

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA,
PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO
DE TACNA-2023**

TESIS

Presentada por:

Bach. Javier Mamani Atencio

Bach. Franco Elvis Acero Flores

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

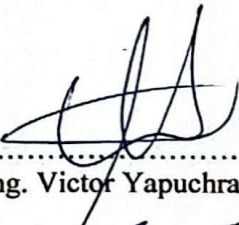
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil


**“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS
DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA,
DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el día 04 de febrero del 2025 estando
integrado el Jurado Calificador por:

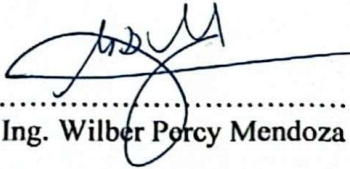
PRESIDENTE


:
Dr. Ing. Victor Yapuchra Platero

SECRETARIO


:
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

VOCAL


:
Mtro. Ing. Wilber Percy Mendoza Ramirez

ASESOR DE TESIS


:
MSc. Ing. Edgar Chura Arocutipa

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **MSc. Ing. EDGAR CHURA AROCUTIPA**, en mi condición de **ASESOR** acreditado con Resolución de Facultad N° 758-2023-FIG/UNJBG, del 20 de noviembre del 2023, del Trabajo de Tesis titulado: **"ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"**, Presentado por los Bachilleres: **JAVIER MAMANI ATENCIO** y **FRANCO ELVIS ACERO FLORES**. Para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 14%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual esta expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de Ingeniero Civil, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna, 19 de setiembre del 2024.




FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos: EDGAR CHURA AROCUTIPA

DNI: 00413327



Huella dactilar



FIRMA AUTOR

Bach. JAVIER MAMANI ATENCIO



Huella dactilar



FIRMA AUTOR

Bach. FRANCO ELVIS ACERO FLORES



Huella dactilar

DEDICATORIA

Franco Elvis Acero Flores

Dedico este logro a Dios, por su guía y fortaleza, a mis padres, Pedro Acero y Yolanda Flores, por su amor incondicional y apoyo constante, y a toda mi familia. Gracias por siempre estar a mi lado.

Javier Mamani Atencio

A Dios, por ser mi guía y fortaleza. A mis padres, por su amor y apoyo incondicional. A mi familia, por su confianza. A mi esposa Maribel y a mi hija Juliette, por ser mi inspiración constante y mi mayor motivación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos especialmente a nuestro asesor, por su orientación, paciencia y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Asimismo, a todos los docentes que, con su dedicación y conocimiento, contribuyeron al desarrollo de nuestras habilidades y conocimientos en el campo de la ingeniería civil.

También extendemos nuestro agradecimiento a los pobladores de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, cuya colaboración y participación fueron fundamentales para la realización de este estudio.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
HOJA DE JURADO	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUD.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
1.5 Definición de las variables	7
1.5.1 Variable independiente.....	7
1.5.2 Variable dependiente:.....	7
1.6 Alcances y limitaciones	12
1.6.1 Alcances	12
1.6.2 Limitaciones	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15

2.1	Antecedentes	15
2.1.1	Antecedentes internacionales	15
2.1.2	Antecedentes nacionales	19
2.2	Bases teóricas	23
2.2.1	Sismicidad	23
2.2.2	Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe	37
2.2.3	Viviendas de adobe	44
2.2.4	Criterios estructurales y recomendaciones para edificaciones de adobe 46	
2.2.5	Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica	53
2.3	Definición de términos	66
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		70
3.1	Formulación de la hipótesis	70
3.1.1	Hipótesis general	70
3.1.2	Hipótesis específicas	70
3.2	Tipo y diseño de investigación	70
3.2.1	Tipo de la investigación	70
3.2.2	Diseño de la investigación.....	71
3.3	Población y/o muestra de estudio	71
3.3.1	Población.....	71
3.3.2	Muestra.....	72
3.3.3	Muestreo.....	72
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	73
3.4.1	Técnica	73
3.4.2	Instrumentos	74
3.5	Análisis de datos	75
3.5.1	Evaluación cualitativa	75
3.5.2	Evaluación de vulnerabilidad sísmica, método cuantitativo	94

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	115
4.1 Resultados	115
4.1.1 Vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología cualitativa.....	115
4.1.2 Vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología cuantitativa.....	148
4.2 Discusión de los resultados	158
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	162
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164
ANEXOS	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos principales de falla, provocados por un terremoto	25
Figura 2. Mapa de peligrosidad sísmica global.....	28
Figura 3. Proceso de subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana..	29
Figura 4. Localización del foco y epicentro de un sismo.....	30
Figura 5. Zonas sísmicas en Perú.....	31
Figura 6. Relaciones promedio de daño e intensidades sísmicas para diferentes tipos de construcción.....	39
Figura 7. Falla fuera del plano	42
Figura 8. Arriostre contribuido por el techo a los muros portante.	42
Figura 9. Colapso fuera del plano	43
Figura 10. Formas de falla en muro de adobe debido a cargas en su plano.....	44
Figura 11. Proceso de formar bolitas con tierra	48
Figura 12. Forma de presionar las bolitas secas.....	49
Figura 13. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	54
Figura 14. Esquema del método ACT-21	56
Figura 15. Interfaz de etabs v2021	64
Figura 16. Clasificación del parámetro 3	84
Figura 17. Distribución de configuraciones en planta para análisis estructural.....	86
Figura 18. Configuración en planta.....	92

Figura 19. Configuración en elevación	93
Figura 20. Gráfico ilustrativo de la deriva	98
Figura 21. Ensayo de compresión	102
Figura 22. Plano de elevación	103
Figura 23. Plano en planta de la vivienda a evaluar-nivel 01	104
Figura 24. Plano en planta de la vivienda a evaluar-nivel 02	105
Figura 25. Plano de corte A-A	106
Figura 26. Cálculo de la cortante basal, normas E.080, E.030	113
Figura 27. Combinaciones de carga utilizadas para el modelamiento estructural	114
Figura 28. Parámetro 1: Material predominante de la edificación.....	116
Figura 29. Parámetro 2: Participación de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción de las viviendas.....	117
Figura 30. Parámetro 3: Antigüedad de las viviendas o edificaciones	118
Figura 31. Parámetro 4: Tipo de suelo	119
Figura 32. Parámetro 5: Topografía del terreno de la vivienda	120
Figura 33. Parámetro 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia	122
Figura 34. Parámetro 7: Configuración geométrica en planta	123
Figura 35. Parámetro 8: Configuración geométrica en elevación.....	124
Figura 36. Parámetro 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.	125

Figura 37. Parámetro 10: Existencia de concentración de masas en niveles superiores e inferiores	126
Figura 38. Parámetro 11: Principales elementos estructurales que se observa	127
Figura 39. Parámetro 12: Factores que inciden en la vulnerabilidad	128
Figura 40. Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método INDECI ..	131
Figura 41. Parámetro 1: Organización de sistema resistente	132
Figura 42. Parámetro 2: Calidad de sistema resistente	133
Figura 43. Parámetro 3: Resistencia convencional	134
Figura 44. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación	135
Figura 45. Parámetro 5: Diafragmas horizontales.....	137
Figura 46. Parámetro 6: Configuración en planta	138
Figura 47. Parámetro 7: Configuración en elevación.....	138
Figura 48. Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros	140
Figura 49. Parámetro 9: Tipo de cubierta.....	141
Figura 50. Parámetro 10: Elementos no estructurales.....	142
Figura 51. Parámetro 11: Estado de conservación	143
Figura 52 Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método Benedetti - Petrini	147
Figura 53. Representación de vivienda	148
Figura 54. Verificación de la densidad de muros.....	150
Figura 55. Verificación del esfuerzo axial admisible.....	152

Figura 56 Verificación del esfuerzo axial admisible.....	153
Figura 57 Verificación del esfuerzo axial admisible.....	154
Figura 58 Verificación del esfuerzo axial admisible.....	155
Figura 59 Verificación del esfuerzo axial admisible.....	156
Figura 60 Verificación del esfuerzo axial admisible.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntajes para hallar el nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti – Petrini	9
Tabla 2. Nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti – Petrini.....	10
Tabla 3. Nivel de vulnerabilidad según el método de INDECI	11
Tabla 4. Zonas sísmicas de Tarata	32
Tabla 5. Escala del índice de vulnerabilidad.....	59
Tabla 6. Adaptación del método de Benedetti - Petrini a Perú	61
Tabla 7. Método de Benedetti - Petrini para edificaciones de mampostería.....	62
Tabla 8. Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería.....	78
Tabla 9. Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería.....	79
Tabla 10. Factor del suelo, según Norma E.080	81
Tabla 11. Factor de uso, según Norma E.080	82
Tabla 12. Coeficiente sísmico, según Norma E.080	82
Tabla 13. Rangos de vulnerabilidad sísmica.....	90
Tabla 14. Límites para la distorsión del entrepiso	99
Tabla 15. Factor de uso, según Norma E.080	110
Tabla 16. Factor del suelo, según Norma E.080	111
Tabla 17. Coeficiente sísmico, según Norma E.080	112
Tabla 18. Parámetro 1: Material predominante de la edificación	115
Tabla 19. Parámetro 2: Participación de un ingeniero civil en el diseño y/o	

construcción de las viviendas	116
Tabla 20. Parámetro 3: Antigüedad de las viviendas o edificaciones.....	118
Tabla 21. Parámetro 4: Tipo de suelo	119
Tabla 22. Parámetro 5: Topografía del terreno de la vivienda.....	120
Tabla 23 Parámetro 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia	121
Tabla 24. Parámetro 7: Configuración geométrica en planta.....	122
Tabla 25. Parámetro 8: Configuración geométrica en elevación	123
Tabla 26. Parámetro 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura	124
Tabla 27. Parámetro 10: Existencia de concentración de masas en niveles superiores e inferiores	125
Tabla 28. Parámetro 11: Principales elementos estructurales que se observa	126
Tabla 29. Parámetro 12: Factores que inciden en la vulnerabilidad	127
Tabla 30. Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método INDECI....	129
Tabla 31. Parámetro 1: Organización de sistema resistente.....	132
Tabla 32. Parámetro 2: Calidad de sistema resistente.....	133
Tabla 33. Parámetro 3: Resistencia convencional.....	134
Tabla 34. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.....	135
Tabla 35. Parámetro 5: Diafragmas horizontales	136
Tabla 36. Parámetro 6: Configuración en planta	137

Tabla 37. Parámetro 7: Configuración en elevación.....	138
Tabla 38. Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros	139
Tabla 39. Parámetro 9: Tipo de cubierta.....	140
Tabla 40. Parámetro 10: Elementos no estructurales	142
Tabla 41. Parámetro 11: Estado de conservación	143
Tabla 42. Resumen de valores según la clase que pertenece a cada parámetro...	144
Tabla 43. Resumen de determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en las viviendas.....	146
Tabla 44. Verificación de derivas en la dirección “X”	149
Tabla 45. Verificación de derivas en la dirección “Y”	149
Tabla 46. Periodo de acuerdo a la masa modal participativa y modo de vibración	149

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se analizó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna - 2023. Se seleccionó una muestra representativa de 49 viviendas típicas de adobe de un total de 925 viviendas. El estudio se realizó utilizando las metodologías propuestas por INDECI y Benedetti-Petrini, junto con un análisis sísmico de una vivienda típica de adobe de dos niveles mediante el software ETABS, que sigue los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas E-030, E- 080, E-020 y E-070 . Los resultados indican que, según la metodología de INDECI, el 100 % de las viviendas evaluadas presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto; mientras que, de acuerdo con la metodología de Benedetti-Petrini, el 93,88 % de las viviendas presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica alto y el 6,12 %, un nivel medio. El modelamiento estructural mediante el software ETABS corroboró estos resultados, evidenciando que ninguno de los muros de la vivienda evaluada cumple con los requerimientos de esfuerzo axial admisibles, lo que confirma un elevado nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe del distrito de Tarata.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, adobe, Benedetti - Petrini, INDECI, análisis sísmico, software ETABS.

ABSTRACT

This research work analyzes the seismic vulnerability of adobe houses in the district of Tarata, province of Tarata, department of Tacna - 2023. A representative sample of 49 typical adobe houses was selected from a total of 925 houses. The study was carried out using the methodologies proposed by INDECI and Benedetti-Petrini, together with a seismic analysis of a typical two-level adobe house using the ETABS software, which follows the parameters established in the Peruvian Technical Standards E-030, E-080, E-020 and E-070. The results indicate that, according to the INDECI methodology, 100% of the houses evaluated have a very high level of seismic vulnerability, while, according to the Benedetti-Petrini methodology, 93.88% of the houses have a high level of seismic vulnerability and 6.12% a medium level. Structural modeling using ETABS software corroborated these results, showing that none of the walls of the house evaluated meets the admissible axial stress requirements, which confirms a high level of seismic vulnerability in adobe houses in the Tarata district.

Keywords: Seismic vulnerability, adobe, Benedetti - Petrini, INDECI, seismic analysis, ETABS software.

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica de las estructuras de adobe es un tema de gran relevancia en el ámbito de la ingeniería civil, especialmente en regiones sísmicamente activas como la provincia de Tarata, ubicada en el departamento de Tacna, Perú. La vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con materiales tradicionales, como el adobe, representa un desafío significativo en términos de seguridad estructural y protección de vidas humanas durante eventos sísmicos.

El presente estudio tiene como objetivo principal determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna. Este análisis se llevó a cabo considerando el enfoque cuantitativo.

La elección de este tema de investigación surge de la necesidad de comprender y mitigar los riesgos asociados a la vulnerabilidad sísmica en zonas vulnerables, como es el caso del distrito de Tarata. Además, se espera que los resultados obtenidos contribuyan a la formulación de políticas y estrategias de prevención y mitigación de desastres, así como al diseño de medidas de reforzamiento y rehabilitación de viviendas de adobe en la región.

En este contexto, el presente trabajo de investigación está estructurado en de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del problema. En esta sección, se abordan la realidad problemática, formulación del problema, justificación de la investigación,

objetivos.

Capítulo II: Marco teórico. En este apartado, se analizan las bases teóricas relevantes y se definen los conceptos sismicidad, vulnerabilidad sísmica, métodos Benedetti - Petrini, INDECI y software ETABS mediante las Normas Técnicas Peruanas E-030, E.080, E.070, E.020.

Capítulo III: Marco metodológico. Aquí, se describe la hipótesis, el tipo y diseño de la investigación, se detallan la población y muestra estudiadas, se realiza la operacionalización de las variables, se explican las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados. En esta parte, se presentan los resultados obtenidos, incluyendo el análisis de los datos recopilados y la discusión de los resultados en relación con el escenario actual.

Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas del estudio, junto con las recomendaciones pertinentes; asimismo, se incluyen las referencias bibliográficas consultadas y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El distrito de Tarata, ubicado en la provincia de Tarata, departamento de Tacna, alberga un considerable número de viviendas construidas principalmente con adobe, un material tradicionalmente utilizado en la región, constituyendo el 89 % de las viviendas en el distrito de Tarata según el censo del Instituto de Estadística e Informática de 2017 (INEI, 2017). Estas viviendas, caracterizadas por su antigüedad, representan un desafío en términos de su vulnerabilidad sísmica. La mayoría de estas construcciones tienen muchos años de antigüedad, lo que sugiere la presencia de posibles deficiencias estructurales y falta de adecuaciones a los estándares de construcción modernos.

Asimismo, Tarata se encuentra en la zona sísmica N° 03 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018). Es decir, enfrenta desafíos significativos en términos de vulnerabilidad sísmica, como los que ocurrieron en el año 2020, con magnitudes entre M3.6 y M4.1, causando daños significativos a las construcciones vulnerables del distrito, especialmente las viviendas de adobe y las edificaciones informales (Velarde et al., 2022).

Además, la topografía de Tarata, caracterizada por terrazas fluvio-glaciares, superficies de erosión y zonas de cerros altos, plantea desafíos adicionales en términos de propagación e impacto de los eventos sísmicos (INDECI, 2002). La

calidad del suelo también juega un papel crucial en la respuesta sísmica, con suelos predominantemente de arena limosa y gravas bien graduadas que pueden influir en la capacidad de carga de las estructuras (INDECI, 2002).

En este contexto, surge la necesidad de investigar y analizar a fondo la vulnerabilidad de las viviendas de adobe frente a los terremotos en la región de Tarata, tomando en cuenta la interacción con factores geográficos, la calidad del suelo y las características de construcción, estas viviendas podrían verse especialmente afectadas en un evento sísmico. Esta investigación busca identificar los factores clave que aumentan la vulnerabilidad ante terremotos en la zona y proponer medidas de mitigación adecuadas para disminuir la posibilidad de terremotos y proteger la vida y la propiedad de los pobladores de Tarata.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, aplicando la metodología INDECI?

¿Cuál es el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, aplicando la metodología BENEDETTI-PITRINI?

¿Cuál es el comportamiento sísmico de una vivienda típica de adobe de dos niveles en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna - 2023 utilizando el software ETABS?

1.3 Justificación

Las viviendas construidas con adobe representan una parte significativa del distrito de Tarata, debido a su antigüedad y características estructurales, son altamente vulnerables a los efectos devastadores de los sismos. Este estudio tiene como objetivo principal proporcionar una evaluación detallada de lo vulnerable que pueden llegar a ser aquellas viviendas construidas con materiales como el adobe, lo que hará posible comprender mejor su comportamiento ante eventos sísmicos e identificar las principales deficiencias estructurales que las hacen susceptibles a daños.

Las viviendas de adobe en el distrito de Tarata, al estar construidas con materiales locales y métodos tradicionales, a menudo carecen de las características de resistencia necesarias para soportar la intensidad de los terremotos. El colapso de estas viviendas puede resultar en pérdidas humanas y materiales significativas, afectando la calidad de vida de los habitantes. Este estudio tiene un enfoque claro en la protección de las personas y en la mejora de las condiciones de vida en la

región, contribuyendo a reducir los riesgos asociados con futuros eventos sísmicos.

La falta de conocimiento sobre las prácticas de construcción sismorresistente y la escasa actualización de las técnicas tradicionales utilizadas en la región contribuyen a la alta vulnerabilidad de estas viviendas. Este estudio proporciona una base científica que puede ser utilizada para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la construcción segura y la aplicación de nuevas tecnologías para mejorar la resistencia sísmica de las viviendas. Además, la investigación podría servir como referente para programas de capacitación en técnicas de construcción más seguras, tanto para los habitantes como para los arquitectos e ingenieros locales.

A nivel local, este estudio contribuye al desarrollo de políticas públicas que promuevan la mejora de la infraestructura habitacional y la seguridad sísmica en el distrito de Tarata y áreas similares. A nivel nacional, la investigación aporta datos valiosos sobre las condiciones sísmicas de las viviendas de adobe en el contexto peruano, lo que puede ser útil para implementar medidas preventivas en otras regiones del país que presentan características geológicas similares.

Por lo tanto, mediante la entrega de datos precisos y minuciosos acerca de la vulnerabilidad de las viviendas construidas a base de adobe en Tarata, este análisis tendrá un impacto importante en la creación de estrategias para prevenir y reducir los efectos de los terremotos, salvaguardando de esta manera la seguridad y los bienes de quienes viven allí.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, utilizando la metodología INDECI.

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, utilizando la metodología BENEDETTI-PITRINI.

Evaluar el comportamiento sísmico de una vivienda típica de adobe de dos niveles en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, mediante el software ETABS.

1.5 Definición de las variables

1.5.1 *Variable independiente*

Viviendas de adobe.

1.5.2 *Variable dependiente:*

Vulnerabilidad sísmica.

Instrumentos

- Metodología (Benedetti - Petrini, INDECI y software ETABS).

Indicador

– Método de Benedetti - Petrini:

Consta de 11 parámetros, se puntúan con las letras A, B, C, D.

Parámetro 1: Organización de sistema resistente.

Parámetro 2: Calidad de sistema resistente.

Parámetro 3: Resistencia convencional.

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.

Parámetro 5: Diafragmas horizontales.

Parámetro 6: Configuración en planta.

Parámetro 7: Configuración en elevación.

Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros.

Parámetro 9: Tipo de cubierta.

Parámetro 10: Elementos no estructurales.

Parámetro 11: Estado de conservación.

Para hallar el índice de vulnerabilidad (I_v), se asigna un puntaje por cada letra (K_{iA} , K_{iB} , K_{iC} o K_{iD}) dependiendo del parámetro, luego se multiplica por “Peso W_i ”; a continuación, se suma el valor obtenido por cada parámetro.

En la tabla 1, se muestran los puntajes para determinar el nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti-Petrini.

Tabla 1

Puntajes para hallar el nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti – Petri

Ítem	Parámetros	Clase Ki				Peso
		KiA	KiB	KiC	KiD	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1,5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0,75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0,5
7	configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0,25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1

Nota. Tomado de un estudio sobre la evaluación del peligro sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad Benedetti-Petri en las casas de adobe que se encuentran en el área urbana del distrito de Llanacora, Cajamarca (páginas 16-17), realizado por J. Tucto en 2018 y disponible en el repositorio de tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca. (<http://hdl.handle.net/20.500.14074/2526>).

Para hallar el nivel de vulnerabilidad, se tiene que seguir la siguiente fórmula: $I_{vn} = I_v * 100 / 382.5$

En la tabla 2, se muestra el nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti-Petri.

Tabla 2*Nivel de vulnerabilidad según el método de Benedetti – Petrini*

Método de Benedetti-Petrini	
Vulnerabilidad	Rango
Alta	$Iv \geq 35 \%$
Moderada	$15 \% \leq Iv < 35 \%$
Baja	$Iv < 15 \%$

Nota. Iv: Índice de vulnerabilidad. Tomado de un estudio sobre la evaluación del peligro sísmico utilizando el índice de fragilidad de Benedetti-Petrini en las casas de adobe ubicadas en la zona urbana de Llanacora, Cajamarca (página 52), llevado a cabo por J. Tucto en 2018, Archivo de tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca (<http://hdl.handle.net/20.500.14074/2526>).

Método de INDECI:

- Consta de 12 parámetros, que se puntúan del 1 al 4.
- Parámetro 1: Material predominante de la edificación.
- Parámetro 2: Participación de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción de las viviendas.
- Parámetro 3: Antigüedad de las viviendas o edificaciones.
- Parámetro 4: Tipo de suelo.
- Parámetro 5: Topografía del terreno de la vivienda.
- Parámetro 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia.
- Parámetro 7: Configuración geométrica en planta.

- Parámetro 8: Configuración geométrica en elevación.
- Parámetro 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.
- Parámetro 10: Existencia de concentración de masas en niveles superiores e inferiores.
- Parámetro 11: Principales elementos estructurales que se observa.
- Parámetro 12: Factores que inciden en la vulnerabilidad.

Para evaluar el grado de vulnerabilidad, es necesario sumar el puntaje obtenido en los 12 parámetros.

En la tabla 3, se muestra el grado de vulnerabilidad según el método de INDECI.

Tabla 3

Nivel de vulnerabilidad según el método de INDECI

MÉTODO DE INDECI	
VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	MAYOR A 24
ALTA	ENTRE 18 A 24
MODERADA	ENTRE 15 A 17
BAJA	HASTA 14

Nota. Iv: índice de vulnerabilidad. Tomado de una investigación que analiza la evaluación del peligro sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad creado por Benedetti-Petrini en las casas de adobe de estilo tradicional en el área urbana de Llanacora, Cajamarca, llevado a cabo por J. Tucto en 2018, disponible en el repositorio de tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica: El estudio realizó una evaluación exhaustiva de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe en el distrito de Tarata, considerando parámetros estructurales, geotécnicos y sismológicos para identificar las debilidades y posibles fallas ante eventos sísmicos.

Identificación de factores de riesgo: Se procedió a identificar y analizar los elementos de peligro que más influyen en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe, considerando la calidad de los materiales utilizados en la construcción, las técnicas de edificación empleadas y la ubicación geográfica.

Propuesta de medidas de mitigación: Se propuso medidas y estrategias de mitigación de la vulnerabilidad sísmica, considerando tanto intervenciones estructurales como no estructurales, con el objetivo de reducir el riesgo de daños en caso de un evento sísmico.

1.6.2 Limitaciones

Alcance geográfico limitado: El estudio se centró exclusivamente en el distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna, lo que significa que los resultados y conclusiones no son necesariamente aplicables a otras zonas geográficas con características diferentes. Esto limita la aplicabilidad de los hallazgos a regiones que no comparten condiciones similares en términos de composición del suelo, clima o técnicas constructivas tradicionales.

Limitaciones de recursos: La *Norma Técnica Peruana E.080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* establece que las evaluaciones de las propiedades mecánicas del adobe, como la resistencia a la compresión y al corte, deben realizarse mediante ensayos en pilas y muretes, respectivamente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017). Sin embargo, debido a limitaciones económicas y logísticas, no fue posible llevar a cabo estos ensayos en laboratorios especializados.

En su lugar, se realizaron pruebas en 10 unidades de bloques de adobe, lo que proporciona una aproximación de las propiedades mecánicas del material, aunque no cumple estrictamente con los requisitos de la norma E.080. Esta metodología se respalda en la *ASTM E2392/E2392M-10(2016): Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems*, la cual sugiere que, en ausencia de recursos para ensayos a mayor escala, las pruebas en unidades individuales pueden ser una alternativa válida para obtener parámetros preliminares del material (ASTM International, 2016).

Es importante destacar que, aunque estas pruebas en bloques individuales ofrecen información valiosa, pueden no reflejar completamente el comportamiento estructural de los muros de adobe en condiciones reales. Por lo tanto, los resultados obtenidos deben interpretarse con cautela, reconociendo las limitaciones impuestas por la metodología empleada.

Uso de valores normativos: Ante la imposibilidad de realizar ensayos

experimentales completos en pilas y muretes, se recurrió a valores normativos establecidos por la *Norma Técnica Peruana E.080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Para la resistencia a la compresión, se utilizó el valor de referencia de 0,6 MPa, ajustado con base en las propiedades observadas en los bloques individuales ensayados, en concordancia con los procedimientos permitidos por la normativa (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Asimismo, se demostró un módulo de elasticidad estándar de 200 MPa, recomendado para muros de adobe en análisis estructurales y sísmicos según esta misma norma. Este enfoque metodológico, respaldado también por criterios internacionales, como los establecidos en la *ASTM E2392/E2392M-10(2016)*, permitió garantizar la consistencia técnica del análisis estructural y sísmico a pesar de las limitaciones experimentales (ASTM International, 2016).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Chimbolema y Goyes (2023), en su estudio, se enfocaron en comprender el grado de vulnerabilidad de las construcciones catalogadas como patrimoniales, debido a su importancia cultural. Es imprescindible emprender medidas para preservar esta invaluable herencia cultural y arquitectónica. Se emplearon cuadros de valoración sísmica para identificar el peligro en las edificaciones, considerando tres elementos clave: la clasificación del legado cultural construido según su relevancia, el análisis del riesgo sísmico y la evaluación de la vulnerabilidad estructural de los bienes culturales edificados. Los datos revelaron que la apreciación sociocultural y económica alcanzó un puntaje de 0,72, la evaluación de la amenaza sísmica fue de 0,63 y la vulnerabilidad se situó en 0,5. El nivel de riesgo sísmico total alcanzó un valor de "0,95", indicando una alta vulnerabilidad sísmica en las casas históricas debido a su diseño original y a diversos elementos como la infiltración de agua por conductos dañados y las precipitaciones, que han debilitado gradualmente las construcciones.

Momin et al. (2021) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de identificar las características de vulnerabilidad relacionadas con fragilidad y fatalidad que facilitarían la estimación de los daños ocasionados por terremotos en

dichas estructuras. Se utilizaron modelos computacionales creados con las técnicas de LS DYNA para examinar un grupo de 30 registros de movimientos del suelo con componentes en dos direcciones. Los resultados obtenidos señalaron que las construcciones de una sola planta presentan menor vulnerabilidad en las fases tempranas de deterioro; pero, se tornan más propensas en las etapas finales, cuando los muros pierden su capacidad de soporte y se desplazan de su ubicación inicial. Se determinó que estas funciones de fragilidad podrían ser de utilidad para la evaluación de daños causados por terremotos, así como para análisis probabilísticos que buscan identificar zonas con un elevado riesgo de sufrir colapsos estructurales.

Cárdenas (2021) realizó una investigación con el propósito de analizar la composición y determinar la vulnerabilidad de dichas edificaciones frente a diferentes niveles de actividad sísmica. Emplearon metodologías para describirlas frente a distintos tipos de tensiones y se realizaron investigaciones exhaustivas en el lugar aplicando de la metodología de Benedetti y Petrini, junto con la aplicación del método de nivel 2 también conocido como cinemática no lineal. Los datos obtenidos sugieren que, si se presenta un movimiento sísmico de 0,05g, la vulnerabilidad será de un nivel bajo en un 2 %, moderada en un 69 % y alta en un 29 %. En contraste, ante un sismo de 0,25g, la vulnerabilidad fue moderada en un 16 % y alta en un 84 %. Llegaron a la conclusión de que todos los mecanismos situados en un nivel elevado tienen una significativa predisposición al colapso.

Sánchez et al. (2021) llevaron a cabo un proyecto con el fin de investigar la

zona y analizar cómo los temblores afectan a las construcciones de adobe. Su enfoque consistió en la supervisión de normativas de construcción, la descripción de materiales y el registro geográfico. Los datos revelaron elevados niveles de vulnerabilidad frente a peligros sísmicos y se determinó que las autoridades han descuidado las viviendas construidas a base de este material, como es el adobe, lo que ha propiciado la pérdida de la tradición constructiva en el área.

Chacón et al. (2021) investigaron con el objetivo de evaluar el antiguo Colegio Simón Bolívar, una construcción histórica de adobe con formas irregulares en su distribución, situada en el centro histórico de Quito. Se plantea la evaluación de distintas estrategias de reforzamiento para los muros estructurales de este edificio. Se considera que las fuerzas externas ejercen su influencia en la orientación del área más fuerte de la pared, y que los muros hechos de adobe tienen una capacidad restringida para soportar presiones laterales que no estén alineadas con esta área resistente. Bajo estas directrices, se desarrolla un análisis enfocado en la sensibilidad de la discretización empleando herramientas de software especializado y se identifican relaciones prácticas entre las proporciones de los elementos finitos y las dimensiones principales de los muros. Así que, esta sugerencia para el diseño de elementos finitos pretende fijar relaciones iniciales con el fin de realizar una evaluación preliminar para ajustar los elementos, supervisando tanto las fuerzas como los movimientos. En esta investigación, se analiza la rejilla de elementos finitos que se usa habitualmente en el estudio de estructuras en dos

dimensiones, destacando la relevancia de ajustar con precisión la rejilla al principio para lograr resultados fiables.

Echeverría y Monroy (2021), en su investigación, se propusieron calcular el nivel de fragilidad ante terremotos de los edificios en el vecindario de Surinama en Tunja. Dirigió su atención hacia las construcciones que emplean ladrillos sin refuerzo, aplicando el enfoque de evaluación de riesgo sísmico desarrollado por Benedetti y Petrini. Para dar inicio a la evaluación y descubrir posibles deterioros en las construcciones, se inició examinando la cantidad de propiedades utilizando el sistema de información geoespacial de Tunja (tusig), lo cual brinda una primera impresión sobre la cantidad de edificios a analizar. Después, se utilizó Google Maps para describir y valorar la condición de las casas, seguido de una visita al vecindario para confirmar la información recopilada de esta manera. Después de recolectar la información del análisis, se busca elaborar una base de datos en Excel con el fin de identificar el nivel de fragilidad ante terremotos que existe en las edificaciones de la región. Esto posibilita adquirir datos exactos acerca de las características físicas y de ubicación de los edificios.

Preciado et al. (2020), con el objetivo de comprender la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con adobe, llevaron a cabo un análisis profundo y riguroso. Utilizaron el método de evaluación de vulnerabilidad basado en nueve criterios, sin necesidad de utilizar planos u otros documentos visuales. Los datos revelaron que las casas exhiben niveles de vulnerabilidad sumamente elevados.

Tras alcanzar una intensidad sísmica de nivel VII, se estimó que 983 viviendas construidas con adobe se derrumbarían. En el caso de una intensidad de VIII, se calcula que se perderían 2583 edificaciones; mientras que, si la intensidad alcanza IX o más, todos los inmuebles se derrumbarían.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Altamirano y Noriega (2024) realizaron una investigación de la vulnerabilidad ante eventos sísmicos empleando las metodologías propuestas el INDECI, Benedetti – Petrini y Mosqueira – Tarque. Se optó por una metodología sencilla, utilizando un enfoque cualitativo que se enfoca en la investigación y la recolección de información a través de encuestas para localizar viviendas. Después, se procedió a examinar y estudiar detenidamente los cuestionarios recopilados, seguido de la realización de evaluaciones de dos viviendas utilizando el programa ETABS. De acuerdo con los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología del INDECI, el 100 % de las viviendas sometidas a evaluación presentan un alto nivel de vulnerabilidad ante eventos sísmicos. Así mismo, de acuerdo con los datos obtenidos, al someter las viviendas a evaluación por el método empírico propuesto por Benedetti-Petrini, resulta que el 27,5 % de las viviendas evaluadas presentaron un nivel de vulnerabilidad alto. Cabe mencionar también que el 72,5 % de las viviendas evaluadas presentó un nivel de vulnerabilidad medio. En lo que respecta al enfoque de Mosqueira y Tarque, se obtuvieron resultados que afirman que el 35 % de las construcciones evaluadas presentan un nivel de vulnerabilidad alto;

mientras que el 65 % de las viviendas evaluadas presentan un nivel de vulnerabilidad medio. En relación con la evaluación del software, las dos viviendas analizadas no consiguieron llegar al nivel esperado de esfuerzo axial máximo. Como resultado final, se llegó a la conclusión de que la vulnerabilidad se considera extremadamente elevada de acuerdo con el enfoque del INDECI; por otro lado, mediante los enfoques propuestos por Benedetti Petrini y Mosqueira Tarque, se sitúa en un rango que va desde moderado hasta alto. También se notó que las casas analizadas no satisfacían el límite de esfuerzo axial máximo. Dentro de las tres opciones, se determinó que Benedetti - Petrini era el método más exacto.

Ascencio (2023) desarrolló un trabajo de campo en la región estudiada con la finalidad de comprender cómo responden las edificaciones hechas de adobe ante eventos y/o fenómenos naturales como son los sismos. Con el fin de evaluar la vulnerabilidad de las construcciones, se empleó la investigación realizada por INDECI para examinar el riesgo sísmico en los edificios de la zona de Marabamba, utilizando una variedad de técnicas como cuestionarios, inspecciones in situ y creación de mapas detallados. Se creó un plan de eventos que abarcó los tiempos para llevar a cabo la encuesta, con una duración aproximada de 4 meses y se tuvieron en cuenta los costos relacionados con la ejecución de dicho estudio.

Yopla (2022) propuso evaluar la vulnerabilidad sísmica de las casas de adobe en el área urbana de Chetilla. Mediante un estudio transversal y descriptivo, siguiendo las técnicas de INDECI y Benedetti - Petrini, se llevó a cabo una

investigación sin carácter experimental. Decidió inspeccionar 40 hogares de un total de 170 utilizando un método de selección aleatoria. La investigación se construyó en torno a una ficha de evaluación fragmentada en seis secciones, la cual se consiguió mediante la observación directa y conversaciones con los dueños. A través de tablas, gráficos y planos se logró identificar los resultados, concluyendo que la hipótesis encuentra cumplimiento solo de forma parcial. El 30 % de las viviendas evaluadas muestra un nivel de vulnerabilidad sísmica alta, en tanto el 65 % de las viviendas evaluadas tiene una vulnerabilidad media y resulta que solo el 5 % tiene una vulnerabilidad baja, según los criterios de Benedetti-Petrini. En contraste, por otro lado, resulta que el 35 % de las viviendas evaluadas presenta un nivel de vulnerabilidad alta, el 65 % de todas las viviendas presenta un nivel de vulnerabilidad media. Estos resultados responden a los criterios establecidos por el INDECI. Los habitantes de la zona podrían sufrir graves consecuencias si no se llevan a cabo reparaciones y refuerzos en las viviendas evaluadas según las fichas de recomendación.

Huarachi (2021), para realizar un análisis enfocado en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe, empleó un enfoque metodológico que implica realizar inspecciones directas en el lugar para garantizar la excelencia de la edificación y recopilar datos minuciosos acerca de las particularidades de las residencias. Según las estadísticas, un 64,29 % presenta un nivel alto de vulnerabilidad esto con respecto a todas las viviendas evaluadas; mientras que un

35,71 % del universo muestra un nivel de vulnerabilidad extremadamente alto. Se ha determinado que es absolutamente necesario implementar técnicas de refuerzo estructural para reducir la susceptibilidad ante los terremotos.

Saavedra (2021), en una investigación transversal y descriptiva llevada a cabo en una localidad con 246 viviendas, se escogieron 90 hogares utilizando un enfoque de muestreo estratificado aleatorio. Durante la fase de investigación, se recopiló información mediante la observación directa, la revisión de documentos y la realización de entrevistas. Posteriormente, se analizaron dichos datos utilizando el método creado por Benedetti y Petrini para establecer y determinar la vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas de adobe de dicha zona. Se utiliza el enfoque propuesto por para determinar la probabilidad de un terremoto. Mosqueira y Tarque (2005) tuvieron en cuenta factores como la actividad sísmica, la composición del suelo y la configuración del terreno. La evaluación del riesgo sísmico se basa en la relación entre la vulnerabilidad y el peligro identificados. Los datos recopilados indican que las residencias en San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, mayormente presentan un nivel de riesgo medio (51,11 % de las viviendas), aunque también es notable el porcentaje de viviendas en un nivel alto (48,89 %). Se proponen sugerencias para mejorar los procedimientos de construcción en función de estos descubrimientos.

Huanca (2020), en su investigación, tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad ante los temblores en este tipo de viviendas. Utilizó una metodología

que incluyó la descripción detallada de las construcciones a través de formatos particulares, la aplicación de criterios basados en la normativa E.080 y la minuciosa explicación de la construcción de las casas utilizando el enfoque del INDECI. Se descubrió que el 73 % de las casas muestran un grado significativo de vulnerabilidad; mientras que el 27 % presentan un nivel de vulnerabilidad extremadamente elevado. Se infiere que, si se produce un terremoto de magnitud moderada o alta, podría causar daños significativos e incluso colapsos en esas viviendas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sismicidad

Los avances científicos han contribuido en gran medida a que comprendamos cómo se originan los terremotos, cómo medimos su magnitud y cómo se propagan dentro de la corteza terrestre. Estos fenómenos se producen cuando la fuerza aplicada a la Tierra supera la resistencia de la roca, lo que provoca un fallo abrupto o un deslizamiento forzado de los lados opuestos de la Tierra. Estas fuerzas pueden ejercer presión sobre las rocas, ya sea en dirección perpendicular a la falla, haciendo que las rocas se compriman unas contra otras, o siguiendo una trayectoria paralela a la falla, lo que provoca que las rocas se desplacen rozándose entre sí. La fuerza de la falla está determinada por la intensidad de estas presiones y la resistencia al deslizamiento del material de la falla. Cuando la tensión se acumula en gran medida y vence la resistencia de la falla, las rocas se rompen,

desencadenando la liberación de la energía guardada en forma de ondas sísmicas. Estas olas generan movimientos en las rocas que las rodean.

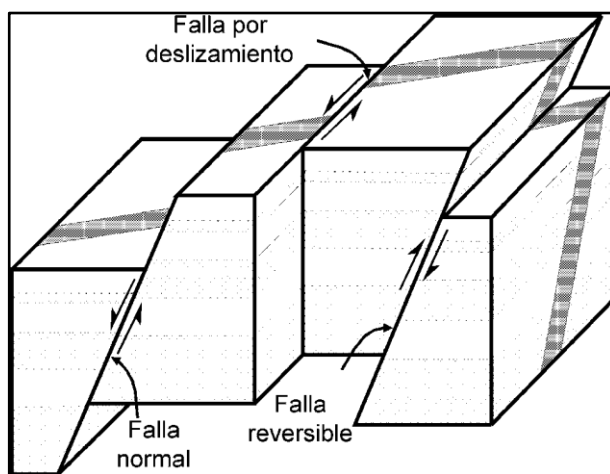
El inicio de un terremoto se da en un punto concreto llamado foco o hipocentro, ubicado en la superficie de la falla donde se produce la ruptura. La ubicación del foco se determina por su latitud, longitud y profundidad. El centro neurálgico de este lugar, definido exclusivamente por sus coordenadas geográficas, es la representación en la superficie terrestre. La onda del terremoto se extiende desde el centro de origen a través de la superficie de fractura a una velocidad limitada hasta detenerse. La liberación total de la tensión acumulada ocurre al encontrar la ruptura una sección de la falla que es más resistente, o al llegar al final de la misma. La extensión completa del movimiento causado por un terremoto se vincula con el lapso que la fractura demora en propagarse a lo largo de toda la superficie de ruptura (Nyffenegger, 1997).

Tres categorías principales de errores pueden aparecer ya sea en tierra firme o en el océano. Dentro de las fallas más frecuentes, se encuentra la de deslizamiento caracterizada por un movimiento horizontal entre ambos lados a lo largo de un plano vertical así como la falla reversible o compresional, donde las fuerzas compresivas provocan un deslizamiento por cizallamiento que eleva la parte superior a medida que se desplaza; y la falla normal o extensional, que se caracteriza por fuerzas extensionales que jalan los bloques superiores hacia abajo a lo largo de un plano inclinado (Dowrick, 1997 y Nyffenegger, 1997).

En la figura 1, se muestra gráficamente los tipos principales de falla causados por un terremoto.

Figura 1

Tipos principales de falla, provocados por un terremoto



Nota. Adaptado de Earthquakes, por B. Bolt, 1999, Macmillan.

2.2.1.1 Peligrosidad sísmica. Posibilidad de que se produzca una serie de fenómenos físicos en respuesta a un terremoto, entre los que se incluyen la ruptura de fallas, el movimiento del suelo, la licuefacción y los corrimientos de tierras. Estos fenómenos se clasifican como efectos secundarios de un evento sísmico. La distribución y el alcance de estos efectos secundarios dependen de una serie de variables, entre las que destacan los atributos geológicos y geotécnicos de la región, además de las características particulares del terremoto, como su hipocentro, mecanismo, intensidad, duración y composición de frecuencia.

Para evaluar la peligrosidad sísmica, es esencial comprender los atributos

de las zonas sísmicas, lo que requiere una caracterización exhaustiva de los terremotos.

2.2.1.2 Sismicidad global. El proceso de determinación del epicentro de un terremoto implica la interpretación de las ondas sísmicas que se han adquirido en diversos observatorios sismográficos de todo el mundo. A partir de los datos proporcionados, se han generado mapas que representan la dispersión mundial de los terremotos. Los mapas ilustran un patrón discernible distinguido por un cinturón de actividad sísmica que divide las principales regiones continentales y oceánicas, aunque con anomalías notables en zonas con actividad sísmica insignificante (Bolt, 1999).

Un análisis sobre cómo se distribuyen los terremotos muestra que hay muchas zonas en el mundo con una actividad sísmica intensa, destacando especialmente el cinturón Circum-Pacífico. Desde el extremo norte de Alaska hasta el punto más austral de Chile, desde las islas aleutianas hasta Indonesia y Nueva Zelanda se despliega un vasto territorio a lo largo de la costa oeste de América. El extenso territorio que se extiende desde el suroeste de la Península Ibérica hasta el imponente Himalaya, abarcando naciones como Italia, Grecia, Turquía, Persia, India y China, ocupa el segundo lugar en cuanto a tamaño se refiere. Las elevaciones submarinas que dividen el océano Atlántico en dos secciones frente a las costas occidentales de Sudamérica constituyen la tercera región. La investigación de los sismos en estas zonas ha contribuido a validar la hipótesis de

la tectónica de placas y la evolución de los continentes.

A lo largo del Decenio Internacional dedicado a la Mitigación de Desastres Naturales, la iniciativa pionera del Programa Mundial de Evaluación de los Peligros Sísmicos (GSHAP, 1999) marcó un hito significativo en la elaboración de mapas de riesgos sísmicos.

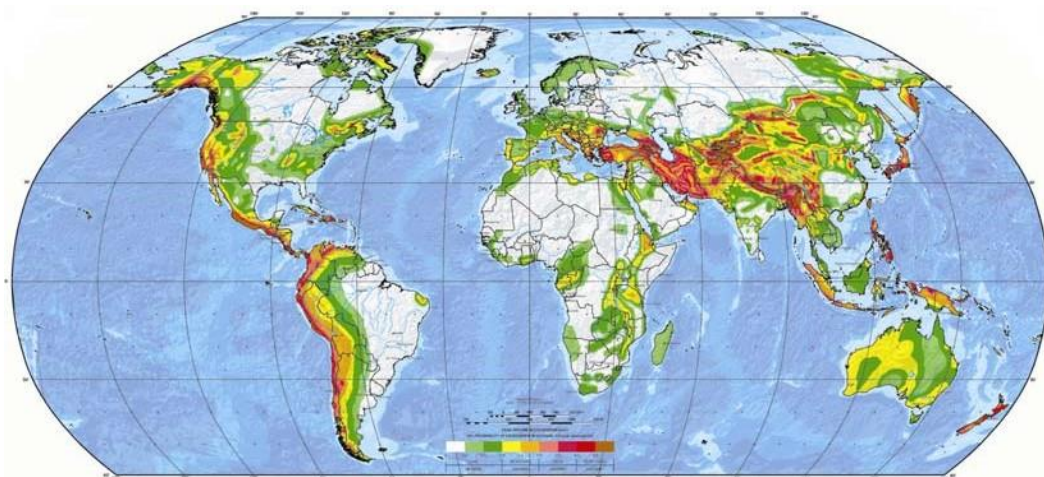
Este proyecto combinó fragmentos cartográficos creados por distintas zonas geográficas y campos de investigación. En el mapa definitivo se representa la aceleración máxima del suelo (en unidades pga) con una posibilidad de superación del 10 % durante un período de 50 años, lo que corresponde a un intervalo de recurrencia de 475 años. Se clasificó el terreno en términos generales como rocoso, salvo en Canadá y Estados Unidos, donde se describió como un suelo sólido y pedregoso. El mapa representa los diversos niveles de movimiento del suelo mediante una escala cromática que abarca desde la mínima probabilidad marcada en blanco hasta la máxima reflejada en tonalidades oscuras.

Los colores del mapa fueron seleccionados para de esta manera poder de representar aproximadamente el nivel de riesgo que estos llevan asociado. Los tonos más claros señalan una peligrosidad reducida, mientras que los más intensos señalan una peligrosidad elevada. Con mayor detalle, los colores blanco y verde muestran una peligrosidad moderada que se encuentra entre el 8 y el 24 por ciento de la aceleración de la gravedad los matices amarillo y naranja indican una peligrosidad considerable entre el 24 y el 40 por ciento de la gravedad y los tonos rojo oscuro y

café denotan una amenaza sumamente alta con porcentajes que exceden el 40 por ciento de la gravedad. La Figura 2 ilustra el mapa de vulnerabilidad sísmica a nivel mundial.

Figura 2

Mapa de peligrosidad sísmica global

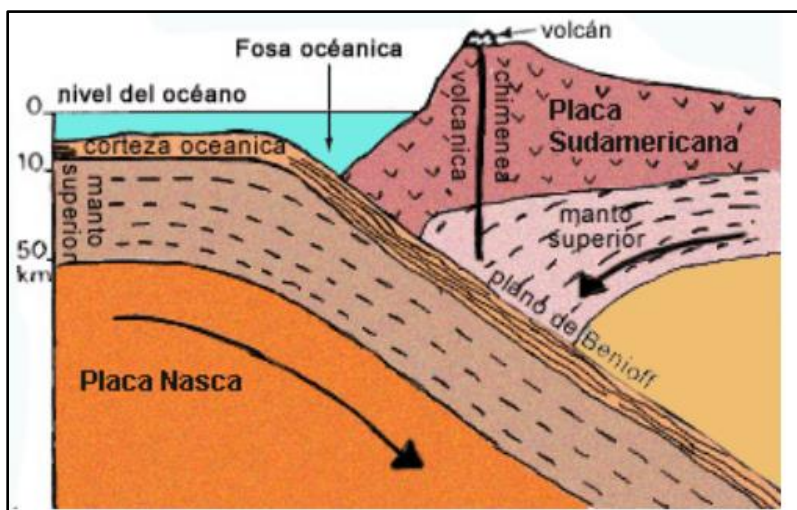


Nota. Adaptado de Review of World Earthquakes (p. 441), por J.O. Oluwafemi et al., 2018, *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9 (9).

2.2.1.3 Sismicidad en el Perú. Los temblores son sacudidas del suelo provocadas por la liberación de energía acumulada en la Tierra. En Perú, los terremotos ocurren principalmente por la interacción entre la placa Nazca, ubicada en el océano, y la placa Sudamericana, que se encuentra en la tierra. En la figura 3, se puede observar gráficamente la ocurrencia de la interacción entre la placa Sudamericana y la Placa de Nazca.

Figura 3

Proceso de subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana



Nota. Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES)

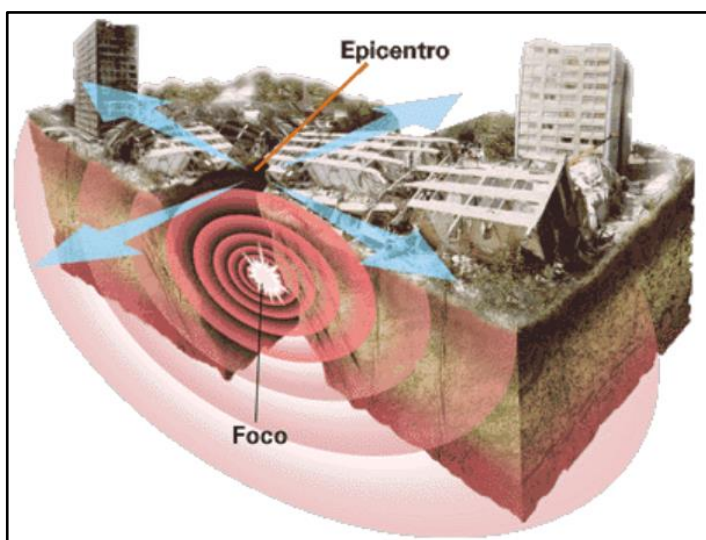
En las costas peruanas, se desarrolla un impresionante evento geológico llamado subducción. En este proceso, la placa Nazca se introduce bajo la placa Sudamericana a través de un desplazamiento hacia abajo. El movimiento relativo entre estas dos placas tectónicas origina vibraciones sísmicas que provocan el desplazamiento del terreno (Mosqueira y Tarque, 2005).

Los movimientos sísmicos se dividen en dos tipos las ondas profundas que se desplazan desde el núcleo de la corteza hasta la capa exterior y las ondas superficiales que solo afectan la parte más cercana del suelo siendo las más peligrosas para las estructuras. Para explorar los terremotos, es esencial tener un entendimiento profundo de dos ideas abstractas. El hipocentro o foco es esencial pues señala el lugar donde nacen las vibraciones sísmicas es representado como un

punto en la superficie de la falla donde comienza la fractura. También existe el epicentro que corresponde a la proyección del hipocentro en la superficie terrestre (figura 4).

Figura 4

Localización del foco y epicentro de un sismo



Nota. Adaptado de Foco y epicentro de un terremoto (p. 334), por E. Tarbuck y F. Lutgens, 2005, Ciencias de la Tierra, 8va Edición, Pearson Prentice Hall.

Según la Norma Técnica E.030 (2018), referente al diseño sismorresistente en Perú, se identifican cuatro regiones con distintos grados de riesgo sísmico. Esta clasificación se basa en las características comunes de los temblores y en cómo disminuyen a medida que nos alejamos del lugar donde comenzaron (figura 5).

Figura 5*Zonas sísmicas en Perú*

Nota. Adaptado de Norma Técnica E.030 Diseño sísmoresistente

De igual manera, en el anexo II de la Norma Técnica E.030, se puede observar una tabla que ofrece un desglose exhaustivo por distrito, señalando la zona a la que cada uno de ellos pertenece. Además, se indica el ámbito, especificando que los ocho distritos de la provincia de Tarata se encuentran todos dentro de la zona 3 (tabla 4).

Tabla 4*Zonas sísmicas de Tarata*

Región (Dpto.)	Provincia	Distrito	Zona sísmica	Ámbito
Tacna	Tarata	Chucatanani Estique Estique-Pampa Sitajara Susapaya Tarata Tarucachi Ticaco	3	Todos los distritos

Nota. Adaptado de Norma Técnica Peruana E.030 Diseño termorresistente (p. 32), por MVCS, 2018.

De acuerdo con lo establecido en la reglamentación E.080 diseño y construcción con tierra reforzada, se ofrecen pautas para la creación adecuada de hogares edificados con adobe. Es esencial recordar estas pautas al edificar estas casas para asegurar que puedan soportar con éxito los temblores de tierra. Las reglas indican acciones apropiadas, como la anchura y la elevación de los muros, los espacios adecuados entre los muros, aberturas de puertas y ventanas, y la presencia de refuerzos.

De acuerdo con el estudio y la valoración llevados a cabo por Yamín et al. (2007), se reconocieron diversos elementos clave que favorecen el incremento de la fragilidad estructural de las construcciones de adobe ante los sismos. Entre los factores que se consideran, se encuentran la ausencia de una verticalidad apropiada, la presencia de humedad en diversas partes de la edificación, las filtraciones, las irregularidades en la distribución y altura, así como la incorrecta ubicación de los

muros. Igualmente, destacan la presencia de uniones incorrectas en varias partes de la vivienda, el deterioro de los acabados en las paredes, el uso de materiales inapropiados, la inclusión de elementos pesados en la construcción, la ausencia de diafragmas y los problemas relacionados con los sistemas de soporte y anclaje en entrepisos, techos y paredes.

2.2.1.4 Vulnerabilidad sísmica. Varios autores han definido la vulnerabilidad sísmica, entre ellos Barbat (1998), quien describe la vulnerabilidad sísmica como la facilidad con la que una construcción o sistema puede resultar dañado por un terremoto, tomando en cuenta tanto sus características físicas como su entorno social y económico. Yamín et al. (2007) consideran que tiene que ser la capacidad con la que una edificación o construcción puede resistir los efectos de un movimiento sísmico, teniendo en cuenta diversos factores como la resistencia de los materiales, el diseño estructural, y las condiciones geotécnicas del suelo. Somerville (2000) define la vulnerabilidad sísmica como la propensión de una estructura o sistema a experimentar daños o colapsos durante un evento sísmico, considerando aspectos tanto estructurales como no estructurales, como la calidad de la construcción, la ubicación geográfica y la preparación para desastres. Finalmente, para Dolce et al. (1994), la vulnerabilidad sísmica se refiere a cuán susceptible es una construcción o sistema a sufrir daños o pérdidas debido a un terremoto, considerando factores como la rigidez estructural, la resistencia de los materiales y la capacidad de absorción de energía.

Se podría decir que la fragilidad sísmica de un edificio es un factor que proporciona información sobre el nivel de daño en su estructura, la forma en que podría colapsar y su capacidad para resistir las fuerzas sísmicas esperadas (Ingeniería, 2019).

En las investigaciones acerca del peligro sísmico, es esencial considerar la idea de fragilidad ante los terremotos para minimizar los daños ocasionados por estos fenómenos naturales. Desde el enfoque de la ingeniería la prevención de desastres, incluye todas las medidas orientadas a mejorar la resistencia sísmica de las construcciones en una región determinada con el objetivo de minimizar los gastos derivados de los daños que pueda provocar un sismo (Barbat, 1998). Por lo tanto, para mitigar los daños causados por los eventos sísmicos en una zona determinada, es esencial reducir la vulnerabilidad y los costos de reparación de los edificios afectados.

Contar con un entendimiento claro de los riesgos sísmicos presentes posibilita determinar las medidas requeridas para el diseño de futuras edificaciones, como para la selección de los lugares de construcción, procurando que las condiciones del emplazamiento sean óptimas, evitando áreas cercanas a fallas, rellenos, posibles zonas de asentamiento o deslizamiento, y áreas con alto potencial de licuefacción. No obstante, resulta complicado disminuir la amenaza que enfrentan las construcciones actuales, por lo tanto, es esencial intervenir directamente en la vulnerabilidad para disminuir el peligro.

La comprensión de cómo se comportan las estructuras ante los terremotos ayuda a descubrir los mecanismos y acciones de fortalecimiento necesarios para disminuir los efectos de los movimientos del suelo. En cuanto a las construcciones más recientes se pueden sugerir métodos innovadores de edificación y enfoques de diseño que garanticen el correcto funcionamiento de los componentes estructurales.

En los últimos veinte años, la comprensión de la vulnerabilidad sísmica de muchas estructuras, como edificios, infraestructuras vitales y nucleares, ha avanzado notablemente gracias al trabajo de especialistas e investigadores (Dolce et al., 1994). Han surgido diversas ideas para examinar la fragilidad ante terremotos en varios grados de detalle, las cuales han sido aplicadas en diversas regiones del planeta. Esta realidad se puede observar en estudios realizados por Gunturi (1992), Kawamura y colaboradores (1992), Petrovski y su equipo (1992), Kappos y colegas (1992), Hwang junto a Huo (1994), Singhal en compañía de Kiremidjian (1995), Hurtado en su investigación del 1999 y Dumova en el año 2000, entre otros.

Sin embargo, en países en desarrollo y en aquellos con normativas deficientes en cuanto a la resistencia sísmica de las construcciones, se han realizado pocas medidas para reducir la fragilidad sísmica de los edificios ya construidos. Han ocurrido verdaderas tragedias sísmicas, como las ocurridas recientemente en Turquía el 1 de mayo de 2003 y en Argelia el 21 de mayo de 2003, causando grandes pérdidas humanas y daños significativos en aspectos físicos, sociales y económicos.

Al llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad en zonas urbanas, es esencial

considerar los aspectos estructurales, funcionales, operativos y urbanísticos. Esto posibilitará proporcionar información importante para prevenir desastres, planificar ciudades y administrar el territorio. La realización de estos estudios resulta fundamental para la toma de decisiones acerca de si es necesario rehabilitar o demoler edificios en peligro, determinar la ubicación de centros médicos y de emergencia, así como planificar rutas de evacuación y vías de acceso rápido para brindar ayuda en áreas susceptibles.

2.1.1.5 Periodo de vibración. La Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente establece directrices fundamentales para el diseño de edificaciones en zonas sísmicas, orientadas a garantizar la seguridad estructural y minimizar los daños durante un sismo. Uno de los aspectos cruciales que aborda esta norma es el período de vibración de las estructuras, que se define como el tiempo que tarda una estructura en completar un ciclo de oscilación. Este parámetro es esencial para el análisis dinámico de la respuesta sísmica, ya que influye directamente en la magnitud de las fuerzas sísmicas que la estructura experimentará. Para determinar el período de vibración, la norma sugiere utilizar el coeficiente CT, que permite estimar el período fundamental de un edificio en función de su altura y rigidez. Este coeficiente es fundamental para calcular las fuerzas sísmicas actuantes sobre la estructura, ya que un período más largo generalmente resulta en menores fuerzas sísmicas, mientras que un período corto puede llevar a mayores demandas estructurales. La norma también enfatiza que el diseño debe considerar las

características del suelo y la zonificación sísmica del área donde se ubica la edificación, lo cual afecta significativamente el comportamiento dinámico del edificio durante un evento sísmico.

Además, es importante mencionar que la Norma E.030 establece que las edificaciones deben ser capaces de soportar tanto movimientos sísmicos moderados como severos. Esto implica que, aunque no se busca evitar completamente los daños, se debe garantizar que la estructura no colapse ni cause lesiones graves a sus ocupantes. Para lograr esto, se deben implementar sistemas estructurales adecuados y realizar análisis detallados del comportamiento dinámico, utilizando métodos como el análisis espectral y el análisis por modos.

Finalmente, la norma también contempla la necesidad de realizar un análisis del desplazamiento máximo en los niveles superiores de la edificación. Este análisis es crucial para asegurar que los desplazamientos laterales durante un sismo no superen los límites aceptables establecidos por la norma, lo cual contribuirá a mantener la integridad estructural y funcionalidad del edificio. En resumen, el adecuado sustento del período de vibración según la Norma E.030 es fundamental para diseñar edificaciones seguras y resilientes frente a sismos.

2.2.2 Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe

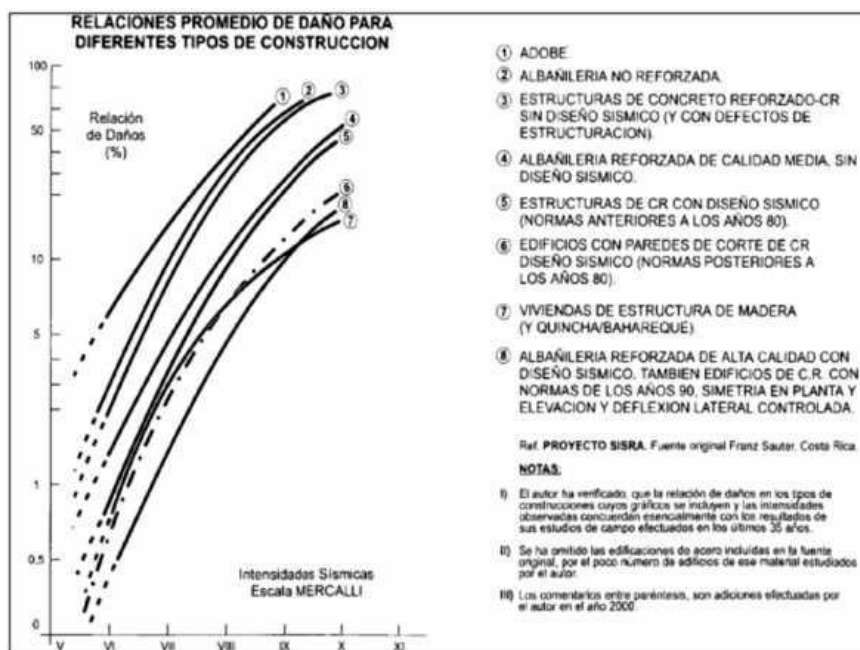
“Las residencias construidas en adobe suelen exhibir una serie de atributos constructivos que potencian su susceptibilidad estructural a la actividad sísmica [...]. Durante los terremotos, es común observar la fractura intensa y

desmoronamiento de los muros en las esquinas, junto con la separación de los techos de las paredes, lo que generalmente resulta en el derrumbe de las estructuras” (Rubio, 2017).

Los daños interrelacionados de diversos tipos de estructuras en su funcionamiento, la intensidad que tienen estas se puede observar en la escala Mercalli. 02. En las figura 6, se muestran las cantidades típicas de daño para distintos estilos de edificios. Se puede observar que, en la primera (1) curva de adobe, si la magnitud es IX MM, las pérdidas ocasionadas llegan a un 100 %, lo que significa que la vulnerabilidad es más alta. En cuanto a la curva 8; en la albañería reforzada y la magnitud VI MM; su pérdida es mayormente nula y es nula su vulnerabilidad (Kuroiwa, 2002).

Figura 6

Relaciones promedio de daño e intensidades sísmicas para diferentes tipos de construcción



Nota. A continuación, se enumeran los factores clave que incrementan la fragilidad de las viviendas construidas con adobe frente a los sismos. Tomado de la obra "Disminuyendo catástrofes: Conviviendo en equilibrio con el entorno natural" (p. 122), escrita por J. Kuroiwa en 2002 y publicada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en la colección de publicaciones PALTEX.

- Cimentación.

Un gran conjunto de construcciones de adobe se alza sin contar con una base sólida, lo que ocasiona hundimientos irregulares que debilitan los muros principales y reducen la capacidad de la edificación para soportar las diversas fuerzas a las que se expone. Por el contrario, la ausencia de una base sólida propicia la acumulación

de humedad en las paredes de adobe lo que debilita considerablemente su resistencia y acelera su desgaste con el paso del tiempo. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica) [AIS], 2006).

- **Irregularidades en planta y altura.**

(AIS, 2006), Todas las construcciones que son irregulares geoméricamente, ya sea en planta, así como en elevación. Lo que crea habitualmente efectos de torsión y fuerza sobre las estructuras y no estructuras cuando sucede un evento sísmico. Esto produce una gran fuerza, fisuraciones y movimientos notables lo que lleva al desplome de una construcción. La nula existencia de plomo en las construcciones (de pared) provoca una inestabilidad mayor por las fuerzas iniciales provocadas por un terremoto.

- **En cuanto a la conexión que existe entre los muros.**

La carencia de una adecuada conexión en las esquinas de las paredes de adobe disminuye notablemente la capacidad de estas estructuras para enfrentar las fuerzas horizontales originadas por los sismos. Esta deficiencia estructural debilita la estabilidad general de las paredes, lo que incrementa su vulnerabilidad al desplazamiento y al colapso durante un evento sísmico, ya que las fuerzas laterales no se distribuyen adecuadamente a lo largo de la estructura, afectando su integridad, lo que resulta en una marcada inestabilidad de los elementos verticales frente a cargas que actúan perpendicularmente a su superficie (AIS, 2006).

- **Entrepisos y ausencia de diafragmas.**

La ausencia de un entrepiso que funcione como un diafragma rígido en su propio plano puede provocar que la distribución de las cargas laterales generadas por el terremoto sea generalmente perjudicial, facilitando así la acción de fuerzas perpendiculares excesivas contra la pared (AIS, 2006).

- Mecanismos de falla típicos por sismos.

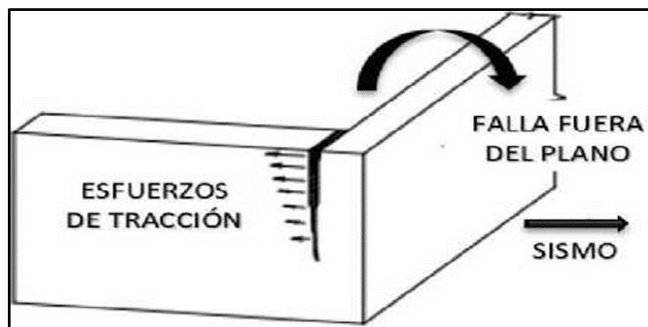
“[...] La escasa capacidad de resistencia a la tracción y la marcada inestabilidad de sus propiedades mecánicas frente a la humedad han causado consecuencias catastróficas en numerosas edificaciones similares a lo largo de la historia. A pesar de eso, sigue siendo el material de edificación preferido por los habitantes de áreas rurales en Perú y otras naciones en vías de desarrollo”. (Torrealva, 2007, p.1)

a) Daños causados por fuerzas perpendiculares al plano del muro.

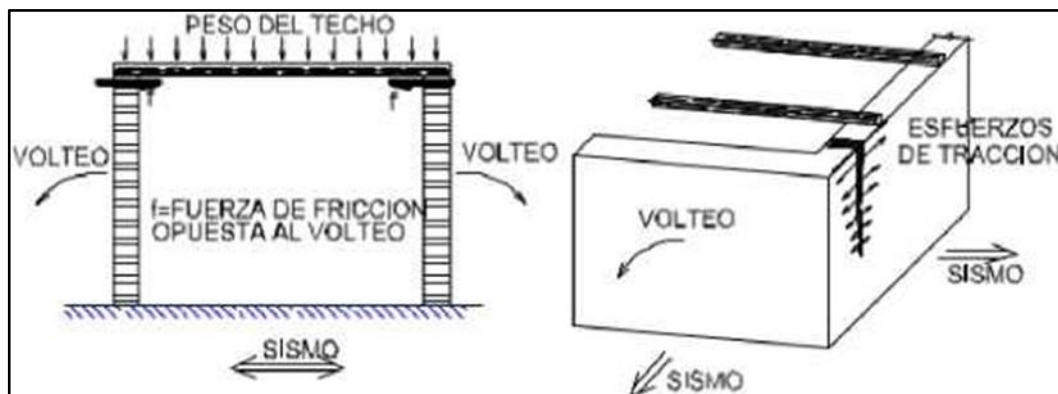
Aberturas verticales y volteo del muro.

“En caso de un terremoto y la ausencia de un diafragma rígido, cada pared actuará de manera autónoma. La oscilación que se produce fuera del plano de los muros perpendiculares provoca una intensa acumulación de tensiones de estiramiento en las esquinas superiores, lo que origina grietas verticales que se extienden hacia abajo” (Torrealva, 2007).

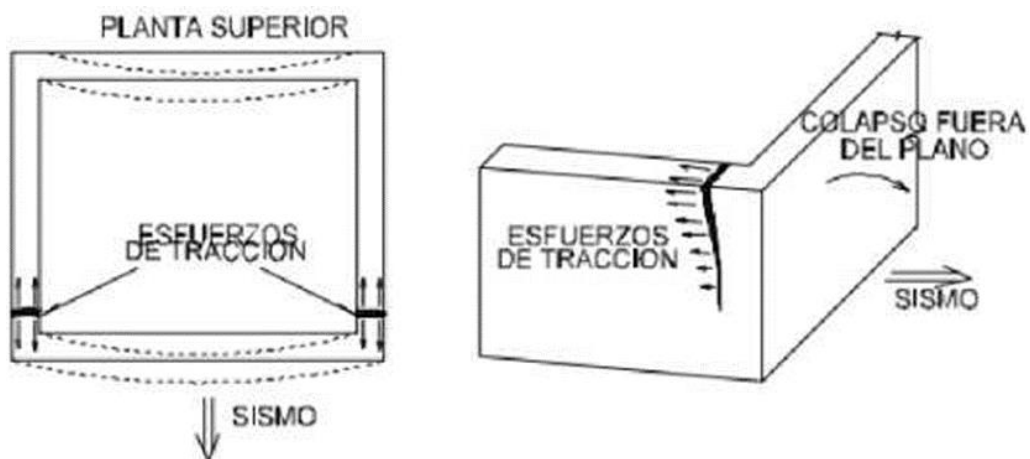
En la figura 7, 8, 9 y 10, se muestran diferentes tipos de daños suscitados en las construcciones por sismos como el fallo fuera de plano, arriostre, colapso y formas de falla en muro de adobe debido a cargas en su plano.

Figura 7*Falla fuera del plano*

Nota. Adaptado de *Caracterización de daños, reparación y refuerzo en construcciones de adobe* (p. 1), por D. Torrealva, 2007, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Figura 8*Arriostre contribuido por el techo a los muros portante.*

Nota. El muro no portante es más vulnerable a esta falla al no referir ciertos arriostres que contribuye la cubierta, la viga sirve de arriostre lateral mientras la fuerza no exceda la fricción. Adaptado de *Caracterización de daños, reparación y refuerzo en construcciones de adobe* (p. 2), por D. Torrealva, 2007, Pontificia Universidad Católica del Perú.

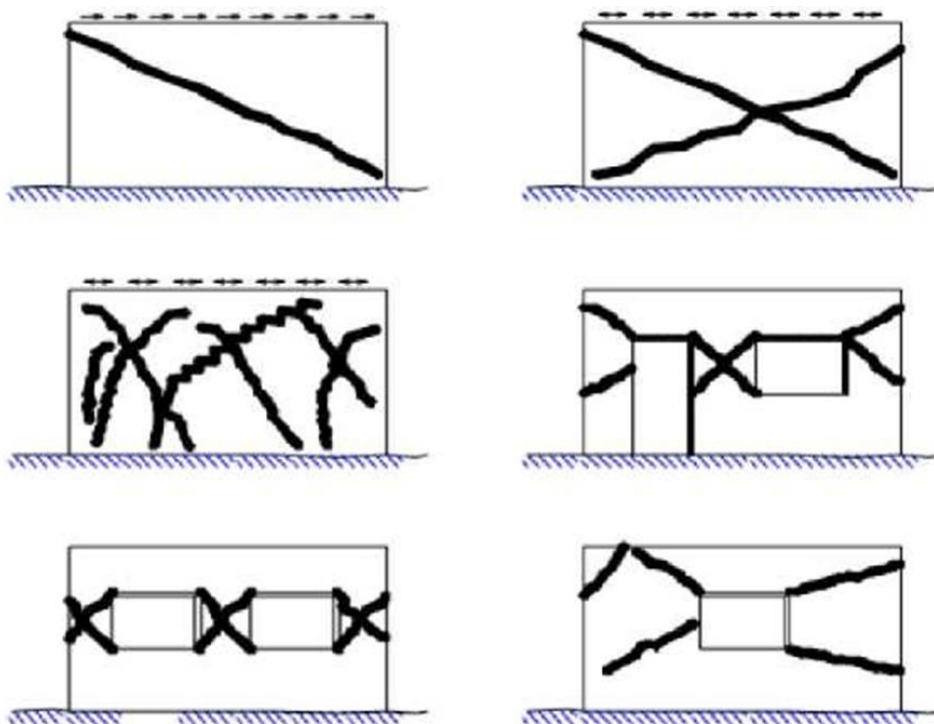
Figura 9*Colapso fuera del plano*

Nota. La falla de este tipo se debe a la misma causa indicada en la figura anterior, esta se presenta principalmente en muro exterior. Adaptado de *Caracterización de daños, reparación y refuerzo en construcciones de adobe* (p. 2), por D. Torrealva, 2007, Pontificia Universidad Católica del Perú.

En daños causados por fuerzas cortantes en los planos de los muros, la falla se encuentra fuera de la superficie y está contenida gracias a que el muro es espacioso y/o a la presencia de amarres en la parte superior de los muros. Las grietas características en X se producen a raíz de las fuerzas de corte en las paredes, las cuales aumentan su intensidad con el nivel de sacudida sísmica. (Figura 10) (Torrealva, 2007).

Figura 10

Formas de falla en muro de adobe debido a cargas en su plano



Nota. Adaptado de *Caracterización de daños, reparación y refuerzo en construcciones de adobe* (p. 3), por D. Torrealva, 2007, Pontificia Universidad Católica del Perú.

2.2.3 Viviendas de adobe

El adobe es un material de construcción ancestral compuesto principalmente de tierra, agua y, en ocasiones, fibras vegetales que actúan como refuerzo. Estas fibras suelen ser paja o pasto seco que se incorpora a la mezcla para mejorar la cohesión. Los bloques de adobe se moldean y se dejan secar al sol, en lugar de cocerse como los ladrillos tradicionales. Esta técnica de construcción ha sido usada durante siglos, especialmente en zonas de clima seco, debido a su simplicidad y

accesibilidad, proporcionando un método de construcción sostenible y de bajo costo (García y López, 2021).

Las viviendas de adobe son estructuras caracterizadas por el uso de bloques de barro como material principal para los muros, los cuales ofrecen propiedades de aislamiento térmico, lo que permite una regulación de la temperatura interna en climas extremos. Estas construcciones, aunque populares en áreas rurales por su bajo costo y los materiales disponibles, presentan desafíos en cuanto a durabilidad, especialmente en entornos húmedos o sísmicos. Sin embargo, su aplicación sigue siendo común en muchas regiones debido a la tradición cultural y las ventajas económicas (Martínez y Soto, 2019).

En diversas regiones del mundo, especialmente en áreas rurales de América Latina, Asia y África, las viviendas de adobe representan una solución de construcción debido a la abundancia de materiales y la facilidad de la técnica de construcción. Este tipo de vivienda es ideal para climas áridos, donde las propiedades térmicas del adobe permiten conservar el calor en la noche y reducir la temperatura en el día. Sin embargo, estas estructuras presentan problemas en términos de resistencia estructural ante eventos sísmicos y condiciones meteorológicas adversas (Pérez, 2020).

A pesar de sus ventajas, las viviendas de adobe presentan una baja resistencia a las fuerzas sísmicas. Esto se debe principalmente a la rigidez del material, que dificulta su capacidad para absorber y disipar la energía generada

durante un sismo. En regiones con alta actividad sísmica, estas viviendas están expuestas a un mayor riesgo de colapso, especialmente si no se emplean técnicas de refuerzo estructural adicionales. La falta de flexibilidad y la tendencia a fracturarse bajo cargas laterales representan una limitación significativa para su uso en zonas sísmicas (Jiménez, 2018).

El uso de adobe en la construcción es particularmente adecuado para zonas secas, ya que este material puede deteriorarse por la humedad y la exposición prolongada al agua. En regiones húmedas, las viviendas de adobe requieren un mantenimiento constante o deben protegerse con cubiertas que impidan la absorción de agua. Sin embargo, en climas secos, estas construcciones pueden durar varios años, conservando sus propiedades térmicas y estructurales. Esta característica hace que el adobe sea una opción viable en ciertas condiciones climáticas, aunque su durabilidad siempre dependerá del mantenimiento adecuado (López, 2017).

2.2.4 Criterios estructurales y recomendaciones para edificaciones de adobe

Ensayos empíricos para la selección del suelo

- Prueba de “Cinta de Barro” (Norma E.080).

Para conocer el tiempo que tiene la arcilla en el suelo, se debe hacer la prueba de “Cinta de Barro” (en un tiempo de 10 minutos aproximadamente) (MVCS, 2017).

Para tener una muestra de arcilla con una adecuada humedad, no permite realizar el cilindro de 12mm, poner en la mano y aplanar lentamente con los dedos

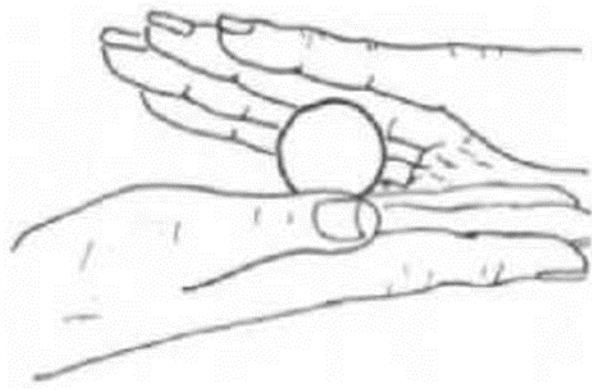
índice y pulgar, formar una cinta de 4mm de grosor y dejar que se estire lo más largo posible. Si el largo alcanza entre los 20cm y 25cm de longitud, quiere decir que el suelo es muy arcilloso. Si los cortes se realizaron en 10cm o menos, lo que significa que el suelo tiene poca arcilla (MVCS, 2017).

- Ensayo de resistencia seca (Norma E.080).

Para este ensayo, es necesario realizar bolitas de arcilla de la zona. Se emplea el suelo específico de la región para la edificación, combinándolo con agua. La figura 7 muestra el correcto proceso del ensayo. Para este proceso, es necesario tener en cuenta que el agua debe ser una mínima cantidad que permita realizar las bolitas sin que estas se deformen (MVCS, 2017).

- Ensayo de resistencia seca (Norma E.080).

Para este ensayo, es necesario realizar bolitas de arcilla de la zona. Se utiliza la tierra de la zona que sea apropiada para la construcción y mezclarla con agua. La figura 11 muestra el correcto proceso del ensayo. Para este proceso, es necesario tener en cuenta que el agua debe ser una mínima cantidad que permita realizar las bolitas sin que estas se deformen (MVCS, 2017).

Figura 11*Proceso de formar bolitas con tierra*

Nota. Tomado de Norma E.080 Diseño y edificación utilizando tierra reforzada (p. 20), elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en 2017, publicado en el Diario Oficial “El Peruano”.

Las bolitas deben ser dejadas para que sequen por lo menos 48 horas, dejándolas en un lugar apropiado donde no sea afectado por la lluvia, humedad y el derrame de agua (MVCS, 2017).

Al finalizar el tiempo establecido, es necesario ejercer una firme presión sobre las volitas con el dedo índice y pulgar, tal como se muestra en la figura 12. En caso de que alguna de las bolitas se fracture, se rompa o se agriete, será preciso volver a confeccionar únicamente esa bolita utilizando los mismos elementos y permitir que se seque en las mismas circunstancias que se indicaron previamente.

Figura 12

Forma de presionar las bolitas secas



Nota. Tomado de la Norma E.080 sobre el *Diseño y la edificación con tierra reforzada*, elaborada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en 2017.

Una vez que ha transcurrido el secado, se debe repetir el mismo procedimiento. Si se vuelve a romper u ocurre lo anterior, se debe desechar las muestras o tener como alternativa realizar una mezcla con arcillar de un suelo muy arcilloso. Una vez realizada las pruebas, las muestras no sufren ningún cambio entonces se puede utilizar como material de construcción dicha cantera.

- Ensayo de control de micro fisuración:

Para este tipo de ensayos, es necesario realizar el adobe de dos bloques unidos con mortero. Luego dejarlo en un lugar seco y con sombra; por un tiempo de 48 horas. Si después de este tiempo transcurrido el adobe no presenta ninguna fisura, el lugar es adecuado para relazar una construcción de adobe (Blondet et al., 2003).

Aditivos

- Paja

Es un elemento natural que permite controlar la microfisuración en el secado del mortero y adobe. En cuanto se añada más paja, la arcilla tendrá una mayor trabajabilidad (Centurión y Barba, 1986).

- Arena gruesa

Para determinar la cantidad correcta de arena gruesa a emplear, se requiere llevar a cabo un mínimo de 8 pruebas de control de microfisuras en morteros. Se sugiere que la proporción de suelo con arena gruesa oscile entre 1 parte de suelo sin arena y 3 partes de suelo con arena. Si el ensayo no presentó ninguna grieta después de transcurrir 48 horas, esto indica que la proporción de suelo es idónea para extraer arena gruesa destinada a la edificación con adobe (Blondet et al., 2003).

- Aserrín (5 %)

Se trata de un aditivo natural altamente efectivo para garantizar un óptimo manejo en el proceso de microfisuración (secado) de mortero y adobe. Es recomendable añadir el 5 % del peso de la mezcla. El aserrín se obtiene cuando se realizan trabajos con madera, las cuales están compuestas por partículas de 1,2 hasta 5mm de longitud (Centurión y Barba, 1986).

Fabricación de adobe

“Dormido del barro: La práctica comúnmente adoptada en Perú es el almacenamiento de barro durante uno o dos días previos a la elaboración de las

unidades de adobe o mortero. Este método facilita una integración y distribución más eficiente del agua entre las partículas de arcilla, favoreciendo de este modo la activación de sus características cohesivas” (Blondet et al., 2003, p. 11).

“[...] Proceder a la eliminación de todos los componentes extraños al barro; Se debe combinar meticulosamente los bloques de adobe de manera tan homogénea como sea factible, y se debe secar a la sombra. La limpieza de los adobes previo al asentamiento es esencial” (Blondet et al., 2003, p. 11).

“[...] Las unidades de adobe deben ser humedecidas previamente a su asentamiento. La superficie en contacto directo con el mortero debe ser humedecida de manera superficial. Este efecto puede alcanzarse mediante el vertido de agua” (Blondet et al., 2003, p. 11).

Disposición de muros

- “Uno de los aspectos clave para construir casas de adobe que resisten los terremotos es utilizar diseños de planta compactos y en forma de caja.
- Las sugerencias más importantes se resumen a continuación” (Coburn et al., 1995, p. 75).
- “Construir viviendas de una sola planta”.
- “Utilizar un techo sólido y asegurarse de que sea lo más ligero posible”.
- “Organizar la colocación de paredes para brindar apoyo mutuo mediante paredes que se cruzan a intervalos regulares en ambas

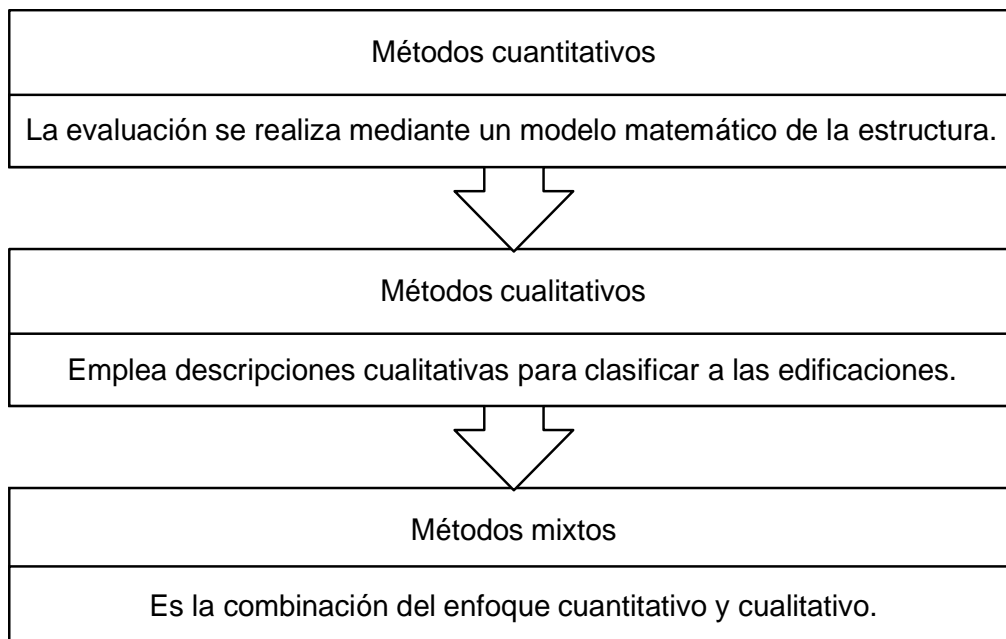
direcciones o utilizar contrafuertes”.

- “"Es importante mantener las aberturas de las paredes pequeñas y bien distribuidas". "Es fundamental construir sobre una base sólida"”.
- “Los muros son las partes más importantes en una construcción de adobe. Algunos consejos prácticos sobre cómo construir muros fuertes ante terremotos son los siguientes” (Blondet et al., 2003, p. 12).
- “El muro no debe ser más alto que ocho veces su grosor en la base y nunca debe superar los 3.5 metros de altura”.
- “La distancia de un muro sin refuerzos entre otros muros no debe ser mayor a 10 veces el grosor del muro, con un máximo de 4,50 m”.
- “Los huecos no deben sobrepasar una tercera parte de la extensión completa del muro”.
- “"Ningún espacio vacío debe ser más ancho de 1.2 metros". "Colocar muros de al menos 1.20 metros de largo entre los espacios vacíos"”.
- “El empleo de contrafuertes y pilastras en áreas clave de una construcción ayuda a potenciar la solidez y la capacidad de soportar fuerzas externas. Los contrafuertes actúan como soportes que previenen el potencial derrumbe del muro hacia adentro o afuera. Los contrafuertes y las pilastras colaboran en fortalecer la unión de los muros en las esquinas. Las áreas críticas engloban” (Blondet et al., 2003, p. 15)

- “Esquinas donde las columnas se convierten en paredes cruzadas”.
- “En muros extensos, se pueden encontrar puntos intermedios donde los contrafuertes se convierten en muros de arriostre perpendiculares que se fusionan con la estructura principal del muro”.

2.2.5 Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Para llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad, es necesario evaluar el grado de daño al que una estructura podría estar expuesta durante un desastre específico. En la literatura internacional, existen diversos métodos para realizar este análisis, los cuales se pueden dividir en métodos cuantitativos y cualitativos (Organización Panamericana de la Salud, 2000). Estas metodologías se describen en la figura 13.

Figura 13*Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica*

Nota. Escrito por C.A. Mesta Cornetero en el año 2014

A. Métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos, según Mattos (2014), se centran principalmente en el cumplimiento adecuado de las normativas de diseño sísmico. Por lo tanto, estos métodos implican un análisis detallado y un diseño estructural para estimar las deformaciones que podrían ocurrir durante un evento sísmico. Generalmente, se aplican para evaluar un gran número de edificaciones con el fin de determinar el riesgo sísmico en una zona específica de una ciudad. Sin embargo, sus resultados no deben considerarse definitivos a menos que se asegure la seguridad de una edificación. Además, estos métodos pueden ser útiles para complementar los resultados obtenidos de métodos cualitativos en caso de que estos no proporcionen

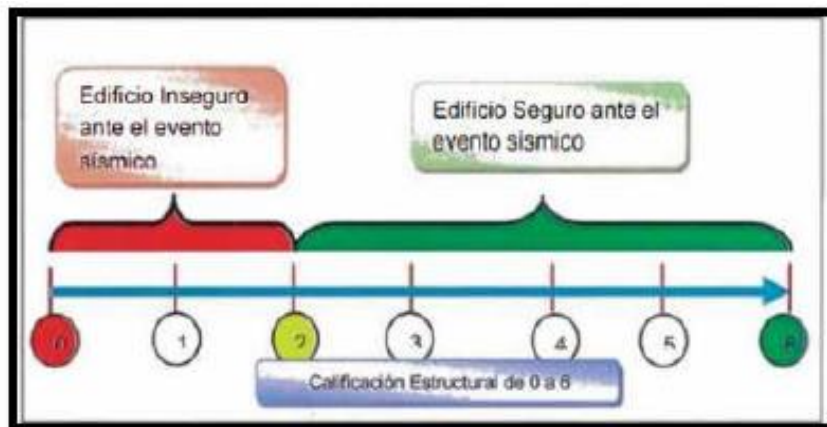
conclusiones claras sobre la seguridad de una estructura.

B. Métodos cualitativos

Por otro lado, los métodos cualitativos, según la misma fuente, se basan en las características cualitativas de los edificios, tanto en su aspecto arquitectónico como estructural. Además de considerar el estado de conservación, la antigüedad y el tipo de suelo en el que se ubica la estructura, estos enfoques evalúan su vulnerabilidad y la categorizan como elevada, intermedia o baja. Entre los diferentes enfoques utilizados se encuentran el método de Hirosawa, el método ACT-21 de América del Norte y el método proveniente de Italia. Por lo general, estos enfoques requieren llevar a cabo una minuciosa observación directa con el fin de descubrir los factores que afectan la susceptibilidad sísmica.

- Método ACT-21

El método ACT-21, llamado también método de inspección mediante filtros de posibles peligros sísmicos en edificaciones, busca ofrecer una evaluación inicial de un edificio basada en su sistema de resistencia ante terremotos. Los puntos se otorgan según criterios vinculados a la diversidad de alturas de los pisos, las peculiaridades de la estructura del edificio y la elasticidad de los suelos. La calificación final del edificio oscila entre cero (el puntaje mínimo) y seis (el puntaje máximo), siendo considerado seguro si obtiene entre dos y seis puntos. En la Figura 14, se aprecia el esquema y su respectiva calificación estructural del método ACT-21.

Figura 14*Esquema del método ACT-21*

Nota. Tomado de un estudio sobre la evaluación de la fragilidad ante terremotos a través de la aplicación de la técnica italiana para calcular el peligro sísmico en las casas de adobe de la quinta Los Virreyes del Rímac (página 17), escrito por J.A. Noel Vargas en 2019. Colección de trabajos académicos de la Universidad de San Martín de Porres en Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5985>

- Método Hirosawa

De acuerdo con lo señalado por Mattos en su investigación de 2014, este enfoque propuesto por el doctor Masaya Hirosawa tiene un doble propósito: Antes que nada, es necesario analizar tres niveles que abarcan desde lo fundamental hasta lo más minucioso de la arquitectura de un edificio. En segundo término, se requiere examinar la respuesta ante movimientos telúricos del edificio en todos los niveles en los dos ejes principales.

Iglesias (1986) ha comunicado que el Ministerio de Edificación de Japón ha puesto en práctica esta estrategia para evaluar la capacidad antisísmica de edificios hechos de hormigón reforzado. El enfoque Hirosawa ha sido utilizado en la

edificación de diferentes tipos de estructuras en varios países de Sudamérica, tales como hospitales, edificios gubernamentales y complejos comerciales.

– **Método venezolano**

Es posible llevar a cabo esta implementación en construcciones de baja altura, las cuales podrían estar edificadas con hormigón armado o ladrillos.

Lleva a cabo una minuciosa revisión de la composición que será evaluada. Analiza minuciosamente el método utilizado, las potenciales desviaciones en las losas y vigas, las fisuras, el desgaste de los materiales de la edificación, las uniones existentes, los elementos de apoyo entre estructuras, y demás aspectos relevantes.

Evaluar la vulnerabilidad de un gran número de edificaciones no es adecuado, dado que este método demanda un nivel de detalle elevado en la recopilación y aplicación de datos.

– **Método Italiano**

Según Yépez (1996), en 1982, un equipo de científicos italianos creó el enfoque italiano después de analizar los efectos de los terremotos en edificios desde 1976. Gracias a la recopilación de información, se logró elaborar una base de datos que detallaba los perjuicios causados a cada estructura según la fuerza del sismo. Debido al triunfo que ha tenido en distintas localidades de Italia, este enfoque fue formalmente incorporado por una entidad gubernamental encargada de la seguridad civil.

El enfoque de este método consiste en analizar la condición de diversos

elementos, tanto de carácter estructural como no estructural, de un edificio frente al riesgo de un terremoto. Para este propósito, se emplean parámetros que posibilitan la cuantificación de los perjuicios ocasionados por los movimientos sísmicos. Se toman en cuenta un conjunto de 11 parámetros para analizar la estructura, y los coeficientes de calibración, representados por K_i , pueden oscilar entre 0 y 45 dependiendo del parámetro evaluado (ver Tabla 5). La calidad se categoriza en una escala que va desde la letra A, que representa una condición favorable, hasta la letra D, que indica una condición desfavorable. Cada parámetro está influenciado por un factor de peso, W_i , que oscila entre 0.25 y 1.5. La fórmula para determinar la calificación es la siguiente:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Según Yépez (1996), la fórmula previa se determina utilizando una escala continua de valores que varían desde 0 hasta 382.5. Después, se procede a dividir el resultado entre 3,825 con el fin de calcular el porcentaje correspondiente al índice de vulnerabilidad. Este porcentaje se encuentra dentro de un intervalo establecido por las condiciones siguientes: Si el nivel de vulnerabilidad es menor al 15 %, se considera bajo; si es igual o mayor al 15 % pero menor que el 35 %, se clasifica como moderado; y si es igual o mayor al 35 %, se cataloga como alto.

Tabla 5*Escala del índice de vulnerabilidad*

Ítem	Parámetros	Clase Ki				Peso
		KiA	KiB	KiC	KiD	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1,00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0,75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7	configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8	Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0,25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

Nota. Adaptado de Evaluación probabilista de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras de hormigón armado por medio de simulación, por F. Yépez Moya; A.H. Barbat, J.A. Canas, 1996, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, España.

– Método Benedetti y Petrini

Este enfoque implica evaluar el estado de las viviendas considerando sus características físicas, las cuales son identificadas en el terreno. A continuación, se lleva a cabo un análisis detallado que se fundamenta en la investigación de gabinete para categorizar y evaluar cada parámetro, tal como fue mencionado por Tuco (2018). Al analizar el nivel de vulnerabilidad de cada residencia, se identifican los factores más importantes y significativos que contribuyen al incremento de dicha vulnerabilidad.

Para ejecutar este enfoque, se utiliza el índice de vulnerabilidad creado por Benedetti - Petrini, el cual se compara con las regulaciones técnicas de Perú, como

la norma técnica E0.30 para resistir sismos y las normas relacionadas con la construcción adecuada utilizando tierra reforzada E0.80. Estas normas son empleadas para valorar once parámetros concretos:

Como resultado, se ha recopilado una base de datos significativa sobre los daños causados en residencias por diferentes niveles de intensidad de terremotos.

La fiabilidad de la metodología se fundamenta en su extensa implementación a nivel global, con investigaciones realizadas en naciones como España, Italia, Colombia, Ecuador y Perú, entre otros. Asimismo, se respalda en los resultados exitosos obtenidos.

La metodología se llevó a cabo en estructuras de hormigón armado y albañilería.

Se ajustó a la realidad, siguiendo las normativas peruanas vigentes, las cuales se detallan en la tabla 6.

Tabla 6*Adaptación del método de Benedetti - Petrini a Perú*

Método de Benedetti-Petrini		
Parámetros	Descripción	Criterio propuesto por el RNE
1	Organización del sistema resistente	Asesoría técnica y criterio de estructuración en adobe y albañilería (Norma E.070 y E.080).
2	Calidad del sistema resistente	Calidad y proceso constructivo (Norma E.060, E.070 y E.080).
3	Resistencia convencional	Factores sismorresistentes (Norma E.060, E.070 y E.080).
4	Posición del edificio y cimentación	Condiciones geotécnicas (Norma E.030).
5	Diafragmas horizontales	Consideraciones para diafragma (Norma E.030, E.060, E.070 y E.080).
6	Configuración en planta	Irregularidades estructurales en planta (Norma E.030).
7	configuración en elevación	Irregularidades estructurales en Altura (Norma E.030).
8	Distancia máxima entre los muros	Densidad de muros en las viviendas (Norma E.070 y E.080).
9	Tipo de cubierta	Condición de la unión de la cobertura con el sistema resistente
10	Elementos no estructurales	Conexión de elementos no estructurales (Norma E.70).
11	Estado de conservación	Aspecto actual de la vivienda

Nota. Tomado de un estudio sobre la evaluación de la resistencia de los edificios habituales en la localidad de Pimentel (p. 85), realizado por C.A. Mesta Cornetero en 2014, disponible en el banco de tesis de la Universidad San Martín de Porres, en Chiclayo, Perú.

La metodología desarrollada por Benedetti y Petrini fue ajustada para aplicarse a edificaciones construidas con mampostería. El índice de vulnerabilidad para este tipo de estructuras se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Índice de vulnerabilidad para edificaciones de mampostería:

Para llegar a una conclusión, es necesario tener en cuenta los 11 parámetros que se relacionan con este método en particular. A cada elemento, se le asignará un peso específico que resaltará su relevancia en el desenlace final (W_i). Por otro lado, el K_i experimentará cambios en función de la puntuación otorgada a la construcción. En su totalidad, se analizan 11 variables que al ser valoradas generan un índice que oscila entre 0 y 360.

En la tabla 7, se detallan los 11 factores que influyen en la evaluación de las construcciones, los índices de K_i varían según la clasificación obtenida (desde A hasta D) y los de W_i se determinan en función de cada factor. K_i y W_i fueron seleccionados de forma subjetiva, tomando en cuenta la experiencia y los aprendizajes adquiridos durante eventos sísmicos anteriores.

Tabla 7

Método de Benedetti - Petrini para edificaciones de mampostería

Método de Benedetti-Petrini		Clase K_i				Peso
Parámetro	Descripción	A	B	C	D	W_i
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 los muros	0	5	25	45	0,25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

Nota. Tomado de un estudio sobre la evaluación de la resistencia de los edificios habituales

en la localidad de Pimentel (p. 86), realizado por C.A. Mesta Cornetero en el año 2014, disponible en el banco de tesis de la Universidad San Martín de Porres, en Chiclayo, Perú.

- Método de análisis de vulnerabilidad sísmica según NTP-E030 aplicando programa Etabs.

La ingeniería estructural implica la creación de ideas para resolver problemas relacionados con la estructura, ofreciendo diferentes opciones basadas en conceptos estructurales. Al hablar de las potencialidades del balance y la firmeza necesaria previa a llevar a cabo una verificación numérica.

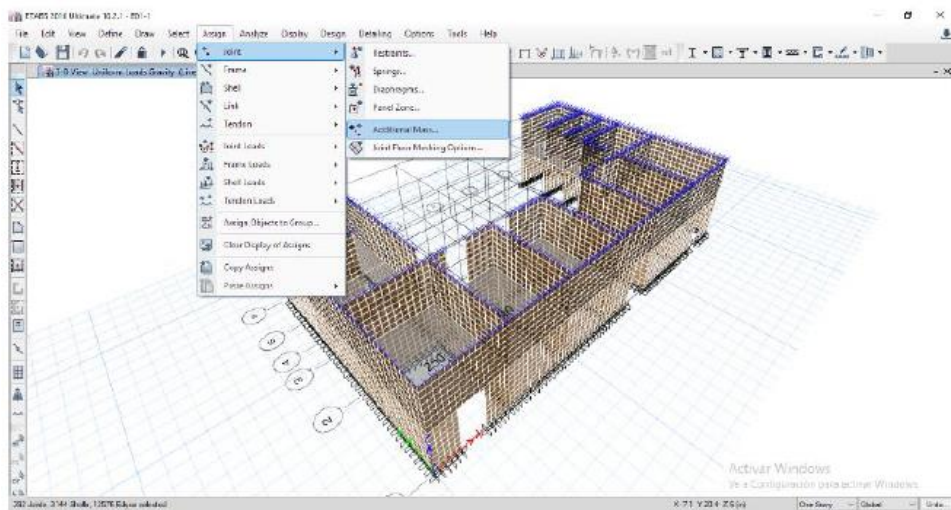
Usualmente, se utilizan múltiples envolventes para estimar el comportamiento más probable de la estructura real. Con el avance de las herramientas y métodos de modelado, en este análisis, se optará por el software Etabs, el cual brinda una mayor exactitud al representar los fenómenos físicos.

Etabs, una herramienta informática desarrollada por Computers and Structures, Inc. (CSI), una firma especializada en programas de ingeniería estructural y sismología, establecida en 1975. Con cinco programas informáticos destacados, como Etabs, Sap 2000, CSiBridge, Perform-3D y Safe, la familia de software de CSI es ampliamente empleada en más de 160 países. Numerosas empresas de ingeniería se valen de estos programas para llevar a cabo una variedad de proyectos emocionantes, como el Estadio Olímpico de los Pájaros o la majestuosa Torre Taipei 101. Etabs se muestra como una herramienta integral diseñada para la elaboración y análisis de las construcciones de los edificios, con

una interfaz interactiva y sencilla que facilita la creación y planificación de los diseños estructurales. La edición 21 de Etabs trae consigo una interfaz actualizada que combina imágenes en tres dimensiones con las operaciones para crear, planificar y evaluar, todo integrado en una base de datos compartida (Figura 15). Además, se fusiona con el Building Information Modeling (BIM), que es la técnica más extendida para la gestión de proyectos.

Figura 15

Interfaz de etabs v2021



Nota. Obtenido del Software Etabs

Mediante este software es posible crear desde estructuras sencillas hasta edificaciones de gran magnitud con diseños complicados, lo que puede complicar la creación del modelo estructural y añadir una variedad de comportamientos no lineales. Por esta razón, los ingenieros estructurales suelen utilizar este programa

ampliamente en la industria de la construcción, ya que les brinda todas las herramientas necesarias para llevar a cabo un diseño óptimo. Es por eso que el software Etabs se convierte en una herramienta fundamental para los ingenieros estructurales al momento de planificar edificaciones.

De acuerdo con CSI, se describe como un programa novedoso y disruptivo creado para realizar el análisis y valoración de la estructura de edificios. Tras cuarenta años de investigación y evolución constante, esta nueva edición presenta una variedad de herramientas para el modelado y la visualización en 3D que son únicas en su clase. Muestra una capacidad analítica poderosa, tanto en términos lineales como no lineales, además de ofrecer múltiples alternativas para un diseño avanzado que incluye una amplia gama de materiales. También, presenta ilustraciones clarificadoras, esquemas de diseño e informes minuciosos para simplificar la comprensión de los resultados del análisis, creando informes fáciles de leer e intuitivos.

Además, este programa tiene la capacidad de traer cualquier diseño de las diversas ediciones de AutoCAD o Autodesk Revit Structure y enviar los datos a varias aplicaciones, como Safe, Sap 2000, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Access, AutoCAD, y más. En resumen, el software Etabs se destaca como una herramienta poderosa para el ingeniero de estructuras, posibilitando la comunicación con diversos programas y fusionando los variados modelos de las distintas disciplinas que pueden estar presentes en una construcción. En diversas

universidades peruanas, el software Etabs destaca como una herramienta estructural muy popular y ampliamente empleada en la enseñanza del análisis estructural durante los estudios de pregrado.

Saravia (2013) señaló que el análisis estructural implica emplear las ecuaciones provenientes de la resistencia de materiales o hacer uso del programa Etabs, con el fin de descubrir y computar las tensiones o cargas internas de una estructura.

2.3 Definición de términos

A. *Vulnerabilidad sísmica*

La habilidad de la construcción para soportar las fuerzas del terremoto y la valoración de los potenciales daños que podría sufrir (Barbat, 1998).

B. *Evaluación sísmica*

La evaluación sísmica es el proceso de analizar la capacidad de una estructura para resistir un sismo. Este proceso incluye el estudio de la geometría de la construcción, los materiales utilizados y las condiciones del terreno, con el fin de identificar vulnerabilidades y proponer soluciones de mejora (Jiménez, 2018).

C. *Riesgo sísmico*

El riesgo sísmico se refiere a la probabilidad de que un área experimente un terremoto significativo, así como a la magnitud del daño potencial. Este riesgo está determinado por la actividad sísmica en la región y la vulnerabilidad de las infraestructuras (Vargas, 2021).

D. Sismo

Un sismo es un movimiento brusco de la corteza terrestre debido a la liberación de energía acumulada en las placas tectónicas. Los sismos pueden tener efectos devastadores en las construcciones, especialmente en aquellas que no están diseñadas para resistir estos movimientos, como las viviendas de adobe (Martínez y Soto, 2019).

E. La intensidad sísmica

La intensidad sísmica es una medida de la fuerza de un sismo en un lugar específico, que se determina por los efectos observados en la superficie terrestre, como el daño a las construcciones. La intensidad sísmica puede variar significativamente según la localización, incluso dentro de un mismo evento sísmico (López, 2017).

F. Análisis de riesgo sísmico

El análisis de riesgo sísmico es el estudio detallado que se realiza para identificar y evaluar los factores de riesgo asociados con un sismo, incluyendo la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial sobre las estructuras. Este análisis es fundamental para planificar medidas de mitigación en zonas vulnerables (Cruz et al., 2019).

G. Adobe

El adobe es un material de construcción hecho a base de tierra cruda, agua y, en ocasiones, paja o fibras vegetales, que se moldea en bloques y se deja secar al

sol. Este material se utiliza en la construcción de muros, especialmente en regiones de clima seco, debido a sus propiedades térmicas y bajo costo (García y López, 2021).

H. Durabilidad

La durabilidad se refiere a la capacidad de un material o estructura para resistir el desgaste y las condiciones ambientales sin deteriorarse rápidamente. Las viviendas de adobe, aunque duraderas en climas secos, pueden deteriorarse rápidamente en condiciones húmedas o sin el mantenimiento adecuado (López, 2017).

I. Resistencia estructural

La resistencia estructural es la capacidad de una construcción para soportar cargas y esfuerzos sin fallar. En el caso del adobe, su resistencia estructural es limitada, especialmente cuando se enfrenta a fuerzas sísmicas o cargas pesadas, a menos que se utilicen técnicas de refuerzo (Jiménez, 2018).

J. Técnicas constructivas tradicionales

Las técnicas constructivas tradicionales son métodos de construcción basados en el conocimiento y las prácticas locales transmitidas de generación en generación. El uso del adobe en la construcción es un ejemplo de una técnica constructiva tradicional, que sigue siendo utilizada en muchas partes del mundo por su accesibilidad y eficiencia (Pérez, 2020).

K. Método Benedetti-Petrini

Es una técnica de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras, propuesta por Benedetti y Petrini, que considera 11 parámetros para determinar la susceptibilidad de los edificios ante terremotos (Benedetti y Petrini, 1993).

L. Método INDECI

Es un enfoque para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones propuesto por el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, consta de 12 parámetros (INDECI, 2010).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Formulación de la hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna - 2023, es de un nivel alto.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, aplicando la metodología INDECI es de un nivel alto.

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, aplicando la metodología BENEDETTI – PITRINI, es de un nivel alto.

El comportamiento sísmico de una vivienda típica de adobe de dos niveles del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna – 2023, aplicando software ETABS, es inadecuado.

3.2 Tipo y diseño de investigación

3.2.1 *Tipo de la investigación*

La investigación se clasifica como cuantitativa, ya que se centra en la recopilación y análisis de datos numéricos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Además:

- **Descriptiva:** Identifica y caracteriza la vulnerabilidad sísmica a partir de parámetros estructurales y materiales según los métodos de INDECI y Benedetti-Petrini.
- **Explicativa:** Analiza las razones detrás de los niveles de vulnerabilidad encontrados en las viviendas construidas con adobe en el distrito de Tarata.

3.2.2 Diseño de la investigación

El diseño no es experimental y transversal, lo que significa que:

- **No experimental:** No se manipulan variables, sino que se observan y analizan las características existentes de las viviendas.
- **Transversal:** La recopilación de datos se realiza en un único momento del tiempo, evaluando una muestra representativa de 49 viviendas.

3.3 Población y/o muestra de estudio

3.3.1 Población

La población en estudio comprende toda la jurisdicción del distrito de Tarata, provincia de Tarata departamento de Tacna, conformado por 70 manzanas (925 viviendas). El estudio se realizó en las viviendas construidas de adobe convencional.

3.3.2 Muestra

Tamaño de muestra:

Se empleó la fórmula para calcular una muestra finita. Este método permite hallar la cantidad representativa de viviendas a evaluar.

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra buscado.

N = Tamaño de la población (925).

p = probabilidad de éxito 95 % (0.95).

e = error 5% (0.05).

Z = Parámetro estadístico con un nivel de confianza de 90% (Z=1.645)

Reemplazando valores:

$$n = \frac{(1.645)^2(0.95)(1-0.95)925}{0.05^2(925-1) + (1.645)^2(0.95)(1-0.95)}$$

$$n = 48.75$$

$$n = 49$$

En consecuencia, se examinaron 49 viviendas.

3.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo que se utilizó fue el muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Viviendas construidas con bloques de adobe.
- Viviendas de la zona céntrica del distrito, que tienen mayor antigüedad.

Criterios de exclusión:

- Viviendas edificadas con bloques de concreto, ladrillo o con techos de concreto.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Técnica

La presente investigación utilizará observación, recopilación de datos y experimentos de laboratorio para identificar y elegir la información necesaria para abordar el problema en cuestión.

Las hipótesis se evaluarán mediante herramientas computacionales e instrumentos teóricos, la mayoría extraídos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las herramientas y materiales que llevaremos a campo nos permitirán recopilar la mayor cantidad de información posible para lograr una evaluación y resolución del problema lo más precisa posible.

La valoración de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con adobe necesita la aplicación de técnicas tanto cualitativas como cuantitativas con el fin de alcanzar una comprensión integral del peligro.

3.4.2 Instrumentos

Dentro de los recursos utilizados en la investigación, se incluyen los instrumentos metodológicos y estadísticos que permiten recopilar datos confiables y precisos. A continuación, se pueden mencionar los siguientes instrumentos:

Método de Benedetti Petrini: En esta sección, se detallan 11 parámetros que deben ser evaluados. Algunos de estos parámetros requieren ser marcados con un check o una cruz en un recuadro, mientras que otros incluyen líneas punteadas para ingresar información necesaria. También se proporciona un espacio vacío donde se debe incluir un croquis de la vivienda evaluada. Al final de esta sección, se reserva un área para observaciones, las cuales se registran durante la evaluación en el campo. Posteriormente, mediante análisis en gabinete, se determina el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe, se detalla en la sección 3.5.1.1.

Método de INDECI: La presente parte incluye 12 parámetros tomados de la ficha del INDECI, cada uno categorizado con valores del uno al cuatro, señalados entre paréntesis de acuerdo a la evaluación y la condición de la vivienda. Se realiza la adición de los valores de cada parámetro analizado y, posteriormente, a través de una tabla, se establece el grado de fragilidad según la suma obtenida, tal como se explica en la sección correspondiente 3.5.1.2.

Método de análisis de vulnerabilidad sísmica según NTP-E030 aplicando Software ETABS V. 2021: Se llevó a cabo la representación de un hogar de dos pisos en el programa informático Etabs con el fin de examinar su

respuesta ante un sismo. Esta información se encuentra descrita en la sección 3.4.2.

3.5 Análisis de datos

3.5.1 Evaluación cualitativa

3.5.1.1 Método del índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini. Se analizó la condición de las viviendas teniendo en cuenta sus atributos físicos, los cuales fueron identificados durante la inspección realizada en el lugar. Después, se realizó un análisis exhaustivo respaldado por un estudio de gabinete con el fin de determinar la clasificación. Al analizar el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda, se han identificado los factores más significativos y determinantes que incrementan dicha vulnerabilidad. Para este enfoque metodológico, se decidió utilizar el índice de vulnerabilidad desarrollado por Benedetti Petrini. Este índice fue comparado con las normativas técnicas peruanas, tales como la norma técnica E 030 para el diseño antisísmico y la norma E 080 para la construcción adecuada con tierra reforzada. Esta comparación se realizó en base a once criterios de evaluación.

En el proyecto, teniendo en cuenta los objetivos establecidos, se ha llevado a cabo el estudio en diversas fases, las cuales se explican a continuación. Según las investigaciones realizadas por Noel (2019), así también por Mesta (2014), se examina con detenimiento cada factor que forma parte de este método y la manera en que se realiza su valoración.

Clase A

Se describe la localización geográfica de las residencias, la cual será determinada mediante la observación en terreno y las respuestas proporcionadas por el jefe de familia.

Clase B

Se presenta la valoración de los aspectos a considerar la cual se desglosa en once criterios seguidos de una explicación detallada de cada uno.

Parámetro 1: Organización del sistema resistente.

Se fundamenta en el análisis de las viviendas conforme a lo dispuesto en la Norma E.080 en cuanto a la presencia de componentes de refuerzo tanto verticales como horizontales lo cual contribuye a la integración de la estructura además se considera la participación de un experto y la composición de los muros.

- A. Las construcciones de adobe se han edificado siguiendo la normativa E.080 sobre diseño y construcción con tierra reforzada.
- B. Las construcciones de adobe incluyen refuerzos tanto verticales como horizontales, sin la supervisión de un profesional.
- C. Las construcciones de adobe solo disponen de refuerzos horizontales, no han recibido orientación de expertos, no obstante, muestran una distribución de muros apropiada.
- D. Las construcciones de adobe carecen de refuerzos en sus paredes, no han sido diseñadas por profesionales y tienen una distribución de muros

apropiada.

Parámetro 2: Calidad de sistema resistente.

Este criterio se encarga de examinar los muros tanto en las unidades de adobe como en sus uniones a través de la inspección de su alineación vertical, consistencia y proporciones.

- A. Las clases del sistema resistente se componen de tres atributos:
- Los bloques de adobe exhiben homogeneidad en toda la superficie del muro, y presentan dimensiones continuas.
 - Existen características verticales entre cada bloque de adobe.
 - Se observa una homogeneidad en el espesor de las juntas ejecutadas utilizando mortero de barro.
- B. Solo muestra dos características de la clase A.
- C. Solo muestra a una característica de la clase A.
- D. No muestra ninguna de las características de la clase A.

Parámetro 3: Resistencia convencional

La resistencia estándar se define a través de la adherencia a un diseño estructural convencional. Para los cálculos pertinentes, se utilizará el método desarrollado por Hurtado y Cardona en 1990. Este enfoque permite calcular la demanda de ductilidad DD y se determina de la siguiente forma.

- a. Calcular A_x y A_y , que se refiere al área total (m^2) de los muros en ambas direcciones x e y. Considerar que, ante la existencia de un muro en otra

dirección, el valor de A_x y de A_y se multiplica por $(\cos b)^2$.

- b. Calcular la resistencia cortante más crítica (VR) mediante la siguiente fórmula:

$$VR = \min (A_x, A_y) \cdot v$$

Donde:

v = La resistencia a cortante de los muros es un parámetro que se establece mediante pruebas experimentales. En caso de no poder determinarse experimentalmente, se recurre a valores, los cuales son descritos en la tabla 8 y 9.

Tabla 8

Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería

Propiedades mecánicas de mampostería en edificios				
Material	Peso volumétrico tn/m³	Resistencia a compresión kg/cm²	Resistencia cortante kg/cm²	Módulo de elasticidad kg/cm²
Adobe	1,8	2 – 5	0,5	3000
Bloque de tepetate con mortero de lodo	1,8	5 – 10	0,5	5000
Ladrillo con mortero de lodo	1,6	5 – 10	1	5000
Ladrillo con mortero de cal	1,6	15 – 20	2	10 000
Mampostería de piedra irregular con mortero de cal	2	10 – 15	0,5	5000
Mampostería de piedra de buena calidad	2	30	2	20000

Nota. Tomado del libro *Ingeniería estructural en las edificaciones antiguas*, escrito por R. Meli en 1998 y publicado por la Fundación ICA. A.C. en México.

Tabla 9*Esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería*

Material	Resistencia cortante (tn/m²)
Ladrillo macizo, calidad regular	6 – 12
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	7 – 9
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque macizo, mortero-cemento	18
Mampostería nueva. Ladrillo macizo	20
Mampostería nueva. Bloque macizo	20
Mampostería nueva. Ladrillo/bloque hueco	18

Nota. Adaptado de *Ingeniería estructural de los edificios históricos*, por R. Meli, 1998, Fundación ICA. A.C., México

- c. Posteriormente, se procede a calcular la carga que las viviendas ejercen sobre la estructura (W), teniendo en cuenta la participación de los pisos, muros y techos, lo cual se define a través de la siguiente fórmula matemática:

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

Donde:

- W = Se refiere al peso de la edificación
- N = Se refiere al número de pisos que contempla la construcción
- At = Se refiere al área que comprende en total, en planta
- Ax = Se refiere al área total de los muros en el sentido “X”
- Ay = Se refiere al área total de los muros en el sentido “Y”
- h = Se refiere a la altura de piso promedio

- P_m = Se refiere al peso de la mampostería en toneladas por metro cubico
- M = Se refiere a la cantidad de diafragmas horizontales con la que cuenta la vivienda
- P_s = Se refiere al peso por cada diafragma horizontal
- A_{ot} = Se refiere al área que tienen otros techos
- P_{ot} = Se refiere al peso de otros techos
- A_c = Se refiere al área encerrado por la cubierta
- P_c = Se refiere al peso unitario por cada cubierta

Con la finalidad de calcular W , consideraremos los valores que se muestran a continuación

- $P_m = 1,6 \text{ tn/m}^3$, dato extraído de la norma Técnica peruana E.080
 - P_s = esta variable tomará el valor de “0” por no ser de concreto
 - P_{ot} = según los valores considerados por Mesta (2014), son de 0,12 tn/m^2 para viviendas de un solo nivel, por otro lado se considera un valor de 0,145 tn/m^2 para construcciones de más de un nivel.
 - P_c = según los valores utilizados por Mesta (2014), para una cobertura de calamina es de 0,025 tn/m^2 .
 - A_c = cabe mencionar que en la presente investigación se considerará un metro adicional en los sentidos X e Y
- d. En este punto deberemos hallar el índice de resistencia sísmica (CSR),

este valor obedece a la siguiente expresión matemática:

$$CSR = VR/W$$

- e. En seguida calcularemos el coeficiente sísmico requerido (CSE), el cual obedece a la siguiente expresión matemática que establece la norma técnica peruana E.080.

$$CSE = S. U. C$$

Donde:

S = Corresponde a factor del suelo

U = Corresponde al factor de uso

C = Corresponde al coeficiente sísmico

Cabe mencionar que cada uno de estos valores están establecido en la tabla 10, tabla 11 y tabla 12.

Tabla 10

Factor del suelo, según Norma E.080

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0,3MPa ó 3,06 kg. f/cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0,1MPa ó 1,02 kg.f/cm ²	1,4

Nota. Tomado de Norma E.080 Diseño y edificación utilizando tierra reforzada (p. 20), escrito por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2017, en el Diario Oficial “El Peruano”.

Tabla 11*Factor de uso, según Norma E.080*

Tipo de Edificaciones	Factor de uso (U)	Densidad
NTA.030 Hospedaje	1,4	15 %
NTA.040 Educación	1,4	15 %
NT A.050 Salud	1,4	15 %
NT A.090 Servicios comunales	1,4	15 %
NT A.100 Recreación y deportes	1,4	15 %
NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15 %
NT A.060 Industria	1,2	12 %
NT A.070 Comercio	1,2	12 %
NT A.080 Oficinas	1,2	12 %
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8 %

Nota. Tomado de Norma E.080 Diseño y edificación utilizando tierra reforzada (p. 20), por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017, en el Diario Oficial “El Peruano

Tabla 12*Coefficiente sísmico, según Norma E.080*

Zona sísmica	C
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

Nota. Adaptado de Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada (p. 20), por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017, Diario Oficial “El Peruano”.

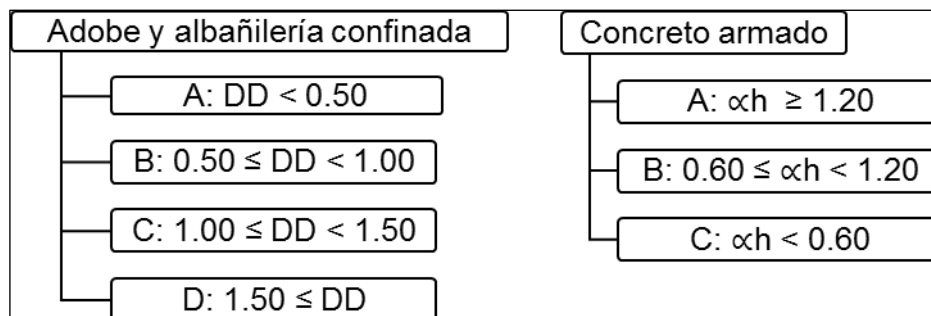
- f. Consecuentemente, se procede a determinar el valor de la demanda de ductilidad que obedece a la siguiente expresión matemática

$$DD = \frac{CSE}{CSR}$$

- g. Finalmente, se procede con la selección de la clase a la que pertenece con el valor de la demanda de ductilidad obtenida según los siguientes criterios.

- A. Si $DD < 0,50$
- B. Si $0,5 \leq DD < 1,0$
- C. Si $1,0 \leq DD < 1,5$
- D. Si $DD \geq 1,5$

En la figura 16, se muestra la clasificación del parámetro 3 de resistencia convencional.

Figura 16*Clasificación del parámetro 3*

Nota. Adaptado de *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel*, por C.A. Mesta Cornetero, 2014, Repositorio de tesis de la Universidad San Martín de Porres (USMP), Chiclayo, Perú.

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.

Este criterio detalla la condición del cimiento de las construcciones, tomando en consideración la Norma E.080, la participación de un experto y la inspección directa en el terreno.

- A. Los fundamentos del edificio han sido construidos de acuerdo con la Norma E.080 y no muestran signos de humedad.
- B. Los fundamentos del edificio han sido construidos de acuerdo con la normativa E.080, no obstante, muestran signos de humedad.
- C. Los cimientos del edificio han sido construidos sin contar con un proyecto aprobado ni con la asesoría de profesionales, y además muestran signos de humedad.
- D. Los cimientos del edificio han sido construidos sin contar con un

proyecto aprobado ni con asesoramiento profesional. Además, muestran signos de humedad y se encuentran en un estado de conservación deteriorado.

Parámetro 5: Diafragmas horizontales.

En esta etapa, se realiza la evaluación de los diafragmas, considerando el material empleado, su condición y la ausencia de los mismos, lo cual se determina mediante la observación directa en el terreno.

- A. El sistema de soporte de la estructura del edificio consiste en una losa aligerada que descansa sobre vigas de concreto armado.
- B. El techo del edificio está construido con vigas de madera en buen estado.
- C. El techo del edificio está compuesto por vigas de madera en un estado defectuoso.
- D. La estructura no posee un sistema de refuerzo horizontal y está revestida con láminas de metal.

Parámetros 6: Configuración en planta.

Este aspecto examina la organización horizontal de las viviendas considerando que influye en la reacción de las estructuras ante un sismo generando torsión y acumulación de esfuerzos en algunos elementos la distribución en planta se ilustra en la figura 17 junto con las relaciones descritas a continuación:

$$B1 = a/L$$

$$B2 = b/L$$

Donde:

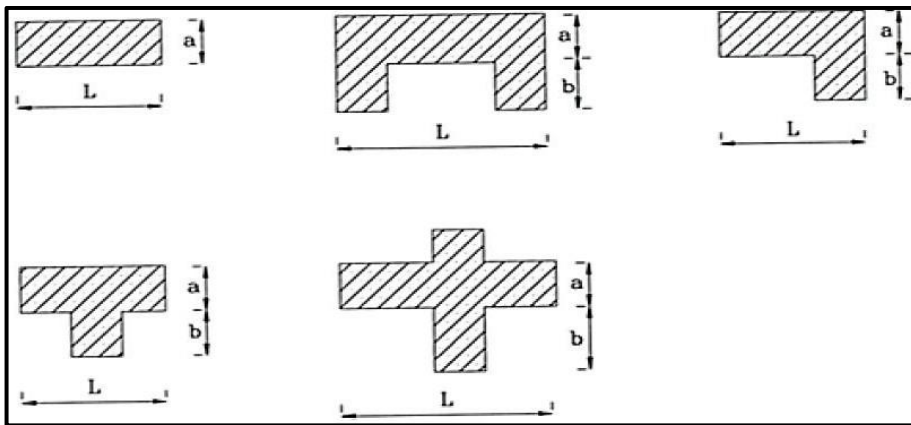
a = La menor dimensión de la vivienda.

L = La mayor dimensión de la vivienda.

b = La dimensión que sobresale de las dimensiones a o L de planta.

Figura 17

Distribución de configuraciones en planta para análisis estructural



Nota. F. Yépes Moya 1996

- A. Si $B1 \geq 0,80$ o $B2 \leq 0,10$
- B. Si $0,80 > B1 \geq 0,60$ o $0,10 < B2 \leq 0,20$
- C. Si $0,60 > B1 \geq 0,40$ o $0,20 < B2 \leq 0,30$
- D. Si $0,40 > B1$ o $0,30 < B2$

Parámetros 7: Configuración de elevación

En el marco de este análisis enfocado en edificaciones de adobe, se examina la fluctuación de las áreas entre niveles consecutivos, expresada como una relación proporcional respecto al área del nivel inferior. Para ello, se emplea un indicador positivo cuando se registra un incremento en la superficie y uno negativo en casos donde el área disminuye hacia los niveles superiores.

- A. Cuando $\pm \frac{\Delta A}{A} < 10 \%$
- B. Siempre y cuando $10 \% \leq \pm \frac{\Delta A}{A} < 20 \%$
- C. Siempre y cuando $20 \% \leq \pm \frac{\Delta A}{A} < 50 \%$
- D. Siempre y cuando $\pm \frac{\Delta A}{A} \geq 50 \%$

Parámetro 8: Distancia máxima entre muros.

Este aspecto se define teniendo en cuenta tanto la separación máxima entre las paredes como el grosor que estas presentan, siendo su evaluación expresada mediante la relación que se detalla a continuación:

$$L/S$$

Donde:

L = Longitud máxima que existe entre los muros de la vivienda.

S = Espesor del adobe.

- A. Si el factor $L/S < 15$

- B. Si el factor está en el rango de $15 \leq L/S < 18$
- C. Si el factor está en el rango de $18 \leq L/S < 25$
- D. Si el factor $L/S \geq 25$

Parámetro 9: Tipo de cubierta.

Este criterio analiza cómo la cubierta de las viviendas influye ante un evento sísmico, considerando aspectos como su unión con las paredes, su equilibrio estructural, los materiales utilizados en su edificación y otros elementos significativos.

- A. La cubierta se halla en un estado estable debido a su amarre a los muros mediante conexiones apropiadas, fabricada con un material de peso reducido.
- B. La cubierta se encuentra en un estado inestable, fabricada con material de bajo peso y presenta condiciones óptimas.
- C. La cubierta se halla en un estado de inestabilidad, fabricada con materiales de bajo peso y presenta condiciones desfavorables.
- D. La cubierta se halla en un estado de inestabilidad, en condiciones desfavorables y exhibe un desnivel.

Parámetro 10: Elementos no estructurales.

Se trata de un parámetro que evalúa el comportamiento de los elementos no integrados en la estructura ante un sismo, considerando factores como las patologías y la vinculación con la estructura.

- A. La construcción no alberga componentes no estructurales mal conectados con la estructura.
- B. La construcción presenta elementos no estructurales en óptimo estado y están adecuadamente conectados con la estructura.
- C. La construcción alberga elementos no estructurales en estado de deterioro debido a su antigüedad, los cuales pueden ocasionar daños no muy peligrosos.
- D. La construcción exhibe cualquier otro componente no estructural en mal estado, mal conectado a las estructuras del techo con el potencial de colapso como consecuencia de un sismo.

Parámetro 11: Estado de conservación.

Este parámetro permite la evaluación de las viviendas mediante la observación directa en terreno, reconociendo su estado de conservación, un factor atribuible a la antigüedad de las construcciones.

- A. La construcción se halla en condiciones apropiadas, y no exhibe fisuras.
- B. La construcción presenta deterioros menores en los componentes estructurales, sin evidenciar fisuras.
- C. La construcción presenta deterioros en los componentes estructurales y, simultáneamente, exhibe fisuras.
- D. La estructura arquitectónica exhibe deterioros en los muros, así como agrietamiento debido a las fallas de flexión, momento y corte.

Clase C

Para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas, se examinan a profundidad los once parámetros establecidos, partiendo del cálculo del índice de vulnerabilidad. Este índice, una vez convertido en porcentaje, permite ubicar el nivel de vulnerabilidad sísmica dentro de los rangos previamente definidos. (Tabla 13).

Tabla 13

Rangos de vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad	Rangos
Baja	$Iv < 15 \%$
Media	$15 \% \leq Iv < 35 \%$
Alta	$Iv \geq 35 \%$

Nota. *Iv*: índice de vulnerabilidad. Adaptado de riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería, por F. Yépez Moya; A.H. Barbat, J.A. Canas, 1995, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, España.

3.5.1.2 Método de INDECI. A través de la ficha, se analizaron las doce características, otorgándoles una puntuación y, al sumar estos valores, se estableció el grado de fragilidad de la casa.

- A. Material predominante de la de la edificación.** Para la presente investigación, solo se tomaron viviendas construidas a base de adobe.
- B. Participación del ingeniero civil en el diseño y/o construcción.** Si bien algunas construcciones contaron con la presencia de un maestro de

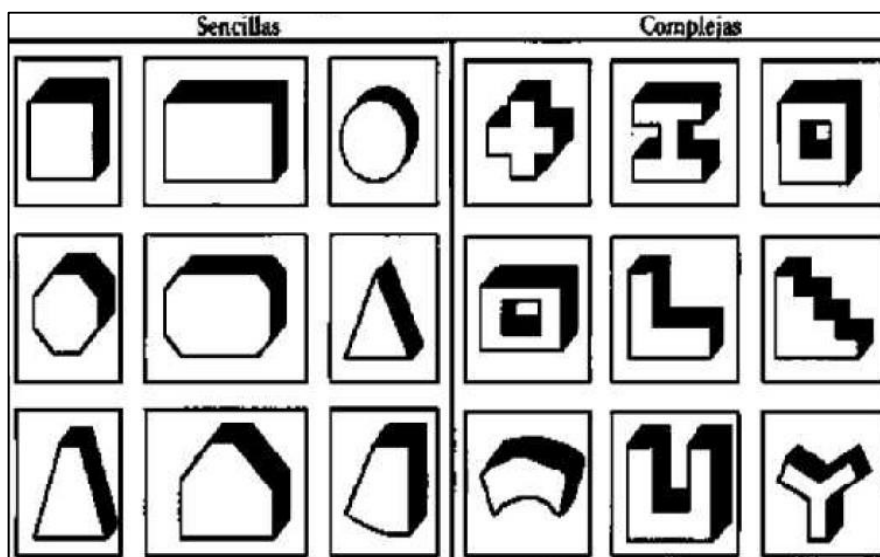
obra, en ninguna edificación hubo participación de un ingeniero civil, esto conforme a las encuestas realizadas en cada vivienda evaluada.

- C. Antigüedad de la edificación** Este factor hace referencia al tiempo que ha transcurrido desde que se edificó la vivienda, y se establece el valor correspondiente según las respuestas proporcionadas por los dueños.
- D. Tipo de suelo.** El tipo de terreno sobre el que se asienta la edificación influye directamente en la respuesta sísmica. Los suelos blandos, como rellenos o depósitos marinos, amplifican las ondas sísmicas, mientras que terrenos rocosos o de gran espesor ofrecen mayor estabilidad.
- E. Topografía del terreno de la vivienda.** Este criterio considera la pendiente o inclinación del terreno donde se ubica la vivienda. Pendientes pronunciadas generan mayores riesgos de deslizamiento y movimientos de masa, afectando la estabilidad de la edificación.
- F. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en el área de influencia.** En lo que respecta a la inclinación de los terrenos adyacentes a las residencias, se ha constatado que estas oscilan entre ligeras y pronunciadas, una característica que se determinará mediante observación directa.
- G. Configuración geométrica en planta.** Se revisa la disposición de los elementos estructurales en el plano horizontal. Los diseños irregulares generan concentraciones de fuerzas en ciertos puntos, aumentando la

probabilidad de colapso en zonas específicas durante un evento sísmico
 Arnold y Reitherman (**figura 18**).

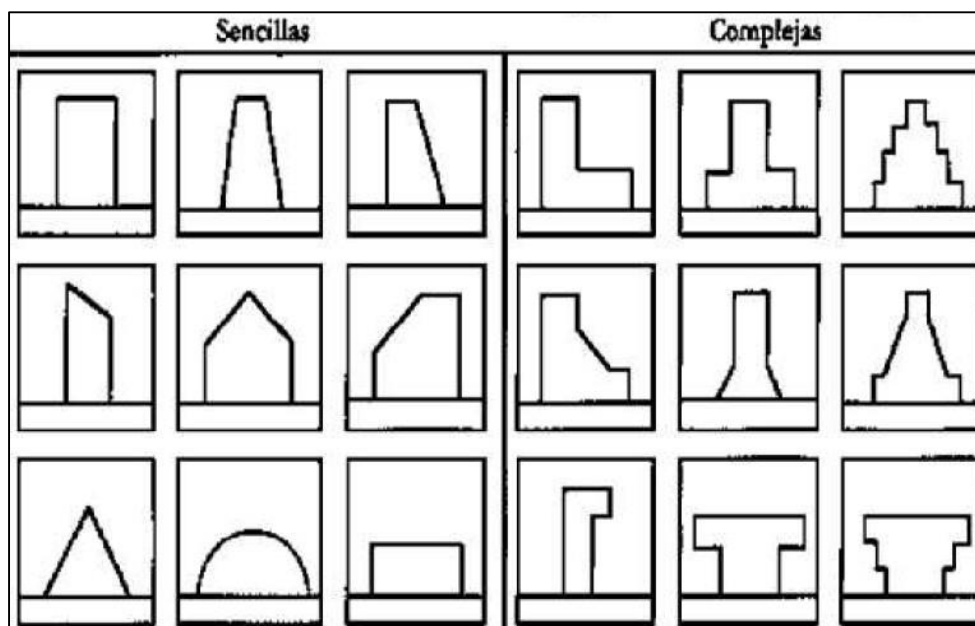
Figura 18

Configuración en planta



Nota. Adaptado de *Configuración y diseño sísmico de edificios* (p. 239), por C. Arnold y R. Reitherman, 1987, Editorial Limusa.

H. Configuración geométrica en elevación. Este parámetro analiza la distribución vertical de las cargas y elementos estructurales. Irregularidades como variaciones abruptas en las alturas de los pisos o muros pueden producir efectos de torsión y concentración de esfuerzos de Arnold y Reitherman (figura 19).

Figura 19*Configuración en elevación*

Nota. Adaptado de Configuración y Diseño Sísmico de Edificios (p. 239), por C. Arnold y R. Reitherman, 1987, Editorial Limusa.

- I. Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.** Se refiere a la separación existente entre cada vivienda, la cual posibilita que, en caso de un desplazamiento sísmico, las viviendas se desplacen de manera autónoma frente a un desplazamiento sísmico.
- J. Existe concentración de masas.** Al analizar el peso distribuido en los distintos pisos de la casa, se tienen en cuenta dos aspectos: la acumulación de objetos pesados en niveles superiores que aumenta el peligro y las paredes más altas en el segundo piso que pueden volcarse en caso de un terremoto.

K. Principales elementos estructurales observados. Este parámetro revisa el estado de conservación de cimientos, columnas, muros portantes, vigas y techos. Los deterioros como grietas, humedad o deformaciones disminuyen la capacidad de carga de estos elementos fundamentales.

L. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad. Este considera aspectos adicionales como la presencia de humedad, cargas laterales mal distribuidas, modificaciones no planificadas o el colapso de elementos no estructurales, los cuales afectan la integridad global de la edificación. En el anexo 09, se muestra la ficha de evaluación correspondiente a la aplicación del método INDECI.

3.5.2 Evaluación de vulnerabilidad sísmica, método cuantitativo

La evaluación cuantitativa de una edificación de adobe se basa en un modelo de una vivienda de dos niveles típico, el cual es sometido a criterios de construcción de las Normas Técnicas Peruanas como la E.030, E070, E.020, E.080.

Aunque la muestra es de 49 viviendas, para el enfoque cuantitativo, se ha seleccionado una vivienda típica de dos niveles que sometidos a una evaluación detallada permitirá identificar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de adobe que comparten características como:

Arquitectura. La arquitectura de las viviendas en un mismo lugar tienden

a ser homogéneas, en este caso el distrito de Tarata, esto se debe a diversos factores como las condiciones climáticas, el estilo constructivo tradicional y las necesidades socioeconómicas de la población, debido a que los recursos suelen ser limitados se emplean diseños arquitectónicos sencillos y prácticos, con pocas variaciones en la distribución de ambientes, altura, largo y ancho de la vivienda.

este patrón permite que una vivienda analizada pueda reflejar adecuadamente el estilo arquitectónico de los demás, de manera que una vivienda puede ser considerado como una muestra representativa de la arquitectura general del distrito.

Materiales. En un distrito no tan grande como este de 925 viviendas, es común que se utilicen los mismos materiales de construcción, debido a la disponibilidad local, como también el costo. En este caso, la elección de adobe como material principal en las paredes, calamina en las cubiertas y madera como viguetas para el piso del segundo nivel y otros, es debido a su abundancia y porque representan una opción económica accesible para las familias.

La similitud de los materiales de construcción utilizados en estas viviendas permite extrapolar el análisis de una sola vivienda a las demás, asumiendo que comparten las mismas características físicas y mecánicas.

Condiciones estructurales. Las condiciones estructurales también tienden a ser similares debido a que la construcción suele estar a cargo de los propios habitantes quienes emplean métodos tradicionales y recursos limitados, esto

significa que no solo comparten materiales o arquitectura, sino también tienen una estructura similar, con las mismas vulnerabilidades ante eventos sísmicos, en el caso del adobe esto incluye limitaciones en cuanto a resistencia a temblores, capacidad de carga, y durabilidad.

Al tener condiciones estructurales comunes como paredes de adobe y techos de materiales ligeros, se puede esperar que las viviendas respondan de manera similar ante eventos sísmicos, permitiendo que el análisis de una vivienda sea representativo.

Del análisis anterior, estas similitudes en arquitectura, materiales, y condiciones estructurales justifican la elección de una sola vivienda como modelo representativo para el estudio de la vulnerabilidad sísmica desde el enfoque cuantitativo en el distrito de Tarata, la homogeneidad en estos aspectos sugiere que los resultados de la evaluación de una vivienda pueda extrapolarse con cierta confianza a las de más, proporcionando una visión general de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata.

Para el desarrollo del enfoque cualitativo, se cuantificaron los materiales utilizados para la construcción de esta, las características mecánicas de estos materiales, propiedades y características del suelo donde este está construido, estos datos serán ingresados y procesados en el programa numérico E-TABS para finalmente ser comparado y validado con los parámetros mínimos establecidos por las normas técnicas peruanas E 0.30, E 0.70, E 080, E.020.

Con el fin de crear un diseño estructural para el edificio, se llevó a cabo la especificación de las propiedades de los materiales, la cuantificación de las cargas (tanto vivas como muertas), y la determinación de los parámetros sísmicos (Zona "Z", Coeficiente de reducción "R", factor de suelo "S", factor de uso "U" y coeficiente sísmico "C") en la aplicación E-TABS V 21.

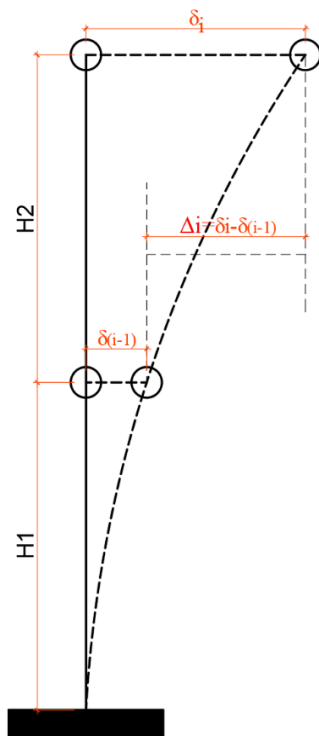
3.5.2.1 Aspectos que se evaluó según la NTP E.030 y NTP E.080 con el método cuantitativo

A. DERIVA

Este es el valor del desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos contiguos situados en una sola línea vertical, en dos niveles necesariamente consecutivos de acuerdo a lo siguiente, deriva:

$$\Delta i = \delta_i - \delta_{(i-1)}$$

En la figura 20, se muestra gráficamente en qué consiste la deriva.

Figura 20*Gráfico ilustrativo de la deriva**Nota.* Elaboración propia

Para la evaluación y valoración de este parámetro, se recurre a la Norma Técnica E.030 (2018), donde establece que el desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder la relación de altura de entrepiso (distorsión). En este trabajo de investigación, se ha establecido como albañilería con un valor de 0,005.

En la tabla 14, se muestran los límites para la distorsión del entrepiso.

Tabla 14*Límites para la distorsión del entrepiso*

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota. Adaptado de Norma Técnica E.030 Diseño Termorresistente, por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), 2018, Diario Oficial “El Peruano”.

Periodo fundamental de vibración

En este punto, es importante considerar el Periodo fundamental de vibración, según la Norma E.030 Diseño sismorresistente, está determinada por la expresión siguiente:

$$T=hn/Ct$$

Donde:

Ct: toma un valor de 35, para aquellos edificios que consideran como elementos resistentes únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte
- b) pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

Ct: toma un valor de 45, para aquellos edificios que consideran como elementos resistentes únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras

b) pórticos de acero arriostrado.

Ct: toma un valor de 60, para aquellos edificios de albañilería, los que consideran concreto armado dual, muros estructurales o también muros de ductilidad limitada.

Por otro lado, se usa alternativamente la siguiente expresión, cabe mencionar que los programas numéricos de análisis estructural lo tienen incorporado en sus cálculos internos.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)}}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2$$

Representa una suma ponderada de los productos de la carga P_i y el cuadrado de la distancia d_i de cada elemento, esto es una medida de la inercia de la estructura en términos de las cargas aplicadas a diferentes distancias.

$$\sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i$$

Es una suma de las fuerzas f_i multiplicadas por la distancia d_i para cada elemento, esto representa el momento total generado por las fuerzas en relación a la distancia de cada punto de la estructura g : es la aceleración debida a la gravedad, aproximadamente $9,81\text{m/s}^2$, este valor se utiliza para calcular el peso efectivo de los elementos de la estructura.

B. Densidad de muro

La conexión entre la suma de las áreas de los muros que corren paralelos a los ejes principales del edificio y el área total del techo debe ser examinada minuciosamente en ambas direcciones, para comprobar la densidad de los muros de acuerdo con la normativa E-0,70:

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Donde:

L = longitud total del muro

t = espesor efectivo

Ap = área de la planta típica

Z = Factor de zona

U = factor de uso o importancia

S = Factor de amplificación del suelo

N = número de pisos de la construcción

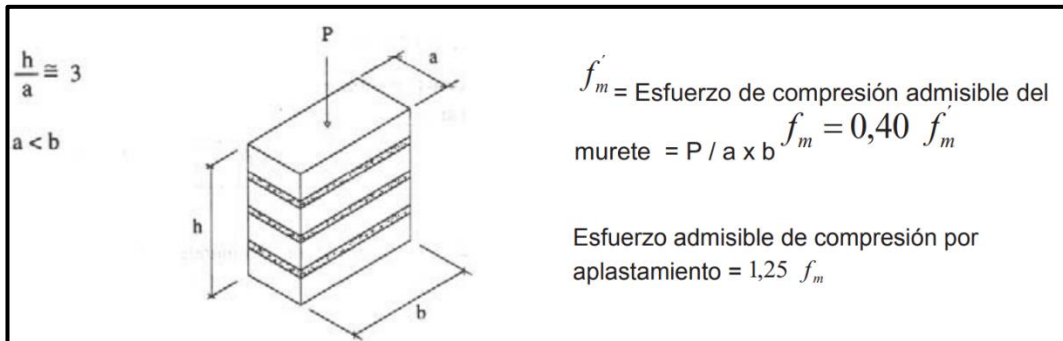
C. Esfuerzo axial Admisible

Para medir la resistencia a la compresión del muro de adobe o tapial, se realizó tal como propone la norma técnica peruana (NTP. E.080, 2017). En el presente trabajo de investigación, se utilizó como esfuerzo axial admisible lo siguiente:

✓ La resistencia última es de 0,6 MPa = 6,12 kgf/cm².

En la figura 21, se muestra el ensayo de compresión.

Figura 21

Ensayo de compresión

Nota. Adaptado de Norma E.080.

3.5.2.2 Características estructurales de la edificación propuesta. La disposición analizada en este estudio es una encantadora casa de adobe de dos plantas, con paredes de adobe de 30.00 cm de grosor (según las dimensiones del adobe estudiado), que abarca una superficie de 58.00 m² distribuidos en 4 espacios y una altura de 2.80 m, tal como se muestra en las ilustraciones que siguen:

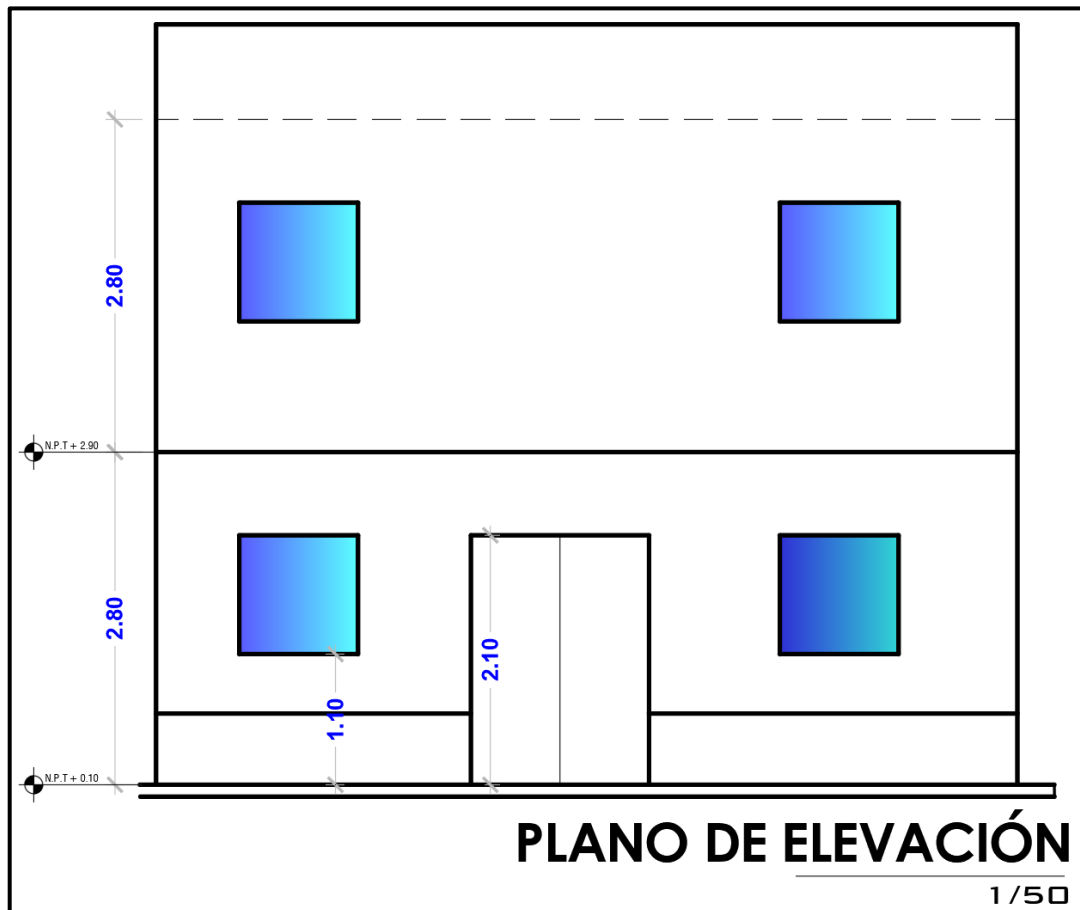
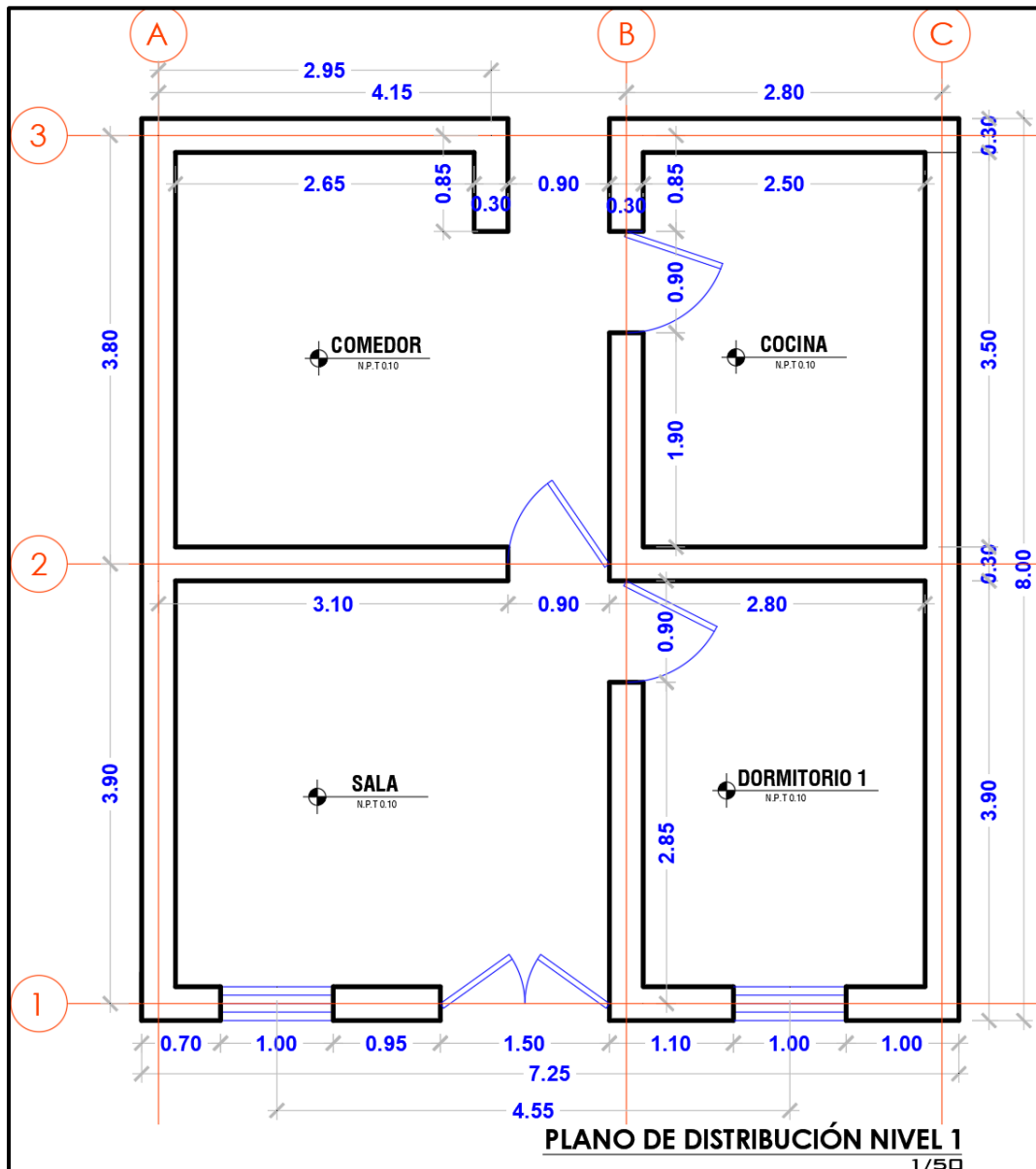
Figura 22*Plano de elevación**Nota.* Elaboración propia

Figura 23

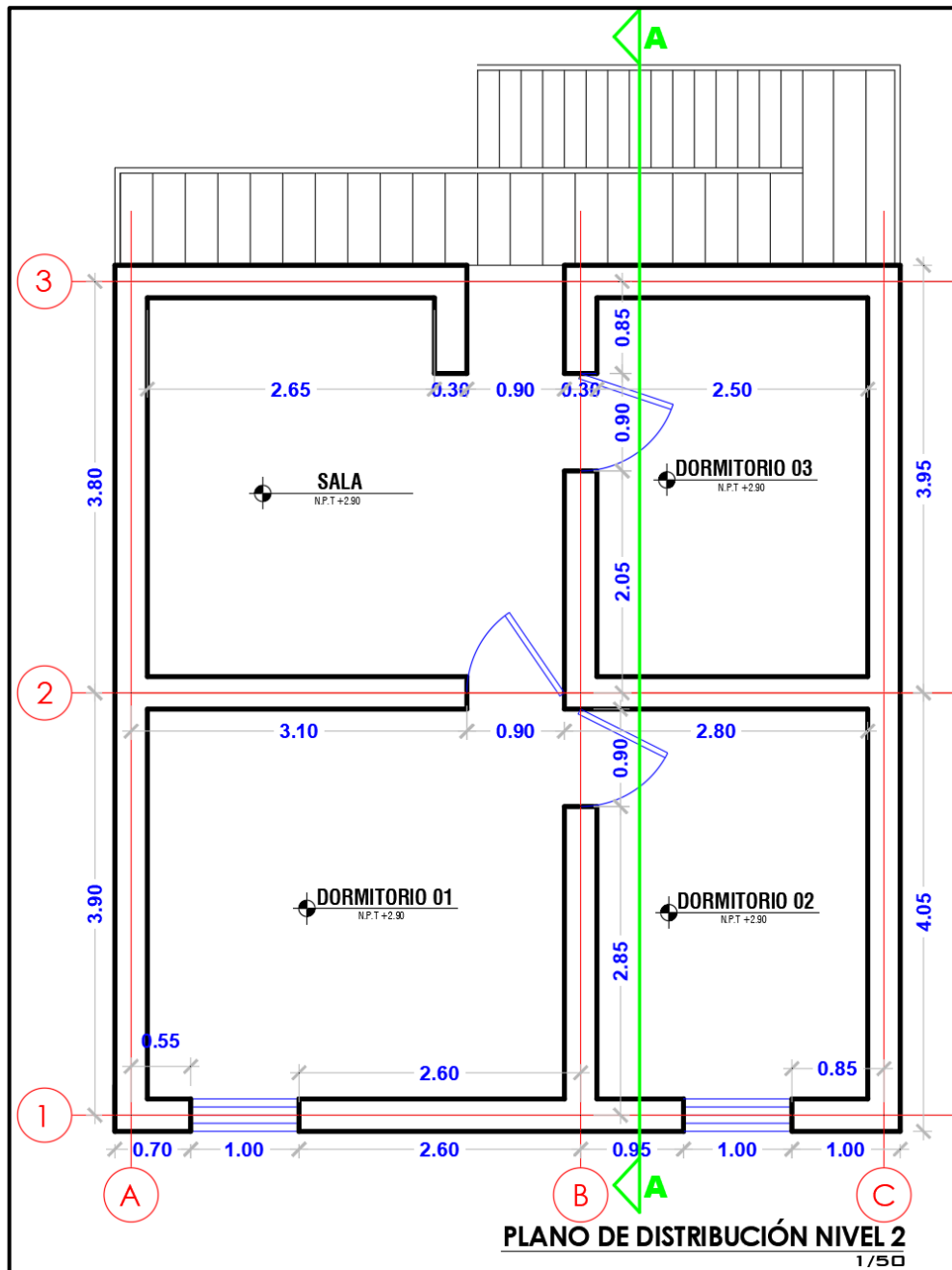
Plano en planta de la vivienda a evaluar-nivel 01



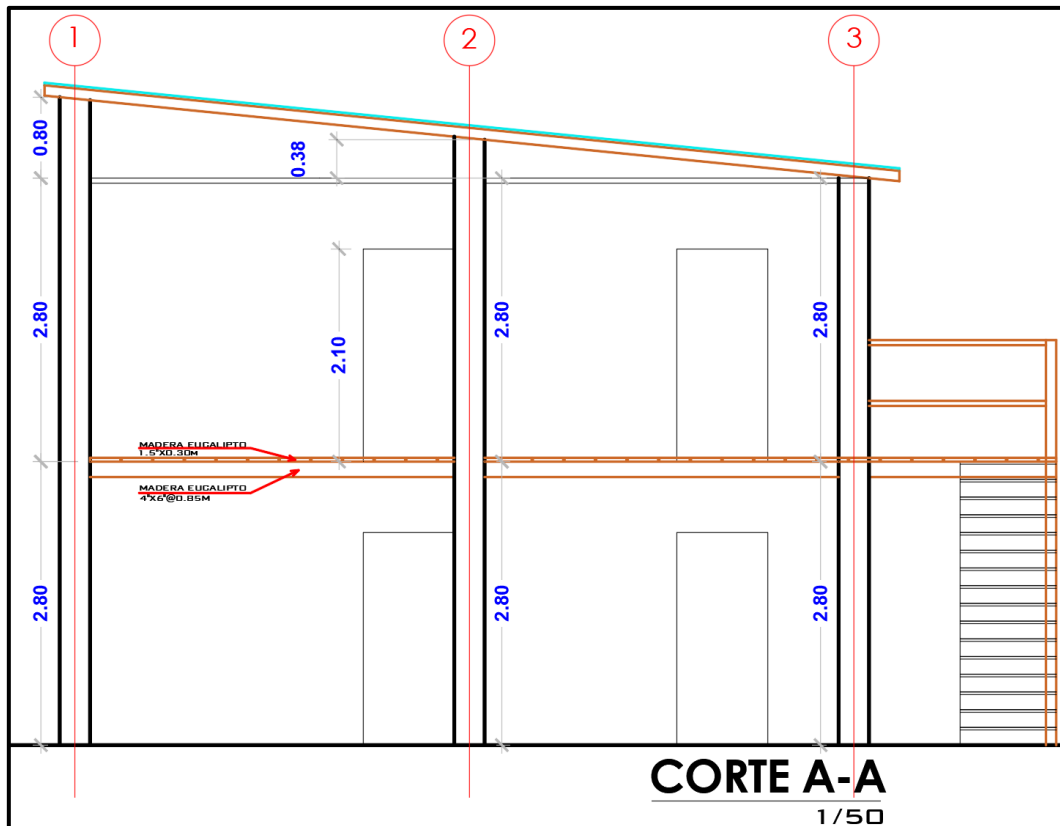
Nota. Elaboración propia

Figura 24

Plano en planta de la vivienda a evaluar-nivel 02



Nota. Elaboración propia

Figura 25*Plano de corte A-A*

Nota. Elaboración propia

3.5.2.3 Características de los materiales utilizados para su construcción.

Las propiedades mecánicas del adobe fueron determinadas con base a ensayos de laboratorio, como ensayo de resistencia a la compresión. Cabe mencionar que, para el modelamiento de la vivienda también, se utilizó materiales como madera y calamina, el cual se caracterizó de acuerdo a las normas técnicas vigentes y estudios realizados por otros autores.

A. Unidad de albañilería (Adobe)

La definición de adobe establecida por la Norma E.080. Elaboración y edificación con tierra reforzada, un material natural que se puede combinar con paja o arena gruesa para aumentar su solidez y longevidad.

- ✓ Módulo de elasticidad: 2040.00Kgf/cm²

La norma E.080, en su artículo N°8.7, menciona que, *“mientras no se cuente con resultados de ensayos experimentales para el módulo de elasticidad de los muros de tierra, se usa el valor de 200MPa=2040Kgf/cm²”* (norma E.080, 2017).

- ✓ Resistencia a la compresión (según ensayo de laboratorio, anexo 05)
 - $f_{m1} = 25.3 \text{ kg/cm}^2$ mínimo
 - $f_{m2} = 30.6 \text{ kg/cm}^2$ máximo
 - $f_{m3} = 27.61 \text{ kg/cm}^2$ promedio (el que se usará el análisis estructural de la investigación)
- ✓ Según la NTP E0.030 el peso unitario del adobe 1600kgf/m³

B. Madera

Viguetas:

Las viguetas utilizadas son de madera eucalipto el cual tiene una dimensión de 4 pulgadas de base por 6 pulgadas de altura distribuidos a cada 0,85m, tal como se pueden apreciar en el detalle del plano (PV-01 Plano de la vivienda evaluada por el método cuantitativo).

Entablado:

Los tabloncillos utilizados para el piso del segundo nivel también son de

madera eucalipto en su mayoría, tienen una dimensión de 1,5 pulgadas de espesor por 0,30 metros de ancho, tal como se pueden apreciar en el detalle del plano (PV-01 Plano de la vivienda evaluada por el método cuantitativo).

Para el modelamiento de los elementos estructurales descritos anteriormente, se utilizarán las propiedades mecánicas establecidas por la norma técnica peruana vigente NTP 339.001:2019, que se detalla a continuación:

- El peso específico de la madera de eucalipto es de 570kg/cm^3
- El módulo de elasticidad (E) paralelo a la fibra es de 10300 N/mm^2
- El módulo de elasticidad (E) perpendicular a la fibra es de 1300 N/mm^2
- El módulo de poisson (ν) paralelo a la fibra es de 0,38.
- El módulo de poisson (ν) perpendicular a la fibra es de 0,45.

C. Lámina ondulada de acero galvanizado (Calamina)

- Según la norma técnica peruana NTP 339.018:2015
- El peso de la calamina es de $7.85\text{kgf/m}^2/\text{mm}$

El peso de la calamina considerado en la presente tesis es de $2,36\text{kgf/m}^2$, considerando un espesor de calamina de 0,30mm, que se observó en la mayoría de las construcciones en Tarata.

3.5.2.4 Fuerza sísmica horizontal. (Norma E.080, 2017) La

ecuación siguiente determina la fuerza sísmica horizontal presente en los cimientos de las edificaciones de tierra reforzada ($H=S.U.C.P.$).

Donde:

S=Factor de suelo

U=Factor de uso

C=Coeficiente sísmico

P=Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50 % de la carga viva

Por otro lado, la norma E.030 en su capítulo 4.5 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes, considera que la fuerza cortante en la base de la edificación debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde:

Z=Factor de zona

U=Factor de uso

C=Factor de amplificación sísmica

S=Factor de suelo

R=Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

P=Peso de la edificación

A. Categoría de la edificación factor de uso (U)

(E.080, 2017) corresponde a unifamiliar y multifamiliar tipo quinta con un factor de uso (U=1,0), de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla 15*Factor de uso, según Norma E.080*

Tipo de edificaciones	Factor de uso (U)	Densidad
NTA.030 Hospedaje	1,4	15 %
NTA.040 Educación	1,4	15 %
NT A.050 Salud	1,4	15 %
NT A.090 Servicios comunales	1,4	15 %
NT A.100 Recreación y deportes	1,4	15 %
NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15 %
NT A.060 Industria	1,2	12 %
NT A.070 Comercio	1,2	12 %
NT A.080 Oficinas	1,2	12 %
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8 %

Nota. Adaptado de Norma E.080, 2017

De acuerdo a la norma E 030, todas las viviendas evaluadas son usadas como viviendas por lo que corresponde a edificaciones comunes ($U=1,0$)

B. Factor de zona

De acuerdo a la norma E 030, el distrito de Tarata corresponde a una zona sísmica 3 por lo que $Z=0,35$.

C. Factor de suelo (S)**Según norma E.080.**

Se concluye que a profundidades de 0,30m hasta 1,00m está conformado por rellenos de grava con capacidad de carga de 1,5 hasta 2.5kg/cm², por lo que se determina que el perfil del suelo es SII por lo tanto $S=1,40$ (Indeci, UNJBG, 2002).

Tabla 16*Factor del suelo, según Norma E.080*

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible $> 0,3\text{MPa}$ ó $3,06 \text{ kg. f/cm}^2$	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $> 0,1\text{MPa}$ ó $1,02 \text{ kg.f/cm}^2$	1,4

Nota. Adaptado de Norma E.080, 2017**Según norma E.030**

Se concluye que a profundidades de 0,30m hasta 1,00m está conformado por rellenos de grava con capacidad de carga de 1,5 hasta $2,5\text{kg/cm}^2$, por lo que se determina que el perfil del suelo es SII, así mismo, considerando que Tarata de encuentra en zonificación 3; por lo tanto, $S=1,15$ (Indeci, UNJBG, 2002).

D. Coeficiente Sísmico (C), E.080

Según la zonificación sísmica Tarata, se encuentra en zona sísmica 3 con un coeficiente sísmico ($C=0,20$).

Tabla 17*Coefficiente sísmico, según Norma E.080*

Zona sísmica	C
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

Nota. Adaptado de Norma E.080, 2017

E. Factor de amplificación sísmica (C), E.030

De acuerdo a la norma E 030, el factor de amplificación se toma la siguiente consideración:

Periodo fundamental de vibración ($T=hn/Ct$) donde ($Ct=60$, $hn=5,60m$) por lo tanto $T=0,0933s$, así mismo el valor de T_p con SII es de 0,6, por lo que se concluye que $C=2,5$ dado que $T < T_p$.

Con los datos obtenidos anteriormente, se hace la organización de la siguiente figura, así determinando que se usará la cortante basal establecida por la norma E.30, dado que es el más crítico entre ambas normas.

Figura 26

Cálculo de la cortante basal, normas E.080, E.030

Fuerza Cortante en la Base Norma E.030		Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales E080	
Factor de Zona (Z)	0.35		
Factor de uso (U)	1.00	Factor de uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.50	Coefficiente Sísmico (C)	0.20
Factor de suelo (S)	1.15	Factor de suelo (S)	1.40
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)	3.00		
$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P \quad 0.335P$		$H = S * U * C * P \quad 0.280P$	

Nota. Elaboración propia

3.5.2.5 Cargas para el modelo estructural Etabs 2021

A. Carga viva

La carga viva de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.020 considerando que el Uso es una vivienda será de 200kgf/m².

B. Carga muerta

El verdadero peso de todos los elementos que constituyen y deben ser sostenidos por la estructura será determinado según los pesos individuales especificados en la sección 3.4.2.3 y luego introducidos en el diseño E-Tabs 2021.

C. Carga sísmica

Para la determinación de la carga sísmica, se consideraron los aspectos mencionados en el numeral 3.4.2.4.

D. Combinación de cargas

Para este análisis estructural, de acuerdo a las normas técnicas Peruana E.020 y E.030, estas combinaciones permitirán evaluar la estructura frente a diferentes condiciones de carga y asegurar que cumple con los requisitos de seguridad estructural y funcionalidad.

Figura 27

Combinaciones de carga utilizadas para el modelamiento estructural

Combinación de Carga	COMB N°	Factor	Tipo de Carga	Factor	Tipo de Carga	Factor	Tipo de Carga
1.4DEAD +1.7LIVE	COMB 01	1.40	DEAD	+	1.70	LIVE	
1.25DEAD +1.25LIVE+-CARGA SÍSMICA	COMB 02	1.25	DEAD	+	1.25	LIVE	+ 1.00 SxD
	COMB 03	1.25	DEAD	+	1.25	LIVE	- 1.00 SxD
	COMB 04	1.25	DEAD	+	1.25	LIVE	+ 1.00 SyD
	COMB 05	1.25	DEAD	+	1.25	LIVE	- 1.00 SyD
0.90DEAD+-CARGA SÍSMICA	COMB 06	0.90	DEAD	+	1.00	SxD	
	COMB 07	0.90	DEAD	-	1.00	SxD	
	COMB 08	0.90	DEAD	+	1.00	SyD	
	COMB 09	0.90	DEAD	-	1.00	SyD	
ENVOLVENTE	COMB 01 + COMB 02 +...+ COMB 08 + COMB 09						

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología cualitativa

A. Análisis de método INDECI

Parámetro 1

En la tabla y figura que se muestra a continuación, se aprecia que el 100 % de las viviendas evaluadas está construida con adobe.

Tabla 18

Parámetro 1: Material predominante de la edificación

Material predominante de la edificación		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Adobe	49,00	100,00 %
Quincha	0,00	0,00 %
Mampostería	0,00	0,00 %
Madera	0,00	0,00 %
Adobe reforzado	0,00	0,00 %
Albañilería	0,00	0,00 %
Albañilería confinada	0,00	0,00 %
Concreto	0,00	0,00 %
Acero	0,00	0,00 %
TOTAL	49.00	100 %

Nota. Elaboración propia

Figura 28*Parámetro 1: Material predominante de la edificación**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 2**

En la siguiente tabla y figur, se puede observar que, en la totalidad de las viviendas evaluadas, no se contó con la intervención de un ingeniero civil en el proceso de diseño y/o construcción.

Tabla 19

Parámetro 2: Participación de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción de las viviendas

Participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
No	49,00	100,00 %
Solo construcción	0,00	0,00 %
Solo diseño	0,00	0,00 %
Sí, totalmente	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 29

Parámetro 2: Participación de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción de las viviendas



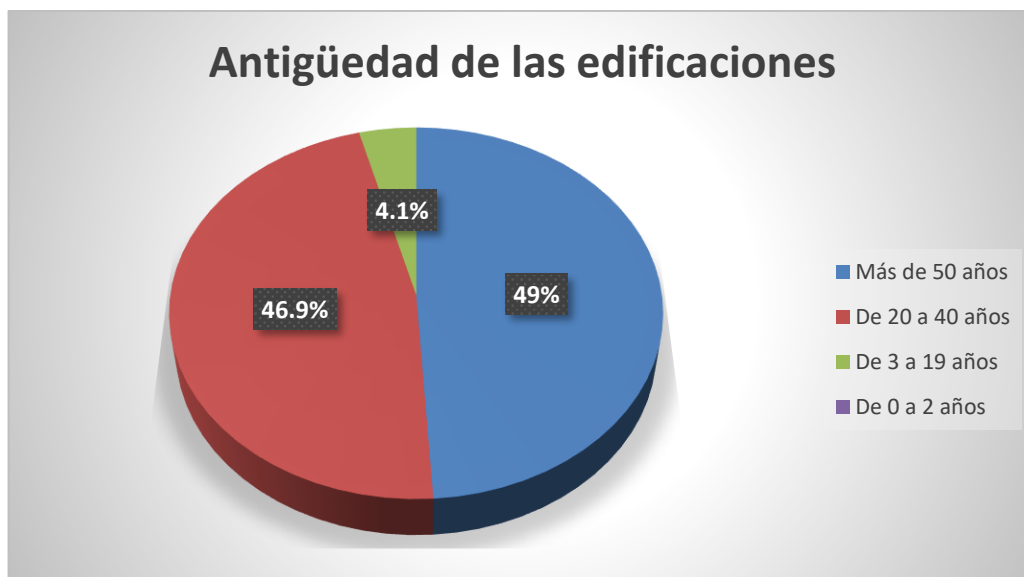
Nota. Elaboración propia

Parámetro 3

En la tabla y gráfico que se muestra a continuación, se aprecia que, con respecto a la antigüedad, 24 (49,0 %) viviendas tienen una antigüedad de más de 50 años, 23 (46,90 %) de 20 a 40 años de antigüedad, 2 (4,10 %) de 3 a 19 años de antigüedad, lo que suma las 49 (100 %) viviendas evaluadas de las viviendas evaluadas.

Tabla 20*Parámetro 3: Antigüedad de las viviendas o edificaciones*

Antigüedad de las edificaciones		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Más de 50 años	24,00	49,00 %
De 20 a 40 años	23,00	46,90 %
De 3 a 19 años	2,00	4,10 %
De 0 a 2 años	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia**Figura 30***Parámetro 3: Antigüedad de las viviendas o edificaciones**Nota.* Elaboración propia

Parámetro 4

En la tabla y gráfico que se muestra a continuación, se aprecia que 49 (100 %) de las viviendas evaluadas fueron construidas en un suelo granular fino y arcilloso.

Tabla 21

Parámetro 4: Tipo de suelo

Tipo de suelo		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Rellenos	0,00	0,00 %
Depósitos marinos	0,00	0,00 %
Pantanosos, turba	0,00	0,00 %
Depósitos de suelos finos	0,00	0,00 %
Arena de gran espesor	0,00	0,00 %
Granular fino y arcilloso	49,00	100,00 %
Suelos rocosos	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 31

Parámetro 4: Tipo de suelo



Nota. Elaboración propia

Parámetro 5

En la tabla y gráfico que se muestran a continuación, se aprecia que con respecto a la topografía del terreno donde se encuentra construido 11 (22,40 %) en pendiente de 45 % a 20 %, 35 (71,5 %) en pendiente de 20 % a 10 %, 3 (6,10 %) en pendiente de hasta 10 %.

Tabla 22

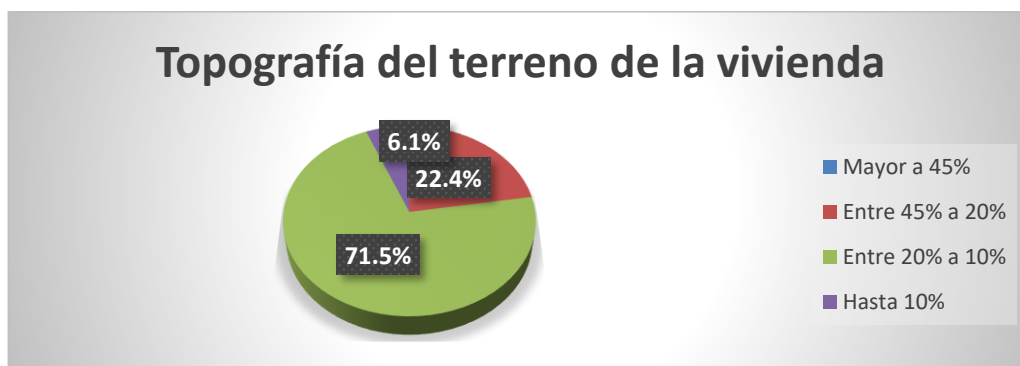
Parámetro 5: Topografía del terreno de la vivienda

Topografía del terreno de la vivienda		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Mayor a 45 %	0,00	0,00 %
Entre 45 % a 20 %	11,00	22,40 %
Entre 20 % a 10 %	35,00	71,50 %
Hasta 10 %	3,00	6,10 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 32

Parámetro 5: Topografía del terreno de la vivienda



Nota. Elaboración propia

Parámetro 6

En la tabla y gráfico que se muestran a continuación, se aprecia que con respecto a la topografía del terreno colindante donde se encuentra construido, 11 (22,40 %) en pendiente de 45 % a 20 %, 35 (71,5 %) en pendiente de 20 % a 10 %, 3 (6,10 %) en pendiente de hasta 10 %.

Tabla 23

Parámetro 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia

Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Mayor a 45 %	0,00	0,00 %
Entre 45 % a 20 %	11,00	22,40 %
Entre 20 % a 10 %	35,00	71,50 %
Hasta 10 %	3,00	6,10 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 33

Parámetro 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia



Nota. Elaboración propia

Parámetro 7

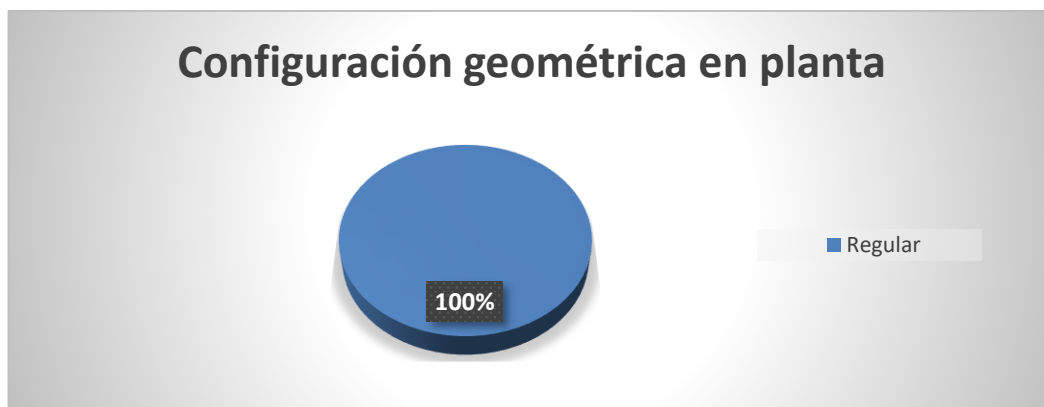
En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que con respecto a la configuración geométrica en planta 49 (100 %) de las viviendas construidas son regulares.

Tabla 24

Parámetro 7: Configuración geométrica en planta

Configuración geométrica en planta		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Irregular	0,00	0,00 %
Regular	49,00	100,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

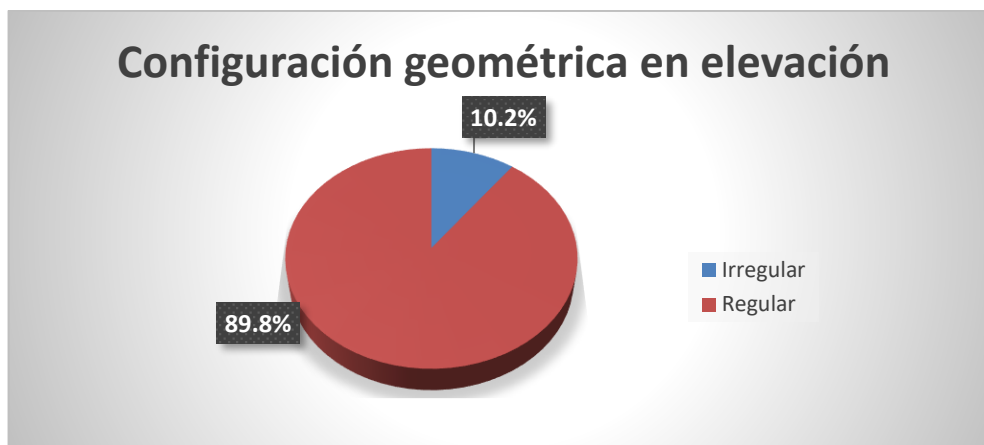
Figura 34*Parámetro 7: Configuración geométrica en planta**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 8**

En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que con respecto a la configuración geométrica en elevación 44 (89,8 %) de las viviendas construidas son regulares, 5 (10,20 %) de las viviendas evaluadas son irregulares.

Tabla 25*Parámetro 8: Configuración geométrica en elevación*

Configuración geométrica en elevación		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Irregular	5,00	10,20 %
Regular	44,00	89,80 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 35*Parámetro 8: Configuración geométrica en elevación**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 9**

En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que con respecto a las juntas de dilatación sísmica son de acorde a la estructura, 49 (100 %) de las viviendas evaluadas no tiene junta de dilatación.

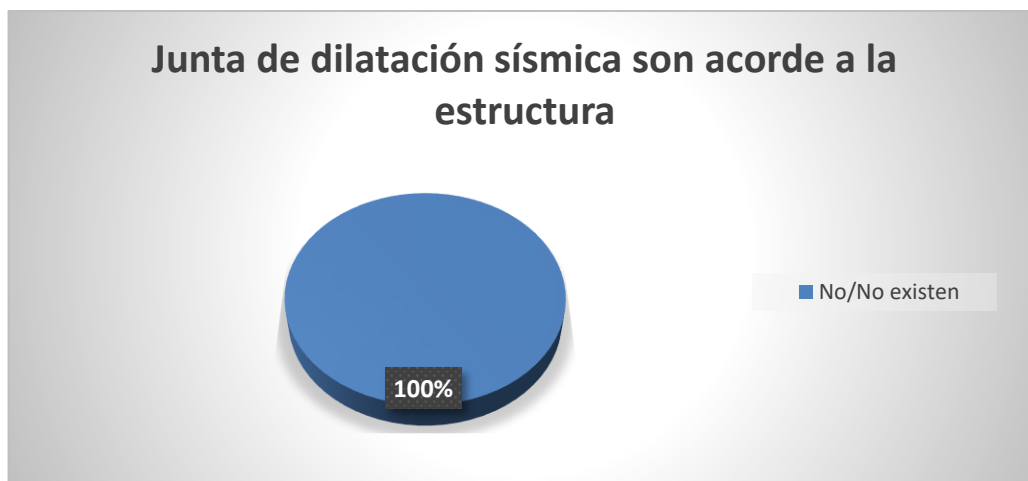
Tabla 26*Parámetro 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura*

Junta de dilatación sísmica son acorde a la estructura		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
No/No existen	49,00	100,00 %
Si	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 36

Parámetro 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura



Nota. Elaboración propia

Parámetro 10

En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que, con respecto a la concentración de masas en niveles superiores e inferiores, 49 (100 %) de las viviendas construidas tienen una concentración de masas en el nivel inferior.

Tabla 27

Parámetro 10: Existencia de concentración de masas en niveles superiores e inferiores

Concentración de masa en niveles		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Superiores	0	0,00 %
Inferiores	49	100,00 %
TOTAL	49	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 37

Parámetro 10: Existencia de concentración de masas en niveles superiores e inferiores



Nota. Elaboración propia

Parámetro 11

En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que, con respecto principales elementos estructurales, 49 (100 %) de las viviendas construidas presentan deterioro y/o humedad.

Tabla 28

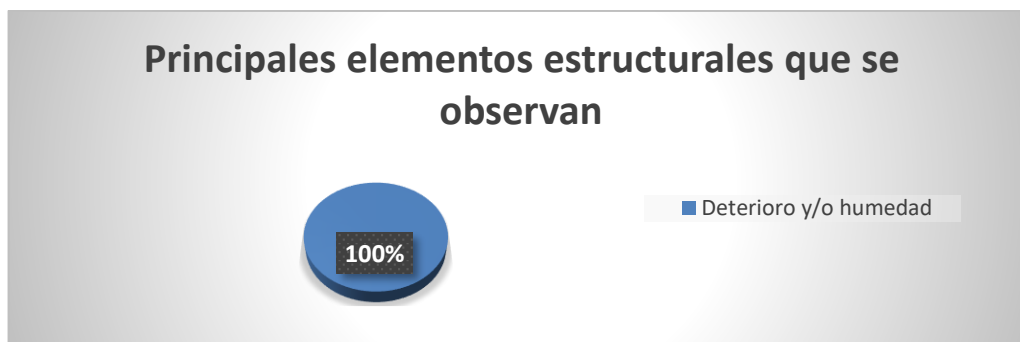
Parámetro 11: Principales elementos estructurales que se observa

Principales elementos estructurales que se observan		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
No existen/son precarios	0,00	0,00 %
Deterioro y/o humedad	49,00	100,00 %
Regular estado	0,00	0,00 %
Buen estado	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 38

Parámetro 11: Principales elementos estructurales que se observa



Nota. Elaboración propia

Parámetro 12

En la tabla y gráfico que se presentan a continuación, se aprecia que con respecto a factores que inciden en la vulnerabilidad, el 49 (100 %) de las viviendas construidas presentan el factor humedad.

Tabla 29

Parámetro 12: Factores que inciden en la vulnerabilidad

Otros factores que inciden en la vulnerabilidad		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
Humedad	49,00	100,00 %
Cargas laterales	0,00	0,00 %
Colapso elementos del entorno	0,00	0,00 %
Debilitamiento por modificaciones	0,00	0,00 %
Debilitamiento por sobrecarga	0,00	0,00 %
Densidad de muros inadecuada	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 39

Parámetro 12: Factores que inciden en la vulnerabilidad



Nota. Elaboración propia

Resumen vulnerabilidad de las 49 viviendas aplicando el del método**INDECI**

En la siguiente tabla y figura, se puede observar que todas las viviendas de adobe evaluadas en Tarata con el método de Indeci muestran una vulnerabilidad sísmica extremadamente elevada del 100 %.

Tabla 30*Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método INDECI*

NÚMERO DE VIVIENDA	<i>Parámetros</i>												TOTAL	VULNERABILIDAD
	Participación de un Ingeniero civil	Antigüedad de la edificación	Tipos de suelo	Topografía del terreno de la vivienda	Topografía de terrenos colindantes a la vivienda	Configuración geométrica en planta	Configuración geométrica en elevación	Juntas de dilatación sísmica	Concentración de masa	En principales elementos se observa	Otros factores que inciden en la vulnerabilidad			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12		
Nº1	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº2	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº3	4	4	3	2	1	1	1	1	4	1	3	4	28	MUY ALTO
Nº4	4	4	4	2	3	3	1	4	4	1	3	4	36	MUY ALTO
Nº5	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
Nº6	4	4	4	2	3	3	1	4	4	1	3	4	36	MUY ALTO
Nº7	4	4	3	2	3	3	1	4	4	1	3	4	35	MUY ALTO
Nº8	4	4	4	2	3	3	1	4	4	1	3	4	36	MUY ALTO
Nº9	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº10	4	4	4	2	3	3	1	1	4	1	3	4	33	MUY ALTO
Nº11	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
Nº12	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº13	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº14	4	4	4	2	3	3	1	1	4	1	3	4	33	MUY ALTO
Nº15	4	4	3	2	3	3	1	1	4	1	3	4	32	MUY ALTO
Nº16	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
Nº17	4	4	4	2	3	3	1	1	4	1	3	4	33	MUY ALTO

N°18	4	4	4	2	1	1	1	1	4	1	3	4	29	MUY ALTO
N°19	4	4	3	2	3	3	1	1	4	1	3	4	32	MUY ALTO
N°20	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°21	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°22	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°23	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°24	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°25	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°26	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°27	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°28	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°29	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°30	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°31	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°32	4	4	3	2	3	3	1	4	4	1	3	4	35	MUY ALTO
N°33	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°34	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	31	MUY ALTO
N°35	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°36	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°37	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°38	4	4	2	2	2	2	1	1	4	1	3	4	29	MUY ALTO
N°39	4	4	2	2	1	1	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO
N°40	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	30	MUY ALTO
N°41	4	4	4	2	3	3	1	1	4	1	3	4	33	MUY ALTO
N°42	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO
N°43	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	26	MUY ALTO
N°44	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO
N°45	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO
N°46	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	26	MUY ALTO
N°47	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	3	4	26	MUY ALTO
N°48	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO
N°49	4	4	4	2	2	2	1	1	4	1	3	4	27	MUY ALTO

Nota. Elaboración propia

Figura 40

Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método INDECI



Nota. Elaboración propia

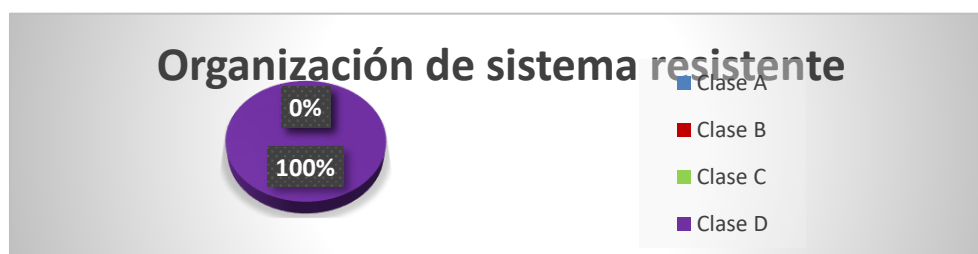
B. Análisis de método Benedetti – Petrini

Parámetro 1

En la tabla y figura que se presenta a continuación, se aprecia que, con respecto a la organización de sistema resistente, 49 (100 %) viviendas construidas que corresponde a la clasificación C no presenta elementos de arriostre.

Tabla 31*Parámetro 1: Organización de sistema resistente*

Organización de sistema resistente		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Las edificaciones de adobe estan construidas con la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada	0,00	0,00 %
B. Las edificaciones de adobe cuentan con elementos de arriostre tanto verticales como horizontales; sin contar con asesoría profesional.	0,00	0,00 %
C. Las edificaciones de adobe solo cuentan con elementos de arriostre horizontal además no han tenido asesoría profesional, sin embargo, tienen una adecuada distribución de muros.	0,00	100,00 %
D. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningún elemento de arriostre en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	49,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia**Figura 41***Parámetro 1: Organización de sistema resistente**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 2**

En la tabla y figura que se presenta a continuación, se aprecia que, con

respecto a la calidad del sistema resistente, 8 (16,3 %) de las viviendas evaluadas corresponde a la clase A, 15 (30,6 %) corresponde a la clase B, 26 (53,1 %) corresponde a la clase C, haciendo un total de 49 (100 %) viviendas evaluadas.

Tabla 32

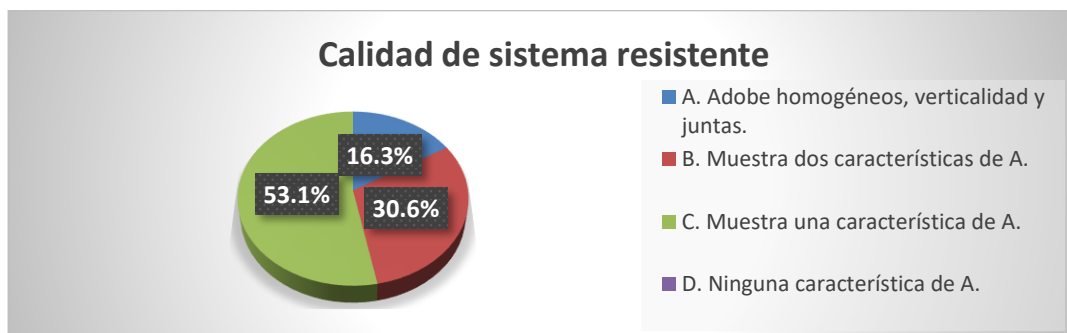
Parámetro 2: Calidad de sistema resistente

Calidad de sistema resistente		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Adobe homogéneos, verticalidad y juntas.	8,00	16,30 %
B. Muestra dos características de A.	15,00	30,60 %
C. Muestra una característica de A.	26,00	53,10 %
D. Ninguna característica de A.	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 42

Parámetro 2: Calidad de sistema resistente



Nota. Elaboración propia

Parámetro 3

En la tabla y figura que se presenta a continuación, indica que el 44,9 % de las viviendas tienen una demanda de ductilidad entre 0,5 y 1; mientras que el 40,8 % posee una DD entre 1 y 1,5. Solamente el 14,3 % muestra una DD superior y/o igual a 1,5.

Tabla 33

Parámetro 3: Resistencia convencional

Resistencia convencional		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Si: $DD < 0,50$	0,00	0,00 %
B. Si: $0,50 \leq DD < 1,0$	22,00	44,90 %
C. Si: $1,0 \leq DD < 1,5$	20,00	40,80 %
D. Si: $DD \geq 1,5$	7,00	14,30 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 43

Parámetro 3: Resistencia convencional



Nota. Elaboración propia

Parámetro 4

En la tabla y figura que se presenta a continuación, se indica que 38 (77,6 %) de las viviendas evaluadas corresponden a la clase B, 11 (22,4 %) corresponden a la clase C, haciendo un total de 49 (100 %) de viviendas evaluadas.

Tabla 34

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Posición del edificio y cimentación		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Norma E.080, no presenta humedad.	0,00	0,00 %
B. Norma E.080, con presencia de humedad.	38,00	77,60 %
C. Presencia de humedad.	11,00	22,40 %
D. Presencia de humedad y deteriorado.	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 44

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación



Nota. Elaboración propia

Parámetro 5

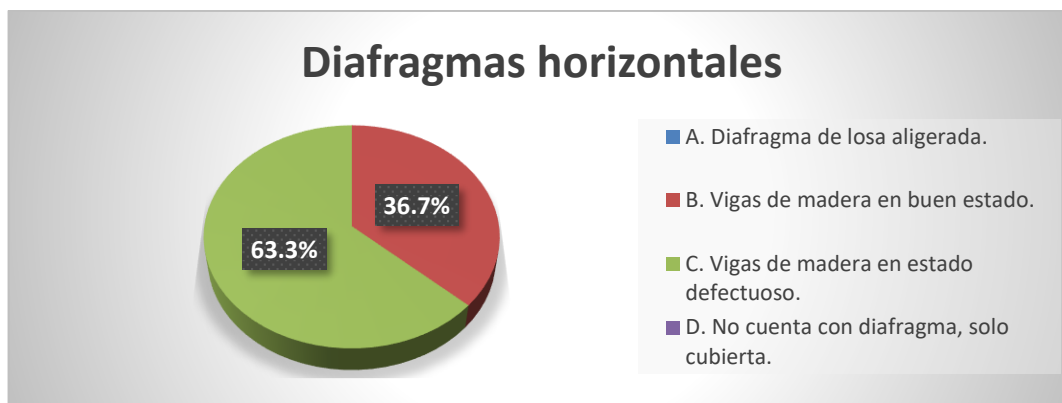
En la tabla y figura que se presenta a continuación, se indica que los diafragmas horizontales de todas las viviendas analizadas están conformados por vigas de madera, de las cuales, 31 (63,3 %) muestran sus vigas en condiciones defectuosas clase C; mientras que solo 18 (36,7 %) se encuentra en buen estado clase B.

Tabla 35

Parámetro 5: Diafragmas horizontales

Diafragmas horizontales		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Diafragma de losa aligerada.	0,00	0,00 %
B. Vigas de madera en buen estado.	18,00	36,70 %
C. Vigas de madera en estado defectuoso.	31,00	63,30 %
D. No cuenta con diafragma, solo cubierta.	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

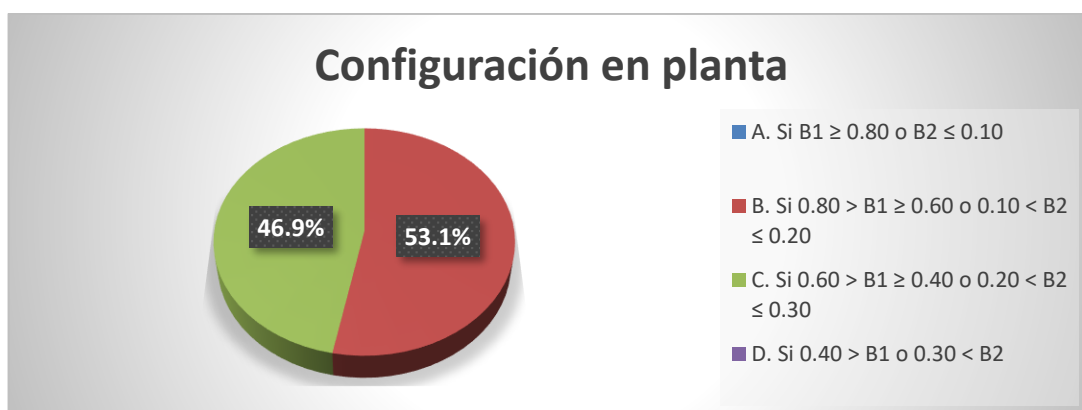
Figura 45*Parámetro 5: Diafragmas horizontales**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 6**

En la tabla y figura que se presenta a continuación, con respecto a la configuración en planta, se aprecia que 26 (53,1 %) de las viviendas evaluadas corresponden a la clase B, 23 (46,9 %) corresponden a la clase C, haciendo un total de 49 (100 %) de viviendas evaluadas.

Tabla 36*Parámetro 6: Configuración en planta*

Configuración en planta		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Si $B1 \geq 0,80$ o $B2 \leq 0,10$	0,00	0,00 %
B. Si $0,80 > B1 \geq 0,60$ o $0,10 < B2 \leq 0,20$	26,00	53,10 %
C. Si $0,60 > B1 \geq 0,40$ o $0,20 < B2 \leq 0,30$	23,00	46,90 %
D. Si $0,40 > B1$ o $0,30 < B2$	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 46*Parámetro 6: Configuración en planta**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 7**

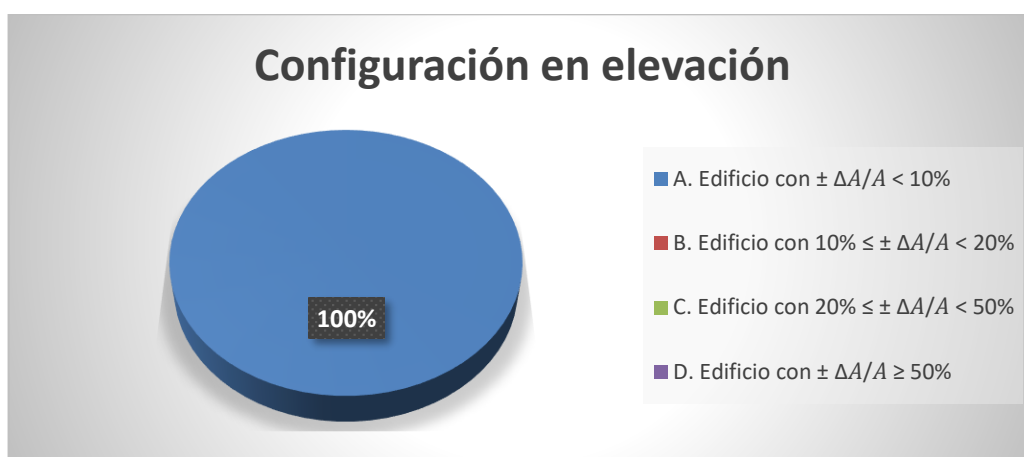
En la tabla y figura que se presenta a continuación, se indica que, con respecto a la configuración en elevación, del total de las viviendas evaluadas, 49 (100 %) corresponden a la clase A.

Tabla 37*Parámetro 7: Configuración en elevación*

Configuración en elevación		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Edificio con $\pm \Delta A/A < 10 \%$	49,00	100,00 %
B. Edificio con $10 \% \leq \pm \Delta A/A < 20 \%$	0,00	0,00 %
C. Edificio con $20 \% \leq \pm \Delta A/A < 50 \%$	0,00	0,00 %
D. Edificio con $\pm \Delta A/A \geq 50 \%$	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia**Figura 47**

Parámetro 7: Configuración en elevación



Nota. Elaboración propia

Parámetro 8

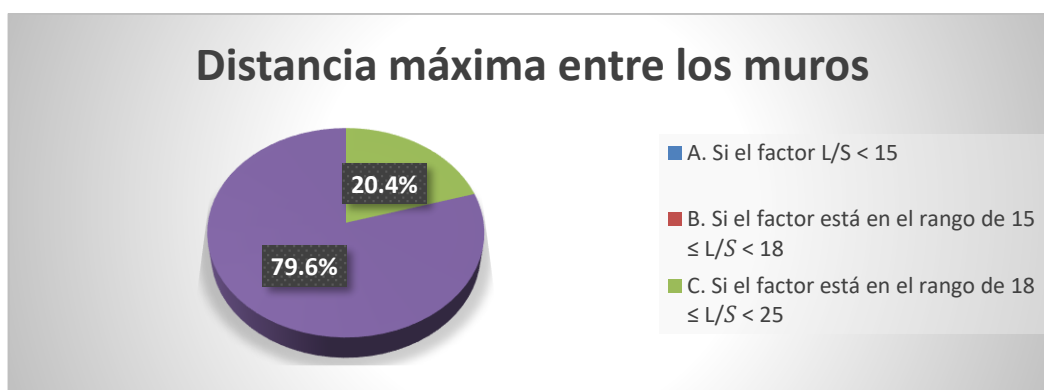
En la tabla y figura que se presenta a continuación, se indica que, con respecto a la distancia máxima entre muros, 10 (20,4 %) de las viviendas evaluadas corresponden a la clase C, 39 (79,6 %) corresponden a la clase D.

Tabla 38

Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros

Distancia máxima entre los muros		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Si el factor $L/S < 15$	0,00	0,00 %
B. Si el factor está en el rango de $15 \leq L/S < 18$	0,00	0,00 %
C. Si el factor está en el rango de $18 \leq L/S < 25$	10,00	20,40 %
D. Si el factor $L/S \geq 25$	39,00	79,60 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 48*Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros**Nota.* Elaboración propia**Parámetro 9**

En la tabla y figura que se presenta a continuación, indica que, con respecto al tipo de cubierta, 49 (100 %) de las viviendas evaluadas corresponden a la clase A.

Tabla 39*Parámetro 9: Tipo de cubierta*

Tipo de cubierta		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Cubierta estable, conexión adecuada y material liviano.	0,00	0,00 %
B. Cubierta inestable, material liviano y en buenas condiciones.	3,00	6,12 %
C. Cubierta inestable, material liviano y en malas condiciones.	0,00	0,00 %
D. Cubierta inestable, malas condiciones y presenta un desnivel.	46,00	93,88 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 49

Parámetro 9: Tipo de cubierta



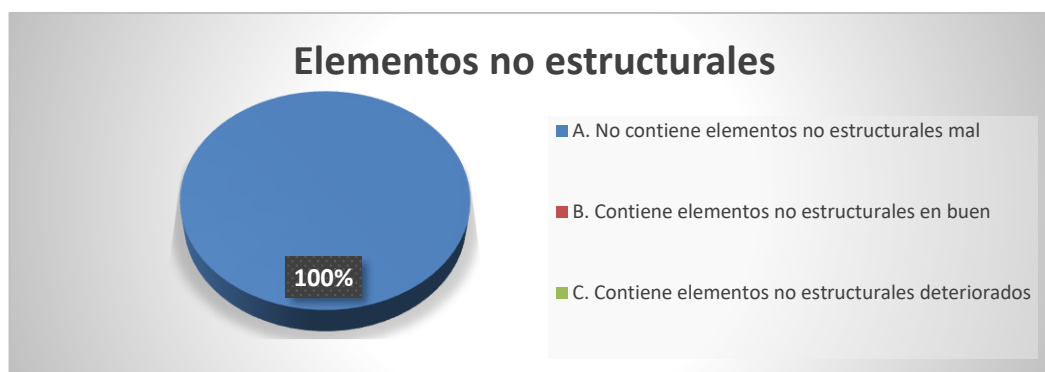
Nota. Elaboración propia

Parámetro 10

En la tabla y gráfico que se presenta a continuación, indica que, con respecto a los elementos no estructurales, 49 (100 %) de las viviendas corresponden a la clase A.

Tabla 40*Parámetro 10: Elementos no estructurales*

Elementos no estructurales		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. No contiene elementos no estructurales mal conectados a la estructura.	49,00	100,00 %
B. Contiene elementos no estructurales en buen estado y bien conectado a la estructura.	0,00	0,00 %
C. Contiene elementos no estructurales deteriorados que pueden producir daños no muy peligrosos.	0,00	0,00 %
D. D. Contiene elementos no estructurales en mal estado y mal conectado a la estructura, con posibilidad de caerse ante un sismo.	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia**Figura 50***Parámetro 10: Elementos no estructurales**Nota.* Elaboración propia

Parámetro 11

En la tabla y figura que se presenta a continuación, indica que, con respecto al estado de conservación, 49 (100 %) de las viviendas evaluadas corresponden a la clase C.

Tabla 41

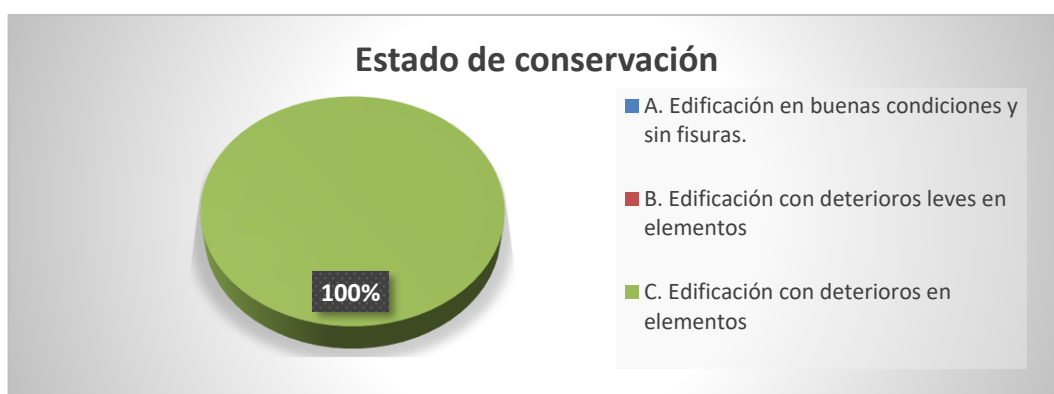
Parámetro 11: Estado de conservación

Estado de conservación		
Alternativa	Cantidad	Porcentaje (%)
A. Edificación en buenas condiciones y sin fisuras.	0,00	0,00 %
B. Edificación con deterioros leves en elementos estructurales y sin fisuras.	0,00	0,00 %
C. Edificación con deterioros en elementos estructurales y con fisuras.	49,00	100,00 %
D. Edificación con deterioros en muros y con agrietamiento debido a fallas por flexión, momento y corte.	0,00	0,00 %
TOTAL	49,00	100,00 %

Nota. Elaboración propia

Figura 51

Parámetro 11: Estado de conservación



Nota. Elaboración propia

Resumen de valores según la clase

En la tabla y figura que se presenta a continuación, se muestra un consolidado de los resultados según la clase que pertenece a cada parámetro. Además, un resumen de determinación del índice de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 42

Resumen de valores según la clase que pertenece a cada parámetro

RESUMEN DE VALORES SEGÚN LA CLASE											
N ° DE VIVIENDA	PARÁMETROS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N ° 1	D	A	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N ° 2	D	A	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N ° 3	D	B	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N ° 4	D	C	D	C	C	C	A	D	D	A	C
N ° 5	D	C	D	B	B	B	A	C	D	A	C
N ° 6	D	C	C	C	B	C	A	D	D	A	C
N ° 7	D	C	D	C	B	B	A	D	D	A	C
N ° 8	D	B	B	C	B	B	A	C	B	A	C
N ° 9	D	B	C	B	C	B	A	D	D	A	C
N ° 10	D	A	B	C	B	B	A	C	B	A	C
N ° 11	D	C	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N ° 12	D	C	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N ° 13	D	C	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N ° 14	D	A	B	C	B	B	A	D	B	A	C
N ° 15	D	C	C	C	B	C	A	D	D	A	C
N ° 16	D	C	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N ° 17	D	C	C	C	C	C	A	D	D	A	C
N ° 18	D	C	D	B	C	B	A	C	D	A	C
N ° 19	D	B	C	C	C	B	A	D	D	A	C
N ° 20	D	C	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N ° 21	D	B	D	B	B	C	A	D	D	A	C
N ° 22	D	B	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N ° 23	D	B	D	B	C	B	A	C	D	A	C

N° 24	D	C	D	B	B	B	A	D	D	A	C
N° 25	D	B	D	B	C	B	A	C	D	A	C
N° 26	D	C	C	B	C	B	A	D	D	A	C
N° 27	D	C	D	B	B	C	A	D	D	A	C
N° 28	D	C	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N° 29	D	B	D	B	B	B	A	D	D	A	C
N° 30	D	B	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 31	D	B	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 32	D	C	D	C	B	C	A	D	D	A	C
N° 33	D	C	D	B	C	B	A	C	D	A	C
N° 34	D	B	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 35	D	C	D	B	B	C	A	D	D	A	C
N° 36	D	C	D	B	B	C	A	D	D	A	C
N° 37	D	B	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 38	D	C	D	B	C	B	A	C	D	A	C
N° 39	D	A	D	B	B	B	A	C	D	A	C
N° 40	D	A	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N° 41	D	A	D	C	B	B	A	D	D	A	C
N° 42	D	B	C	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 43	D	C	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 44	D	B	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N° 45	D	C	D	B	B	C	A	C	D	A	C
N° 46	D	C	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 47	D	A	D	B	C	C	A	D	D	A	C
N° 48	D	C	D	B	C	B	A	D	D	A	C
N° 49	D	C	D	B	B	B	A	D	D	A	C

Nota. Elaboración propia

Tabla 43

Resumen de determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en las viviendas

RESUMEN DE VALORES SEGÚN LA CLASE														NIVEL
PARÁMETROS													Iv %	
Wi :	1,00	0,25	1,50	0,75	1,00	0,50	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	Iv		
N° - V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Iv	%	
N° 1	45	0	45	5	20	5	0	45	45	0	20	215	56	A
N° 2	45	0	45	5	20	5	0	45	45	0	20	215	56	A
N° 3	45	5	45	5	20	5	0	45	45	0	20	216	57	A
N° 4	45	20	45	20	20	20	0	45	45	0	20	239	62	A
N° 5	45	20	45	5	5	5	0	20	45	0	20	199	52	A
N° 6	45	20	20	20	5	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N° 7	45	20	45	20	5	5	0	45	45	0	20	216	57	A
N° 8	45	5	5	20	5	5	0	20	5	0	20	106	28	M
N° 9	45	5	20	5	20	5	0	45	45	0	20	179	47	A
N° 10	45	0	5	20	5	5	0	20	5	0	20	105	27	M
N° 11	45	20	45	5	20	20	0	45	45	0	20	228	59	A
N° 12	45	20	45	5	20	5	0	45	45	0	20	220	58	A
N° 13	45	20	20	5	20	20	0	45	45	0	20	190	50	A
N° 14	45	0	5	20	5	5	0	45	5	0	20	111	29	M
N° 15	45	20	20	20	5	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N° 16	45	20	45	5	20	20	0	45	45	0	20	228	59	A
N° 17	45	20	20	20	20	20	0	45	45	0	20	201	53	A
N° 18	45	20	45	5	20	5	0	20	45	0	20	214	56	A
N° 19	45	5	20	20	20	5	0	45	45	0	20	190	50	A
N° 20	45	20	45	5	20	20	0	45	45	0	20	228	59	A
N° 21	45	5	45	5	5	20	0	45	45	0	20	209	55	A
N° 22	45	5	20	5	20	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N° 23	45	5	45	5	20	5	0	20	45	0	20	210	55	A
N° 24	45	20	45	5	5	5	0	45	45	0	20	205	54	A
N° 25	45	5	45	5	20	5	0	20	45	0	20	210	55	A
N° 26	45	20	20	5	20	5	0	45	45	0	20	183	48	A
N° 27	45	20	45	5	5	20	0	45	45	0	20	213	56	A
N° 28	45	20	45	5	20	5	0	45	45	0	20	220	58	A

N ° 29	45	5	45	5	5	5	0	45	45	0	20	201	53	A
N ° 30	45	5	20	5	20	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N ° 31	45	5	45	5	20	20	0	45	45	0	20	224	58	A
N ° 32	45	20	45	20	5	20	0	45	45	0	20	224	58	A
N ° 33	45	20	45	5	20	5	0	20	45	0	20	214	56	A
N ° 34	45	5	20	5	20	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N ° 35	45	20	45	5	5	20	0	45	45	0	20	213	56	A
N ° 36	45	20	45	5	5	20	0	45	45	0	20	213	56	A
N ° 37	45	5	20	5	20	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N ° 38	45	20	45	5	20	5	0	20	45	0	20	214	56	A
N ° 39	45	0	45	5	5	5	0	20	45	0	20	194	51	A
N ° 40	45	0	45	5	20	5	0	45	45	0	20	215	56	A
N ° 41	45	0	45	20	5	5	0	45	45	0	20	211	55	A
N ° 42	45	5	20	5	20	20	0	45	45	0	20	186	49	A
N ° 43	45	20	45	5	20	20	0	45	45	0	20	228	59	A
N ° 44	45	5	45	5	20	5	0	45	45	0	20	216	57	A
N ° 45	45	20	45	5	5	20	0	20	45	0	20	206	54	A
N ° 46	45	20	45	5	20	20	0	45	45	0	20	228	59	A
N ° 47	45	0	20	5	20	20	0	45	45	0	20	185	48	A
N ° 48	45	20	45	5	20	5	0	45	45	0	20	220	58	A
N ° 49	45	20	45	5	5	5	0	45	45	0	20	205	54	A

Nota. Elaboración propia

Figura 52

Nivel de vulnerabilidad en las viviendas según el método Benedetti - Petrini



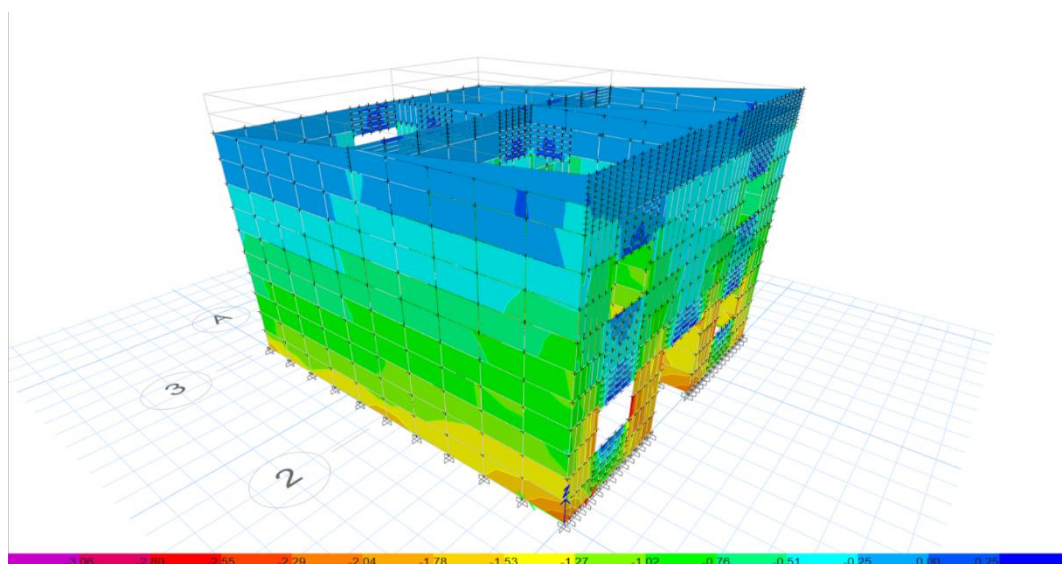
Nota. Elaboración propia

4.1.2 Vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología cuantitativa

En la figura siguiente, se muestra la representación de una vivienda evaluada según ETABS.

Figura 53

Representación de vivienda



Nota. Obtenido del Software Etabs

Los resultados de la evaluación de esta vivienda incluyen una serie de verificaciones, las cuales se explicarán en los siguientes párrafos a continuación:

1. Derivas

En las tablas que se muestran a continuación, se observa el resultado obtenido de las derivas en la dirección “X” y “Y” respectivamente. Al contrastar con el límite de distorsión del entrepiso en albañilería, establecido en 0,005 según la Norma E.030, se concluye que las derivas están dentro de los parámetros permitidos.

Tabla 44*Verificación de derivas en la dirección “X”*

Dirección “X”					
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Piso 2	Deriva	Combination	Max	X	0,001601
Piso 1	Deriva	Combination	Max	X	0,002122

Nota. Obtenido del software Etabs**Tabla 45***Verificación de derivas en la dirección “Y”*

Dirección “Y”					
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Piso 2	Deriva	Combination	Max	Y	0,001614
Piso 1	Deriva	Combination	Max	Y	0,001435

Nota. Obtenido del software Etabs

Por su parte, el periodo fundamental de vibración obtenido con el modelamiento de la edificación es el siguiente, $T=0,285s$ de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 46*Periodo de acuerdo a la masa modal participativa y modo de vibración*

Mode	Period (s)	SumUX	SumUY	SumRZ
1	0,285	0,0037	0,2187	0,0242
2	0,273	0,3531	0,2475	0,148
3	0,246	0,6736	0,4622	0,1517
4	0,224	0,874	0,5729	0,1803
5	0,139	0,8798	0,9482	0,2003
6	0,118	0,9797	0,9604	0,2404

Nota. Obtenido del software Etabs

De lo anterior, se puede observar que la masa participativa en el sentido X-X, alcanza el 97,97 % en el modo 6, con un periodo natural de 0,118s.

La masa participativa en sentido Y-Y, alcanza un 94,82 % en el modo 5, en un periodo natural de 0,139s.

La masa participativa en dirección Z-Z, es decir, rotación logra alcanzar solo un 24,04 % en un periodo natural de 0,118s.

Cabe mencionar que, como recomendación general, se debe alcanzar un 90 % de masa participativa. Este criterio se utiliza para asegurar que se han considerado los modos de vibración más importantes para la respuesta dinámica de la estructura.

2. Densidad de muros

Para esta verificación, se usarán datos como factor de zona, factor de uso, factor de suelo, número de pisos de la edificación, datos que ya determinaron en el capítulo anterior. Cabe mencionar que esos datos corresponden a los obtenidos en las tablas de la norma E.030. Por otro lado, las medidas de los muros serán metrados del plano adjunto.

En esta evaluación, se ha verificado que la densidad de muros es adecuada en ambas direcciones, cumpliendo con los criterios establecidos, tal como lo demuestra la figura que se muestra a continuación, la cual respalda los resultados obtenidos en el análisis.

Figura 54

Verificación de la densidad de muros

VERIFICACION DE DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS							
FACTOR DE ZONA (Z)				0.35			
FACTOR DE USO O IMPORTANCIA (U)				1.00			
FACTOR DE SUELO (S)				1.15			
NUMERO DE PISOS (N)				2.00			
Muro	L (m)	t (m)	Lx · tx (m)	Muro	L (m)	t (m)	Ly · ty (m)
X1	0.40	0.30	0.12	Y1	3.95	0.30	1.19
X2	0.95	0.30	0.285	Y2	4.05	0.30	1.22
X3	0.80	0.30	0.24	Y3	1.00	0.30	0.30
X4	0.70	0.30	0.21	Y4	3.00	0.30	0.90
X5	2.95	0.30	0.885	Y5	2.20	0.30	0.66
X6	2.50	0.30	0.75	Y6	1.00	0.30	0.30
X7	2.65	0.30	0.795	Y7	3.95	0.30	1.19
X8	2.50	0.30	0.75	Y8	4.05	0.30	1.22
Σ Long =	13.45	Σ Lx · tx =	4.035	Σ Long =	23.20	Σ Lx · tx =	6.96
Área de planta (Ap m2) = 58.00				Área de planta (Ap m2) = 58.00			
$\frac{\sum Lxt}{Ap} = 0.070$				$\frac{\sum Lxt}{Ap} = 0.120$			
$\frac{ZxUxSxN}{56} = 0.014375$				$\frac{SxUxSxN}{56} = 0.014375$			
$\frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZxUxSxN}{56}$ VERDADERO				$\frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZxUxSxN}{56}$ VERDADERO			

Nota. Elaboración propia

3. Esfuerzos admisibles

De acuerdo con lo establecido en la Norma E.080, se ha determinado que la resistencia última de los materiales es de 6,12 kgf/cm², mientras que el coeficiente de seguridad correspondiente es 3. Al aplicar estos valores en la fórmula utilizada para calcular el esfuerzo axial admisible, se ha obtenido un resultado de 2,04 kgf/cm². Este valor será el límite de referencia que se tomará en cuenta en el proceso de verificación. En otras palabras, este esfuerzo admisible, que representa la capacidad máxima que los muros pueden soportar de forma segura, será el

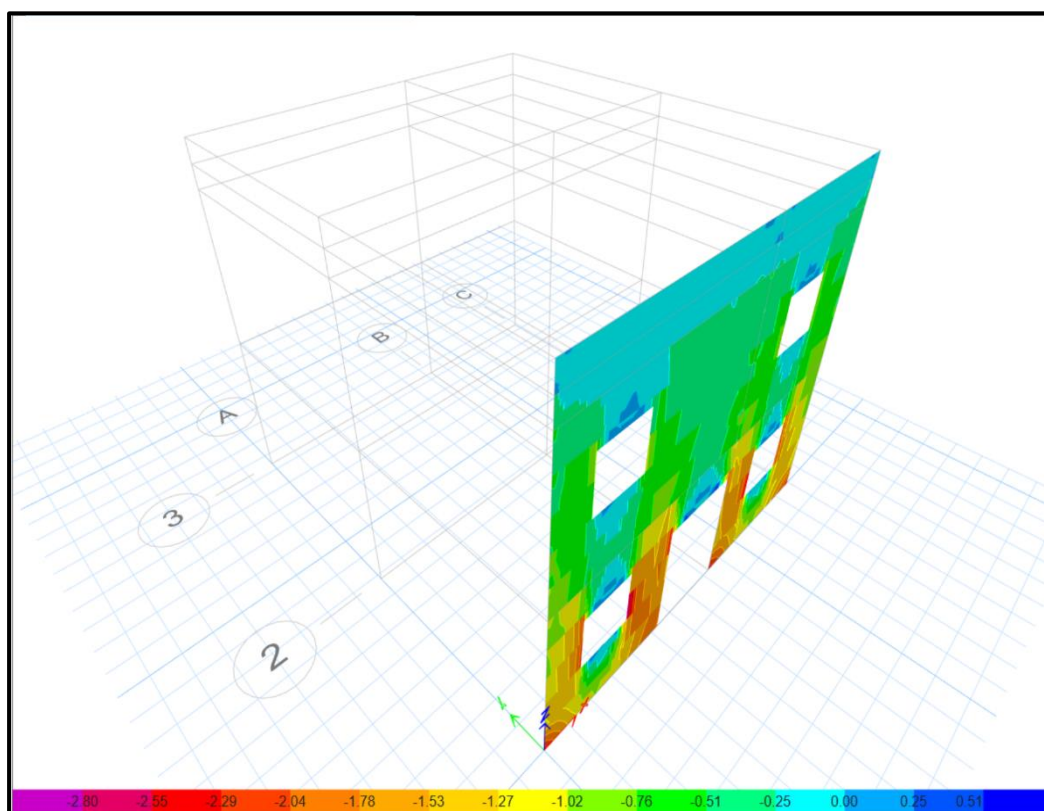
parámetro fundamental sobre el cual se basará el análisis y la validación estructural de los elementos en cuestión.

Muro eje 1-1

En la figura que se muestra a continuación, del muro del eje 1-1, resultó con un esfuerzo axial máximo de 2,87 kg/cm², el cual es mayor a 2,04kg/cm². Esto significa que supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir, “no cumple”.

Figura 55

Verificación del esfuerzo axial admisible



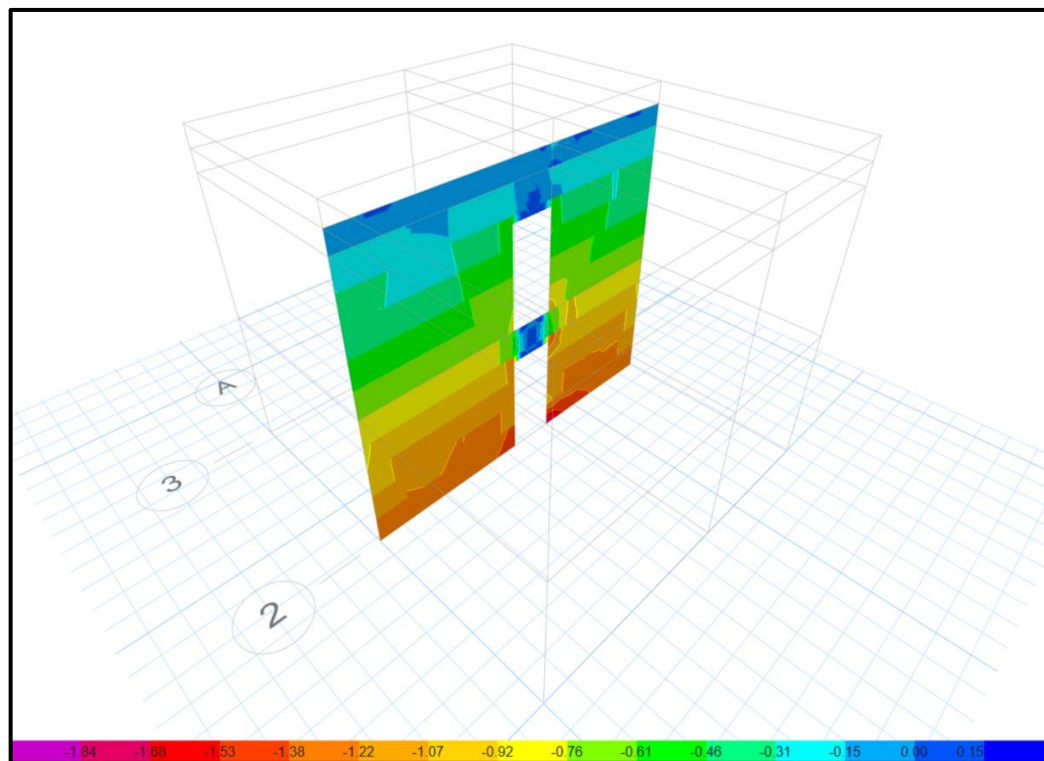
Nota. Obtenido del software Etabs V21

Muro eje 2-2

En la ilustración del muro del eje 2-2, se observa que ha soportado una carga máxima de 1,85 kg/cm², la cual es inferior a 2,04 kg/cm². Esto significa que no supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir “cumple”.

Figura 56

Verificación del esfuerzo axial admisible



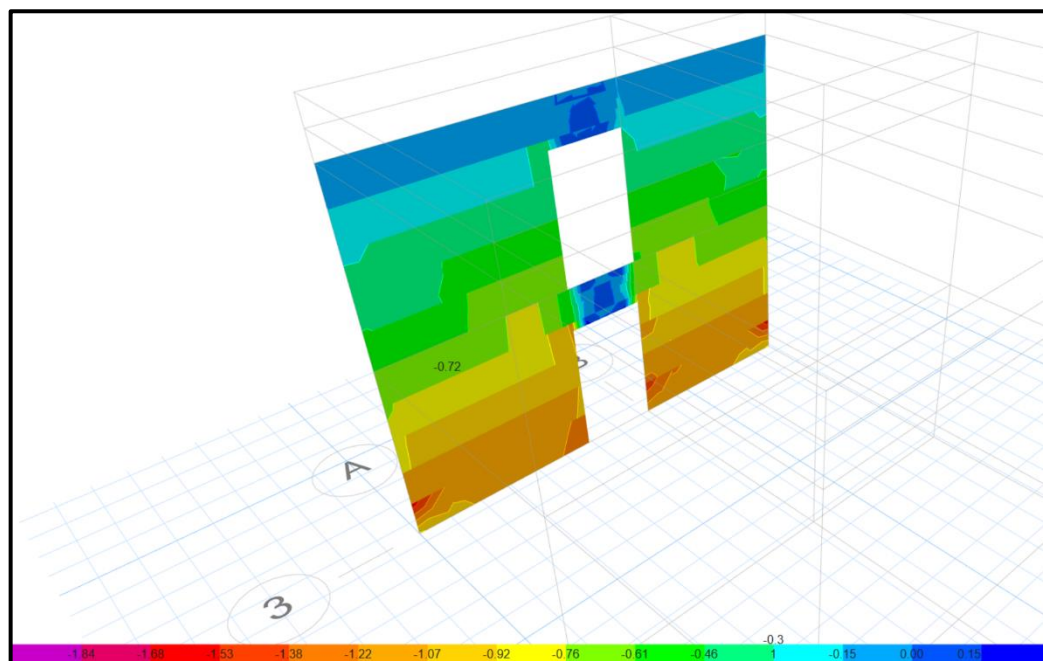
Nota. Obtenido del software Etabs V21

Muro eje 3-3

En la figura que se muestra a continuación, del muro del eje 3-3, resultó con un esfuerzo axial máximo de 1,88 kg/cm², el cual es menor a 2,04kg/cm². Esto significa que no supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir, “cumple”.

Figura 57

Verificación del esfuerzo axial admisible



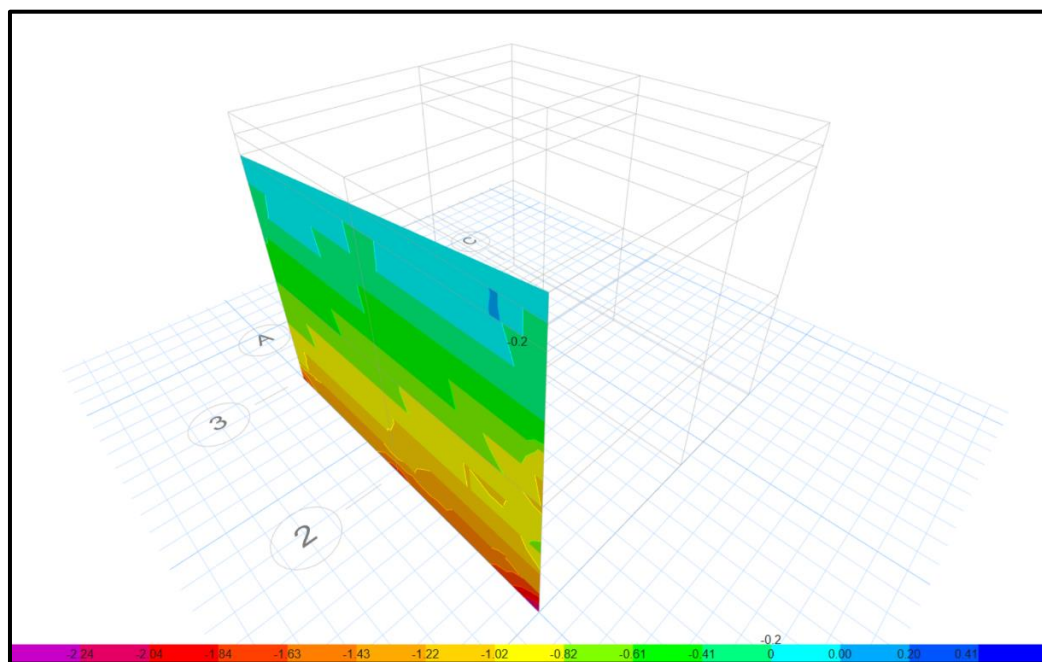
Nota. Obtenido del software Etabs V21

Muro eje A-A

En la figura que se muestra a continuación, del muro del eje A-A, resultó con un esfuerzo axial máximo de 2,31 kg/cm², el cual es mayor a 2,04kg/cm². Esto significa que supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir, “no cumple”.

Figura 58

Verificación del esfuerzo axial admisible



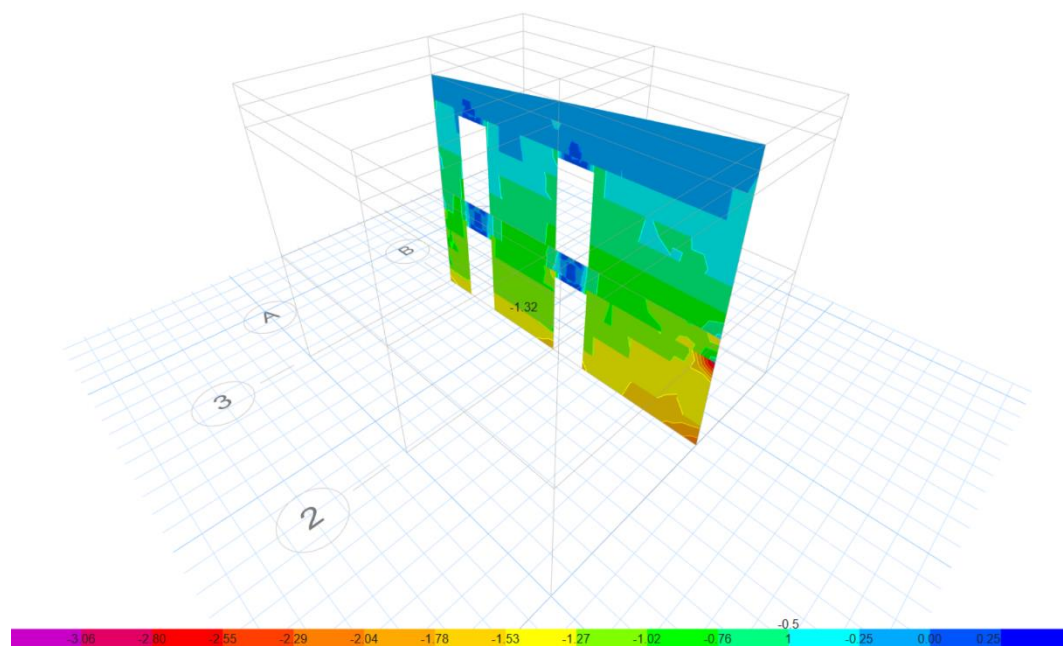
Nota. Obtenido del software Etabs V21

Muro eje B-B

En la figura que se muestra a continuación del muro del eje B-B, resultó con un esfuerzo axial máximo de $3,12\text{kg/cm}^2$, el cual es mayor a $2,04\text{kg/cm}^2$. Esto significa que supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir, “no cumple”.

Figura 59

Verificación del esfuerzo axial admisible



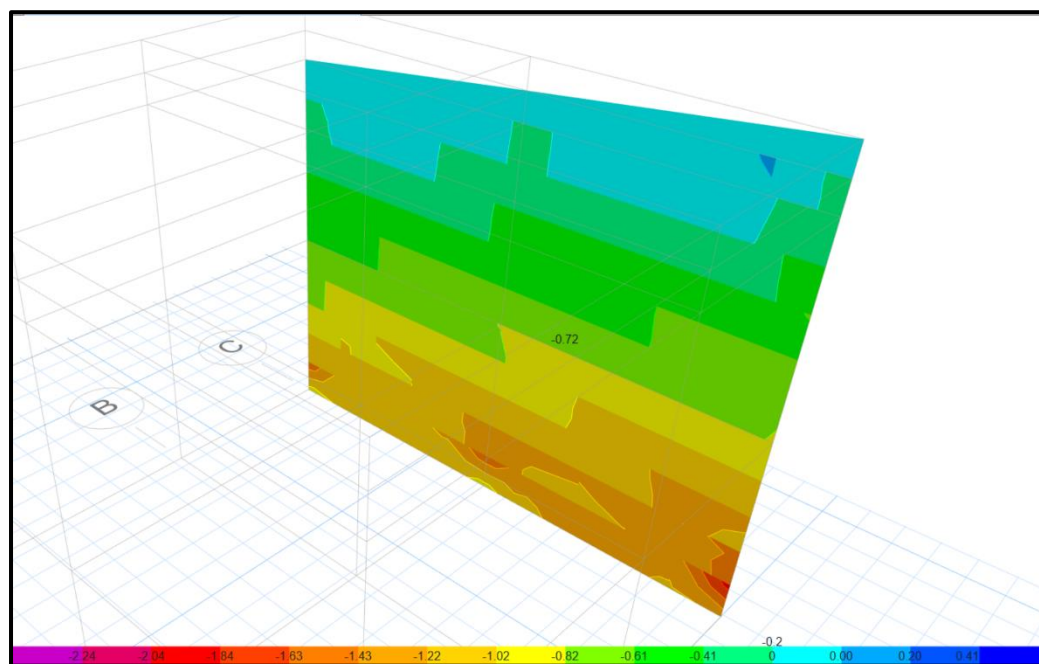
Nota. Obtenido del software Etabs V21

Muro eje C-C

En la figura que se muestra a continuación del muro del eje C-C, resultó con un esfuerzo axial máximo de 2,38 kg/cm², el cual es mayor a 2,04kg/cm². Esto significa que supera el esfuerzo axial admisible permitido por la Norma Técnica Peruana E.080, es decir, “no cumple”.

Figura 60

Verificación del esfuerzo axial admisible



Nota. Obtenido del software Etabs V21

4.2 Discusión de los resultados

Se llevó a cabo un análisis detallado de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe en la región de Tarata, evaluando su capacidad de resistencia y el comportamiento estructural frente a posibles eventos sísmicos. Utilizando un enfoque cualitativo tal como se muestra en la figura 40 de la metodología del INDECI, se obtuvo un resultado, el cual indica que todas las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad MUY ALTA. Esto evidencia que, en la actualidad, estas edificaciones carecen de la protección necesaria para salvaguardar a sus ocupantes en el caso de un evento sísmico. Entre los factores más determinantes de dicha vulnerabilidad, se destaca que el 100 % de las construcciones evaluadas son de adobe, el 100 % de las construcciones no tuvo la intervención o participación de un ingeniero civil en su planificación o edificación, el 100 % de las edificaciones no posee juntas de dilatación y el 100 % de las construcciones evaluadas presentan problemas de humedad.

Los resultados son similares a los hallados por Altamirano y Noriega (2024), quienes, en su estudio, en la localidad de Jaén, concluyeron que el 100 % de las viviendas examinadas mostraron una vulnerabilidad extrema según la evaluación del INDECI. Fue contrario a las investigaciones realizadas por Yopla (2022), Huarachi (2021), Ascencio (2023) y Huanca (2020), quienes concluyeron que la mayoría de las viviendas estudiadas mostraba una alta vulnerabilidad, con un 65 %, 64,3 % y 90 %.

Asimismo, se puede apreciar que, de acuerdo con la metodología de Benedetti – Petrini, tal como se puede observar en la figura 52, 46 viviendas (93,88 %), presenta ALTA vulnerabilidad ante eventos sísmicos; mientras que 3 viviendas, lo que representa el 6,12 % restante presenta una vulnerabilidad ante eventos sísmicos MEDIA. Los aspectos más relevantes en cuanto a la vulnerabilidad son la separación máxima entre las paredes, el tipo de cubiertas que se ha usado para su construcción y el estado de conservación.

Al comparar estos resultados con investigaciones anteriores, como la de Saavedra (2021), se evidencia que la mayoría (60,7 %) de las viviendas presenta un nivel de vulnerabilidad alto. En cambio, en los estudios de Yopla (2022) y Altamirano y Noriega (2024), se determinó que la mayoría de las viviendas presentó un nivel de vulnerabilidad medio con un 65 % y 72,5 % respectivamente. A nivel internacional, en la investigación de Chacón et al. (2021), hecha en Ecuador, se determinó una vulnerabilidad alta, al igual que Chimbolema y Goyes (2023) en España. Pero, en el estudio de Echeverría y Monroy (2021), realizado en Colombia, se determinó una vulnerabilidad baja.

Los resultados obtenidos de la evaluación cuantitativa de un modelo típico de una vivienda de adobe de dos pisos, verificando la densidad de muros, las derivas y el esfuerzo axial admisible, parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas, E.030, E.080, E.070, E.020, han apoyado los resultados obtenidos en la aplicación de las metodologías cualitativas. Esto se debe principalmente al no

cumplimiento del esfuerzo axial admisibles en los muros de adobe. En la tesis de Altamirano y Noriega (2024), se evaluaron dos viviendas de Jaén por el método cuantitativo, obteniendo resultados que coinciden con los resultados de la presente investigación, debido a que los muros de las viviendas evaluadas no cumplen con el esfuerzo axial admisible establecido por la Norma Técnica Peruana E.080. Además, de acuerdo a los estudios realizados por Momin et al. (2021), donde se realiza el análisis de las pérdidas ocasionadas por eventos sísmicos en edificaciones utilizando el software LS-DYNA, el cual difiere del programa empleado en nuestra investigación. A pesar de estas diferencias, los resultados obtenidos indican una alta probabilidad de colapso en los edificios.

Una limitación del estudio es que se concentró en la zona central del distrito, lo que podría limitar la representatividad de los resultados para el conjunto del distrito de Tarata.

CONCLUSIONES

- Primera.** Se evaluó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del distrito de Tarata desde un enfoque cualitativo aplicando la metodología de propuesta por el INDECI, obteniendo como resultados una alta vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe evaluadas en el distrito de Tarata. Según los resultados del INDECI, el 100 % de las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica muy alta.
- Segunda.** De acuerdo a los resultados obtenidos al someter las viviendas a una evaluación de vulnerabilidad sísmica con los parámetros propuestos por Benedetti-Petrini, se obtuvo que el 93,88 % de las viviendas tienen alta vulnerabilidad, mientras que el 6,12 % presentan una vulnerabilidad media. Esto evidencia la vulnerabilidad estructural generalizada de las construcciones de adobe frente a sismos.
- Tercera.** Según los resultados obtenidos del modelado de una vivienda típica de dos niveles evaluados de acuerdo con los parámetros establecidos por las normas técnicas peruanas E.030, E.080, E.020 y E.070, también confirma el comportamiento estructural inadecuado ante sismos. Los resultados muestran que los muros de las viviendas no cumplen con los requisitos mínimos de esfuerzo axial admisible que es 2.04kgf/cm^2 , ya que los valores medidos oscilan entre $2,31\text{kgf/cm}^2$ y $3,12\text{kgf/cm}^2$.

RECOMENDACIONES

- Primera.** Realizar estudios complementarios de vulnerabilidad sísmica en las áreas de expansión urbana del distrito de Tarata, con el objetivo de identificar los riesgos estructurales que afectan a las viviendas construidas a base de adobe. Estos estudios son cruciales para obtener una información integral sobre la condición actual de estas edificaciones. Es fundamental que dichos estudios incluyan análisis detallados de los suelos, las estructuras existentes y un modelado sísmico adecuado. Esto permitirá no solo mitigar los impactos que puedan derivarse de futuros sismos, sino también fortalecer la resiliencia urbana del distrito ante eventos sísmicos, protegiendo así a los pobladores del distrito de Tarata.
- Segunda.** Implementar planes de capacitación dirigidos a la población sobre eventos sísmicos, utilizando simulacros y formación en medidas de autoprotección y gestión de emergencias. El objetivo de estas acciones es reducir la vulnerabilidad social y mitigar el impacto de posibles desastres.
- Tercera.** Realizar estudios sobre técnicas de reforzamiento estructural en las viviendas de adobe del distrito de Tarata. Estos estudios deben incluir evaluaciones de los materiales, análisis estructural y la incorporación de tecnologías modernas, como mallas metálicas y polímeros, para

mejorar tanto la resistencia sísmica como la durabilidad de las edificaciones del distrito de Tarata.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, E. D. y Noriega, F. A. (2024). *Vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe del caserío Loma Santa en la provincia de Jaén* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio de tesis de la UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/601>
- Ascencio, C. R. (2023). *La vulnerabilidad sísmica y la informalidad en las construcciones de adobe en el centro poblado de Marabamba, Huánuco – 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio de tesis de la UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/4110>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (AIS). (2006). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Bogotá, Colombia.
- Barbat A. H. (1998). *El riesgo sísmico en el diseño de edificios*. Madrid, España: Calidad Siderúrgica.
- Blondet, M., Torrelva, D. y Villa Garcia, G. (2003). Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos. *Modern Earth Building 2002 – International Conference and Fair*. Berlin, Germany.
- Bolt, B. A. (1999). *Earthquakes* (4a ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Cárdenas, X. R. (2021). *Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional de UPM. <https://oa.upm.es/67534/>
- Carhuanambo, J. (s. f.). *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016*.
- Chacón, J. P., Suquillo, B. J., Sosa, D. A. y Celi, C. A. (2021). Evaluación y Reforzamiento de una Estructura Patrimonial de Adobe con Irregularidad en Planta. *Revista Politécnica*, 47(1), 43–56.

<https://doi.org/10.33333/rp.vol47n1.05>

- Chimbolema, E. y Goyes, J. E. (2023). Vulnerabilidad sísmica de las viviendas catalogadas como patrimonio cultural del casco urbano del cantón Guaranda. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 8(1), 212-233. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7761814>
- Dolce, M., Kappos, A., Zuccaro, G. y Coburn, A. W. (1994). Report of the EAEE Working Group 3: Vulnerability and risk analysis. *Proceedings of Tenth European Conference on Earthquake Engineering 4*, 3049-3077.
- Dowrick, D. J. (1997). *Earthquake Resistant Design: For Engineers and Architects* (2a. ed.). John Wiley & Sons.
- Dumova, E. (2000). Fragility curves for reinforced concrete structures in Skopje (Macedonia) region. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 19, 455-466.
- GSHAP. (1999). *Global Seismic Hazard Assessment Program*. <http://www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP/index.html>
- Gunturi, S. (1992). *Buildings-specific earthquake damage estimation* [Phd Thesis, Standford University]. California, Estados Unidos.
- Huanca, C. A. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas existentes de adobe con dos pisos en la ciudad de Ayaviri* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]. Repositorio Institucional de tesis de la UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13741>
- Huarachi, E. C. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe en la comunidad Chimpa Jaran – Juliaca 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58817>
- Hurtado, J. (1999). Modelización estocástica de la acción sísmica. *Edita Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)*.

- Hwan, H. H. M. y Huo, J. R. (1994). Generation of hazard-consistent fragility curves for seismic loss estimation studies. *Technical report NCEER-94-0015*.
- INEI. (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- ININVI. (1985). *Norma Técnica de Edificación E.020*. <https://es.slideshare.net/slideshow/norma-e020/17563346>
- Kappos, A., Stylianidis, K. y Michailidis, C. (1992). Development of earthquake damage scenarios using a comprehensive analytical method. *Proceedings of the Tenth World Conference of Earthquake Engineering*.
- Kawamura, H., Tani, A. y Kambara, H. (1992). Aseismic structural planning system by fuzzy network. *Proceedings of the Tenth World Conference of Earthquake Engineering, 10*, 6271-6275.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. Texas: CISMID
- Meli, R. (1998). *Ingeniería Estructural de los Edificios Históricos* (Fundación ICA. A.C. (ed.); Primera ed).
- Mena, U. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. <http://hdl.handle.net/10803/6222>
- Mesta, C. A. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel* [Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4014>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS). (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada*.
- Momin, S., Lovon, H., Silva, V., Ferreira, T. M. y Vicente, R. (2021). Seismic Vulnerability Assessment of Portuguese Adobe Buildings. *Buildings*,

11(5),1- 22. <https://doi.org/10.3390/buildings11050200>

- Mosqueira, M. A. y Tarque, S. N. (2005). *Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/850>
- Noel, J. A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta los virreyes del Rímac* [Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5985>
- Nyffenegger, P., (1997). *Earthquake Basics*. University of Texas at Austin. <http://wadati.ig.utexas.edu:8000/earthquake/EQFAQ/eqfaq.html>
- Echeverría, J. J. y Monroy, M. A. (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 Tomás]. Tunja, Colombia: Repositorio de tesis de la USTA. <http://hdl.handle.net/11634/33800>
- Preciado, A., Ramirez-Gaytan, A., Santos, J. C. y Rodriguez, O. (2020). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: the case of Tlajomulco, Mexico, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44, 101425. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101425>.
- Petrovski, J., Ristic, D. y Nocevski, N. (1992). Evaluation of vulnerability and potential seismic risk level of buildings. *Proceedings of the Tenth World Conference of Earthquake Engineering*.
- Rubio, A. G. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe del sector de San Isidro – Jaén – 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/1088>

- Saavedra, A. (2021). *Nivel de riesgo sísmico a partir del índice de vulnerabilidad del método de Benedetti y Petrini en las viviendas de San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/28366>
- Sánchez, A., Alonso, E. M. y López, M. del C. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (10), 9–29. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162>
- Singhal, A. y Kiremidjian, A. (1995). Method for developing motion damage relationship for reinforced concrete frames. *Technical report NCEER-95-0008*.
- Somerville, P. (2000). Seismic hazard evaluation. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 33(3), 371–386. <https://doi.org/10.5459/bnzsee.33.3.371-386>
- Tarback, E. J. y Lutgens, F. K. (2001). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física* (6a. ed.). Madrid, España: Prentice Hall.
- Tucto, J. D. (2018). *Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llanacora, Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2526>
- Velarde, L., Tavera, H., Vargas, K. A. y Villegas, J. C. (2020). *Análisis de la crisis sísmica ocurrida en julio de 2020 en el distrito de Tarata (región Tacna)*. Instituto Geofísico del Perú. <https://repositorio.igp.gob.pe/server/api/core/bitstreams/84b53f82-9b81-4a27-b05f-002f9d87bcfe/content>

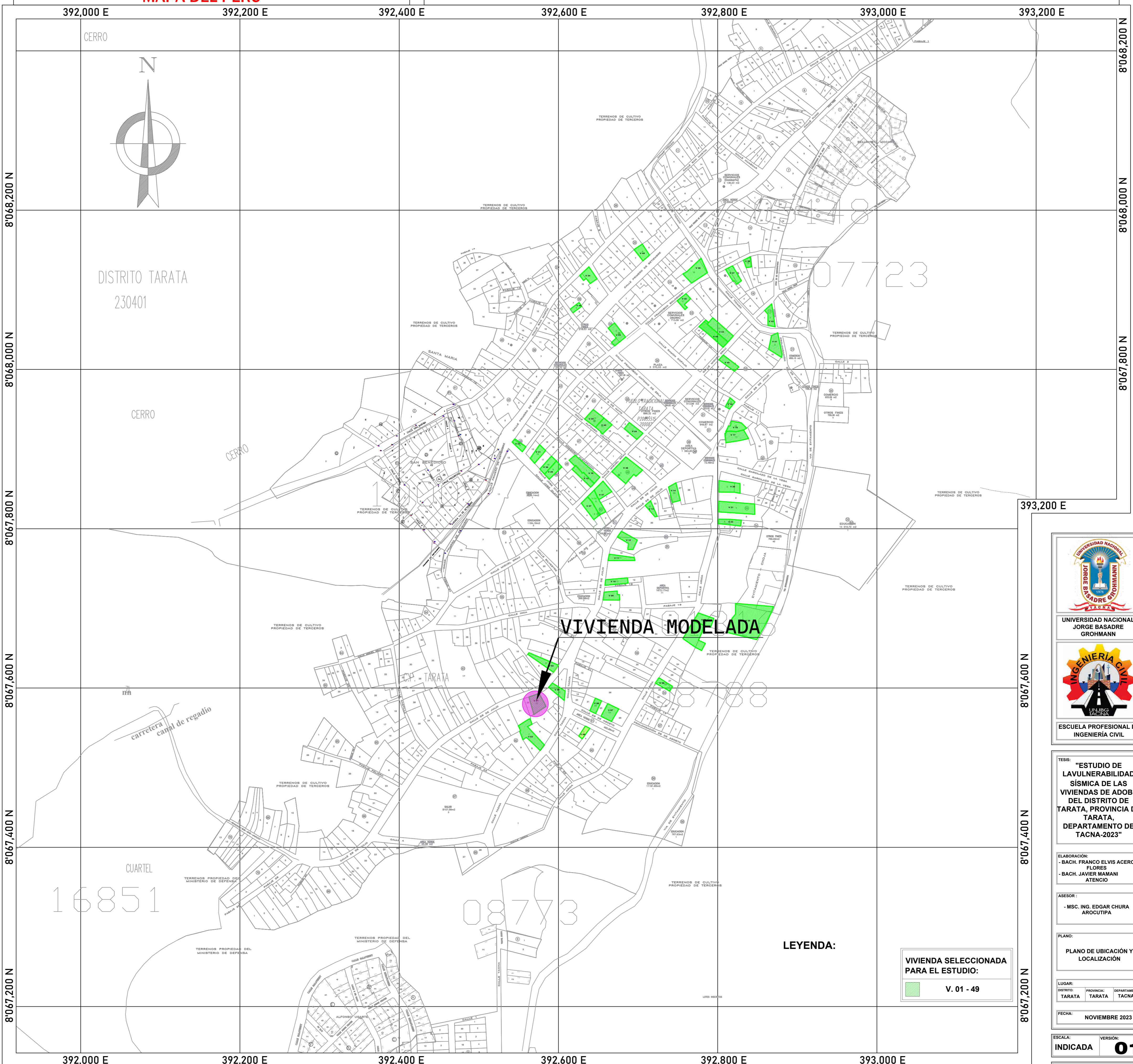
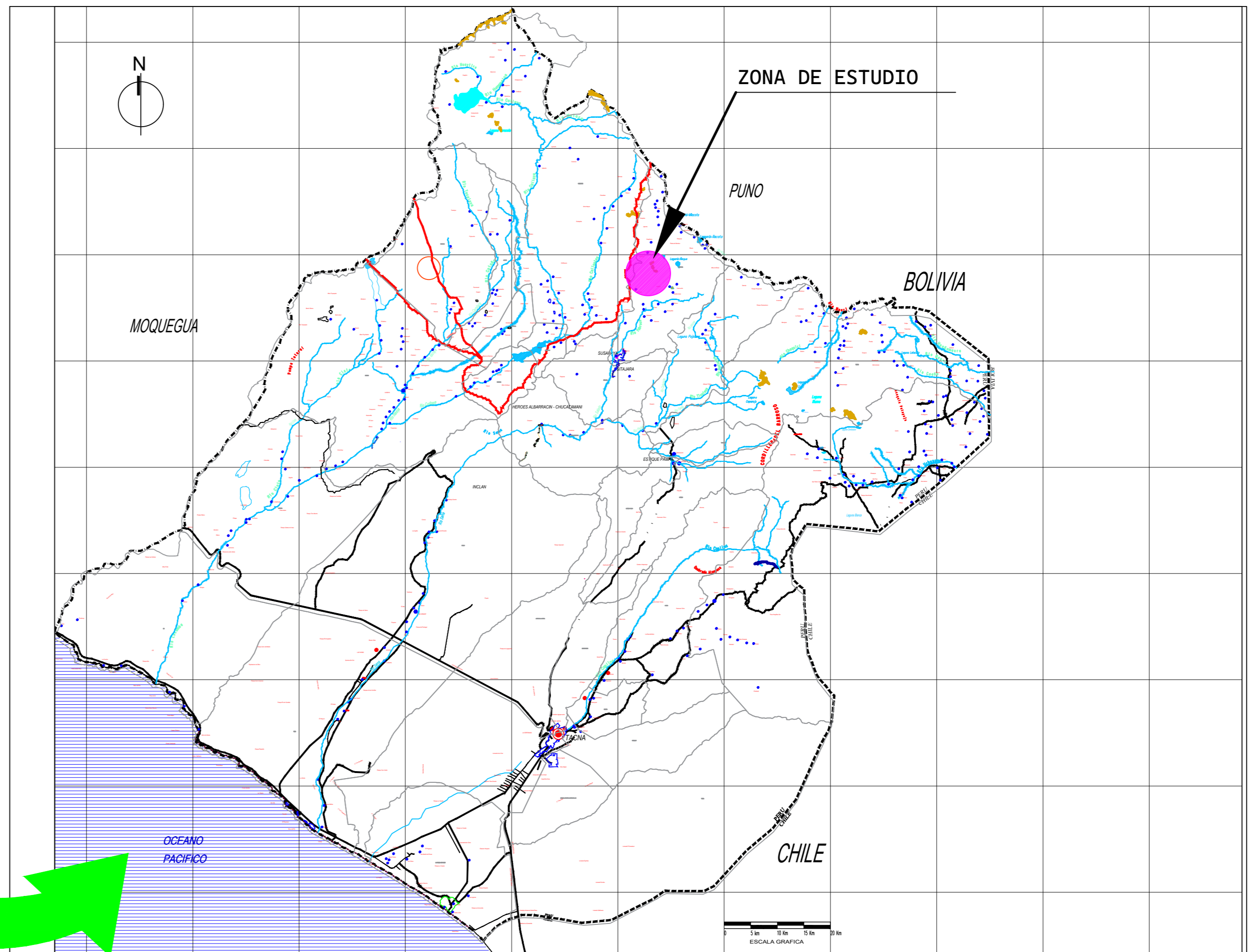
- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. (2002). *Estudio de mapa de peligros de la ciudad de Tarata*. Centro de Información del INDECI. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Tacna/tarata/tarata_m p.pdf
- Yamín, L. E., Phillips, C., Reyes, J. C. y Ruiz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 20(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.apu20-2.evsr>
- Yépez, F., Barbat, A. H. y Canas, J. A. (1996). *Evaluación probabilista de la Vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras de hormigón armado por medio de simulación* (A. H. Barbat [ed.]). Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. https://www.scipedia.com/wd/images/d/dc/Draft_Barbat_841610110_2927_MIS20%2C_Yepez%2C_Barbat%2C_Canas%2C_1996.pdf
- Yopla, R. A. (2022). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe en la zona urbana del distrito de Chetilla, aplicando los métodos del INDECI y Benedetti Petrini, Cajamarca, 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/32523>

ANEXOS

ANEXO 01 - PLANO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



MAPA DEL PERU



VIVIENDA MODELADA

LEYENDA:

VIVIENDA SELECCIONADA PARA EL ESTUDIO:
V. 01 - 49

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ESTUDIO DE LAVULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

ELABORACION:
- BACH. FRANCO ELVIS ACERO FLORES
- BACH. JAVIER MAMANI ATEMCO

ASESOR:
- MSC. ING. EDGAR CHURA AROCUTIPA

PLANO:
PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION

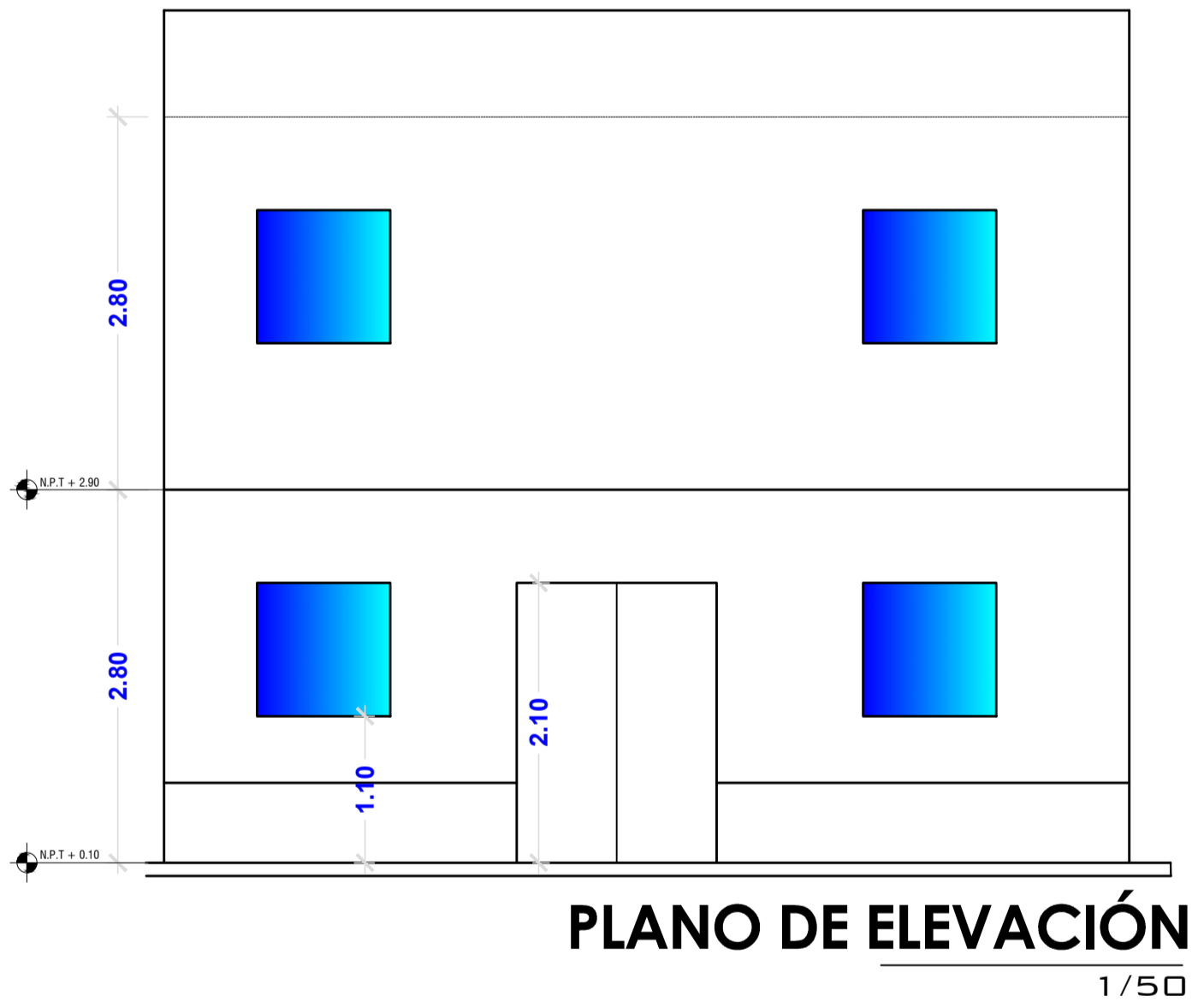
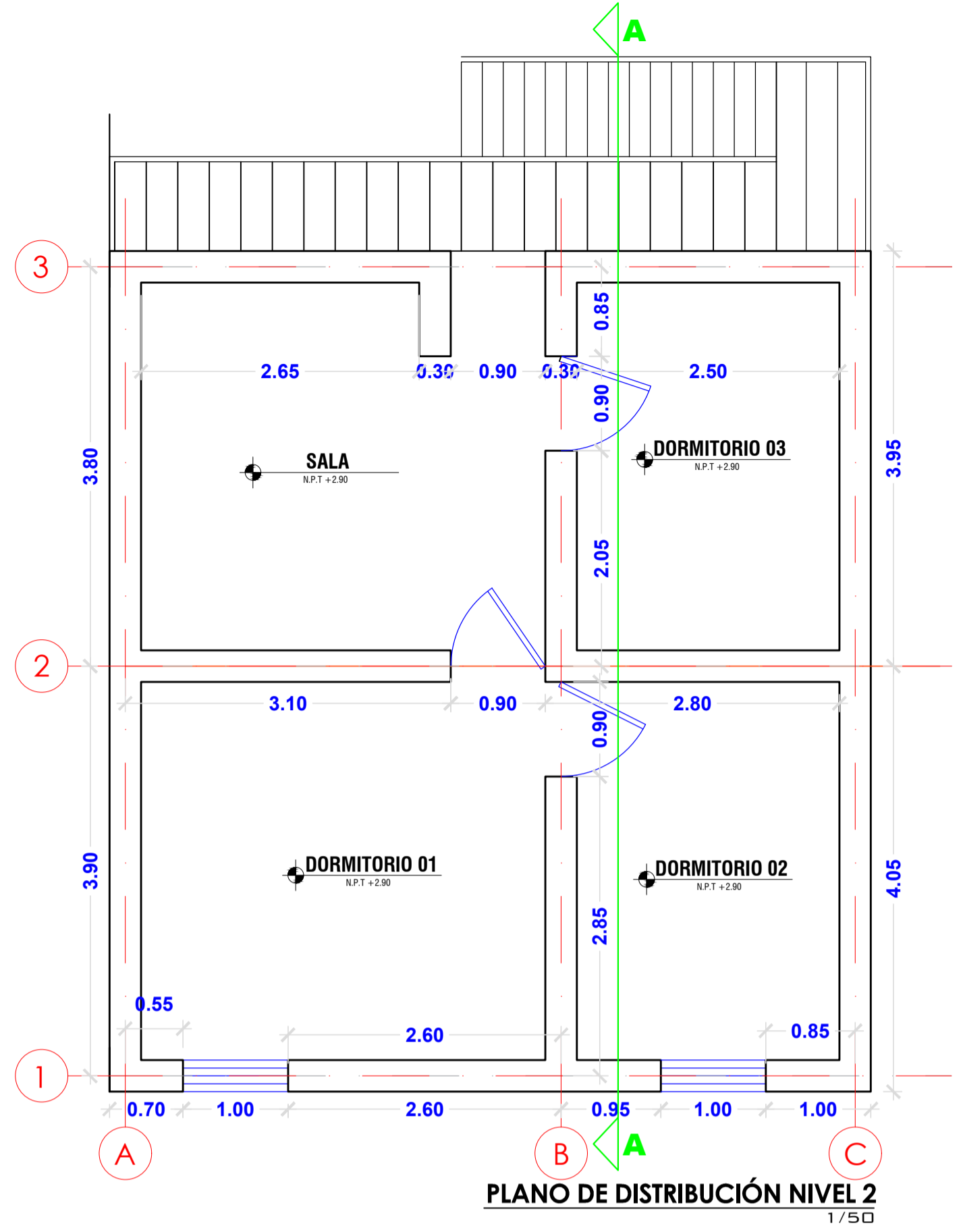
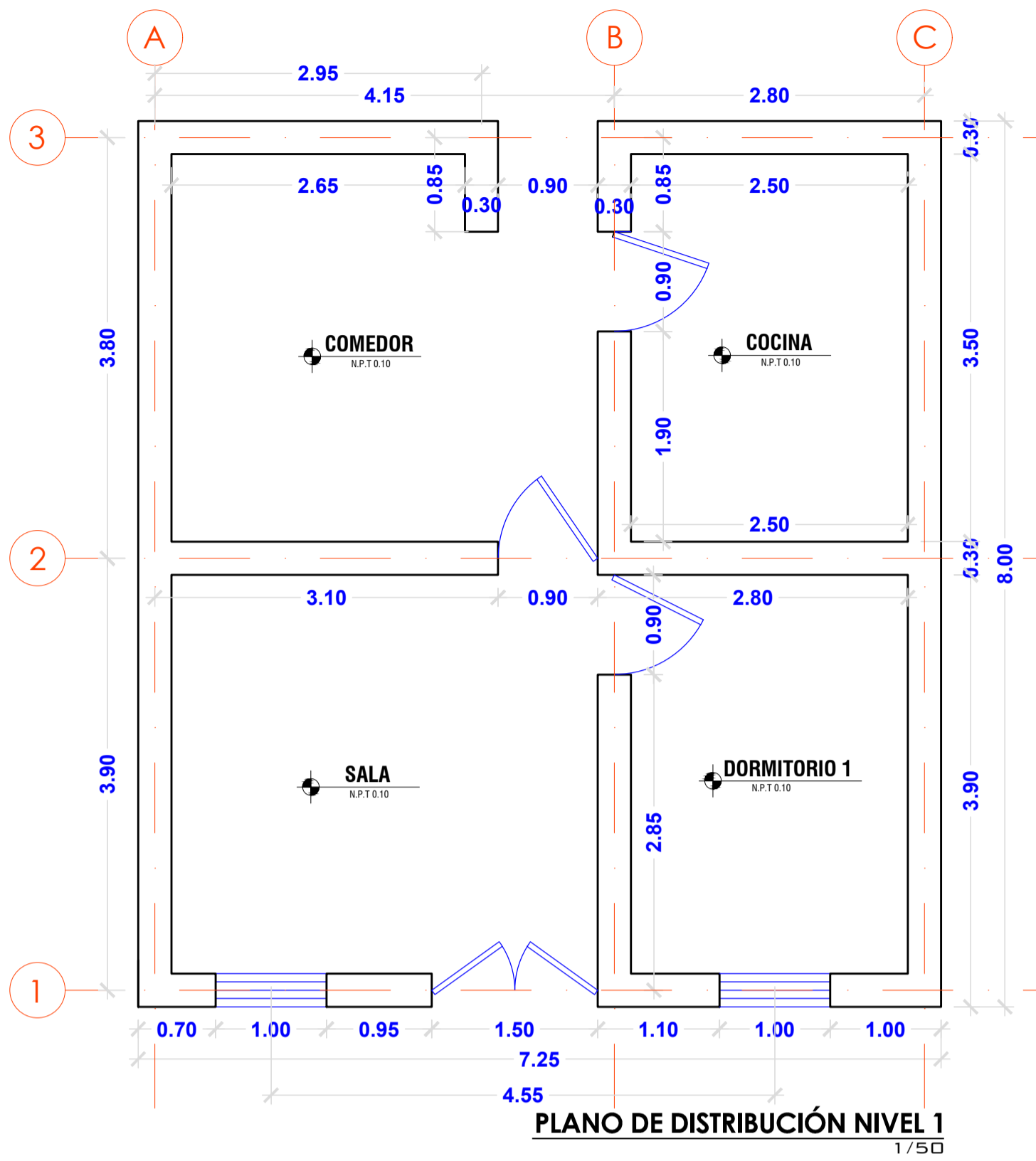
LUGAR:
DISTRITO: TARATA PROVINCIA: TARATA DEPARTAMENTO: TACNA
FECHA: NOVIEMBRE 2023

ESCALA:
INDICADA: VERSION: **01**

**ANEXO 02 - PLANO DE LA VULNERABILIDAD SIMICA BENEDETTI –
PETRINI**

ANEXO 03 - PLANO DE LA VULNERABILIDAD SIMICA INDECI

ANEXO 04 - PLANO DE VIVIENDA EVALUADA CON EL SOFTWARE ETABS

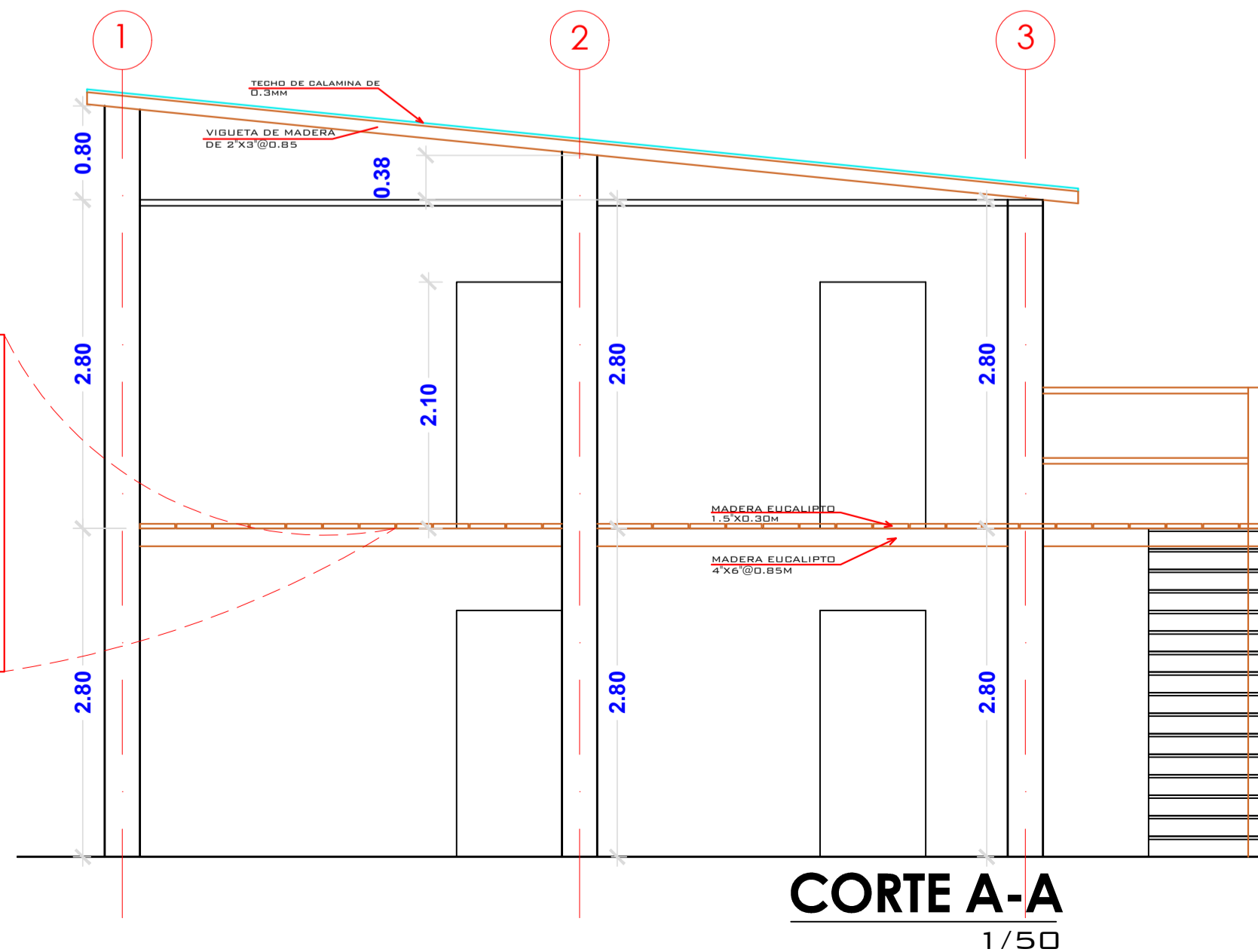


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **ZONIFICACIÓN**
De acuerdo a la norma E 030 el Distrito de Tarata corresponde a una Zona sísmica 3 por lo que $(Z=0.35)$
- **CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN FACTOR DE USO**
De acuerdo a la norma E 030 todas las viviendas evaluadas son usadas como viviendas por lo que corresponde a Edificaciones Comunes $(U=1.0)$
- **FACTOR DE SUELO (S)**
El perfil del suelo es S2 por lo tanto $(S=1.15)$
- **FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (C)**
Periodo fundamental de vibración $(T=hn/Ct)$ donde $(Ct=60, hn=5.60)$ por lo tanto $T=0.093s$, así mismo el valor de T_p con SII de 0.6, por lo que se concluye que $C=2.5$ dado que $T < T_p$.
- **COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)**
De acuerdo a la norma E 030 corresponde a albañilería por lo que R_o toma el valor de 3.00, así mismo es preciso mencionar que la estructura no presenta irregularidad ni en elevación ni en planta.

MADERA EUCALIPTO
1.5"X0.30M

MADERA EUCALIPTO
4"X6"@0.85M



TESIS:
"ESTUDIO DE LAVULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

ELABORACIÓN:
- BACH. FRANCO ELVIS ACERO FLORES
- BACH. JAVIER MAMANI ATENCIO

ASESOR:
- MSC. ING. EDGAR CHURA AROCUTIPA

PLANO:
PLANO DE LA VIVIENDA EVALUADA POR EL MÉTODO CUANTITATIVO

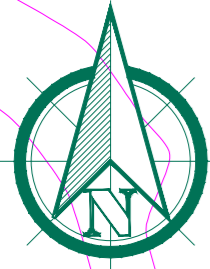
LUGAR:
DISTRITO: TARATA PROVINCIA: TARATA REGION: TARATA

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

ESCALA:
INDICADA **01**

PV-01

ANEXO 05 – PLANO RESUMEN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA



DISTRITO TARATA
230401

CERRO

CERRO

CERRO

carretera
canal de riego

CUARTEL

C.P. TARATA

C.P. TARATA
AREA ESCUELA

JUAN VELASCO ALVARADO
PLAZA
P20036428
200089
230401

LEYENDA

NIVEL DE VULNERABILIDAD:	RANGO DE VALOR:
	ALTA 93.88%
	MEDIA 6.12%
	BAJA 0.00%
	ZONA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
JORGE BASADRE
GROHMANN



ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ESTUDIO DE
LAVULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS
VIVIENDAS DE ADOBE
DEL DISTRITO DE
TARATA, PROVINCIA DE
TARATA,
DEPARTAMENTO DE
TACNA-2023"

ELABORACION:
- BACH. FRANCO ELVIS ACERO
FLORES
- BACH. JAVIER MAMANI
ATEMCO

ASESOR:
- MSC. ING. EDGAR CHURA
AROCUTIPA

PLANO:
PLANO DE
VULNERABILIDAD
SISMICA DE TARATA

LUGAR:
SERVIDO: TARATA PROVINCIA: TARATA DEPARTAMENTO: TACNA
FECHA: NOVIEMBRE 2023

ESCALA: VERSION:
INDICADA 01

VS-01

ESC: 1/500

ANEXO 06 - ENSAYO DE ROTURA DE MUESTRAS DE ADOQUIN DE ADOBE



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**
Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos.
Consultoría y asesoría geotécnica.

RB - T - 208

ENSAYO DE ROTURA DE MUESTRAS DE ADOQUIN DE ADOBE

**PROYECTO: “ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL
DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA,
DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023”**

**INFORME FINAL
TOMO I
DICIEMBRE 2023**



SOLICITANTE:

***Javier Mamani Atencio
Franco Elvis Acero Flores***



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**
20608052071
Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29,
Ciudad Nueva, Tacna
+51 986441250 +51 995343581
gg.geingenieria@gmail.com

CONTENIDO

1 GENERALIDADES.....	2
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
1.3 NORMATIVIDAD.....	2
1.4 MATERIALES Y EQUIPOS.....	3
2 INVESTIGACIÓN DE REALIZADAS.....	3
2.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	3
2.1.1 CALCULO DE RESISTENCIA.....	4
2.1.2 TIPOS DE FALLAS.....	4
3 RESULTADOS.....	5
4 CONCLUSIONES.....	6
5 ANEXO.....	6
5.1 CERTIFICADO DE ENSAYO DE LABORATORIO.....	6
5.2 PANEL FOTOGRAFICO.....	6
5.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	6

Índice de Cuadros

Cuadro 2-1: Ensayos de Laboratorio.....	3
Cuadro 2-2: Resultado de Resistencia a la Compresión.....	3
Cuadro 2-3: Factor de corrección para los valores L/D.....	4
Cuadro 2-4: Tipos de fallas de roturas de probetas cilíndricas.....	4
Cuadro 3-1: Resultado de la rotura de briquetas.....	5

Índice de Fotografías

Fotografía 2-1: Ensayo de resistencia a la compresión de muestras.....	4
--	---



ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Dentro del objetivo general es desarrollar los ensayos y pruebas de laboratorio para la tesis “ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023” donde se realizó el ensayo de ROTURA DE MUESTRAS mediante el método de ensayo normalizado para la determinación de la compresión de testigos en muestras cilíndricas.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es realizar los ensayos y pruebas de laboratorio para determinar la máxima resistencia a la compresión de la muestra de adobe.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la resistencia a la compresión en muestras de adobe.

1.3 NORMATIVIDAD

Para efectuar los ensayos y pruebas de laboratorio como de la rotura de probetas del estudio se tuvo en cuenta los criterios Ingenieriles, y en lo aplicable la documentación Técnica que se detalla a continuación: Los ensayos en Laboratorio se realizaron de acuerdo a los procedimientos del NTP (Norma técnica peruana) y la Norma ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales).

- ✓ MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016). “Ministerio de transportes y comunicaciones”. Lima, Perú.
- ✓ NTP 339.034 (2015): “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas”.



1.4 MATERIALES Y EQUIPOS

En lo que respecta al equipamiento y los materiales usados, tenemos los siguientes:

- ✓ Prensa digital para ensayo a compresión
- ✓ Regla metálica de 600 mm
- ✓ Equipo de protección personal EPP
- ✓ 01 cámara digital, 01 laptop Intel Core i7 y 01 impresora multifuncional.

2 INVESTIGACIÓN DE REALIZADAS

Las muestras fueron realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos de G&G GEOINGENIERÍA E.I.R.L. siguiendo los procedimientos establecidas en el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016).

Cuadro 2-1: Ensayos de Laboratorio

RELACION DE ENSAYOS	NTP	NORMA ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Resistencia a la compresión	---	---	Determinar la máxima resistencia a la compresión de muestra de frente a una carga aplicada axialmente

Fuente: Equipo técnico G&G Geoingeniería E.I.R.L.

2.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se coloca el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Se aplicará la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye contantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido. Registrará la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad.

Cuadro 2-2: Resultado de Resistencia a la Compresión

ENSAYO	UBICACIÓN	EDAD (días)	f'c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FUERZA ALCANZADA (kg/cm ²)
1	ADOBE 01	---	---	27.4
2	ADOBE 02	---	---	29.3
3	ADOBE 03	---	---	30.6
4	ADOBE 04	---	---	29.3
5	ADOBE 05	---	---	30.2
6	ADOBE 06	---	---	25.4
7	ADOBE 07	---	---	25.7
8	ADOBE 08	---	---	26.6
9	ADOBE 09	---	---	25.3
10	ADOBE 10	---	---	26.3

Fuente: Equipo técnico G&G Geoingeniería E.I.R.L.



Fotografía 2-1: Ensayo de resistencia a la compresión de muestras.



Fuente: Equipo técnico G&G Geotecnica E.I.R.L.

2.1.1 CALCULO DE RESISTENCIA

Para calcular la resistencia a la compresión del espécimen se tendrá que dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada.

Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1.75 o menor, se tendrá que corregir el resultado por un factor de corrección mostrado en la siguiente tabla:

Cuadro 2-3: Factor de corrección para los valores L/D

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	0.98	0.96	0.93	0.87

Fuente: NTP 339.034



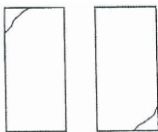

2.1.2 TIPOS DE FALLAS

Esquema de los tipos de falla

Cuadro 2-4: Tipos de fallas de roturas de probetas cilíndricas

TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCION
TIPO 1		Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas
TIPO 2		Cono bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base



TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCION
TIPO 3		Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados
TIPO 4		Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
TIPO 5		Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado
TIPO 6		Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado

Fuente: NTP 339.034



3 RESULTADOS

Se evalúan la rotura de 10 briquetas.

- Todas las muestras fueron proporcionadas por la entidad, indicando los detalles de su procedencia.
- Según los valores que alcanzaron en los ensayos, los resultados son:

Cuadro 3-1: Resultado de la rotura de briquetas

MUESTRA	UBICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	f'c ALCANZADA (kg/cm ²)	f'c DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	ADOBE 01	15-12-23	---	27.4	---	3
2	ADOBE 02	15-12-23	---	29.3	---	3
3	ADOBE 03	15-12-23	---	30.6	---	3
4	ADOBE 04	15-12-23	---	29.3	---	3
5	ADOBE 05	15-12-23	---	30.2	---	3
6	ADOBE 06	15-12-23	---	25.4	---	3
7	ADOBE 07	15-12-23	---	25.7	---	3
8	ADOBE 08	15-12-23	---	26.6	---	3
9	ADOBE 09	15-12-23	---	25.3	---	3
10	ADOBE 10	15-12-23	---	26.3	---	3

• Fuente: Equipo técnico G&G Geoingeniería E.I.R.L.

- 10 briquetas de muestra de adobe.



4 CONCLUSIONES

- ✓ El presente estudio tuvo como finalidad conocer los ensayos y pruebas de laboratorio, como resistencia a muestras de adobe a compresión axial del proyecto: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"
- ✓ Se ejecutó DIEZ (10) rotura de briquetas brindadas por la entidad, con la finalidad de realizar el ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL EN MUESTRAS DE ADOBE. Los resultados obtenidos SI CUMPLEN con la resistencia en función de su material.

MUESTRA	UBICACION	EDAD (días)	f _c ALCANZADA (kg/cm ²)	f _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	OBSERVACIÓN
1	ADOBE 01	---	27.4	---	SI CUMPLE
2	ADOBE 02	---	29.3	---	SI CUMPLE
3	ADOBE 03	---	30.6	---	SI CUMPLE
4	ADOBE 04	---	29.3	---	SI CUMPLE
5	ADOBE 05	---	30.2	---	SI CUMPLE
6	ADOBE 06	---	25.4	---	SI CUMPLE
7	ADOBE 07	---	25.7	---	SI CUMPLE
8	ADOBE 08	---	26.6	---	SI CUMPLE
9	ADOBE 09	---	25.3	---	SI CUMPLE
10	ADOBE 10	---	26.3	---	SI CUMPLE

Fuente: Equipo técnico G&G Geoeniería E.I.R.L.

5 ANEXO

5.1 CERTIFICADO DE ENSAYO DE LABORATORIO

5.2 PANEL FOTOGRAFICO

5.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN





5 ANEXO

5.1 CERTIFICADO DE ENSAYO DE LABORATORIO





GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE EN MUESTRAS DE ADOBE

TESIS "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBEL DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

SOLICITANTE : Javier Mamani Atencio, Franco Elvis Acero Flores
FECHA : 28 DICIEMBRE 2023

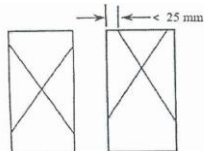
Tipo de muestra : Adoquin [ADOBE]
Presentación : Especímenes cubicos

N°	UBICACIÓN	DATOS DE MUESTRA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm ²)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	FACTOR DE CORRECCION	FUERZA MÁXIMA (kg)	f _c ALCANZADA (kg/cm ²)	f _c ALCANZADA CORREGIDA (kg/cm ²)	%	TIPO DE FALLA
1	ADOBE 01	39.07	30.03	11.33	1173.30	-	1.00	32100	27.4	27.4	-	3
2	ADOBE 02	39.10	30.07	11.33	1175.61	-	1.00	34410	29.3	29.3	-	3
3	ADOBE 03	39.07	30.10	11.33	1175.91	-	1.00	35970	30.6	30.6	-	3
4	ADOBE 04	39.17	30.13	11.33	1180.22	-	1.00	34630	29.3	29.3	-	3
5	ADOBE 05	39.17	30.07	11.33	1177.61	-	1.00	35570	30.2	30.2	-	3

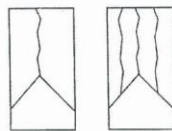
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.93	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



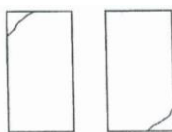
TIPO 2
Cono bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



TIPO 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar de tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado

OBSERVACIONES:

- * Las muestras fueron elaboradas por el solicitante
- * Las muestras son rectangulares, y los resultados son referenciales



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Alvaro B. Ortiz Vicente
INGENIERO TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Ing. GUIDO G. CÁN HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235912



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

(NTP 339.034)

TESIS "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBEL DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

SOLICITANTE : Javier Mamani Atencio, Franco Elvis Acero Flores
FECHA : 28 DICIEMBRE 2023

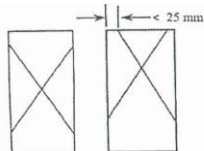
Tipo de muestra : Adoquin [ADOBE]
Presentación : Especímenes cubicos

N°	UBICACIÓN	DATOS DE MUESTRA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm ²)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	FACTOR DE CORRECCION	FUERZA MÁXIMA (kg)	f _c ALCANZADA (kg/cm ²)	f _c ALCANZADA CORREGIDA (kg/cm ²)	%	TIPO DE FALLA
1	ADOBE 01	39.07	30.03	11.33	1173.30	-	1.00	29840	25.4	25.4	-	3
2	ADOBE 02	39.03	30.07	11.33	1173.60	-	1.00	30150	25.7	25.7	-	3
3	ADOBE 03	39.00	30.10	11.33	1173.90	-	1.00	31200	26.6	26.6	-	3
4	ADOBE 04	39.07	30.13	11.33	1177.21	-	1.00	29780	25.3	25.3	-	3
5	ADOBE 05	39.07	30.07	11.33	1174.60	-	1.00	30850	26.3	26.3	-	3

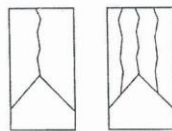
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.93	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



TIPO 2
Cono bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



TIPO 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpeado con martillo para diferenciarlo del tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado

OBSERVACIONES:

- * Las muestras fueron elaboradas por el solicitante
- * Las muestras son rectangulares, y los resultados son referenciales



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

Alvaro B. Ortiz Vicente
INGENIERO TÉCNICO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Ing. GUIDO G. CÁN HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235912



5.2 PANEL FOTOGRAFICO





GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

PANEL FOTOGRAFICO - ROTURA DE BRIQUETAS

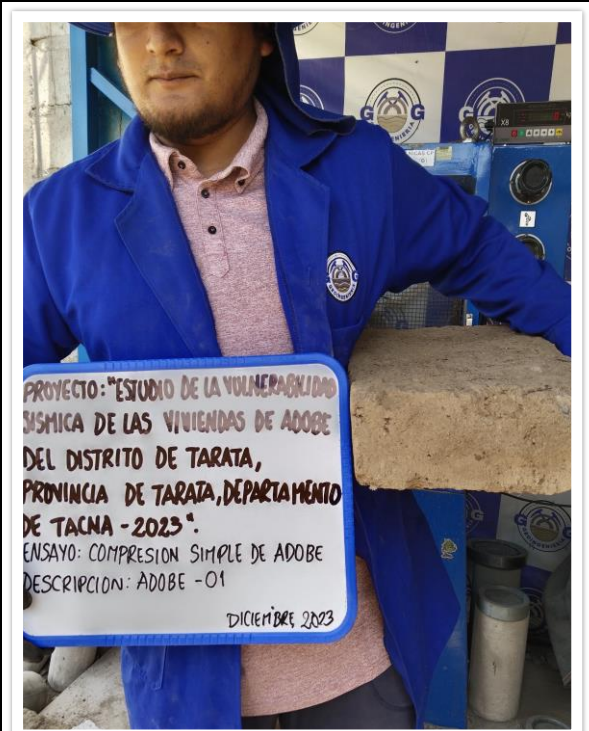


FOTO N°
001

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 01" antes de la rotura

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°
002

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 01" despues de la rotura.

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°
003

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 02" antes de la rotura

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°
004

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 02" despues de la rotura.

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Alvaro B. Ortiz Vicente
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Ing. GUIDO G. CAÑAHUARCALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235912



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

PANEL FOTOGRAFICO - ROTURA DE BRIQUETAS



FOTO N° 005
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 03" antes de la rotura
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N° 006
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 03" despues de la rotura.
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034

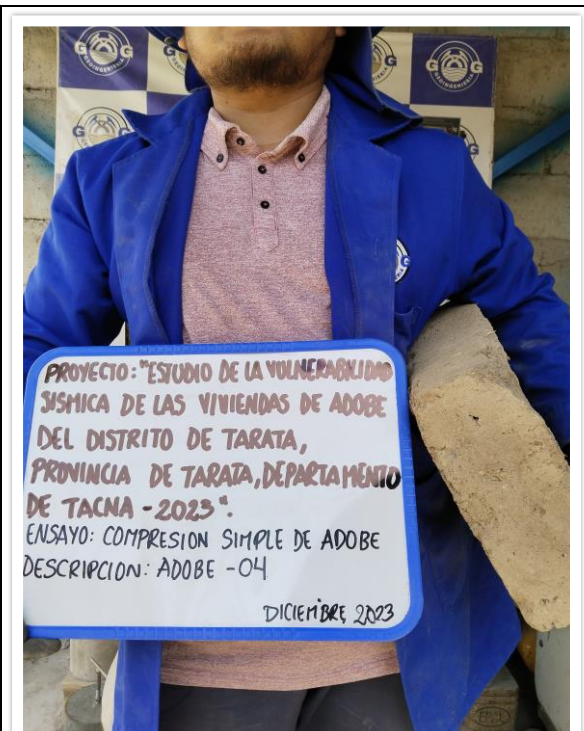
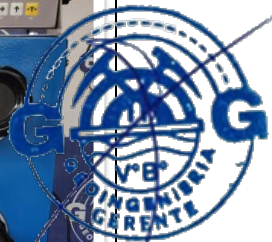


FOTO N° 007
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 04" antes de la rotura
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N° 008
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 04" despues de la rotura.
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Alvaro B. Ortiz Vicente
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Ing. GUIDO G. CÁN HUIRICALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235912



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

PANEL FOTOGRAFICO - ROTURA DE BRIQUETAS

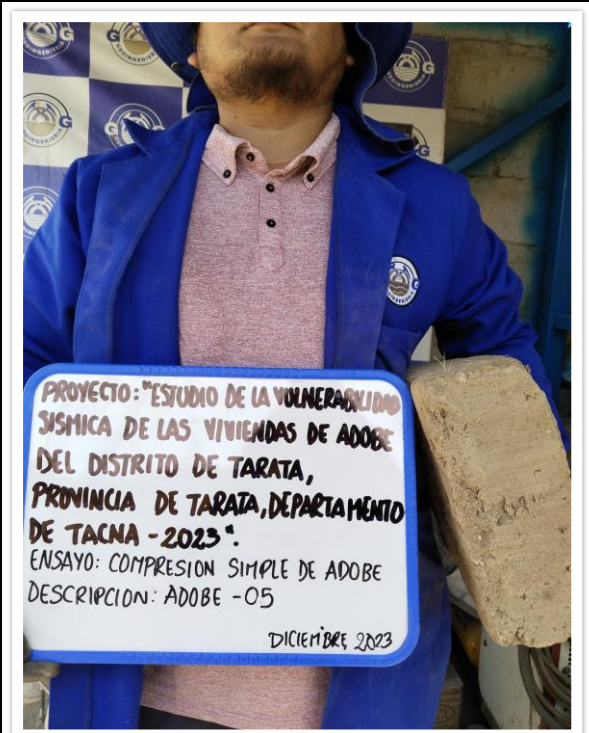


FOTO N° 009
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 05" antes de la rotura
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N° 010
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 05" despues de la rotura.
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N° 011
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 01" despues de la rotura.
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N° 012
 Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 02" despues de la rotura.
 NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Alvaro B. Ortiz Vicente
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Ing. GUIDO G. CAN HUARICALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235912



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

PANEL FOTOGRAFICO - ROTURA DE BRIQUETAS



FOTO N°
013

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 03" despues de la rotura.

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°
014

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 04" despues de la rotura.

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°
015

Ensayo de roturas de probetas de muestras cilindricas "ADOBE 05" despues de la rotura.

NORMA : ASTM-C39 / MTC E 704 / NTP 339.034



FOTO N°



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29,
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

Geología & Geotecnia
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Tacna



Alvaro B. Ortiz Vicente
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Ing. GUIDO G. CAÑAHUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235912



5.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN





GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

PRENSA DE CONCRETO



RAZÓN SOCIAL	: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC	: 20608052071
DIRECCIÓN	: Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO	: +51 986441250 +51 995343581
EMAIL	: gg.geoingenieria@gmail.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-001-23

Pag. 1 de 4

CLIENTE : GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	TECNICAS
MODELO	TCP341
N° SERIE	760
CAPACIDAD	100 TN
INDICADOR	HI WEIGHT
N° SERIE	MH20200730083
TRANSD. PRESION	ZEMIC
RANGO	700 Bar
N° SERIE	----
SISTEMA DE ACC.	BOMBA ELECTRICA
FABRICANTE	----
MODELO	----
N° SERIE	----

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025. Se aplicaron dos series de cargas Sistema Digital mediante prensa. En cada serie se registraron lecturas de las cargas.



UBICACION	Laboratorio In Situ- Tacna.
FECHA DE LA MEDICION	20/01/2023



STALIN OLAZABAL TREJO
 INGENIERO ELECTRONICO
 C.I.P. N° 182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
 CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-001-23

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia Estandar N°33674
Validado por el certificado de calibración N° 18-0529-1 (INRIN)
Validado por el certificado de calibración N° LAT 093 242819F

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (21.2+/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	TECNICAS
MODELO	TCP341
N° SERIE	760
CAPACIDAD	100 TN
INDICADOR	HI WEIGHT
N° SERIE	MH20200730083

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO	DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR	AEP Transducers
MODELO	C8S
N° SERIE	723547
CAPACIDAD	1000 KN
PROC. CAL.	Compresión
INDICADOR:	AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO	MP10 Plus
SERIE	6593



JR. ANDRÉS RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL	: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC	: 20608052071
DIRECCIÓN	: Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO	: +51 986441250 +51 995343581
EMAIL	: gg.geingenieria@gmail.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-PC-001-23

Marca TECNICAS, Indicador Digital HI WEIGHT, Transductor de 700 bar



Pag. 3 de 4

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO		
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %	"B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
10,000	10,008	10,007	-0,08	-0,07	10,008	-0,08	0,01
20,000	20,033	20,034	-0,16	-0,17	20,034	-0,17	0,01
30,000	29,998	29,996	0,01	0,01	29,997	0,01	0,00
40,000	39,987	39,989	0,03	0,03	39,988	0,03	0,00
50,000	50,002	50,005	0,00	-0,01	50,004	-0,01	0,00
60,000	60,001	60,000	0,00	0,00	60,001	0,00	0,00
70,000	70,053	70,058	-0,08	-0,08	70,056	0,08	0,01
80,000	80,018	80,013	-0,02	-0,02	80,016	0,02	0,00
90,000	90,032	90,039	-0,04	-0,04	90,036	-0,04	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep = ((A-B) / A) * 100 Rp = Desviación Estandar
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1,0 %

Coefficiente Correlación: R² = 1

Ecuación de ajuste: $Y = 1 * 10^{-8} X^2 + 0,999 X + 24,418$

Donde:

X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (Kgf)

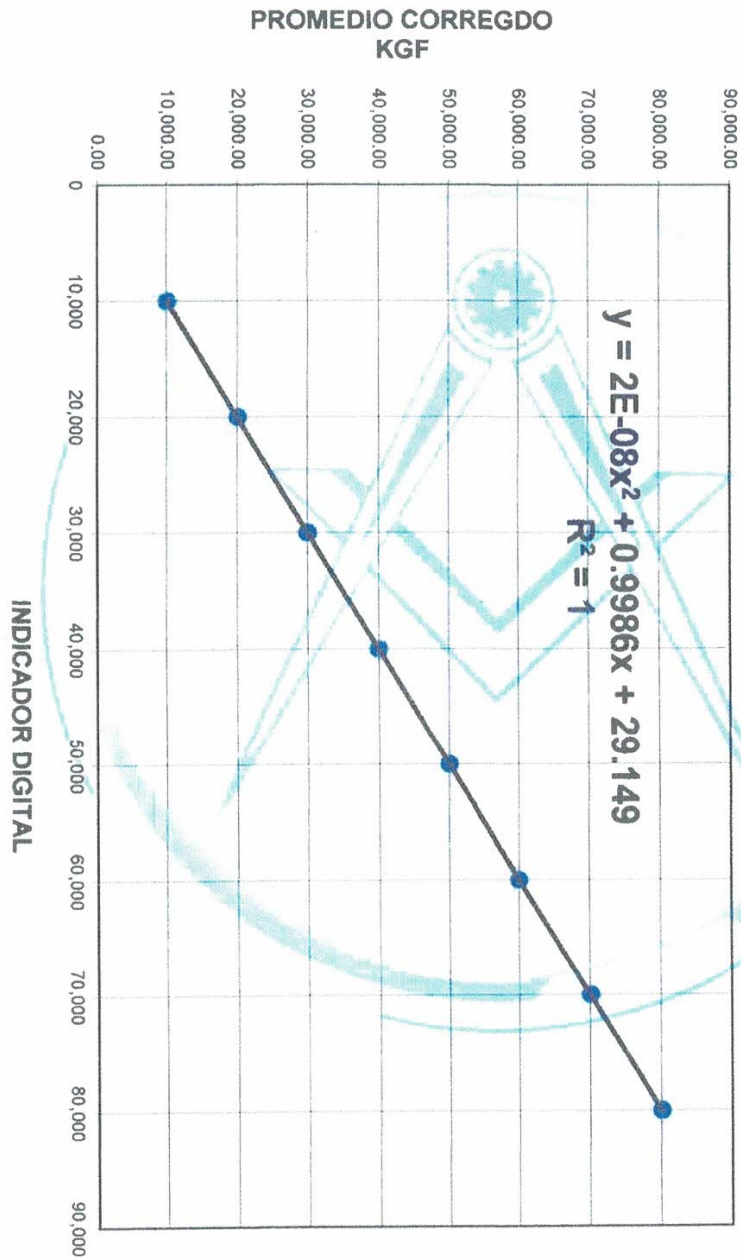




GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. 7 de junio Mz. "D" Lote "29", Ciudad Nueva, Tacna. Tef: +51 986441250

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L. METAUT



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-PC-001-23
Marca TECNICAS, Indicador HI WEIGHT,
Transductor de 700 bar



Pag 4 de 4



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA-GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. 7 de junio Mz. D Lote 29, Ciudad Nueva, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoenjeria@gmail.com

ANEXO 07: ENSAYO DE SUELO EL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

Nº 005042



DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*) : JAVIER MAMANI ATENCIO.
PROYECTO (*) : ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA.
UBICACIÓN (*) : DISTRITO: TARATA, PROVINCIA: TARATA, DEPARTAMENTO: TACNA.

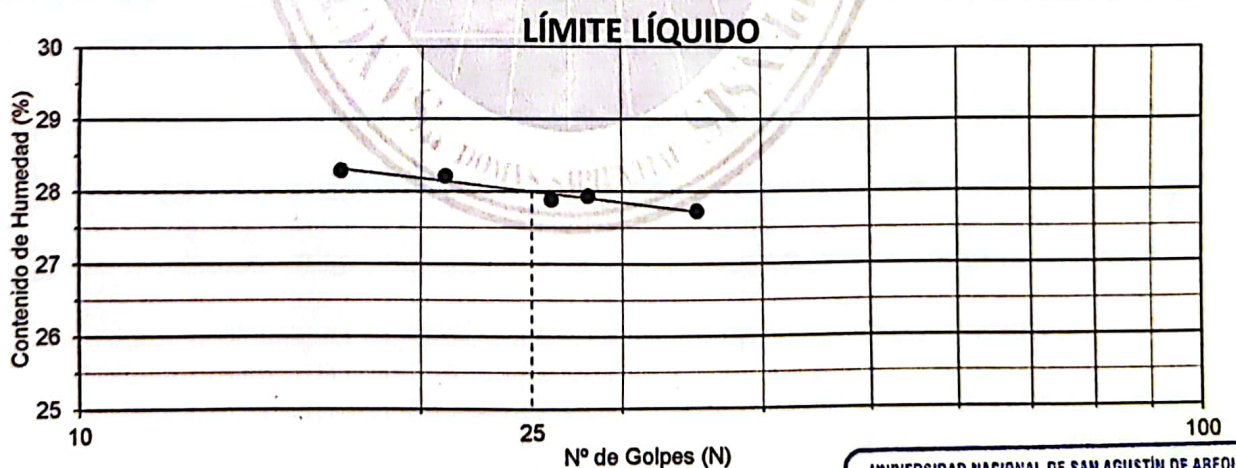
ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
NORMA: ASTM D 4318

ACTA RECEP.:	LMSyP 25-B031	CONDICIÓN:	Muestra alterada
CANtera:	PUEBLO JOVEN; DISTRITO: TARATA; PROVINCIA: TARATA; DEPARTAMENTO: TACNA.	F. RECEPCIÓN:	22/08/2023
MUESTRA:	M-1	F. EJECUCION:	11/09/2023
		F. EMISIÓN:	14/09/2023

LÍMITE LÍQUIDO								
CÁPSULA	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
Peso de la cápsula (gf)	27.49	25.85	24.89	22.31	28.11	—	—	—
Peso del suelo húmedo + cápsula (gf)	53.16	54.21	51.50	46.31	51.18	—	—	—
Peso del suelo seco + cápsula (gf)	47.50	47.97	45.69	41.10	46.15	—	—	—
Peso del suelo seco (gf)	20.01	22.12	20.80	18.79	18.04	—	—	—
Peso del agua en la muestra (gf)	5.66	6.24	5.81	5.21	5.03	—	—	—
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.29	28.21	27.93	27.73	27.8825	—	—	—
NÚMERO DE GOLPES	17	21	28	35	26	—	—	—

LÍMITE PLÁSTICO			
CÁPSULA	A-9	A-10	A-11
Peso de la cápsula (gf)	15.42	15.34	—
Peso del suelo húmedo + cápsula (gf)	30.03	30.55	—
Peso del suelo seco + cápsula (gf)	27.40	27.86	—
Peso del suelo seco (gf)	11.98	12.52	—
Peso del agua en la muestra (gf)	2.63	2.69	—
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.95	21.49	—

RESULTADOS	
Límite Líquido	28.00%
Límite Plástico	21.72%
Índice de Plasticidad	6.28%
Índice de Flujo	-1.88
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ Nº 40	
CL-ML	Arcilla de Baja Plasticidad - Limo de Baja Plasticidad.



OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el Solicitante.
- La muestra de suelo fue puesta en el Laboratorio por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
ING. JEAN PAUL PAREDES CUEVA
JEFE DE LABORATORIO
CIP Nº 94656



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

Nº 005041



DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): JAVIER MAMANI ATENCIO.
PROYECTO (*): ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA.
UBICACIÓN (*): DISTRITO: TARATA, PROVINCIA: TARATA, DEPARTAMENTO: TACNA.

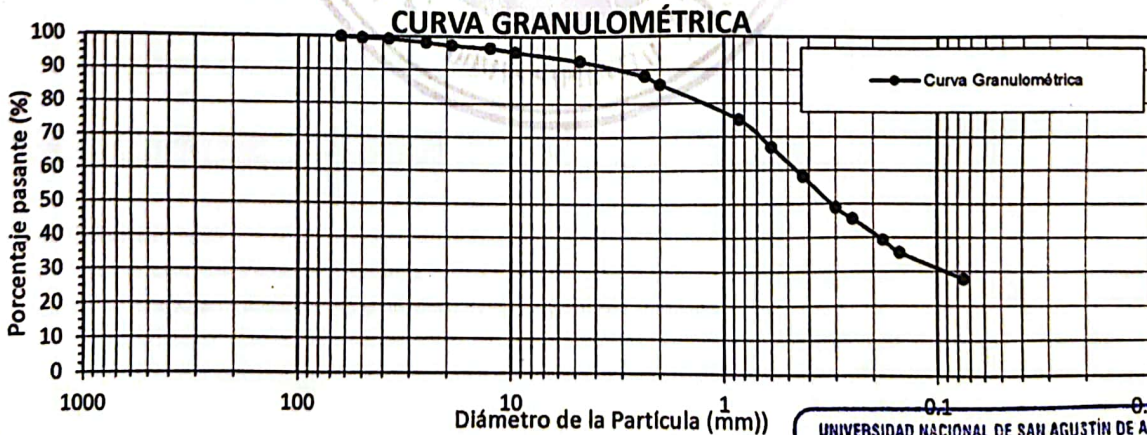
ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM D 422; NTP 339:128

ACTA RECEP.: LMSyP 25-B031
CONDICION: Muestra alterada
CANTERA: PUEBLO JOVEN, DISTRITO: TARATA; PROVINCIA: F. RECEPCIÓN: 22/08/2023
TARATA; DEPARTAMENTO: TACNA. F. EJECUCION: 12/09/2023
MUESTRA: M-1 F. EMISIÓN: 14/09/2023

Tamiz	Abertura	Peso Ret. (gf)	Retenido (%)	Ret. Acum. Acum. (%)	Pasante (%)	Espec. Técnica	PESO TOTAL (gf)	52,496.00		
6"	150.0						PESO DE FRACCIÓN (gf)	500.00		
5"	125.0						Peso >3" (gf)	0.00		
4"	100.0						Peso <3" y >3/4" (gf)	1351.50		
3 1/2"	89.0						Peso <3/4" y >N°4 (gf)	2482.00		
3"	75.0						Peso <N°4 y >N°200 (gf)	349.60		
2 1/2"	63.0				100.00		Peso <N°200 (gf)	150.40		
2"	50.0	181.6	0.35	0.35	99.65		PORCENTAJE DE:			
1 1/2"	37.5	150.6	0.29	0.63	99.37		Bloq. Bol.	Grava	Arena	Finos
1"	25.0	556.8	1.06	1.69	98.31		>3"	<3" y >N°4	<N°4 y >N°200	<N°200
3/4"	19.0	462.5	0.88	2.57	97.43		0.00	7.30	64.81	27.88
1/2"	12.5	453.9	0.86	3.44	96.56		D ₁₀	-	Cc	-
3/8"	9.5	630.0	1.20	4.64	95.36		D ₃₀	0.090	W _i	28.00%
N°4	4.75	1,398.1	2.66	7.30	92.70		D ₆₀	0.460	W _p	21.72%
N°8	2.36	24.70	4.58	11.88	88.12		Cu	-	I _p	6.28%
N°10	2.00	13.50	2.50	14.38	85.62		CLASIFICACION SUCS			
N°20	0.85	57.00	10.57	24.95	75.05		SC - SM			
N°30	0.60	44.70	8.29	33.24	66.76		Arena Arcillosa - Arena Limosa			
N°40	0.425	46.80	8.68	41.92	58.08		CLASIFICACION AASHTO			
N°50	0.300	49.70	9.21	51.13	48.87		A-2-4 (0)			
N°60	0.250	17.80	3.30	54.43	45.57					
N°80	0.180	33.80	6.27	60.70	39.30					
N°100	0.150	20.10	3.73	64.42	35.58					
N°200	0.075	41.50	7.69	72.12	27.88					
Bandeja		150.40	27.88	100.00	0.00					



OBSERVACIONES:

(* Datos proporcionados por el Solicitante.
La muestra de suelo fue entregada al personal del laboratorio por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
[Signature]
ING JEAN PAUL PAREDES CUEVA
JEFE DE LABORATORIO
CIP Nº 94656



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): JAVIER MAMANI ATENCIO.
PROYECTO (*): ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA.
UBICACIÓN (*): DISTRITO: TARATA; PROVINCIA: TARATA, DEPARTAMENTO: TACNA.

ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
NORMA: ASTM D 854; NTP 339.131

ACTA RECEP.:	LMSyP 25-B031	CONDICION:	Muestra alterada
CANTERA:	PUEBLO JOVEN; DISTRITO: TARATA;	F. RECEPCIÓN:	22/08/2023
	PROVINCIA: TARATA; DEPARTAMENTO: TACNA.	F. EJECUCION:	13/09/2023
MUESTRA:	M-1	F. EMISIÓN:	14/09/2023

Material retenido en el tamiz N°4				
DESCRIPCION	UND.	1	2	Promedio
Peso de la muestra seca	gf	3,869.00		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gf	4,082.00		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (sumergida)	gf	2,446.40		
Volumen de los sólidos de la muestra	cm ³	1,422.60		
Volumen Bulk de la muestra	cm ³	1635.60		
Peso Específico Seco Aparente	gf/cm ³	2.720		2.720
Peso Específico Seco Bulk	gf/cm ³	2.365		2.365
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco Bulk	gf/cm ³	2.496		2.496
Porcentaje de Absorción	%	5.51		5.51
Porcentaje de incidencia de la fracción en la muestra total	%	7.30		

Material pasante del tamiz N°4				
DESCRIPCION	UND.	1	2	3
Peso del Suelo Seco	gf	500.00	500.00	
Peso de la fiola + agua + suelo	gf	1,538.60	1,557.73	
Peso de la fiola + agua	gf	1,224.32	1,242.90	
Volumen de los sólidos del Suelo	cm ³	185.72	185.17	
Temperatura	°C	23.00	23.00	
Coeficiente de corrección por temperatura		0.9993	0.9993	
Gravedad Específica de los Sólidos		2.690	2.698	2.694
Gravedad Específica de los Sólidos Promedio		2.694		
Porcentaje de incidencia de la fracción de muestra	%	92.70		

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO	2.696
---	--------------

OBSERVACIONES

- (*) Datos proporcionados por el Solicitante.
- La muestra de suelo fue entregada al personal del laboratorio por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
[Signature]
ING JEAN PAUL PAREDES CUEVA
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 94656



Nº 005044

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

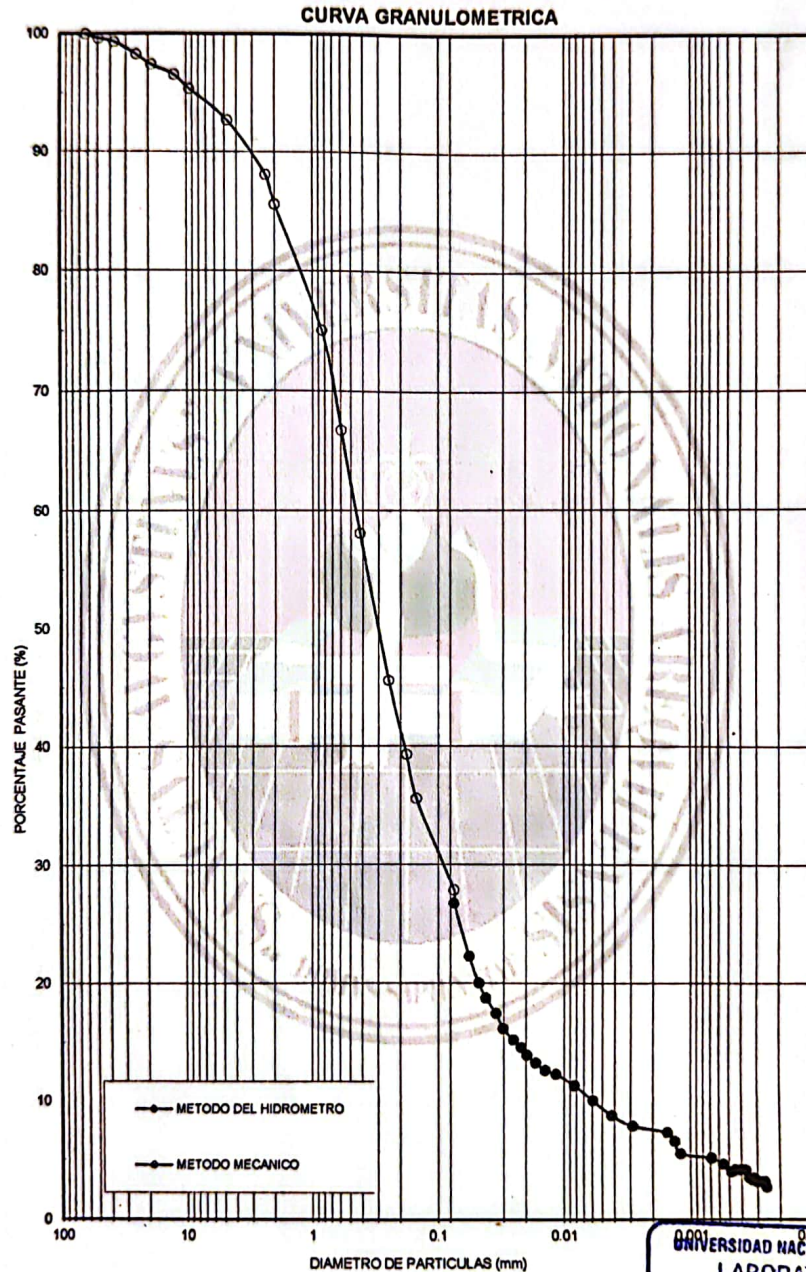


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO - NORMA ASTM D422

SOLICITA : JAVIER MAMANI ATENCIO.
 PROYECTO : ESTUDIO DE LA VILNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA
 UBICACIÓN : DISTRITO: TARATA, PROVINCIA: TARATA, DEPARTAMENTO: TACNA.
 MUESTRA : M-1
 CANTERA : PUEBLO JOVEN, DISTRITO: TARATA.
 FECHA : 12/09/2023
 ACTA RECEP.: LMSyP 25-B031



OBSERVACIONES:

- Para el ensayo se utilizó Hexmetafosfato de Sodio como agente dispersivo.
- La muestra de suelo fue puesta en el laboratorio por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ING. JEAN PAUL PAREDES CUEVA
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP Nº 94656



Nº 005045

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO - NORMA ASTM D422

SOLICITA : JAVIER MAMANI ATENCIO.
 PROYECTO : ESTUDIO DE LA VILNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA
 UBICACIÓN : DISTRITO: TARATA, PROVINCIA: TARATA, DEPARTAMENTO: TACNA.
 MUESTRA : M-1 FECHA : 12/09/2023
 CANTERA : PUEBLO JOVEN, DISTRITO: TARATA. ACTA RECEP.: LMSyP 25-B031

GRANULOMETRIA METODO MECANICO DE TAMIZADO	Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Ret acumulado	% Que pasa
	3"	75.00				100.00
	2 1/2"	63.00				100.00
	2"	50.00	181.60	0.35	0.35	99.65
	1 1/2"	37.50	150.60	0.29	0.63	99.37
	1"	25.00	556.80	1.06	1.69	98.31
	3/4"	19.00	462.50	0.88	2.57	97.43
	1/2"	12.50	453.90	0.86	3.44	96.56
	3/8"	9.50	630.00	1.20	4.64	95.36
	Nº 4	4.75	1398.10	2.66	7.30	92.70
	Nº 8	2.36	24.70	4.58	11.88	88.12
	Nº 10	2.00	13.50	2.50	14.38	85.62
	Nº 20	0.85	57.00	10.57	24.95	75.05
	Nº 30	0.60	44.70	8.29	33.24	66.76
	Nº 40	0.43	46.80	8.68	41.92	58.08
	Nº 60	0.25	17.80	3.30	54.43	45.57
	Nº 80	0.18	33.80	6.27	60.70	39.30
	Nº 100	0.15	20.10	3.73	64.42	35.58
	Nº 200	0.075	41.50	7.69	72.12	27.88
	BANDEJA		150.40	27.88	100.00	0.00

GRANULOMETRIA METODO DEL HIDROMETRO	Tiempo Trans. (min)	Temper. °C	Lreal H Ra	L Corre Rc	mas fino (%)	H corr. men. R	L de tabla (cm)	l/t (cm/min)	K tabla	D (mm)
	0.25	23.30	47.00	41.79	26.77	48.00	8.40	33.60	0.0130	0.0751
	0.50	23.30	40.00	34.79	22.28	41.00	9.60	19.20	0.0130	0.0568
	0.75	23.30	36.50	31.29	20.04	37.50	10.10	13.47	0.0130	0.0476
	1.00	23.30	34.50	29.29	18.76	35.50	10.50	10.50	0.0130	0.0420
	1.50	23.30	32.50	27.29	17.48	33.50	10.80	7.20	0.0130	0.0348
	2.00	23.30	30.50	25.29	16.20	31.50	11.10	5.55	0.0130	0.0305
	3.00	23.30	29.00	23.79	15.24	30.00	11.40	3.80	0.0130	0.0253
	4.00	23.30	28.00	22.79	14.60	29.00	11.50	2.88	0.0130	0.0220
	5.00	23.30	27.00	21.79	13.96	28.00	11.70	2.34	0.0130	0.0198
	7.00	23.30	26.00	20.79	13.32	27.00	11.90	1.70	0.0130	0.0169
	10.00	23.30	25.00	19.79	12.68	26.00	12.00	1.20	0.0130	0.0142
	15.00	23.30	24.50	19.29	12.36	25.50	12.10	0.81	0.0130	0.0116
	30.00	23.30	23.00	17.79	11.39	24.00	12.40	0.41	0.0130	0.0083
	60.00	23.30	21.00	15.79	10.11	22.00	12.70	0.21	0.0130	0.0060
	122.00	23.30	19.00	13.79	8.83	20.00	13.00	0.11	0.0130	0.0042
	276.00	21.90	18.00	12.38	7.93	19.00	13.20	0.05	0.0131	0.0029
	1080.00	18.00	18.00	11.50	7.37	19.00	13.20	0.01	0.0138	0.0015
	1320.00	21.70	16.00	10.34	6.62	17.00	13.50	0.01	0.0132	0.0013
	1620.00	23.00	14.00	8.70	5.57	15.00	13.80	0.01	0.0130	0.0012
	5415.00	18.60	14.50	8.12	5.20	15.50	13.80	0.00	0.0137	0.0007
	8285.00	19.30	13.50	7.29	4.67	14.50	13.90	0.00	0.0136	0.0006
	11170.00	19.40	12.50	6.32	4.05	13.50	14.10	0.00	0.0136	0.0005
	11660.00	24.20	11.50	6.56	4.20	12.50	14.30	0.00	0.0128	0.0004
	15525.00	20.30	12.50	6.56	4.20	13.50	14.10	0.00	0.0134	0.0004
	18382.00	20.10	12.50	6.52	4.18	13.50	14.10	0.00	0.0134	0.0004
	21233.00	20.00	11.50	5.50	3.52	12.50	14.30	0.00	0.0134	0.0003
	21755.00	24.80	10.00	5.24	3.36	11.00	14.50	0.00	0.0127	0.0003
25560.00	19.90	11.50	5.47	3.50	12.50	14.30	0.00	0.0135	0.0003	
28455.00	20.00	11.00	5.00	3.20	12.00	14.30	0.00	0.0134	0.0003	
29890.00	20.00	11.00	5.00	3.20	12.00	14.30	0.00	0.0134	0.0003	
31824.00	24.40	9.50	5.02	3.22	10.50	14.60	0.00	0.0128	0.0003	
37070.00	20.00	11.00	5.00	3.20	12.00	14.30	0.00	0.0134	0.0003	
38605.00	21.40	10.00	4.28	2.74	11.00	14.50	0.00	0.0132	0.0003	

* Para el Análisis Granulométrico por Sedimentación se uso: Material pasante de la malla # 100, el Hidrometro 152H y como defloculante Silicato de Sodio

D ₁₀ 0.006	D ₃₀ 0.320	C _u 76.67
D ₃₀ 0.090	D ₆₀ 0.460	C _c 2.03

CLASIFICACION SUCS

SC-SM

Arena Arcillosa - Arena Limosa

OBSERVACIONES:

- Para el ensayo se utilizó Hexmetafosfato de Sodio como agente dispersivo.
- La muestra de suelo fue puesta en el laboratorio por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. JUAN PAUL PAREDES CUEVA
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP N° 94656

ANEXO 08: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

variable		Dimensión	Indicadores	Medición	Instrumentos
Tipo	Descripción				
Independiente	Viviendas de Adobe	Con respecto al Aspecto estructural	P1 : Organización de sistema resistente	Nominal	Fichas técnicas de evaluación mediante la metodología Benedetti - Petrini
			P2 : Calidad del sistema resistente	Nominal	
			P3 : Resistencia convencional	Nominal	
			P4 : Posición del edificio y cimentación	Nominal	
			P5 : Diafragmas horizontales	Nominal	
		Con respecto a la configuración de la estructura	P6 : Configuración en Planta	Nominal	
			P7 : Configuración en elevación	Nominal	
			P8 : Distancia máxima entre los muros	Nominal	
		Con respecto al Aspecto no estructural"	P9 : Tipo de cubierta	Nominal	
			P10 : Elementos no estructurales	Nominal	
			P11 : Estado de conservación	Nominal	
		Aspectos informativos	P1 : Ubicación	Nominal	
P2 : Información del inmueble	Nominal				
Con respecto a Aspectos constructivos	P3 : Antigüedad	Nominal			
	P4 : Tipo de suelo	Nominal			
	P5 : Topografía del terreno	Nominal			
	P6 : Juntas de dilatación	Nominal			
	P7 : sísmica	Nominal			
	P8 : Concentración de masas	Nominal			
	P9 : Elementos estructurales	Nominal			
	P10 : Factores que inciden en la	Nominal			
	con respecto a Aspectos geométricos	P11 : Configuración en Planta	Nominal		
		P12 : Configuración en elevación	Nominal		
Dependiente	Vulnerabilidad Sísmica	INDECI	Baja	<25%	Fichas de evaluación
			Media	26% a 50%	
			Alta	51% a 75%	
			Muy alta	76% a 100%	
			Benedetti - Petrini	Baja	
		Media		15% Iv<35%	
		Alta		Iv 35%	
		Análisis sísmico Estático	Fuerza cortante	Adimensional	Software Etabs
			Momento cortante	Adimensional	

ANEXO 09: FICHAS DE EVALUACIÓN BENEDETTI – PETRINI E INDECI



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACION

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°:

001

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna.

Pag. 1 de 5

PARTE 1 : MÉTODO BENEDETTI PETRINI

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VIVIENDA

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2. DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA	Puerta N°	S/N	1. Avenida ()
1. Departamento Tacna	Nombre de la Calle, Av, Jr, etc	Interior	S/N	2. Calle (x)
2. Provincia Tarata	CALLE 28 DE JULIO	Piso	2	3. Jirón ()
3. Distrito Tarata		Mz	62	4. Pasaje ()
		Lote	23	5. Otros ()

B. CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS

PARAMETRO 1.- ORGANIZACION DEL SISTEMA RESISTENTE

Marca con un check "√" o una cruz "X", teniendo en cuenta la figura 1

Características	Ki	
A. Las edificaciones de adobe estan construidas con la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada	0	<input type="checkbox"/>
B. Las edificaciones de adobe cuentan con elementos de arrioste tanto verticales como horizontales; sin contar con asesoría profesional. Las edificaciones de adobe solo cuentan con elementos de arrioste horizontal además no han tenido asesoría profesional, sin embargo tienen una adecuada distribución de muros.	5	<input checked="" type="checkbox"/>
C. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningun elemento de arrioste en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	20	<input type="checkbox"/>
D. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningun elemento de arrioste en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	45	<input type="checkbox"/>



Figura 1. Vivienda a describir

PARAMETRO 2.- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Características	Ki	
A. Esta clase de sistema resistente consta de tres características: 1. Los bloques de adobe son homogeneas en todo el área del muro además de tener dimensiones continuas. 2. Apariencia de verticalidad entre cada bloque de adobe. 3. Homogeneidad del espesor de las juntas realizadas con mortero de barro.	0	<input checked="" type="checkbox"/>
B. Solo muestra dos característica de la clase A.	5	<input type="checkbox"/>
C. Solo muestra una característica de la clase A.	20	<input type="checkbox"/>
D. No muestra ninguna de las características de la clase A.	45	<input type="checkbox"/>

PARAMETRO 3.- RESISTENCIA CONVENCIONAL

Llenar los espacios en blanco y líneas punteadas

3.1 Croquis	3.2 Especificar según lo observado en la estructura																																							
<p style="text-align: center;">PLANO ARQ. NIVEL 1 1/50</p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td>Números de pisos (N):</td> <td style="text-align: right;">2.00</td> <td>Ps: Peso del diafragma (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Ax: Área de muros en X (m2):</td> <td style="text-align: right;">4.04</td> <td>At: Área total construida (m2):</td> <td style="text-align: right;">11.00</td> </tr> <tr> <td>Ay: Área de muros en Y (m2):</td> <td style="text-align: right;">6.96</td> <td>Ac: Área de cubierta (m2):</td> <td style="text-align: right;">58.00</td> </tr> <tr> <td>h: Altura promedio de entrespiso</td> <td style="text-align: right;">2.57</td> <td>Pc: Peso de cubierta (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.03</td> </tr> <tr> <td>Pm: Peso de mampostería (tn/m3):</td> <td style="text-align: right;">1.60</td> <td>Ao: Área de otros techos (m2):</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Número de diafragmas (M):</td> <td style="text-align: right;">1.00</td> <td>Po: Peso de otros techos (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.15</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Características</th> <th style="width: 5%;">Ki</th> <th style="width: 25%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Si $DD < 0.50$</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>D. Si $DD \geq 1.5$</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Números de pisos (N):	2.00	Ps: Peso del diafragma (tn/m2):	0.00	Ax: Área de muros en X (m2):	4.04	At: Área total construida (m2):	11.00	Ay: Área de muros en Y (m2):	6.96	Ac: Área de cubierta (m2):	58.00	h: Altura promedio de entrespiso	2.57	Pc: Peso de cubierta (tn/m2):	0.03	Pm: Peso de mampostería (tn/m3):	1.60	Ao: Área de otros techos (m2):	0.00	Número de diafragmas (M):	1.00	Po: Peso de otros techos (tn/m2):	0.15	Características	Ki		A. Si $DD < 0.50$	0	<input type="checkbox"/>	B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5	<input type="checkbox"/>	C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20	<input type="checkbox"/>	D. Si $DD \geq 1.5$	45	<input checked="" type="checkbox"/>
Números de pisos (N):	2.00	Ps: Peso del diafragma (tn/m2):	0.00																																					
Ax: Área de muros en X (m2):	4.04	At: Área total construida (m2):	11.00																																					
Ay: Área de muros en Y (m2):	6.96	Ac: Área de cubierta (m2):	58.00																																					
h: Altura promedio de entrespiso	2.57	Pc: Peso de cubierta (tn/m2):	0.03																																					
Pm: Peso de mampostería (tn/m3):	1.60	Ao: Área de otros techos (m2):	0.00																																					
Número de diafragmas (M):	1.00	Po: Peso de otros techos (tn/m2):	0.15																																					
Características	Ki																																							
A. Si $DD < 0.50$	0	<input type="checkbox"/>																																						
B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5	<input type="checkbox"/>																																						
C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20	<input type="checkbox"/>																																						
D. Si $DD \geq 1.5$	45	<input checked="" type="checkbox"/>																																						



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, REGIÓN DE TACNA-2023"

FICHA N°: **001**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Región de Tacna

Pag. 2 de 5

PARÁMETRO 4.- POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

Características	Ki
A. Los cimientos de la edificación están contruidos según la norma E.080 Adobe, además no presentan humedad.	0 <input type="text"/>
B. Los cimientos de la edificación estan contruidos según la norma E.080 Adobe, sin embargo, presentan humedad.	5 <input checked="" type="text"/>
C. Los cimientos de la edificación están contruidos sin ningun proyecto aprobado, sin asesoria profesional además cuentan con presencia humedad.	20 <input type="text"/>
D. Los cimientos de la edificación están contruidas sin ningun proyecto aprobado, sin ninguna asesoria profesional ademas cuentan con presencia de humedad; en un estado de conservación deteriorado.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 5.- DIAFRAGMAS HORIZONTALES

Características	Ki
A. El diafragma de la edificación esta compuesto de losa aligerada apoyada sobre vigas de concreto armado.	0 <input type="text"/>
B. Techo de la edificación esta estructurado de vigas de madera en buen estado.	5 <input type="text"/>
C. Techo de las edificación esta estructurado de vigas de madera en estado defectuoso.	20 <input checked="" type="text"/>
D. La edificación no cuenta con diafragma, se encuentra cubierto de calamina.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 6.- CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Características	Ki
A. Si $B1 \geq 0.80$ o $B2 \leq 0.10$	0 <input type="text"/>
B. Si $0.80 > B1 \geq 0.60$ o $0.10 < B2 \leq 0.20$	5 <input checked="" type="text"/>
C. Si $0.60 > B1 \geq 0.40$ o $0.20 < B2 \leq 0.30$	20 <input type="text"/>
D. Si $0.40 > B1$ o $0.30 < B2$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 7.- CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Características	Ki
A. Edificio con $\pm \frac{\Delta A}{A} < 10\%$	0 <input checked="" type="text"/>
B. Edificio con $\pm 10\% \leq \frac{\Delta A}{A} < 20\%$	5 <input type="text"/>
C. Edificio con $\pm 20\% \leq \frac{\Delta A}{A} < 50\%$	20 <input type="text"/>
D. Edificio con $\pm \frac{\Delta A}{A} \geq 50\%$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 8.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LOS MUROS

Características	Ki
A. Si el factor $L/S < 15$	0 <input type="text"/>
B. Si el factor está en el rango de $15 \leq L/S < 18$	5 <input type="text"/>
C. Si el factor está en el rango de $18 \leq L/S < 25$	20 <input type="text"/>
D. Si el factor $L/S \geq 25$	45 <input checked="" type="text"/>

PARÁMETRO 9.- TIPO DE CUBIERTA

Características	Ki
A. La cubierta se encuentra en estado estable debido que esta amarrada a los muros con conexiones adecuadas, elaborado de material liviano.	0 <input type="text"/>
B. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en buenas condiciones.	5 <input type="text"/>
C. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en malas condiciones.	20 <input type="text"/>
D. La cubierta se encuentra en estado inestable, en malas condiciones y presenta un desnivel.	45 <input checked="" type="text"/>

PARÁMETRO 10.- ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Características	Ki
A. La edificación no contine elementos no estructurales mal conectado a la estructura.	0 <input checked="" type="text"/>
B. La edificación contiene elementos no estructurales en buen estado y bien conectado a la estructura.	5 <input type="text"/>
C. La edificación contiene elementos no estructurales deteriorados debido a su antigüedad que puedan producir daños no muy peligrosos.	20 <input type="text"/>
D. La edificación presenta cual otro elemento no estructural en mal estado estando mal conectado a las estructura del techo con la posibilidad de colapsar.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 11.- ESTADO DE CONSERVACIÓN

Características	Ki
A. La edificación se encuentra en condiciones adecuadas ademas no presenta fisura.	0 <input type="text"/>
B. La edificación se encuentra con deterioros leves en los elementos estructurales y asu vez no presentan fisuras.	5 <input type="text"/>
C. La edificación se encuentra con deterioros en los elementos estructurales y asu vez presentan fisuras.	20 <input checked="" type="text"/>
D. La edificación se encuentra con deterioros en los muros al igual que se presenta agrietamiento debido a las fallas por flexión, por momento y corte.	45 <input type="text"/>

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA

Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ki	5	0	45	5	20	5	0	45	45	0	20
Wi	1.00	0.25	1.50	0.75	1.00	0.50	1.00	0.25	1.00	0.25	1.00
INDICE DE VULNERABILIDAD	DIVISIÓN		Iv(%)	NIVEL DE VULNERABILIDAD							
175	3.825		45.7516	ALTA							

CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor (%)	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación según E.1
ALTA	Mayor a 35	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
MEDIA	Entre 15 a 35	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad interna	
BAJA	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°: **001**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 3 de 5

PARTE 2 : MÉTODO DE INDECI

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe (X)	4	6 Adobe reforzado ()	3	8 Albañilería confinada ()	2	9 Concreto armado ()	1
2 Quincha ()		7 Albañilería ()		10 Acero ()			
3 Mampostería ()							
4 Madera ()							
5 Otros ()							

2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE UN INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo construccion ()	3	3 Solo diseño ()	3	4 Sí, totalmente ()	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Más de 50 años ()	4	2 De 20 a 49 años ()	3	3 De 3 a 19 años (X)	2	4 De 0 a 2 años ()	1

4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ()	4	4 Deposito de suelos finos ()	3	6 Granular, fino y arcilloso (X)	2	7 Suelos rocosos ()	1
2 Depósitos marinos ()		5 Arena de gran espesor ()					
3 Pantanos, turba ()							

5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% (X)	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% (X)	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

7. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/ No Existen (X)	4	2 Sí/ No Requiere ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1 No existen/Son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen Estado	Valor
1 Cimiento ()	4	1 Cimiento ()	3	1 Cimiento (X)	2	1 Cimiento ()	1
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()			
3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()		3 Muros portantes (X)			
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()			
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)			

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR:							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad (X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	6 Densidad de muros inadecuada (X)	4	1 No aplica ()	0
2 Cargas laterales ()		5 Debilitamiento por sobrecarga ()		7 Otros ()			
3 Colapso elementos de entorno ()							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

FICHA N°: 001

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 4 de 5

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos del apartado 3.1

A.- SUMATORIA DE VALORES DE LA PARTE 3.11 CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Valor	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	2	4	30

B.- CALIFICACIÓN DE NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

NIVEL DE VULNERABILIDAD	Rango de Valor	CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial zona de Seguridad interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	

La vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud

3.3.- RECOMENDACIONES PARA EL JEFE (A) DE HOGAR

Nivel de vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para cada caso de SISMOS (*)	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	<p>La vivienda NO DEBE SER HABITADA</p> <p>Muy importante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el Nivel vulnerabilidad corresponde a factores inherentes al Tipo de Suelo, ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es definitiva - Si el Nivel vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar reconstrucción si el uso del terreno es adecuado. 	(X)
ALTO	<p>En caso de sismo se debe EVACUAR la edificación en forma inmediata:</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()
MODERADO	<p>Determinar y/o REFORZAR la potencial Zona de Seguridad Interna:</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos;</p> <p>Reforzar vía de evacuación;</p> <p>Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()
BAJO	<p>Determinar la Zona de Seguridad Interna;</p> <p>Determinar la vía de evacuación</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()

Otras recomendaciones :

Nota. Fuente: Adaptado de la ficha de verificación del Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI (2010)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

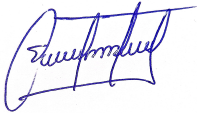
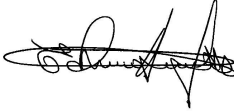
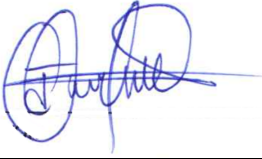
FICHA N°: **001**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 5 de 5

PARTE 4 : PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN
	ESTADO DE TECHO EN BUENAS CONDICIONES
	ESTADO DE LAS VENTANAS Y PUERTAS EN BUENAS CONDICIONES
	EL PISO SE ENCUENTRA COMPUESTO POR TIERRA COMPACTADA

RESPONSABLE DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	ASESOR
	
NOMBRES: Bach. FRANCO ELVIS ACERO FLORES	NOMBRES: Msc. Ing. EDGAR CHURA AROCUTIPA
	
NOMBRES: Bach. JAVIER MAMANI ATENCIO	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACION

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°:

002

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna.

Pag. 1 de 5

PARTE 1 : MÉTODO BENEDETTI PETRINI

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VIVIENDA

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA		2. DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA		Puerta N°	S/N	1. Avenida	()
1. Departamento	Tacna	Nombre de la Calle, Av, Jr, etc		Interior	S/N	2. Calle	(x)
2. Provincia	Tarata	CALLE 28 DE JULIO		Piso	2	3. Jirón	()
3. Distrito	Tarata			Mz	63	4. Pasaje	()
				Lote	8	5. Otros	()

B. CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS

PARAMETRO 1.- ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Marca con un check "✓" o una cruz "X", teniendo en cuenta la figura 1

Características	Ki
A. Las edificaciones de adobe estan construidas con la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada	0 <input type="checkbox"/>
B. Las edificaciones de adobe cuentan con elementos de arrioste tanto verticales como horizontales; sin contar con asesoría profesional. Las edificaciones de adobe solo cuentan con elementos de arrioste horizontal además no han tenido asesoría profesional, sin embargo tienen una adecuada distribución de muros.	5 <input checked="" type="checkbox"/>
C. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningun elemento de arrioste en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	20 <input type="checkbox"/>
D. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningun elemento de arrioste en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	45 <input type="checkbox"/>



Figura 1. Vivienda a describir

PARAMETRO 2.- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Características	Ki
A. Esta clase de sistema resistente consta de tres características: 1. Los bloques de adobe son homogéneas en todo el área del muro además de tener dimensiones continuas. 2. Apariencia de verticalidad entre cada bloque de adobe. 3. Homogeneidad del espesor de las juntas realizadas con mortero de barro.	0 <input checked="" type="checkbox"/>
B. Solo muestra dos característica de la clase A.	5 <input type="checkbox"/>
C. Solo muestra una característica de la clase A.	20 <input type="checkbox"/>
D. No muestra ninguna de las características de la clase A.	45 <input type="checkbox"/>

PARAMETRO 3.- RESISTENCIA CONVENCIONAL

Llenar los espacios en blanco y líneas punteadas

3.1 Croquis	3.2 Especificar según lo observado en la estructura																																		
<p style="text-align: center;">PLANO ARQ. NIVEL 1 1/50</p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td>Números de pisos (N):</td> <td style="text-align: right;">2.00</td> <td>Ps: Peso del diafragma (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Ax: Área de muros en X (m2):</td> <td style="text-align: right;">10.26</td> <td>At: Área total construida (m2):</td> <td style="text-align: right;">18.90</td> </tr> <tr> <td>Ay: Área de muros en Y (m2):</td> <td style="text-align: right;">8.64</td> <td>Ac: Área de cubierta (m2):</td> <td style="text-align: right;">112.36</td> </tr> <tr> <td>h: Altura promedio de entepiso</td> <td style="text-align: right;">2.72</td> <td>Pc: Peso de cubierta (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.03</td> </tr> <tr> <td>Pm: Peso de mampostería (tn/m3):</td> <td style="text-align: right;">1.60</td> <td>Ao: Área de otros techos (m2):</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Número de diafragmas (M):</td> <td style="text-align: right;">1.00</td> <td>Po: Peso de otros techos (tn/m2):</td> <td style="text-align: right;">0.15</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">Características</th> <th style="text-align: center;">Ki</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Si $DD < 0.50$</td> <td style="text-align: center;">0 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$</td> <td style="text-align: center;">5 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$</td> <td style="text-align: center;">20 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>D. Si $DD \geq 1.5$</td> <td style="text-align: center;">45 <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Números de pisos (N):	2.00	Ps: Peso del diafragma (tn/m2):	0.00	Ax: Área de muros en X (m2):	10.26	At: Área total construida (m2):	18.90	Ay: Área de muros en Y (m2):	8.64	Ac: Área de cubierta (m2):	112.36	h: Altura promedio de entepiso	2.72	Pc: Peso de cubierta (tn/m2):	0.03	Pm: Peso de mampostería (tn/m3):	1.60	Ao: Área de otros techos (m2):	0.00	Número de diafragmas (M):	1.00	Po: Peso de otros techos (tn/m2):	0.15	Características	Ki	A. Si $DD < 0.50$	0 <input type="checkbox"/>	B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5 <input type="checkbox"/>	C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20 <input type="checkbox"/>	D. Si $DD \geq 1.5$	45 <input checked="" type="checkbox"/>
Números de pisos (N):	2.00	Ps: Peso del diafragma (tn/m2):	0.00																																
Ax: Área de muros en X (m2):	10.26	At: Área total construida (m2):	18.90																																
Ay: Área de muros en Y (m2):	8.64	Ac: Área de cubierta (m2):	112.36																																
h: Altura promedio de entepiso	2.72	Pc: Peso de cubierta (tn/m2):	0.03																																
Pm: Peso de mampostería (tn/m3):	1.60	Ao: Área de otros techos (m2):	0.00																																
Número de diafragmas (M):	1.00	Po: Peso de otros techos (tn/m2):	0.15																																
Características	Ki																																		
A. Si $DD < 0.50$	0 <input type="checkbox"/>																																		
B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5 <input type="checkbox"/>																																		
C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20 <input type="checkbox"/>																																		
D. Si $DD \geq 1.5$	45 <input checked="" type="checkbox"/>																																		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, REGIÓN DE TACNA-2023"

FICHA N°: **002**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Región de Tacna

Pag. 2 de 5

PARÁMETRO 4.- POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

Características	Ki
A. Los cimientos de la edificación están contruidos según la norma E.080 Adobe, además no presentan humedad.	0 <input type="text"/>
B. Los cimientos de la edificación estan contruidos según la norma E.080 Adobe, sin embargo, presentan humedad.	5 <input type="text" value="x"/>
C. Los cimientos de la edificación están contruidos sin ningun proyecto aprobado, sin asesoria profesional además cuentan con presencia humedad.	20 <input type="text"/>
D. Los cimientos de la edificación están contruidas sin ningun proyecto aprobado, sin ninguna asesoria profesional ademas cuentan con presencia de humedad; en un estado de conservación deteriorado.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 5.- DIAFRAGMAS HORIZONTALES

Características	Ki
A. El diafragma de la edificación esta compuesto de losa aligerada apoyada sobre vigas de concreto armado.	0 <input type="text"/>
B. Techo de la edificación esta estructurado de vigas de madera en buen estado.	5 <input type="text"/>
C. Techo de las edificación esta estructurado de vigas de madera en estado defectuoso.	20 <input type="text" value="x"/>
D. La edificación no cuenta con diafragma, se encuentra cubierto de calamina.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 6.- CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Características	Ki
A. Si $B1 \geq 0.80$ o $B2 \leq 0.10$	0 <input type="text"/>
B. Si $0.80 > B1 \geq 0.60$ o $0.10 < B2 \leq 0.20$	5 <input type="text" value="x"/>
C. Si $0.60 > B1 \geq 0.40$ o $0.20 < B2 \leq 0.30$	20 <input type="text"/>
D. Si $0.40 > B1$ o $0.30 < B2$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 7.- CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Características	Ki
A. Edificio con $\pm \frac{\Delta A}{A} < 10\%$	0 <input type="text" value="x"/>
B. Edificio con $\pm 10\% \leq \frac{\Delta A}{A} < 20\%$	5 <input type="text"/>
C. Edificio con $\pm 20\% \leq \frac{\Delta A}{A} < 50\%$	20 <input type="text"/>
D. Edificio con $\pm \frac{\Delta A}{A} \geq 50\%$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 8.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LOS MUROS

Características	Ki
A. Si el factor $L/S < 15$	0 <input type="text"/>
B. Si el factor está en el rango de $15 \leq L/S < 18$	5 <input type="text"/>
C. Si el factor está en el rango de $18 \leq L/S < 25$	20 <input type="text"/>
D. Si el factor $L/S \geq 25$	45 <input type="text" value="x"/>

PARÁMETRO 9.- TIPO DE CUBIERTA

Características	Ki
A. La cubierta se encuentra en estado estable debido que esta amarrada a los muros con conexiones adecuadas, elaborado de material liviano.	0 <input type="text"/>
B. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en buenas condiciones.	5 <input type="text"/>
C. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en malas condiciones.	20 <input type="text"/>
D. La cubierta se encuentra en estado inestable, en malas condiciones y presenta un desnivel.	45 <input type="text" value="x"/>

PARÁMETRO 10.- ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Características	Ki
A. La edificación no contine elementos no estructurales mal conectado a la estructura.	0 <input type="text" value="x"/>
B. La edificación contiene elementos no estructurales en buen estado y bien conectado a la estructura.	5 <input type="text"/>
C. La edificación contiene elementos no estructurales deteriorados debido a su antigüedad que puedan producir daños no muy peligrosos.	20 <input type="text"/>
D. La edificación presenta cual otro elemento no estructural en mal estado estando mal conectado a las estructura del techo con la posibilidad de colapsar.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 11.- ESTADO DE CONSERVACIÓN

Características	Ki
A. La edificación se encuentra en condiciones adecuadas ademas no presenta fisura.	0 <input type="text"/>
B. La edificación se encuentra con deterioros leves en los elementos estructurales y asu vez no presentan fisuras.	5 <input type="text"/>
C. La edificación se encuentra con deterioros en los elementos estructurales y asu vez presentan fisuras.	20 <input type="text" value="x"/>
D. La edificación se encuentra con deterioros en los muros al igual que se presenta agrietamiento debido a las fallas por flexión, por momento y corte.	45 <input type="text"/>

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA

Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ki	5	0	45	5	20	5	0	45	45	0	20
Wi	1.00	0.25	1.50	0.75	1.00	0.50	1.00	0.25	1.00	0.25	1.00

INDICE DE VULNERABILIDAD	DIVISIÓN	Iv(%)	NIVEL DE VULNERABILIDAD
175	3.825	45.7516	ALTA

CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor (%)	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación según E.I
ALTA	Mayor a 35	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
MEDIA	Entre 15 a 35	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad interna	
BAJA	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°: **002**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 3 de 5

PARTE 2 : MÉTODO DE INDECI

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe (X)	4	6 Adobe reforzado ()	3	8 Albañilería confinada ()	2	9 Concreto armado ()	1
2 Quincha ()		7 Albañilería ()		10 Acero ()			
3 Mampostería ()							
4 Madera ()							
5 Otros ()							

2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE UN INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo construccion ()	3	3 Solo diseño ()	3	4 Sí, totalmente ()	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Más de 50 años ()	4	2 De 20 a 49 años ()	3	3 De 3 a 19 años (X)	2	4 De 0 a 2 años ()	1

4. TIPO DE SUELO

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ()	4	4 Deposito de suelos finos ()	3	6 Granular, fino y arcilloso (X)	2	7 Suelos rocosos ()	1
2 Depósitos marinos ()		5 Arena de gran espesor ()					
3 Pantanos, turba ()							

5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA

Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% (X)	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA

Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% (X)	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

7. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN PLANTA

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1

8. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN ELEVACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/ No Existen (X)	4	2 Sí / No Requiere ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores (X)	1

10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/ No Existen (X)	4	2 Sí / No Requiere ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA

11.1 No existen/Son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen Estado	Valor
1 Cimiento ()	4	1 Cimiento ()	3	1 Cimiento (X)	2	1 Cimiento ()	1
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()			
3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()		3 Muros portantes (X)			
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()			
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)			

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR:

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad (X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	6 Densidad de muros inadecuada (X)	4	1 No aplica ()	0
2 Cargas laterales ()		5 Debilitamiento por sobrecarga ()		7 Otros ()			
3 Colapso elementos de entorno ()							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

FICHA N°: 002

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 4 de 5

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos del apartado 3.1

A.- SUMATORIA DE VALORES DE LA PARTE 3.11 CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Valor	4	4	3	2	2	2	1	1	4	1	2	4	30

B.- CALIFICACIÓN DE NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

NIVEL DE VULNERABILIDAD	Rango de Valor	CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial zona de Seguridad interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	

La vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud

3.3.- RECOMENDACIONES PARA EL JEFE (A) DE HOGAR

Nivel de vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para cada caso de SISMOS (*)	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	<p>La vivienda NO DEBE SER HABITADA</p> <p>Muy importante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - SI el Nivel vulnerabilidad corresponde a factores inherentes al Tipo de Suelo, ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es definitiva - Si el Nivel vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar reconstrucción si el uso del terreno es adecuado. 	(X)
ALTO	<p>En caso de sismo se debe EVACUAR la edificación en forma inmediata:</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()
MODERADO	<p>Determinar y/o REFORZAR la potencial Zona de Seguridad Interna:</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos;</p> <p>Reforzar vía de evacuación;</p> <p>Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()
BAJO	<p>Determinar la Zona de Seguridad Interna;</p> <p>Determinar la vía de evacuación</p> <p>Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible;</p> <p>Reconocer la zona de Seguridad exterior:</p> <p>Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares</p>	()

Otras recomendaciones :

Nota. Fuente: Adaptado de la ficha de verificación del Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI (2010)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"



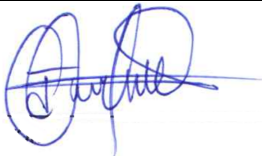
FICHA N°: **002**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 5 de 5

PARTE 4 : PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN
	EL ESTADO DE TECHO DE CALAMINA EN CONDICIONES NORMALES
	EL ESTADO OPERATIVO DE LAS VENTANAS BAJO CONDICIONES ESTANDAR
	EL ESTADO DEL MURO EN CONDICIONES REGULARES

RESPONDABLE DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	ASESOR
	
NOMBRES: Bach. FRANCO ELVIS ACERO FLORES	NOMBRES: Msc. Ing. EDGAR CHURA AROCUTIPA
	
NOMBRES: Bach. JAVIER MAMANI ATENCIO	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACION

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°:

003

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna.

Pag. 1 de 5

PARTE 1 : MÉTODO BENEDETTI PETRINI

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VIVIENDA

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA		2. DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA		Puerta N°	S/N	1. Avenida ()
1. Departamento	Tacna	Nombre de la Calle, Av, Jr, etc		Interior	S/N	2. Calle (x)
2. Provincia	Tarata	CALLE TACNA		Piso	2	3. Jirón ()
3. Distrito	Tarata			Mz	62	4. Pasaje ()
				Lote	7	5. Otros ()

B. CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS

PARÁMETRO 1.- ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Marca con un check "✓" o una cruz "X", teniendo en cuenta la figura 1

Características	Ki
A. Las edificaciones de adobe están construidas con la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada	0 <input type="checkbox"/>
B. Las edificaciones de adobe cuentan con elementos de arrioste tanto verticales como horizontales; sin contar con asesoría profesional.	5 <input checked="" type="checkbox"/>
C. Las edificaciones de adobe solo cuentan con elementos de arrioste horizontal además no han tenido asesoría profesional, sin embargo tienen una adecuada distribución de muros.	20 <input type="checkbox"/>
D. Las edificaciones de adobe están construidas sin presentar ningún elemento de arrioste en sus lados, no han tenido asesoría profesional y tampoco cuentan con una adecuada distribución de muros.	45 <input type="checkbox"/>



Figura 1. Vivienda a describir

PARÁMETRO 2.- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Características	Ki
A. Esta clase de sistema resistente consta de tres características: 1. Los bloques de adobe son homogéneos en todo el área del muro además de tener dimensiones continuas. 2. Apariencia de verticalidad entre cada bloque de adobe. 3. Homogeneidad del espesor de las juntas realizadas con mortero de barro.	0 <input type="checkbox"/>
B. Solo muestra dos características de la clase A.	5 <input checked="" type="checkbox"/>
C. Solo muestra una característica de la clase A.	20 <input type="checkbox"/>
D. No muestra ninguna de las características de la clase A.	45 <input type="checkbox"/>

PARÁMETRO 3.- RESISTENCIA CONVENCIONAL

Llenar los espacios en blanco y líneas punteadas

3.1 Croquis	3.2 Especificar según lo observado en la estructura										
<p style="text-align: center;">PLANO ARQ. NIVEL 1 1/50</p>	<p>Números de pisos (N): 2.00 Ps: Peso del diafragma (tn/m2): 0.00</p> <p>Ax: Área de muros en X (m2): 5.73 At: Área total construida (m2): 13.83</p> <p>Ay: Área de muros en Y (m2): 8.10 Ac: Área de cubierta (m2): 88.32</p> <p>h: Altura promedio de entrepiso: 2.63 Pc: Peso de cubierta (tn/m2): 0.03</p> <p>Pm: Peso de mampostería (tn/m3): 1.60 Ao: Área de otros techos (m2): 0.00</p> <p>Número de diafragmas (M): 1.00 Po: Peso de otros techos (tn/m2): 0.15</p>										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Características</th> <th style="text-align: center;">Ki</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Si $DD < 0.50$</td> <td style="text-align: center;">0 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$</td> <td style="text-align: center;">5 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$</td> <td style="text-align: center;">20 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>D. Si $DD \geq 1.5$</td> <td style="text-align: center;">45 <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Características	Ki	A. Si $DD < 0.50$	0 <input type="checkbox"/>	B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5 <input type="checkbox"/>	C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20 <input type="checkbox"/>	D. Si $DD \geq 1.5$	45 <input checked="" type="checkbox"/>
Características	Ki										
A. Si $DD < 0.50$	0 <input type="checkbox"/>										
B. Si $0.5 \leq DD < 1.0$	5 <input type="checkbox"/>										
C. Si $1.0 \leq DD < 1.5$	20 <input type="checkbox"/>										
D. Si $DD \geq 1.5$	45 <input checked="" type="checkbox"/>										



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, REGIÓN DE TACNA-2023"

FICHA N°: **003**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Región de Tacna

Pag. 2 de 5

PARÁMETRO 4.- POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

Características	Ki
A. Los cimientos de la edificación están contruidos según la norma E.080 Adobe, además no presentan humedad.	0 <input type="text"/>
B. Los cimientos de la edificación estan contruidos según la norma E.080 Adobe, sin embargo, presentan humedad.	5 <input checked="" type="text"/>
C. Los cimientos de la edificación están contruidos sin ningun proyecto aprobado, sin asesoria profesional además cuentan con presencia humedad.	20 <input type="text"/>
D. Los cimientos de la edificación están contruidas sin ningun proyecto aprobado, sin ninguna asesoria profesional ademas cuentan con presencia de humedad; en un estado de conservación deteriorado.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 5.- DIAFRAGMAS HORIZONTALES

Características	Ki
A. El diafragma de la edificación esta compuesto de losa aligerada apoyada sobre vigas de concreto armado.	0 <input type="text"/>
B. Techo de la edificación esta estructurado de vigas de madera en buen estado.	5 <input type="text"/>
C. Techo de las edificación esta estructurado de vigas de madera en estado defectuoso.	20 <input checked="" type="text"/>
D. La edificación no cuenta con diafragma, se encuentra cubierto de calamina.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 6.- CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Características	Ki
A. Si $B1 \geq 0.80$ o $B2 \leq 0.10$	0 <input type="text"/>
B. Si $0.80 > B1 \geq 0.60$ o $0.10 < B2 \leq 0.20$	5 <input checked="" type="text"/>
C. Si $0.60 > B1 \geq 0.40$ o $0.20 < B2 \leq 0.30$	20 <input type="text"/>
D. Si $0.40 > B1$ o $0.30 < B2$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 7.- CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Características	Ki
A. Edificio con $\pm \frac{\Delta d}{A} < 10\%$	0 <input checked="" type="text"/>
B. Edificio con $\pm 10\% \leq \frac{\Delta d}{A} < 20\%$	5 <input type="text"/>
C. Edificio con $\pm 20\% \leq \frac{\Delta d}{A} < 50\%$	20 <input type="text"/>
D. Edificio con $\pm \frac{\Delta d}{A} \geq 50\%$	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 8.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LOS MUROS

Características	Ki
A. Si el factor L/S < 15	0 <input type="text"/>
B. Si el factor está en el rango de $15 \leq L/S < 18$	5 <input type="text"/>
C. Si el factor está en el rango de $18 \leq L/S < 25$	20 <input type="text"/>
D. Si el factor L/S ≥ 25	45 <input checked="" type="text"/>

PARÁMETRO 9.- TIPO DE CUBIERTA

Características	Ki
A. La cubierta se encuentra en estado estable debido que esta amarrada a los muros con conexiones adecuadas, elaborado de material liviano.	0 <input type="text"/>
B. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en buenas condiciones.	5 <input type="text"/>
C. La cubierta se encuentra en estado inestable, elaborado con material liviano y se encuentra en malas condiciones.	20 <input type="text"/>
D. La cubierta se encuentra en estado inestable, en malas condiciones y presenta un desnivel.	45 <input checked="" type="text"/>

PARÁMETRO 10.- ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Características	Ki
A. La edificación no contine elementos no estructurales mal conectado a la estructura.	0 <input checked="" type="text"/>
B. La edificación contiene elementos no estructurales en buen estado y bien conectado a la estructura.	5 <input type="text"/>
C. La edificación contiene elementos no estructurales deteriorados debido a su antigüedad que puedan producir daños no muy peligrosos.	20 <input type="text"/>
D. La edificación presenta cual otro elemento no estructural en mal estado estando mal conectado a las estructura del techo con la posibilidad de colapsar.	45 <input type="text"/>

PARÁMETRO 11.- ESTADO DE CONSERVACIÓN

Características	Ki
A. La edificación se encuentra en condiciones adecuadas ademas no presenta fisura.	0 <input type="text"/>
B. La edificación se encuentra con deterioros leves en los elementos estructurales y asu vez no presentan fisuras.	5 <input type="text"/>
C. La edificación se encuentra con deterioros en los elementos estructurales y asu vez presentan fisuras.	20 <input checked="" type="text"/>
D. La edificación se encuentra con deterioros en los muros al igual que se presenta agrietamiento debido a las fallas por flexión, por momento y corte.	45 <input type="text"/>

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA

Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ki	5	5	45	5	20	5	0	45	45	0	20
Wi	1.00	0.25	1.50	0.75	1.00	0.50	1.00	0.25	1.00	0.25	1.00

INDICE DE VULNERABILIDAD	DIVISIÓN	Iv(%)	NIVEL DE VULNERABILIDAD
176.25	3.825	46.0784	ALTA

CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor (%)	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación según E.I
ALTA	Mayor a 35	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
MEDIA	Entre 15 a 35	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad interna	
BAJA	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA - 2023"

FICHA N°: **003**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 3 de 5

PARTE 2 : MÉTODO DE INDECI

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe (X)	4	6 Adobe reforzado ()	3	8 Albañilería confinada ()	2	9 Concreto armado ()	1
2 Quincha ()		7 Albañilería ()		10 Acero ()			
3 Mampostería ()							
4 Madera ()							
5 Otros ()							

2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE UN INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo construccion ()	3	3 Solo diseño ()	3	4 Sí, totalmente ()	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Más de 50 años ()	4	2 De 20 a 49 años ()	3	3 De 3 a 19 años (X)	2	4 De 0 a 2 años ()	1

4. TIPO DE SUELO

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ()	4	4 Deposito de suelos finos ()	3	6 Granular, fino y arcilloso (X)	2	7 Suelos rocosos ()	1
2 Depósitos marinos ()		5 Arena de gran espesor ()					
3 Pantanos, turba ()							

5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA

Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% (X)	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA

Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% (X)	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% y 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1

7. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN PLANTA

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1

8. CONFIGURACIÓN GEMÉTRICA EN ELEVACIÓN

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ()	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/ No Existen (X)	4	2 Sí / No Requiere ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores (X)	1

10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/ No Existen (X)	4	2 Sí / No Requiere ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA

11.1 No existen/Son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen Estado	Valor
1 Cimiento ()	4	1 Cimiento ()	3	1 Cimiento (X)	2	1 Cimiento ()	1
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()			
3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()		3 Muros portantes (X)			
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()			
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)			

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR:

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad (X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	6 Densidad de muros inadecuada (X)	4	1 No aplica ()	0
2 Cargas laterales ()		5 Debilitamiento por sobrecarga ()		7 Otros ()			
3 Colapso elementos de entorno ()							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN

TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

FICHA N°: 003

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 4 de 5

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos del apartado 3.1

A.- SUMATORIA DE VALORES DE LA PARTE 3.11 CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Valor	4	4	3	2	1	1	1	1	4	1	2	4	28

B.- CALIFICACIÓN DE NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

NIVEL DE VULNERABILIDAD	Rango de Valor	CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales No es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial zona de Seguridad interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de seguridad dentro de la edificación	

La vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud

3.3.- RECOMENDACIONES PARA EL JEFE (A) DE HOGAR

Nivel de vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para cada caso de SISMOS (*)	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	La vivienda NO DEBE SER HABITADA Muy importante : - SI el Nivel vulnerabilidad corresponde a factores inherentes al Tipo de Suelo, ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es definitiva - Si el Nivel vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar reconstrucción si el uso del terreno es adecuado.	(X)
ALTO	En caso de sismo se debe EVACUAR la edificación en forma inmediata: Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible; Reconocer la zona de Seguridad exterior: Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares	()
MODERADO	Determinar y/o REFORZAR la potencial Zona de Seguridad Interna: Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar vía de evacuación; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible; Reconocer la zona de Seguridad exterior: Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares	()
BAJO	Determinar la Zona de Seguridad Interna; Determinar la vía de evacuación Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible; Reconocer la zona de Seguridad exterior: Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares	()

Otras recomendaciones :

Nota. Fuente: Adaptado de la ficha de verificación del Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI (2010)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE EVALUACIÓN




TESIS: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE DEL DISTRITO DE TARATA, PROVINCIA DE TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA-2023"

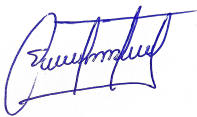


FICHA N°: **003**

ZONA DE ESTUDIO: Distrito de Tarata, Provincia de Tarata, Departamento de Tacna

Pag. 5 de 5

PARTE 4 : PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN
	ESTADO DE VENTANAS EN BUENAS CONDICIONES
	ESTADO DEL TECHO EN CONDICIONES REGULARES
	SE OBSERVA LA BASE DE MUROS CON PRESENCIA DE CALICHE

RESPONDABLE DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	ASESOR
	
NOMBRES: Bach. FRANCO ELVIS ACERO FLORES	NOMBRES: Msc. Ing. EDGAR CHURA AROCUTIPA
	
NOMBRES: Bach. JAVIER MAMANI ATENCIO	

**ANEXO 10: RESUMEN DE EVALUACIÓN MÉTODO DE BENEDETTI –
PETRINI**

ANEXO 11: RESUMEN DE FICHAS DE EVALUACIÓN MÉTODO DE INDECI

