Figura 16. Vivienda n.º 12 (Mz. A Lt. 17)..... | 32 |
| Figura 17. Vivienda n.º 13 (Mz. J' Lt. 1)..... | 32 |
| Figura 18. Vivienda n.º 14 (Mz. J' Lt. 2)..... | 32 |
| Figura 19. Vivienda n.º 15 (Mz. J' Lt. 7)..... | 32 |
| Figura 20. Vivienda n.º 16 (Mz. J' Lt. 9)..... | 32 |
| Figura 21. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI..... | 47 |
| Figura 22. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano..... | 88 |

Resumen

La tesis tiene como objetivo comparar el método INDECI y el método italiano en la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate, en la provincia de Lima, departamento de Lima.

La metodología utilizada para el desarrollo de la tesis fue el método científico, el tipo de investigación es aplicada con un nivel de investigación descriptivo y diseño no experimental transversal descriptivo.

El nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas evaluadas empleando el método INDECI fue el siguiente: 3 viviendas presentan vulnerabilidad muy alta y 13 viviendas vulnerabilidad alta, lo cual representa el 19% y 81% respectivamente del total de viviendas evaluadas. Así mismo el nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas analizadas aplicando el método italiano fue el siguiente: 2 viviendas presentan vulnerabilidad media y 14 viviendas vulnerabilidad baja, lo cual representa el 12% y 88% respectivamente del total de viviendas analizadas.

Palabras clave: Configuración estructural, Sistema constructivo, Vulnerabilidad estructural, Vulnerabilidad no estructural.

Abstract

The general objective of the thesis is to compare the INDECI method and the Italian method in the evaluation of the level of seismic vulnerability of self-built houses located in blocks J1 and L1 in the 1st zone and in blocks A and J' in the 6th zone of the Children of Apurimac Association in the district of Ate, in the province of Lima, department of Lima.

The methodology used for the development of the thesis was the scientific method, the type of research is applied with a descriptive level of research and non-experimental cross-sectional descriptive design.

The level of vulnerability of the 16 homes evaluated using the INDECI method was as follows: 3 homes have very high vulnerability and 13 homes have high vulnerability, which represents 19% and 81%, respectively, of the total number of homes evaluated. Likewise, the level of vulnerability of the 16 dwellings analyzed applying the Italian method was as follows: 2 dwellings have medium vulnerability and 14 dwellings have low vulnerability, which represents 12% and 88%, respectively, of the total number of dwellings analyzed.

Keywords: Structural configuration, Construction system, Structural vulnerability, Non-structural vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de convergencia de la placa de nazca por debajo de la placa sudamericana en el borde occidental del Perú es la causante de la realidad geodinámica y geomorfológica en todo el país, debido a este proceso se generan los sismos de distintas magnitudes y focos, a profundidades variables, como consecuencia de la fricción de dichas placas (Tavera, 2014, p. 3). Este proceso hace que el Perú sea un país altamente sísmico y por ende que las viviendas autoconstruidas, sobre todo en las zonas de mayor peligrosidad sísmica, tengan un alto riesgo sísmico ante la ocurrencia de movimientos telúricos de mediana y gran magnitud.

Durante un movimiento telúrico los daños en las infraestructuras y el perjuicio de las vidas humanas se dan por el colapso de las viviendas que se encuentran mal construidas debido a que se utilizan inadecuados materiales o por el tipo de suelo en el cual se edifican (IGP, 2022, “Los sismos no son causantes de los desastres”, párr. 2). Debido a lo indicado anteriormente fue preciso evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate para determinar si son capaces de soportar adecuadamente un movimiento sísmico de mediana o gran magnitud para lo cual se implementó el método INDECI y el método italiano.

Como problema general de la tesis se planteó: ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate implementando el método INDECI y el método italiano?, así mismo se establecieron 2 problemas específicos: ¿Qué nivel de vulnerabilidad sísmica tendrán las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate empleando el método INDECI? y ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate aplicando el método italiano?.

La justificación teórica de la tesis se fundamentó en la comparación del método INDECI y el método italiano en la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica de 16 viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate mediante el cual se estableció en cuanto difieren los resultados obtenidos con ambos métodos. Como justificación práctica con el desarrollo de la tesis se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica de 16 viviendas autoconstruidas ubicadas en la zona de estudio, lo cual permitió a sus propietarios evaluar alternativas de mejora estructural a sus viviendas con asesoría de un profesional idóneo.

Se estableció como objetivo general de la tesis: Comparar el método INDECI y el método italiano en la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate. Como primer objetivo específico se planteó: Establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate empleando el método INDECI. Y como segundo objetivo específico se precisó: Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate aplicando el método italiano.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del marco teórico se debe realizar primero la revisión de la literatura, lo que implica revisar y obtener referencias que sean de utilidad para el estudio realizado de donde se tiene que seleccionar la información más relevante de acuerdo a la problemática de la investigación (Hernández, 2014, p. 61).

Una vez obtenida la información necesaria de las referencias revisadas, en base a la problemática de la investigación, se puede dar inicio a la elaboración del marco teórico en el cual se integrará toda la información recopilada (Hernández, 2014, p. 76).

Para el desarrollo del marco teórico se revisaron investigaciones nacionales e internacionales, de las cuales se tomaron como referencia las investigaciones de los últimos 5 años, a continuación, se presentan las investigaciones recopiladas a nivel nacional.

Según Silupu (2022), en su tesis magistral estableció como objetivo especificar el riesgo sísmico de 25 viviendas ubicadas en el sector Playa Sur de Aguas Verdes en Tumbes, empleó una metodología de tipo aplicada con un diseño no experimental transversal descriptivo; bajo tres enfoques consiguió como resultado en cuanto al análisis de vulnerabilidad lo siguiente: 6 viviendas presentaron densidad de muros adecuados, 10 aceptables y 9 inadecuados; en cuanto a la calidad de mano de obra y materiales 4 viviendas presentaron buena calidad, 9 regular calidad y 12 calidad mala; por último respecto a los tabiques y parapetos 3 viviendas presentaron tabiques y parapetos estables, 13 poco estables y 9 inestables. Concluyó que el 48% de las viviendas evaluadas tienen un riesgo medio y que el 52% presentan un riesgo alto lo cual está relacionado directamente con el índice de vulnerabilidad sísmica de estas viviendas las cuales presentaron que el 48% es alta, el 28% media y el 24% tienen vulnerabilidad baja.

Galicia (2021), planteó como objetivo en su tesis magistral determinar y analizar el proceso de análisis económico y estructural de la vulnerabilidad de 90 viviendas mediante el método de Benedetti y Petrini en la ciudad de Trujillo, la metodología

empleada es de tipo descriptiva y nivel aplicativo; como resultado obtuvo que el costo de evaluación estructural por metro cuadrado de área techada para una vivienda que presenta vulnerabilidad alta es de S/. 8.91, para viviendas con vulnerabilidad media el costo de evaluación es de S/. 6.76 y para las viviendas con vulnerabilidad baja el costo de evaluación es de S/. 4.83. Concluyendo que el costo para determinar el grado de vulnerabilidad de las viviendas aumenta por metro cuadrado en relación a las anomalías que presentan dichas viviendas debido a que se deben realizar ensayos más específicos y de mayor costo, además que el 27% de las viviendas presentan alta vulnerabilidad, el 40% vulnerabilidad media y el 33% una vulnerabilidad baja.

Para Tacza (2019), en su tesis doctoral especificó como objetivo general establecer como se relaciona el análisis estructural y el planteamiento de reforzamiento de viviendas autoconstruidas en albañilería confinada de las zonas 4 y 5 del distrito de Ate, aplicó una metodología de tipo aplicada diseño descriptivo correlacional y enfoque cuantitativo; como resultado de la evaluación de 150 viviendas determinó que 145 viviendas se construyeron sin la intervención de algún profesional, 105 viviendas se construyeron a base de materiales de construcción de mala calidad, 120 viviendas no presentaron el porcentaje de densidad de muro necesario, los muros de 87 viviendas no estaban debidamente confinados, en 138 viviendas no se observaron en los bordes juntas sísmicas, además que 120 viviendas analizadas mediante evaluación estática presentaron deficiencias estructurales en las vigas, columnas y losas aligeradas. Concluyó que hay una relación alta en cuanto al análisis estructural, planteamiento de reforzamiento y autoconstrucción de viviendas en albañilería confinada, además que el 75% de las viviendas evaluadas precisan de algún reforzamiento.

Según Quispe (2018), determinó como objetivo principal en su tesis magistral indicar la correlación que existe entre una vivienda construida de manera informal y los perjuicios causados a sus habitantes para lo cual evaluó 80 viviendas en la Asociación 29 de Enero en Chen Chen en la ciudad de Moquegua, la metodología utilizada se estableció mediante un diseño de investigación no experimental transeccional descriptivo; alcanzó como resultado que 25 viviendas no contaron

con la asesoría de un profesional antes de su construcción, 17 viviendas con poca asesoría, 35 viviendas con asesoría parcial y solo 3 viviendas contaron con asesoría profesional antes de ser construidas, de igual manera que del total de viviendas evaluadas 51 tuvieron pocas rectificaciones después de ser construidas, 20 viviendas presentaron rectificaciones parcialmente en su estructura y 9 viviendas tuvieron bastantes rectificaciones después de su construcción, Concluyendo que existe una correlación negativa entre la construcción de viviendas informales y los perjuicios causados a sus habitantes principalmente por no contar con una asesoría profesional adecuada.

Salazar (2018), en su tesis magistral estableció como objetivo indicar el grado de vulnerabilidad de 30 viviendas autoconstruidas ubicadas en la ciudad de Jesús en Cajamarca, con una metodología de tipo aplicada un enfoque cualitativo y un diseño no experimental transversal, consiguió como resultado que 6 viviendas se construyeron con una buena calidad de mano de obra, 13 viviendas con regular calidad de mano de obra y 11 viviendas con mano de obra de mala calidad, en cuanto a la calidad de los materiales solo 4 viviendas se construyeron con materiales de buena calidad, 17 viviendas con materiales de regular calidad y 9 viviendas se construyeron con materiales de mala calidad, respecto a la densidad de muros en la dirección "x" 14 viviendas presentan una densidad adecuada y en la dirección "y" 28 viviendas. Concluyendo que del total de viviendas evaluadas el 47% tienen una alta vulnerabilidad sísmica, el 30% vulnerabilidad media y el 23% baja vulnerabilidad, especificando también que las viviendas analizadas fueron construidas a base de albañilería confinada.

Para Del Carpio y Vera (2021), en su artículo de revisión científica desarrollado en Moquegua indicaron que la vulnerabilidad sísmica es un conjunto de parámetros (altura, año de construcción, tipo de vivienda e irregularidades en planta y alzado) que puede predecir el tipo de daño estructural a la cual estaría expuesta una vivienda, así también el modo de falla y la capacidad de carga a que se sometería la estructura ante un movimiento sísmico; establecieron como objetivo de su investigación desarrollar un modelo de gestión para evaluar viviendas y establecer su vulnerabilidad analizando los parámetros que intervienen directamente en el

comportamiento estructural de la vivienda. Obtuvieron como resultado validar el modelo desarrollado por expertos y lograr la aceptación de su uso por parte del gobierno regional, concluyeron que el modelo desarrollado servirá como herramienta para implementar acciones preventivas ante posibles terremotos evitando pérdidas económicas y sobre todo humanas.

Quispe (2021), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniera civil planteó como objetivo general establecer la vulnerabilidad sísmica, en base al método INDECI, de 35 viviendas en la urbanización El Rancho en la provincia de Cutervo en Cajamarca, en la cual utilizó una metodología de tipo no experimental-descriptivo; determinó que del total de viviendas evaluadas 3 presentan vulnerabilidad muy alta, 13 alta vulnerabilidad y 19 vulnerabilidad moderada. Concluyó que los porcentajes de vulnerabilidad son los siguientes: 9% muy alto, 37% alto y 54% moderado.

Según Malhaber (2020), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil planteó como uno de sus objetivos determinar la vulnerabilidad sísmica, aplicando la ficha de verificación de INDECI, de las viviendas en el distrito de Chongoyape en Chiclayo, para lo cual empleó una metodología de tipo descriptiva; alcanzó como resultado que de las 190 viviendas en albañilería confinada evaluadas 76 tienen alta vulnerabilidad, 70 vulnerabilidad moderada y 44 baja vulnerabilidad. Concluyó que el 77% de viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad considerable.

En el ámbito internacional se recopiló las siguientes investigaciones.

Osorio (2021), en su tesis magistral determinó como objetivo general evaluar el comportamiento a nivel sísmico de una residencial de 13 pisos en Cali - Colombia mediante la NSR-10 de ese país y el código ACI 318 aplicando análisis no lineales; el resultado que obtuvo de su investigación fue cómo se comporta estructuralmente la edificación mediante las evaluaciones de no linealidad de los materiales, la flexibilidad de la cimentación y la no linealidad geométrica, así mismo realizó la comprobación de estos resultados mediante un análisis cronológico no lineal

determinando el desplazamiento de la estructura, los momentos y derivas por piso y la cortante en la base. Concluyó entre lo más importante que a partir de las vigas de acople de la estructura se podría iniciar el mecanismo de colapso de la misma.

Según Calvo (2020), presentó como objetivo principal en su tesis magistral establecer un plan de intervención para mitigar el riesgo sísmico y mejorar la estructura de los colegios en la ciudad de Cali – Colombia, la metodología para implementar esta investigación se basó en recopilar la información de los colegios y categorizarlos, analizar el desempeño de las estructuras y presupuestar las opciones de las intervenciones requeridas, construir un modelo óptimo multicriterio y multiobjetivo para la toma de decisiones y determinar un esquema de priorización multicriterio, todo ello se desarrolló mediante la información de 43 colegios obtenidos del Banco Mundial de escuelas en Cali. Concluyó que esta metodología potencia la flexibilidad de análisis respecto al estudio del riesgo sísmico y diseño estructural de los colegios evaluados, además de demostrar la sinergia que hay entre los métodos de optimización y los análisis de la ingeniería.

Rueda (2019), en su tesis magistral planteó como objetivo seleccionar una medida de intensidad sísmica (MIS) adecuada para obtener resultados más precisos del parámetro que vincula el nivel de aceleración en el terreno con el desplazamiento y demanda de aceleración de los elementos estructurales y no estructurales de una edificación; el desarrollo de su investigación alcanzó como resultado un MIS más eficiente al evaluar estructuras de 2, 5 y 10 pisos en Colombia analizadas mediante el reglamento de construcción sismorresistente colombiana (NSR-10). Concluyó que el incremento de la flexibilidad y ductilidad de una edificación se puede evaluar mediante un MIS alternativo reduciendo la variabilidad de la estimación de las demandas y las pérdidas económicas hasta en un 50%.

Para González (2018), en su tesis magistral estableció como objetivo analizar el comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas a baja altura en distintos sectores de amenaza sísmica en Colombia los cuales contaban con muros de concreto delgados reforzados con fibras o mallas electrosoldadas; aplicando la norma colombiana NRS-10 y la metodología FEMA-P695 consiguió como resultado

que el comportamiento de los muros reforzados con fibras es aceptable respecto a la seguridad por colapso en viviendas de baja altura en sectores de alta amenaza sísmica, de igual manera que el comportamiento de los muros reforzados con fibras es mayor que los muros reforzados con un 50% de cuantía mínima a cortante. Por último, concluyó que las fibras utilizadas en reemplazo del refuerzo cortante en los muros sería la opción más viable para este tipo de estructuras aún mejor que la malla electrosoldada.

Ramírez (2018), precisó como objetivo principal en su tesis magistral establecer el grado de vulnerabilidad sísmica del colegio Dr. Gabino Barrera en Atlixco, Puebla - México el cual presenta daños como consecuencia del sismo del 2017 en ese país, para la evaluación utilizó el criterio del índice de reducción de rigidez secante y el índice de confiabilidad; el análisis de la investigación obtuvo como resultado que el colegio permite medidas de intensidad muy pequeñas y como consecuencia es insegura y muy vulnerable ante un sismo de gran magnitud. La investigación concluyó que la edificación analizada tiene una alta probabilidad de falla ante un escenario sísmico severo además recomienda evaluar la interacción estructura - suelo y la torsión en el sistema cuyos efectos aun presentan incertidumbres.

Según Hoyos y Hernandez (2022), en su artículo de revisión científica indicaron que los análisis probabilísticos del riesgo sísmico para zonas urbanas pueden presentar falencias al ser comparadas con análisis utilizando las mismas metodologías a nivel nacional, como objetivo plantearon evaluar estas discrepancias en las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali en Colombia; concluyendo que existe incertidumbre en el registro del movimiento del suelo utilizando metodología probabilística, ya sea de manera general o en un lugar específico, así mismo que no existe una regla clara para la elección de un método de derivación de fragilidad respecto a las características del peligro, las estructuras a evaluar, los movimientos del suelo y disponibilidad de recursos en cuanto al análisis del riesgo sísmico.

Sánchez et al. (2021), en su artículo de revisión científica desarrollado en Jojutla, Morelos - México; determinaron que los problemas principales que aumentan el porcentaje de vulnerabilidad sísmica son el incumplimiento o desconocimiento de

las normativas, tal es el caso de las autoconstrucciones, lo cual está relacionado con los patrones socioculturales de las zonas donde se realizan malas prácticas constructivas. Las autoconstrucciones de viviendas se centran mayormente en los sectores de mayor pobreza debido al desconocimiento que tienen respecto a lo vulnerable que pueden ser sus viviendas ante un evento sísmico.

Para Murillo y Aguadelo (2021), en su artículo de revisión científica desarrollado en Colombia; analizaron la sensibilidad de los métodos Back-Projection Imaging (BPI) para poder localizar sismos y micro sismicidad, lo cual es de gran importancia porque se identificaría con mayor exactitud las zonas con alto peligro sísmico y ello sumado a un análisis de vulnerabilidad sísmica se podría implementar planes a nivel regional para la prevención de desastres ante movimientos sísmicos de gran magnitud.

Alvarez y Socarras (2021), en su artículo de revisión científica desarrollado en Santiago de Cuba - Cuba; determinaron que actualmente en los estudios de vulnerabilidad sísmica se utilizan métodos empíricos, analíticos o teóricos y experimentales, siendo los métodos empíricos los de mayor celeridad en su aplicación ya sea de forma individual a una edificación o en conjunto, como por ejemplo el método italiano.

Para Shabani et al. (2021), en su artículo de revisión científica desarrollado en Roma, Italia; precisaron que el análisis de la vulnerabilidad sísmica es importante para la mejora de la resiliencia de las ciudades, plantearon como objetivo de su estudio analizar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería no reforzada tomando como referencia el mecanismo de colapso, espectro de capacidad y desplazamiento de estas estructuras, concluyeron que los métodos de análisis de vulnerabilidad sísmica deben verificarse posterior a la ocurrencia de un evento sísmico para encontrar el método más confiable respecto a la evaluación de las distintas tipologías de construcción, además estas metodologías deben ser de rápido y fácil uso para los evaluadores encargados de realizar estos análisis, recomendaron también el uso de software para facilitar el proceso de evaluación esto con el fin de reducir el sesgo y obtener resultados más concretos.

Según Moreno et al. (2020), en su artículo de revisión científica desarrollado en Chiapa de Corzo, Chiapas – México; concluyeron que los factores que más afectan perjudicialmente a las construcciones están relacionados con su proceso constructivo, características del suelo y la calidad de los materiales utilizados, además de la topografía propia del lugar que tiene incidencia sobre la frecuencia y amplitud de los movimientos sísmicos. Estos mismos factores tienen incidencia en los estudios de vulnerabilidad de las edificaciones analizadas por el método de INDECI y el método italiano.

Acevedo et al. (2020), en su artículo de revisión científica determinaron el análisis del riesgo sísmico de las edificaciones en los parques residenciales en las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali en Colombia, utilizando un método uniforme en el estudio de la vulnerabilidad, amenaza sísmica y exposición lograron comparar el riesgo sísmico entre estas ciudades mediante la implementación de posibles escenarios sísmicos, concluyendo que la ciudad de Cali tiene un mayor índice de siniestralidad y la ciudades de Bogotá y Medellín presentan un índice de siniestralidad promedio similares.

Según Candebat et al. (2020), en su artículo de revisión científica desarrollado en Cuba; indicaron que los aspectos estructurales tienen mayor influencia en la determinación de la vulnerabilidad sísmica, pero también se precisa que los aspectos no estructurales (organizativos y funcionales) también son importantes en los estudios de vulnerabilidad en las instalaciones educativas. Lo mismo se considera en el análisis de vulnerabilidad en las viviendas ante eventos sísmicos, debido a que muchos métodos analizan estos aspectos no estructurales dentro de su evaluación para determinar la vulnerabilidad sísmica, como lo es en el caso del método de INDECI y el método italiano.

Según Martins y Silva (2020), en su artículo de revisión científica detallaron la implementación de un modelo analítico de vulnerabilidad y fragilidad acorde a los tipos de construcciones más comunes a nivel mundial, los estudios de vulnerabilidad y fragilidad se realizaron mediante análisis no lineales cuyos

resultados se validaron mediante pruebas de cálculos de tasas de pérdidas anuales promedio, probabilidades de colapsos y eventos sísmicos pasados, para los estudios se realizaron aproximadamente quinientas funciones para abarcar casi todas las combinaciones respecto al material de construcción, nivel de diseño sísmico y sistema resistente; las funciones en conjunto de vulnerabilidad fueron utilizadas para el análisis de las pérdidas económicas por terremotos que formaron parte del modelo de riesgo sísmico global avalado por la Fundación Modelo Global de Terremotos.

Serrano et al. (2020), en su artículo de revisión científica desarrollado en Murcia, España; especificaron que además de realizar una evaluación integral de una edificación (estudio del sistema constructivo, materiales utilizados, entre otros) para determinar su vulnerabilidad, también es necesario evaluar otros factores como las características tectónicas y geofísicas del terreno donde se ubica la edificación y los antecedentes de sismos pasados todo ello para que los resultados obtenidos sean los más cercanos a la realidad.

Para Basset y Guardiola (2020), en su artículo de revisión científica desarrollado en Valencia, España; precisaron que para analizar la vulnerabilidad sísmica de alguna edificación se necesita conocer las irregularidades de rigidez de la estructura, geometría, sistema constructivo, antigüedad y ubicación de la edificación entre otros, para el caso del artículo presentado evaluaron edificaciones en la ciudad de Valencia – España creando una base de datos con todo lo indicado anteriormente y lo incluyeron en un sistema GIS lo que permitirá ser utilizado por otros autores en futuras investigaciones, al final concluyeron que las bases de datos con la georreferenciación de edificaciones (objetos de estudios) son importantes para un adecuado análisis de vulnerabilidad sísmica, teniendo como una de sus principales características que se puede añadir mayor información según se requiera, además de que puede ser utilizado para elaborar planes de emergencias ante potenciales eventos sísmicos.

Silva et al. (2020), en su artículo de revisión científica describieron el desarrollo de un almacenamiento de modelos probabilísticos de riesgo sísmico que contiene

información estructural de edificaciones comerciales, residenciales e industriales que se integran en conjunto mediante funciones de vulnerabilidad y fragilidad para evaluar edificaciones más comunes a nivel global, estos modelos se usaron para estudiar el riesgo probabilísticos de movimientos sísmicos a nivel mundial mediante un motor Open Quake lo cual permite aproximar las perdidas promedio anualizadas o agregadas que son básicas para implementar acciones de mitigación ante los riesgos producidos por los terremotos, este estudio fue producto de los distintos programas respaldados por la Fundación Modelo Global de Terremotos (GEM) para la elaboración de un modelo global de riesgo de movimientos sísmicos de gran magnitud.

Para Criado et al. (2020), en su artículo de revisión científica establecieron como objetivo evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el barrio Cristo Rey, Ocaña, Norte de Santander – Colombia, mediante el método de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA), obteniendo como resultado que de las 457 viviendas analizadas el 94.52% es altamente vulnerable, entre las principales patologías observadas bajo este método se apreciaron que estas viviendas presentan irregularidades tanto en planta como en vertical además del riesgo geológico de la zona donde se ubican.

Rodriguez, et al. (2019), en su artículo de revisión científica desarrollado en Bogotá, Colombia; establecieron como objetivo la implementación de una app de sistema de alerta temprana para la prevención sobre riesgos de tipo sísmico. En el caso del proyecto de investigación se determine la metodología adecuada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en los cerros sería importante llevar esta metodología a un dispositivo móvil mediante una app de acceso abierto a toda persona que desee analizar el estado de vulnerabilidad sísmica de alguna vivienda de interés.

Según Buendía y Reinoso (2019), en su artículo de revisión científica desarrollado en las ciudades de Puebla, Morelos y Ciudad de México; concluyeron que las estructuras que sufren mayor daño ante un sismo de 7.1 de magnitud son los que en su mayoría presentan muros de mampostería sin confinar. Se puede apreciar

que los daños que genera un sismo de gran magnitud sobre las viviendas precarias o autoconstruidas se deben principalmente a un mal proceso constructivo por ello es importante determinar una metodología que haga un análisis adecuado de vulnerabilidad sísmica a este tipo de viviendas.

Según Flores y Ferreira (2019), en su artículo de revisión científica desarrollado en Ciudad de México; plantearon como uno de sus objetivos integrar el análisis estructural con el uso de herramientas complementarias, además de abordar la vulnerabilidad como un eje de planificación, evaluación y prevención, indican como herramienta complementaria para el análisis estructural el uso de sistemas SIG específicamente el manejo de imágenes de teledetección remota que permiten administrar, gestionar y prevenir desastres ante la posibilidad de un sismo, concluyendo que para evaluar la vulnerabilidad estructural es necesario utilizar herramientas tecnológicas para diagnosticar, catalogar y gestionar los resultados obtenidos.

Escarimosa et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Ocuilapa de Juárez, Chiapas - México; determinaron que un planteamiento de solución a las construcciones informales, sobre todo en los sectores de mayor pobreza, es la construcción de viviendas a base de bloques de concreto hueco cuya fabricación puede realizarse con materiales de la zona de Ocuilapa de Juárez, Chiapas, México. Comprobándose, además, mediante un análisis de vulnerabilidad sísmica, la eficiencia de estas estructuras no observándose daños a los muros de mampostería construidos.

Guerrero et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Colombia; describen la implementación de un laboratorio virtual en ingeniería sísmica con el objetivo de facilitar la aplicación y comprensión de fundamentos relacionados a la ingeniería sísmica la cual ha tenido gran impacto entre los estudiantes y docentes en los centros donde se han implementado. La virtualización de procesos es cada vez más necesaria, en específico en determinar la vulnerabilidad sísmica de acuerdo al método elegido haría más práctico la evaluación de viviendas y por ello los resultados se obtendrían con mayor celeridad

sin perder su eficacia.

Para Tinoco et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en el distrito de Chiquián - Ancash; con un método de investigación descriptivo, no experimental y transversal, establecieron una propuesta mediante la cual lograron automatizar y crear un modelo de vulnerabilidad sísmica mediante la herramienta model builder del ArcGIS, los resultados al evaluar 1417 viviendas bajo esta metodología concluyeron que el 14.7% tienen baja vulnerabilidad, el 21.2% vulnerabilidad media, 48,8% alta vulnerabilidad y el 15.2% vulnerabilidad muy alta.

Según Durán y Romera (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Tokio - Japón; utilizaron una metodología de evaluación escalar descendente a la ciudad de Tokio para determinar el origen del proyecto que actualmente se desarrolla en esa ciudad, que es la de construir una ciudad que pueda ser evacuada con rapidez y a su vez sea resistente al fuego, esto como aprendizaje de los sismos pasados; esta estrategia ayuda en gran medida a reducir sustancialmente la vulnerabilidad de la ciudad, no solo sísmica sino también en otros aspectos, para las demás ciudades que al igual que Tokio tienen un riesgo sísmico alto esta metodología podría adoptarse para reducir el peligro sísmico que actualmente presentan.

Jiménez et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Cuenca, Ecuador; tomando como referencia que Cuenca es una ciudad con amenaza sísmica alta utilizaron la metodología del espectro de capacidad versión FEMA 440 mediante el cual determinaron que la vulnerabilidad en el área de estudio es alta encontrándose entre sus principales problemas una discontinuidad importante entre las paredes sobre en la dirección más larga de las estructuras analizadas.

Aguilar et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Barcelona, España; evaluaron el riesgo sísmico, desde una perspectiva probabilística, de las estructuras de 69 982 edificios en las áreas urbanas de Barcelona principalmente detallando las particularidades del VIM_P la cual se basa en la metodología del índice de vulnerabilidad (VIM), obteniendo como conclusiones que los resultados

de los 2 métodos son complementarios, así mismo que los resultados del método VIM respecto al riesgo sísmico se pueden considerar como determinista y los del VIM_P con base probabilística.

Para Novelo et al. (2018), en su artículo de revisión científica desarrollado en Motozintla, Chiapas - México; determinaron la vulnerabilidad estructural de edificaciones en Motozintla, Chiapas – México caracterizando las construcciones de las viviendas y evaluando el riesgo sísmico superponiendo la vulnerabilidad encontrada en un sistema de información geográfica, los resultados que obtuvieron indicaron que las edificaciones de la comunidad en estudio presentaron altos niveles de vulnerabilidad estructural por lo que las condiciones de las edificaciones no eran las adecuadas para ser habitadas, esta investigación permitió que la autoridades locales fortalezcan los planes de protección cívica en Motozintla.

Según Bernal et al. (2017), en su artículo de revisión científica desarrollado en Manizales, Colombia; indican que el riesgo de desastres se debe evaluar a base de un estudio multirriesgo para lo cual se debe utilizar un enfoque probabilístico en la evaluación del peligro sísmico, como resultado de su investigación diseñaron un prototipo de riesgo multi amenaza probabilístico cuyos análisis servirán para poder cuantificar el riesgo relacionado con distintos peligros y además para concretar acciones de reducción y gestión de riesgos lo que permitirá mejorar los actuales modelos de vulnerabilidad, riesgo y exposición utilizados en Colombia.

Salgado et al. (2017), en su artículo de revisión científica desarrollaron un análisis de riesgo sísmico probabilístico en la ciudad de Manizales – Colombia, consideraron distintos activos, elementos que forman parte de la red de agua y alcantarillado y edificios públicos y privados, para lo cual requirieron ensamblar las bases de datos de exposición de alta resolución levantado en campo y desarrollar modelos de daño para los diferentes tipos de elementos estudiados; como conclusión a su investigación actualizaron y mejoraron las bases de datos de exposición tanto de la red de agua y alcantarillado, como la de los edificios públicos y privados de la ciudad, esta base de datos se puede utilizar para la identificación del riesgo sísmico de las ciudades, para estimaciones de pérdidas en cuanto a los

activos estudiados en esta investigación y elaborar planes de contingencia por parte de las autoridades competentes.

Para Di Girasole y Cannatella (2017), en su artículo de revisión científica presentaron una metodología para analizar la vulnerabilidad a base de un sistema de información geográfica elaborando un mapa con el índice de vulnerabilidad en la ciudad de Santo Domingo de Guzmán (distrito nacional) en República Dominicana lo cual se utilizó para indicar objetivos y acciones de mitigación ante distintos escenarios de riesgo, concluyeron que esta metodología mejora la transformación de la información recopilada mediante un conjunto de medidas y recomendaciones para la prevención y capacidad de respuesta adoptando estrategias para instruir a la población directamente afectada para que se organicen de manera preventiva para reducir el riesgo ante los desastres presentados en República Dominicana.

Acevedo et al. (2017), en su artículo de revisión científica desarrollaron un modelo de exposición sobre la ejecución de funciones de fragilidad en edificios de mampostería no reforzada y la estimación de los daños a consecuencia de los movimientos telúricos en el parque residencial de Antioquia, Colombia; los modelos incluyen información sobre las clases de edificios, número de edificios y habitantes, área total construida y el costo de reparación, los cuales se basaron en información catastral disponible, juicios de expertos y encuestas, concluyeron que un evento sísmico de mediana o alta magnitud causaría leves daños o moderados a 95 mil estructuras y que unas 32 mil tendrían daños severos con posibles colapsos.

Del mismo modo se presentan las siguientes teorías.

Método INDECI: Implementado en el año 2010 mediante Resolución Jefatural N°138-2010-INDECI como consecuencia del Plan Nacional de Prevención por Sismos 2010 establecida por el Decreto Supremo N° 037-2010-PCM, este método se desarrolla en base a una Ficha de verificación que evalúa principalmente 12 características de una vivienda colocándole un valor numérico a cada uno de ellas, concluyendo con la sumatoria de las 12 características analizadas e indicando el

nivel o grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda. El método INDECI solo es aplicable para la evaluación de viviendas y no para otro tipo de edificaciones (Resolución Jefatural N° 138-2010-INDECI, 2010).

Método italiano: Se desarrolla evaluando 11 parámetros de una edificación, durante la evaluación a cada parámetro se le atribuye una de las cuatro clases (A, B, C, D) establecido por el método, cada clase presenta un valor numérico específico (K_i) al cual se le multiplica por un coeficiente de peso (W_i), el índice de vulnerabilidad (I_v) se obtiene de la división entre la sumatoria ($K_i \cdot W_i$) y la sumatoria (W_i). El método italiano ha sido desarrollado para el estudio de estructuras de mampostería y también para evaluar estructuras de concreto armado, siendo aplicado mayormente a edificaciones de mampostería sobre todo en Italia y América Latina (Yépes et al., 1995, p. 50).

Peligro sísmico: Es la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno físico a efecto de un movimiento sísmico de gran magnitud, cuyas consecuencias son adversas a la actividad humana. Además del movimiento del terreno estos fenómenos pueden causar deformación tectónica, falla del terreno, licuefacción, tsunamis, inundaciones, etc. (Mena, 2002, p. 9).

Riesgo sísmico: Son los potenciales efectos económicos y sociales provocadas por un sismo de gran magnitud, debido a las fallas de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida (Mena, 2002, p. 9).

Viviendas autoconstruidas o informales: Son las construcciones ejecutadas por el mismo habitante, sin la ayuda o control de un profesional, ni la supervisión de una autoridad competente además de usar materiales de mala calidad (Andres, 2020, p. 44).

Las viviendas autoconstruidas se caracterizan porque no cuentan con algunos de los siguientes requisitos: asesoría profesional, planos de la edificación, mano de obra calificada, permiso de construcción y título de propiedad (Campos, 2021, p. 21).

Vulnerabilidad sísmica: Es el nivel de daño que sufre una estructura ocasionada por un evento sísmico de determinadas características. El grado de daño puede ser un daño estructural y/o un daño no estructural (Yépez et al., 1995, p. 32).

Vulnerabilidad estructural: La vulnerabilidad estructural está referida a los potenciales daños que pueden presentar los elementos estructurales (columnas, muros portantes, vigas, losas) como consecuencia de un movimiento telúrico, lo cual ocasiona que estas estructuras se debiliten y como consecuencia puedan colapsar (Noel, 2019, p. 10).

Vulnerabilidad no estructural: Son los potenciales daños causados a los elementos no estructurales (instalaciones eléctricas, instalaciones de agua y desagüe, instalaciones de gas y elementos arquitectónicos) de una edificación, esto debido a un evento sísmico, también se considera los daños por desplazamiento de los objetos anclados o no anclados (equipos mecánicos y mobiliarios) como consecuencia de un evento sísmico (Noel, 2019, p. 11).

De igual manera los siguientes enfoques conceptuales.

Albañilería o Mampostería: Componente estructural formado por unidades de albañilería dispuestas con mortero o simplemente apiladas incorporadas por concreto líquido (Norma Técnica E.070 - Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, 2006, p. 300).

Albañilería Confinada: Tipo de albañilería reforzado en su perímetro con componentes de concreto armado, para muros del primer nivel la cimentación se considera como confinamiento horizontal (Norma Técnica E.070 - Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, 2006, p. 300).

Albañilería No reforzada: Tipo de albañilería que no cuenta con refuerzos (Albañilería simple) o en su defecto los refuerzos que presentan no cumplen los requerimientos de la Norma Técnica E.070. (Norma Técnica E.070 - Decreto

Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, 2006, p. 300).

Autoconstrucción: Referido a que las personas construyen sus viviendas sin asesoría técnica (ingenieros o arquitectos) debido a la poca información recibida o por su bajo nivel económico, principalmente se da en los asentamientos humanos (Rivera, 2017, "Autoconstrucción", párr. 1).

Elementos estructurales: Los elementos estructurales como lo son las vigas, losas, muros portantes y columnas, son los encargados de aportar masa al sistema resistente de una edificación además de aportar rigidez, esto con el fin de que se obtenga un comportamiento estructural adecuado (Andres, 2020, p. 47).

Elementos no estructurales: Los elementos no estructurales pueden estar conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales y su aporte a la rigidez del sistema es despreciable. Dentro de los elementos no estructurales se encuentran: elementos arquitectónicos decorativos, parapetos, tabiques, instalaciones eléctricas, instalaciones de gas, instalaciones hidráulicas y sanitarias, equipos mecánicos y mobiliarios (Norma Técnica E.030 - Resolución Ministerial N° 043-2019-VIVIENDA, 2019, p. 29).

Sismo: Es un proceso constante, progresivo y paulatino de liberación de energía a causa de las deformaciones, esfuerzos y desplazamientos ocurridos dentro de las placas tectónicas o en sus zonas de interacción (CENEPRED, 2014, 34).

Vulnerabilidad: Incapacidad de resistencia de alguna edificación ante la ocurrencia de un fenómeno expresada en términos de fragilidad, exposición y resiliencia; se puede indicar que: a mayor fragilidad mayor vulnerabilidad, a mayor exposición mayor vulnerabilidad y a mayor resiliencia menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014, p. 122).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El método científico es un conjunto de procesos ordenados que se utiliza para responder a las interrogantes de alguna investigación sobre fenómenos que se manifiestan en el naturaleza o problemas que aquejan a la sociedad (Borja, 2012, p. 8).

El método lógico deductivo es aquel que emplea fundamentos ya establecidos con el fin de determinar resultados desconocidos (Behar, 2008, p. 39).

El método de investigación que se utilizó para el desarrollo de la tesis fue el método lógico deductivo porque se utilizaron principios conocidos, como lo son el método INDECI y el método italiano, para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada una de las viviendas que formaron parte de la muestra establecida para la tesis.

3.1.1. Tipo de investigación

Mediante la investigación aplicada se puede construir, actuar, conocer y modificar una realidad problemática, los proyectos de ingeniería civil están dentro de este tipo de investigación, debido a que dan solución a una problemática planteada (Borja, 2012, p. 10).

Un estudio descriptivo especifica las características y propiedades más relevantes de alguna situación, fenómeno, contexto o suceso que es sometido a análisis (Hernández, 2014, p. 92).

La tesis es de tipo aplicada porque se emplearon conocimientos existentes para resolver la problemática planteada y tiene un nivel de investigación descriptivo debido a que se analizaron las características de la muestra de estudio (16 viviendas autoconstruidas) en su entorno natural sin ser sometidos a modificaciones.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación no experimental es la que se realiza sin adulterar las variables y analizan los fenómenos mediante la observación en su entorno natural (Hernández, 2014, p. 152).

El diseño transversal descriptivo tiene como objeto analizar la incidencia de las categorías de las variables en una población proporcionando su descripción en un momento determinado (Hernández, 2014, p. 155).

La tesis tiene un diseño no experimental transversal descriptivo porque no se manipularon las variables (viviendas autoconstruidas y vulnerabilidad sísmica) y se desarrolló en el presente año 2022.

3.2. Variables y operacionalización

La variable es una cualidad o atributo que puede variar o cambiar, siendo este cambio observable y medible. Este concepto puede aplicarse a personas u otros seres vivos, hechos, fenómenos y objetos (Hernández, 2014, p. 105).

Para la tesis se establecieron las siguientes variables:

- **Variable X:** Viviendas autoconstruidas
- **Variable Y:** Vulnerabilidad sísmica

Se presenta en anexos la matriz de consistencia y la matriz de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La denominación de población se refiere al grupo de componentes que serán la razón de evaluación (Borja, 2012, p. 30).

La población para la tesis fueron 55 viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona

de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate.

▪ **Criterios de inclusión:**

- Viviendas construidas sin la supervisión de un profesional (ingeniero civil).
- Viviendas construidas sin planos de estructuras, arquitectura e instalaciones.
- Viviendas construidas sin permiso de construcción por parte de la municipalidad.
- Viviendas construidas por albañiles de la zona.

• **Criterios de exclusión:**

- Viviendas construidas en madera, drywall u otro sistema de construcción que no sea a base de ladrillo y concreto.

3.3.2. Muestra

La muestra es la representación de una población estudiada de la cual se recogen datos y están delimitados, una muestra debe ser característico de la población (Hernández, 2014, p. 173).

La muestra no probabilística, respecto a un enfoque cuantitativo, puede ser utilizado en estudios que no precisen de una representación común de una población, sino que requieran una elección de características más específicas de acuerdo a la problemática planteada (Hernández, 2014, p. 190).

La muestra para la tesis fueron 16 viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate.

3.3.3. Muestreo

No probabilístico, se estableció la muestra de estudio por conveniencia de acuerdo a la disponibilidad de los propietarios en autorizar las evaluaciones

a sus viviendas.

3.3.4. Unidad de análisis

Para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de muestreo/análisis (si se trata de individuos, organizaciones, periodos, comunidades, situaciones, piezas producidas, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de muestreo/análisis se delimita la población (Hernández, 2014, p. 173).

Las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac fueron la unidad de análisis que se estableció para la tesis.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

El plan a detalle sobre el proceso de recoger información con un objetivo particular se define como recolección de datos (Hernández, 2014, p. 198).

Para la recolección de datos existen distintas técnicas que se complementan entre sí, entre las principales se tiene: observación, encuestas, entrevistas y pruebas estandarizadas (Borja, 2012, p. 33).

Mediante la observación se registra sistemáticamente el comportamiento de algún objeto observado, en el cual el observador puede interactuar con el objeto o no; se caracteriza porque es una técnica no obstructiva, admite material no estructurado y se pueden registrar volúmenes de datos grandes (Behar, 2008, p. 68).

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos de la tesis fueron: observación directa y análisis documental. Mediante la observación directa (inspecciones in situ) se recabaron los datos sobre las características de la construcción de las viviendas realizándose evaluaciones a sus elementos estructurales y no estructurales; los resultados obtenidos se analizaron y

documentaron por medio de tablas y gráficos estadísticos presentados en la tesis.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección son recursos utilizados por un investigador para recolectar información que cumplen con tres requisitos: validez, confiabilidad y objetividad (Hernández, 2014, p. 200).

Para la recolección de los datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Ficha de verificación de acuerdo a la Resolución Jefatural N°138-2010-INDECI (método INDECI).
- Ficha de evaluación (método italiano) validada por tres expertos, se adjunta en anexos las fichas de validación del instrumento y la confiabilidad del instrumento.

3.5. Procedimientos

El procedimiento para la elaboración de la tesis se desarrolló de la siguiente manera:

- **Gabinete**
 - Se procedió a la recopilación de información en tesis de posgrado y artículos de revistas científicas indexadas nacionales e internacionales sobre vulnerabilidad sísmica en edificaciones.
 - Se eligieron dos metodologías (método INDECI y método italiano) para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas.
 - Se habilitaron los instrumentos de recolección de datos para el análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica: Ficha de verificación de acuerdo a la Resolución Jefatural N°138-2010-INDECI (método INDECI) y Ficha de evaluación (método italiano).

- **Campo**
 - Mediante el plano catastral urbano del distrito de Ate y aplicando los criterios de inclusión (viviendas construidas sin la supervisión

de un profesional, sin planos de construcción, sin permiso de construcción y construidas por albañiles de la zona) y los criterios de exclusión (viviendas construidas en madera, drywall u otro sistema de construcción que no sea a base de ladrillo y concreto) se determinó la población de estudio la cual fue 55 viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate.

- Se estableció la muestra de estudio por conveniencia, de acuerdo a la disponibilidad de los propietarios en autorizar las evaluaciones a sus viviendas, se identificaron 16 viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate.
- Se coordinó con los propietarios de las viviendas seleccionadas el día y horario en que se realizaron las evaluaciones a sus viviendas.
- Se prepararon las herramientas para la implementación de los instrumentos de recolección de datos: wincha de 8 m., cámara fotográfica, plano de la zona de estudio, portapapeles y lapiceros.
- Se procedió a realizar las evaluaciones de las 16 viviendas mediante los instrumentos de recolección de datos: Ficha de verificación (método INDECI) y Ficha de evaluación (método italiano); se analizaron principalmente los elementos estructurales (vigas, losas, muros portantes y columnas) y no estructurales (parapetos, muros no portantes y tabiques).

- **Gabinete**

- Se procesaron los datos recolectados en tablas y gráficos estadísticos y se analizaron los resultados obtenidos.
- Se realizó la discusión de resultados y se indicaron las conclusiones y recomendaciones finales de la tesis.

3.6. Método de análisis de datos

Para datos cuantitativos se codificará la información y se almacenará en una matriz la cual se analizará después de manera estadística descriptiva o estadística inferencial (Borja, 2012, p. 35).

Los datos recolectados se analizaron de manera estadística descriptiva estableciendo la media como medida de tendencia central de los resultados obtenidos en la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas analizadas.

3.7. Aspectos éticos

La tesis se elaboró tomando en consideración los lineamientos indicados en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV - Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, así mismo las referencias se citaron de acuerdo a la norma ISO 690 y el porcentaje de similitud de la tesis validado en Turnitin es menor al 25%.

Del mismo modo la tesis está alineada a lo indicado por el Código de Ética de IEEE, Advancing Technology for Humanity, “en mantener los más altos estándares de integridad, comportamiento responsable y conducta ética en las actividades profesionales” (IEEE Peru Section, 2021).

A nivel internacional se tomó como referencia la Declaración de Singapur sobre la integridad en la investigación cuyos principios indican “honestidad en todos los aspectos de la investigación, responsabilidad en la ejecución de la investigación, cortesía profesional e imparcialidad en las relaciones laborales y buena gestión de la investigación en nombre de otros” (Declaración de Singapur sobre la integridad en la investigación, 2010).

Se informó oportunamente a los propietarios el objetivo de la evaluación de vulnerabilidad sísmica a sus viviendas y se solicitó su autorización, así mismo las evaluaciones a las viviendas se desarrollaron sin causar daño alguno a las edificaciones ni a las personas que la habitaban.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación de las viviendas evaluadas

La tesis se desarrolló en la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate, provincia de Lima, en el departamento de Lima. La municipalidad de Ate estableció mediante Ordenanza N° 035-MDA y N° 433-MDA organizar al distrito en 7 zonas de desarrollo, la Asociación Hijos de Apurimac se encuentra ubicada en la zona 5 de acuerdo a la figura 1.

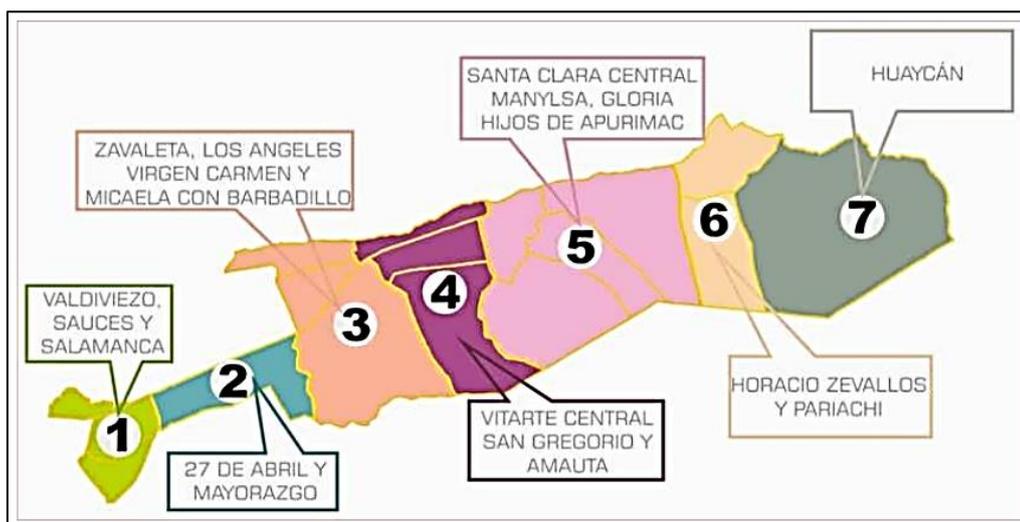


Figura 1. Zonas de desarrollo del distrito de Ate.

Fuente: Gerencia de Planificación Estratégica - Sub Gerencia de Control Gerencial y Programación de Inversiones (Municipalidad Distrital de Ate).

La Asociación Hijos de Apurimac presenta dos etapas conformadas por un total de 6 zonas, las viviendas evaluadas se ubican en la parte baja del cerro de la 1ª zona y en la parte baja del cerro de la 6ª zona.



Figura 2. Delimitación de la Asociación Hijos de Apurímac.

Fuente: portal GEO LLAQTA.

En la 1ª zona las viviendas que integraron la muestra de la tesis se encuentran ubicadas en las manzanas J1 y L1.



Figura 3. Ubicación de las viviendas - 1ª zona Asociación Hijos de Apurímac.

Fuente: portal GEO LLAQTA.



Figura 4. Vivienda n.º 1 (Mz. J1 Lt. 9).
Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Vivienda n.º 2 (Mz. L1 Lt. 10).
Fuente: elaboración propia.



Figura 6. Vivienda n.º 3 (Mz. L1 Lt. 14).
Fuente: elaboración propia.

En la 6ª zona las viviendas que integraron la muestra de la tesis se encuentran ubicadas en las manzanas A y J'.



Figura 7. Ubicación de las viviendas - 6ª zona Asociación Hijos de Apurimac.

Fuente: portal GEO LLAQTA.



Figura 8. Vivienda n.º 4 (Mz. A Lt. 6).

Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Vivienda n.º 5 (Mz. A Lt. 7).

Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Vivienda n.º 6 (Mz. A Lt. 9).
Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Vivienda n.º 7 (Mz. A Lt. 9-1).
Fuente: elaboración propia.



Figura 12. Vivienda n.º 8 (Mz. A Lt. 10).
Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Vivienda n.º 9 (Mz. A Lt. 12).
Fuente: elaboración propia.



Figura 14. Vivienda n.º 10 (Mz. A Lt. 13).
Fuente: elaboración propia.



Figura 15. Vivienda n.º 11 (Mz. A Lt. 15).
Fuente: elaboración propia.



Figura 16. Vivienda n.º 12 (Mz. A Lt. 17).
Fuente: elaboración propia.



Figura 17. Vivienda n.º 13 (Mz. J' Lt. 1).
Fuente: elaboración propia.



Figura 18. Vivienda n.º 14 (Mz. J' Lt. 2).
Fuente: elaboración propia.



Figura 19. Vivienda n.º 15 (Mz. J' Lt. 7).
Fuente: elaboración propia.



Figura 20. Vivienda n.º 16 (Mz. J' Lt. 9).
Fuente: elaboración propia.

4.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas por el método INDECI

De acuerdo a la Ficha de verificación el nivel de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas seleccionadas se determinó analizando 12 características de la construcción de las viviendas.

4.2.1. Evaluación de las características de la construcción de las viviendas

4.2.1.1. Característica n.º 1: Material predominante de la edificación

Tabla 1. Resultados de evaluación de la característica n.º 1

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | |
|--------------|--------------------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| | | Albañilería | Albañilería confinada | Concreto armado |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 2 | |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 2 | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 2 | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 2 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 2 | |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 2 | |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 2 | |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 2 | |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 2 | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 2 | |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 2 | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 2 | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 3 | | |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | 2 | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 2 | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 2 | |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 1, el sistema constructivo de 15 viviendas fue la albañilería

confinada y una vivienda se construyó en albañilería sin confinar.

4.2.1.2. Característica n.º 2: ¿La edificación contó con la participación de un Ingeniero Civil en el diseño y/o construcción?

Tabla 2. Resultados de evaluación de la característica n.º 2

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|--------------|--------------------------|------------|-------------------|-------------|----------------|
| | | No | Solo construcción | Solo diseño | Si, totalmente |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 4 | | | |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 4 | | | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 4 | | | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 4 | | | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 4 | | | |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 4 | | | |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 4 | | | |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 4 | | | |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 4 | | | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 4 | | | |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 4 | | | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 4 | | | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 4 | | | |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 4 | | | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 4 | | | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 4 | | | |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 2, las 16 viviendas evaluadas no contaron con la intervención de un ingeniero civil en su diseño ni en su proceso de construcción.

4.2.1.3. Característica n.º 3: Antigüedad de la edificación

Tabla 3. Resultados de evaluación de la característica n.º 3

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| | | Más de 50 años | De 20 a 49 años | De 3 a 19 años | De 0 a 2 años |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 3 | | |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 2 | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | 2 | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 2 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | 2 | |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | 2 | |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | 2 | |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | 2 | |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 3 | | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | 2 | |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | 2 | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | 2 | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | 2 | |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 2 | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 2 | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 3 | | |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se identifica que, del total de viviendas analizadas 13 viviendas tienen una antigüedad de construcción menor a los 20 años y 3 viviendas una antigüedad menor a los 50 años.

4.2.1.4. Característica n.º 4: Tipo de suelo

Tabla 4. Resultados de evaluación de la característica n.º 4

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | | Rellenos | Depósito de suelos finos | Granular fino y arcilloso | Suelos rocosos |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | | 1 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 1 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | | 1 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | | 1 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | | 1 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 1 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 1 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 4, el total de viviendas evaluadas se construyeron sobre suelo rocoso debido a que se ubican en la parte de baja de los cerros de la Asociación de vivienda Hijos de Apurímac.

4.2.1.5. Característica n.º 5: Topografía del terreno de la vivienda

Tabla 5. Resultados de evaluación de la característica n.º 5

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|--------------|--------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|
| | | Mayor a 45% | Entre 45% a 20% | Entre 20% a 10% | Hasta 10% |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | | 1 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 1 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 2 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | | 1 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | | 1 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 1 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 1 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 5, una vivienda se construyó sobre terreno con pendiente moderada, puesto que no se realizó una correcta nivelación del terreno, y 15 viviendas se construyeron sobre terreno con pendiente baja.

4.2.1.6. Característica n.º 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia

Tabla 6. Resultados de evaluación de la característica n.º 6

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|--------------|--------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|
| | | Mayor a 45% | Entre 45% a 20% | Entre 20% a 10% | Hasta 10% |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 3 | | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | 2 | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 2 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | | 1 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | 2 | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | 2 | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | 2 | |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 2 | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 1 | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | 1 | |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 6 se identifica que, 9 viviendas se construyeron aledañas a terrenos con pendiente moderada, característica propia de los cerros, y 7 viviendas colindantes a terrenos que presentan baja pendiente.

4.2.1.7. Característica n.º 7: Configuración geométrica en planta

Tabla 7. Resultados de evaluación de la característica n.º 7

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | |
|-----------------|-----------------------------|------------|---------|
| | | Irregular | Regular |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 1 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 1 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 1 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 1 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 1 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 1 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | 1 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 1 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 7, el total de viviendas analizadas presentaron estructura geométrica regular.

4.2.1.8. Característica n.º 8: Configuración geométrica en elevación

Tabla 8. Resultados de evaluación de la característica n.º 8

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | |
|-----------------|-----------------------------|------------|---------|
| | | Irregular | Regular |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 1 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 1 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 4 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 1 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 1 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 1 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | 1 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 1 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 1 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 8, una vivienda presentó estructura geométrica en elevación irregular, puesto que se observó niveles subdivididos en la edificación, y 15 viviendas presentaron configuración regular.

**4.2.1.9. Característica n.º 9: Juntas de dilatación sísmica son
acordes a la estructura**

Tabla 9. *Resultados de evaluación de la característica n.º 9*

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | |
|-----------------|-----------------------------|--------------------|----|
| | | No / No existen | Si |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 4 | |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 4 | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 4 | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 4 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 4 | |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 4 | |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 4 | |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 4 | |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 4 | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 4 | |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 4 | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 4 | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 4 | |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 4 | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 4 | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 4 | |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 9 se identifica que, no se observaron juntas de dilatación en el total de viviendas evaluadas.

4.2.1.10. Característica n.º 10: Existe concentración de masas en niveles

Tabla 10. Resultados de evaluación de la característica n.º 10

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | |
|-----------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | Superiores | Inferiores |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 4 | |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 4 | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 4 | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 4 | |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 4 | |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 4 | |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 4 | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 4 | |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 4 | |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 4 | |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 4 | |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 4 | |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 4 | |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 10, del total de viviendas analizadas, 3 viviendas se construyeron solo hasta el primer nivel y en las demás viviendas se observaron niveles superiores en su edificación.

4.2.1.11. Característica n.º 11: En los principales elementos estructurales se observa

Tabla 11. *Resultados de evaluación de la característica n.º 11*

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | |
|--------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|-------------|
| | | No existe / Son precarios | Deterioro y/o humedad | Regular estado | Buen estado |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 1 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | | 1 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 1 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | | 1 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | | 1 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | 2 | |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 1 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | | 1 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 1 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 1 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 1 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | | 1 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | | 1 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 11, por lo general se observó un buen estado de los elementos estructurales de 15 viviendas y se apreció regular estado de estos elementos en tan solo una vivienda.

4.2.1.12. Característica n.º 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad

Tabla 12. Resultados de evaluación de la característica n.º 12

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | No aplica |
|--------------|--------------------------|--|--|------------------------------|-----------|
| | | Humedad, Cargas laterales, Colapso elementos del entorno | Debilitamiento por modificaciones y sobrecarga | Densidad de muros inadecuada | |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 0 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 4 | | |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 4 | | |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | | 0 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | | 0 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 0 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 0 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | | 0 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | | 0 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 0 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | | 0 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 0 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 0 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 0 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | | 0 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | | 0 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 12 se identifica que, 2 viviendas tienen modificaciones significativas respecto a los elementos estructurales de la edificación lo cual ocasionaría el debilitamiento de la vivienda.

4.2.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas

Tabla 13. Sumatoria de valores de las 12 características

| Vivienda n.º | Características de la construcción de las viviendas | | | | | | | | | | | | Sumatoria de valores |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| | Valores asignados | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 23 |
| 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 28 |
| 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 27 |
| 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 0 | 27 |
| 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 19 |
| 6 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 22 |
| 7 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 22 |
| 8 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 19 |
| 9 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 0 | 24 |
| 10 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 22 |
| 11 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 23 |
| 12 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 23 |
| 13 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 21 |
| 14 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 23 |
| 15 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 22 |
| 16 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 23 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Calificación nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI

| Nivel de vulnerabilidad | Rango del valor | Características del nivel de vulnerabilidad |
|-------------------------|----------------------|--|
| MUY ALTO | Mayor a 24 | En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación |
| ALTO | Entre 18 a 24 | En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura |
| MODERADO | Entre 15 a 17 | Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna |
| BAJO | Hasta 14 | En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación |

Fuente: elaboración propia de acuerdo a la Ficha de verificación (Resolución Jefatural N°138-2010-INDECI).

Tabla 15. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Sumatoria de valores | Nivel de vulnerabilidad sísmica |
|--------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 23 | ALTO |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 28 | MUY ALTO |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 27 | MUY ALTO |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 27 | MUY ALTO |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 19 | ALTO |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 22 | ALTO |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 22 | ALTO |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 19 | ALTO |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 24 | ALTO |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 22 | ALTO |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 23 | ALTO |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 23 | ALTO |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 21 | ALTO |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 23 | ALTO |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 22 | ALTO |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 23 | ALTO |

Fuente: elaboración propia.

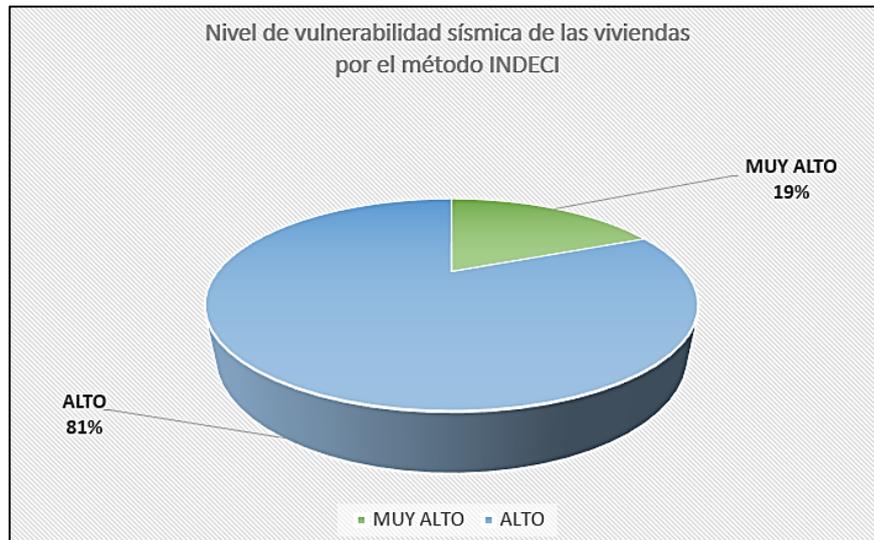


Figura 21. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método INDECI.

Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos en la tabla 15 se estableció que 3 viviendas presentan vulnerabilidad muy alta y 13 viviendas vulnerabilidad alta.

- **Análisis de datos:** Se determinó la media (\bar{x}) de los resultados alcanzados mediante la siguiente fórmula.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dónde:

\bar{x} : media

x_i : datos

n : cantidad de datos

$$\bar{x} = \frac{23 + 28 + 27 + 27 + 19 + 22 + 22 + 19 + 24 + 22 + 23 + 23 + 21 + 23 + 22 + 23}{16}$$

$$\bar{x} = 23$$

En promedio, empleando el método INDECI, el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas es alta.

4.3. Nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas por el método italiano

De acuerdo a la Ficha de evaluación el nivel de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas seleccionadas se determinó analizando 11 parámetros de la construcción de las viviendas.

4.3.1. Evaluación de los parámetros de la construcción de las viviendas

Tabla 16. *Escala numérica del índice de vulnerabilidad*

| | PARÁMETROS | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi |
|----|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 1 | Organización del sistema resistente | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 3 | Resistencia convencional | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 |
| 4 | Posición del edificio y cimentación | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 |
| 5 | Diafragmas horizontales | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 |
| 6 | Configuración en planta | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 |
| 7 | Configuración en elevación | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |
| 8 | Separación máxima entre muros | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 9 | Tipo de cubierta | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 |
| 10 | Elementos no estructurales | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 |
| 11 | Estado de conservación | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |

Fuente: YÉPES, F., et al. Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería.

España: Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 1995. 62 pp.

4.3.1.1. Parámetro 1: Organización del sistema resistente

Tabla 17. Resultados de evaluación del parámetro 1

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 20 | | 1.00 | 20.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17 se identifica que, 10 viviendas presentaron conexiones mediante vigas de amarre en sus muros en todas las plantas de la edificación y 6 viviendas se construyeron únicamente por muros ortogonales bien acoplados.

4.3.1.2. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Tabla 18. Resultados de evaluación del parámetro 2

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 0.25 | 1.25 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 18, del total de viviendas evaluadas se observó que 10 viviendas no presentan un adecuado espesor en los morteros, en su mayoría pegas superiores a 1.5 cm. y 6 viviendas además de no presentar esta característica se observó que los ladrillos de sus muros no tienen una calidad adecuada.

4.3.1.3. Parámetro 3: Resistencia convencional

- Ecuaciones para determinar la resistencia convencional

Ecuación n.º 1: Coeficiente sísmico

$$C = \frac{a_0 * t_k}{q * N} * \sqrt{1 + \frac{q * N}{1.5 * a_0 * t_k * (1 + \gamma)}}$$

Ecuación n.º 2: Peso por unidad de área cubierta

$$q = (A + B) * \frac{h}{At} * Pm + Ps$$

Ecuación n.º 3: Relación coeficiente sísmico y referencial

$$\alpha = \frac{C}{C'}$$

Dónde:

N: Número de pisos

t_k : Resistencia a corte de los paneles de mampostería

A_t : Área total construida en planta (m^2)

h: Altura promedio entre pisos (m)

Pm: Peso específico de la mampostería (ton/m^3)

Ps: Peso por unidad de área del diafragma horizontal (ton/m^2)

Ax: Área total resistente de los muros (m^2) en la dirección x

Ay: Área total resistente de los muros (m^2) en la dirección y A:

Mínimo [Ax, Ay] (m^2)

B: Máximo $[A_x, A_y]$ (m^2)

a_0 : A/A_t

γ : B/A

C': Coeficiente sísmico de referencia

- Para determinar la resistencia a corte de los paneles de mampostería (t_k) se consideró los valores recomendados por la siguiente tabla

Tabla 19. *Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería*

| Tipo de material | Esfuerzo cortante |
|--|---------------------------|
| Ladrillo macizo, calidad regular | 6 - 12 ton/m ² |
| Piedra mal tallada | 2 ton/m ² |
| Piedra bien tallada | 7 - 9 ton/m ² |
| Ladrillo macizo, buena calidad | 18 ton/m ² |
| Bloque macizo, mortero - cemento | 18 ton/m ² |
| Mampostería nueva, ladrillo macizo | 20 ton/m ² |
| Mampostería nueva, bloque macizo | 20 ton/m ² |
| Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco | 18 ton/m ² |

Fuente: YÉPES, F., et al. Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. España: Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 1995. 54 pp.

- Cálculo del área total resistente de los muros en la dirección “x” e “y” de las 16 viviendas

Tabla 20. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 1

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 4.80 | 0.15 | 0.72 | Y ₁ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| X ₂ | 4.60 | 0.15 | 0.69 | Y ₂ | 1.85 | 0.15 | 0.28 |
| X ₃ | 2.50 | 0.15 | 0.38 | Y ₃ | 1.70 | 0.15 | 0.26 |
| X ₄ | 4.60 | 0.15 | 0.69 | Y ₄ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| X ₅ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₅ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| X ₆ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₆ | 0.70 | 0.15 | 0.11 |
| X ₇ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₇ | 1.60 | 0.15 | 0.24 |
| X ₈ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₈ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| X ₉ | 3.70 | 0.15 | 0.56 | Y ₉ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| X ₁₀ | 1.20 | 0.15 | 0.18 | Y ₁₀ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| | | Ax | 4.29 | Y ₁₁ | 2.30 | 0.15 | 0.35 |
| | | | | Y ₁₂ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| | | | | Y ₁₃ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| | | | | Y ₁₄ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| | | | | Y ₁₅ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| | | | | | Ay | | 5.99 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 2

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|------|----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 0.20 | 0.15 | 0.03 | Y ₁ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₂ | 0.20 | 0.15 | 0.03 | Y ₂ | 2.10 | 0.15 | 0.32 |
| X ₃ | 1.83 | 0.15 | 0.27 | Y ₃ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₄ | 1.05 | 0.15 | 0.16 | Y ₄ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₅ | 0.20 | 0.15 | 0.03 | Y ₅ | 3.30 | 0.15 | 0.50 |
| X ₆ | 10.00 | 0.25 | 2.50 | Y ₆ | 2.15 | 0.15 | 0.32 |

| | | | | | |
|-----------|-------------|-----------|------|------|-------------|
| Ax | 3.02 | Y_7 | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | Y_8 | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | Ay | | | 3.38 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 3

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | $l \cdot e$ | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | $l \cdot e$ |
| X_1 | 3.80 | 0.15 | 0.57 | Y_1 | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X_2 | 4.00 | 0.15 | 0.60 | Y_2 | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X_3 | 3.80 | 0.15 | 0.57 | Y_3 | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X_4 | 3.20 | 0.15 | 0.48 | Y_4 | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X_5 | 3.05 | 0.15 | 0.46 | Y_5 | 1.70 | 0.15 | 0.26 |
| X_6 | 0.25 | 0.15 | 0.04 | Y_6 | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X_7 | 1.20 | 0.15 | 0.18 | Y_7 | 2.80 | 0.15 | 0.42 |
| X_8 | 1.10 | 0.15 | 0.17 | Y_8 | 1.80 | 0.15 | 0.27 |
| X_9 | 2.80 | 0.15 | 0.42 | Y_9 | 1.10 | 0.15 | 0.17 |
| X_{10} | 2.80 | 0.15 | 0.42 | Y_{10} | 3.10 | 0.15 | 0.47 |
| | | Ax | 3.90 | Y_{11} | 2.80 | 0.15 | 0.42 |
| | | | | Y_{12} | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | | | Y_{13} | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | | | | Y_{14} | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | | | Y_{15} | 2.90 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_{16} | 2.9 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_{17} | 2.9 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_{18} | 2.9 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Ay | | | 6.84 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 4

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|------|-----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | I*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | I*e |
| X ₁ | 3.00 | 0.15 | 0.45 | Y ₁ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₂ | 3.00 | 0.15 | 0.45 | Y ₂ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₃ | 3.00 | 0.15 | 0.45 | Y ₃ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₄ | 2.00 | 0.15 | 0.30 | Y ₄ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₅ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₅ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₆ | 2.00 | 0.15 | 0.30 | Y ₆ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₇ | 2.40 | 0.15 | 0.36 | Y ₇ | 0.70 | 0.15 | 0.11 |
| X ₈ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₈ | 2.80 | 0.15 | 0.42 |
| X ₉ | 2.00 | 0.15 | 0.30 | Y ₉ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₁₀ | 3.00 | 0.15 | 0.45 | Y ₁₀ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| | | Ax | 3.72 | Y ₁₁ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| | | | | Y ₁₂ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| | | | | Y ₁₃ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| | | | | Y ₁₄ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| | | | | Y ₁₅ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| | | | | | Ay | | 7.59 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 5

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | I*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | I*e |
| X ₁ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₁ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₂ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₂ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₃ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₃ | 2.90 | 0.15 | 0.44 |
| X ₄ | 2.65 | 0.15 | 0.40 | Y ₄ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₅ | 1.70 | 0.15 | 0.26 | Y ₅ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₆ | 1.50 | 0.15 | 0.23 | Y ₆ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₇ | 0.50 | 0.15 | 0.08 | Y ₇ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| X ₈ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₈ | 1.60 | 0.15 | 0.24 |
| X ₉ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₉ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| X ₁₀ | 2.50 | 0.15 | 0.38 | | Ay | | 3.35 |

Ax 4.07

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. *Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 6*

| Área total resistente | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X_1 | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y_1 | 1.96 | 0.15 | 0.29 |
| X_2 | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y_2 | 1.96 | 0.15 | 0.29 |
| X_3 | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y_3 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| X_4 | 3.50 | 0.25 | 0.88 | Y_4 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | Ax | 1.82 | Y_5 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_6 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | | | Ay | 2.36 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. *Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 7*

| Área total resistente | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X_1 | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y_1 | 1.96 | 0.15 | 0.29 |
| X_2 | 3.50 | 0.25 | 0.88 | Y_2 | 1.96 | 0.15 | 0.29 |
| | | Ax | 1.09 | Y_3 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_4 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_5 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | Y_6 | 2.96 | 0.15 | 0.44 |
| | | | | | | Ay | 2.36 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 8

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 3.10 | 0.15 | 0.47 | Y ₁ | 1.60 | 0.15 | 0.24 |
| X ₂ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₂ | 0.80 | 0.15 | 0.12 |
| X ₃ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₃ | 1.60 | 0.15 | 0.24 |
| X ₄ | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y ₄ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| X ₅ | 3.15 | 0.15 | 0.47 | Y ₅ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| | | Ax | 1.90 | Y ₆ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| | | | | | | Ay | 1.82 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 9

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 2.60 | 0.15 | 0.39 | Y ₁ | 1.00 | 0.15 | 0.15 |
| X ₂ | 2.60 | 0.15 | 0.39 | Y ₂ | 1.00 | 0.15 | 0.15 |
| X ₃ | 2.45 | 0.15 | 0.37 | Y ₃ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| X ₄ | 2.90 | 0.15 | 0.44 | Y ₄ | 1.20 | 0.15 | 0.18 |
| X ₅ | 7.00 | 0.25 | 1.75 | Y ₅ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| | | Ax | 3.33 | Y ₆ | 3.45 | 0.15 | 0.52 |
| | | | | Y ₇ | 2.80 | 0.15 | 0.42 |
| | | | | Y ₈ | 3.45 | 0.15 | 0.52 |
| | | | | | | Ay | 2.54 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 10

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 3.60 | 0.15 | 0.54 | Y ₁ | 2.85 | 0.15 | 0.43 |
| X ₂ | 3.65 | 0.15 | 0.55 | Y ₂ | 2.05 | 0.15 | 0.31 |
| X ₃ | 4.40 | 0.15 | 0.66 | Y ₃ | 2.85 | 0.15 | 0.43 |
| X ₄ | 10.00 | 0.25 | 2.50 | Y ₄ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₅ | | Ax | 4.25 | Y ₅ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₆ | | | | Y ₆ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₇ | | | | | | Ay | 2.69 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 11

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 3.10 | 0.15 | 0.47 | Y ₁ | 4.40 | 0.15 | 0.66 |
| X ₂ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₂ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₃ | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y ₃ | 4.40 | 0.15 | 0.66 |
| X ₄ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₄ | 4.40 | 0.15 | 0.66 |
| X ₅ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₅ | 1.70 | 0.15 | 0.26 |
| X ₆ | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y ₆ | 1.70 | 0.15 | 0.26 |
| X ₇ | 2.15 | 0.15 | 0.32 | Y ₇ | 4.40 | 0.15 | 0.66 |
| | | Ax | 2.39 | Y ₈ | 4.20 | 0.15 | 0.63 |
| | | | | Y ₉ | 3.20 | 0.15 | 0.48 |
| | | | | Y ₁₀ | 4.20 | 0.15 | 0.63 |
| | | | | | | Ay | 5.40 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 12

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 3.05 | 0.15 | 0.46 | Y ₁ | 3.60 | 0.15 | 0.54 |
| X ₂ | 2.35 | 0.15 | 0.35 | Y ₂ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₃ | 2.35 | 0.15 | 0.35 | Y ₃ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₄ | 3.20 | 0.15 | 0.48 | Y ₄ | 3.60 | 0.15 | 0.54 |
| X ₅ | 3.75 | 0.15 | 0.56 | Y ₅ | 5.15 | 0.15 | 0.77 |
| X ₆ | 2.00 | 0.15 | 0.30 | Y ₆ | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X ₇ | 2.85 | 0.15 | 0.43 | Y ₇ | 2.45 | 0.15 | 0.37 |
| X ₈ | 2.75 | 0.15 | 0.41 | Y ₈ | 2.45 | 0.15 | 0.37 |
| X ₉ | 3.20 | 0.15 | 0.48 | Y ₉ | 4.65 | 0.15 | 0.70 |
| X ₁₀ | 2.85 | 0.15 | 0.43 | Y ₁₀ | 2.45 | 0.15 | 0.37 |
| X ₁₁ | 3.75 | 0.15 | 0.56 | Y ₁₁ | 2.45 | 0.15 | 0.37 |
| | | Ax | 4.82 | Y ₁₂ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | | | | Y ₁₃ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | | | | | Ay | 5.96 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 13

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 2.69 | 0.15 | 0.40 | Y ₁ | 2.50 | 0.15 | 0.38 |
| X ₂ | 2.80 | 0.15 | 0.42 | Y ₂ | 3.15 | 0.15 | 0.47 |
| X ₃ | 4.35 | 0.15 | 0.65 | Y ₃ | 1.85 | 0.15 | 0.28 |
| X ₄ | 4.50 | 0.15 | 0.68 | Y ₄ | 2.30 | 0.15 | 0.35 |
| X ₅ | 1.24 | 0.15 | 0.19 | Y ₅ | 2.70 | 0.15 | 0.41 |
| X ₆ | 1.62 | 0.15 | 0.24 | Y ₆ | 3.45 | 0.15 | 0.52 |
| | | Ax | 2.58 | Y ₇ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | | | Y ₈ | 3.33 | 0.15 | 0.50 |
| | | | | Y ₉ | 16.73 | 0.25 | 4.18 |
| | | | | | Ay | 7.52 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 14

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 2.80 | 0.15 | 0.42 | Y ₁ | 2.90 | 0.15 | 0.44 |
| X ₂ | 2.45 | 0.15 | 0.37 | Y ₂ | 5.85 | 0.15 | 0.88 |
| X ₃ | 3.05 | 0.15 | 0.46 | Y ₃ | 3.73 | 0.15 | 0.56 |
| X ₄ | 1.59 | 0.15 | 0.24 | Y ₄ | 2.90 | 0.15 | 0.44 |
| X ₅ | 2.95 | 0.15 | 0.44 | Y ₅ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₆ | 1.64 | 0.15 | 0.25 | Y ₆ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₇ | 2.60 | 0.15 | 0.39 | Y ₇ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₈ | 1.49 | 0.15 | 0.22 | Y ₈ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₉ | 1.64 | 0.15 | 0.25 | Y ₉ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₁₀ | 1.70 | 0.15 | 0.26 | Y ₁₀ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| X ₁₁ | 1.86 | 0.15 | 0.28 | Y ₁₁ | 4.15 | 0.15 | 0.62 |
| | | Ax | 3.57 | Y ₁₂ | 3.00 | 0.15 | 0.45 |
| | | | | Y ₁₃ | 3.20 | 0.15 | 0.48 |
| | | | | Y ₁₄ | 3.20 | 0.15 | 0.48 |
| | | | | Y ₁₅ | 3.10 | 0.15 | 0.47 |
| | | | | Y ₁₆ | 3.45 | 0.15 | 0.52 |
| | | | | Y ₁₇ | 3.1 | 0.15 | 0.47 |
| | | | | | Ay | 8.49 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 15

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 2.85 | 0.15 | 0.43 | Y ₁ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| X ₂ | 2.40 | 0.15 | 0.36 | Y ₂ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| X ₃ | 2.85 | 0.15 | 0.43 | Y ₃ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| X ₄ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₄ | 1.20 | 0.15 | 0.18 |
| X ₅ | 2.85 | 0.15 | 0.43 | Y ₅ | 0.90 | 0.15 | 0.14 |
| X ₆ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₆ | 0.90 | 0.15 | 0.14 |
| X ₇ | 1.85 | 0.15 | 0.28 | Y ₇ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | | Ax | 2.34 | Y ₈ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |

| | | | | |
|--|-----------------|------|-----------|-------------|
| | Y ₉ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | Y ₁₀ | 2.20 | 0.15 | 0.33 |
| | Y ₁₁ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| | Y ₁₂ | 2.00 | 0.15 | 0.30 |
| | Y ₁₃ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| | Y ₁₄ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| | Y ₁₅ | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| | | | Ay | 4.47 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35. Evaluación de los muros del primer nivel de la vivienda n.º 16

| Área total resistente | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| Dirección X | | | | Dirección Y | | | |
| Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e | Muro | Longitud (l) | Espesor (e) | l*e |
| X ₁ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₁ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₂ | 3.10 | 0.15 | 0.47 | Y ₂ | 3.85 | 0.15 | 0.58 |
| X ₃ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₃ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₄ | 1.15 | 0.15 | 0.17 | Y ₄ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₅ | 1.20 | 0.15 | 0.18 | Y ₅ | 0.90 | 0.15 | 0.14 |
| X ₆ | 1.10 | 0.15 | 0.17 | Y ₆ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₇ | 1.40 | 0.15 | 0.21 | Y ₇ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| X ₈ | 2.20 | 0.15 | 0.33 | Y ₈ | 3.70 | 0.15 | 0.56 |
| X ₉ | 2.10 | 0.15 | 0.32 | Y ₉ | 3.40 | 0.15 | 0.51 |
| | | Ax | 2.38 | | | Ay | 4.42 |

Fuente: elaboración propia.

- **Cálculo de la resistencia convencional de las 16 viviendas**

Tabla 36. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 1*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 2 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 143.11 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 4.29 m ² | Obtenido de la Tabla 20 |
| Ay | 5.99 m ² | Obtenido de la Tabla 20 |
| A | 4.29 m ² | Obtenido de la Tabla 20 |
| B | 5.99 m ² | Obtenido de la Tabla 20 |
| a_0 | 0.03 | A/ A_t |
| γ | 1.40 | B/A |
| c' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 36 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 1.07$**

Tabla 37. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 2

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 4 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 68.50 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.65 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 3.02 m ² | Obtenido de la Tabla 21 |
| Ay | 3.38 m ² | Obtenido de la Tabla 21 |
| A | 3.02 m ² | Obtenido de la Tabla 21 |
| B | 3.38 m ² | Obtenido de la Tabla 21 |
| a_0 | 0.04 | A/A _t |
| γ | 1.12 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 37 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.77$**

Tabla 38. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 3*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 2 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 150 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.65 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 3.90 m ² | Obtenido de la Tabla 22 |
| Ay | 6.84 m ² | Obtenido de la Tabla 22 |
| A | 3.90 m ² | Obtenido de la Tabla 22 |
| B | 6.84 m ² | Obtenido de la Tabla 22 |
| a_0 | 0.03 | A/ A_t |
| γ | 1.75 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 38 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.92$**

Tabla 39. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 4

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 119 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 3.72 m ² | Obtenido de la Tabla 23 |
| Ay | 7.59 m ² | Obtenido de la Tabla 23 |
| A | 3.72 m ² | Obtenido de la Tabla 23 |
| B | 7.59 m ² | Obtenido de la Tabla 23 |
| a_0 | 0.03 | A/A _t |
| γ | 2.04 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 44 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 0.65$

Tabla 40. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 5*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 1 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 74.11 m ² | Obtenido en campo |
| h | 3.05 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 4.07 m ² | Obtenido de la Tabla 24 |
| Ay | 3.35 m ² | Obtenido de la Tabla 24 |
| A | 3.35 m ² | Obtenido de la Tabla 24 |
| B | 4.07 m ² | Obtenido de la Tabla 24 |
| a_0 | 0.05 | A/ A_t |
| γ | 1.21 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 39 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 1.74$

Tabla 41. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 6

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|------------------|-------------------------|---|
| N | 4 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 31.08 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 1.82 m ² | Obtenido de la Tabla 25 |
| Ay | 2.36 m ² | Obtenido de la Tabla 25 |
| A | 1.82 m ² | Obtenido de la Tabla 25 |
| B | 2.36 m ² | Obtenido de la Tabla 25 |
| a_0 | 0.06 | A/A _t |
| γ | 1.30 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 40 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 0.72$

Tabla 42. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 7*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 4 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 31.08 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 1.09 m ² | Obtenido de la Tabla 26 |
| Ay | 2.36 m ² | Obtenido de la Tabla 26 |
| A | 1.09 m ² | Obtenido de la Tabla 26 |
| B | 2.36 m ² | Obtenido de la Tabla 26 |
| a_0 | 0.04 | A/A _t |
| γ | 2.17 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 41 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.52$**

Tabla 43. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 8

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 1 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 35.35 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 1.90 m ² | Obtenido de la Tabla 27 |
| Ay | 1.82 m ² | Obtenido de la Tabla 27 |
| A | 1.82 m ² | Obtenido de la Tabla 27 |
| B | 1.90 m ² | Obtenido de la Tabla 27 |
| a_0 | 0.05 | A/A _t |
| γ | 1.04 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 42 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 2.15$

Tabla 44. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 9*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 50.40 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 3.33 m ² | Obtenido de la Tabla 28 |
| Ay | 2.54 m ² | Obtenido de la Tabla 28 |
| A | 3.33 m ² | Obtenido de la Tabla 28 |
| B | 2.54 m ² | Obtenido de la Tabla 28 |
| a_0 | 0.07 | A/ A_t |
| γ | 0.76 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 43 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 1.11$

Tabla 45. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 10

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 70 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 4.25 m ² | Obtenido de la Tabla 29 |
| Ay | 2.69 m ² | Obtenido de la Tabla 29 |
| A | 2.69 m ² | Obtenido de la Tabla 29 |
| B | 4.25 m ² | Obtenido de la Tabla 29 |
| a_0 | 0.04 | A/A _t |
| γ | 1.58 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 51 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.76$**

Tabla 46. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 11*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 85.20 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 2.39 m ² | Obtenido de la Tabla 30 |
| Ay | 5.40 m ² | Obtenido de la Tabla 30 |
| A | 2.39 m ² | Obtenido de la Tabla 30 |
| B | 5.40 m ² | Obtenido de la Tabla 30 |
| a_0 | 0.03 | A/A _t |
| γ | 2.26 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 45 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.60$**

Tabla 47. *Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 12*

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 135 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.55 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 4.82 m ² | Obtenido de la Tabla 31 |
| Ay | 5.96 m ² | Obtenido de la Tabla 31 |
| A | 4.82 m ² | Obtenido de la Tabla 31 |
| B | 5.96 m ² | Obtenido de la Tabla 31 |
| a_0 | 0.04 | A/A _t |
| γ | 1.24 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 46 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.89$**

Tabla 48. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 13

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 1 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 100 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.60 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 2.58 m ² | Obtenido de la Tabla 32 |
| Ay | 7.52 m ² | Obtenido de la Tabla 32 |
| A | 2.58 m ² | Obtenido de la Tabla 32 |
| B | 7.52 m ² | Obtenido de la Tabla 32 |
| a_0 | 0.03 | A/A _t |
| γ | 2.91 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 47 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 1.12$

Tabla 49. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 14

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 120 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.65 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 3.57 m ² | Obtenido de la Tabla 33 |
| Ay | 8.49 m ² | Obtenido de la Tabla 33 |
| A | 3.57 m ² | Obtenido de la Tabla 33 |
| B | 8.49 m ² | Obtenido de la Tabla 33 |
| a_0 | 0.03 | A/A _t |
| γ | 2.38 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 48 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: **$\alpha = 0.57$**

Tabla 50. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 15

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|----------------------------|-------------------------|---|
| N | 4 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 76.80 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.65 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 2.34 m ² | Obtenido de la Tabla 34 |
| Ay | 4.47 m ² | Obtenido de la Tabla 34 |
| A | 2.34 m ² | Obtenido de la Tabla 34 |
| B | 4.47 m ² | Obtenido de la Tabla 34 |
| a_0 | 0.03 | A/ A_t |
| γ | 1.91 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 49 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 0.56$

Tabla 51. Cálculo de la resistencia convencional de la vivienda n.º 16

| Datos requeridos | Valores | Referencia |
|------------------|-------------------------|---|
| N | 3 | Obtenido en campo |
| t_k | 18 ton/m ² | Obtenido de la Tabla 19 |
| A_t | 70.20 m ² | Obtenido en campo |
| h | 2.50 m | Obtenido en campo |
| Pm | 1.80 ton/m ³ | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ps | 0.30 ton/m ² | Obtenido de la Norma E.020 Anexo 1 (Pesos unitarios) |
| Ax | 2.38 m ² | Obtenido de la Tabla 35 |
| Ay | 4.42 m ² | Obtenido de la Tabla 35 |
| A | 2.38 m ² | Obtenido de la Tabla 35 |
| B | 4.42 m ² | Obtenido de la Tabla 35 |
| a_0 | 0.03 | A/A _t |
| γ | 1.86 | B/A |
| C' | 0.45 | Obtenido de la Norma E.030 Tabla n.º 1 (Factores de zona "Z") |

Fuente: elaboración propia.

- Reemplazando los valores de la tabla 50 en las ecuaciones 1, 2 y 3 se determinó: $\alpha = 0.70$

- Evaluación del parámetro 3 de las 16 viviendas

Tabla 52. Resultados de evaluación del parámetro 3

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 0 | | | | 1.50 | 0.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 1.50 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | 25 | | 1.50 | 37.50 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 1.50 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 0 | | | | 1.50 | 0.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 0 | | | | 1.50 | 0.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 25 | | 1.50 | 37.50 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 1.50 | 37.50 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.50 | 7.50 |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 52, la resistencia convencional de 11 viviendas se determinó que están en un rango poco adecuado y 5 viviendas presentaron resistencia convencional adecuada.

4.3.1.4. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Tabla 53. Resultados de evaluación del parámetro 4

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 5 | | | 0.75 | 3.75 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 0 | | | | 0.75 | 0.00 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 53 se identifica que, 15 viviendas se construyeron sobre terreno con pendiente inferior a 10% y una vivienda sobre terreno con pendiente entre 10% a 20%.

4.3.1.5. Parámetro 5: Diafragmas horizontales

Tabla 54. Resultados de evaluación del parámetro 5

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 15 | | 1.00 | 15.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | 15 | | 1.00 | 15.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 15 | | 1.00 | 15.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 54, se identificó que 2 viviendas presentan condiciones adecuadas respecto a sus diafragmas horizontales, 11 viviendas presentan planos a desnivel y la conexión entre los muros y el diafragma de 3 viviendas no es eficaz.

4.3.1.6. Parámetro 6: Configuración en planta

Tabla 55. Resultados de evaluación del parámetro 6

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | 5 | | | 0.50 | 2.50 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 25 | | 0.50 | 12.50 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 0.50 | 12.50 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 5 | | | 0.50 | 2.50 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 0 | | | | 0.50 | 0.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 5 | | | 0.50 | 2.50 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | 25 | | 0.50 | 12.50 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 0.50 | 12.50 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | 25 | | 0.50 | 12.50 |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 55, del total de viviendas evaluadas, se observó que 4 viviendas presentan configuración en planta adecuada y 12 viviendas una configuración no recomendable.

4.3.1.7. Parámetro 7: Configuración en elevación

Tabla 56. Resultados de evaluación del parámetro 7

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 56 se identifica que, el total de viviendas analizadas presentaron configuración en elevación apropiada.

4.3.1.8. Parámetro 8: Separación máxima entre muros

Tabla 57. Resultados de evaluación del parámetro 8

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 57, se determinó que la separación máxima entre los muros de 10 viviendas es poco conveniente y 6 viviendas presentaron separación máxima inadecuada entre sus muros.

4.3.1.9. Parámetro 9: Tipo de cubierta

Tabla 58. Resultados de evaluación del parámetro 9

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|----|-------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi | |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 25 | | | 1.00 | 25.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 45 | | 1.00 | 45.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 25 | | | 1.00 | 25.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | | 25 | | | 1.00 | 25.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | | | | 45 | | 1.00 | 45.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | 25 | | | 1.00 | 25.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 15 | | | | 1.00 | 15.00 |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla 58, se observó que el tipo de cubierta de 10 viviendas es de losa aligerada, 4 viviendas presentaron como cubierta calaminas amarradas con listones de madera arriostradas a los muros de la edificación y 2 viviendas presentaron un tipo de cubierta inadecuado y poco seguro.

4.3.1.10. Parámetro 10: Elementos no estructurales

Tabla 59. Resultados de evaluación del parámetro 10

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 0 | | | | 0.25 | 0.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 25.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 0.25 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 0.25 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 0 | | | | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 0 | | | | 0.25 | 0.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | | | | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | | 25 | | 0.25 | 6.25 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 59 se identifica que, 5 viviendas se construyeron sin parapetos y sin cornisas, 7 viviendas presentan parapetos que no se encuentran vinculados correctamente a los muros de la edificación y 4 viviendas presentan muros de pequeñas dimensiones mal contruidos.

4.3.1.11. Parámetro 11: Estado de conservación

Tabla 60. Resultados de evaluación del parámetro 11

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Evaluación | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | | | 25 | | 1.00 | 25.00 |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | | | 25 | | 1.00 | 25.00 |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 0 | | | | 1.00 | 0.00 |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | | 5 | | | 1.00 | 5.00 |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 60, se identificó que los muros de 7 viviendas presentan buena condición, 7 viviendas presentan muros con lesiones capilares no extendidas y 2 viviendas presentan muros con un estado de conservación inadecuado.

4.3.2. Análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas

Tabla 61. Calificación nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano

| Fórmula índice de vulnerabilidad | Rango del valor | Nivel de vulnerabilidad |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| $Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi$ | $Iv \geq 255$ | ALTA |
| | $127.5 \leq Iv < 255$ | MEDIA |
| | $Iv < 127.5$ | BAJA |

Fuente: elaboración propia de acuerdo a YÉPES, F., et al. Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. España: Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 1995. 62 pp.

Tabla 62. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano

| Vivienda n.º | Dirección de la vivienda | Sumatoria Ki*Wi | Nivel de vulnerabilidad sísmica |
|--------------|--------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | Mz. J1 Lt. 9 (1ª zona) | 65.00 | BAJA |
| 2 | Mz. L1 Lt. 10 (1ª zona) | 118.75 | BAJA |
| 3 | Mz. L1 Lt. 14 (1ª zona) | 153.75 | MEDIA |
| 4 | Mz. A Lt. 6 (6ª zona) | 97.50 | BAJA |
| 5 | Mz. A Lt. 7 (6ª zona) | 40.00 | BAJA |
| 6 | Mz. A Lt. 9 (6ª zona) | 68.75 | BAJA |
| 7 | Mz. A Lt. 9-1 (6ª zona) | 98.75 | BAJA |
| 8 | Mz. A Lt. 10 (6ª zona) | 30.00 | BAJA |
| 9 | Mz. A Lt. 12 (6ª zona) | 48.75 | BAJA |
| 10 | Mz. A Lt. 13 (6ª zona) | 67.50 | BAJA |
| 11 | Mz. A Lt. 15 (6ª zona) | 83.75 | BAJA |
| 12 | Mz. A Lt. 17 (6ª zona) | 78.75 | BAJA |
| 13 | Mz. J' Lt. 1 (6ª zona) | 115.00 | BAJA |
| 14 | Mz. J' Lt. 2 (6ª zona) | 128.75 | MEDIA |
| 15 | Mz. J' Lt. 7 (6ª zona) | 103.75 | BAJA |
| 16 | Mz. J' Lt. 9 (6ª zona) | 63.75 | BAJA |

Fuente: elaboración propia.

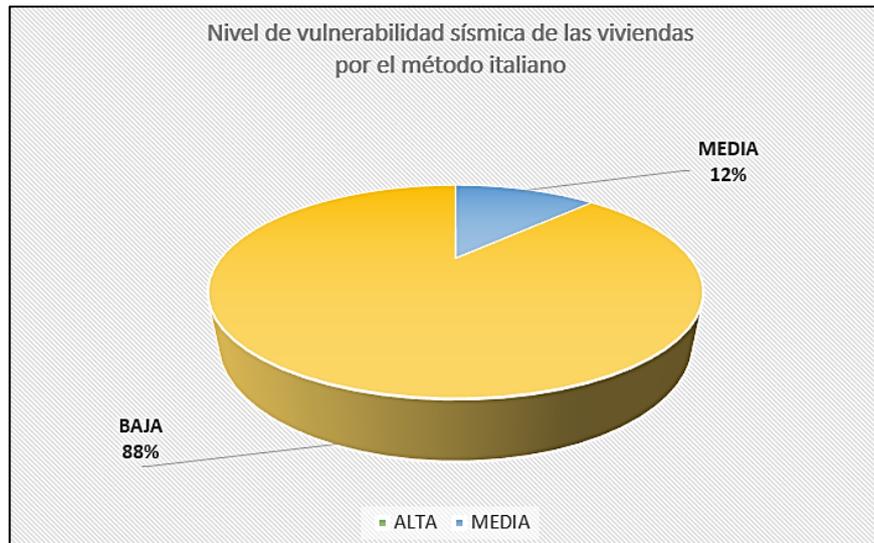


Figura 22. Nivel de vulnerabilidad sísmica por el método italiano.
Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos en la tabla 62 se determinó que 2 viviendas presentan vulnerabilidad media y 14 viviendas vulnerabilidad baja.

- **Análisis de datos:** Se determinó la media (\bar{x}) de los resultados alcanzados mediante la siguiente fórmula.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dónde:

\bar{x} : media

x_i : datos

n : cantidad de datos

$$\bar{x} = \frac{65.00 + 118.75 + 153.75 + 97.50 + 40.00 + 68.75 + 98.75 + 30.00 + 48.75 + 67.50 + 83.75 + 78.75 + 115.00 + 128.75 + 103.75 + 63.75}{16}$$

$$\bar{x} = 85.16$$

En promedio, aplicando el método italiano, el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas es baja.

4.4. Comparación de evaluación método INDECI y método italiano

De acuerdo a la Ficha de verificación (método INDECI) y Ficha de evaluación (método italiano) se observó que ambas metodologías presentan indicadores de evaluación similares.

Tabla 63. Comparación indicadores de evaluación método INDECI e italiano

| Comparación Indicadores de Evaluación | |
|---|-------------------------------------|
| Método INDECI | Método italiano |
| Topografía del terreno de la vivienda | Posición del edificio y cimentación |
| Configuración geométrica en planta | Configuración en planta |
| Configuración geométrica en elevación | Configuración en elevación |
| En los principales elementos estructurales se observa | Estado de conservación |

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la topografía del terreno de la vivienda y a la posición del edificio y cimentación, en ambos casos la evaluación se refiere a la pendiente del terreno sobre el cual se construyó la vivienda.

En cuanto a la configuración geométrica en planta y a la configuración en planta, la primera hace referencia a la geometría regular o irregular de la vivienda en planta y la segunda realiza un análisis respecto a la relación entre el ancho y largo de la geometría en planta de la vivienda.

Respecto a la configuración geométrica en elevación y configuración en elevación, la primera se refiere a la geometría regular o irregular de la vivienda en elevación y la segunda a la presencia de torretas de altura en la parte superior de la vivienda.

En cuanto a la evaluación de los principales elementos estructurales y al estado de conservación, el primero hace referencia al estado de conservación de las columnas, muros portantes, vigas y techos; la segunda solo evalúa la presencia de lesiones visibles en los muros portantes.

V. DISCUSIÓN

Discusión del primer objetivo específico: Establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate empleando el método INDECI.

Quispe (2021), utilizando el método INDECI determinó la vulnerabilidad de 35 viviendas en la urbanización El Rancho en la provincia de Cutervo en Cajamarca estableciendo que el 9% presentan vulnerabilidad muy alta, 37% vulnerabilidad alta y 54% moderada vulnerabilidad; lo cual guarda relación con los resultados presentados en la tesis empleando el método INDECI donde el 19% de viviendas tienen vulnerabilidad muy alta y el 81% vulnerabilidad alta, esto principalmente a que en ambas investigaciones las viviendas evaluadas son edificaciones autoconstruidas.

Malhaber (2020), determinó la vulnerabilidad sísmica aplicando la ficha de verificación de INDECI de 190 viviendas construidas en albañilería confinada en el distrito de Chongoyape en Chiclayo, concluyendo que 76 viviendas tienen alta vulnerabilidad, 70 vulnerabilidad moderada y 44 baja vulnerabilidad lo cual representa que el 77% de viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad considerable a pesar de estar construidas en albañilería confinada; estos resultados son similares a los determinados en la tesis empleando el método INDECI en la que se evidencia que el 100% de viviendas construidas en albañilería confinada presentan vulnerabilidad considerable.

Discusión del segundo objetivo específico: Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas L1 y J1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurímac en el distrito de Ate aplicando el método italiano.

De acuerdo a **Silupu (2022)**, en su tesis magistral en la que evaluó el riesgo sísmico de 25 viviendas ubicadas en el sector Playa Sur de Aguas Verdes en Tumbes, determinó que el 48% de las viviendas analizadas tienen un riesgo medio y que el

52% presentan un riesgo alto lo cual está relacionado directamente con el índice de vulnerabilidad sísmica de estas viviendas las cuales presentaron que el 48% es alta, el 28% media y el 24% tienen vulnerabilidad baja; de acuerdo a lo establecido por Silupu (2022) y a los resultados de vulnerabilidad obtenidos en la tesis aplicando el método italiano se puede indicar que el riesgo sísmico de las viviendas evaluadas es baja.

Según **Galicia (2021)**, en su tesis magistral en la cual determinó el proceso de análisis económico y estructural de la vulnerabilidad de 90 viviendas mediante el método de Benedetti y Petrini en la ciudad de Trujillo, concluyó que el costo para determinar el grado de vulnerabilidad de las viviendas aumenta por metro cuadrado en relación a las anomalías que presentan dichas viviendas debido a que se deben realizar ensayos más específicos y de mayor costo, además que el 27% de las viviendas presentan alta vulnerabilidad, el 40% vulnerabilidad media y el 33% una vulnerabilidad baja; de los resultados presentados por Galicia (2021) se determina que el 67% de viviendas evaluadas en su investigación son vulnerables ante un evento sísmico de gran magnitud a diferencia de los resultados alcanzados en la tesis aplicando el método italiano en la cual se identifica que tan solo el 12% de viviendas presentan una vulnerabilidad de grado considerable.

Para **Salazar (2018)**, en su tesis magistral en la que analizó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús en la provincia de Cajamarca, determinó que del total de viviendas evaluadas el 47% tienen una alta vulnerabilidad sísmica, el 30% vulnerabilidad media y el 23% baja vulnerabilidad; los resultados logrados en la tesis aplicando el método italiano no guardan relación a lo determinado por Salazar (2018) debido a que del total de viviendas en albañilería confinada evaluadas solo el 12% presentan un nivel de vulnerabilidad media y el 88% presentan baja vulnerabilidad.

Discusión del objetivo general: Comparar el método INDECI y el método italiano en la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate.

Según **Sánchez et al. (2021)**, los problemas principales que aumentan el porcentaje de vulnerabilidad sísmica son el incumplimiento o desconocimiento de las normativas, tal es el caso de las autoconstrucciones, lo cual está relacionado con los patrones socioculturales de las zonas donde se realizan malas prácticas constructivas; para **Moreno et al. (2020)**, los factores que más afectan perjudicialmente a las construcciones están relacionados con su proceso constructivo, características del suelo y la calidad de los materiales utilizados, además de la topografía propia del lugar que tiene incidencia sobre la frecuencia y amplitud de los movimientos sísmico; y de acuerdo a **Candebat et al. (2020)**, precisan que los aspectos estructurales tienen mayor influencia en la determinación de la vulnerabilidad sísmica, pero también que los aspectos no estructurales (organizativos y funcionales) son importantes en los estudios de vulnerabilidad.

Según a lo determinado por estos autores el nivel de vulnerabilidad sísmica se ve afectado principalmente por el proceso constructivo y el lugar donde se construyen las edificaciones, la construcción de una vivienda en un área poco recomendada y un inadecuado proceso constructivo pueden influir a que el nivel de vulnerabilidad sísmica sea alto; empleando el método INDECI los resultados indican que el 19% de viviendas presentan una vulnerabilidad muy alta y el 81% vulnerabilidad alta guardando relación a lo indicado precedentemente debido a que las viviendas evaluadas no siguieron un adecuado proceso constructivo y están construidas en la parte baja de un cerro, por el contrario aplicando el método italiano se determinó que el 88% de viviendas presentan vulnerabilidad baja no estando acorde con la metodología de INDECI y sobre todo con lo precisado con los autores citados anteriormente.

Para **Shabani et al. (2021)**, el análisis de la vulnerabilidad sísmica es importante para la mejora de la resiliencia de las ciudades, de igual manera indican que los métodos de análisis de vulnerabilidad sísmica deben verificarse posterior a la ocurrencia de un evento sísmico para encontrar el método más confiable respecto a la evaluación de las distintas tipologías de construcción, además estas metodologías deben ser de rápido y fácil uso para los evaluadores encargados de realizar estos análisis; de acuerdo a los resultados de vulnerabilidad obtenidos en la tesis, sobre todo por el método INDECI, es fundamental completar la evaluación del total de viviendas existentes en la Asociación Hijos de Apurímac y establecer la resiliencia de estas edificaciones. Así mismo como lo indica Shabani et al. (2021) se deberá evaluar el nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas que formaron parte del desarrollo de la tesis posterior a la ocurrencia de un movimiento sísmico y determinar el resultado más preciso en cuanto al método INDECI y el método italiano, esto principalmente porque ambos resultados tienen marcadas diferencias (por el método INDECI se determinó que el 100% de viviendas evaluadas tienen considerable vulnerabilidad y por el método italiano solo el 12% de viviendas presentaron vulnerabilidad considerable).

Según **Serrano et al. (2020)**, especifican que además de realizar una evaluación integral a una edificación para determinar su vulnerabilidad, también es necesario evaluar otros factores como las características tectónicas y geofísicas del terreno donde se ubica la edificación y los antecedentes de sismos pasados, todo ello para que los resultados obtenidos sean los más cercanos a la realidad; actualmente el método INDECI y el método italiano no incorporan como indicador de evaluación a ninguno de los factores que indican Serrano et al. (2020), por ello es importante evaluar con mayor detalle las fichas de análisis de ambas metodologías y establecer posibles complementos de evaluación, acorde a la realidad del Perú, para obtener resultados más precisos.

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas evaluadas empleando el método INDECI es el siguiente: 3 viviendas presentan vulnerabilidad muy alta y 13 viviendas vulnerabilidad alta, lo cual representa el 19% y 81% respectivamente del total de viviendas evaluadas.
2. El nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas analizadas aplicando el método italiano es el siguiente: 2 viviendas presentan vulnerabilidad media y 14 viviendas vulnerabilidad baja, lo cual representa el 12% y 88% respectivamente del total de viviendas analizadas.
3. En comparación con las metodologías utilizadas, mediante el método INDECI se estableció que el 100% de viviendas presentan vulnerabilidad considerable a diferencia de lo evaluado por el método italiano por el cual se determinó que solo el 12% de viviendas tienen considerable vulnerabilidad. Además se precisa que el método italiano evalúa a mayor detalle los elementos estructurales de las viviendas, identificando a la resistencia convencional como uno de los parámetros más relevantes durante la evaluación; en cuanto al método INDECI la incorporación del tipo de suelo entre uno de sus indicadores de evaluación es muy importante debido a las diferentes clases de suelos que presenta el país y su influencia en el diseño de las edificaciones sobre todo en el dimensionamiento de las cimentaciones.

VII. RECOMENDACIONES

1. Conforme a la evaluación de las viviendas empleando el método INDECI, se debe realizar un análisis más detallado a los elementos estructurales de las viviendas e identificar qué elementos requieren reforzamiento estructural, en este aspecto se deben hacer ensayos de esclerometría, verificación de la cantidad de acero mínimo en columnas y vigas, evaluar el tipo de ladrillos utilizados en los muros portantes, entre otros.
2. De acuerdo al análisis de las viviendas aplicando el método italiano, se propone reforzar esta evaluación con un estudio de mecánica de suelos para determinar la capacidad de carga del suelo y establecer la influencia de este parámetro en el nivel de vulnerabilidad de las viviendas.
3. Debido a que los resultados alcanzados por ambos métodos no se asemejan entre sí, se debe elaborar un análisis estructural de las viviendas utilizando un software, por ejemplo el programa Etabs, para obtener un resultado más específico respecto al nivel de vulnerabilidad de las viviendas analizadas e identificar cuál de las metodologías alcanzó un resultado más preciso.
4. Evaluar el nivel de vulnerabilidad del total de viviendas que conforman la Asociación Hijos de Apurímac en coordinación con la Municipalidad Distrital de Ate, así mismo identificar el peligro sísmico de esta zona y establecer un mapa de riesgos para determinar las medidas de prevención y reducción ante potenciales movimientos sísmicos de gran magnitud.

REFERENCIAS

ABANTO Sarita y CARDENAS Deysi. Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, provincia de Trujillo, región La Libertad. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 8 pp. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2056>

ACEVEDO, Ana, et al. Evaluation of the seismic risk of the unreinforced masonry building stock in Antioquia, Colombia. *Natural Hazards* [en línea]. Volumen 86. 1 de marzo 2017. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2647-8> ISSN: 0921-030X

ACEVEDO, Ana, et al. Seismic risk assessment for the residential buildings of the major three cities in Colombia: Bogotá, Medellín, and Cali. *Earthquake Spectra* [en línea]. Volumen 36. 27 de julio 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022]. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/8755293020942537> ISSN: 298–320

AGUILAR, Armando, et al. A probabilistic approach based on a vulnerability index to assess seismic risk of buildings in urban areas. Application to Barcelona. *Bull Earthquake Eng* [en línea]. n.º 17. 13 de noviembre 2018. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-018-0516-4> ISSN: 1863–1890

ÁLVAREZ, Eduardo y SOCARRÁS, Yamila. Limitaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica a edificaciones de hormigón en Santiago de Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. n.º 3. 11 de octubre 2021. [Fecha de consulta: 19 de junio 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193969257004>

ISSN: 1990-8830

ANDRES Sanchez, Anibal. Aplicación del método de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica en 16 viviendas informales en el Pueblo Joven Pro Vivienda – primera zona – del Distrito de El Agustino – Lima. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2020. 44 pp.
Disponibile en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7010>

BASSET, L. y GUARDIOLA A. Mapping an urban city centre for seismic risk assessment: application to Valencia (Spain). *Copernicus Publ.* [en línea]. Volumen 44. n.º 1. 24 de julio 2020. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].
Disponibile en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/169057>
ISSN: 817-824

BEHAR Rivero, Daniel. Metodología de la investigación. Editorial Shalom, 2008.
ISBN 978-959-212-783-7

BERNAL, Gabriel, et al. Integration of probabilistic and multi-hazard risk assessment within urban development planning and emergency preparedness and response: Application to Manizales, Colombia. *International Journal of Disaster Risk Science* [en línea]. Volumen 8. n.º 3. 6 de setiembre 2017. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].
Disponibile en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-017-0135-8>
ISSN: 270–283

BORJA Suarez, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012.

BUENDIA, Luis Manuel y REINOSO, Eduardo. Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de setiembre de 2017. *Revista de Ingeniería Sísmica* [en línea]. n.º 101. 30 de abril 2020. [Fecha de consulta: 6 de junio 2022].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-092X2019000200019&script=sci_abstract

ISSN: 0185-092X

CALVO Uribe, Andrés. Estrategia óptima para la mitigación del riesgo sísmico y mejoramiento de la infraestructura educativa. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de los Andes, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/43922>

CAMPOS Avila, Edizon. Estimación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de albañilería mediante modelos analíticos representativos, en San Juan de Lurigancho, 2020. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2021. 21 pp.

Disponible en:

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17477>

CANDEBAT, Darío, et al. Un nuevo enfoque para la estimación preliminar de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educacionales. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. Volumen 14. n.º 1. 18 de febrero 2020. [Fecha de consulta: 19 de junio 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193962633001>

ISSN: 1990-8830

CENEPRED. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2ª ed. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014, 122 pp.

CRIADO, Daniela, et al. Vulnerabilidad sísmica de centros poblados: estudio de caso. *Revista Ingenio* [en línea]. Volumen 17. n.º 1. Enero 2020. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en:

<https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2441>

ISSN: 2011-642X

Decreto Supremo N° 11-2006-VIVIENDA. Reglamento Nacional de Edificaciones.
Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 8 de junio de 2006.

Decreto Supremo N° 037-2010-PCM. Plan de Prevención por Sismos. Diario oficial
El Peruano, Lima, Perú, 25 de marzo de 2010.

DEL CARPIO, Fabrizio y VERA, Bertha. Management model with processes to
identify seismic vulnerability in housing. *Revista Ingeniería de Construcción*
[en línea]. Volumen 36. n.º 2. Diciembre 2021. [Fecha de consulta: 23 de
junio 2022].

Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732021000300282&lng=es&nrm=iso

ISSN 0718-5073

DI GIRASOLE, Eleonora y CANNATELLA, Daniele. Social vulnerability to natural
hazards in urban systems. An application in Santo Domingo (Dominican
Republic). *Sustainability* [en línea]. Volumen 9. n.º 11. 7 de noviembre 2017.
[Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/11/2043>

ISSN: 2071-1050

DURÁN, José y ROMERA, Juan. Tokio, ciudad anti-desastre. *Revista En Blanco*.
[en línea]. n.º 24. 30 de abril 2018. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/101204>

ISSN: 1888-5616

ESCAMIROSA, L., et al. Evaluación sísmica en dos prototipos de vivienda rural
construidos con bloques de concreto hueco, en Ocuilapa de Juárez,
Chiapas, México. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. Volumen 33.
n.º 1. Abril 2018. [Fecha de consulta: 6 de junio 2022].

Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

50732018000100029

ISSN: 0718-5073

FLORES, Luis y FERREIRA, Tiago. Vulnerabilidad sísmica para la rehabilitación del patrimonio cultural. Un acercamiento teórico-institucional. *Revista Gremium* [en línea]. Volumen 6. n.º 12. Agosto 2019. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en:

<https://gremium.editorialrestauro.com.mx/index.php/gremium/article/view/106>

ISSN: 2007-8773

GALICIA Guarniz, William. Evaluación económica y estructural de la vulnerabilidad sísmica en la construcción de viviendas unifamiliares en la Provincia de Trujillo, aplicando la metodología de Benedetti y Petrini. Tesis (Magister con mención en Gerencia de la Construcción Moderna). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8059>

GONZÁLEZ Vera, Anderson. Seguridad de colapso de viviendas de baja altura construidas con muros delgados de concreto. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de los Andes, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/34500>

GUERREO, Luis, et al. Development of a virtual earthquake engineering lab and its impact on education. *Revista DYNA* [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta: 20 de julio 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49655628001>

ISSN: 0012-7353

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, 2014.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOYOS, Maria y HERNANDEZ, Andres. Seismic risk assessment of multiple cities: Biases in the vulnerability derivation methods for urban areas with different hazard levels. *Frontiers Earth Science* [en línea]. Volumen 10. 4 de agosto 2022. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].
Disponibile en:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2022.910118/full>
ISSN: 910-118

JIMÉNEZ, Juan, et al. Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *Revista Maskana* [en línea]. Volumen 9. n.º 1. 18 de junio 2018. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].
Disponibile en:
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1855>
ISSN: 2477-8893

MALHABER Montenegro, Miguel. Evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizando los métodos observacionales INDECI y Benedetti Petrini en el distrito de Chongoyape. Tesis (Ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2020.
Disponibile en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7494>

MARTINS, Luís y SILVA Víctor. Development of a fragility and vulnerability model for global seismic risk analyses. *Bulletin of Earthquake Engineering* [en línea]. Volumen 19. 8 de junio 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].
Disponibile en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-020-00885-1#citeas>
ISSN: 6719–6745

MENA Hernández, Ulises. Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Tesis (Doctor en Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2002. 9 pp.

Disponible en: <https://doctorat.upc.edu/es/tesis/deposito-y-evaluacion/tesis-publicadas>

MORENO, Roberto, et al. Identificación de las zonas de mayor amplificación sísmica en la mancha urbana de Chiapa de Corzo, Chiapas como herramienta para evaluar la vulnerabilidad física por exposición. *Geofís Intl* [en línea]. Volumen 59. n.º 3. 1 de julio 2020. [Fecha de consulta: 19 de junio 2022].

Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692020000300135&lng=es&nrm=iso

ISSN 0016-7169

MURILLO, Cristian y AGUDELO, William. Sensitivity analysis of the back projection imaging method for seismic event location. *Ciencia, Tecnología y Futuro* [en línea]. Volumen 11. n.º 1. 28 de setiembre 2021. [Fecha de consulta: 23 de junio 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/465/46570743003/>

ISSN: 0122-5383

NOEL Vargas, Jonatan. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta los Virreyes del Rímac. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2019. 10 pp.

Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5985>

NOVELO, D., et al. Seismic and food structural risk in Motozintla, Chiapas, Mexico. *Natural Hazards* [en línea]. 30 de octubre 2018. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-018-3515->

5#citeas

ISSN: 721–737

OSORIO Bustamante, Edison. Evaluación sísmica de un edificio residencial ubicado en Cali – Valle del Cauca. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de los Andes, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/55727>

QUISPE Llaja, Sandy. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones aplicando la metodología de INDECI en la Urbanización El Rancho, Cutervo, Cajamarca. Tesis (Ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83978>

QUISPE Mamani, Roger. Construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los ocupantes de la Asociación 29 de enero centro poblado de Chen Chen – Moquegua - 2018. Tesis (Magister en Ingeniería Civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28834>

RAMÍREZ Tecorralco, Dulce. Confiabilidad sísmica de un edificio escolar considerando el daño observado. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2018.

Disponible en:

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/8119>

Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú, 23 de mayo de 2017.

Resolución Jefatural N° 138-2010-INDECI. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 4 de junio de 2010.

Resolución Ministerial N° 043-2019-VIVIENDA. Modificación de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 11 de febrero de 2019.

RODRIGUEZ, Juan Carlos, et al. Development of an information APP for seismological risk situations for the city of Bogotá. *Ingeniería y competitividad* [en línea]. Volumen 21. n.º 2. 18 de marzo 2019. [Fecha de consulta: 20 de julio 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291362343005>

ISSN: 0123-3033

RUEDA Ramírez, Miguel. Medidas de intensidad sísmica para el análisis de vulnerabilidad de edificaciones en pórticos de concreto reforzado Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de los Andes, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/35043>

SALAZAR Huamán, Eryln. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. Tesis (Magister en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2474>

SALGADO, Mario, et al. Probabilistic seismic risk assessment in Manizales, Colombia: Quantifying losses for insurance purposes. *International Journal of Disaster Risk Science* [en línea]. Volumen 8. n.º 3. 6 de setiembre 2017. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-017-0137-6>

ISSN: 296–307

SÁNCHEZ, Adriá, et al. Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables* [en línea]. n.º 10. 26 de marzo 2021. [Fecha de consulta: 19 de junio 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=665170467001>

ISSN: 2594-0198

SHABANI, Amirhosein, et al. State of the art of simplified analytical methods for seismic vulnerability assessment of unreinforced masonry buildings. *Engineering Structures* [en línea]. Volumen 239. 15 de julio 2021. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029621004302?via%3Dihub>

ISSN: 112280

SERRANO, María José, et al. Castillejo de Monteagudo (Murcia, España). Análisis integral para la conservación de estructuras islámicas en regiones sísmicas. *Editorial Universidad Politécnica de Valencia* [en línea]. Volumen 10. 15 de mayo 2020. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/146896>

ISBN: 9788490488560

SILUPU Tello, Hussein. Evaluación del riesgo sísmico de las viviendas del Sector Playa Sur de Aguas Verdes - Tumbes 2021. Tesis (Magister en Ingeniería Civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2022.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91102>

SILVA, Victor, et al. Development of a global seismic risk model. *Earthquake Spectra* [en línea]. Volumen 36. 2 de febrero 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2022].

Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/8755293019899953>

ISSN: 372-394

TACZA Zevallos, John. Evaluación estructural, propuesta de reforzamiento y viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, ubicadas en el distrito de Ate en la ciudad de Lima 2018. Tesis (Doctor en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3982>

TAVERA, Hernando. Escenario de sismo y tsunami en el borde occidental de la región central del Perú. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2014. 3 pp.

ISBN: 978-612-45795-8-5

TINOCO, Tito, et al. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián, utilizando el model builder del ArcGIS. *Revista Aporte Santiaguino* [en línea]. Volumen 11. n.º 2. Julio 2018. [Fecha de consulta: 6 de setiembre 2022].

Disponible en:

http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/580

ISSN-L: 2616-9541

YÉPES, F., et al. Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. España: Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 1995. 32 pp.

ISBN: 84-87867-50-2

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de consistencia

Comparación del método INDECI e italiano en determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas, Asociación Hijos de Apurimac - Ate 2022

| Problemas | Objetivos | Conclusiones | Recomendaciones | Variables | Metodología |
|--|---|--|--|--|--|
| General | | | | | |
| ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate implementando el método INDECI y el método italiano? | Comparar el método INDECI y el método italiano en la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate | En comparación con las metodologías utilizadas, mediante el método INDECI se estableció que el 100% de viviendas presentan vulnerabilidad considerable a diferencia de lo evaluado por el método italiano por el cual se determinó que solo el 12% de viviendas tienen considerable vulnerabilidad | Debido a que los resultados alcanzados por ambos métodos no se asemejan entre sí, se debe elaborar un análisis estructural de las viviendas utilizando un software, por ejemplo el programa Etabs, para obtener un resultado más específico respecto al nivel de vulnerabilidad de las viviendas analizadas e identificar cuál de las metodologías alcanzó un resultado más preciso | Variable X Viviendas autoconstruidas | <p>Método de Investigación: Método científico (lógico deductivo)</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo</p> |
| Específicos | | | | | |
| ¿Qué nivel de vulnerabilidad sísmica tendrán las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate empleando el método INDECI? | Establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate empleando el método INDECI | El nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas evaluadas empleando el método INDECI es el siguiente: 3 viviendas presentan vulnerabilidad muy alta y 13 viviendas vulnerabilidad alta, lo cual representa el 19% y 81% respectivamente del total de viviendas evaluadas | Conforme a la evaluación de las viviendas empleando el método INDECI, se debe realizar un análisis más detallado a los elementos estructurales de las viviendas e identificar qué elementos requieren reforzamiento estructural, en este aspecto se deben hacer ensayos de esclerometría, verificación de la cantidad de acero mínimo en columnas y vigas, evaluar el tipo de ladrillos utilizados en los muros portantes, entre otros | Variable Y Vulnerabilidad sísmica | <p>Diseño de Investigación: No experimental: Transversal descriptivo</p> <p>Población: 55 viviendas</p> <p>Muestra: 16 viviendas</p> <p>Muestreo: No probabilístico (por conveniencia)</p> |
| ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate aplicando el método italiano? | Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en las manzanas J1 y L1 en la 1ª zona y en las manzanas A y J' en la 6ª zona de la Asociación Hijos de Apurimac en el distrito de Ate aplicando el método italiano | El nivel de vulnerabilidad de las 16 viviendas analizadas aplicando el método italiano es el siguiente: 2 viviendas presentan vulnerabilidad media y 14 viviendas vulnerabilidad baja, lo cual representa el 12% y 88% respectivamente del total de viviendas analizadas | De acuerdo al análisis de las viviendas aplicando el método italiano, se propone reforzar esta evaluación con un estudio de mecánica de suelos para determinar la capacidad de carga del suelo y establecer la influencia de este parámetro en el nivel de vulnerabilidad de las viviendas | | <p>Técnicas: Observación directa y análisis documental</p> <p>Instrumentos: - Ficha de verificación (método INDECI) - Ficha de evaluación (método italiano)</p> |

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 2
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Matriz de operacionalización de variables

Comparación del método INDECI e italiano en determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas, Asociación Hijos de Apurímac - Ate 2022

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--|--|--|--|---------------------------------------|--------------------|
| Variable X Viviendas autoconstruidas | Las viviendas autoconstruidas se caracterizan porque no cuentan con algunos de los siguientes requisitos: asesoría profesional, planos de la edificación, mano de obra calificada, permiso de construcción y título de propiedad (Campos, 2021, p. 21) | Evaluación de las viviendas autoconstruidas determinando el tipo de sistema constructivo utilizado y analizando las características de sus elementos estructurales y no estructurales | Configuración estructural de la vivienda | Elementos estructurales | Nominal |
| | | | | Elementos no estructurales | Nominal |
| | | | Sistema constructivo de la vivienda | Albañilería confinada | Nominal |
| | | | | Albañilería no reforzada | Nominal |
| Variable Y Vulnerabilidad sísmica | La vulnerabilidad sísmica es el grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características. El grado de daño puede ser un daño estructural y/o un daño no estructural (Yépez et al., 1995, p. 32) | Análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica empleando el método INDECI mediante la Ficha de verificación, determinando el nivel de vulnerabilidad sísmica: Muy alto ($\Sigma > 24$), Alto ($18 \leq \Sigma \leq 24$), Moderado ($15 \leq \Sigma \leq 17$) o Bajo ($\Sigma \leq 14$) | Ficha de verificación de acuerdo a la Resolución Jefatural N°138-2010-INDECI (método INDECI) | Muy alto ($\Sigma > 24$) | Ordinal |
| | | | | Alto ($18 \leq \Sigma \leq 24$) | Ordinal |
| | | | | Moderado ($15 \leq \Sigma \leq 17$) | Ordinal |
| | | | | Bajo ($\Sigma \leq 14$) | Ordinal |
| | | | Ficha de evaluación (método italiano) | Alta ($lv \geq 255$) | Ordinal |
| | | | | Media ($127.5 \leq lv < 255$) | Ordinal |
| Baja ($lv < 127.5$) | Ordinal | | | | |

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 3
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
FICHA DE EVALUACIÓN (MÉTODO ITALIANO)

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. Datos del instrumento

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | FICHA DE EVALUACIÓN |
| Objetivo del instrumento | Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas |
| Referencia | Guía de Aplicación del Método Benedetti y Petri (Índice de Vulnerabilidad Sísmica) |

II. Datos del autor del instrumento

| | |
|----------------------------|--|
| Apellidos y nombres | Alca Parco Victor Andy |
| D.N.I. | 70091088 |
| Grado académico | Estudiante del X ciclo de la carrera de Ingeniería Civil |

III. Información del experto

| | |
|--|--|
| Apellidos y nombres | Huaman Iturbe Julio Almagro |
| Profesión / Máximo grado académico | Ingeniero Civil / Magister |
| Años de experiencia | 10 años |
| Correo electrónico / Número de contacto | julioalmagro@hotmail.com / 976 989 585 |

IV. Aspectos de validación

| Indicadores | Criterios | Deficiente | Regular | Bueno | Muy Bueno | Excelente |
|------------------------|--|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| CLARIDAD | Formulado con lenguaje apropiado | | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Expresado en conductas observables | | | | X | |
| ACTUALIDAD | Adecuado al objetivo de la investigación | | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica | | | X | | |
| SUFICIENCIA | Comprende los aspectos en cantidad y calidad | | | X | | |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación | | | | X | |
| CONSISTENCIA | Basado en aspectos teóricos-científicos | | | X | | |
| COHERENCIA | Entre los índices, indicadores y dimensiones | | | | X | |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | X | |
| PERTINENCIA | Existe relación entre los componentes y la investigación | | | | X | |

V. Opinión de aplicación

| | | | | |
|---|-----------|---|----|--|
| Promedio de valoración | Muy bueno | | | |
| El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación | SI | X | NO | |
| Observaciones | | | | |

| | | | |
|----------------------|---------------|------------------------|---|
| Lima, | | | |
| 03/10/2022 | 26683152 | 132844 |  Julio Almagro Huaman Iturbe CIV 132844 |
| Lugar y fecha | D.N.I. | Registro C.I.P. | Firma del experto |

* Se adjunta instrumento (Ficha de evaluación).

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. Datos del instrumento

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | FICHA DE EVALUACIÓN |
| Objetivo del instrumento | Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas |
| Referencia | Guía de Aplicación del Método Benedetti y Petrini (Índice de Vulnerabilidad Sísmica) |

II. Datos del autor del instrumento

| | |
|----------------------------|--|
| Apellidos y nombres | Alca Parco Víctor Andy |
| D.N.I. | 70091088 |
| Grado académico | Estudiante del X ciclo de la carrera de Ingeniería Civil |

III. Información del experto

| | |
|--|-----------------------------------|
| Apellidos y nombres | Coronado Zuloeta Omar |
| Profesión / Máximo grado académico | Ingeniero Civil / Doctor |
| Años de experiencia | 17 años |
| Correo electrónico / Número de contacto | anlugreda@gmail.com / 952 750 120 |

IV. Aspectos de validación

| Indicadores | Criterios | Deficiente | Regular | Bueno | Muy Bueno | Excelente |
|------------------------|--|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| CLARIDAD | Formulado con lenguaje apropiado | | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Expresado en conductas observables | | | | X | |
| ACTUALIDAD | Adecuado al objetivo de la investigación | | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica | | | | X | |
| SUFICIENCIA | Comprende los aspectos en cantidad y calidad | | | X | | |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación | | | | X | |
| CONSISTENCIA | Basado en aspectos teóricos-científicos | | | X | | |
| COHERENCIA | Entre los índices, indicadores y dimensiones | | | | X | |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | X | |
| PERTINENCIA | Existe relación entre los componentes y la investigación | | | | X | |

V. Opinión de aplicación

| | | | | |
|---|-----------|---|----|--|
| Promedio de valoración | Muy bueno | | | |
| El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación | SI | X | NO | |
| Observaciones | | | | |

| | | | |
|----------------------|---------------|------------------------|---|
| Lima, | | | |
| 03/10/2022 | 16802184 | 80756 |  Ing° Omar Coronado Zuloeta INGENIERO CIVIL CIP N° 80756 |
| Lugar y fecha | D.N.I. | Registro C.I.P. | Firma del experto |

* Se adjunta instrumento (Ficha de evaluación).

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. Datos del instrumento

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | FICHA DE EVALUACIÓN |
| Objetivo del instrumento | Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas |
| Referencia | Guía de Aplicación del Método Benedetti y Petrini (Índice de Vulnerabilidad Sísmica) |

II. Datos del autor del instrumento

| | |
|----------------------------|--|
| Apellidos y nombres | Alca Parco Víctor Andy |
| D.N.I. | 70091088 |
| Grado académico | Estudiante del X ciclo de la carrera de Ingeniería Civil |

III. Información del experto

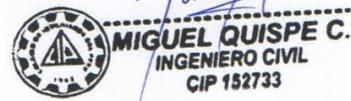
| | |
|--|--|
| Apellidos y nombres | Quispe Caballón Miguel Ángel |
| Profesión / Máximo grado académico | Ingeniero Civil |
| Años de experiencia | 10 años |
| Correo electrónico / Número de contacto | miguel.quispe@jcmoriah.com / 936 850 398 |

IV. Aspectos de validación

| Indicadores | Criterios | Deficiente | Regular | Bueno | Muy Bueno | Excelente |
|------------------------|--|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| CLARIDAD | Formulado con lenguaje apropiado | | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Expresado en conductas observables | | | X | | |
| ACTUALIDAD | Adecuado al objetivo de la investigación | | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Comprende los aspectos en cantidad y calidad | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación | | | | X | |
| CONSISTENCIA | Basado en aspectos teóricos-científicos | | | | X | |
| COHERENCIA | Entre los índices, indicadores y dimensiones | | | | X | |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | X | |
| PERTINENCIA | Existe relación entre los componentes y la investigación | | | X | | |

V. Opinión de aplicación

| | | | | |
|---|-----------|---|----|--|
| Promedio de valoración | Muy bueno | | | |
| El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación | SI | X | NO | |
| Observaciones | | | | |

| | | | | |
|----------------------|---------------|------------------------|---|--|
| Lima, | | |   | |
| 15/10/2022 | 44294065 | 152733 | | |
| Lugar y fecha | D.N.I. | Registro C.I.P. | Firma del experto | |

* Se adjunta instrumento (Ficha de evaluación).

ANEXO 4
CONSENTIMIENTO INFORMADO
VIVIENDAS EVALUADAS

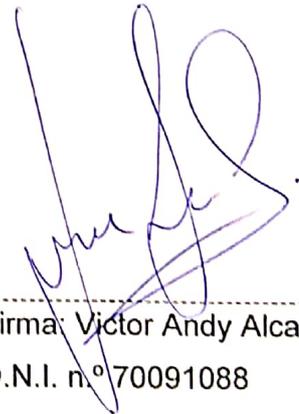
CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo **Julio Capcha Gutierrez** identificado con D.N.I. n.º 09370472 y con domicilio en la Asociación Hijos de Apurímac 6ª zona Mz. A Lt. 6, por medio de la presente manifiesto de manera consiente haber sido informado de la evaluación de vulnerabilidad sísmica que se realizará en mi vivienda la cual será desarrollada por el señor Victor Andy Alca Parco identificado con D.N.I. n.º 70091088 y lo autorizo a proceder con la evaluación según sea conveniente.

Lima, 21 de octubre del 2022



Firma: Julio Capcha Gutierrez
D.N.I. n.º 09370472



Firma: Victor Andy Alca Parco
D.N.I. n.º 70091088

ANEXO 5
REGISTRO DE CAMPO
FICHA DE VERIFICACIÓN (MÉTODO INDECI)



**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO
FICHA DE VERIFICACION**

A.- UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

| 1. UBICACIÓN GEOGRAFICA | | 2. UBICACION CENSAL (Fuente INEI) | | 3. FECHA y HORA | | |
|-------------------------|------|-----------------------------------|----|-----------------|----|-------|
| 1 Departamento | Lima | 1 Zona N° | | 05 | 10 | 22 |
| 2 Provincia | Lima | 2 Manzana N° | 51 | dd | mm | aa |
| 3 Distrito | Ate | 3 Lote N° | 9 | Hora | : | horas |

| 4. DIRECCION DE LA VIVIENDA | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------|----|------|
| 1 Avenida <input checked="" type="checkbox"/> | 2 Jirón <input type="checkbox"/> | 3 Pasaje <input type="checkbox"/> | 4 Carretera <input type="checkbox"/> | 5 Otro: <input type="checkbox"/> | | | |
| Nombre de la Calle, Av, Jr, etc. | | | Puerta N° | Interior | Piso | Mz | Lote |
| Avenida L | | | | | | 51 | 9 |
| Nombre de la Urbanización / Asentamiento Humano /Asoc. de vivienda /otros | | | | | | | |
| Asociación Hijos de Apurimac 1 ^{era} Etapa / 1 ^{era} Zona | | | | | | | |
| Referencia: | | | | | | | |

| 5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL JEFE(A) DE HOGAR O ENTREVISTADO(A) | | 6. DNI | |
|---|-----------|-------------|--|
| Apellido Paterno | Rosales | | |
| Apellido Materno | Canchanya | | |
| Nombres | Lucio | 11611201213 | |

B.- INFORMACIÓN DEL INMUEBLE POR OBSERVACIÓN DIRECTA

| 1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE : | | 2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA ... | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 En caso de colapso, por el predominante deterioro, SI compromete al área colindante | <input type="checkbox"/> | 1 Habitada | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 Ante posible colapso, por el predominante deterioro, NO compromete al área colindante | <input type="checkbox"/> | 2 No habitada | <input type="checkbox"/> |
| 3 No muestra precariedad | <input checked="" type="checkbox"/> | 3 Habitada, pero sin ocupantes | <input type="checkbox"/> |
| 4 No fue posible observar el estado general de la vivienda | <input type="checkbox"/> | | |

En caso la respuesta corresponda a La Vivienda se encuentra NO habitada se deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y CONCLUIR LA VERIFICACIÓN

C.- CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

| 1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE | | 2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO | | 3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas) | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 1 SI cuenta con puerta de calle | <input checked="" type="checkbox"/> | 1 Multifamiliar horizontal | <input type="checkbox"/> | 1 De la vivienda | 6 |
| 2 NO es parte de un complejo multifamiliar | <input type="checkbox"/> | 2 Multifamiliar vertical | <input type="checkbox"/> | 2 Del complejo multifamiliar (aproximado) | |
| | | 3 No Aplica | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

| 4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA | | 5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1° piso) | 2 | 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1° piso) | |
| 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos) | | 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos) | |
| 3 No aplica por ser vivienda multifamiliar | | 3 No aplica por ser vivienda unifamiliar | <input checked="" type="checkbox"/> |

| 6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" o "ALTO": | |
|---|-------------------------------------|
| 1 El inmueble se encuentra en un terreno inapropiado para edificar | <input type="checkbox"/> |
| 2 Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 Otro: | <input type="checkbox"/> |
| 4 Otro: | <input type="checkbox"/> |
| 5 No aplica | <input type="checkbox"/> |

De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;
Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;
Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe



D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

| 1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-------|-------------------------------------|-----|-------|--|-----|-------|-------------------|-----|-------|
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 Adobe | () | | 6 Adobe reforzado | () | | 8 Albañilería confinada | (X) | | 9 Concreto Armado | () | |
| 2 Quincha | () | 4 | 7 Albañilería | () | 3 | | | 2 | 10 Acero | () | 1 |
| 3 Mampostería | () | | | | | | | | | | |
| 4 Madera | () | | | | | | | | | | |
| 5 Otros | () | | | | | | | | | | |
| 2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION | | | | | | | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 No | (X) | 4 | 2 Solo Construcción | () | 3 | 3 Solo diseño | () | 3 | 4 Si, totalmente | () | 1 |
| 3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION | | | | | | | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 Mas de 50 años | () | 4 | 2 De 20 a 49 años | (X) | 3 | 3 De 3 a 19 años | () | 2 | 4 De 0 a 2 años | () | 1 |
| 4. TIPO DE SUELO | | | | | | | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 Rellenos | () | | 4 Depósito de suelos finos | () | | 6 Granular fino y arcilloso | () | | 7 Suelos rocosos | (X) | |
| 2 Depósitos marinos | () | 4 | 5 Arena de gran espesor | () | 3 | | | 2 | | | 1 |
| 3 Pantanosos, turba | () | | | | | | | | | | |
| 5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA | | | | | | | | | | | |
| Muy Pronunciada | | Valor | Pronunciada | | Valor | Moderada | | Valor | Plana o Ligera | | Valor |
| 1 Mayor a 45% | () | 4 | 2 Entre 45% a 20% | () | 3 | 3 Entre 20% a 10% | () | 2 | 4 Hasta 10% | (X) | 1 |
| 6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA | | | | | | | | | | | |
| Muy Pronunciada | | Valor | Pronunciada | | Valor | Moderada | | Valor | Plana o Ligera | | Valor |
| 1 Mayor a 45% | () | 4 | 2 Entre 45% a 20% | () | 3 | 3 Entre 20% a 10% | () | 2 | 4 Hasta 10% | (X) | 1 |
| 7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA | | | | | | 8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 Irregular | () | 4 | 2 Regular | (X) | 1 | 1 Irregular | () | 4 | 2 Regular | (X) | 1 |
| 9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA | | | | | | 10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ... | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 No / No Existen | (X) | 4 | 2 Si | () | 1 | 1 Superiores | (X) | 4 | 2 Inferiores | () | 1 |
| 11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA | | | | | | | | | | | |
| 11.1 No existen/son Precarios | | Valor | 11.2 Detenero y/o humedad | | Valor | 11.3 Regular estado | | Valor | 11.4 Buen estado | | Valor |
| 1 Cimiento | () | | 1 Cimiento | () | | 1 Cimiento | (X) | | 1 Cimiento | () | |
| 2 Columnas | () | | 2 Columnas | () | | 2 Columnas | (X) | | 2 Columnas | () | |
| 3 Muros portantes | () | 4 | 3 Muros portantes | () | 3 | 3 Muros portantes | () | 2 | 3 Muros portantes | (X) | 1 |
| 4 Vigas | () | | 4 Vigas | () | | 4 Vigas | () | | 4 Vigas | (X) | |
| 5 Techos | () | | 5 Techos | () | | 5 Techos | () | | 5 Techos | (X) | |
| 12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ... | | | | | | | | | | | |
| Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor | Características | | Valor |
| 1 Humedad | () | | 4 Debilitamiento por modificaciones | () | 4 | 6 Densidad de muros inadecuada | () | 4 | 8 No aplica: | (X) | 0 |
| 2 Cargas laterales | () | 4 | 5 Debilitamiento por sobrecarga | () | | 7 Otros..... | () | | | | |
| 3 Colapso elementos del entorno | () | | | | | | | | | | |

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

| E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|-------|
| Σ | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 10 | = | 23 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | = | Total |

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

| Nivel de Vulnerabilidad | Rango del Valor | Características del Nivel de Vulnerabilidad | Calificación Según E.1 (marcar con "X") |
|-------------------------|-----------------|--|---|
| MUY ALTO | Mayor a 24 | En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación. | |
| ALTO | Entre 18 a 24 | En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura. | (X) |
| MODERADO | Entre 15 a 17 | Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna. | |
| BAJO | Hasta 14 | En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación. | |

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe

ANEXO 6
REGISTRO DE CAMPO
FICHA DE EVALUACIÓN (MÉTODO ITALIANO)

ANÁLISIS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS

FICHA DE EVALUACIÓN

I. DATOS DEL EVALUADOR

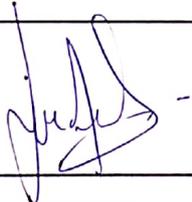
| | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------------------|-------|------------|
| Apellidos | Alca Parco | DNI | 70091088 | Fecha | 05/10/2022 |
| Nombres | Victor Andy | Grado académico | Estudiante Ingeniería Civil | | |

II. DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

| | | | | | |
|--------------|---|-----------|------|----------|----------|
| Departamento | Lima | Provincia | Lima | Distrito | Ate |
| Dirección | Asociación Hijos de Aporimac 1 ^{era} Etapa / 1 ^{era} Zona Mz. | | | Jl. | Lt. |
| Propietario | Lucio Rosales Camchanya | | | DNI | 16120223 |

III. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

| | | | | | |
|---|-----------------------------|------------------|------------------------------|----------------|----------|
| Sistema constructivo de la vivienda | Albañilería confinada (X) | | Albañilería no reforzada () | | Otro () |
| Área total del terreno | 200 m ² | N° de pisos | 2 | N° de familias | 2 |
| | | N° de habitantes | 6 | | |
| Vivienda construida con la supervisión de un profesional | SI | NO | X | | |
| Vivienda construida con planos de estructuras, arquitectura e instalaciones | SI | NO | X | | |
| Vivienda construida con permiso de construcción por parte de la municipalidad | SI | NO | X | | |
| Vivienda construida por albañil de la zona | SI | NO | X | | |

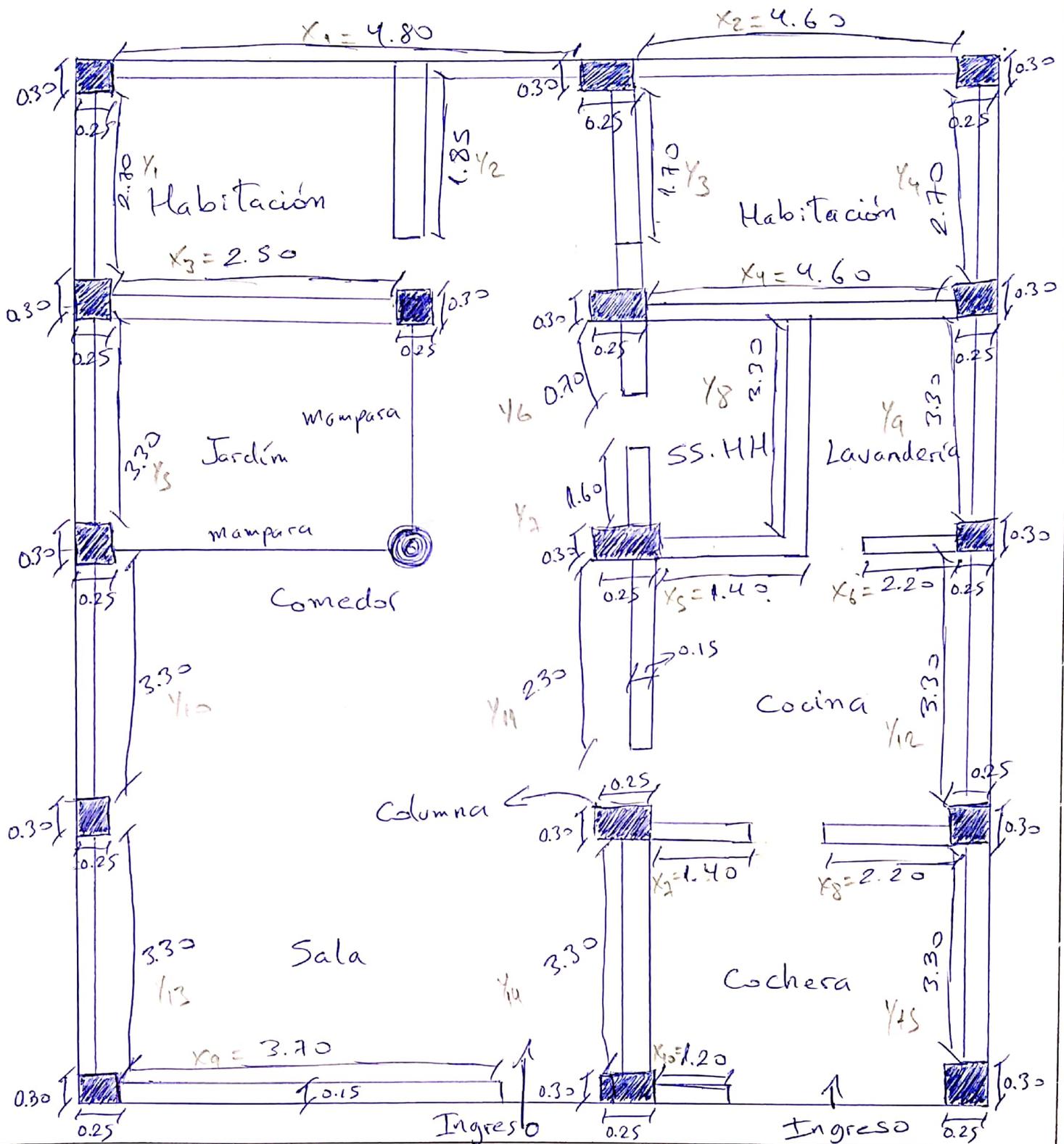
| | | | | | |
|---------------------|---|--|---------------------------------|-------|------|
| Firma del evaluador |  | Resultado de evaluación de la vivienda | Nivel de vulnerabilidad sísmica | | |
| | | | <u>BAJA</u> | MEDIA | ALTA |

IV. EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA

| PARÁMETRO 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE | | PARÁMETRO 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE | |
|--|--|---|--|
| A | Edificio construido con las recomendaciones de la norma sismorresistente | A | El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características: |
| <u>B</u> | Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros | | 1. Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro |
| C | Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está construido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas | | 2. Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería |
| | | <u>B</u> | 3. Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm. |
| | | <u>B</u> | El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A |
| | | C | El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A |
| D | Edificio con paredes ortogonales no ligadas | D | El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A |

PARÁMETRO 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL

• Dibujar primer nivel de la vivienda analizada



• Ecuaciones para determinar α

Coefficiente sísmico

$$C = \frac{a_0 * t_k}{q * N} * \sqrt{1 + \frac{q * N}{1.5 * a_0 * t_k * (1 + \gamma)}}$$

Peso por unidad de área cubierta

$$q = (A + B) * \frac{h}{At} * P_m + P_s$$

Relación coeficiente sísmico y referencial

$$\alpha = \frac{C}{C'}$$

| | | | |
|----------|---------------------------------------|----------|---|
| A | Edificio con $\alpha \geq 1$ | C | Edificio con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$ |
| B | Edificio con $0.6 \leq \alpha \leq 1$ | D | Edificio con $\alpha \leq 0.4$ |

| PARÁMETRO 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN | | PARÁMETRO 5: DIAFRAGMAS HORIZONTALES | |
|--|--|--------------------------------------|---|
| A | Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10% | A | Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza que satisfacen las condiciones: 1. Ausencia de planos a desnivel, y placas de concreto 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable 3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz |
| B | Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20% | | |
| C | Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50% | | |
| D | Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50% | B | Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con una de las condiciones pasadas |
| | | C | Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con dos de las condiciones pasadas |
| | | D | Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones |

| PARÁMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA | | PARÁMETRO 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN | |
|--------------------------------------|--|---|---------------------------|
| | | | |
| A | Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$ | A | Si $0.75 < T/H$ |
| B | Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$ | B | Si $0.50 < T/H \leq 0.75$ |
| C | Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$ | C | Si $0.25 < T/H \leq 0.50$ |
| D | Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$ | D | Si $T/H \leq 0.25$ |

| PARÁMETRO 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS | | PARÁMETRO 9: TIPO DE CUBIERTA | |
|--|---|-------------------------------|--|
| A | Si $L/S \leq 15$ | A | El edificio presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido 2. Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande 3. Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada |
| B | Si $15 < L/S \leq 18$ | | |
| C | Si $18 < L/S \leq 25$ | | |
| D | Si $25 < L/S$ $\frac{L}{S} = \frac{4.80}{0.15} \Rightarrow 32$ | B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A |
| | | C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A |
| | | D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A |

| PARÁMETRO 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES | | PARÁMETRO 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN | |
|--|---|--------------------------------------|---|
| A | Edificio sin parapetos y sin cornisas | A | Muros en buena condición, sin lesiones visibles |
| B | Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared | B | Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos |
| C | Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared | C | Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería |
| D | Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos que pueden caer en caso de terremotos | D | Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes ó lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho |

V. ANÁLISIS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

| PARÁMETROS | | KiA | KiB | KiC | KiD | Wi | Ki*Wi |
|------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| 1 | ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | RESISTENCIA CONVENCIONAL | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 0.00 |
| 4 | POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 0.00 |
| 5 | DIAFRAGMAS HORIZONTALES | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | CONFIGURACIÓN EN PLANTA | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | TIPO DE CUBIERTA | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | ESTADO DE CONSERVACIÓN | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |

Fuente: YÉPES, F. et al. Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. España: Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 1995. 62 pp.

65.00

Fórmula índice de vulnerabilidad

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

Donde:

Iv: Índice de vulnerabilidad sísmica

Ki: Grado de vulnerabilidad i

Wi: Valores para cada parámetro de acuerdo a la importancia con el parámetro i

| Nivel de vulnerabilidad sísmica | |
|---------------------------------|-------|
| $Iv \geq 255$ | ALTA |
| $127.5 \leq Iv < 255$ | MEDIA |
| $Iv < 127.5$ | BAJA |

ANEXO 7

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

FICHA DE EVALUACIÓN (MÉTODO ITALIANO)

(Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics para determinar el Alfa de Cronbach)

| Resultados de evaluación | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vivienda n.º | Instrumento: Ficha de evaluación (método italiano) | | | | | | | | | | |
| | Parámetro 1 | Parámetro 2 | Parámetro 3 | Parámetro 4 | Parámetro 5 | Parámetro 6 | Parámetro 7 | Parámetro 8 | Parámetro 9 | Parámetro 10 | Parámetro 11 |
| Valores asignados según Ki: grado de vulnerabilidad | | | | | | | | | | | |
| 1 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 45 | 0 | 45 | 15 | 0 | 5 |
| 2 | 20 | 25 | 5 | 0 | 15 | 5 | 0 | 25 | 25 | 45 | 25 |
| 3 | 20 | 25 | 5 | 0 | 5 | 45 | 0 | 45 | 45 | 45 | 25 |
| 4 | 20 | 25 | 5 | 5 | 5 | 25 | 0 | 25 | 25 | 25 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 15 | 0 | 0 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 45 | 0 | 25 | 15 | 25 | 0 |
| 7 | 5 | 5 | 25 | 0 | 5 | 45 | 0 | 25 | 15 | 25 | 0 |
| 8 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 25 | 15 | 0 | 0 |
| 9 | 5 | 25 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 25 | 15 | 25 | 5 |
| 10 | 5 | 25 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 45 | 25 | 0 | 5 |
| 11 | 20 | 5 | 5 | 0 | 5 | 25 | 0 | 45 | 15 | 25 | 5 |
| 12 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 45 | 0 | 45 | 15 | 45 | 0 |
| 13 | 20 | 5 | 0 | 0 | 15 | 45 | 0 | 45 | 45 | 0 | 0 |
| 14 | 20 | 5 | 25 | 0 | 5 | 45 | 0 | 25 | 25 | 45 | 0 |
| 15 | 5 | 5 | 25 | 0 | 15 | 25 | 0 | 25 | 15 | 25 | 5 |
| 16 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 25 | 0 | 25 | 15 | 25 | 5 |

Fuente: elaboración propia.

Fiabilidad

Escala: Instrumento Ficha de evaluación (método italiano)

Resumen de procesamiento de casos

| | | N | % |
|-------|-----------------------|----|-------|
| Casos | Válido | 16 | 100.0 |
| | Excluido ^a | 0 | .0 |
| | Total | 16 | 100.0 |

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| .590 | 11 |

Estadísticas de elemento

| | Media | Desv. estándar | N |
|-------------|---------|----------------|----|
| PARÁMETRO1 | 10.6250 | 7.50000 | 16 |
| PARÁMETRO2 | 11.2500 | 9.57427 | 16 |
| PARÁMETRO3 | 7.1875 | 9.12300 | 16 |
| PARÁMETRO4 | .3125 | 1.25000 | 16 |
| PARÁMETRO5 | 6.2500 | 4.65475 | 16 |
| PARÁMETRO6 | 28.4375 | 17.19678 | 16 |
| PARÁMETRO7 | .0000 | .00000 | 16 |
| PARÁMETRO8 | 32.5000 | 10.00000 | 16 |
| PARÁMETRO9 | 21.2500 | 10.24695 | 16 |
| PARÁMETRO10 | 22.1875 | 17.50893 | 16 |
| PARÁMETRO11 | 5.3125 | 8.05580 | 16 |

- **Interpretación**

El Alfa de Cronbach calculado mediante el programa IBM SPSS fue de 0.590 lo cual indica que la confiabilidad del instrumento es buena de acuerdo a la siguiente tabla.

| Nivel de fiabilidad | Valor de Alfa de Cronbach |
|----------------------------|----------------------------------|
| Excelente |]0.9, 1] |
| Muy bueno |]0.7, 0.9] |
| Bueno |]0.5, 0.7] |
| Regular |]0.3, 0.5] |
| Deficiente | [0, 0.3] |

Fuente: TUAPANTA, Jorge, et al. Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *Revista mktDescubre* [en línea]. n.º 10. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 12 de noviembre 2022]. ISSN: 1390-7352.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JANET YESSICA ANDÍA ARIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Comparación del método INDECI e italiano en determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas, Asociación Hijos de Apurímac - Ate 2022", cuyo autor es ALCA PARCO VICTOR ANDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 15 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| JANET YESSICA ANDÍA ARIAS DNI: 20118319 ORCID: 0000-0002-6084-0672 | Firmado electrónicamente por: JANDIAAR el 22-12- 2022 14:39:14 |

Código documento Trilce: TRI - 0489716