

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA EMPLEANDO EL
MÉTODO DE INDICE DE BENEDETTI – PETRINI EN
LAS VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA DEL
ASENTAMIENTO HUMANO DIEZ DE MARZO – FILA
ALTA – JAÉN – CAJAMARCA-2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores: Bach. Roiser Hurtado Collantes
Bach. Elmer Antonio Tantarico Fernandez

Asesor: Mg. Marco Antonio Aguirre Camacho

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Mayo - 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

VULNERABILIDAD SÍSMICA_V5.pdf

AUTOR

Roiser Hurtado Collantes

RECUENTO DE PALABRAS

21149 Words

RECUENTO DE CARACTERES

114869 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

104 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.9MB

FECHA DE ENTREGA

May 16, 2023 11:17 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 16, 2023 11:19 AM GMT-5**● 19% de similitud general**

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 26 de mayo del año 2023, siendo las 08:30 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Vocal : Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "**VULNERABILIDAD SÍSMICA EMPLEANDO EL MÉTODO DE INDICE DE BENEDETTI – PETRINI EN LAS VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA DEL ASENTAMIENTO HUMANO DIEZ DE MARZO – FILA ALTA – JAÉN - CAJAMARCA**", presentado por los bachilleres **Roiser Hurtado Collantes y Elmer Antonio Tantarico Fernandez**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 09:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
Presidente


Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario


Mg. Mario Félix Olivera Aldana
Vocal

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivos generales	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Antecedentes de la Investigación	4
1.5.1. Internacionales	4
1.5.2. Nacionales	5
1.5.3. Regional	7
1.5.4. Locales	8
1.6. Bases teóricas	10
1.6.1. Comportamiento sísmico de edificaciones	10
1.6.1.1. Edificaciones de Adobe	10
1.6.1.2. Edificaciones de Albañilería	14
1.6.2. Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini	17
1.6.2.1. Índice de Vulnerabilidad para Tipología de Mampostería	17
1.6.2.2. Aspectos normativos	19
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1. Ubicación Geográfica	20
2.2. Población, muestra y muestreo	21
2.2.1. Población	21
2.2.2. Muestra	21
2.2.3. Muestreo	22
2.3. Métodos	23
2.3.1. Método	23
2.3.2. Tipo de investigación	23
2.3.3. Diseño de investigación	23

2.3.4. Técnicas	24
2.4. Procedimientos de recolección de datos	24
2.4.1. Materiales	24
2.4.2. Fase 01: Elaboración de las guías de evaluación	24
2.4.3. Fase 02: Trabajo de campo	25
2.4.4. Fase 03: Identificación de las viviendas	25
2.4.5. Fase 04: Aplicación de la encuesta	26
2.4.6. Fase 05: Trabajo de Gabinete-Procesamiento de la Información	28
2.4.7. Fase 06: Elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Sísmica	28
III. RESULTADOS	29
3.1. Evaluar las condiciones físico-estructurales de las edificaciones de mampostería que se ubican en el distrito de Jaén – AA. HH diez de marzo-Fila Alta, de acuerdo a su tipología estructural, materiales de las que están construidas, estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos.	29
3.1.1. Evaluación de condiciones físico-estructurales de las edificaciones de albañilería	29
3.1.2. Evaluación de condiciones físico-estructurales de las edificaciones de adobe	31
3.2. Estimar el índice de Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de mampostería del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén.....	32
3.2.1. Evaluación de una Vivienda de Albañilería por el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini	32
3.2.2. Evaluación de una Vivienda de Adobe por el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini	43
3.2.3. Resultado de los 11 Parámetros de las Viviendas de Mampostería Evaluadas	54
3.2.3.1. Parámetro N° 1: Tipo y organización del sistema resistente.....	55
3.2.3.2. Parámetro N° 2: Calidad del sistema resistente	55
3.2.3.3. Parámetro N° 3: Resistencia convencional	56
3.2.3.4. Parámetro N° 4: Posición del edificio y cimentación.....	57
3.2.3.5. Parámetro N° 5: Diagrama horizontal	57
3.2.3.6. Parámetro N° 6: Configuración en planta	58
3.2.3.7. Parámetro N° 7: Configuración en elevación.....	59
3.2.3.8. Parámetro N° 8: Separación máxima entre columnas y muros	59
3.2.3.9. Parámetro N° 9: Tipo de cubierta.....	60
3.2.3.10.Parámetro N° 10: Elemento no estructural.....	60

3.2.3.11. Parámetro N° 11: Estado de conservación	61
3.2.4. Evaluación niveles de vulnerabilidad según la tipología de la vivienda	62
3.2.4.1. Niveles de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de albañilería	62
3.2.4.2. Niveles de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de adobe.....	63
3.3. Elaborar un mapa de zonificación donde se identifiquen los niveles de vulnerabilidad sísmica del AA. HH diez de marzo – Fila alta, Jaén.	64
IV. DISCUSIÓN	65
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1. Conclusiones.....	69
5.2. Recomendaciones	70
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
AGRADECIMIENTO.....	76
DEDICATORIA.....	77
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Mampostería	17
Tabla 2. Interpolación Lineal para el Método	18
Tabla 3. Rango de Índice de Vulnerabilidad	18
Tabla 4. Semejanza entre los Parámetros Propuestos por el Método de Índice de Vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones	19
Tabla 5. Evaluación de las Condiciones Físico Estructural de Viviendas de Albañilería-Parte I.....	29
Tabla 6. Evaluación de las Condiciones Físico Estructural de Viviendas de Albañilería-Parte II	30
Tabla 7. Evaluación de las Condiciones Físico Estructural de Viviendas de Adobe	31
Tabla 8. Áreas Totales Resistentes de Muros de Albañilería en Dirección X e Y	34
Tabla 9. Áreas Totales Resistentes de Muros de Adobe en Dirección X e Y	45
Tabla 10. Distribución de las Viviendas por Tipología.....	54
Tabla 11. Resultados del Parámetro N°01, Según Tipología	55
Tabla 12. Resultado del Parámetro N°02, Según Tipología.....	56
Tabla 13. Resultados del Parámetro N°03, Según Tipología	56
Tabla 14. Resultados del Parámetro N°04, Según Tipología	57
Tabla 15. Resultados del Parámetro N°05, Según Tipología	58
Tabla 16. Resultados del Parámetro N°06, Según Tipología	58
Tabla 17. Resultado del Parámetro N°07, Según Tipología.....	59
Tabla 18. Resultados del Parámetro N°08, Según Tipología	59
Tabla 19. Resultados del Parámetro N°09, Según Tipología	60
Tabla 20. Resultados del Parámetro N°10, Según Tipología	61
Tabla 21. Resultados del Parámetro N°11, Según Tipología	61
Tabla 22. Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería.....	62
Tabla 23. Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe	63
Tabla 24. Datos Recolectados de las Viviendas de Adobe	86
Tabla 25. Datos Recolectados de las Viviendas de Albañilería	90
Tabla 26. Resultado del Índice de Vulnerabilidad de Albañilería -Parte I.....	92
Tabla 27. Resultado del Índice de Vulnerabilidad de Adobe -Parte II.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Falla de Tracción por Flexión en las Esquinas.....	11
Figura 2. Vivienda con Falla de Flexión en Esquina Previo Volteo.....	11
Figura 3. Falla por Volteo en un Muro	12
Figura 4. Vivienda cuyos Muros de Adobe han Colapsado por Volteo	12
Figura 5. Falla por Corte de Tracción Diagonal	13
Figura 6. Daño Registrado en una Vivienda por falla de corte de tracción diagonal	13
Figura 7. Daño Registrado en una Vivienda por falla de corte.....	14
Figura 8. Falla por Volcamiento	15
Figura 9. Falla por Cizalle	16
Figura 10. Efectos del Alféizar (Izq) y Aislamiento (Der)	16
Figura 11. Delimitación de Zona de Estudio AA. HH Diez de Marzo-Fila Alta	20
Figura 12. Identificación de Vivienda de albañilería.....	25
Figura 13. Identificación de Vivienda de Adobe	26
Figura 14. Identificación del Estado de la Vivienda de Albañilería.....	26
Figura 15. Identificación de la Calidad de Mampostería de Albañilería	27
Figura 16. Identificación del Estado y Calidad de Mampostería de la Vivienda de Adobe.....	27
Figura 17. Trabajo de Gabinete -Procesamiento de la Información	28
Figura 18. Edificación de Albañilería con Elementos de Arriostre, pero Presenta Discontinuidad en el Frente.	32
Figura 19. Edificación de Albañilería de Ladrillo Artesanal con Mala Conexión de Amarre entre sus Unidades y Mortero de Mala Calidad.	33
Figura 20. Vivienda de Albañilería Ubicada en la Calle Toribio Rodríguez de Mendoza; Mz (D-1); Lt: 13.	34
Figura 21. Edificación de Albañilería con Presencia de Sales y Humedad. Estado de Conservación Deteriorado	38
Figura 22. Edificación de Albañilería con Ausencia de Diafragma Rígido y Techo de Calamina	38
Figura 23. Configuración de Vivienda de Albañilería en Planta.....	39
Figura 24. Edificación de Albañilería con Cambio de Calidad de los Materiales.....	40
Figura 25. Edificación de Albañilería con Adecuada Separación de Muros.....	41

Figura 26. Edificación de Albañilería con Cubierta Inestable de Calamina.....	41
Figura 27. Edificación de Albañilería con Parapeto sin Ningún Elemento de Confinamiento	42
Figura 28. Edificación de Albañilería con Deterioro en sus Componentes.....	43
Figura 29. Edificación de Adobe sin Elementos de Arriostre	44
Figura 30. Edificación de Adobe con Mala Trabazón y Mortero de Buena Calidad de Espesor Continuo.....	44
Figura 31. Vivienda de Adobe Ubicada en la Calle Miguel Iglesias; Mz(Ñ-1); Lt: 12..	45
Figura 32. Edificación de Adobe con Presencia de Humedad y Estado de Conservación Deteriorado	48
Figura 33. Edificación de Adobe con Ausencia de Diafragma Rígido.....	49
Figura 34. Configuración en Planta de una Vivienda de Adobe	50
Figura 35. Configuración en Elevación de Vivienda de Adobe de dos Niveles.....	51
Figura 36. Edificación de Adobe con Inadecuada Separación de Muros	52
Figura 37. Edificación de Adobe con Cubierta Inestable de Material Liviano	52
Figura 38. Edificación de Adobe sin Elementos no Estructurales.....	53
Figura 39. Edificación de Adobe que Presenta Agrietamiento en sus Muros	53
Figura 40. Distribución Según la Tipología de las Edificaciones.....	54
Figura 41. Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería.....	62
Figura 42. Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe	63
Figura 43. Mapa del Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Evaluadas	64
Figura 44. Ficha de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para Albañilería	79
Figura 45. Ficha de Llenado de Evaluación de Vivienda de Albañilería	80
Figura 46. Ficha de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para Adobe	81
Figura 47. Ficha de Llenado de Evaluación de Vivienda de Adobe.....	82
Figura 48. Medición de la Altura de Vivienda de Adobe.....	84
Figura 49. Medición de Espesor de Muros Adobe	85
Figura 50. Medición de Longitud de Muro Adobe.....	85
Figura 51. Medición de la Altura de Vivienda de Albañilería.....	88
Figura 52. Medición de Espesor de Muro de Albañilería.....	88
Figura 53. Medición de Longitud de Muro de Albañilería.....	89
Figura 54. Mapa de Tipología de Viviendas de Mampostería.....	94

RESUMEN

El Perú se considera uno de los países de mayor actividad sísmica y es porque forma parte del cinturón de fuego del pacífico. Por consiguiente, la investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila Alta- Jaén- Cajamarca-2021. La metodología consistió en recolección de datos a través de fichas de evaluación para cada edificación existente, mediante visitas de inspección de manera continua, para posteriormente procesar la data en el programa Excel y hacer un análisis mediante tablas y gráficos de barras. Entre los resultados para las 20 viviendas de tipología de adobe, se tuvo que la vulnerabilidad sísmica fue de un nivel medio con el 40% y un nivel alto con el 60%. Asimismo, que para las 39 edificaciones de albañilería se tuvo un nivel de vulnerabilidad baja con un 43.59%, también un nivel medio con un 38.46% y alta con el 17.95%. Finalmente, con el uso de Sistemas de Información Geográfica se elaboraron mapas temáticos que permiten visualizar los resultados de acuerdo a su vulnerabilidad sísmica.

Palabras clave: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica, Benedetti y Petrini, Mampostería y viviendas.

ABSTRACT

Peru is considered one the most seismically active countries and it is because it is part of the Pacific Ring of Fire. Therefore, the research had as an objective to determine the level of seismic vulnerability using the Benedetti and Petrini vulnerability index method in the masonry houses of the Diez de Marzo-Fila Alta Human settlement- Jaen-Cajamarca-2021. The methodology consisted of data collection through evaluation cards for each existing building, by means of continuous inspection visits, to later process the data in the Excel program and make an analysis through tables and bar graphs. Among the results for the 20 adobe houses, seismic vulnerability was found to be medium with 40% and high with 60%. Likewise, for the 39 masonry buildings there was a low vulnerability level of 43.59%, a medium level of 38.46% and a high level of 17.95%. Finally, with the use of Geographic Information Systems, thematic maps were elaborated that allow visualizing the results according to their seismic vulnerability.

Keywords: Seismic Vulnerability Level, Benedetti and Petrini, Masonry and dwellings.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

En el medio internacional la mayoría de edificaciones se han realizado sin la supervisión y/o asesoramiento técnico, tal es el caso en el país de México, donde el 64.1% de las viviendas se han desarrollado bajo la autoconstrucción, según los datos de la sociedad hipotecaria federal. La autoconstrucción aumenta la incidencia de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, tal es el caso del sismo registrado el 19 de septiembre que afectó especialmente a los estados de Colima y Michoacán, este es el tercer gran sismo ocurrido en los últimos 40 años y tuvo una magnitud de M7.4, dando como registro de daños entre los dos estados más afectados de Colima y Michoacán: 245 edificaciones, un 90% de los 272 daños se registró por protección civil en los territorios evaluados. El 10% restante, 27 edificaciones muestran grietas y deterioro de la estructura de manera superficial (Eduardo M., 2022).

El Perú se considera a nivel mundial como un país potencial sísmico por la mayor presencia de eventos sísmicos, esto debido a que se constituye como parte del cinturón de fuego del pacífico. Actualmente, la construcción de edificaciones en nuestro país no está preparada para soportar actividades sísmicas de diversas magnitudes, la cual nos lleva a tener el caso que la mayoría de viviendas son construidas sin una supervisión técnica y acorde a la normatividad vigente. El sismo más reciente registrado fue el de origen continental de Laguna 2019, esta presentó una magnitud de M8.0 y afectó áreas urbanas en un radio de aproximadamente de 1000 Km, teniendo como efecto de saldo según el reporte complementario: 238 viviendas afectadas; 207 viviendas inhabilitadas; 17 instituciones educativas afectadas; 4 instituciones educativas inhabilitadas; 25 centros de salud afectados; 1 fallecido y 16 heridos (INDECI, 2019).

El departamento de Cajamarca se considera un territorio de silencio sísmico, y es preciso a su origen geológico, condición de los suelos y presencia volcánica, por lo que conlleva a existencia de una gran probabilidad de ocurrencia de sismo. La antigüedad de las viviendas y la informalidad de las construcciones sin una supervisión técnica nos conlleva a que aumente la vulnerabilidad. Tal es el caso del sismo que se registró en el

distrito de san Ignacio del día 21 de julio del 2021 con magnitud de M 5.2, donde dejo como efecto de resultado: 16 viviendas inhabitables; 45 viviendas afectadas; 4 instituciones educativas afectadas y 1 herido (INDECI, 2021).

En la ciudad de Jaén la planificación urbana, se ha desarrollado hasta la actualidad de una forma no planificada y controlada por el gobierno local, lo que ha conllevado al crecimiento hacia los alrededores de la urbe, esta a su vez conlleva a la informalidad del proceso constructivo en las edificaciones. En este contexto, la gran parte de las viviendas de mampostería realizadas en nuestra zona de estudio que es el AA. HH diez de marzo – Fila alta, el proceso constructivo es realizado sin una dirección técnica e lineamiento con las normatividades vigentes, lo que tendrá como efecto la vulnerabilidad ante el incremento de las intensidades sísmicas en la región que se van registrando, dejando como resultado las deformaciones de las edificaciones volviéndolas no habitables.

Nos planteamos la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de Benedetti-Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila alta- Jaén-Cajamarca-2021?

1.2. Justificación

Técnicamente la presente investigación se desarrolló para investigar el estado actual de las viviendas de mampostería de nuestra delimitación de estudio, que a la vez nos permite determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica y así estimar los posibles daños.

Desde el punto de vista económico, es importante porque nos permite proyectar una posible preparación y rehabilitación de la vivienda, con el fin de prevenir como mitigar los daños causados por la ocurrencia de un hecho sísmico.

Socialmente este trabajo de investigación, se justifica por generar un instrumento de gestión municipal para el gobierno local, en la categorización de las viviendas, si se encuentran en el nivel alto, medio o bajo de vulnerabilidad para la toma de acciones inmediatas.

La aplicación de esta metodología para nuestro presente estudio, tiene como objetivo de especificar los niveles de vulnerabilidad sísmicas que presentan las viviendas de mampostería en función a sus parámetros de evaluación.

1.3. Hipótesis

Mediante el método del índice de Benedetti –Petrini, la vulnerabilidad sísmica será alto en las viviendas de Mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo – Fila alta- Jaén- Cajamarca-2021.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila Alta- Jaén- Cajamarca-2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones físico-estructurales de las edificaciones de mampostería que se ubican en el distrito de Jaén – AA. HH diez de marzo-Fila Alta, de acuerdo a su tipología estructural, materiales de las que están construidas, estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos.
- Estimar el índice de Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de mampostería del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén.
- Elaborar un mapa de zonificación donde se identifique los niveles de vulnerabilidad sísmica del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén.

1.5. Antecedentes de la Investigación

1.5.1. Internacionales

Afirma Echevarría y Monroy (2021), indica en el estudio “Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio surinama”. El objetivo fue determinar el índice de vulnerabilidad para evaluar los edificios de mampostería no reforzada en el barrio surinama. El método fue aplicada, cuantitativa y diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que el nivel de vulnerabilidad obtenidos fue baja. concluyo que el método es uno de los más práctico y eficientes.

Afirma Barreto (2020); indica en la investigación “Tipología estructural en los barrios Santa Lucia, Los Héroe y La Urbanización la Esperanza de la ciudad de Tunja”. Tuvo como objetivo dar a conocer una aproximación del nivel de vulnerabilidad que presentan los barrios. La metodología fue aplicada, cuantitativa y a la vez cualitativa y con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que el barrio de Santa Lucia presento un índice de vulnerabilidad baja con 35.33%, media con 62.46% y alta con 2.21%; para el barrio los Héroe se tuvo un índice de vulnerabilidad baja con 53.40%, media con 30.10% y alta con 16.50 y el por último el barrio la esperanza presento un índice de vulnerabilidad baja con un 100%. Concluyo que las viviendas que presentan niveles altos de vulnerabilidad deben ser reforzadas y/o reparadas a fin de mitigar el impacto del sismo.

Afirma Niama (2021); en su investigación, “Estudio comparativo del método italiano y de la secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, para obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas-caso Riobamba, Chimborazo”. Tuvo como objetivo comparar el método italiano y de la secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, para la obtención del índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el incidente de Riobamba. La metodología fue aplicada, cuantitativa y con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que las viviendas del barrio la victoria presentó un nivel de vulnerabilidad media y alta, mientras que en el barrio Miraflores presentó un nivel de vulnerabilidad media.

Afirma, Nisperuza (2019), indica en la investigación, “Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y las NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, municipio del Bagre Antioquia”. Tuvo como objetivo evaluar cualitativamente y comparar el método Benedetti-Petrini y las NRS 2010, en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao. La metodología fue aplicada, cuantitativa y cualitativa al mismo tiempo y con carácter no experimental. Entre sus resultados tuvo que para el método de Benedetti-Petrini se presentó una vulnerabilidad sísmica media con el 72,6% viviendas y para el método de la NSR-10, presento una vulnerabilidad alta con un 73,8% de viviendas. Concluyó cuales eran los parámetros que tienden a aumentar la vulnerabilidad de las edificaciones, tales como el diafragma horizontal, resistencia convencional, el estado de conservación, calidad, cubierta y organización del sistema resistente.

De acuerdo con López (2016), indica en el estudio “Determinación de la vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en casa coloniales en el barrio de Getsemaní de la ciudad de Cartagena”. El objetivo fue identificar la vulnerabilidad de las casonas coloniales en el barrio de Getsemaní de la ciudad de Cartagena. La metodología fue aplicada, cualitativo y con carácter no experimental. Entre sus resultados tuvo que, de las 5 viviendas evaluadas, la primera vivienda presentó un nivel de vulnerabilidad alta, la segunda y tercera, cuarta y quinta vivienda tiene un nivel de vulnerabilidad alta. Concluyo reforzar las viviendas que presentan vulnerabilidad alta.

1.5.2. Nacionales

Afirma Gastelo y Reque (2018), indicando en la investigación “Vulnerabilidad sísmica del distrito de José Leonardo Ortiz – zona este, aplicando los índices de Benedetti y petrini”. Tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica del distrito de José Leonardo Ortiz – zona este, empleando el método del índice de Benedetti y petrini. Su metodología fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo que las edificaciones de adobe con presentaron un nivel de vulnerabilidad media y alta, con 49.56% y 49.44% respectivamente y para las edificaciones de albañilería se tuvo un nivel de vulnerabilidad media con un 65.91%. concluyo que este método internacional presenta resultados confiables en corto tiempo.

Según García y Rumiche (2019) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti-Petrini”. Tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi y líneas vitales empleando el índice de vulnerabilidad Benedetti-Petrini. Su metodología fue aplicada, cuantitativa y cualitativa a la vez y cuyo diseño fue no experimental. Entre sus resultados tuvo que las edificaciones de adobe presentaron un grado de vulnerabilidad alto lo cual representa el 95.72%; para las edificaciones de albañilería cerca de la mitad tiene un grado de vulnerabilidad medio con un 47.29%, así como también hay número considerable de edificaciones que muestran un grado de vulnerabilidad baja (32.67%). Concluyó que este método presenta datos más acordes con lo evaluado, a diferencia de otros métodos.

Afirma Criollo y Santisteban (2019) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) en la ciudad de San José, distrito de San José, Lambayeque”. El objetivo fue identificar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones empleando el índice de Benedetti-Petrini en la ciudad de San José, distrito de San José. Su metodología fue aplicada, cuantitativa y cualitativa a la vez y cuyo diseño fue no experimental. Entre sus resultados tuvo que 159 edificaciones de adobe presentaron un nivel de vulnerabilidad alta con un 90.86% y 897 edificaciones de albañilería presentaron un nivel de vulnerabilidad media con un 50.17% y las edificaciones de concreto armado presentaron un nivel de vulnerabilidad baja. Concluyó que este método evaluativo tiende a maximizar la vulnerabilidad para viviendas de adobe.

Asimismo, Carhuallanqui y Medina (2019), indica en su estudio “Vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en los edificios de la ciudad de Tumbayaco”. El objetivo fue analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de Tumbayaco empleando el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. Su metodología fue aplicada, cuantitativa y cualitativa a la vez y cuyo diseño fue no experimental. Entre sus resultados se tuvo que las edificaciones de adobe se encuentran en un nivel de vulnerabilidad baja de 1.20%, media con 27.54% y alta con 71.26%, por otro lado, para las edificaciones de albañilería se tuvo un nivel de vulnerabilidad baja con 22.84%, media con 55.31% y alta con 21.86% y por último para las edificaciones de concreto armado se presentó un nivel de vulnerabilidad baja de 83.33% y alta con 16.67%.

Concluyo tomar medidas inmediatas en las viviendas que presentaron un nivel de vulnerabilidad alta.

De acuerdo con Medina y Piminchumo (2018), indica en su estudio, “Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti – Petrini”. El objetivo fue analizar la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti – Petrini”. Su metodología fue aplicada, cuantitativo y no experimental. entre sus resultados se tuvo edificaciones de adobe presentaron un nivel de vulnerabilidad baja con 0.07%, media con 14.67% y alta con 85.26%; para las edificaciones de albañilería se tuvo un nivel de vulnerabilidad baja con 38.19%, media con 55.39% y alta con 6.41% y para las edificaciones de concreto armado se tuvo un nivel de vulnerabilidad baja con 46.92%, media con 43.08% y alta con 10.00%. Concluyó que tomar medidas de acción en las viviendas donde la vulnerabilidad es alta para contrarrestar impactos futuros de los sismos sobre las estructuras.

1.5.3. Regional

Según Tucto (2018) nos indica en el estudio “Evaluación del riesgo sísmico utilizando en índice de vulnerabilidad de benedetti-petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca”. Tuvo como objetivo hallar el riesgo sísmico de las viviendas de adobe en la zona urbana del distrito de Llacanora empleando el índice de Benedetti y petrini. La metodología fue aplicada, cualitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo que más del 39.0% de edificaciones presentaron una vulnerabilidad media y más del 60.0% una vulnerabilidad alta. Entre sus conclusiones tuvo refirió que este método es importante ya evalúa de manera rápida las viviendas para poder tomar acciones preventivas.

Afirma Delgado y Nauca (2021) indicando en la investigación “Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica mediante los índices Benedetti- Petrini en el barrio La Colmena, provincia Cajamarca, departamento Cajamarca, 2021”. Tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas del barrio de colmena empleando el índice de Benedetti y Petrini. La metodología fue aplicada, descriptiva, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Tuvo como resultados que el 60% de las edificaciones tuvieron una vulnerabilidad alta, el 30% una vulnerabilidad media y el 10%

una vulnerabilidad baja. Entre sus conclusiones refirió que los resultados obtenidos son los esperados, con lo que se tiene en campo.

Asimismo, Arana y Chávez (2021) indica en la investigación “Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca 2019”. Tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de albañilería del barrio Urubamba. El método fue aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Entre sus resultados se tuvo que más del 25% de edificaciones presentaron una vulnerabilidad media a baja lo cual representa el 59%; 17 viviendas un nivel alto con 39% y solo 1 vivienda presento un nivel de vulnerabilidad alta lo cual representa el 2%. Concluyo que aplicar este método internacional es óptimo para cualquier tipo de vivienda.

Afirma Paredes (2018) indicando en la investigación “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe y tapial de la capital del distrito de Chadín, provincia de Chota”. Tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe y tapial de la capital del distrito de Chadín. La metodología fue aplicada, con enfoque cualitativo y diseño no experimental. Tuvo como resultados que más del 14.00% de casa de tapial presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica alta, 35.71% muestran un nivel medio, 50% un nivel baja y solo 1 vivienda de adobe tuvo una vulnerabilidad alta. Concluyo que este método también es aplicativo en viviendas de tapial, ya que los datos con concordantes con la realidad.

De acuerdo con Salazar (2018) nos indica en la investigación “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús”. El objetivo fue evaluar la Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. La metodología fue aplicada, con enfoque cualitativo y diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que 4 viviendas tuvieron un nivel de vulnerabilidad alto lo cual representa el 47%, 9 viviendas un nivel medio, representando un 30% y 7 viviendas un nivel bajo con el 23%.

1.5.4. Locales

Según Altamirano y Oblitas (2022); nos indica en la investigación, “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del Sector San Camilo aplicando Benedetti -

Petrini e Indeci, Jaén 2022”. El objetivo fue hallar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones mediante el método de Benedetti - Petrini e Indeci. La metodología fue aplicada, con enfoque cualitativo y diseño no experimental -Transversal –Descriptivo. Entre sus resultados tuvo que un 58.82% de edificaciones presento un nivel de vulnerabilidad baja, un 32.35% un nivel de vulnerabilidad medio bajo y solo un 8.82% con un nivel de vulnerabilidad medio alto. Concluyo que el método de Benedetti – Petrini es más confiable al presentar resultados en acorde con lo evaluado.

Afirma Ramos (2020) en la investigación “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el sector pueblo libre en la ciudad de Jaén, Cajamarca-2020”. El objetivo fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras del sector pueblo Libre. La metodología fue aplicada, con enfoque cualitativo y diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que el 67.16% (45) de edificios de albañilería presenta una vulnerabilidad baja, mientras que el 31.34% (21) una vulnerabilidad media, y solo un 1.49% (1) muestra una vulnerabilidad alta. Concluyó tomar medias de reforzamiento en las viviendas que presentan niveles de vulnerabilidad alta.

Según Coronel y Mera (2022); en su investigación, “Nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método Indeci y Benedetti-Petrini de las viviendas del sector guayacán, Jaén-2022”. Tuvo como objetivo hallar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas mediante el método de indeci y benedetti –petrini. La metodología fue básica, con enfoque cuantitativo de diseño no experimental –transversal-descriptivo. Entre sus resultados tuvo que un 3.33% de edificaciones presento un nivel de vulnerabilidad baja, un 83.33% de nivel vulnerabilidad media baja y solo el 13.33% con un nivel media. Concluyo que el método de Benedetti – Petrini presenta mejores condiciones evaluativas.

Asimismo, Tello y Tineo (2021) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada, en el sector la colina –Jaén 2021”. El objetivo fue determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confina del sector la colina mediante el método Benedetti-Petrini. La metodología fue aplicada, con enfoque cualitativo y diseño no experimental. Entre sus resultados presenta el 33% de viviendas con nivel sísmica alta, el 55% un nivel medio y solo un 12% de vivienda un

nivel bajo. Concluyo que las viviendas de albañilería confinada tienen un nivel de vulnerabilidad sísmica en aumento con el tiempo, de medio a alto.

Solo se han encontrado cuatro investigaciones con respecto al tema estudiado en el ámbito local, después de haber realizado una búsqueda exhaustiva en los distintos repositorios locales.

1.6. Bases teóricas

1.6.1. Comportamiento sísmico de edificaciones

El edificio o un grupo de viviendas con respecto a la vulnerabilidad sísmica, se define como su predisposición interna a sufrir daños ante un posible evento sísmico, asimismo está ligada directamente relacionado con sus características físicas y de diseño estructural (Barbat, 1998).

1.6.1.1. Edificaciones de Adobe

La falla de las construcciones de adobe se debe principalmente a la baja resistencia a la tracción y reducida adherencia entre el adobe con el mortero. Dado que todas las viviendas de adobe carecen de refuerzos horizontales y verticales que conecten el techo y sus paredes de soporte, por lo que el techo y el entrepiso se consideran diafragmas flexibles. Por esta razón, se supone que las paredes actúan independientemente unas de otras.

Se realizan análisis sísmicos para los efectos de flexión, volteo y corte. Se verifican las fuerzas que actúan sobre cada pared. Los efectos de flexión e volteo corresponden a la respuesta de los muros cuando se someten a fuerza fuera del plano, y el efecto de corte corresponde a la respuesta del muro a las fuerzas en el plano (Meli et al., 1978).

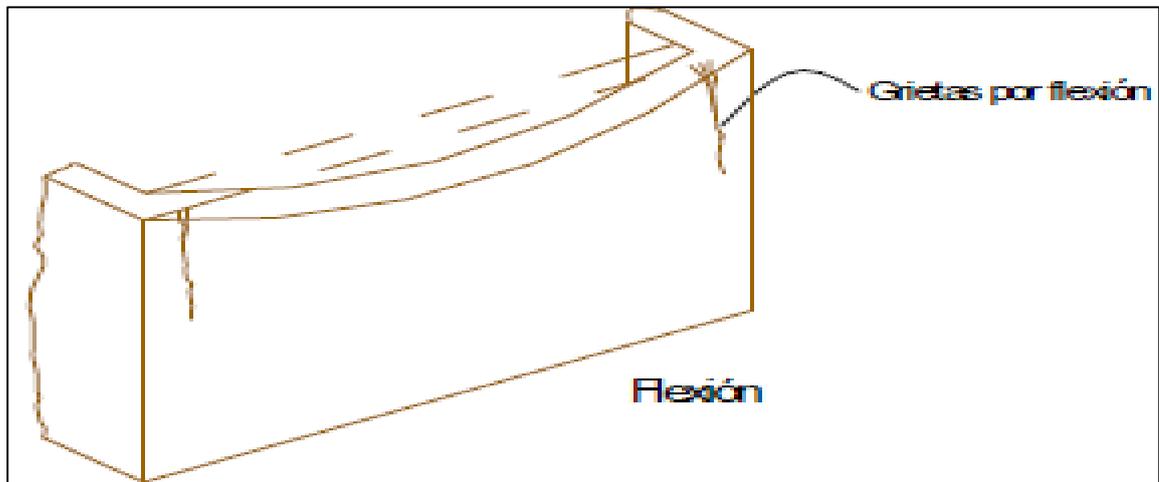
a. Análisis por Flexión

Las primeras fallas que originan cuando se llega a la resistencia de tracción en el adobe, son las grietas que aparecen en las esquinas de los muros (Meli et al., 1978). En las uniones de los muros transversales y esquinas superiores se propagan las fuerzas sísmicas, esfuerzos de tracción cada vez mayores que conducen a la formación de grietas

en las partes superiores como posteriores y después la separación de dichos muros. Esta falla se muestra por el motivo de que el adobe tiene corta resistencia a la tracción (ver figuras 1 y 2).

Figura 1

Falla de Tracción por Flexión en las Esquinas



Nota. La figura muestra la falla de tracción por flexión en las esquinas. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

Figura 2

Vivienda con Falla de Flexión en Esquina Previo Volteo



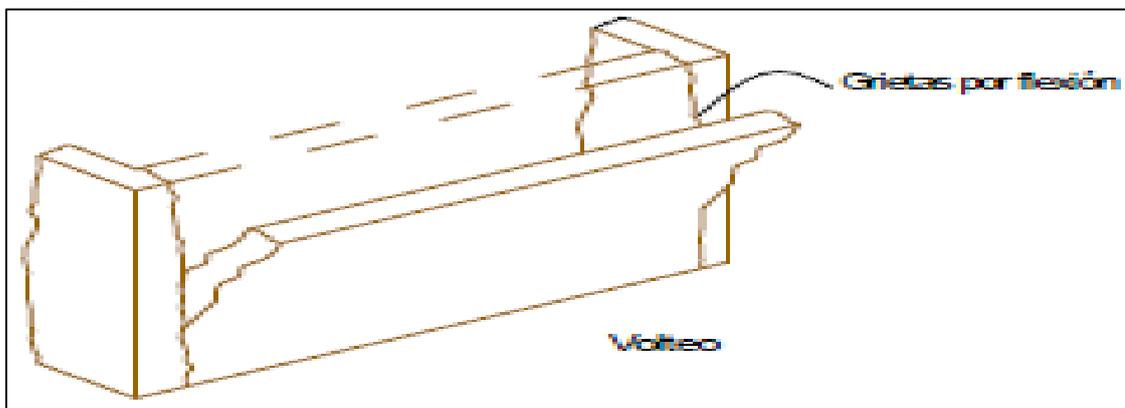
Nota. La figura muestra en la vivienda una falla de flexión en esquina previo volteo. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

b. Análisis por Volteo

Las cargas sísmicas que actúan de forma distribuida en los muros longitudinales, cuando se alcanza la resistencia a tracción del adobe y se separe del muro transversal, las esquinas superiores se agrietaran. Cuando se origina esta separación, el muro vertical pierde sus arriostres extremos y se comportan como elementos independientes en voladizo, tales que al estar sometidos al esfuerzo sísmico va a generar flexión, en la mayoría de casos, el volteo de los muros.

Figura 3

Falla por Volteo en un Muro



Nota. La figura muestra la falla por volteo en un muro. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

Figura 4

Vivienda cuyos Muros de Adobe han Colapsado por Volteo



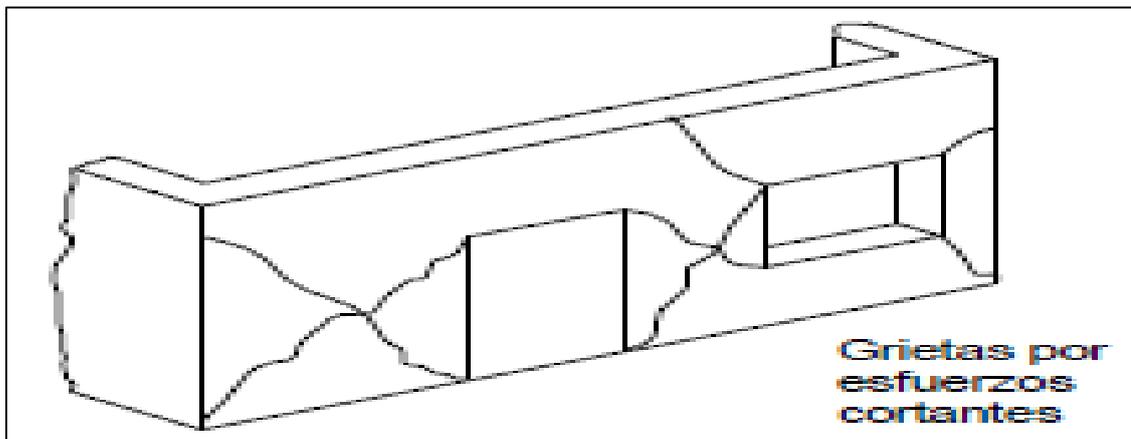
Nota. La figura muestra en la vivienda el colapso por volteo de sus muros. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

c. Análisis por Corte

Las grietas que se producen por esfuerzos de corte en el plano del muro, frecuentemente se muestra una orientación diagonal continuando hacia las juntas verticales y horizontales del adobe (falla escalonada). Esta falla está directamente vinculada con la resistencia de la mampostería a las fuerzas de corte. La falla se produce en las juntas porque el mortero ofrece poca resistencia a los esfuerzos cortantes Ver Figura 5 y 6).

Figura 5

Falla por Corte de Tracción diagonal



Nota. La figura muestra la falla por corte de tracción diagonal. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

Figura 6

Daño Registrado en una Vivienda por falla de corte de tracción diagonal



Nota. La figura muestra el daño de la vivienda por la falla de tracción diagonal. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

1.6.1.2. Edificaciones de Albañilería.

Este sistema se caracteriza por estar compuesta por un muro de albañilería simple encuadrado por elementos de concreto armado. La secuencia se da primero en la construcción del muro de albañilería, luego se confina los elementos verticales (columnas), estos elementos darán ductilidad al sistema, así mismo puede funcionar como arriostres cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano (R. San Bartolomé & Ángel, 1994).

En la actualidad se tiene una concepción equivocada referente a que las columnas y vigas de concreto son más significativos que el muro de albañilería, es decir, la calidad del muro tiene cada vez menos relevancia. Tanto es así, que se usan erradamente los ladrillos pandereta como muro portante de carga vertical y de sismo. A continuación, se muestran las fallas típicas de las edificaciones de albañilería debido a las fuerzas sísmicas son:

a. Fallas por corte

La falla por corte se ha detectado que se dan inicialmente en el primer piso por fuerzas cortantes y se expresa por grietas diagonales en el paño del muro. Esto se explica porque el esfuerzo cortante en el primer piso es mayor que en los pisos siguientes; y el porqué del efecto reductor de la resistencia a cortante de la esbeltez es mayor en el primer piso, porque el momento de flexión es máximo allí (Carhuallanqui y Medina, 2019).

Figura 7

Daño Registrado en una Vivienda por falla de corte



Nota. La figura muestra el daño de una vivienda por falla de corte. Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

b. Volcamiento

Estas fallas por volcamiento se han reportado en los pisos superiores debido a cargas sísmicas perpendiculares al plano del muro (Fig. 8). Esto se debe a fallas en el proceso de construcción, esto nos indica que primero se construyó las columnas y luego se levantó la albañilería, perdiendo así el efecto de arriostramiento vertical que las columnas debían proporcionar. Este orden constructivo no integra a la albañilería con las columnas (Carhuallanqui y Medina, 2019).

Figura 8

Falla por Volcamiento



Nota. La figura muestra la falla por volcamiento de la vivienda .Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

c. Falla por cizalla

Esta falla (figura 09) ocurre en las juntas de construcción columna-solera y columna-cimiento. Los estribos en las columnas no soportan este tipo de falla horizontal, la cual se evitará mediante el refuerzo vertical y área de concreto (Carhuallanqui y Medina, 2019).

Figura 9

Falla por cizalla



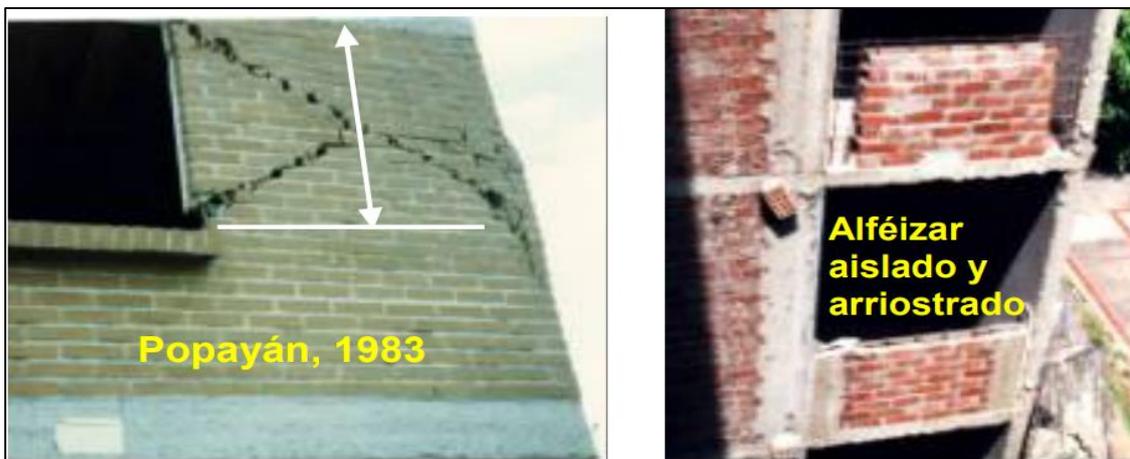
Nota. La figura muestra la falla por cizalla en el muro de la vivienda .Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

d. Efecto alfeizer

Los alfeizares en ventanas reducen la altura efectiva del muro, absorbiendo así el exceso de fuerzas de corte(Fig.10). Por lo que se aconseja el aislamiento, esto debido a que las cargas tanto en el muro de albañilería y alféizar, causa desplazamientos relativos que producen la falla de la albañilería en la zona de la unión (Carhuallanqui y Medina, 2019).

Figura 10

Efectos del Alféizar (Izq.) y Aislamiento (Der.)



Nota. La figura muestra la falla por efecto de alféizar y el arriostrado .Fuente: Medina y Piminchumo (2018).

1.6.2. Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

Para este proyecto de investigación, la mayoría de edificaciones en nuestra delimitación de estudio pertenece a edificaciones de tipología de adobe y albañilería, por lo que, la línea de metodológica estará enfocada a edificaciones de mampostería. Este método empleado para la estimación del índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, consiste en 11 parámetros de evaluación que clasifica la vulnerabilidad sísmica. Para cada parámetro tiene 4 clasificaciones desde A hacia D, donde A refleja en nivel óptimo (menos vulnerable) y D refleja el nivel más desfavorable (más vulnerable) de la estructura. También hay que sobresaltar que cada una de las clasificaciones va a ir acompañada de unos indicadores que servirán para medir en campo a través de las fichas de encuesta.

1.6.2.1. Índice de Vulnerabilidad para Tipología de Mampostería (Adobe y Albañilería).

La cuantificación obtenida de las clases (A, B, C o D), para cada uno de los 11 parámetros de las estructuras, se puede calcular el índice de vulnerabilidad con la suma ponderada del valor de cada parámetro multiplicado por un factor de peso, mediante la ecuación (1):

$$I_V = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i \quad Ec. (1)$$

I_V = Índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.

K_i = Valor numerico del indice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

W_i = Coeficiente de peso del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.

Tabla 1

Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para Edificaciones de Mampostería

PARÁMETROS	Clase K_i				Peso W_i
	A	B	C	D	
1.-Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2.-Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3.-Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4.-Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5.-Diafragmas horizontales.	0	5	15	45	1.00
6.-Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50

7.-Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8.-Distancia máxima entre 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

Nota. Datos tomados de Benedetti y Petrini (1984).

De acuerdo a la Tabla 2, el Índice de Vulnerabilidad (Iv) de la estructura puede estar entre 0 y 382.5 para mampostería, asimismo se propone en normalizar el índice de vulnerabilidad (Ivn) entre un rango 0 a 100. Esto con la finalidad de tener una mejor interpretación de los resultados, se clasificara según los siguientes rangos de vulnerabilidad tomados de referencia (Criollo y Santisteban, 2019).

Tabla 2

Interpolación Lineal para el Método

Interpolación Lineal	
0	0
Iv	Ivn
382.5	100

Nota. Realización propia.

Tabla 3

Rango de Índice de Vulnerabilidad

Escala de Valorización de la Vulnerabilidad	
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
$0 < Iv \text{ norm.} < 20$	Baja
$20 \leq Iv \text{ norm.} < 40$	Media
$Iv \text{ norm.} \geq 40$	Alta

Nota. Datos tomados de Criollo y Santisteban (2019).

1.6.2.2. Aspectos normativos

Los parámetros especificados anteriormente, se debería regir a la normatividad propia de cada región, tomando en cuenta esto se realizó una adecuación a la realidad peruana. En la tabla “4”, se muestra la semejanza de cada parámetro con lo establecido en la norma técnica peruana de edificaciones RNE.

Tabla 4

Semejanza entre los Parámetros Propuestos por el Método de Índice de Vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones

Parámetros	Componentes de RNE
1.- Organización del sistema resistente	Asesoría técnica y criterios de estructuración en adobe y albañilería. Norma de 1997.
2.- Calidad del sistema resistente	Calidad del material y proceso constructivo. Referencia: NTE E.060, NTE E.070, NTE E.080.
3.- Resistencia convencional	Factores sismorresistentes (Z, U, C, S, R, T_p). Referencia: NTE E.030, NTE E.070, NTE E.080.
4.- Posición del edificio y cimentación	Condiciones geotécnicas: Tipo de suelo rígido, intermedio y flexible. NTE E.030.
5.- Diagrama horizontales	Consideraciones para diafragmas. Referencia: NTE E.030, NTE E.060, NTE E.070, NTE E.080.
6.- Configuración en planta	Configuración estructural (I_p : Irregularidad en planta) Referencia: NTE E.030, Art.19.
7.- Configuración en elevación	Configuración estructural (I_a : Irregularidad en altura). Referencia norma: NTE E.030, Art.19.
8.- Separación máxima entre muros y columnas	Densidad de muros en las edificaciones. Referencia norma: NTE E.070, NTE E.080.
9.- Tipo de cubierta	Calidad de la unión de cobertura liviana en el sistema sismorresistente.
10.- Elementos no estructurales	Conexión de los elementos no estructurales. Referencia norma: NTE E.070, Cap.9-10.
11.- Estado de conservación	Condición actual de la vivienda

Nota. Realización propia.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación Geográfica

El presente proyecto de investigación está ubicado al extremo sur de la ciudad de Jaén, en el Asentamiento humano Diez de Marzo –Fila alta que está delimitada entre el Jr. Elias Aguirre –Jr. Toribio Rodriguez de Mendoza- Ca. Huamantanga-Jr. Victor Andres Belaunde-Jr. Miguel Iglesias-Jr. Amalia Puga-Jr. Francisco Bolognesi y la carretera Jaén -Chiclayo.

Figura 11

Delimitación de Zona de Estudio AA. HH Diez de Marzo-Fila Alta



Nota. La figura muestra la delimitación de la zona de estudio. Fuente: Google Earth, (2022).

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

En la presente investigación, las unidades de estudio de la población serán las edificaciones comunes existentes en la delimitación del Asentamiento Humano Diez de Marzo –Fila Alta, teniendo en cuenta según su tipología. De acuerdo a la evaluación de las visitas de campo existen un total de 293 viviendas, donde 97 son de adobe y 196 de albañilería, número que representa el total de nuestra población.

2.2.2. Muestra

Determinamos el tamaño de la muestra considerando el método de una muestra probabilístico aleatorio simple, calculándose con la siguiente fórmula de Cochran (COCHRA, 1977).

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

e = Error máximo permitido

Entonces se tiene los siguientes datos para poder reemplazar en la fórmula:

$$Z = 95\% = 1.96$$

$$P = 95\% = 0.95$$

$$q = 5\% = 0.05$$

$$e = 5\% = 0.05$$

$$N = 293$$

Reemplazando tenemos:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.95 * 0.05 * 293}{0.06^2 * (293 - 1) + 1.96^2 * 0.95 * 0.05}$$

$$n = 59 \text{ viviendas}$$

El valor de n obtenido es el tamaño de la muestra, esta constituye mínimo 59 viviendas de adobe y albañilería.

2.2.3. Muestreo

Posteriormente de calcular el tamaño de la muestra, se realizará un muestreo probabilístico estratificado, esto debido a que todos los elementos de la población tuvieron la ocasión de ser escogidos y estar divididos en sub - grupos según su tipología. La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$n_e = \frac{N_e * n}{N}$$

Donde:

N_e = Total de viviendas según tipología de material

n = Tamaño total de la muestra

N = Tamaño de la población

Reemplazando los valores, para las viviendas de albañilería se tendrá $N_e=196$ y las viviendas de adobe $N_e=97$. Por lo tanto, como resultado se obtiene una muestra $n_e=20$ viviendas de adobe y $n_e=39$ viviendas de albañilería.

2.3. Métodos

2.3.1. Método

El método inductivo, las teorías y leyes se crean a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización de lo observado, esta generalización se da del comportamiento sin que por medio de la lógica se consiga una comprobación de las citadas leyes (Pagot,2003).

Por lo tanto, esta investigación es de tipo inductivo, debido a que implica determinar conclusiones en fundamento de la observación.

2.3.2. Tipo de investigación

Según Altamirano y Oblitas (2022), la investigación de tipo aplicada es aquella donde con el conocimiento científico se busca que una realidad problemática tenga soluciones específicas, esta misma servirá para que autoridades competentes tomen acciones inmediatas.

La presente investigación es aplicada, porque tiene la intención de evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas seleccionadas de mampostería, dichos resultados alcanzados se difundirán para que permitan a las autoridades implicadas tomar decisiones acertadas y acciones inmediatas en las zonas con mayor vulnerabilidad sísmica.

2.3.3. Diseño de investigación

Según Ramos (2020), refiere que un diseño no experimental es la que no tiene alteración en sus variables y cuyo procedimiento será meramente descriptivo.

Nuestro estudio es de diseño no experimental, debido a que se evaluó las características y determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica a través de las fichas de encuestas en campo.

2.3.4. Técnicas

La técnica que usada fue la observación directa, la toma de datos de las viviendas de mampostería, que fueron registradas en las guías de evaluación que nos permitieron poder determinar el índice de nivel de vulnerabilidad.

2.4. Procedimientos de recolección de datos

2.4.1. Materiales

Se necesitaron una serie de materiales y equipos. A continuación, se detallan:

- Plano catastral de Jaén: Que sirvió para poder guiarnos dentro del sector de delimitación de estudio y así realizar nuestra investigación.
- Fichas de Evaluación: Que sirvió para describir las características principales y su respectivo componente de su material, de cada vivienda de mampostería.
- Cámara fotográfica: Que sirvió para la toma de evidencias de fotos a cada una de las viviendas seleccionadas en campo.
- Wincha: Que sirvió para poder medir y así anotar los datos obtenidos en las visitas, tales como altura, espesor de juntas, entre otros que ayudaron a la realización de esta investigación.
- Computadora: Que sirvió para el procesamiento de la información obtenida en las visitas de campo y utilización de programas de software de ingeniería.

2.4.2. Fase 01: Elaboración de las guías de evaluación

En esta primera fase, para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo – Fila Alta, se elaboró la ficha técnica de índice de vulnerabilidad de acuerdo a los 11 parámetros del método de Benedetti – Petrini.

Para la ficha de evaluación se atribuye en cada parámetro una serie de instrucciones a cada letra o calificación A, B, C y D (Ver anexo N°1, Guía de evaluación del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini).

2.4.3. Fase 02: Trabajo de campo

En esta etapa se realizó el diagnóstico actual de las edificaciones comunes dentro de la delimitación de estudio, con previa autorización del teniente gobernador del sector y permiso de los propietarios. La visita de campo nos permitió contrastar las medidas y sub divisiones de los lotes dentro de las manzanas, debido que el plano catastral proporcionado por MPJ-GIDUR no está actualizado.

2.4.4. Fase 03: Identificación de las viviendas

En esta etapa se realizó la contabilidad general de las viviendas según su tipología, para luego obtener nuestra muestra representativa a evaluar. La selección de esta muestra se da en forma aleatoria y la conforman viviendas que presentan deficiencias en su construcción como su estado de conservación actual. Después de la selección se realizó las coordinaciones de solicitud de permiso y hacer de conocimiento el objetivo de esta investigación como la metodología a aplicar.

Figura 12

Identificación de vivienda de albañilería



Nota. La figura muestra la identificación de vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

Figura 13

Identificación de vivienda de adobe



Nota. La figura muestra la identificación de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

2.4.5. Fase 04: Aplicación de la encuesta

En esta etapa se procedió a visitar los propietarios de cada vivienda seleccionada del área de estudio, se les detallo el propósito de la investigación para luego aplicar la ficha de encuesta. Esta se da con la finalidad de recolectar la data necesaria, para la evaluación de los parámetros que influyen en el nivel de la vulnerabilidad sísmica.

Figura 14

Identificación del Estado de la Vivienda de Albañilería



Nota. La figura muestra la identificación del estado de la vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

Figura 15

Identificación de la Calidad de Mampostería de Albañilería



Nota. La figura muestra la identificación de la calidad de mampostería de albañilería.
Fuente: Realización propia.

Figura 16

Identificación del Estado y Calidad de Mampostería de la Vivienda de Adobe



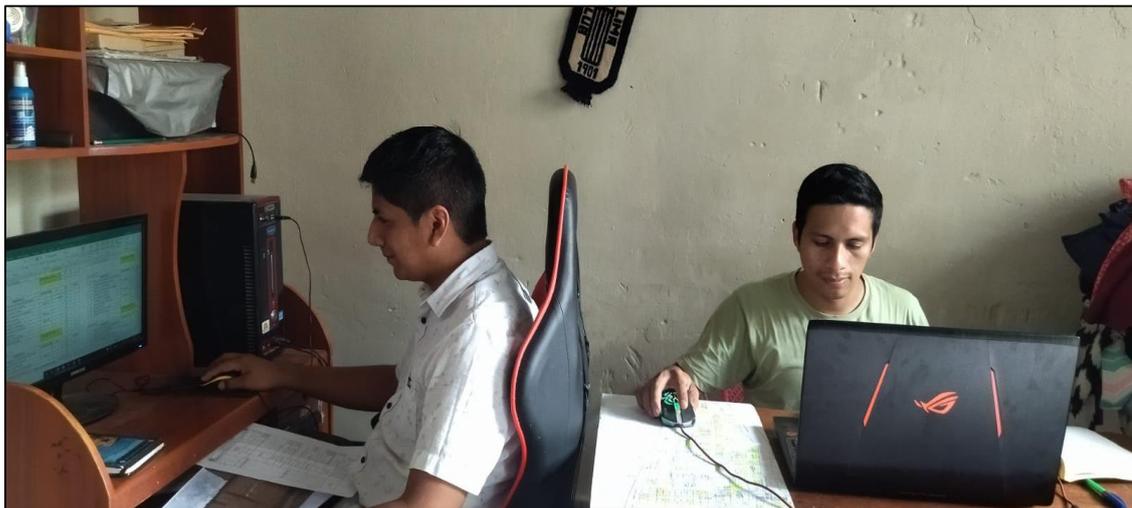
Nota. La figura muestra la identificación del estado y calidad de mampostería de la vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

2.4.6. Fase 05: Trabajo de Gabinete-Procesamiento de la Información

Para esta etapa, se procesó la data de las fichas de encuesta realizadas en las visitas de campo. La data se procesará en hojas de cálculo del software MS-Excel para luego hacer el análisis e interpretación de estos resultados. Para los planos de cada vivienda seleccionada de adobe y albañilería de un piso hay que resaltar que en su mayoría han sido producto de la autoconstrucción, por lo que no fue posible obtener directamente los planos por parte de los propietarios. Por lo tanto, se aprovechó la información obtenida de campo que son las mediciones de las viviendas y el dibujo representativo de esta.

Figura 17

Trabajo de Gabinete -Procesamiento de la Información



Nota. La figura muestra el trabajo de gabinete en procesamiento de la data. Fuente: Realización propia.

2.4.7. Fase 06: Elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Sísmica

Por último, se elaboró el mapa de vulnerabilidad sísmica, teniendo como fin el de obtener la integración y representación de manera eficiente nuestra data de información, se procedió a la aplicación de la herramienta SIG (Sistema de información geográfica).

III. RESULTADOS

3.1. Evaluar las condiciones físico-estructurales de las edificaciones de mampostería que se ubican en el distrito de Jaén – AA. HH diez de marzo-Fila Alta, de acuerdo a su tipología estructural, materiales de las que están construidas, estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos.

3.1.1. Evaluación de condiciones físico-estructurales de las edificaciones de albañilería

Tabla 5

Evaluación de las condiciones físico estructurales de viviendas de albañilería – parte I

Viviendas de albañilería					
Viviendas N°	Materiales	Estado de conservación	Irregulari dad en planta	Irregulari dad en altura	Niveles
1		malo	NO	NO	1
2		malo	NO	NO	1
3	Muros de ladrillo	regular	NO	NO	1
4	artesanal, confinado	malo	SI	NO	1
5	con columnas de	regular	NO	NO	1
6	concreto armado y con	regular	NO	NO	1
7	cubierta de calamina	bueno	SI	SI	2
8		regular	SI	NO	1
9		malo	NO	NO	1
10	Muros de ladrillo pandereta, confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de losa aligerada	bueno	SI	SI	2
11	Muros de ladrillo	regular	SI	SI	2
12	artesanal, confinado	bueno	SI	NO	1
13	con columnas de	bueno	SI	SI	2
14	concreto armado y con	regular	NO	NO	1
15	cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
16	Muros de ladrillo artesanal, confinado con columnas de	bueno	SI	SI	2
17	concreto armado y con cubierta de losa aligerada	bueno	NO	NO	1

Nota. Realización propia.

Tabla 6

Evaluación de las condiciones físico estructurales de viviendas de albañilería – parte II

Viviendas de albañilería					
Vivien das N°	Materiales	Estado de conservaci ón	Irregulari dad en planta	Irregula ridad en altura	Nivel es
18		Bueno	SI	SI	2
19		regular	SI	NO	1
20		regular	SI	NO	1
21	Muros de ladrillo artesanal,	regular	SI	SI	2
22	confinado con columnas de concreto	regular	SI	NO	1
23	armado y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
24		regular	NO	NO	1
25		regular	NO	NO	1
26		regular	SI	NO	1
27	Muros de ladrillo artesanal, confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de losa aligerada	bueno	SI	NO	2
28	Muros de ladrillo artesanal,	bueno	SI	NO	1
29	confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de calamina	regular	NO	NO	1
30	Muros de ladrillo pandereta, confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de calamina	bueno	NO	SI	2
31	Muros de ladrillo artesanal,	bueno	SI	NO	1
32	confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
33	Muros de ladrillo artesanal, confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de losa aligerada	regular	NO	NO	1
34	Muros de ladrillo artesanal,	malo	NO	NO	1
35	confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
36	Muros de ladrillo artesanal, confinado con columnas de concreto armado y con cubierta de losa aligerada	regular	SI	NO	1
37	Muros de ladrillo artesanal,	regular	NO	NO	1
38	confinado con columnas de concreto	regular	SI	NO	1
39	armado y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1

Nota: para la evaluación del estado de conservación se tomarán en cuenta su tipología estructural, materiales de construcción, su estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos; donde será bueno si cumplen con todas las premisas, será regular si al menos no cumple con 1 y/o 2 premisas y malo si no cumple con más de tres premisas

Nota. Realización propia.

De la interpretación de las tablas 5 y 6, se tiene que 11 viviendas están en buen estado, 23 en regular estado y 5 viviendas en mal estado, asimismo que los materiales de construcción de las viviendas son las mayorías de ladrillo artesanales, seguido de ladrillo pandereta, confinadas con columnas y vigas para las presentan losa aligerada y solo con columnas para las tienen cubierta de calamina. Además 15 viviendas no presentan irregularidad en planta, el resto sí; por otro lado, referente a las irregularidades en altura 31 viviendas no presentaron irregularidad en altura.

3.1.2. Evaluación de condiciones físico-estructurales de las edificaciones de adobe

Tabla 7

Evaluación de las condiciones físico estructurales de viviendas de adobe

Vivien das N°	Viviendas de adobe				
	Materiales	Estado de conservació n	Irregularida d en planta	Irregula ridad en altura	Nive les
1		regular	NO	NO	1
2		regular	SI	NO	1
3	Muros de adobe y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
4		malo	NO	NO	1
5		regular	NO	NO	1
6	Muros de adobe, lucido con yeso y con cubierta de calamina	regular	SI	SI	2
7	Muros de adobe y con cubierta de calamina	regular	SI	SI	2
8		malo	NO	NO	1
9	Muros de adobe, lucido con yeso y con cubierta de calamina	regular	SI	NO	1
10		malo	NO	NO	1
11		regular	SI	NO	
12		malo	SI	NO	1
13		regular	SI	NO	1
14		regular	SI	NO	1
15	Muros de adobe y con cubierta de calamina	malo	NO	NO	1
16		regular	NO	NO	1
17		regular	SI	NO	1
18		malo	SI	NO	1
19		regular	SI	NO	1
20		malo	SI	NO	1

Nota: para la evaluación del estado de conservación se tomarán en cuenta su tipología estructural, materiales de construcción, su estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos; donde será bueno si cumplen con todas las premisas, será regular si al menos no cumple con 1 y/o 2 premisas y malo si no cumple con más de tres premisas.

Nota. Realización propia.

De la interpretación de la tabla 7, se tiene que todas las viviendas son de adobe sin confinamiento horizontal ni vertical, y que solo 7 viviendas se encuentran en mal estado, el resto en estado en regular, asimismo que 7 viviendas no presentan irregularidad en planta y la mayoría sí; hablar de la irregularidad en elevación es referir que solo 2 viviendas presentan esta deficiencia.

3.2. Estimar el índice de Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de mampostería del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén.

3.2.1. Evaluación de una Vivienda de Albañilería por el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

Se realizó el detalle del cálculo de los parámetros de la edificación de albañilería, realizándose la inspección técnica de la vivienda para la recolección de datos, seguido del procesamiento de la información y asimismo el cálculo del nivel de vulnerabilidad que presenta.

3.2.1.1. Parámetro N° 1: Tipo y Organización

La edificación presenta elementos de arriostre verticales y horizontales, pero presenta deficiencias como discontinuidad en la parte superior, asimismo durante su construcción no contó con una supervisión técnica. Por lo tanto, le corresponde a una clase tipo C.

Figura 18

Edificación de albañilería con elementos de arriostre, pero presenta discontinuidad en el frente.



Nota. La figura muestra la discontinuidad en los elementos de arriostre. Fuente: Realización propia.

3.2.1.2. Parámetro N° 2: Calidad del sistema resistente

Según lo observado, la edificación tiene como material constructivo el ladrillo artesanal, la cual no presenta un buen amarre entre las unidades de albañilería y el mortero de sus juntas. Por lo tanto, se le asigna como clase tipo D.

Figura 19

Edificación de albañilería de ladrillo artesanal con mala conexión de amarre entre sus unidades y mortero de mala calidad.



Nota. La figura muestra la mala conexión de amarre entre sus unidades de ladrillo artesanal y mortero de mala calidad. Fuente: Realización propia.

3.2.1.3. Parámetro N° 3: Resistencia convencional

En este parámetro se utilizó la metodología propuesta por Hurtado y Cardona, llamada demanda de ductilidad DD, que permite determinar la clase a cuál pertenece la edificación.

Figura 20

Vivienda de Albañilería Ubicada en la Calle Toribio Rodríguez de Mendoza; Mz (D-1); Lt: 13.



Nota. La figura muestra la ubicación de vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

a. Determinación de las áreas de los muros en la dirección X e Y

Consiste en determinar las áreas totales resistentes de los muros de la edificación, para lo cual se hará uso de la curva en función al área techada.

Tabla 8

Áreas Totales Resistentes de Muros de Albañilería en Dirección X e Y

Ax		Ay	
At	Curva x	At	Curva y
70.93	$2.397439359 + \frac{2.318417081 * At^{77.08250324}}{88.0455841977.08250324 + At^{77.08250324}}$	2.40	$70.93 + \frac{1.815560872 + (-0.007572404 * At)}{1 + (-0.010221548 * At) + 2.37165 * 10^{-5} * At}$

Nota. Realización propia.

b. Determinar la resistencia cortante menos favorable (VR)

Se basa en determinar la resistencia mínima a cortante, considerando el área mínima del muro resistente en la dirección x o y, calculado en el ítem A. La resistencia cortante menos favorable se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VR = \min(Ax, Ay) * v \quad Ec. 3.1$$

Donde:

Ax: Área de muros en X m^2

Ay: Área de muros en Y m^2

V: Resistencia al cortante de los muros

Donde la resistencia al cortante de los muros se consideró de $15 \text{ ton}/m^2$, por ser mampostería confinada, y la menor área resistente de muros de 2.40 m^2 en la dirección X.

$$VR = 2.40m^2 * 7.5 \text{ ton}/m^2 = 17.98 \text{ ton.}$$

c. Calcular el peso de la edificación (W)

El peso del edificio se determina como la carga del peso en los muros, pisos y cubierta. El peso del edificio se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$W = N * (Ax + Ay) * h * P_m + M * P_s * A_t + A_c * P_c \quad Ec. 3.2$$

Donde:

W : Peso de la estructura

A_t : Área techada en planta del primer nivel (m^2) = 70.93

A_x : Área de muros en X (m^2) = 2.40

A_y : Área de muros en Y (m^2) = 3.24

h : Altura promedio de entrepiso (m) = 2.70

N : Número de pisos de la edificación = 1.00

P_m : Peso específico de la mampostería (ton/m^3) = 1.80

P_s : Peso por unidad de área del diagrama horizontal (ton/m^2) = 0.06

M : Es el número de diafragmas horizontales = 1.00

A_c : Área total de cubiertas (m^2) = 78.02

$$P_c \quad : \text{Peso por unidad de cubierta (ton/m}^2\text{)} \quad = 0.025$$

$$W = 1 * (2.40 + 3.24) * 2.70 * 1.80 + 1 * 0.06 * 70.93 + 78.02 * 0.025$$

$$W = 33.26 \text{ ton.}$$

d. Calcular el peso de la edificación (W) Cálculo del coeficiente sísmico resistente (CSR)

Es la cantidad de peso que la edificación resiste, es decir como cortante horizontal en la dirección más desfavorable. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$CSR = VR/W \quad \text{Ec.3.3}$$

Reemplazando los valores en la ecuación, se tiene que la resistencia cortante menos favorable (VR) de 17.98 ton, se calculó en el ítem B, también el peso de la edificación (W) será de 33.26 ton donde también se obtuvo en el ítem C.

$$CSR = \frac{17.980796 \text{ ton}}{33.260811 \text{ ton}} = 0.5406$$

e. Cálculo del coeficiente sísmico exigido (CSE)

Es el valor obtenido del espectro de aceleraciones de diseño para determinado periodo de vibración. se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$CSE = Z * U * S * C/R \quad \text{Ec.3.4}$$

Dónde:

CSE: Coeficiente sísmico exigido

S	: Factor de suelo	= 1.20
U	: Factor de uso	= 1.00
Z	: Factor de zona	= 0.25
R	: Coeficiente de reducción de la fuerza sísmica	= 3.00
C	: Coeficiente sísmico	= 2.50

Para la clasificación del perfil de suelo (S), se realizó tomando como dato el estudio de la microzonificación sísmica realizada por Indeci-2015, por lo tanto, se clasifica como un perfil tipo S2=1.20 (suelos intermedios).

Según la norma E.030 Diseño sismorresistente, el factor de zona (Z) será 0.25 por estar ubicado en la zona sísmica 2, el factor de uso (U) igual a 1 por ser una edificación común. Reemplazando los valores en la ecuación de tiene:

$$CSE = 0.25 * 1.00 * 1.20 * 2.50/3.00 = 0.25$$

f. Cálculo de la demanda de ductilidad (DD)

Se calculó la demanda de ductilidad a través de la siguiente ecuación:

$$DD = CSE / \frac{VR}{W} \quad Ec. 3.5$$

El coeficiente sísmico exigido (CSE) de 0.25, calculado de ítem E y el coeficiente sísmico resistente (CSR) será de 0.932, valor que se obtuvo del ítem D.

$$DD = 0.25/0.5406 = 0.46$$

El valor de DD=0.46 para este parámetro indica que la edificación tiene como clase A.

3.2.1.4. Parámetro N° 4: Posición del edificio y cimentación

La inspección visual será la parte de la evaluación de este parámetro, tomando en cuenta las características físicas que presenta el suelo donde la edificación ha sido cimentada. En la edificación se pudo visualizar que presenta humedad y/o sales en el muro, además el cimiento se realizado sin una supervisión técnica, también presenta un estado de conservación deteriorado. Por lo tanto, a la edificación de albañilería le corresponde una clase de tipo D.

Figura 21

Edificación de Albañilería con Presencia de Sales y Humedad. Estado de Conservación Deteriorado



Nota. La figura muestra la presencia de sales y humedad de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

3.2.1.5. Parámetro N° 5: Diafragmas horizontales

Para esta edificación albañilería se observó la ausencia de diafragma rígido, la cual solo presenta techo de calamina y se apoya en vigas de Guayaquil. Esto implica el problema de inestabilidad que podría tener como resultado el colapso total del edificio, por lo tanto, corresponde a una calificación de clase tipo D.

Figura 22

Edificación de Albañilería con Ausencia de diafragmas rígidos y techo de calamina



Nota. La figura muestra la ausencia de diafragmas rígidos de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

3.2.1.6. Parámetro N° 6: Configuración en Planta

Para este parámetro se revisa la simetría en planta que presenta las edificaciones, teniendo en cuenta que, si sus secciones se parecen a un cuadrado, estas son las que presentan mayor resistencia ante una actividad sísmica.

Figura 23

Configuración de Vivienda de Albañilería en Planta



Nota. La figura muestra la configuración de vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

Dimensiones:

a 8.00 m

l 10.00 m

b 0.00 m

β_1 0.800 m

β_2 0.00 m

Se procede a calcular: $\beta_1 = a/l = 8.00m/10.00m = 0.800$

En esta edificación de albañilería al realizar el cálculo tenemos como calificación de clase A, esto nos indica que la edificación tiene simetría en planta y sin grandes protuberancias adicionales de tener problemas de torsión.

3.2.1.7. Parámetro N° 7: Configuración en Elevación

Para la edificación de mampostería se verifico la variación de áreas entre pisos sucesivos $\pm \frac{DA}{A}$. En la vivienda de albañilería que se está evaluando se observa una edificación de dos niveles, donde se aprecia un cambio de calidades de materiales, en el primer nivel se ha utilizado ladrillo artesanal y el segundo nivel ladrillo pandereta, lo que conlleva a una variación de masas, por lo tanto, corresponde a una calificación de tipo D.

Figura 24

Edificación de Albañilería con Cambio en la Calidad de los Materiales



Nota. La figura muestra el cambio en calidad de los materiales de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

3.2.1.8. Parámetro N° 8: Distancia Máxima entre Muros

En esta edificación se comprobó la separación existente entre los muros que se encuentran transversalmente a los muros longitudinales. La clasificación estará dada por el factor L/S , donde S es el espesor del muro longitudinal y L es la separación existente entre los muros transversalmente. Para esta vivienda de albañilería se tiene una separación existente entre sus muros de 3.69 m y el espesor de muro maestro de albañilería sin tarrajeo es de 0.23 m. Se procede a calcular la distancia máxima $=L/S=3.69m/0.23m=16.04$.

El resultado obtenido es menor que 15, es decir $L/S < 15$. Por tanto, asimismo presenta una adecuada separación entre los muros longitudinales y transversales. Por lo tanto, le corresponde a una clase A.

Figura 25

Edificación de Albañilería con Adecuada Separación de Muros



Nota. La figura muestra la adecuada separación de muros de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

3.2.1.9. Parámetro N° 9: Tipo de cubierta

En esta edificación presenta una cubierta liviana de calamina, a la vez se encuentra en las malas condiciones y no está conectada correctamente a los muros por lo cual genera inestabilidad, por lo tanto, le corresponde a una clase tipo D.

Figura 26

Edificación de Albañilería con Cubierta Inestable de Calamina



Nota. La figura muestra la cubierta inestable de calamina de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

3.2.1.10. Parámetro N° 10: Elementos no estructurales

Para esta edificación de albañilería, podemos apreciar el parapeto sin elementos de confinamiento que conecten a la estructura, por lo tanto, de acuerdo a sus características le corresponde la clase C.

Figura 27

Edificación de Albañilería con parapeto sin ningún elemento de confinamiento



Nota. La figura muestra el parapeto sin ningún elemento de confinamiento de vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

3.2.1.11. Parámetro N° 11: Estado de conservación

De acuerdo a lo observado la edificación se encuentra ligeramente dañada en algunos elementos estructurales, con deterioro en sus componentes de albañilería y además de un mal estado de conservación, por lo tanto, lo corresponde a una clase tipo D.

Figura 28

Edificación de Albañilería con Deterioro en sus Componentes



Nota. La figura muestra el deterioro en sus componentes de vivienda de albañilería.
Fuente: Realización propia.

Luego de asignar una clase para cada parámetro de las viviendas de albañilería, se debe proceder a realizar el cálculo del índice de vulnerabilidad (I_v), multiplicando el valor de la clase (K_i) por el peso correspondiente de cada parámetro (W_i).

3.2.2. Evaluación de una Vivienda de Adobe por el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

Se realiza el detalle del cálculo de los parámetros para una edificación de adobe de dos niveles. Primero se hizo una inspección técnica a la vivienda para la recolección de datos y así mismo hacer el procesamiento de la información para el análisis, por último, se determina el nivel de vulnerabilidad que presenta la vivienda.

3.2.2.1. Parámetro N° 1: Tipo y Organización

La edificación de adobe no presenta elementos de arriostre verticales y horizontales, asimismo su proceso de construcción no conto con asesoría técnica. Por lo tanto, le corresponde una clase tipo D.

Figura 29

Edificación de Adobe sin elementos de arriostre



Nota. La figura muestra la sin elementos de arriostre de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.2. Parámetro N° 2: Calidad del sistema resistente

De acuerdo a lo observado la vivienda es de mampostería de adobe, además no presenta buena trabazón y mortero de barro de buena calidad con espesor continuo. Por lo tanto, corresponde a una clase tipo D.

Figura 30

Edificación de Adobe con mala trabazón y mortero de buena calidad de espesor continuo



Nota. La figura muestra la mala trabazón de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.3. Parámetro N° 3: Resistencia convencional

En este parámetro se utilizó la metodología propuesta por Hurtado y Cardona, llamada demanda de ductilidad DD, que permite determinar la clase a cuál pertenece la edificación.

Figura 31

Vivienda de Adobe Ubicada en la Calle Miguel iglesias; $M_z(\tilde{N}-1)$; Lt:12



Nota. La figura muestra la ubicación de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

a. Determinar las áreas de los muros en la dirección x e y

Consiste en determinar las áreas totales resistentes de los muros de la edificación, para lo cual se hará uso de la curva en función al área techada.

Tabla 9

Áreas Totales Resistentes de Muros de Adobe en Dirección x e y

Área techada (At)	Ax		Área techada (At)	Ay	
	Curva x	Ax		Curva y	Ay
102.60	$2.9789 + \frac{7.3327 * At^{7.1962}}{88.1708^{7.1962} + At^{7.1962}}$	8.47	102.60	$4.68577853 + \frac{4.573557225 * At^{54.1380524}}{82.2167139^{54.1380524} + At^{54.1380524}}$	9.26

Nota. Realización propia.

b. Determinar la resistencia cortante menos favorables (VR)

Se basa en determinar la resistencia mínima a cortante, considerando el área mínima del muro resistente en la dirección x o y, calculado en el ítem a. La resistencia cortante menos favorable se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VR = \min(Ax, Ay) * v \quad \text{Ec. 3.6}$$

Donde:

Ax: Área de muros en X m^2

Ay: Área de muros en Y m^2

v: Resistencia al cortante de los muros

Donde la resistencia al cortante de los muros se consideró de $5 \text{ ton}/m^2$, por ser mampostería de adobe, y la menor área resistente de muros de 8.47 m^2 en la dirección X.

$$VR = 8.47m^2 * 5 \text{ ton}/m^2 = 42.34 \text{ ton}$$

c. Cálculo del peso de la edificación (W)

El peso del edificio se determina como la carga del peso en los muros, pisos y cubierta. El peso del edificio se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$W = N * (Ax + Ay) * h * P_m + M * P_s * A_t + A_c * P_c \quad \text{Ec.3.7}$$

Donde:

W	: Peso de la estructura	
A_t	: Área techada en planta de dos niveles (m^2)	= 102.60
A_x	: Área de muros en X (m^2)	= 8.47
A_y	: Área de muros en Y (m^2)	= 9.26
h	: Altura de entrepiso (m)	= 5.00
N	: Número de pisos de la edificación	= 2.00
P_m	: Peso específico de la mampostería (ton/m^3)	= 1.60
P_s	: Peso por unidad de área del diagrama horizontal (ton/m^2)	= 0.20
M	: Es el número de diafragmas horizontales	= 2.00

$$A_C \quad : \text{Área total de cubiertas (m}^2\text{)} \quad = 112.86$$

$$P_C \quad : \text{Peso por unidad de cubierta (ton/m}^2\text{)} \quad = 0.025$$

$$W = 2 * (8.47 + 9.26) * 5.00 * 1.60 + 2.00 * 0.20 * 102.60 + 112.86 * 0.025$$

$$W = 327.28 \text{ ton}$$

d. Cálculo del coeficiente sísmico resistente (CSR)

Es el porcentaje del peso de la edificación que es resistido por la estructura, es decir como cortante horizontal en la dirección más desfavorable. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$CSR = VR/W \quad \text{Ec.3.8}$$

La resistencia cortante menos favorable (VR) de 42.34 ton, se calculó en el ítem b, asimismo el peso de la edificación (W) será 327.28 ton donde se obtuvo del ítem c. Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$CSR = \frac{42.337267}{327.28447} = 0.1293$$

e. Cálculo del coeficiente sísmico exigido (CSE)

Es el valor obtenido del espectro de aceleraciones de diseño para determinado periodo de vibración. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$CSE = S * U * C \quad \text{Ec.3.9}$$

Dónde:

CSE: Coeficiente sísmico exigido

$$S \quad : \text{Factor de suelo} \quad = 1.40$$

$$U \quad : \text{Factor de uso} \quad = 1.00$$

$$C \quad : \text{Coeficiente sísmico} \quad = 0.15$$

Para la clasificación del perfil de suelo (S), se realizó tomando como dato el estudio de microzonificación sísmica realizada por Indeci-2015, por lo tanto, se considera como factor de suelo S=1.4 (suelos intermedios o blandos). De acuerdo a la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, el factor de uso (U) igual a 1 por ser una vivienda: Unifamiliar y multifamiliar tipo quinta, también el coeficiente sísmico (C) será

0.15 por estar ubicado en la zona sísmica 2. Reemplazando los siguientes valores en la ecuación se tiene:

$$CSE = 1.40 * 1.00 * 0.15 = 0.21$$

f. Cálculo de la demanda de ductilidad DD

Se calculó la demanda de ductilidad a través de la siguiente ecuación:

$$DD = CSE / \frac{VR}{W} \quad Ec. 3.10$$

El coeficiente sísmico exigido (CSE) de 0.21, calculado del ítem e y el coeficiente sísmico resistente (CSR) será de 0.1293, valor que se obtuvo del ítem d.

$$DD = 0.21/0.1293 = 1.62$$

El valor de DD=1.55 para este parámetro indica que la edificación tiene como clase D.

3.2.2.4. Parámetro N° 4: Posición del edificio y cimentación

Para este parámetro se tuvo en consideración las características físicas que presenta el suelo donde la edificación ha sido cimentada. La edificación evaluada tiene una cimentación sin asesoría técnica, a la vez se presencia humedad y con un estado de conservación deteriorado en las bases y los muros. Por lo tanto, corresponde a una clase tipo D.

Figura 32

Edificación de Adobe con Presencia de humedad y estado de conservación deteriorado



Nota. La figura muestra la presencia de humedad y estado conservación deteriorado de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.5. Parámetro N° 5: Diafragmas horizontales

Para este parámetro se verifico, la presencia de un techo de calamina el cual se apoya en un diafragma de vigas de madera y Guayaquil. Por lo tanto, corresponde a una calificación de clase tipo C.

Figura 33

Edificación de Adobe con Ausencia de Diafragma Rígido



Nota. La figura muestra la ausencia de diafragma rígido de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.6. Parámetro N° 6: Configuración en planta

Se revisa la simetría en planta que presenta las edificaciones, tomando en cuenta que, si sus secciones se parecen a un cuadrado, estas son las que presentan mayor resistencia ante una actividad sísmica. Por el contrario, sucede cuando las secciones muy largas podrían provocar problemas de torsión y concentraciones de esfuerzos en los puntos más alejados del centro de gravedad o rigidez.

Dimensiones:

a 7.70m

l 10.50m

b 0.00m

β_1 0.733m

β_2 0.00m

Figura 34

Configuración en Planta de una Vivienda de Adobe



Nota. La figura muestra la configuración en planta de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

$$\beta_1 = a/l = 7.70m/10.50m = 0.733$$

En esta edificación de adobe tenemos como resultado $\beta_1 = 0.733$. Por lo tanto, le corresponde la calificación B.

3.2.2.7. Parámetro N° 7: Configuración en elevación

Para la edificación de mampostería se verifico la variación de áreas entre pisos sucesivos $\pm \frac{DA}{A}$. En la vivienda de adobe que se está evaluando se observa una edificación de dos niveles, donde al realizar el metrado de cargas se comprobó que no existe variación de masas, por lo tanto, corresponde a una calificación de tipo A.

Figura 35

Configuración en elevación de vivienda adobe de dos niveles



Nota. La figura muestra la configuración en elevación de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.8. Parámetro N° 8: Distancia máxima entre muros o columnas

En esta edificación se verifico la separación existente entre los muros que se encuentran transversalmente a los muros longitudinales. La clasificación estará dada por el factor L/S , donde S es el espesor del muro longitudinal y L es la separación existente entre los muros transversalmente.

Para esta vivienda de adobe, las cuales parámetros anteriores se evaluó, tiene una separación existente entre sus muros de 7.44 m y el espesor de muro maestro de adobe sin tarrajeo es de 0.40 m. Se procede a calcular:

$$\text{Distancia máxima} = L/S = 7.44\text{m}/0.40\text{m} = 18.60$$

El resultado obtenido es mayor que 7.8, es decir $L/S \geq 7.8$. Por lo tanto, la edificación corresponde a una clase D.

Figura 36

Edificación de Adobe con inadecuada separación de muros



Nota. La figura muestra la inadecuada separación de muros en edificación de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.9. Parámetro N° 9: Tipo de cubierta

En esta edificación se verificó que presenta una cubierta de material liviano de calamina y en malas condiciones con desniveles, a su vez no tiene una conexión adecuada a los muros por lo que genera inestabilidad. Por lo tanto, le corresponde a una clase de tipo D.

Figura 37

Edificación de Adobe con Cubierta Inestable de Material Liviano



Nota. La figura muestra la cubierta inestable de edificación de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.10. Parámetro N° 10: Elementos no Estructurales

De acuerdo a lo observado, la edificación no presenta elementos no estructurales. Por lo tanto, lo corresponde la clase A.

Figura 38

Edificación de Adobe sin elementos no estructurales



Nota. La figura muestra sin elementos estructurales en edificación de adobe. Fuente: Realización propia.

3.2.2.11. Parámetro N° 11: Estado de conservación

De acuerdo a lo observado, la edificación de adobe se encuentra con deterioro en sus componentes y con un mal estado de conservación, además se observa la presencia de agrietamiento en los muros. Por lo tanto, lo corresponde a una clase tipo D.

Figura 39

Edificación de Adobe que presenta agrietamiento en sus Muros



Nota. La figura muestra agrietamiento en muro en edificación de adobe. Fuente: Realización propia.

Luego de asignar una clase para cada parámetro de las viviendas de adobe, se procedió a realizar el cálculo del índice de vulnerabilidad (I_v), multiplicando el valor de la clase (K_i) por el peso correspondiente de cada parámetro (W_i).

3.2.3. Resultado de los 11 Parámetros de las Viviendas de Mampostería Evaluadas

Según la tabla 10 y la figura 40, se constató que existe un total de 293 viviendas de mampostería, las cuales 97 viviendas de adobe que representa el 33.1% del total de viviendas existentes en la delimitación de estudio y 196 viviendas de albañilería que representa el 66.9%.

Tabla 10

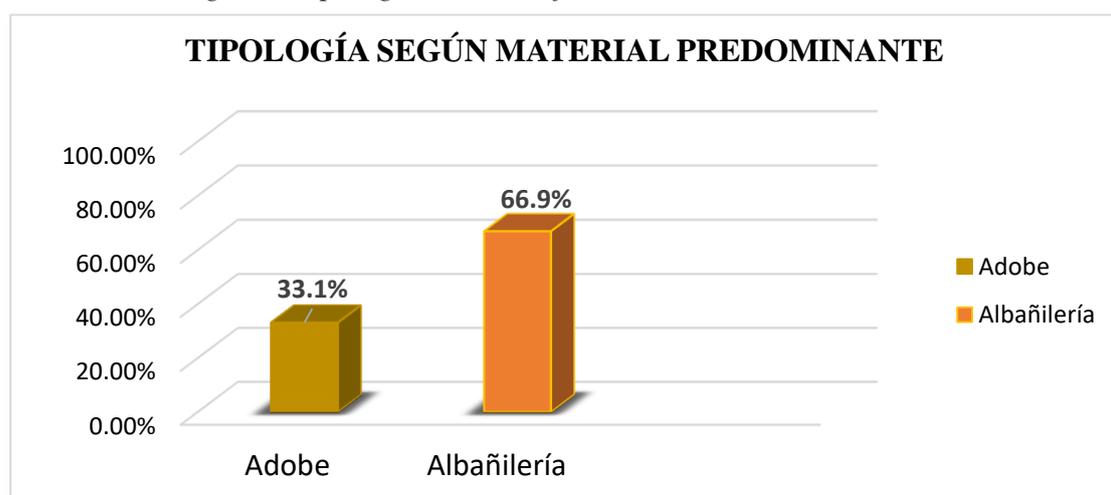
Distribución de las Viviendas por Tipología

Tipología	N° lotes	%
Adobe	97	33.1%
Albañilería	196	66.9%
Total	293	100%

Nota. Realización propia.

Figura 40

Distribución Según la Tipología de las Edificaciones



Nota. La figura muestra sin distribución según tipología de edificaciones. Fuente: Realización propia.

3.2.3.1. Parámetro N° 1: Tipo y organización del sistema resistente

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro. Para este parámetro se evaluó los elementos resistentes, así como su proceso constructivo y el uso de la normatividad sismorresistente.

Tabla 11

Resultados del Parámetro N°01, Según Tipología

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	5	12.82%	0	0%
B	6	15.38%	0	0%
C	19	48.72%	5	25%
D	9	23.08%	15	75%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 11. Se puede observar que, para las edificaciones de adobe se le designo la clase D (75%). Esto debido a que no presentan elementos de confinamiento las edificaciones construidas sin asesoría técnica, por tal motivo no tiene el comportamiento tipo “cajón”. La mayor parte de edificaciones de albañilería se le designo la clase C (48.72%), esto hace referencia que presentan algunas deficiencias en su confinamiento y proceso constructivo.

3.2.3.2. Parámetro N° 2: Calidad del sistema resistente

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 12*Resultados del Parámetro N°02, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	4	10.26%	0	0%
B	8	20.51%	0	0%
C	18	46.15%	5	25%
D	9	23.08%	15	75%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 12. Se puede observar que la mayoría de edificaciones de adobe se le designo la clase D (75%) y C (25%). Para este tipo de construcción la calidad del material empleado es deficiente por ser elaborado artesanalmente, además de no cumplir las especificaciones mínimas de la normatividad E.080. Las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase C (46.15%), esto debido a que se ha construido con ladrillo artesanal de bajos estándares de calidad en su fabricación y falta de una supervisión técnica bajo a lo especificado a la normativa E.070.

3.2.3.3. Parámetro N° 3: Resistencia convencional

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 13*Resultados del Parámetro N°03, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	24	61.54%	18	90%
B	8	20.51%	0	0%
C	5	12.82%	0	0%
D	2	5.13%	2	10%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según tabla 13. Se puede observar que la totalidad de edificaciones de adobe se les asigna la clase A (90%), esto debido al espesor del muro de adobe que contribuye en el aumento del área resistente, además la mayoría de edificaciones de adobe son de 1 nivel con cubierta liviana que aligera el peso de la estructura respecto al área resistente. Las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase A (61.54%), esto nos indica que no presentan grandes áreas construidas sin divisiones, además la mayoría de las construcciones de sus muros se utiliza ladrillo en cabezal, por lo que aumenta su densidad de muro y son de 1 nivel.

3.2.3.4. Parámetro N° 4: Posición del edificio y cimentación

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 14

Resultados del Parámetro N°04, Según Tipología

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	0	0%	0	0%
B	24	61.54%	1	5%
C	9	23.08%	9	45%
D	6	15.38%	10	50%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 14. Se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les designa la clase D (50%) y C (45%), esto se debe a que presenta humedad y/o sales en el muro, además han sido cimentadas sin una supervisión técnica y con un estado de conservación deteriorado. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase B (61.54%) debido a que está asentada sobre suelo intermedio y flexible, según la norma E.070 y sin presencia de humedad y/o sales.

3.2.3.5. Parámetro N° 5: Diagrama horizontal

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 15*Resultados del Parámetro N°05, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	4	10.26%	0	0%
B	16	41.03%	13	65%
C	17	43.59%	7	35%
D	2	5.13%	0	0%
Total	39	100%	0	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 15. se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les designo la clase B (65%) y C (35%) porque no presenta una conexión eficaz entre diafragma y muro. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase B (41.03%) y C (43.59%), esto indica que no está puesto en contacto el sistema diafragma rígido al sistema resistente vertical.

3.2.3.6. Parámetro N° 6: Configuración en planta

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 16*Resultados del Parámetro N°06, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	15	38.46%	7	35%
B	17	43.59%	9	45%
C	6	15.38%	4	20%
D	1	2.56%	0	0%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 16. se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les asigno la clase B (45%) y A (35%), esto significa que las edificaciones tienen simetría en planta y sin protuberancias adicionales. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase B (43.59%), además esto nos indica que las edificaciones tienen simetría en planta y sin grandes protuberancias adicionales de tener problemas de torsión.

3.2.3.7. Parámetro N° 7: Configuración en elevación

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 17

Resultados del Parámetro N°07, Según Tipología

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	31	79.49%	19	95%
B	1	2.56%	0	0%
C	1	2.56%	1	5%
D	6	15.38%	0	10%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 17. Se puede observar que la totalidad de edificaciones de adobe se les asigno la clase A (95%), esto debido a que presenta regularidad de planta y en su mayoría no muestra modificación en las áreas techadas porque son de un nivel. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase A (79.49%), lo cual nos indica que la gran mayoría no presenta irregularidades en altura.

3.2.3.8. Parámetro N° 8: Separación máxima entre columnas y muros

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 18

Resultados del Parámetro N°08, Según Tipología

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	12	30.77%	0	0%
B	16	41.03%	0	0%
C	9	23.08%	0	0%
D	2	5.13%	20	100%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según tabla 18. se puede observar que la mayoría de edificaciones de adobe se les asigno la clase D (100%), además esto se debe al esparcimiento excesivos entre los muros transversales que tiene un promedio de separación de 6.72m y el espesor de 0.40m. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase B (41.03%) y A (30.77%) que muestran una adecuada separación entre los muros longitudinales y transversales. Además, con una separación promedio de muros transversales de 4.05m y un espesor de 0.25m.

3.2.3.9. Parámetro N° 9: Tipo de cubierta

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 19

Resultados del Parámetro N°09, Según Tipología

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	11	28.21%	1	5%
B	18	46.15%	4	20%
C	7	17.95%	10	50%
D	3	7.69%	5	25%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 19. se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les asigno la clase C (50%), además esto se da por que presenta una cubierta inestable y en malas condiciones.

En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase B (46.15%) que presenta cubierta inestable y en buenas condiciones

3.2.3.10. Parámetro N° 10: Elemento no estructural

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 20*Resultados del Parámetro N°10, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	27	69.23%	20	100%
B	0	0%	0	0%
C	9	23.08%	0	0%
D	3	7.69%	0	0%
Total	39	0%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 20. Se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les asignó la clase A (100%), esto se debe a que presentan elementos no estructurales aceptablemente conectados al sistema.

En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase A (69.23%), debido a que los elementos estructurales están bien conectados al sistema resistente. También hay que resaltar que se designó con la clase C (23.08%) por tener presencia de parapetos mal conectados y elementos deteriorados debido a la antigüedad.

3.2.3.11. Parámetro N° 11: Estado de conservación

La siguiente tabla muestra el número y porcentaje de edificaciones según su tipología, a la vez la calificación dada A, B, C Y D para este parámetro.

Tabla 21*Resultados del Parámetro N°11, Según Tipología*

Clase	Albañilería		Adobe	
	N° Lotes	%	N° Lotes	%
A	30	76.92%	0	0%
B	2	5.13%	2	10%
C	2	5.13%	13	65%
D	5	12.82%	5	25%
Total	39	100%	20	100%

Nota. Realización propia.

Según la tabla 21. se observa que la totalidad de edificaciones de adobe se les asigno C (65%), esto debido que no presentan fisuras en sus muros, pero en mal estado de conservación. En las edificaciones de albañilería, la mayoría de edificaciones son de clase A (76.92%) que presenta muros en buenas condiciones sin fisuras visibles

3.2.4. Evaluación niveles de vulnerabilidad según la tipología de la vivienda

3.2.4.1. Niveles de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de albañilería

En la tabla 22 y Figura 41. Se puede observar los rangos de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de albañilería.

Tabla 22

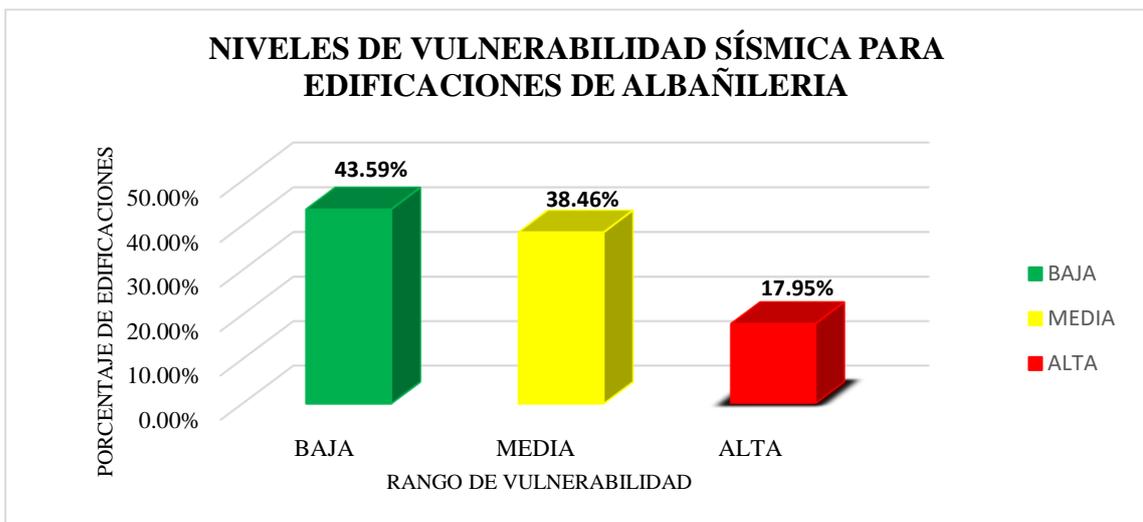
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería

Rango de vulnerabilidad	Nº Lotes	%
Baja	17	43.59 %
Media	15	38.46%
Alta	7	17.95%
Total	39	100 %

Nota. Realización propia.

Figura 41

Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Albañilería



Nota. La figura muestra los niveles de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería. Fuente: Realización propia.

3.2.4.2. Niveles de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de adobe

En la tabla 23 y Figura 42. Se puede observar los rangos de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de adobe.

Tabla 23

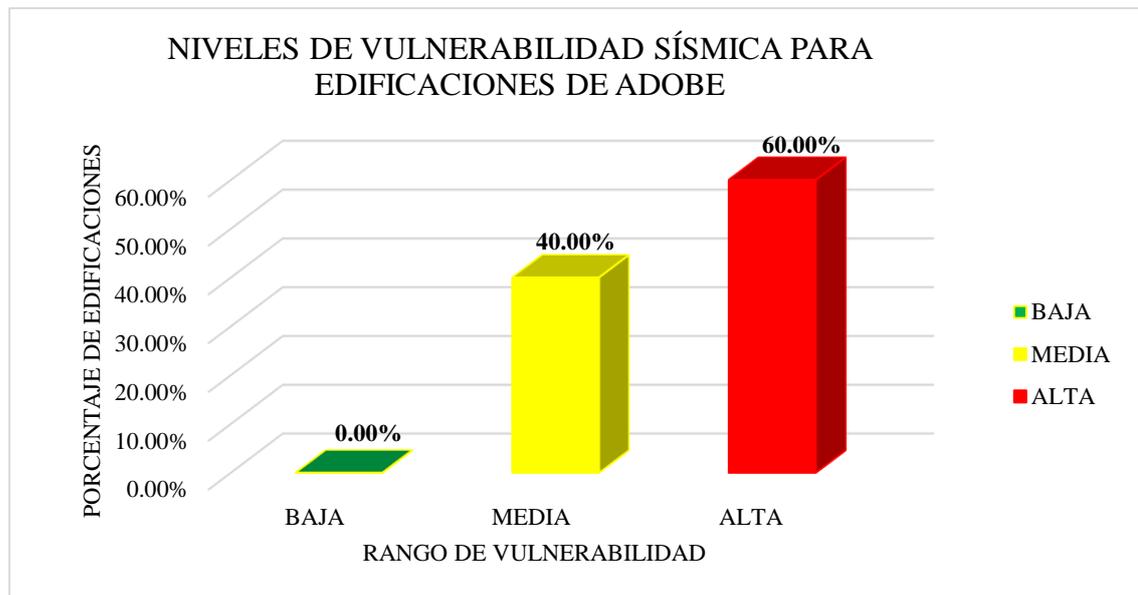
Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe

Rango de vulnerabilidad	N° LOTES	%
Baja	0	0 %
Media	8	40%
Alta	12	60%
Total	20	100 %

Nota. Realización propia.

Figura 42

Niveles de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe



Nota. La figura muestra los niveles de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe.

Fuente: Realización propia.

3.3. Elaborar un mapa de zonificación donde se identifiquen los nivel de vulnerabilidad sísmica del AA. HH diez de marzo – Fila alta, Jaén.

Figura 43
 Mapa del nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas evaluadas



Nota. La figura muestra el mapa de vulnerabilidad sísmica de viviendas evaluadas. Fuente: Realización propia.

IV. DISCUSIÓN

Para la evaluación de las condiciones físico-estructurales de las edificaciones de mampostería que se ubican en el distrito de Jaén – AA. HH diez de marzo-Fila Alta, se realizaron mediante 6 premisas fundamentales, como la su tipología estructural, materiales de construcción, su estado, irregularidades en planta o altura y número de pisos; donde se tuvo que el estado de conservación para las viviendas de albañilería son más del 58% que presentan un regular estado y solo 12.82% un estado pésimo, deduciéndose que las viviendas de regular estado en corto tiempo pasaran a un mal estado sino se toman medidas de mantenimiento y conservación; por otro lado se ha determinado que la gran mayoría de viviendas están construidas con unidades de albañilería artesanales, seguido de unidades de ladrillo pandereta, confinados con columnas y vigas, asimismo presentando algunas losas aligeradas y en algunos casos solo cubiertas de calamina, es así que de lo mencionado se puede definir que estos materiales difieren en mucho de lo que sugiere la normativa vigente NTE 070, agregando que las mayoría de estas edificaciones presentan malas prácticas constructivas y mala calidad en sus materiales, y que sumado a los diseños imprevistos han conllevado a que más del 61.53% las edificaciones presenten irregularidad en planta y el 20.51% viviendas irregularidad en elevación; haciendo que el nivel de vulnerabilidad en las viviendas aumente. Por otro lado, para las viviendas de adobe se determina que su estado de conservación es malo, esto debido a que sus elementos son susceptibles a las distintas acciones naturales y físicas a las que cada día están expuestas; asimismo agregar que ninguna vivienda ha recibido mantenimiento, ni ha sido construida teniendo criterio de la normativa vigente NTE 080. Estos resultados y deducciones presentan similitud con la investigación de Delgado y Nauca (2021) en su investigación diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica mediante los índices Benedetti- Petrini en el barrio La Colmena, provincia Cajamarca, donde también verifica que las viviendas evaluadas en su mayoría, no tienen mantenimientos conllevando a que en el tiempo presenten un mal estado y asimismo que lo materiales son deficientes, acompañado de falta técnica en los procesos de construcción; por otro lado también tenemos al autor Criollo y Santisteban (2019) donde en su estudio denominado vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) en la ciudad de San José, Lambayeque, donde presentó resultados idénticos también, agregando la importancia de construir bajo la normativa vigente, para que estas viviendas

puedan ser durables y presentar respuestas óptimas ante eventos sísmicos de moderada magnitud. Por otro lado, se concuerda también con el estudio local realizado por Ramos (2020), que tuvo como fin determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el sector pueblo libre en la ciudad de Jaén, Cajamarca-2020, donde refiere que son la mayoría de las construcciones de viviendas de la ciudad de Jaén que son realizadas de manera empírica, no respetando ninguna de las normativas vigentes, lo que conlleva a que tipología estructural, materiales de construcción, estado de conservación, irregularidades en planta o altura y número de pisos, sean inadecuados.

Para la estimación del índice de Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de mampostería del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén; se hicieron uso de los 11 parámetros de Benedetti Petrini, para 59 viviendas de las cuales 39 viviendas fueron de albañilería y 20 viviendas de adobe, todas asentadas en suelos intermedios y flexibles y con una configuración en altura óptima, por otro lado se tuvo que las viviendas de albañilería solo el 12.82% no cumplen con al menos uno de los requisitos de la norma E-0.70, mientras que el 15.38% no cumplían con al menos dos de los requisitos, y para la viviendas de adobe indicar que el 75% bajo ningún indicio de la normativa E-0.80; asimismo para la organización del sistema resistente en viviendas de albañilería, se tuvo que el 46.15% su espesor de junta era mayor a 1.5cm y que los ladrillos son mala calidad; para las viviendas de adobe se tuvo que el 75.00% no cumple con ninguna condición de las características de un buen sistema resistente; y referir a la resistencia convencional es indicar que la mayoría de viviendas de albañilería y adobe la cual representan el 61.54% y 90% presentaron una resistencia convencional óptima. Hablar de diafragmas horizontales es hacer hincapié que el 41.03% de viviendas de albañilería presentaron una deficiente conexión entre el diafragma y muros, seguido del 43.59% que tuvieron también estas deficiencias, pero sumado la presencia de planos a desnivel en algunas partes, y que para edificaciones de adobe el 65% el techo estaba compuesto de caña y vigas de madera, cuyo estado era bueno y que el 35% estuvo compuesto por los mismos materiales pero defectuosos; otro parámetro a detallar es la configuración en planta donde se observó que más de 61.00% de viviendas de albañilería y adobe presentaron una configuración media y el resto una configuración óptima. Para la distancia máxima entre muros o columnas para las viviendas de adobe todas fueron deficientes, esto debido a que no presentaban elementos de arriostramiento y las distancias eran excesivas de los muros, sin embargo

para las edificaciones de albañilería solo el 33.33% fueron óptimos; para el parámetro tipo de cubierta se tuvo que tanto en las viviendas de albañilería y adobe la mayoría no garantizan estabilidad en la cubierta debido a la prácticas empíricas de su construcción; y finalmente son más del 69.00% y 100% de viviendas de albañilería y adobe respectivamente que no presentan elementos no estructurales y del estado de conservación de las viviendas de adobe son el 25% que están en pésimo estado y el 65% en regular estado, sin embargo para las edificaciones de albañilería son más del 76% que si presentaron óptimas condiciones. De lo descrito y el análisis e interpretación realizada, se ha determinado que el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti Petrini en el Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila Alta, Jaén , fue que el 43.59% de viviendas de albañilería presentaron un nivel Baja, el 38.46% de las viviendas un nivel media y solo 17.95% un nivel alto; y para la viviendas de adobe se tuvo que ninguna edificación presento el nivel Bajo, el 40.00% de las edificaciones presentó nivel media y el 60.00% un nivel alto, siendo así que la hipótesis planteada solo tiene predominancia para las edificaciones de albañilería, ya que las gran mayoría de viviendas presentan un nivel bajo, sin embargo la hipótesis difiere para la viviendas de adobe ya que el nivel de vulnerabilidad predominante es alto. Datos similares obtuvo Medina y Piminchumo (2018), en su investigación vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti – Petrini, donde después de haber evaluado mediante los 11 parámetros obtuvo que los niveles de vulnerabilidad predominantes para la edificaciones de albañilería fueron alta y para las edificaciones de adobe de media seguido del nivel bajo; asimismo también se tuvo a García y Rumiche (2019) en su investigación que tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti-Petrini, donde obtuvo que son siempre la gran parte de viviendas de adobe las que tienden a presentar nivel de vulnerabilidad alta y que las viviendas que albañilería son las tienden a presente niveles de vulnerabilidad de medio a bajo. De todo lo mencionado se deduce que este método de Benedetti-Petrini es una herramienta la cual sus cálculos evaluativos se basa en la información de las propiedades físicas y mecánicas de los elementos estructurales y no estructurales del edificio y asimismo en la aplicación de fórmulas, que en conjunto conllevan a que los datos sean confiables y tengan concordancia con lo que se evalúa. Esta deducción concuerda con Carhuallanqui y Medina (2019) en su investigación que tuvo como

objetivo analizar la vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en los edificios de la ciudad de Tumán.

De la elaboración de un mapa de zonificación donde se identifique los niveles de vulnerabilidad sísmica del AA. HH diez de marzo-Fila alta, Jaén, se realizó una integración y representación de manera eficiente de la información y resultados mediante la herramienta SIG (Sistema de información geográfica), donde se pueden diferenciar los distintos niveles de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda y para cada tipología, siendo así el color verde que representa un nivel de vulnerabilidad baja, color amarillo media y un color rojo que representa la vulnerabilidad alta. Esta metodología empleada, presenta alguna similitud con estudio que realizó Arana y Chávez (2021) en su investigación vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca 2019, donde presento un mapeo de la vulnerabilidad sísmica del sector trabajado en AutoCAD, representándolo mediante distintos colores según el nivel de vulnerabilidad; asimismo también tenemos a Paredes (2018) en su investigación que tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe y tapial de la capital del distrito de Chadín, provincia de Chota, donde también zonificó la vulnerabilidad de su sector empleando el uso de colores en las viviendas según el nivel de vulnerabilidad para un mejor entendimiento. Se empleó como metodología el uso del SIG para tener un mapa de zonificación más completo y entendible para la identificación del nivel de vulnerabilidad de cada vivienda evaluada. Sin embargo, Autores como Gastelo y Reque (2018) en su investigación que tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica del distrito de José Leonardo Ortiz – zona este, aplicando los índices de Benedetti y Petrini, menciona que para realizar una zonificación de la vulnerabilidad de las viviendas basta con el uso del programa Autocad y el uso de colores representativos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los niveles predominantes de la vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de Benedetti y Petrini en las viviendas de mampostería del Asentamiento Humano Diez de Marzo-Fila Alta, Jaén, Cajamarca; fueron baja para las viviendas de albañilería y alta para las de adobe. Serán las viviendas de adobe que en cortos tiempo pasarán a un nivel mayor de vulnerabilidad.
- Seis premisas se tuvieron en cuenta para evaluar las condiciones físico-estructurales de las edificaciones de mampostería que se ubican en el distrito de Jaén – AA. HH diez de marzo-Fila Alta; donde el estado de conservación predominante para las viviendas de albañilería fue regular y para las de adobe también, pero que en corto tiempo pasarán a un estado malo.
- Once parámetros de evaluación se tuvieron para la aplicación del método Benedetti y Petrini, donde se concluyó que el 43.59% de viviendas de albañilería poseen un nivel de vulnerabilidad baja, el 38.46% un nivel medio y solo el 17.95% un nivel alto, deduciendo que el 40% de viviendas de adobe presentaron un nivel de vulnerabilidad media y el 60% un nivel alto.
- Se han identificado un total de 39 viviendas de albañilería y 20 viviendas de adobe, que han sido identificadas en mapas con colores diversos según su nivel de vulnerabilidad sísmica; donde el color representa un nivel alto, el verde baja, el amarillo medio.

5.2. Recomendaciones

- Tomar medidas preventivas e inmediatas de reforzamiento en las viviendas que presentan nivel de vulnerabilidad alto, a fin de prevenir la destrucción de las viviendas frente futuros sismos y con ello proteger la seguridad en integridad de sus habitantes.
- Realizar las evaluaciones de las condiciones físico-estructurales de las edificaciones, mediante otros métodos que se basen en las características mecánicas de los materiales, y realizar comparativos de carácter crítico para mejorar instrumentos de recolección de datos de evaluación de viviendas.
- Usar el método Benedetti y Petrini, puesto que es un método fácil y sencillo de aplicar, además que presenta datos confiables y reales con lo que se evalúa en campo. Por otro lado, se recomienda realizar comparativos con otros métodos internacionales.
- Se recomienda realizar la zonificación geotécnica del suelo del sector y enlazarlo al método de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini, para posibles mejoras y /o reforzamiento de la ficha.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, H. y Oblitas Cardozo, M. (2022). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del Sector San Camilo aplicando Benedetti - Petrini e Indeci, Jaén 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93424>
- Arana, R. y Chávez, J. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28230>
- Barbat, Á. H. (1998). El riesgo sísmico en el diseño de edificios. Calidad siderúrgica.
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: Un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. L'industria delle costruzioni, 149, 66-74.
- Carhuallanqui, F. y Medina, G. (2019). *Vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en los edificios de la ciudad de Tumbán* [Tesis de pregrado, Universidad Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Digital Universidad Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4299>
- COCHRAN, William G. (1977). Técnicas de Muestreo. <https://hi.1lib.limited/book/22432056/dd0d7e>
- Criollo, J. y Santisteban, A. (2019). *Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) en la ciudad de San José, distrito de San José, Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Digital Universidad Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3153>
- Delgado, S. y Nauca, J. (2021). *Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica mediante los índices Benedetti- petrini en el barrio La Colmena, provincia Cajamarca, departamento Cajamarca, 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad César

- Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85865>
- Echeverría, J. y Monroy, M. (2021). *Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Digital Universidad Santo Tomas.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33800>
- Eduardo, M. (2022). AQUILA, MICHOACÁN, MEXICO SEPTEMBER 19, 2022, Mw 7.6 EARTHQUAKE [Data set]. DesignSafe-CI. <https://www.designsafe-ci.org/data/browser/public/designsafe.storage.published//PRJ-3708>
- García, J. y Rumiche, G. (2019). Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti-Petrini [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4126>
- Gastelo, D. y Reque, Á. (2018). Vulnerabilidad sísmica del distrito de José Leonardo Ortiz – zona oeste, aplicando los índices de Benedetti y Petrini [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3053>
- López-Hernández, L. (2016). Determinación de la vulnerabilidad en las estructuras de las casas coloniales ubicadas en el barrio Getsemaní de la ciudad de Cartagena [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. Repositorio Universidad de Cartagena. <https://hdl.handle.net/11227/3724>
- Nisperuza-Lopez, D. (2019). *Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y las NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, municipio del Bagre Antioquia* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Digital Universidad Santo Tomas.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16713>

- Medina, J. y Piminchumo, C. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de monsefú aplicando los índices de Benedetti – Petrini* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3143>
- Meli, R., Bazán, E., & Padilla, M. (1978). ANALISIS SISMICO DE VIVIENDAS DE ADOBE. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 20, 14-23.
- Niama-López, D. (2021). Estudio comparativo del método italiano y de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, para obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas—Caso Riobamba, Chimborazo. *INCITEC (REVISTA INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA)*, 1(2). <https://doi.org/10.53632/incitec.v1i2.97>
- Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente.(2016). <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- Norma técnica E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. (2017). https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
- Peredes-Edquén, H. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe y tapial de la capital del distrito de Chadín, provincia de Chota* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2537>
- Pérez Chilcón, C. R., & Oblitas Neyra, J. A. (2020). Riesgo Sísmico de las Viviendas de Albañilería Confinada del Sector El Huito de la Ciudad de Jaén. Universidad Nacional de Jaén. <http://localhost/jspui/handle/UNJ/271>
- Ramos, R. (2020). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el sector pueblo libre en la ciudad de Jaén, Cajamarca-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/272>
- REPORTE COMPLEMENTARIO N° 4265 -COEN - INDECI. (2021). INDECI Tarea de Todos. <https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reporte-preliminar-n-1703-21->

[7-2021-coen-indeci-1115-horas-movimiento-sismico-de-magnitud-5-2-en-el-distrito-de-san-ignacio-cajamarca/](https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-1260-26MAY2019-SISMO-DE-MAGNITUD-8.0-CON-EPICENTRO-EN-LAGUNAS-LORETO-04.pdf)

REPORTE-COMPLEMENTARIO-No-1260. (2019). <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-1260-26MAY2019-SISMO-DE-MAGNITUD-8.0-CON-EPICENTRO-EN-LAGUNAS-LORETO-04.pdf>

Pagot, M. (2003). Metodologías inductivas y deductivas en técnicas de teledetección. Problemas del conocimiento en Ingeniería y Geología, I,114-129. <http://www.facultad.efn.uncor.edu/webs/departamentos/estruct/Igodoy/Metodologia/Documentos/Pagot.pdf>

Salazar, E. (2018). *Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas De Albañilería Confinada En La Ciudad De Jesús*. Universidad Nacional de Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2474>

San Bartolomé, R., & Ángel, F. (1994). Construcciones de albañilería: Comportamiento sísmico y diseño estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>

Barreto-Santamaria, M. (2020). *Tipología estructural en los barrios Santa Lucia, Los Héroes y La Urbanización la Esperanza de la ciudad de Tunja* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Digital Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30341>

Tucto, J. (2018). *Evaluación del riesgo sísmico utilizando en índice de vulnerabilidad de benedetti-petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2526>

Yepez, F., Barbat Barbat, H. A., & Canas Torres, J. A. (1995). Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. Centre Internacional de

Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/27297>

Tello Castañeda, J.K., & Tineo Guzman, E. (2023). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería, en el sector la colina-Jaén 2021. Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/473>

Mera Tantalean, F., & Coronel Castillo, C.M. (2023). Nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método Indeci y Benedetto-Petrini de las viviendas del sector Guayacán, Jaén-2022. Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/491>

AGRADECIMIENTO

Agradecer a las personas que nos apoyaron a través de su asesoramiento técnico, tales como en especial al Mag. Lenin Quiñones Huatangari y al Mag. Marco Antonio Aguirre Camacho.

A nuestros padres que nos incentivaron y apoyaron en este trayecto del camino para poder finalizar esta etapa de la universidad, logrando nuestro objetivo como profesionales.

A nuestros hermanos que día a día estuvieron a nuestro lado dándonos fuerza e impulso.

Roiser Hurtado Collantes

Elmer Antonio Tantarico Fernandez

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada al esfuerzo y sacrificio de nuestros padres que nos apoyaron en todo este trayecto de nuestra vida para hacer personas de bien hacia la sociedad.

A cada persona que fue parte de este proceso hasta lograr nuestra meta del anhelado sueño de ser profesionales.

Roiser Hurtado Collantes
Elmer Antonio Tantarico Fernandez

ANEXOS

ANEXO N°1

Figura 44

Fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica para albañilería.

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA - TIPOLOGÍA - ALBAÑILERÍA			
DATOS REFERENCIALES	PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Fecha Ubicación Sector Manzana Lote Uso actual	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o reparación según norma <input type="checkbox"/> Elementos de armadura horizontales y verticales <input type="checkbox"/> Deficiencia en confinamiento y proceso de construcción <input type="checkbox"/> Muros sin confinar o autoconstrucción <input type="checkbox"/>
	2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Muro con mampostería artesanal <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Buena trabazón en mampostería <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Mortero de buena calidad (10-15 mm) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Parametro 6 : Configuración en planta		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL
		4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN
		5	DIAGRAMAS HORIZONTALES
		6	CONFIGURACIÓN EN PLANTAS
		7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN
		8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS
		9	TIPO DE CUBIERTA
		10	ELEMENTOS NO INSTRUCTURALES
$B_1 = a/l$ $B_2 = b/l$		11	ESTADO DE CONSERVACIÓN
		Marcar según lo observado en la estructura: 11.1: Estado de conservación <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo 12.1: Muros de buena condición, sin fisuras visibles. <input type="checkbox"/> 12.3: Edificio que no presenta fisuras, pero en mal estado de conservación. <input type="checkbox"/> 12.4: Muros que presentan fisuras pequeñas. <input type="checkbox"/> 12.5: Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismo. <input type="checkbox"/> 12.6: Muros con fuerte deterioro en sus componentes. <input type="checkbox"/>	

Nota. La figura muestra el formato de la ficha técnica de tipología albañilería. Fuente: Gastelo y Reque (2018).

Figura 45

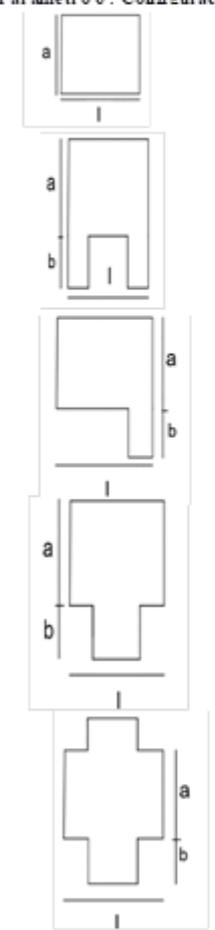
Ficha de llenado de evaluación de vivienda de albañilería.

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD FICHA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA - TIPOLOGIA - ALBAÑILERIA			
DATOS REFERENCIALES	PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACION
Fecha: 03/12/2021 Ubicación: JR. Victor Andres Belaunde Sector: AA.HH. Diez de Manzo F.L. Alta Manzana: N-1 Lote: 18 Uso actual: Vivienda	1	TIPO Y ORGANIZACION DEL SISTEMA RESISTENTE D	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o reparación según norma <input type="checkbox"/> Elementos de arriostre horizontales y verticales <input type="checkbox"/> Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción <input type="checkbox"/> Muros sin confinar o autoconstrucción. <input checked="" type="checkbox"/>
	2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE D	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Muro con mampostería artesanal <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Buena trabazón en mampostería <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Mortero de buena calidad (10 -15 mm) <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Parametro 6 : Configuración en planta 	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL B	Especificar según lo observado: Numero de pisos : (N): 1.00 AX: Area de muros en X (m2): 2.40 AY: Area de muros en Y (m2): 3.62 h: Altura promedio de entrepiso (m): 2.80 M: Numero de diafragmas : 1.00 Ps: Peso de diafragma (ton/m2): 0.06 At: Area techada (m2): 80.00 Ac: Area cubierta (m2): 88.00 Pc: Peso de cubierta (ton/m2): 0.025
	4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION D	Marcar según lo observado: Presencia de sales <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Presencia de filtraciones <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Estado de conservación deteriorado <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES C	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Buena conexión diafragma-muro <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Deflexión del diafragma <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
	6	CONFIGURACION EN PLANTAS A	Especificar los siguientes parámetros: a: 8.00 b: L: 10.00
	7	CONFIGURACION EN ELEVACION A	Especificar y marcar según lo observado : Aumento o reducción de masas o áreas : <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Piso blando : <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Irregularidad del Sist. Resistente <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	8	DIST.MAXIMA ENTRE MUROS B	Especificar : L(Espaciamiento de muros tras en metros): 3.63 S(Espesor del muro maestro en metros): 0.23 Factor L/S: 15.78
	9	TIPO DE CUBIERTA D	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Conexión cubierta - muro adecuado <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Material liviano <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cubierta de buenas condiciones <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES D	Calificar con B(bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R. 10.1: Cornisa y parapetos. <input type="checkbox"/> 10.2: Tanques de agua prefabricado. <input type="checkbox"/> 10.3: Balcones y volados. <input type="checkbox"/> 10.4: Pequeños elementos. <input type="checkbox"/>
11 ESTADO DE CONSERVACION	C	Marcar según lo observado en la estructura: 11.1: Estado de conservación <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Malo 12.2: Muros de buena condición, sin fisuras visibles. <input type="checkbox"/> 12.3: Edificio que no presenta fisuras, pero en mal estado de conservación. <input checked="" type="checkbox"/> 12.4: Muros que presentan fisuras pequeñas. <input type="checkbox"/> 12.5: Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismo. <input type="checkbox"/> 12.6: Muros con fuerte deterioro en sus componentes. <input type="checkbox"/>	

Nota. La figura muestra el llenado de la ficha técnica para la vivienda de albañilería ubicada en el Lt.18, Mz Ñ1. Fuente: Realización propia.

Figura 46

Fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica para adobe.

DATOS REFERENCIALES		PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACION
Fecha Ubicación Sector Manzana Lote Uso actual		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o reparación según norma <input type="checkbox"/> Elementos de armazón horizontales y verticales <input type="checkbox"/> Adecuada distribución de muros y regularidad <input type="checkbox"/> Edificación de adobe <input type="checkbox"/>
		2	CALIDAD DE SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Muro con mampostería artesanal <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Buena imitación en mampostería <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Mortero de buena calidad (9-12 mm) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Parametro 6: Configuración en planta  $B_1 = a/l$ $B_2 = b/l$		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: Número de pisos (N): AX: Área de muros en X (m ²): AY: Área de muros en Y (m ²): h: Altura promedio de entrepiso (m): M: Número de diafragmas: Ps: Peso de diafragma (ton/m ²): At: Área techada (m ²): Ac: Área cubierta (m ²): Pc: Peso de cubierta (ton/m ²):
		4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marcar según lo observado: Presencia de sales <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Presencia de filtraciones <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Estado de conservación deteriorado <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Buena conexión diafragma-muro <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Deflexión del diafragma <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		6	CONFIGURACION EN PLANTAS	Especificar los siguientes parámetros: a: b: L:
		7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas: Ps o blando: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Irregularidad del Sist. Resistente <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		8	DIST. MAXIMA ENTRE MUROS	Especificar: L (Espaciamiento de muros tras en metros): S (Espesor del muro muestro en metros): Factor L/S:
		9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Conexión cubierta - muro adecuado <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cubierta plana <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Material liviano <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cubierta de buenas condiciones <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B(bueno), R(regular) y M(malo) según corresponda al S.J.L. 00.1: Cornisa y parapetos. <input type="checkbox"/> 00.2: Tanques de agua prefabricado. <input type="checkbox"/> 00.3: Balcones y volados. <input type="checkbox"/> 00.4: Pequeños elementos. <input type="checkbox"/>
11 ESTADO DE CONSERVACION		Marcar según lo observado en la estructura: 1.1. Estado de conservación <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo 1.2. Muros de buena condición, sin fisuras visibles. <input type="checkbox"/> 1.2.3. Edificio que no presenta fisuras, pero en mal estado de conservación. <input type="checkbox"/> 1.2.4. Muros que presentan fisuras pequeñas. <input type="checkbox"/> 1.2.5. Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sísmo. <input type="checkbox"/> 1.2.6. Muros con fuerte deterioro en sus componentes. <input type="checkbox"/>		

Nota. La figura muestra el formato de la ficha técnica de tipología adobe. Fuente: Gastelo y Reque (2018).

Figura 47

Ficha de llenado de evaluación de vivienda de adobe.

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD FICHA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA - TIPOLOGIA - ADOBE			
DATOS REFERENCIALES	PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACION
Fecha: 25 de octubre de 2021 Ubicación: Calle Sr. Miguel GRAU Sector: AA. HH. DISEÑO DE MARZO FUA AITA Manzana: C4 Lote: 14 Uso actual: VIVIENDA	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	D
	2	CALIDAD DE SISTEMA RESISTENTE	D
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	A
	4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	C
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	B
	6	CONFIGURACION EN PLANTAS	A
	7	CONFIGURACION EN ELEVACION	A
	8	DIST.MAXIMA ENTRE MUROS	D
	9	TIPO DE CUBIERTA	D
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	A
	11	ESTADO DE CONSERVACION	C

Parametro 6 : Configuración en planta

$B_1 = a/l$ $B_2 = b/l$

	Marcar según lo observado:						
	Asesoría técnica	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Nueva construcción y/o reparación según norma	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Elementos de arrioste horizontales y verticales	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Adecuada distribución de muros y regularidad	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Edificación de quincha (Adobe)	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		

	Marcar según lo observado:						
	Mampostería de buena calidad	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	Muro con mampostería artesanal	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Buena trabazón en mampostería	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	Mortero de buena calidad (9 -12 mm)	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		

	Especificar según lo observado:						
	Numero de pisos : (N):	1.0					
	AX: Area de muros en X (m2):	5.56					
	AY: Area de muros en Y (m2):	6.10					
	h: Altura promedio de entrepiso (m):	2.40					
	M: Numero de diafragmas :	1.0					
	Ps: Peso de diafragma (ton/m2):	0.06					
	At: Area techada (m2):	8.1					
	Ac: Area cubierta (m2):	89.10					
	Pc: Peso de cubierta (ton/m2):	0.025					

	Marcar según lo observado:						
	Presencia de sales	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	Presencia de filtraciones	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Estado de conservación deteriorado	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		

	Marcar según lo observado:						
	Discontinuidades abruptas	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	Buena conexión diafragma-muro	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	Deflexión del diafragma	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		

	Especificar los siguientes parámetros:						
	a:	8.10					
	b:						
	L:	10.00					

	Especificar y marcar según lo observado :						
	Aumento o reducción de masas o áreas :						
	Piso blando :	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Irregularidad del Sist. Resistente	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		

	Especificar :						
	L(Espaciamento de muros tras en metros):	7.54					
	S(Espesor del muro maestro en metros):	0.40					
	Factor L/S:	18.85					

	Marcar según lo observado:						
	Cubierta estable	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Conexión cubierta - muro adecuado	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Cubierta plana	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Material liviano	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		
	Cubierta de buenas condiciones	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		

	Calificar con B(bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R.						
	10.1: Corniza y parapetos.	<input type="checkbox"/>					
	10.2: Tanques de agua prefabricado.	<input type="checkbox"/>					
	10.3: Balcones y volados.	<input type="checkbox"/>					
	10.4: Pequeños elementos.	<input type="checkbox"/>					

	Marcar según lo observado en la estructura:						
	11.1: Estado de conservación	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Malo
	12.2: Muros de buena condición, sin fisuras visibles.	<input type="checkbox"/>					
	12.3: Edificio que no presenta fisuras, pero en mal estado de conservación.	<input type="checkbox"/>					
	12.4: Muros que presentan fisuras pequeñas.	<input checked="" type="checkbox"/>					
	12.5: Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismo.	<input type="checkbox"/>					
	12.6: Muros con fuerte deterioro en sus componentes.	<input type="checkbox"/>					

Nota. La figura muestra el llenado de la ficha técnica para la vivienda de adobe ubicada en el Lt.14, Mz C4. Fuente: Realización propia.

ANEXO N°2

Cálculos de las áreas totales resistente de muros para la evaluación del parámetro N°03-resistencia convencional.

A) Cálculo de las áreas totales resistentes de muros para las evaluaciones del parámetro N°03 – Resistencia Convencional.

Para determinar las áreas resistentes de muros en las viviendas, se hizo a través de modelos de ecuaciones lineales apoyados con el programa CurveExpertBasic, las cuales para poder obtenerlas se realizó una recolección de datos de una muestra estadística con mediciones in situ.

La recolección de datos se hizo pidiendo el permiso de los propietarios a través del teniente gobernador del sector Fila alta, se presentó la resolución del plan de tesis con la intención de afianzar con los propietarios y así obtener las mediciones e inspección al interior de sus viviendas.

La recolección de la data se hizo a lo largo de 3 meses con visitas a campo de tres veces por semana, la cual consistió en realizar las inspecciones visuales in situ de las viviendas para obtener una base de datos que nos permitió la creación de la curva a través de los modelos de ecuaciones lineales correspondiente para cada tipología con un coeficiente de correlación mayor a 0.40.

Para la construcción de las curvas de tendencia aplicando modelos de ecuaciones lineales se evaluaron parámetros estadísticos, tales como el coeficiente de correlación y covarianza lo cual indica la correlación de los datos de las variables.

A.1. Edificación de adobe

En nuestra delimitación de estudio hubo en total 97 viviendas de adobe. Para calcular la muestra estadística de las edificaciones de adobe se consideró un muestreo probabilístico estratificado, la formula a aplicar es la siguiente:

$$n_e = \frac{N_e * n}{N}$$

Donde:

N_e =Total de viviendas de adobe.

n =Tamaño total de la muestra

N =Tamaño de la población.

Reemplazando los valores, donde $N_e=97$, $n=59$ (Entre viviendas de mampostería Adobe y Albañilería) y $N=293$. Se obtiene como resultado una muestra de $n= 20$.

Al realizar las visitas técnicas se pudo completar la muestra estadística que nos permitió tener el coeficiente de correlación.

Figura 48

Medición de la altura de vivienda de adobe



Nota. La figura muestra la medición de altura de vivienda de adobe. Fuente: Realización propia.

Figura 49

Medición de Espesor de Muros de Adobe



Nota. La figura muestra la medición de espesor de muros de adobe. Fuente: Realización propia.

Figura 50

Medición de Longitud de Muro Adobe



Nota. La figura muestra la medición de longitud muro de adobe. Fuente: Realización propia.

A continuación, se muestra la tabla 24 de las 20 viviendas de adobe que se realizó las mediciones in situ.

Tabla 24*Datos Recolectados de las Viviendas de Adobe*

N°	Dirección	Área techos (m2)	Área Muros en X (m2)	Área Muros en Y (m2)
1	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (14)	81.00	4.99	5.22
2	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (4)	60.00	3.73	6.38
3	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (15B)	72.00	4.42	6.26
4	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (B4); Lt. (27A)	96.20	8.08	5.28
5	Calle Miguel Iglesias; Mz. (Ñ-1); Lt. (13)	80.00	4.96	5.22
6	Calle Miguel Iglesias; Mz. (Ñ-1); Lt. (12)	102.60	12.12	14.42
7	Calle Miguel Iglesias; Mz. (O-1); Lt. (2)	93.94	12.50	14.47
8	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (A-1); Lt. (14)	63.20	3.77	4.10
9	Calle Victor R. Haya de la Torre; Mz. (D-1); Lt. (7)	79.00	4.42	5.33
10	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (D-1); Lt. (4)	70.55	5.00	4.38
11	Esq. Jr. Miguel Grau y Victor Andres; Mz. (K-1); Lt. 1	35.00	2.89	4.08
12	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (K-1); Lt. (16A)	98.40	6.27	9.15
13	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (K-1); Lt. (17)	80.85	5.28	7.05
14	Esq. Jr. Miguel Grau y Cristo Rey; Mz. (K-1); Lt. 6	31.60	1.90	3.88
15	Calle Jr. Francisco Bolognesi; Mz. (k-1); Lt. (12)	62.40	4.06	4.16
16	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (I-1); Lt. 12	189.00	10.69	8.70
17	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (L-1); Lt. (7)	157.50	9.44	9.46
18	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (H-1); Lt. (11)	97.80	4.90	6.34
19	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (O-1); Lt. 12	48.00	3.51	4.21
20	Calle Victor R. Haya de la Torre; Mz. (O-1); Lt. (19)	97.60	5.08	6.26

Nota. Realización propia.

De los datos obtenidos aplicando como apoyo se tienen las siguientes ecuaciones lineales:

$$\text{Área de muros en eje X(m}^2\text{): } 2.9789 + \frac{7.3327 * At^{7.1962}}{88.1708^{7.1962} + At^{7.1962}} \quad \text{Ec.A2.1}$$

$$\text{Área de muros en eje Y(m}^2\text{): } 4.685778531 + \frac{4.573557225 * At^{54.1380524}}{82.2167139^{54.1380524} + At^{54.1380524}} \quad \text{Ec.A2.2}$$

Para validar las curvas de las ecuaciones lineales obtenidas, se calculó el coeficiente de correlación de las curvas los cuales son 0.79 y 0.69 para las ecuaciones Ec. A2.1 y Ec.A2.2 respectivamente, esto implica que hay una relación entre las variables.

A.2. Edificación de albañilería

En la delimitación del estudio hubo en total 196 viviendas de albañilería. Para calcular la muestra estadística de las edificaciones de albañilería se consideró un muestreo probabilístico estratificado, la formula a aplicar es la siguiente:

$$n_e = \frac{N_e * n}{N}$$

Donde:

Ne=Total de viviendas de adobe

n=Tamaño total de la muestra

N=Tamaño de la población

Reemplazando los valores, donde Ne=196, n=59(Entre viviendas de mampostería Adobe y Albañilería) y N=293. Se obtiene como resultado una muestra de ne= 39.

La muestra a realizar será para las edificaciones de albañilería, donde se hicieron visitas técnicas en campo con la finalidad de obtener mediciones in situ y completar la información necesaria de nuestra muestra estadística.

Figura 51

Medición de la Altura de Vivienda de Albañilería



Nota. La figura muestra la medición de altura de vivienda de albañilería. Fuente: Realización propia.

Figura 52

Medición de Espesor de Muro de Albañilería



Nota. La figura muestra la medición de espesor muro de albañilería. Fuente: Realización propia.

Figura 53

Medición de Longitud de Muro Albañilería



Nota. La figura muestra la medición de longitud muro de albañilería. Fuente: Realización propia.

A continuación, se muestra la tabla 25 donde se detalla los datos que se obtuvieron durante las visitas técnicas de campo:

Tabla 25*Datos Recolectados de las Viviendas de Albañilería*

N°	Dirección	Área techos (m2)	Área Muros en X (m2)	Área Muros en Y (m2)
1	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (Ñ-1); Lt. 8	80.00	2.17	2.40
2	Calle Victor Raul Haya de la Torre; Mz. (E-1); Lt. (1B)	60.00	1.70	1.76
3	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (A-1); Lt. (13)	80.00	1.97	2.40
4	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (K-1); Lt. (4)	47.50	1.57	2.44
5	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (17)	80.00	1.95	2.40
6	Calle Victor Raul Haya de la Torre; Mz. (F-1); Lt. (8B)	58.80	2.05	1.88
7	Calle Toribio Rodriguez de Mendoza; Mz. (F-1); Lt. 14	26.40	2.31	3.58
8	Calle Toribio Rodriguez de Mendoza; Mz. (F-1); Lt. 15	75.00	1.80	2.40
9	Calle Toribio Rodriguez de Mendoza; Mz. (D-1); Lt. 13	70.93	2.28	2.41
10	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (K-1); Lt. (5)	70.20	3.33	5.80
11	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (K-1); Lt. (15)	120.00	6.42	7.59
12	Calle Jr. Francisco Bolognesi; Mz. (F-1); Lt. (2)	96.00	1.97	2.86
13	Calle Santa Rosa; Mz. (A-1); Lt. (2)	73.00	4.68	5.87
14	Calle Victor Raul Haya de la Torre; Mz (A-1); Lt (6)	60.00	1.54	1.76
15	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (I-1); Lt. 13A	82.50	2.04	2.60
16	Calle Toribio Rodriguez de Mendoza; Mz. (D-1); Lt. 1	43.50	3.54	3.60
17	Esquina Jr Miguel Grau y Victor Andres; Mz. (E-1); Lt. 5	33.28	1.23	1.60
18	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (Ñ-1); Lt. 5B	48.00	2.74	3.84
19	Calle Toribio Rodriguez de Mendoza; Mz. (A-1); Lt. 21	87.60	3.24	3.26
20	Calle Alias Aguirre; Mz. (C4); Lt. (24)	96.00	3.25	3.62
21	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (B4); Lt. (22)	260.00	12.62	15.52
22	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (B4); Lt. (23)	96.00	3.42	2.82
23	Calle Cristo Rey; Mz. (J-1); Lt. (7)	80.00	1.86	2.40
24	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (L-1); Lt. 14	80.00	1.83	2.40
25	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (J-1); Lt. (10)	100.80	2.86	3.57
26	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (L-1); Lt. (8)	50.00	0.79	2.40
27	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (I-1); Lt. 11	86.00	5.94	6.08

N°	Dirección	Área techos (m2)	Área Muros en X (m2)	Área Muros en Y (m2)
28	Calle Santa Rosa; Mz. (J-1); Lt. (4)	83.50	3.75	3.23
29	Calle Jr. Cesar Vallejo; Mz. (L-1); Lt. (10B)	81.20	2.78	1.88
30	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (E-1); Lt. 8A	65.60	3.33	8.95
31	Calle Santa Rosa; Mz (H-1); Lt (2)	80.00	2.23	3.60
32	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (12)	81.00	3.55	2.58
33	Calle Cristo Rey; Mz. (B4); Lt. (18)	21.60	1.02	1.07
34	Calle Jr. Francisco Bolognesi; Mz. (B4); Lt. (5B)	28.00	1.42	1.75
35	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (H-1); Lt. (13)	80.00	2.79	2.40
36	Calle Jr. Miguel Grau; Mz. (C4); Lt. (13)	73.80	2.24	2.86
37	Calle Victor Raul Haya de la Torre; Mz. (E-1); Lt. (15)	48.00	2.60	1.58
38	Esquina. Santa Rosa y Cristo Rey; Mz. (C4); Lt. 22A	96.00	2.92	3.82
39	Calle Jr. Victor Andres Belaunde; Mz. (H-1); Lt. 8	63.00	1.32	2.16

Nota. Realización propia.

Para validar las curvas de las ecuaciones lineales obtenidas, se calculó el coeficiente de correlación de las curvas los cuales son 0.45 y 0.40 para las ecuaciones Ec.A2.3 y Ec.A2.4 respectivamente, esto implica que hay una relación entre las variables.

De los datos obtenidos se tienen las siguientes ecuaciones lineales:

$$\text{Área de muros en eje X (m2)} : 2.397439359 \frac{2.318417081 * At^{77.08250324}}{88.04558419^{77.08250324} + At^{77.08250324}} \quad \text{Ec.A2.3}$$

$$\text{Área de muros en eje Y(m2)} : \frac{1.815560872 + (-0.007572404 * At)}{1 + (-0.010221548 * At) + 2.37165 * 10^{-5} * At} \quad \text{Ec.A2.4}$$

ANEXO N°3

Tabla 26

Resultados del Índice de Vulnerabilidad de Albañilería- Parte I

CODIGO VIVIENDA	PARAMETRO N°01	PARAMETRO N°02	PARAMETRO N°03	PARAMETRO N°04	PARAMETRO N°05	PARAMETRO N°06	PARAMETRO N°07	PARAMETRO N°08	PARAMETRO N°09	PARAMETRO N°10	PARAMETRO N°11	IV	IVN	EVALUACION	TIPOLOGIA
0001	D	D	B	D	C	A	A	B	D	D	C	195	50.9803922	ALTA	ALBAÑILERÍA
0002	D	D	A	D	D	A	A	B	D	D	D	237.5	62.0915033	ALTA	ALBAÑILERÍA
0003	C	D	A	B	C	A	A	B	B	A	C	91.25	23.8562092	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0004	D	D	A	D	C	C	A	B	C	A	D	180	47.0588235	ALTA	ALBAÑILERÍA
0005	D	C	A	B	C	A	A	B	C	A	A	96.25	25.1633987	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0006	D	C	A	D	C	A	A	C	C	A	D	176.25	46.0784314	ALTA	ALBAÑILERÍA
0007	B	C	B	B	B	B	D	B	A	C	A	83.75	21.8954248	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0008	C	D	A	B	B	B	A	A	A	A	A	43.75	11.4379085	BAJA	ALBAÑILERÍA
0009	C	D	A	D	D	A	A	A	D	C	D	206.25	53.9215686	ALTA	ALBAÑILERÍA
0010	A	A	B	B	A	C	C	A	A	C	A	46.25	12.0915033	BAJA	ALBAÑILERÍA
0011	B	B	B	B	B	C	D	A	B	C	A	92.5	24.1830065	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0012	C	D	A	C	B	B	A	B	C	A	A	85	22.2222222	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0013	B	C	C	B	C	B	D	B	A	C	A	123.75	32.3529412	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0014	C	C	A	C	B	A	A	B	B	A	A	66.25	17.3202614	BAJA	ALBAÑILERÍA
0015	C	D	B	B	C	B	A	A	B	A	A	76.25	19.9346405	BAJA	ALBAÑILERÍA
0016	C	C	C	C	A	B	B	C	A	C	A	103.75	27.124183	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0017	C	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	45	11.7647059	BAJA	ALBAÑILERÍA
0018	B	C	C	B	C	B	D	A	B	D	A	142.5	37.254902	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0019	C	C	A	B	C	B	A	C	B	A	A	70	18.3006536	BAJA	ALBAÑILERÍA
0020	D	D	A	B	C	B	A	A	A	A	A	78.75	20.3882353	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0021	B	C	D	B	C	B	D	D	B	C	A	178.75	46.7320261	ALTA	ALBAÑILERÍA
0022	B	C	B	B	C	B	A	C	B	A	A	62.5	16.3398693	BAJA	ALBAÑILERÍA
0023	C	C	A	C	B	B	A	B	C	A	A	80	20.9150327	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0024	C	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	45	11.7647059	BAJA	ALBAÑILERÍA
0025	C	C	D	B	C	A	A	C	C	A	A	143.75	37.3816993	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0026	C	B	A	B	C	B	A	C	B	A	A	65	16.9934641	BAJA	ALBAÑILERÍA
0027	C	C	C	C	B	B	A	B	B	C	A	113.75	29.7385621	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0028	C	B	A	B	B	C	A	C	B	A	B	60	15.6862745	BAJA	ALBAÑILERÍA
0029	A	B	A	C	A	A	A	C	A	A	A	26.25	6.8627451	BAJA	ALBAÑILERÍA
0030	A	A	C	B	B	A	D	A	A	C	A	97.5	25.4901961	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0031	D	C	B	C	C	B	A	B	B	A	A	112.5	29.4117647	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0032	A	A	A	B	B	D	A	D	B	A	A	38.75	10.130719	BAJA	ALBAÑILERÍA
0033	C	B	B	B	B	A	A	A	B	A	A	52.5	13.7254902	BAJA	ALBAÑILERÍA
0034	C	C	A	B	B	A	A	A	B	A	B	55	14.379085	BAJA	ALBAÑILERÍA
0035	A	B	A	B	B	B	A	B	A	A	A	15	3.92156863	BAJA	ALBAÑILERÍA
0036	D	C	A	D	C	C	A	A	C	A	D	173.75	45.4248366	ALTA	ALBAÑILERÍA
0037	D	C	A	B	C	A	A	C	B	A	A	91.25	23.8562092	MEDIA	ALBAÑILERÍA
0038	C	B	A	B	B	C	A	B	A	A	A	35	9.1503268	BAJA	ALBAÑILERÍA
0039	C	B	A	C	B	B	A	A	B	A	A	63.75	16.6666667	BAJA	ALBAÑILERÍA

Nota. Realización propia.

Tabla 27

Resultados del Índice de Vulnerabilidad de Adobe - Parte II

CODIGO VIVIENDA	PARÁMETRO Nº01	PARÁMETRO Nº02	PARÁMETRO Nº03	PARÁMETRO Nº04	PARÁMETRO Nº05	PARÁMETRO Nº06	PARÁMETRO Nº07	PARÁMETRO Nº08	PARÁMETRO Nº09	PARÁMETRO Nº10	PARÁMETRO Nº11	IV	IVN	EVALUACION	TIPOLOGIA
1	D	D	A	C	B	A	A	D	D	A	C	161.25	42.1568627	ALTA	ADOBE
2	D	D	A	C	B	C	A	D	B	A	C	135	35.2941176	MEDIA	ADOBE
3	D	D	A	C	B	C	A	D	A	A	C	120	31.372549	MEDIA	ADOBE
4	D	D	A	D	C	A	A	D	D	A	D	206.25	53.9215686	ALTA	ADOBE
5	C	C	A	C	B	A	A	D	B	A	B	81.25	21.2418301	MEDIA	ADOBE
6	D	D	D	D	C	C	C	D	C	A	D	302.5	79.0849673	ALTA	ADOBE
7	C	C	D	B	B	B	A	D	B	A	C	202.5	52.9411765	ALTA	ADOBE
8	D	D	A	D	C	A	A	D	C	A	D	186.25	48.6928105	ALTA	ADOBE
9	D	C	A	D	B	B	A	D	C	A	C	155	40.5228758	ALTA	ADOBE
10	C	C	A	C	B	A	A	D	C	A	C	111.25	29.0849673	MEDIA	ADOBE
11	D	D	A	C	B	B	A	D	C	A	C	145	37.9084967	MEDIA	ADOBE
12	D	D	A	D	C	B	A	D	C	A	D	190	49.6732026	ALTA	ADOBE
13	D	D	A	D	C	B	A	D	C	A	C	170	44.4444444	ALTA	ADOBE
14	C	D	A	D	B	C	A	D	C	A	C	135	35.2941176	MEDIA	ADOBE
15	C	D	A	C	C	A	A	D	D	A	B	126.25	33.0065359	MEDIA	ADOBE
16	D	D	A	D	B	A	A	D	D	A	C	176.25	46.0784314	ALTA	ADOBE
17	D	D	A	D	B	B	A	D	C	A	C	160	41.8300654	ALTA	ADOBE
18	D	D	A	C	C	B	A	D	C	A	C	155	40.5228758	ALTA	ADOBE
19	D	C	A	D	B	B	A	D	B	A	C	145	37.9084967	MEDIA	ADOBE
20	D	D	A	C	B	B	A	D	D	A	D	185	48.3660131	ALTA	ADOBE

Nota. Realización propia.

ANEXO N°4

Figura 54
 Mapa de tipología de viviendas de Mampostería



LEYENDA	
 TIPOLOGÍA	 CONCRETO ARMADO
 ADOBE	 EDUCACIÓN INICIAL
 ALBAÑILERÍA	 LOZA DEPORTIVA
 CENTRO EDUCATIVO	 SIN CONSTRUIR
 COMEDOR POPULAR	 SOLAR

PLANO:
MAPA DE TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "VULNERABILIDAD SÍSMICA EMPLEANDO EL MÉTODO DE ÍNDICE DE BENEDETTI-PETRINIEN LAS VIVIENDAS DE MASPOSTERÍA DEL ASENTAMIENTO HUMANO DIEZ DE MARZO-FILA ALTA-JAÉN-CAJAMARCA"		
TESISTAS: BACH. ROISER HURTADO COLLANTES BACH. ELMER ANTONIO TANTARICO FERNÁNDEZ	ASESOR: ING. MARCO ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN	LÁMINA: 01

Nota. La figura muestra el mapa de tipología de vivienda de mampostería. Fuente: Realización propia.