

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco, 2024

Asesor:

Mg. Ing. Mamani Cutipa, Ambrosio

Presentado por:

Moina Huilca, Charly Epifanio

Labra Corrales, Wilber

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Cusco - Cusco – Perú

2025



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Acta N°: 015

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Cusco, a los 30 días del mes de Diciembre del 2025, siendo las 9:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Sub Directoral N° 560-2025-UTEA-FC-FI-EPIC de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mg. Laime Calvo Edixon
Dictaminante:	Mg. Chávarry Morvelí Daniel
Replicante :	MBA. Salluca Rodríguez Marlon Javier

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco, 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br.: Moina Huilca Charly Epifanio

(Apellidos y Nombres)

Br.: Labra Corrales Wilber

(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

(Denominación del Título)

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) **APROBADO (S)**:

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Br. Moina Huilca Charly Epifanio	Aprobado
Br. Labra Corrales Wilber	Aprobado

Siendo las 10:30 a.m horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mg. Laime Calvo Edixon

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Dictaminante: Mg. Chávarry Morvelí Daniel

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Replicante: MBA. Salluca Rodríguez Marlon Javier

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(Firma)

(Firma)

(*): **Mayoría**: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; **Unanimidad**: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.

(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.




9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el Informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de Integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos de Autor		
Apellidos y Nombres	:	Moina Huillca, Charly Epifanio Labra Corrales, Wilber
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	70745358 48632444
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0000-5460-4844 https://orcid.org/0009-0004-0981-7559
Datos del Asesor		
Apellidos y Nombres	:	Mg. Ing. Mamani Cutipa, Ambrosio
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	29894927
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0002-6591-6621
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería civil
Línea de Investigación	:	Gestión de Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de Años en que se Realizó la Investigación	:	Julio 2024 - marzo 2025
Fuente de Financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de Similitud	:	9%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Gracias Dios Padre por la infinita ayuda de sacarme adelante sabiendo que no tenía fuerzas para levantarme del abismo en que me encontraba.

A mi Madre Herminia Huillca Peralta, por estar a mi lado mientras me faltaban las ganas de respirar, su cariño logró mi éxito.

A mi padre Epifanio Moina Huarancca gracias por tu cariño, apoyo y compromiso de ayudarme, todo eso sumó mi valentía de forjarme.

Charly Epifanio Moina Huillca

A Dios que me concede la vida y me permite seguir con mis objetivos y llegar a este momento tan anhelado.

A mis padres: Justo Labra Atayupanqui, Susana Eustaquia Corrales Chara. Esposa Sara Casilla Suelli y a mis hermanos que con su calidez, fe y amor me inculcaron seguir hacia adelante, otorgándome la representación digna de superación y entrega.

Wilber Labra Corrales.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a nuestra “Alma Mater” la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, centro superior de estudios que nos brindó la oportunidad de formarnos y forjarnos en nuestro camino profesional.

A nuestro asesor de tesis Mgt. Ing. Ambrocio Mamani Cutipa por su apoyo incondicional, por compartir sus conocimientos y experiencias, por su paciencia y su aliento que lograron que podamos concluir con éxito, este trabajo de investigación.

A nuestros docentes que a lo largo de nuestra formación profesional han aportado con su rectitud y visión crítica en nuestra formación profesional, mil gracias por sus consejos y sus enseñanzas.

Resumen

En el presente estudio sobre la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco, se identificó la necesidad de evaluar estos edificios históricos debido a su elevada exposición a riesgos sísmicos y su falta de medidas sismorresistentes. Los edificios antiguos de la región, construidos principalmente en adobe y piedra, presentan una alta susceptibilidad a los efectos devastadores de los terremotos, exacerbada por su antigüedad y el deterioro causado por factores naturales como la lluvia y los cambios de temperatura. El objetivo de la investigación fue determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de estas casonas en el año 2024. Para ello, se empleó un enfoque deductivo e hipotético, con una investigación de tipo aplicada y un diseño no experimental y descriptivo. La metodología incluyó estudios de mecánica de suelos y modelado estructural en Etabs, así como la aplicación de la norma E-080. Los resultados indicaron que las casonas evaluadas, como Hacienda Angostura, Hacienda Escobar y Hacienda Buena Vista, mostraron un nivel de vulnerabilidad "Muy Alto a bajo" debido a su antigüedad, la construcción en adobe y la ausencia de refuerzos sísmicos. Se concluye que estas edificaciones tienen un alto potencial riesgo de colapso en caso de un sismo, destacando la necesidad de intervenciones para mejorar su resiliencia sísmica y preservar el patrimonio arquitectónico de la región.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, adobe, etabs, norma E-080.

Abstrac

In the present study on the determination of the seismic vulnerability of mansions in the province of Cusco, the need to assess these historic buildings was identified due to their high exposure to seismic risks and their lack of earthquake-resistant measures. The old buildings in the region, built mainly of adobe and stone, are highly susceptible to the devastating effects of earthquakes, exacerbated by their age and the deterioration caused by natural factors such as rain and temperature changes. The objective of the research was to determine the level of seismic vulnerability of these mansions in the year 2024. To do so, a deductive and hypothetical approach was used, with applied research and a non-experimental and descriptive design. The methodology included soil mechanics studies and structural modeling in Etabs, along with direct observation and the use of standardized formats from INDECI and Cardona and Hurtado to collect and analyze the data. The results indicated that the houses evaluated, such as Hacienda Angostura, Hacienda Escobar and Hacienda Buena Vista, showed a "Very High to low" level of vulnerability due to their age, adobe construction and the absence of seismic reinforcements. It is concluded that these buildings have a high risk of collapse in the event of an earthquake, highlighting the need for interventions to improve their seismic resilience and preserve the architectural heritage of the region.

Keywords: Seismic vulnerability, etabs, standard E-080.

Índice

Portada	i
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen	vii
Abstrac	viii
Índice.	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiii
Índice de anexos	xviii
I. Introducción.....	19
II. Planteamiento del problema.....	21
2.1. Descripción y formulación del problema.....	21
2.2. Objetivos	26
2.2.1. Objetivo General	26
2.2.2. Objetivos Específicos.....	26
2.3. Justificación e importancia	26
2.4. Hipótesis	29
2.5. Variables	30
III. Marco teórico	32

3.1. Antecedentes de investigación.....	32
3.2. Bases teóricas.....	39
3.3. Definición de términos.....	44
IV. Metodología.....	48
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	48
4.2. Ámbito temporal y espacial	48
4.3. Población, muestra.....	49
4.4. Instrumentos.....	50
4.5. Procedimientos.....	53
4.6. Análisis de datos	57
4.7. Consideraciones éticas	58
V. Resultados y discusión.....	60
VI. Conclusiones.....	105
VII. Recomendaciones.....	106
VIII. Referencias	108
IX Anexos	114

Índice de tablas

Tabla 1	Matriz de operacionalización de variables.....	30
Tabla 2	Ubicación casona angostura	60
Tabla 3	Ubicación hacienda Escobar.....	61
Tabla 4	Ubicación hacienda Buena Vista.....	63
Tabla 5	Limites Geométricos eje X Angostura	66
Tabla 6	Densidad de muro eje X	67
Tabla 7	Limites geométricos eje Y Angostura	68
Tabla 8	Densidad de muros eje Y	69
Tabla 9	Limites Geométricos eje x Escobar	71
Tabla 10	Densidad de muros eje X Escobar	72
Tabla 11	Limites geométricos eje Y Escobar	73
Tabla 12	Densidad de muro eje Y Escobar.....	74
Tabla 13	Limites geométricos eje X Buena Vista	76
Tabla 14	Densidad de muros eje X.....	77
Tabla 15	Limites Geométricos Eje Y Buena Vista.....	78
Tabla 16	Densidad de muros eje Y Buena Vista	79
Tabla 17	Metrado de cargas.....	80
Tabla 18	Esfuerzos eje X Angostura	81
Tabla 19	Cortante eje X angostura	84
Tabla 20	Cortante Eje Y Angostura.....	85
Tabla 21	Derivas eje X Angostura.....	86
Tabla 22	Derivas eje Y Angostura.....	86
Tabla 23	Calificación de nivel de Vulnerabilidad casona angostura.....	87
Tabla 24	Demanda de Ductilidad Angostura.....	87

Tabla 25	Metrado de cargas	88
Tabla 26	esfuerzos Escobar	88
Tabla 27	Cortante eje X Escobar	89
Tabla 28	Cortante eje Y Escobar	90
Tabla 29	Derivas eje X Escobar	91
Tabla 30	Derivas eje Y Escobar	91
Tabla 31	calificación de nivel de vulnerabilidad casona Escobar	92
Tabla 32	Demanda de Ductilidad Escobar	93
Tabla 33	Metrado de cargas	93
Tabla 34	Esfuerzo eje X Buena Vista	94
Tabla 35	Cortante eje X Buena Vista	95
Tabla 36	Cortante Eje Y Buena Vista.....	96
Tabla 37	Derivas Eje X Buena Vista	97
Tabla 38	Derivas Eje Y Buena Vista	97
Tabla 39	Calificación de nivel de Vulnerabilidad casona angostura.....	99
Tabla 40	Demanda de Ductilidad Buena Vista.....	99
Tabla 41	Muro MY05 reemplazado con adobe nuevo de espesor de 85cm	100
Tabla 42	Nuevas Derivas reforzadas eje X.....	101
Tabla 43	Nuevas Derivas reforzadas eje Y	101
Tabla 44	Categoría y estado de daños.	145
Tabla 45	Propiedades físicas del suelo de la Hacienda Angostura.....	157
Tabla 46	Categoría y estado de daños	171
Tabla 47	Propiedades físicas del suelo de la Hacienda Escobar.....	188
Tabla 48	Categoría y estado de daños	203
Tabla 49	Propiedades físicas del suelo de la Hacienda Buena vista.....	218

Índice de figuras

Figura 1 Exposición social	41
Figura 2 Exposición económica	42
Figura 3 Ubicación política general del Proyecto Angostura.....	60
Figura 4 Ubicación local del Proyecto angostura.....	61
Figura 5 Ubicación política general del proyecto Escobar.....	62
Figura 6 Ubicación local del Proyecto Escobar.....	62
Figura 7 Ubicación política general del proyecto.....	63
Figura 8 Ubicación local del proyecto.....	64
Figura 9 Vista del patio principal de la Hacienda Angostura.....	65
Figura 10 Vista de la fachade de la hacienda Escobar	70
Figura 11 Vista de la fachada de la hacienda Buena Vista.....	75
Figura 12 Falla en el muro 05, eje Y	82
Figura 13 Muro MY 05 a reemplazar	83
Figura 14 desplazamientos X,Y Angostura.....	98
Figura 15 Reforzamiento con malla electrosoldada en ambas de los muros.....	102
Figura 16 Diseño en planta del 1er piso de la Hacienda Angostura.....	131
Figura 17 Diseño en planta del 2do piso de la Hacienda Angostura.....	132
Figura 18 Diseño en corte de la Hacienda Angostura	133
Figura 19 Material del techo de la Hacienda Angostura	135
Figura 20 Material del techo de la Hacienda Angostura	135
Figura 21 Material del techo de la Hacienda Angostura	136
Figura 22 Grietas en muros.	136
Figura 23 Refuerzos improvisados	137

Figura 24	Desmoronamiento de secciones de muros de adobe	137
Figura 25	Vista en planta de los muros portantes y sus dimensiones.....	143
Figura 26	Modelado 3D en Etabs	146
Figura 27	Normas utilizadas	146
Figura 28	Zonas sísmicas del Perú	148
Figura 29	Asignación de ancho de muro	150
Figura 30	Visualización en planta primer piso Angostura	150
Figura 31	Visualización en planta primer piso Angostura	151
Figura 32	Limite Geométrico de muros y vanos Angostura	151
Figura 33	Ensayo de compresión.....	154
Figura 34	Ensayo de compresión diagonal.....	155
Figura 35	Excavación de calicata en Hacienda Angostura.....	155
Figura 36	Perfil estratigráfico Hacienda Angostura	156
Figura 37	Vista de la fachade de la hacienda Escobar	159
Figura 38	Material de los ambientes de la Hacienda Escobar	159
Figura 39	Diseño en planta del 1er piso de la Hacienda Escobar.....	160
Figura 40	Diseño en planta del 2do piso de la Hacienda Escobar.....	160
Figura 41	Diseño en corte de la Hacienda Escobar	161
Figura 42	Material del techo de la Hacienda Escobar	162
Figura 43	Material de los muros de la Hacienda Escobar	162
Figura 44	Material de vigas en la Hacienda Escobar	163
Figura 45	Grietas y perdida de sección	163
Figura 46	Vista en planta de los muros portantes y sus dimensiones.....	169
Figura 47	Modelo 3d Etabs Hacienda Escobar	172
Figura 48	Normas utilizadas.....	172

Figura 49	Capítulo I y artículo 1 de la norma E.080	174
Figura 50	Capitulo II y artículo 4 de la norma E.080	174
Figura 51	Zonas sísmicas del Perú	175
Figura 52	Capitulo V de la norma E.080	176
Figura 53	artículo 6 de la norma E.080	176
Figura 54	Asignación materiales Hacienda Escobar	177
Figura 55	Resistencia del abobe según laboratorio	177
Figura 56	Asignación de resistencia a la compresión.....	178
Figura 57	Asignación de materiales	178
Figura 58	Artículo 6.2 de la norma E.080	179
Figura 59	Visualización en Etabs primer piso Hacienda Escobar.....	179
Figura 60	Asignación de Ancho de muro	180
Figura 61	Artículo 6.3 de la norma e.080.....	180
Figura 62	Limite geométrico de muros y vanos	180
Figura 63	Artículo 6.8 de la norma E.080	181
Figura 64	Carga sísmica en el eje X y Y	183
Figura 65	Capitulo II y artículo 8 de la norma E.080	184
Figura 66	Artículo 8.2 de la norma E.080	184
Figura 67	Ensayo de compresión Hacienda Escobar.....	184
Figura 68	Resistencia del Adobe	185
Figura 69	Artículo 8.5 de la norma E.080	185
Figura 70	Ensayo de compresión diagonal Hacienda Escobar.....	186
Figura 71	Excavación de calicata en Hacienda Escobar	187
Figura 72	Perfil estratigráfico Hacienda Escobar.....	187
Figura 73	Modelo sísmico en planta.....	189

Figura 74 Modelo sísmico en 3D	189
Figura 75 Vista de la fachade de la hacienda Buena Vista.....	191
Figura 76 Diseño en planta del 1er piso de la Hacienda Buena Vista.....	192
Figura 77 Diseño en corte de la Hacienda Buena Vista	193
Figura 78 Material del techo de la Hacienda Buena Vista	194
Figura 79 Material de los muros de la Hacienda Buena Vista	194
Figura 80 Material de vigas en la Hacienda Buena Vista.....	195
Figura 81 Grietas y perdida de sección	195
Figura 82 Vista en planta de los muros portantes y sus dimensiones.....	201
Figura 83 Modelo 3D Etabs Hacienda Buena vista.....	204
Figura 84 Normas utilizadas.....	205
Figura 85 capítulo I y articulo 1 de la norma E.080	206
Figura 86 Capitulo II y articulo 4 de la norma E.080.....	207
Figura 87 Zonas sísmicas Perú	207
Figura 88 Artículo 6 de la Norma E.080	208
Figura 89 Asignación de muro	209
Figura 90 Visualización Etabs primer piso Hacienda Buena Vista.....	209
Figura 91 Visualización Etabs techo Hacienda Buena Vista	210
Figura 92 Limite Geométricos de muros y vanos.....	210
Figura 93 Artículo 6.8 de la norma E.080	211
Figura 94 Carga sísmica en el eje X y Y	213
Figura 95 Capítulo II y articulo 8 de la norma E.080.....	214
Figura 96 Artículo 8.2 de la Norma E.080	214
Figura 97 Ensayo de compresión.....	215
Figura 98 Asignación de resistencia del Adobe	215

Figura 99 Ensayo de compresión diagonal.....	216
Figura 100 Excavación de calicata en Hacienda Buena Vista.....	217
Figura 101 Perfil estratigráfico Buena Vista	217
Figura 102 Modelo sísmico en planta.....	220
Figura 103 Modelo sísmico en 3D	220
Figura 104 Desplazamientos en el eje X e Y.....	221

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia	115
Anexo 2 Validación de instrumentos	117
Anexo 3 Certificado de calibración del equipo de laboratorio	126
Anexo 4 Planos, análisis sísmico casona Angostura	130
Anexo 5 Planos, análisis sísmico Casona Escobar	158
Anexo 6 Planos, análisis sísmico Casona Buena Vista	190
Anexo 7 Panel fotográfico.....	219

I. Introducción

Los terremotos, especialmente en zonas vulnerables, representan uno de los mayores riesgos para la vida, los bienes y el medio ambiente. Su repentino surgimiento, el estruendo y la intensidad de sus sacudidas pueden transformar una ciudad en ruinas en cuestión de segundos. Además, generan efectos secundarios como grietas, hundimientos del terreno y deslizamientos de laderas, creando temor e impotencia en la sociedad.

Perú, ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, es altamente sísmico debido a la colisión de las placas de Nazca y Sudamericana, proceso de subducción que forma su geografía con cordilleras, volcanes y valles. La mayoría de los sismos ocurren en la costa, causando daños y tsunamis, mientras que otros se generan por la deformación en la cordillera y zona sub andina. A lo largo de los últimos seiscientos años, se han registrado numerosos eventos sísmicos y tsunamis, pero la prevención de desastres sigue siendo un desafío (Tavera, 2020).

En ese sentido el adobe, es un material tradicionalmente utilizado en la construcción de estructuras, presenta una alta vulnerabilidad ante riesgos sísmicos debido a su peso excesivo y su limitada capacidad para disipar energía durante movimientos telúricos. Las construcciones de adobe son propensas a sufrir daños estructurales severos, como agrietamientos graves, desintegración de muros y colapsos, lo que puede resultar en pérdidas

significativas tanto en términos de vidas humanas como de patrimonio. Es fundamental implementar medidas de evaluación y reforzamiento para mejorar la resistencia sísmica de estas estructuras y garantizar su durabilidad frente a eventos sísmicos (Chacón Sánchez et al., 2021).

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Desde un enfoque histórico, los terremotos han representado episodios lamentables de la naturaleza, que ponen a prueba la resistencia de las construcciones. Estos acontecimientos provocan daños en las infraestructuras, conllevan pérdidas tanto económicas como de vidas humanas. Esta reflexión subraya la relevancia de la ingeniería sísmica, ya que se hace necesario tener la capacidad de idear y erigir edificaciones que exhiban una sólida confiabilidad frente a eventos sísmicos (Gatica, 2013).

Los terremotos son el fenómeno más destructivo al que los humanos pueden estar expuestos; el momento exacto en que ocurre un terremoto no siempre es predecible y puede ocurrir sin ninguna alarma previa. Los terremotos destruyen edificios y causan muchas muertes entre los habitantes. Los eventos sísmico severos pueden causar graves daños a los edificios o hacer que colapsen. Estudios previos han demostrado que los daños estructurales causados por los terremotos son la causa de grandes desplazamientos. Los edificios se diseñan con paredes de cortante para evitar que las cargas laterales ingresen a la estructura. De esta manera, es posible prevenir grandes desplazamientos y los daños que pueden producirse en los edificios (Algamati et al., 2023).

El análisis de una estructura está centrado en la búsqueda del posible comportamiento que pueda presentar la edificación durante un sismo. En la actualidad, este tipo de análisis se desarrollan de acuerdo a las normas sísmicas. Su importancia radica en

que el sismo, luego de llegar a la edificación, deforma los elementos que constituyen la estructura y provoca alteraciones que pueden perjudicar su rigidez.

El contexto geotécnico y sísmico en Perú ha experimentado una transformación significativa, impulsada en gran medida por eventos sísmicos que han dejado una marca indeleble en la conciencia nacional. El terremoto devastador de 2007, que afectó gravemente las regiones de Chíncha y Pisco, actuó como un catalizador para una revisión exhaustiva de las normativas existentes. La respuesta a este evento fue la revisión de la norma E.030, una medida crucial para evaluar y fortalecer las medidas de seguridad estructural en el país. Este proceso de revisión se desencadenó directamente por el análisis de los daños que sufrieron las edificaciones en la zona afectada. Los resultados de esta revisión llevaron a una actualización integral de la norma, abordando no solo los aspectos sísmicos sino también incorporando una visión más detallada sobre las irregularidades estructurales (V. Alfaro, 2017). Con la norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada, aprobada con Resolución Ministerial 121-2017-VIVIENDA con fecha 3 de abril de 2017, nos proporciona una metodología de evaluación, reparación y restauración de bienes inmuebles construidos con tierra.

Entre las modificaciones clave, se definió una nueva zona sísmica, reflejando una comprensión más precisa de las amenazas sísmicas en diferentes regiones del país. Además, se introdujeron periodos largos para calcular el coeficiente de amplificación sísmica, lo que evidencia un enfoque más matizado y preciso en la evaluación del riesgo sísmico. Esta actualización no solo representa una respuesta a las deficiencias reveladas por eventos sísmicos anteriores, sino que también proyecta una visión proactiva para anticipar y abordar futuros riesgos. La incorporación de factores específicos para tratar las irregularidades en las estructuras constituye un paso adelante en la dirección de la seguridad estructural. Esto demuestra un compromiso serio con la identificación y mitigación de riesgos en estructuras

que, de lo contrario, podrían pasar desapercibidos en evaluaciones menos detalladas (V. Alfaro, 2017).

La ciudad de Cusco, más allá de su riqueza cultural e histórica, se enfrenta a desafíos geotécnicos sustanciales, especialmente en términos de amenazas sísmicas y movimientos en masa. La vulnerabilidad geotécnica de la región es innegable, y se manifiesta de manera significativa en la distribución de la población en diferentes niveles de riesgo. En el caso específico de sismos, casi la mitad de la población, un 47%, reside en áreas catalogadas como de "Muy Alto Riesgo Sísmico," mientras que otro 45% se encuentra en zonas consideradas de "Alto Riesgo Sísmico." Estas cifras revelan una exposición alarmante de la población a uno de los peligros naturales más críticos y recurrentes en la región. La situación no es menos preocupante en lo que respecta a movimientos en masa, ya que el 42% de la población se encuentra en áreas catalogadas como de "Muy Alto Peligro," y un 26% en zonas de "Alto Peligro" (Yauri & Zuñiga, 2017).

Este escenario subraya la complejidad de los retos geotécnicos que enfrenta la ciudad, donde la combinación de factores sísmicos y de movimientos en masa plantea riesgos significativos para la seguridad de la población y la integridad de las estructuras existentes. Estos hallazgos no solo resaltan la magnitud de la vulnerabilidad geotécnica en Cusco, sino que también enfatizan la necesidad apremiante de implementar medidas sustanciales para abordar y mitigar estos riesgos. La preservación del patrimonio histórico y, lo que es más importante, la seguridad de la población, requieren una acción concertada que incluya la evaluación detallada de las estructuras existentes, la implementación de códigos de construcción más rigurosos y la concientización pública sobre los riesgos y medidas preventivas. En este contexto, la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco emerge como un paso crucial para la gestión integral del riesgo geotécnico en la región (Yauri & Zuñiga, 2017).

Las estructuras de adobe es un fenómeno global que ha persistido a lo largo de la historia de la arquitectura. Este material, a pesar de su larga tradición en la construcción de viviendas y edificios, presenta desafíos inherentes a su vulnerabilidad sísmica y a su deterioro con el tiempo. La falta de resistencia mecánica en comparación con materiales modernos, combinada con su susceptibilidad a la humedad y a la acción de eventos sísmicos, ha llevado a la degradación y colapso de numerosas estructuras de adobe en todo el mundo. A pesar de su sostenibilidad y bajo impacto ambiental, estas edificaciones se enfrentan a una creciente amenaza debido al desplazamiento hacia materiales de construcción más modernos y a menudo menos adecuados para el entorno local (Sánchez et al., 2021).

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco se presenta como una necesidad imperante, especialmente considerando el entorno geográfico y los riesgos asociados. Los edificios antiguos, característicos de la región, carecen en su mayoría de medidas sismorresistentes, lo que los hace particularmente susceptibles a los efectos devastadores de los terremotos.

Cusco, al encontrarse en el cinturón de fuego, está expuesto a eventos sísmicos que podrían generar daños significativos en las estructuras de las casonas. Además, factores naturales como la lluvia, los vientos y los cambios de temperatura contribuyen al deterioro progresivo de estos vestigios arquitectónicos, tanto de la época prehispánica como colonial.

La falta de conciencia sobre el riesgo sísmico en la zona de estudio, tanto por parte de los pobladores como de las autoridades locales, agrava la situación. Es esencial destacar la importancia de esta investigación como base fundamental para fomentar el análisis de las estructuras con características similares en la región.

Las casas hacienda seleccionadas para el estudio se encuentra actualmente expuesta a diversos fenómenos naturales, lo que la hace propensa a sufrir daños estructurales, como rajaduras, asentamientos y desplomes en los elementos que componen su sistema resistente.

Por lo tanto, la realización de un análisis de vulnerabilidad sísmica se convierte en una medida imperativa para preservar el patrimonio arquitectónico de la provincia de Cusco.

En este contexto, la investigación se enfocará específicamente en las casonas ubicadas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla, con el propósito de ofrecer resultados precisos y aplicables a la realidad de dicha área. La muestra seleccionada se convierte en un representante significativo de la riqueza arquitectónica de la región, y los hallazgos de la investigación tendrán implicaciones directas en la implementación de medidas preventivas y correctivas para garantizar la preservación y seguridad de estos importantes vestigios históricos. Ante ello se plantean los siguientes problemas.

Problema General

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla de Cusco. evaluado mediante esfuerzos admisibles como indica la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI?

Problemas Específicos

- ¿Qué aspectos constructivos tienen las estructuras de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla?
- ¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla utilizando el método propuesto por la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI?
- ¿Cuál es la propuesta de reforzamiento y mejoramiento de la configuración, ante la vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla de Cusco evaluado mediante esfuerzos admisibles como indica la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los aspectos constructivos de las estructuras de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla.
- Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla utilizando del método propuesto por la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI.
- Analizar una propuesta de reforzamiento estructural y mejoramiento de la configuración de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla ante eventos sísmicos.

2.3. Justificación e importancia

La provincia de Cusco, reconocida por su patrimonio histórico y cultural, alberga un gran número de casonas antiguas que son testimonio de la arquitectura colonial y republicana. Sin embargo, estas edificaciones, muchas de ellas construidas sin consideraciones sísmicas modernas, se encuentran expuestas a una alta vulnerabilidad ante eventos telúricos, debido a la ubicación de Cusco en una zona sísmica activa. La determinación de la vulnerabilidad sísmica de estas casonas es importante para evaluar el estado estructural y el riesgo que enfrentan ante futuros sismos, lo que permitirá establecer medidas de conservación, refuerzo y mitigación que protejan tanto a la población como al valioso patrimonio arquitectónico.

Desde el punto de vista teórico, la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco se fundamenta en el análisis estructural basado en principios de ingeniería sísmica y la teoría de la resistencia de materiales. Este estudio permitirá profundizar en el entendimiento del comportamiento dinámico de edificaciones antiguas, muchas de las cuales han sido construidas con técnicas tradicionales que no incorporan criterios antisísmicos modernos. Además, contribuirá al enriquecimiento del conocimiento sobre la interacción entre los sismos y construcciones de valor histórico, proporcionando un marco teórico útil para futuras investigaciones sobre la protección del patrimonio en zonas sísmicamente activas.

En el aspecto práctico, este estudio es esencial para identificar las zonas y casonas con mayor riesgo de colapso ante un evento sísmico. Los resultados permitirán implementar estrategias de refuerzo estructural adecuadas, que aseguren la preservación de las edificaciones y la seguridad de las personas que las ocupan. Esto incluye propuestas de intervención que respeten la integridad arquitectónica de las casonas, garantizando su uso continuo como espacios habitables, turísticos o culturales, sin comprometer su valor histórico.

Desde una perspectiva metodológica, el proyecto propone la utilización de herramientas avanzadas como el análisis dinámico y estático de estructuras, así como el uso de técnicas no destructivas para la evaluación de daños en edificaciones históricas. La implementación de estas metodologías permitirá una evaluación precisa y detallada de la vulnerabilidad sísmica, combinando métodos tradicionales con tecnologías modernas, lo que podría convertirse en un referente para la evaluación de edificaciones patrimoniales en otras regiones con características similares.

Económicamente, la preservación de las casonas representa un beneficio significativo para el desarrollo turístico de la región, que depende en gran parte de su

patrimonio arquitectónico e histórico. La inversión en estudios de vulnerabilidad y refuerzos estructurales no solo evitará costosas pérdidas materiales en caso de un sismo, sino que también garantizará la continuidad del atractivo turístico de Cusco, lo que impacta directamente en la economía local. La protección de estas edificaciones evita también un posible desplazamiento de residentes y comerciantes que dependen de estos espacios para sus actividades económicas.

Finalmente, desde el punto de vista social, este estudio es de gran relevancia para la seguridad y bienestar de la población que habita o frecuenta las casonas de Cusco. Reducir la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones contribuye a minimizar el riesgo de pérdidas humanas y daños estructurales severos en caso de un sismo. Además, la protección del patrimonio cultural refuerza el sentido de identidad y pertenencia de la comunidad cusqueña, fomentando un mayor compromiso con la conservación de su legado arquitectónico. De este modo, el proyecto no solo tiene un impacto técnico, sino también un profundo valor social en la preservación de la memoria colectiva y la seguridad ciudadana.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de preservar el legado cultural de la región, al mismo tiempo que se asegura la seguridad de los habitantes que residen o trabajan en estas construcciones. Un análisis detallado proporcionará las bases técnicas para que las autoridades locales y nacionales puedan tomar decisiones informadas sobre intervenciones estructurales, planes de evacuación y políticas de preservación, contribuyendo a minimizar los daños materiales y humanos en caso de un desastre sísmico. Además, este estudio ofrecerá un marco de referencia para la gestión del riesgo en otras regiones con patrimonio arquitectónico vulnerable, promoviendo un enfoque sostenible y resiliente en la conservación del patrimonio histórico.

La delimitación de la presente investigación está dada las tres casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla en la provincia de Cusco que son infraestructuras antiguas, uno de los más representativos de las zonas.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

El nivel de vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla, evaluado mediante la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI, es bajo.

Hipótesis específicas

- Las estructuras de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla presentan características constructivas que las hacen susceptibles a daños sísmicos.
- La vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla, evaluado mediante la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI, indica una predisposición a sufrir daños.
- El refuerzo planteado a las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla presentan una respuesta estructural satisfactoria y un mejoramiento en la configuración de dichas estructuras.

2.5. Variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE					
Edificación de adobe	Las construcciones de adobe son las más numerosas y presentan mayor vulnerabilidad frente a los riesgos asociados a fenómenos naturales (Auccapuma, 2021b).	Las propiedades de la estructura se obtendrán a través de inspecciones visuales y mediciones realizadas en el lugar, además de evaluar su resistencia f ^m y modelamiento estructural, teniendo en cuenta los esfuerzos admisibles, todo esto en función a lo que indica la norma E.080	Geometría / distribución Propiedades del muro y de la cimentación Estado actual	<ul style="list-style-type: none"> • Largo • Ancho • Altura • Niveles • Corte • f^m del muro de adobe • f^b del adobe • f^p piedra • Capacidad portante del suelo • Con daños • Fisurado y/o grietas • En buen estado 	Ordinal

DEPENDIENTE

<p>Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>Se describe como la tendencia de una estructura a ser vulnerable a daños provocados por un sismo de determinada magnitud. Esta es una cualidad inherente de cada edificación y está influenciada por los criterios utilizados en su diseño (Delgado et al., 2023).</p>	<p>Se lleva a cabo a través de la observación utilizando instrumentos estandarizados y conformes a la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones para construcciones de adobe.</p>	<p>Según la norma E.080</p>	<p>Vulnerabilidad de la vivienda, según el método propuesto por la norma E.080.</p>	
			<p>INDECI</p>	<p>Características de la construcción Topografía del terreno Antigüedad Tipo de suelo Ubicación geográfica Elementos estructurales</p>	
			<p>Cardona y Hurtado</p>	<p>Vulnerabilidad Muros Cortantes Peso de la edificación Coeficiente sísmico Ductilidad Desplazamientos laterales Fuerzas Esfuerzos Derivas Cortantes Simulación Peso Rigidez</p>	<p>Ordinal</p>
<p>Análisis sísmico</p>					

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes de investigación

A nivel internacional, Sánchez et al. (2021) abordaron el problema de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los eventos sísmicos del año 2017, que resultaron en pérdidas considerables de patrimonio construido. El objetivo principal fue comprender las razones detrás de esta vulnerabilidad y la desaparición de la arquitectura de tierra en la región. Para abordar esto, se utilizó una metodología cuantitativa aplicada, que incluyó el análisis de sistemas de información geográfica, caracterización de materiales constructivos en laboratorio y revisión de regulaciones y planes de gestión de riesgos. Los hallazgos indicaron serias deficiencias en las construcciones de adobe, una planificación urbana inadecuada y una ausencia de medidas de gestión de riesgos en la localidad, aspectos que incrementaron la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y contribuyeron al declive de la arquitectura tradicional de adobe en la zona. En conclusión, se subraya la preocupante vulnerabilidad sísmica en Jojutla de Juárez, especialmente en las viviendas de adobe, y la necesidad imperativa de investigar y preservar la arquitectura tradicional para afrontar futuros eventos sísmicos.

Zamora et al. (2023) el problema abordado en su estudio se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de asentamientos urbanos patrimoniales construidos con tierra, específicamente muros de mampostería de adobe. Dado el riesgo evidente que enfrentan estas edificaciones históricas ante eventos sísmicos, se planteó la necesidad de intervenir mediante el refuerzo estructural. El objetivo principal de la investigación fue proponer una solución arquitectónica para el refuerzo sísmico de estos muros de adobe utilizando carrizo (*Phragmites australis*) como material de refuerzo. El proceso metodológico incluyó la caracterización del material, la construcción de arquetipos representativos, el diseño del refuerzo y su validación mediante ensayos físicos que simulaban cargas horizontales. Los resultados experimentales revelaron que los muros reforzados mostraron un aumento del ángulo de inclinación en un 17.49% en comparación con los no reforzados, una reducción del 71.47% en el ancho de las fisuras, y un incremento del 87.32% en la capacidad de flexión, lo que permitió cumplir con criterios de autenticidad, mínima intervención y compatibilidad. Concluyeron indicando la importancia del patrimonio construido y la amenaza de terremotos. Se propone un método de refuerzo que mejora la resistencia de edificios patrimoniales de adobe, siendo un avance crucial en su preservación.

Işık (2023) en su estudio se centró en analizar en detalle los mecanismos de falla y colapso de estructuras de adobe después de los terremotos que afectaron la región de Kahramanmaraş, Turquía, en febrero de 2023. Estos terremotos, de magnitudes considerables ($M_w = 7.7$ y $M_w = 7.6$), provocaron una gran destrucción y más de 50,000 víctimas debido a las características estructurales deficientes de las edificaciones y a la magnitud de los eventos sísmicos. El objetivo principal de este estudio fue evaluar los daños observados en estructuras de adobe y comprender los mecanismos de falla y colapso después de los terremotos en Kahramanmaraş. El estudio se basa en una clasificación de daños utilizando la Escala Macro sísmica europea (EMS-98) en 100 edificios de adobe. De estos

edificios, el 25% resultó destruido, el 49% sufrió daños graves, el 15% tuvo daños moderados y el 11% presentó daños leves. Además, se compararon las regulaciones vigentes para las estructuras de adobe en Turquía, considerando los últimos dos códigos de diseño sísmico utilizados en el país. El estudio concluyó que la baja resistencia del material de adobe, el uso de techos de tierra pesados, la falta de cumplimiento de los principios de diseño antisísmico y el apoyo insuficiente de las paredes portantes son las principales causas de los daños observados. También se presentan sugerencias para prevenir daños estructurales en las edificaciones de adobe en la región sísmica.

Sánchez (2022) en su pesquisa el objetivo de su estudio se enfocó en abordar la problemática del abandono de la arquitectura de tierra en México, especialmente la vivienda de adobe, resaltando su importancia cultural y sostenible. Se emplearon cuatro enfoques metodológicos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estas viviendas: el primero, desde una perspectiva geográfica y la percepción de los habitantes; el segundo, desde la caracterización de sus tipologías y tecnología constructiva; el tercero, desde un estudio detallado de la estructura y formas de evaluación; y el último, comenzando desde el análisis de los materiales en un entorno de laboratorio. Los resultados alcanzados ayudaron a identificar modelos territoriales, factores socioculturales y técnicas de construcción de estas residencias mediante el análisis de cinco casos representativos. Asimismo, se examinaron diversas herramientas para evaluar la vulnerabilidad ante terremotos y se desarrolló una metodología para caracterizar los materiales de tierra. Concluyó indicando que este proceso ha contribuido al conocimiento técnico de estos sistemas constructivos, generando un impacto positivo en la revalorización y preservación del valioso patrimonio arquitectónico en el estado de Michoacán.

Chacón et al.(2021) el propósito su estudio fue evaluar un edificio patrimonial de adobe en el casco colonial de la ciudad de Quito, Ecuador, que presenta irregularidades en

su planta y es vulnerable a cargas sísmicas debido a la fragilidad de los materiales de construcción. Se propusieron abordar este desafío mediante técnicas de reforzamiento en los muros portantes. La metodología empleada fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Los resultados se enfocaron en evaluar la vulnerabilidad sísmica de una estructura de adobe patrimonial con irregularidades en planta, utilizando el método italiano, que reveló una alta vulnerabilidad. Se identificaron sobrepasos de esfuerzos admisibles en la mayoría de los muros, indicando un inminente colapso. Se propusieron soluciones de rehabilitación, como la incorporación de vigas cabeza de muro y mejoras en la capacidad del material de los muros. Concluyeron proponiendo una metodología simplificada y señalando la falta de normativas específicas en Ecuador y destacando la necesidad de futuras investigaciones para abordar modelos más precisos y ofrecer recomendaciones para estructuras similares.

En cuanto a los antecedentes nacionales, Noel (2019), Noel evidenció los posibles daños que podrían sufrir las viviendas de adobe en caso de un sismo, destacando las potenciales pérdidas humanas y materiales. El objetivo de la investigación fue evaluar la vulnerabilidad sísmica en las 23 viviendas de la quinta Los Virreyes, ubicada en el distrito limeño del Rímac. Para lograr esto, se empleó el método italiano de índice de vulnerabilidad, el cual considera once parámetros para la calificación de la estructura. Se recolectaron datos detallados sobre las características constructivas de las viviendas a partir de una muestra representativa. Los resultados revelaron que el 100% de las viviendas se encontraba en un rango de vulnerabilidad mayor al 15% pero menor al 35%, lo que indicaba un nivel de peligro sísmico bajo. En conclusión, las viviendas evaluadas presentaban un nivel medio de vulnerabilidad sísmica y un riesgo sísmico también considerado medio, según el método italiano aplicado.

Ruiz (2022) abordó la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica del mercado central de la ciudad de Huamachuco, dada su importancia estratégica y su cercanía a

hospitales, lo que lo convierte en una estructura crítica en caso de un terremoto. Con una antigüedad de 38 años, el objetivo fue realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica utilizando el método italiano de Benedetti y Petrini, en combinación con la norma E.030 del año 2022 aplicable a la región. El enfoque metodológico adoptado fue de tipo no experimental, con una orientación cuantitativa. Los resultados indicaron que, según el método de Benedetti y Petrini, la vulnerabilidad sísmica del mercado central es de grado medio. Además, se identificó que el 50% del mercado cumple con los requisitos establecidos por la norma E.030, mientras que el otro 50% no lo hace, principalmente debido a una deriva que supera el límite de 0.005 debido a la configuración estructural del edificio, que es a porticado y de albañilería confinada. Este análisis resultó crucial para comprender el comportamiento estructural y la vulnerabilidad sísmica del mercado central frente a posibles eventos sísmicos.

Tucto (2018) abordó el problema principal relacionado con las 137 viviendas de adobe en la zona urbana de Llacanora, Cajamarca, las cuales enfrentan un riesgo sísmico significativo. Estas residencias representan una preocupación importante debido a su vulnerabilidad ante eventos sísmicos. El objetivo de la investigación fue evaluar y determinar el nivel de riesgo sísmico en estas viviendas, con la meta última de mejorar su seguridad. Para lograrlo, se utilizó la metodología del Índice de Vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, la cual se fundamenta en la identificación de once parámetros clave que influyen en el daño sísmico en estructuras de adobe. Como resultado, se concluyó que estas viviendas exhiben un nivel alto de riesgo sísmico, caracterizado por una alta vulnerabilidad sísmica y un nivel medio de peligro sísmico.

Auccapuma (2021) En su estudio de investigación del año 2021, Auccapuma se enfocó en el problema de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de adobe en el distrito urbano de Chinchero. El objetivo principal consistió en evaluar el estado actual de

estas edificaciones, detallar sus características arquitectónicas y determinar su vulnerabilidad sísmica mediante un método que consta de 11 parámetros. La metodología abordada implicó la realización de encuestas y cálculos matemáticos para asignar valores numéricos a dichos parámetros, además de llevar a cabo ensayos en laboratorio para obtener información sobre las propiedades físico-mecánicas de los materiales de construcción. En contraste con investigaciones previas que sugerían una alta vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de adobe, este estudio reveló que, debido a la ausencia de amenazas significativas de movimientos telúricos en la zona de Chinchero, la mayoría de estas construcciones presentan una vulnerabilidad sísmica considerada media.

Finalmente, como antecedentes locales, Alfaro & Martínez (2021) se enfocaron en evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería armada en el Conjunto Habitacional Pachacutec, construido en 1983 y situado en el distrito de Wanchaq, Cusco. El problema que abordaron fue determinar la vulnerabilidad sísmica de estas estructuras. El objetivo principal consistió en llevar a cabo esta evaluación mediante la utilización de tres metodologías cualitativas (Benedetti-Petrini, INDECI y FEMA-154) y una metodología cuantitativa que calcula distorsiones laterales. Las metodologías cualitativas se basaron en la aplicación de los métodos mencionados, mientras que la metodología cuantitativa implicó la creación de un modelo matemático a través de ensayos de resistencia y penetración estándar. Los resultados obtenidos a través de las metodologías cualitativas indicaron una alta vulnerabilidad sísmica, mientras que la metodología cuantitativa reveló un índice de vulnerabilidad sísmica bajo. Además, se identificaron factores determinantes en los resultados, como la geometría, la construcción, el tipo de suelo y el diseño estructural. La estructura fue identificada como el factor más influyente en el método Benedetti-Petrini, la geometría en el método FEMA-154, y la construcción en el método INDECI.

Mendes (2017) abordó el problema de la vulnerabilidad estructural que enfrentan las iglesias coloniales en Cusco, las cuales fueron construidas en adobe o piedra utilizando técnicas precarias, en una región con actividad sísmica frecuente. El objetivo principal fue desarrollar y poner a prueba una metodología rápida y visual para la evaluación previa a terremotos, con el fin de determinar el índice de daño esperado en estas iglesias y así identificar su vulnerabilidad sísmica. La metodología se centró en la evaluación de 14 parámetros que consideran el análisis global y local de las estructuras, el estado de conservación y los elementos no estructurales. Una ventaja clave de esta metodología radica en su rapidez, y los resultados obtenidos se utilizarán para establecer una lista de prioridades que determinará qué iglesias necesitan una evaluación más detallada, posiblemente mediante métodos numéricos.

Flores (2020) se propuso evaluar la vulnerabilidad física de las viviendas construidas con adobe en el distrito de Llama, provincia de Mariscal Luzuriaga, Áncash, frente a eventos sísmicos. Para ello, empleó una metodología de investigación aplicada y descriptiva, con un diseño no experimental de tipo transversal. Los resultados obtenidos revelaron que un 88% de las viviendas presentaban un nivel elevado de vulnerabilidad física, mientras que un 12% mostraba una vulnerabilidad física considerada muy alta. Además, se observó que el 94% de estas edificaciones se encontraban en terrenos naturales y exhibían fisuras en los muros, careciendo de junta sísmica y asesoramiento técnico, sin cumplir con las regulaciones legales pertinentes. Las conclusiones del estudio resaltaron que la mayoría de las viviendas evaluadas mostraban una alta vulnerabilidad ante eventos sísmicos, lo que podría acarrear pérdidas significativas en términos humanos, económicos y materiales.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Estructura de adobe

Adobe

El adobe consiste en la creación de bloques de tierra mezclada con otros materiales naturales, como estiércol o aserrín, que se secan al sol y luego se utilizan para construir paredes y estructuras arquitectónicas. Las construcciones de adobe son conocidas por su sostenibilidad ambiental, bajo impacto energético y versatilidad morfológica, lo que les permite crear espacios arquitectónicos de diseño bioclimático y reducir el impacto ambiental de la construcción en un contexto de cambio climático. El adobe se ha utilizado a lo largo de la historia en diversas culturas y sigue siendo una técnica relevante en la construcción sostenible en la actualidad (Aresta, 2020).

Madera

La madera desempeña un papel fundamental en la construcción debido a su tradición histórica, sostenibilidad y versatilidad. A lo largo de los siglos, ha sido un material ampliamente utilizado en diversas aplicaciones arquitectónicas y constructivas. Sus propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia y la rigidez, lo convierten en un recurso eficiente y confiable. Además, la madera ofrece cualidades estéticas y sensoriales, como la textura y el color, que pueden influir en su elección en proyectos arquitectónicos. Su abundancia en la naturaleza y su capacidad para satisfacer criterios económicos y de durabilidad hacen de la madera un material constructivo de gran importancia en la industria de la construcción (Barrera & Llerena, 2022).

3.2.2. Diseño de edificaciones

El diseño de edificaciones, una parte integral del diseño arquitectónico, se enfoca en la planificación y construcción de espacios habitables destinados a diversos propósitos. Este

proceso involucra un análisis completo que abarca desde las necesidades y deseos de los usuarios hasta las características del lugar, el clima, las regulaciones, los materiales, las técnicas y los aspectos financieros. Su objetivo radica en concebir soluciones que sean a la vez estéticas, funcionales, estructuralmente sólidas, respetuosas con el entorno y viables económicamente para los proyectos arquitectónicos (Arquitectura, 2017).

3.2.3. *Estado de conservación de una construcción*

Condición en la que se encuentra una vivienda, específicamente en condiciones adecuadas para ser habitada. Mantener una vivienda en buen estado de conservación requiere recursos financieros y, por lo tanto, a menudo resulta inaccesible para los residentes de áreas rurales, asentamientos precarios y zonas periféricas de las principales ciudades del país (Buller & Neciosup, 2008).

3.2.4. *Vulnerabilidad sísmica*

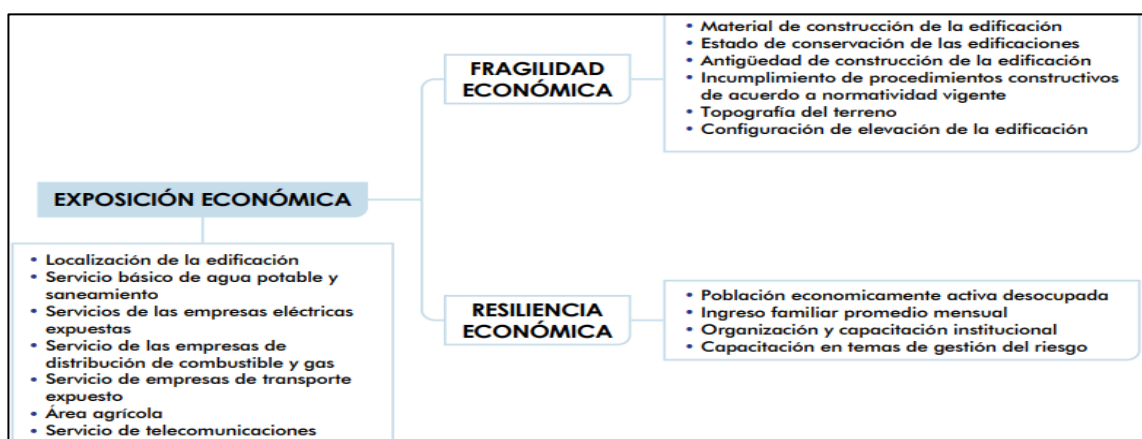
La vulnerabilidad sísmica se define como el grado de susceptibilidad que tienen las personas, infraestructuras y actividades socioeconómicas frente al impacto de un evento sísmico, determinado por la interacción de factores como exposición, fragilidad y resiliencia. Según el manual del CENEPRED, la vulnerabilidad no solo depende de la magnitud del evento, sino también de las características estructurales, sociales y económicas de los elementos expuestos. Este concepto permite evaluar qué tan propenso es un sistema a experimentar daños, tomando en cuenta la calidad de las edificaciones y la preparación de las comunidades (CENEPRED, 2015).

El análisis de la vulnerabilidad sísmica implica la identificación y evaluación de los elementos expuestos, como viviendas, hospitales y redes de infraestructura crítica, determinando su capacidad para soportar los efectos del sismo. Este proceso también considera factores sociales, como la organización comunitaria y la capacidad de

recuperación post-desastre, así como el contexto geográfico, destacando zonas de alto riesgo por su proximidad a fallas geológicas o condiciones del suelo desfavorables. La evaluación sistemática de la vulnerabilidad es clave para desarrollar estrategias de mitigación y mejorar la gestión del riesgo de desastres (CENEPRED, 2015).

Figura 1

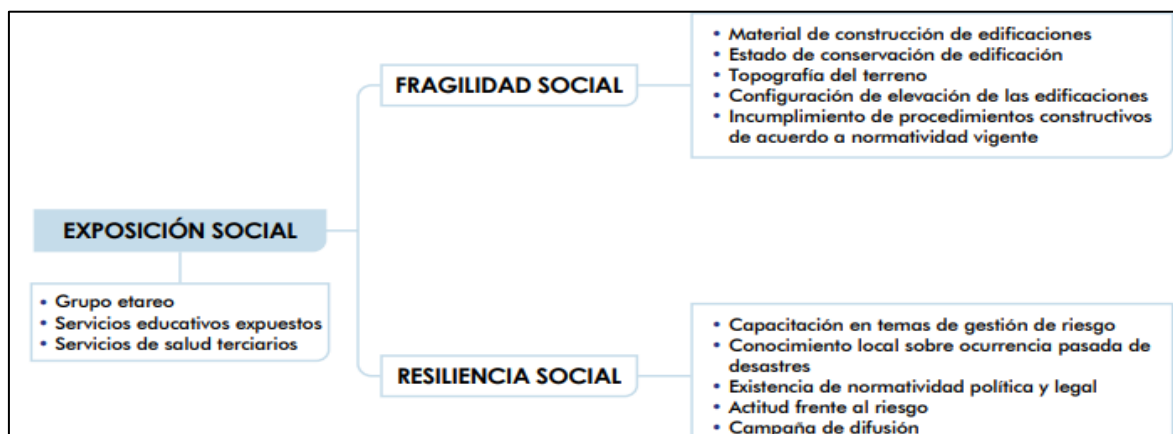
Exposición social



Nota. Tomado de CENEPRED, 2015.

Análisis de la dimensión económica

Se analiza la infraestructura y actividades económicas en la región afectada, diferenciando los elementos vulnerables de los que no lo son. Este estudio incluye la evaluación de la debilidad económica y la capacidad de recuperación, proporcionando un panorama de la vulnerabilidad económica en la zona (CENEPRED, 2015).

Figura 2*Exposición económica*

Nota. Tomado de CENEPRED, 2015.

Análisis de la dimensión ambiental

Este análisis evalúa los recursos naturales, renovables y no renovables, de la región afectada, identificando aquellos vulnerables al fenómeno. También se examina la fragilidad ambiental y la capacidad de recuperación del entorno, estableciendo los niveles de vulnerabilidad ambiental (CENEPRED, 2015).

3.2.5. Análisis sísmico

El método propuesto por CENEPRED para evaluar la vulnerabilidad sísmica se basa en un enfoque integral que considera tres dimensiones fundamentales: social, económica y ambiental. Este enfoque permite identificar las características de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos expuestos a los riesgos sísmicos. La evaluación incluye la recopilación y análisis de datos sobre la población afectada, las infraestructuras críticas, las actividades económicas, y los recursos naturales en la zona de estudio. Con esta información, se estratifican los niveles de vulnerabilidad para priorizar medidas de mitigación y reducción de riesgos.

La metodología utiliza herramientas como el análisis multicriterio y el proceso de análisis jerárquico (AHP) para ponderar y clasificar los parámetros de evaluación. Estos parámetros incluyen factores como las características estructurales de las edificaciones, la densidad de población, la organización comunitaria, y la capacidad de recuperación tras un evento sísmico.

Para nuestro caso de estudio solo se vera como tema de especialización la vulnerabilidad sísmica en las tres casonas a analizar.

3.2.6. Método Cardona y Hurtado

De acuerdo con Castaño y Gallego (2022): En 1990, los ingenieros Hurtado y Cardona presentaron un enfoque para calcular la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de 1 y 2 niveles, que se basa en varios pasos fundamentales. En primer lugar, se determina la longitud de los muros resistentes a cargas laterales en las direcciones principales. Luego, se calcula la resistencia al cortante utilizando la menor longitud de muros con una fórmula que involucra variables como el espesor de los muros y el valor de la resistencia al cortante de los mismos.

Posteriormente, se procede a calcular el peso de la edificación que es resistido por la estructura (W) y se determina el coeficiente sísmico resistente (CSR), que es la relación entre la resistencia al cortante más desfavorable y el peso total de la estructura. A partir de un espectro de respuesta seleccionado, se obtiene el valor del coeficiente sísmico exigido a la estructura (CSE). Además, se calcula la demanda de ductilidad (DD) utilizando la fórmula $DD = CSE / CSR$.

En función de la tipología estructural, se determina la capacidad de ductilidad (CD), considerando valores de referencia como R_o del NSR-98. Se sugieren valores de 1.0 para muros de albañilería y 1.5 para muros de albañilería confinada. Finalmente, se clasifican y

representan de manera cualitativa los daños sufridos por la edificación, utilizando una escala que varía desde "Ninguno" (sin daños) hasta "Colapso" (edificación total o parcialmente colapsada por inestabilidad), según la demanda de ductilidad observada.

3.2.7. Método INDECI

Técnica que utiliza un índice numérico o puntuación para evaluar la susceptibilidad de una estructura a sufrir daños durante un terremoto. Este índice se calcula considerando diversos factores, como la calidad de construcción, el tipo de suelo, la ubicación geográfica y las características estructurales. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la vulnerabilidad de la edificación al sismo.

3.3. Definición de términos

Vulnerabilidad

Posibilidad de daño hasta la susceptibilidad ante condiciones sociales, ambientales o culturales, puede ser intrínseca al ser humano debido a su fragilidad biológica y psicológica, como derivada de su pertenencia a grupos, géneros, localidades, construcciones o condiciones socioeconómicas que los exponen al riesgo de daño (Feito, 2007).

Sismo

Es un fenómeno en el que se produce una liberación abrupta de una considerable cantidad de energía. Esta energía se manifiesta a través de ondas que se propagan por el interior de la Tierra y, al alcanzar la superficie, pueden ser percibidas con diversos grados de intensidad, lo que tiene diversos impactos en las personas y las estructuras. La magnitud de esta energía se evalúa a través de la Escala de Richter, la cual sigue un aumento exponencial (DEGREYD, 2015).

Casona

Es una casa grande o residencia de estilo tradicional, a menudo de carácter histórico o arquitectónico distintivo. Estas estructuras suelen ser antiguas y pueden ser mansiones, casas señoriales, o viviendas de gran tamaño construidas en una época en la que se le dio un énfasis particular a la arquitectura y el diseño.

RNE E.030

La norma establece los requisitos mínimos para la resistencia, rigidez y configuración de edificaciones, junto con las cargas sísmicas requeridas. Para estructuras no consideradas como edificios, como puentes o reservorios, los factores de zona y suelo del capítulo II son requerimientos mínimos que pueden ajustarse según la importancia de la obra y estándares internacionales. La norma E.030 es de aplicación obligatoria a nivel nacional, tanto para diseñar edificios nuevos como para proyectos de reparación y reforzamiento de edificios existentes (SENCICO, 2020).

RNE E.080

La norma se refiere a las características mecánicas de los materiales de construcción de edificaciones de tierra reforzada, al diseño sismorresistente para edificaciones de tierra reforzada (adobe), así como el comportamiento de los muros de adobe, de acuerdo a la filosofía de diseño.

ETABS

ETABS es un software de análisis y diseño estructural ampliamente utilizado en ingeniería civil y arquitectura. Se emplea para modelar, analizar y diseñar edificios y estructuras, garantizando su seguridad y eficiencia (Esarte, 2020).

Planos

Los planos son una representación minuciosa y visual de un proyecto de construcción, y se utilizan como referencia esencial por parte de los constructores para llevar

a cabo su labor. Además, desempeñan un papel crucial en la comprensión del diseño del arquitecto y en la ejecución precisa de las tareas relacionadas con la construcción (Ingeniería y Arquitectura, 2020).

Estructura

Las estructuras son conjuntos de elementos unidos que mantienen su forma al resistir fuerzas conocidas como cargas. Para mantener el equilibrio, estas estructuras generan fuerzas de reacción iguales pero opuestas a las cargas, ejerciéndose en los puntos de apoyo o uniones entre elementos, a menudo llamados apoyos, y estas fuerzas de reacción también se conocen como coacciones (Ingenieros civiles, 2021).

Distribución

Disposición y organización de los espacios interiores de un edificio con el fin de lograr un uso eficiente y funcional de sus áreas. Esto implica decidir cómo se distribuyen las habitaciones, pasillos, áreas de servicio, zonas comunes, y demás componentes internos de la edificación.

Simulación sísmica

Enfoque computacional que modela y analiza el desempeño de edificaciones y estructuras ante terremotos. En esta práctica, se desarrollan modelos matemáticos que representan la estructura y se emplean registros sísmicos o datos de aceleración histórica para predecir la reacción de la edificación a las fuerzas y movimientos generados por el sismo (Morfe et al., 2015).

Topografía

La topografía se enfoca en analizar la superficie terrestre y desempeña un rol crucial en áreas como la cartografía, la geografía, la oceanografía, la arquitectura y la arqueología. Además, influye en el desarrollo urbano y las comunicaciones. Aunque parecidas, la topografía y la cartografía tienen diferencias esenciales (Ingeniería y Arquitectura, 2020).

Daño estructural

Un daño estructural se refiere a un perjuicio que impacta la parte principal de un edificio, es decir, los componentes que sustentan la carga de la estructura, como columnas, vigas o losas. Estos daños pueden potencialmente provocar colapsos parciales o completos (Latinos Seguros, 2021).

Zona sísmica

Región geográfica en la que se produce actividad sísmica o terremotos con cierta frecuencia. Estas zonas se caracterizan por la presencia de fallas geológicas o límites de placas tectónicas donde las fuerzas internas de la Tierra causan la liberación de energía acumulada en forma de movimientos sísmicos.

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación se caracteriza por ser de tipo aplicado, ya que se define por la aplicación y adquisición de conocimientos a través de su implementación y sistematización. Esto se traduce en un enfoque organizado y sistemático para comprender la realidad (Vargas, 2009). También de enfoque cuantitativo, se enfoca en fenómenos mensurables, utilizando principios de ingeniería sísmica y la teoría de resistencia de materiales, y poder explicar, predecir y controlar sus causas, así como anticipar su ocurrencia. (Muñoz, 2018).

Es de carácter descriptivo, ya que busca detallar las propiedades, atributos y rasgos de individuos, conjuntos, comunidades, procedimientos, elementos u otros fenómenos sujetos a un análisis (Hernández et al., 2018)

4.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito temporal de este estudio está definido para el periodo del 2024. Durante este tiempo, se llevará a cabo la recopilación de datos, el análisis de la vulnerabilidad sísmica, y la elaboración de propuestas de intervención en las casonas evaluadas. El trabajo de campo, las inspecciones técnicas, y las simulaciones estructurales se realizarán a lo largo de este año, garantizando que el análisis cubra las condiciones sísmicas actuales de la región y refleje el estado actual de las edificaciones.

En cuanto al ámbito espacial, la investigación se centrará en la provincia de Cusco, específicamente en el área urbana que alberga casonas históricas, distribuidas

principalmente en el centro histórico de la ciudad de Cusco. Este sector es el de mayor concentración de edificaciones coloniales y republicanas, declaradas patrimonio cultural, lo que convierte a esta área en un punto crítico para la preservación arquitectónica y la seguridad ante desastres naturales.

4.3. Población, muestra

Población

Se refiere a un conjunto de elementos con características similares que pueden ser observados en un momento específico o durante un período determinado (Arias, 2012). En este estudio la población está comprendida por todas las viviendas de adobe colonial en la provincia del Cusco, es respaldada por diversas razones que fortalecen la validez y pertinencia del estudio. En primer lugar, esta selección se alinea estrechamente con los objetivos específicos de la investigación, que se centran en evaluar la vulnerabilidad sísmica de estructuras específicas, en este caso, las viviendas de adobe colonial. La elección de la provincia del Cusco, ubicada en la región del Cusco, se justifica por la prevalencia de viviendas de adobe colonial en esta área geográfica. La especificidad de la población contribuye a una delimitación clara y precisa de los límites del estudio, garantizando que los resultados obtenidos sean aplicables directamente a la realidad de las estructuras específicas bajo investigación.

Muestra

Un conjunto de elementos o características que exhiben similitudes y que deben ser considerados al llevar a cabo el proyecto (Arias, 2012), en este estudio la muestra está conformada por las 3 casonas ubicados en el distrito de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla localizado en la provincia de Cusco, región Cusco.

La selección específica de las 3 casonas ubicadas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla dentro de la provincia del Cusco, región Cusco, para conformar la

muestra de este estudio, se fundamenta en criterios estratégicos que potencian la efectividad y relevancia de los resultados obtenidos.

En primer lugar, estos distritos fueron seleccionados debido a su representatividad en términos de características arquitectónicas y geográficas. La diversidad de estructuras presentes en estos distritos permite abordar diferentes contextos y condiciones, lo que enriquece la investigación al considerar una variedad de escenarios sísmicos y tipologías de construcción.

Asimismo, la elección de estos distritos específicos responde a la prevalencia de viviendas de adobe colonial en estas áreas, lo que garantiza una mayor coherencia con los objetivos de la investigación. Al focalizar en distritos con una presencia significativa de casonas de adobe colonial, se logra una muestra más representativa y aplicable a la población de interés.

La localización geográfica de estos distritos también es un factor crucial. Dada la variabilidad sísmica en diferentes áreas, la selección de casonas en distritos que abarcan diversas zonas sísmicas contribuye a la generalización de los resultados y a su aplicabilidad a un espectro más amplio de contextos geográficos.

4.4. Instrumentos

La elección específica de las técnicas y herramientas utilizadas en este estudio se basa en la necesidad de obtener información precisa y detallada sobre las casonas seleccionadas. Cada técnica y herramienta seleccionada desempeña un papel crucial en la recopilación de datos y en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de adobe colonial.

Para el estudio se consideró instrumentos y técnicas:

Instrumentos

En cuanto a los instrumentos utilizados:

- **Observación directa:** La observación directa es una herramienta fundamental para recopilar información de primera mano sobre el estado actual de las casonas. Permite identificar posibles daños visibles, grietas, asentamientos y otros signos de vulnerabilidad.
- **Fichas de reporte:** Las fichas de reporte son instrumentos estructurados que permiten documentar de manera sistemática los hallazgos durante las inspecciones. Facilitan la organización y el análisis de la información recopilada.
- **Formatos de Cardona y Hurtado e INDECI:** La utilización de estos formatos estandarizados garantiza la consistencia en la recopilación de datos y facilita la comparación de resultados. Además, se asegura de que se capturen todos los aspectos relevantes sobre la vulnerabilidad y ductilidad de una vivienda.
- **Norma E.030:** Establece los requisitos mínimos para la resistencia, rigidez y configuración de edificaciones, junto con las cargas sísmicas requeridas. También su aplicación es obligatoria tanto para diseñar edificios nuevos como para proyectos de reparación y reforzamiento de edificios existentes.
- **Norma E.080:** Se refiere a las características mecánicas de los materiales de construcción de edificaciones de tierra reforzada, al diseño sismorresistente para edificaciones de tierra reforzada (adobe), así como el comportamiento de los muros de adobe, de acuerdo a la filosofía de diseño.
- **Etabs:** Software de análisis y diseño estructural ampliamente utilizado en ingeniería civil y arquitectura. Se emplea para modelar, analizar y diseñar edificios y estructuras, garantizando su seguridad y eficiencia.

Así mismo los instrumentos utilizados tienen que contar con una validez de “juicio de expertos” las cuales están anexadas. La confiabilidad de esta tesis está respaldada por el laboratorio donde se realizó las diferentes pruebas, el laboratorio fue respaldado con un “certificado de calibración” de cada equipo.

Técnicas

- **Topografía:** La técnica de topografía se implementa para obtener un mapeo detallado del terreno que rodea las casonas. Este enfoque proporciona información esencial sobre la geografía circundante, los posibles riesgos de deslizamientos de tierra y otros factores topográficos que podrían influir en la vulnerabilidad sísmica.
- **Estudio de mecánica de suelos:** La realización de un estudio de mecánica de suelos es fundamental para comprender las propiedades del suelo en el que se asientan las casonas. Esto incluye la capacidad de carga, la resistencia y otros factores geotécnicos que impactan directamente en la estabilidad de las estructuras frente a eventos sísmicos.
- **La resistencia del adobe y resistencia del murete:** Estos ensayos en laboratorio nos brindarán valores mínimos para medir la resistencia del adobe y el murete a compresión, los cuales nos servirán más adelante para ingresar al software Etabs y realizar los cálculos de esfuerzos admisibles y resistencia última.
- **Modelado en Etabs:** Permite llevar a cabo un análisis estructural detallado. Este software de elementos finitos proporciona resultados precisos sobre cómo las casonas responderían a las fuerzas sísmicas. El modelado en Etabs es esencial para evaluar la capacidad de resistencia de las estructuras y detectar posibles áreas de debilidad.

4.5. Procedimientos

Identificar los aspectos constructivos de las estructuras de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla.

- **Levantamiento de información:** Se realizó un inventario detallado de las casonas seleccionadas, recopilando datos históricos y técnicos sobre sus características constructivas. Esto incluyó el análisis de planos, documentos históricos y estudios previos, así como visitas de inspección para documentar el estado actual de las edificaciones.
- **Inspección visual y fotográfica:** Se efectuó una inspección minuciosa de las estructuras, enfocándose en los materiales de construcción utilizados, los sistemas de muros portantes, techumbres, entrepisos y la interacción entre los elementos estructurales y no estructurales.
- **Análisis de técnicas constructivas:** Se identificaron las técnicas empleadas en la edificación de las casonas, como el uso de adobe, piedra u otros materiales tradicionales, con el fin de entender cómo influyen en la resistencia sísmica de cada estructura.
- **Evaluación de intervenciones previas:** Se investigaron posibles restauraciones o modificaciones realizadas en las casonas a lo largo de los años, para determinar cómo afectaron la estructura original y su comportamiento sísmico.
- **Equipos Topográfico:** se realizó el levantamiento topográfico de las 3 casonas para realizar los planos en planta, elevación y corte, también para la obtención del relieve y pendiente del terreno. Realizado con estación total modelo OS-105 Topcon con certificado calibración.
- **Estudio de mecánica de suelos:** se procedió a realizar las calicatas de las 3 casonas para luego realizar los ensayos in-situ como DPL, densidad de arena, entre otros y

en laboratorio los ensayos realizados fueron granulometría, clasificación de suelos SUCS y AASHTO, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, peso específico relativo de sólidos y Proctor modificado. Teniendo como resultado los parámetros físicos y mecánicos del suelo.

- **Estudio de mecánica del adobe:** En este estudio se obtuvieron las propiedades físicas del adobe como el análisis granulométrico, límites de consistencia y densidad natural. A la vez las propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad, Módulo de poisson, resistencia a la compresión uniaxial y cohesión total.
- **Método INDECI:** Para llenar el formato del método INDECI es necesario saber datos de los propietarios, antigüedad de la edificación, tipo de suelo, topografía, configuraciones geométricas en planta y elevación.
- **Método Cardona Y Hurtado:** Para la realización de este formato es necesario saber que las casonas a estudiar tienen que ser de 1-2 niveles, longitud de muros, espesor de muros, para finalmente obtener la ductilidad de las casonas.
- **Norma E-030:** Esta norma indica que no es recomendable la construcción de adobe en suelos S3 ni en suelos S4
- **Norma E-080:** esta norma indica que en zonas sísmicas 4 y 3 se pueden construir solo 1 nivel y zonas sísmicas 1 y 2 hasta niveles. También menciona que la configuración de las casonas debe tener un espesor de muro como mínimo 40 cm.

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla utilizando del método propuesto por la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI.

- **Desarrollo de una matriz de evaluación de vulnerabilidad:** Con base en la información constructiva recopilada, se desarrolló una matriz que incluyó criterios clave como el tipo de material, la antigüedad, el estado de conservación y la

disposición estructural de cada casona con las fichas INDECI; en el cual se registra datos generales de los propietarios y las características de las casonas, posterior a ello se realiza la puntuación de cada característica de las casonas y al final la sumatoria de los valores antes mencionados. En el método Cardona y Hurtado se sigue una serie de pasos para obtener una demanda de ductilidad a la vez ver la categoría y estado de daños las cuales están anexadas. La norma E-080 los límites geométricos de muros y vanos, densidad de muros, los cálculos de las fuerzas sísmicas horizontales ($H = SUCP$). Con valores de los 3 métodos obtenidos se podrá determinar el nivel de vulnerabilidad en las 3 casonas.

- **Uso de software de modelado estructural:** Se utilizó el programa Etabs para simular el comportamiento sísmico de las 3 casonas ante diferentes intensidades de sismos, considerando las características estructurales previamente identificadas. Para ello primero se definió las propiedades de los materiales, asignación de metrados de cargas, análisis sísmico lineal y como resultado la obtención de esfuerzos, cortantes en (X,Y), derivas, desplazamientos.
- **Categorización de las casonas según el nivel de vulnerabilidad:** Los resultados obtenidos permitieron clasificar las casonas en categorías de vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja según INDECI y la ductilidad de las casonas según Cardona y Hurtado y el cumplimiento de la norma E-080. facilitando la priorización de intervenciones necesarias en cada casona.

Analizar una propuesta de reforzamiento estructural y mejoramiento de la configuración de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla ante eventos sísmicos.

- **Selección de casos representativos para análisis detallado:** Se seleccionaron 3 casonas de distintos niveles de vulnerabilidad para un análisis sísmico profundo, para ver el comportamiento interno de las casonas.
- **Modelado estructural detallado:** Se realizó un modelado computacional tridimensional (3D) de las estructuras utilizando software como ETABS, simulando el comportamiento de las casonas frente a diferentes escenarios sísmicos, basados en aceleraciones sísmicas características de la región.
- **Análisis estático lineal:** este método FEA (Análisis de Elementos Finitos), va a evaluar las deformaciones y desplazamientos bajo cargas constantes, asumiendo un comportamiento elástico del material (ley de Hooke) y pequeños desplazamientos, esto para identificar los puntos críticos de falla en cada edificación, evaluando cómo las fuerzas sísmicas afectaron los distintos elementos estructurales.
- **Propuesta de refuerzos estructurales:** A partir de los resultados del análisis sísmico estático lineal, se diseñaron estrategias de refuerzo estructural con mallas electrosoldadas de tipo 2x2 y diámetro nominal de 2.77mm que van a ser implementadas en las casonas con mayor vulnerabilidad, con el objetivo de tener mejor comportamiento estructural ante sismos, también de preservar el patrimonio cultural y asegurar la integridad de las edificaciones ante futuros sismos.
- **Mejoramiento de la configuración:** a partir de los resultados obtenidos según la norma E.080 los muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo, recomienda un espesor mínimo del muro de 0.40 m, caso contrario en no cumplir tal condición se deberá colocar un adobe de mejor calidad o ensanchar el

muro por uno mayor. También para mejorar la configuración de las casonas se realizarán mantenimientos en cimientos, muros, sistema de drenajes, instalaciones pluviales, construcciones de veredas y implementación de aleros para evitar la humedad en las casonas.

4.6. Análisis de datos

El proceso de estudio que aborda la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las casonas en la provincia de Cusco para el año 2024 implicó una serie de pasos estratégicos y técnicas especializadas. En este contexto, la elección de emplear técnicas de procesamiento de datos, utilizando hojas de Excel, se fundamenta en su accesibilidad y versatilidad. Este enfoque permitirá realizar un análisis robusto y sistemático de la información recopilada, a la par que facilita la organización y presentación de los resultados de manera clara y comprensible.

Adicionalmente, se optó por la utilización de formatos INDECI, los datos obtenidos in-situ nos proporcionará 12 características de la construcción de las casonas entre los más relevantes el material predominante, antigüedad, tipo de suelo, topografía, configuración en planta y elevación entre otros factores que inciden en la vulnerabilidad de las casonas, posterior a todo ello será una puntuación y la sumatoria de los valores según su característica y finalmente nos brindará una calificación del nivel de vulnerabilidad: muy alta, alta, media y baja.

Para el método Cardona y Hurtado, los datos obtenidos de campo son la longitud y espesor de muros, también el análisis sísmico desarrollado en el programa ETABS nos brindó las fuerzas cortantes y el peso de la edificación, los cuales serán base para obtener los coeficientes sísmicos resistentes CSR, a la vez el coeficiente sísmicos exigido CSE nos brindara la norma E-080 de acuerdo las zonas sísmicas y finalmente se determinara la demanda de ductilidad en base a la categoría y estado de daño de las casonas. Este enfoque

se justifica por la necesidad de seguir protocolos estandarizados reconocidos en el ámbito de la ingeniería sísmica, asegurando así la consistencia y validez de los datos recopilados.

En cuanto al método de análisis sísmico, se empleará el análisis estático lineal, que proporciona una evaluación fundamental de la respuesta estructural ante las fuerzas sísmicas. Este método permitirá comprender el comportamiento estático de las casonas y contribuirá a establecer una base sólida para el análisis posterior.

Asimismo, se implementará el análisis de elementos finitos mediante el software ETABS. La elección de esta herramienta se basa en su capacidad para modelar y simular el comportamiento estructural de manera detallada y precisa. El uso de análisis de elementos finitos permitirá una evaluación más profunda de la respuesta estática de las casonas obteniendo de ello los esfuerzos, cortantes, derivas y desplazamientos, los cuales nos permitirá ver el cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma E-080.

Los resultados se interpretaron en función de su cumplimiento con la normativa E-080, INDECI, Cardona y Hurtado y se determinó el nivel de vulnerabilidad de cada casona, identificando patrones y áreas críticas dentro de las 3 casonas para plantear si requiere un reforzamiento estructural o mantenimientos preventivos en relación con cada objetivo del estudio de Investigación sobre el índice de vulnerabilidad sísmica de cada casona inspeccionada.

Finalmente, llegar a conclusiones y recomendaciones. Estos resultados fueron expuestos en los formatos de INDECI, Cardona y Hurtado, análisis sísmico con el software ETABS y tablas de resultados desarrolladas por el software Excel 2025.

4.7. Consideraciones éticas

Desde el punto de vista ético, esta investigación se rige por principios fundamentales que salvaguardan los derechos y la integridad de los autores mencionados. La priorización de la preservación de los derechos de propiedad intelectual se traduce en un compromiso

inquebrantable con la atribución apropiada de citas, asegurando la credibilidad y originalidad del trabajo. Este enfoque se materializa a través de la inclusión de referencias bibliográficas precisas, lo que refuerza la transparencia y el respeto hacia la labor previa de otros investigadores.

Se ha gestionado y obtenido el consentimiento de los propietarios de las casonas objeto de estudio. Este proceso es esencial para garantizar que la investigación se realice de manera ética y respetuosa, considerando los derechos y la privacidad de aquellos involucrados directamente en la investigación. Este compromiso con el consentimiento informado contribuye a establecer una relación de confianza con los participantes y refuerza la integridad ética de la investigación.

Asimismo, en lo que respecta a la manipulación de los datos recopilados, se establece un compromiso con la veracidad y la integridad de la información. La autenticidad de los datos es esencial para la validez de los resultados y conclusiones obtenidas. Se implementó un proceso de análisis de los datos, asegurando su adecuación y relevancia para los objetivos de la investigación.

V. Resultados y discusión

Ubicación de las 3 casonas de la Provincia del Cuzco a investigar.

Casa Hacienda Angostura

Tabla 2

Ubicación casona angostura

Ubicación política del proyecto		
Dirección	Angostura	
Distrito	Saylla	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Altitud	3216 m.s.n.m.	
Coordenadas	Este	192000
	Norte	8499056
Zona	19 L	

Figura 3

Ubicación política general del Proyecto Angostura

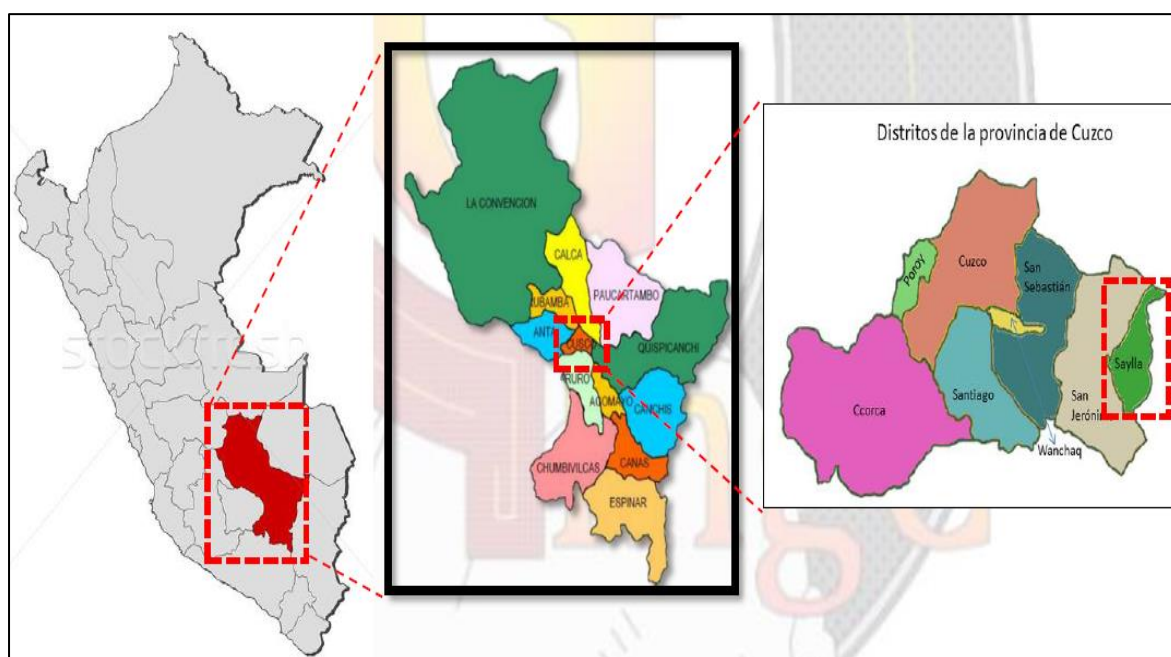
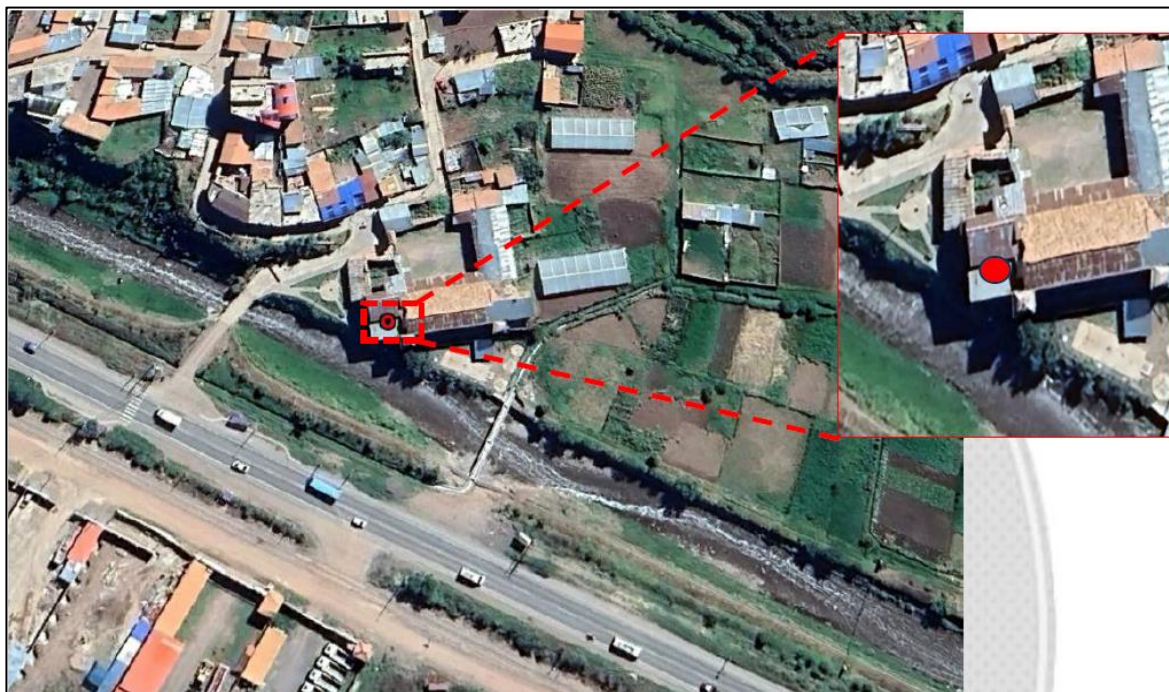
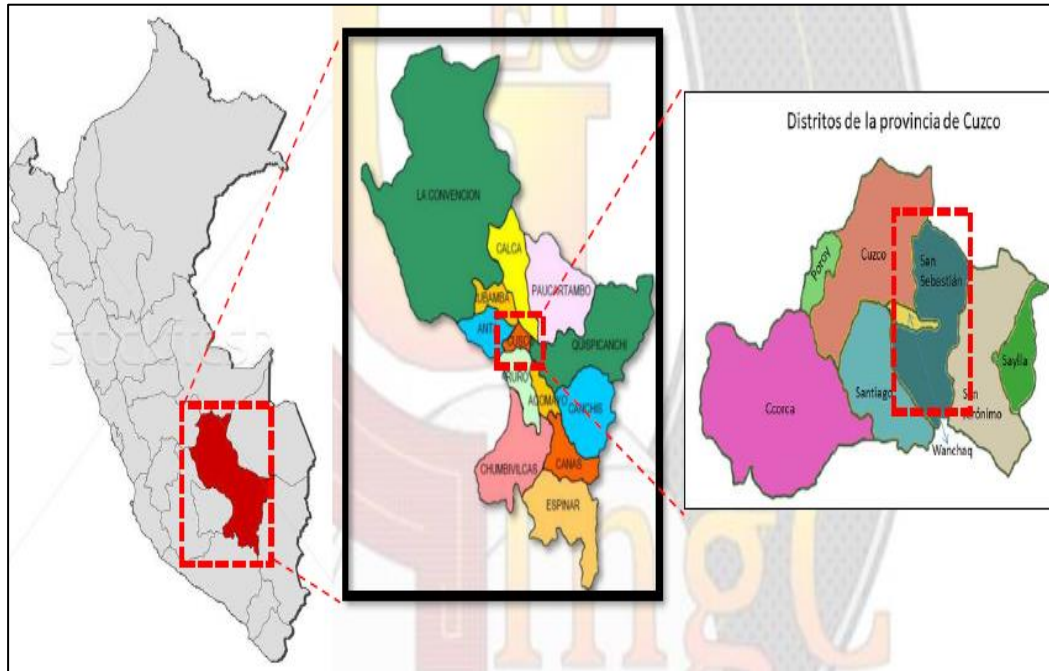


Figura 4*Ubicación local del Proyecto angostura***Casa Hacienda Escobar****Tabla 3***Ubicación hacienda Escobar*

Ubicación política del proyecto		
Dirección	Enaco	
Distrito	San Sebastián	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Altitud	3260 m.s.n.m.	
Coordenadas	Este	184948
	Norte	8502173
Zona	19 L	

Figura 5*Ubicación política general del proyecto Escobar***Figura 6***Ubicación local del Proyecto Escobar*

Casa Hacienda Buena Vista

Tabla 4

Ubicación hacienda Buena Vista

Ubicación política del proyecto		
<i>Dirección</i>	<i>Buena Vista</i>	
<i>Distrito</i>	<i>San Jerónimo</i>	
<i>Provincia</i>	<i>Cusco</i>	
<i>Departamento</i>	<i>Cusco</i>	
<i>Altitud</i>	3240 m. s. n. m.	
<i>Coordenadas</i>	<i>Este</i>	188440
	<i>Norte</i>	8501334
<i>Zona</i>	19 L	

Figura 7

Ubicación política general del proyecto

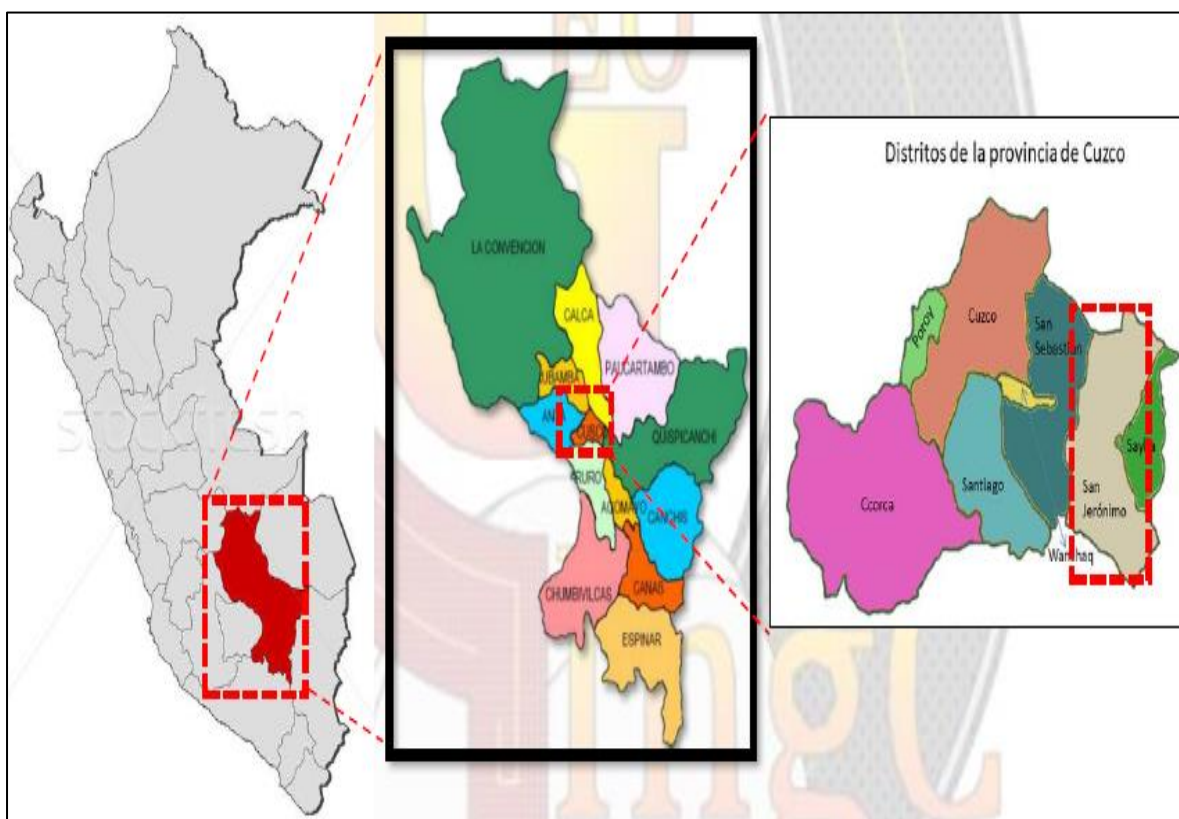


Figura 8*Ubicación local del proyecto*

OE.01 Con respecto a los aspectos constructivos de las estructuras de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla, se tiene:

Hacienda angostura

La hacienda en estudio está construida con material de adobe y listones de madera.

La técnica de construcción con adobe fue desarrollada en la antigüedad, limitada a 2 pisos y con secciones de mayores a los convencionales como el ladrillo. La hacienda Angostura presenta un área de 2260 m² aproximadamente.

Dentro de la distribución de la primera planta se puede contabilizar 10 habitaciones, 1 capilla, 3 ambientes de sala – comedor, entre otros ambientes en la primera planta.

En la segunda planta se presenta 11 habitaciones y un ambiente de sala – comedor.

Techo: El techo de la construcción de la hacienda está constituida por teja andina y como armazón se tiene listones de madera pino

Muros: Los muros de la hacienda están constituidos por secciones de adobe como material predominante.

Vigas: se presenta listones de madera pino.

Daños presentes de la estructura de la Hacienda Angostura.

Figura 9

Vista del patio principal de la Hacienda Angostura



Nota. Haciendo la verificación de acuerdo a la norma E-080 de los límites geométricos de muros y vanos.

Tabla 5

Limites Geométricos eje X Angostura

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion				4ta condicion			CUMPLIMIENTO
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H	L+1.25H≤17.5e	
Mx 1	0.75	0.75	Ok	1.2	3.34	No cumple	1.06	mal	ok	mal	3.2	7.34	ok	REFORZAR
Mx 2	0.75	0.75	Ok	1	2.81	No cumple	0.79	mal	ok	mal	3.2	6.81	ok	REFORZAR
Mx 3	0.75	0.75	Ok	0	2.75	ok	2.75	ok	ok	ok	3.2	6.75	ok	CUMPLE
Mx 4	0.75	0.75	Ok	1.4	6.96	ok	2.73	ok	ok	ok	3.2	10.96	ok	CUMPLE
Mx 5	0.75	0.75	Ok	1.5	3.8	No cumple	0.85	mal	ok	mal	3.2	7.8	ok	REFORZAR
Mx 6	0.75	0.75	Ok	2.4	9.39	ok	1.62	mal	ok	mal	3.2	13.39	mal	REFORZAR
Mx 7	0.75	0.75	Ok	1.2	6.22	ok	1.75	mal	ok	mal	3.2	10.22	ok	REFORZAR
Mx 8	0.75	0.75	Ok	0	2.7	ok	2.7	ok	ok	OK	3.2	6.7	ok	CUMPLE
Mx 9	0.75	0.75	Ok	1.2	3.37	No cumple	2.14	mal	ok	mal	3.2	7.37	ok	REFORZAR
Mx 10	0.75	0.75	0	1.2	5.13	ok	1.7	mal	ok	mal	3.2	9.13	ok	REFORZAR
Mx 11	0.75	0.75	Ok	0	6.65	ok	6.65	ok	mal	mal	3.2	10.65	ok	REFORZAR
Mx 12	0.75	0.75	Ok	1.4	3.8	No cumple	1.06	mal	ok	mal	3.2	7.8	ok	REFORZAR
Mx 13	0.75	0.75	Ok	0	9.37	ok	9.37	ok	mal	mal	3.2	13.37	mal	REFORZAR
Mx 14	0.75	0.75	Ok	1.2	6.2	ok	1.59	mal	ok	mal	3.2	10.2	ok	REFORZAR
Mx 15	0.75	0.75	Ok	0	2.6	ok	2.6	ok	ok	ok	3.2	6.6	ok	CUMPLE
Mx 16	0.75	0.75	Ok	0	6.33	ok	6.33	ok	mal	mal	3.2	10.33	ok	REFORZAR
Mx 17	0.75	0.75	Ok	0	2.46	ok	2.46	ok	ok	OK	3.2	6.46	ok	CUMPLE
Mx 18	0.75	0.75	Ok	0	2.52	ok	2.52	ok	ok	ok	3.2	6.52	ok	CUMPLE
Mx 19	0.75	0.75	Ok	0	2.5	ok	2.5	ok	ok	ok	3.2	6.5	ok	CUMPLE
Mx 20	0.75	0.75	Ok	0	6.26	ok	6.26	ok	mal	mal	3.2	10.26	ok	REFORZAR
Mx 21	0.75	0.75	Ok	0	2.52	ok	2.52	ok	ok	ok	3.2	6.52	ok	CUMPLE
Mx 22	0.75	0.75	Ok	0	6.44	ok	6.44	ok	mal	mal	3.2	10.44	ok	REFORZAR
Mx 23	0.75	0.75	Ok	0	6.19	ok	6.19	ok	mal	mal	3.2	10.19	ok	REFORZAR
Mx 24	0.75	0.75	Ok	0	6.19	ok	6.19	ok	mal	mal	3.2	10.19	ok	REFORZAR
Mx 25	0.75	0.75	Ok	0	6.19	ok	6.19	ok	mal	mal	3.2	10.19	ok	REFORZAR

Nota. En el eje X solo el 32% de los muros cumplen con los limites geométricos de muros y vanos. Verificación de la densidad de muros.

Tabla 6

Densidad de muro eje X

MURO	DENSIDAD		
	L (m)	e (m)	L*e m2
Mx 1	3.34	0.75	2.505
Mx 2	2.81	0.75	2.108
Mx 3	2.75	0.75	2.063
Mx 4	6.96	0.75	5.220
Mx 5	3.8	0.75	2.850
Mx 6	9.39	0.75	7.043
Mx 7	6.22	0.75	4.665
Mx 8	2.7	0.75	2.025
Mx 9	3.37	0.75	2.528
Mx 10	5.13	0.75	3.848
Mx 11	6.65	0.75	4.988
Mx 12	3.8	0.75	2.850
Mx 13	9.37	0.75	7.028
Mx 14	6.2	0.75	4.650
Mx 15	2.6	0.75	1.950
Mx 16	6.33	0.75	4.748
Mx 17	2.46	0.75	1.845
Mx 18	2.52	0.75	1.890
Mx 19	2.5	0.75	1.875
Mx 20	6.26	0.75	4.695
Mx 21	2.52	0.75	1.890
Mx 22	6.44	0.75	4.830
Mx 23	6.19	0.75	4.643
Mx 24	6.19	0.75	4.643
Mx 25	6.19	0.75	4.643
			92.018
		Area total	630.1
			0.15 >15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje X solo, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal.

Tabla 7

Limites geométricos eje Y Angostura

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion				4ta condicion			CUMPLIMIENTO
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta a (m)	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b (m)	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H	L+1.25H≤17.5e	
My1	0.75	0.75	Ok	0.8	4.21	ok	1.14	mal	ok	mal	3.2	8.21	ok	REFORZAR
My2	0.75	0.75	Ok	1.15	4.21	ok	0.61	mal	ok	mal	3.2	8.21	ok	REFORZAR
My3	0.75	0.75	Ok	0	4.78	ok	4.78	ok	mal	mal	3.2	8.78	ok	REFORZAR
My4	0.75	0.75	Ok	0	4.78	ok	4.78	ok	mal	mal	3.2	8.78	ok	REFORZAR
My5	0.75	0.75	Ok	0	4.81	ok	4.81	ok	mal	mal	3.2	8.81	ok	REFORZAR
My6	0.75	0.75	Ok	1.2	5.52	ok	2.24	mal	ok	mal	3.2	9.52	ok	REFORZAR
My7	0.75	0.75	Ok	1.2	5.56	ok	2.23	mal	ok	mal	3.2	9.56	ok	REFORZAR
My8	0.75	0.75	Ok	1.2	5.52	ok	2.33	ok	ok	OK	3.2	9.52	ok	CUMPLE
My9	0.75	0.75	Ok	0	5.56	ok	5.56	ok	mal	mal	3.2	9.56	ok	REFORZAR
My10	0.75	0.75	Ok	1.2	5.68	ok	2.4	ok	ok	OK	3.2	9.68	ok	CUMPLE
My11	0.75	0.75	Ok	0	4.64	ok	4.64	ok	mal	mal	3.2	8.64	ok	REFORZAR
My12	0.75	0.75	Ok	1.4	4.67	ok	1.04	mal	ok	mal	3.2	8.67	ok	REFORZAR
My13	0.75	0.75	Ok	0	2.1	ok	2.1	mal	ok	mal	3.2	6.1	ok	REFORZAR
My14	0.75	0.75	Ok	1	2.23	No cumple	0.49	mal	ok	mal	3.2	6.23	ok	REFORZAR
My15	0.75	0.75	Ok	1	2.09	No cumple	0.44	mal	ok	mal	3.2	6.09	ok	REFORZAR
My16	0.75	0.75	Ok	0	2.27	ok	2.27	ok	ok	OK	3.2	6.27	ok	CUMPLE
My17	0.75	0.75	Ok	0	2.19	ok	2.19	mal	ok	mal	3.2	6.19	ok	REFORZAR
My18	0.75	0.75	Ok	1.8	3.71	No cumple	0.91	mal	ok	mal	4.2	8.96	ok	REFORZAR
My19	0.75	0.75	Ok	1.8	3.71	No cumple	0.91	mal	ok	mal	5.2	10.21	ok	REFORZAR
My20	0.75	0.75	Ok	1.2	4.65	ok	1.47	mal	ok	mal	6.2	12.4	ok	REFORZAR
My21	0.75	0.75	Ok	1.2	4.67	ok	1.47	mal	ok	mal	7.2	13.67	mal	REFORZAR
My22	0.75	0.75	Ok	1.4	10.3	ok	4.15	ok	mal	mal	8.2	20.55	mal	REFORZAR
My23	0.75	0.75	Ok	1.2	10.3	ok	4.09	ok	mal	mal	9.2	21.8	mal	REFORZAR

Nota. Con respecto a la densidad el eje X solo, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal. En el eje Y solo el 12% de los muros cumplen con los limites geométricos de muros y vanos. Verificación de la densidad de muros.

Tabla 8*Densidad de muros eje Y*

DENSIDAD		
L (m)	e (m)	L*e m2
4.21	0.75	3.1575
4.21	0.75	3.1575
4.78	0.75	3.585
4.78	0.75	3.585
4.81	0.75	3.6075
5.52	0.75	4.14
5.56	0.75	4.17
5.52	0.75	4.14
5.56	0.75	4.17
5.68	0.75	4.26
4.64	0.75	3.48
4.67	0.75	3.5025
2.1	0.75	1.575
2.23	0.75	1.6725
2.09	0.75	1.5675
2.27	0.75	1.7025
2.19	0.75	1.6425
3.71	0.75	2.7825
3.71	0.75	2.7825
4.65	0.75	3.4875
4.67	0.75	3.5025
10.3	0.75	7.725
10.3	0.75	7.725
		81.12
	Area total	630.1
		0.129 >15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje Y solo, no cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal, por lo que se recomienda para uso de oficinas o viviendas que es menor al 13%.

Hacienda Escobar

La hacienda en estudio está construida con material de adobe y listones de madera. La técnica de construcción con adobe fue desarrollada en la antigüedad, limitada a 2 pisos y con secciones de mayores a los convencionales como el ladrillo. La hacienda Escobar

presenta un área de 1973 m² aproximadamente de terreno y de construcción a analizar, presenta 178 m² aproximadamente en el primer piso.

Dentro de la distribución de la primera planta se puede contabilizar 2 almacenes y 1 sala primera planta.

En la segunda planta se presenta 2 habitaciones y un ambiente de sala.

Techo: El techo de la construcción de la hacienda está constituida por teja andina y como armazón se tiene listones de madera pino

Muros: Los muros de la hacienda están constituidos por secciones de adobe como material predominante.

Vigas: se presenta listones de madera pino.

Daños presentes de la estructura de la Hacienda Escobar por falta de mantenimiento

Figura 10

Vista de la fachade de la hacienda Escobar



Tabla 9*Limites Geométricos eje x Escobar*

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion				4ta condicion			CUMPLIMIENTO
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H	L+1.25H≤17.5e	
Mx 1	1.15	1.15	Ok	1.2	3.34	No cumple	1.06	mal	ok	mal	3.2	7.34	ok	REFORZAR
Mx 2	1.15	1.15	Ok	1	2.81	No cumple	0.79	mal	ok	mal	3.2	6.81	ok	REFORZAR
Mx 3	1.15	1.15	Ok	1.4	6.96	ok	2.73	mal	ok	ok	3.2	10.96	ok	CUMPLE
Mx 4	1.15	1.15	Ok	1.5	3.8	No cumple	0.85	mal	ok	mal	3.2	7.8	ok	REFORZAR
Mx 5	1.15	1.15	Ok	1.2	9.4	ok	2.66	mal	ok	mal	3.2	13.4	ok	REFORZAR
Mx 6	1.15	1.15	Ok	1.2	6.75	ok	1.75	mal	ok	mal	3.2	10.75	ok	REFORZAR
Mx 7	1.15	1.15	Ok	1.2	3.38	No cumple	2.15	mal	ok	mal	3.2	7.38	ok	REFORZAR
Mx 8	1.15	1.15	Ok	1.2	5.13	ok	1.78	mal	ok	mal	4.2	10.38	ok	REFORZAR
Mx 9	1.15	1.15	Ok	1.4	3.8	No cumple	1.06	mal	ok	mal	5.2	10.3	ok	REFORZAR
Mx 10	1.15	1.15	Ok	1.2	6.2	ok	1.59	mal	ok	mal	6.2	13.95	ok	REFORZAR

Nota. En el eje X solo el 10% de los muros cumplen con los limites geométricos de muros y vanos.

Tabla 10*Densidad de muros eje X Escobar*

DENSIDAD			
L (m)	e (m)	L*e m2	
3.34	1.15	3.841	
2.81	1.15	3.2315	
6.96	1.15	8.004	
3.8	1.15	4.37	
9.4	1.15	10.81	
6.75	1.15	7.7625	
3.38	1.15	3.887	
5.13	1.15	5.8995	
3.8	1.15	4.37	
6.2	1.15	7.13	
		59.3055	
	Area total	178	m2
		0.333	>15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje X, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal.

Tabla 11

Limites geométricos eje Y Escobar

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion				4ta condicion			CUMPLIMIENTO
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta a (m)	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b (m)	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H	L+1.25H≤17.5e	
My1	1.15	1.15	Ok	0.8	4.21	ok	1.14	mal	ok	mal	3.2	8.21	ok	REFORZAR
My2	1.15	1.15	Ok	1.15	4.21	ok	0.61	mal	ok	mal	3.2	8.21	ok	REFORZAR
My3	1.15	1.15	Ok	1.9	4.07	No cumple	0.97	mal	ok	mal	3.2	8.07	ok	REFORZAR
My4	1.15	1.15	Ok	1.2	5.52	ok	2.02	mal	ok	mal	3.2	9.52	ok	REFORZAR
My5	1.15	1.15	Ok	1.2	5.56	ok	2.13	mal	ok	mal	3.2	9.56	ok	REFORZAR
My6	1.15	1.15	Ok	1.8	3.71	No cumple	0.91	mal	ok	mal	3.2	7.71	ok	REFORZAR
My7	1.15	1.15	Ok	1.8	3.71	No cumple	0.84	mal	ok	mal	3.2	7.71	ok	REFORZAR
My8	1.15	1.15	Ok	1.2	4.6	ok	1.47	mal	ok	mal	4.2	9.85	ok	REFORZAR
My9	1.15	1.15	Ok	1.2	4.6	ok	1.47	mal	ok	mal	5.2	11.1	ok	REFORZAR
My10	1.15	1.15	Ok	1.4	10.3	ok	4.15	ok	ok	mal	6.2	18.05	ok	REFORZAR
My11	1.15	1.15	Ok	1.2	10.3	ok	4.09	ok	ok	mal	7.2	19.3	ok	REFORZAR
My12	1.15	1.15	Ok	1.2	5.82	ok	2.09	mal	ok	mal	8.2	16.07	ok	REFORZAR
My13	1.15	1.15	Ok	1.9	4.59	No cumple	0.97	mal	ok	mal	9.2	16.09	ok	REFORZAR
My14	1.15	1.15	Ok	1	2.09	No cumple	0.44	mal	ok	mal	10.2	14.84	ok	REFORZAR
My15	1.15	1.15	Ok	1.2	5.67	ok	2	mal	ok	mal	11.2	19.67	ok	REFORZAR
My16	1.15	1.15	Ok	1.2	4.58	ok	1.45	mal	ok	mal	12.2	19.83	ok	REFORZAR
My17	1.15	1.15	Ok	1	2.23	No cumple	0.49	mal	ok	mal	13.2	18.73	ok	REFORZAR

Nota. En el eje Y no cumplen con los limites geométricos de muros y vanos, sin embargo, supera el ancho mínimo propuesto por la norma que es de 0.40m. dándonos una buena rigidez en las viviendas de adobe.

Tabla 12*Densidad de muro eje Y Escobar*

DENSIDAD			
L (m)	e (m)	L*e m2	
4.21	1.15	4.8415	
4.21	1.15	4.8415	
4.07	1.15	4.6805	
5.52	1.15	6.348	
5.56	1.15	6.394	
3.71	1.15	4.2665	
3.71	1.15	4.2665	
4.6	1.15	5.29	
4.6	1.15	5.29	
10.3	1.15	11.845	
10.3	1.15	11.845	
5.82	1.15	6.693	
4.59	1.15	5.2785	
2.09	1.15	2.4035	
5.67	1.15	6.5205	
4.58	1.15	5.267	
2.23	1.15	2.5645	
		98.6355	
	Area total	178	
		0.554	>15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje Y, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal.

Hacienda Buena Vista

La hacienda en estudio está construida con material de adobe y listones de madera. La técnica de construcción con adobe fue desarrollada en la antigüedad, limitada a 2 pisos y con secciones de mayores a los convencionales como el Adobe.

La hacienda Buena Vista presenta un área de 1150 m2 aproximadamente

Dentro de la distribución se puede contabilizar 8 habitaciones y 1 sala y 1 galería

Techo: El techo de la construcción de la hacienda está constituida por teja andina y como armazón se tiene listones de madera pino

Muros: Los muros de la hacienda están constituidos por secciones de adobe como material predominante.

Vigas: se presenta listones de madera pino.

Daños presentes de la estructura de la Hacienda Buena Vista por falta de mantenimiento.

Figura 11

Vista de la fachada de la hacienda Buena Vista



Nota. En el eje X solo el 35% de los muros cumplen con los límites geométricos de muros y vanos.

Tabla 13

Limites geométricos eje X Buena Vista

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion				4ta condicion			CUMPLIMIENTO
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H	L+1.25H≤17.5e	
Mx 1	0.70	0.70	Ok	0	5.69	ok	5.69	ok	mal	mal	2.6	8.94	ok	REFORZAR
Mx 2	0.70	0.70	Ok	0	6.48	ok	6.48	ok	mal	mal	2.6	9.73	ok	REFORZAR
Mx 3	0.70	0.70	Ok	0	7.49	ok	7.49	ok	mal	mal	2.6	10.74	ok	REFORZAR
Mx 4	0.70	0.70	Ok	0	3.91	ok	3.91	ok	mal	mal	2.6	7.16	ok	REFORZAR
Mx 5	0.70	0.70	Ok	1	5.69	ok	0.73	mal	ok	mal	2.6	8.94	ok	REFORZAR
Mx 6	0.70	0.70	Ok	3.5	6.48	No cumple	0.88	mal	ok	mal	2.6	9.73	ok	REFORZAR
Mx 7	0.70	0.70	Ok	0	2	ok	2	mal	ok	mal	2.6	5.25	ok	REFORZAR
Mx 8	0.70	0.70	Ok	2.33	7.54	ok	0.55	mal	ok	mal	2.6	10.79	ok	REFORZAR
Mx 9	0.70	0.70	Ok	0	3.14	ok	3.14	ok	ok	OK	2.6	6.39	ok	CUMPLE
Mx 10	0.70	0.70	Ok	0	3.1	ok	3.1	ok	ok	OK	2.6	6.35	ok	CUMPLE
Mx 11	0.70	0.70	Ok	0	2.47	ok	2.47	ok	ok	OK	2.6	5.72	ok	CUMPLE
Mx 12	0.70	0.70	Ok	0	2.52	ok	2.52	ok	ok	OK	2.6	5.77	ok	CUMPLE
Mx 13	0.70	0.70	Ok	0	3.12	ok	3.12	ok	ok	OK	5.2	9.62	ok	CUMPLE
Mx 14	0.70	0.70	Ok	1.3	5.76	ok	1.7	mal	ok	mal	5.2	12.26	mal	REFORZAR
Mx 15	0.70	0.70	Ok	1.4	15.16	ok	6.08	ok	mal	mal	5.2	21.66	mal	REFORZAR
Mx 16	0.70	0.70	Ok	0	4.25	ok	4.25	ok	mal	mal	5.2	10.75	ok	REFORZAR
Mx 17	0.70	0.70	Ok	2.6	9.42	ok	2.1	ok	ok	OK	5.2	15.92	mal	CUMPLE
Mx 18	1.19	0.70	No cumple	0	1.74	ok	1.74	mal	ok	mal	5.2	8.24	ok	REFORZAR
Mx 19	1.19	0.70	No cumple	0	1.74	ok	14	ok	mal	mal	2.6	4.99	ok	REFORZAR
Mx 20	0.70	0.70	Ok	1	3.88	ok	0.6	mal	ok	mal	5.2	10.38	ok	REFORZAR
Mx 21	0.70	0.70	Ok	0	3.87	ok	3.87	ok	mal	mal	2.6	7.12	ok	REFORZAR
Mx 22	0.70	0.70	Ok	0	3.9	ok	3.9	ok	mal	mal	2.6	7.15	ok	REFORZAR
Mx 23	0.70	0.70	Ok	0	4.09	ok	4.09	ok	mal	mal	2.6	7.34	ok	REFORZAR
Mx 24	0.70	0.70	Ok	0	1.7	ok	1.7	mal	ok	mal	5.2	8.2	ok	REFORZAR

Nota. Con respecto a la densidad el eje X, no cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal, pudiendo ser de uso comercio, oficinas o viviendas.

Tabla 14*Densidad de muros eje X*

DENSIDAD		
L (m)	e (m)	L*e m2
5.69	0.7	3.983
6.48	0.7	4.536
7.49	0.7	5.243
3.91	0.7	2.737
5.69	0.7	3.983
6.48	0.7	4.536
2	0.7	1.4
7.54	0.7	5.278
3.14	0.7	2.198
3.1	0.7	2.17
2.47	0.7	1.729
2.52	0.7	1.764
3.12	0.7	2.184
5.76	0.7	4.032
15.16	0.7	10.612
4.25	0.7	2.975
9.42	0.7	6.594
1.74	1.19	2.0706
1.74	1.19	2.0706
3.88	0.7	2.716
3.87	0.7	2.709
3.9	0.7	2.73
4.09	0.7	2.863
1.7	0.7	1.19
		82.3032
	Area total	524.46
		0.16 >15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje X, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal.

Tabla 15

Limites Geométricos Eje Y Buena Vista

MURO	1ra condicion			2da condicion			3ra condicion			4ta condicion			CUMPLIMIENTO	
	espesor e (m)	espesor e0 (m)	e0≥e	largo de ventana o puerta a (m)	longitud L (m)	a<L/3	Ancho de Sub muro b (m)	3e≤b	b≤5e		H	L+1.25H		L+1.25H≤17.5e
My1	0.70	0.70	Ok	1.1	4.11	ok	1.43	mal	ok	mal	2.6	7.36	ok	REFORZAR
My2	0.70	0.70	Ok	0	4.27	ok	4.27	ok	mal	mal	2.6	7.52	ok	REFORZAR
My3	0.70	0.70	Ok	0	4.38	ok	4.38	ok	mal	mal	2.6	7.63	ok	REFORZAR
My4	0.70	0.70	Ok	0	4.44	ok	4.44	ok	mal	mal	2.6	7.69	ok	REFORZAR
My5	0.70	0.70	Ok	0	4.55	ok	4.55	ok	mal	mal	2.6	7.8	ok	REFORZAR
My6	0.70	0.70	Ok	2.12	13.84	ok	1.21	mal	ok	mal	2.6	17.09	mal	REFORZAR
My7	0.70	0.70	Ok	1.3	13.89	ok	3.84	ok	mal	mal	2.6	17.14	mal	REFORZAR
My8	0.70	0.70	Ok	1.7	2.51	No cumple	0.4	mal	ok	mal	3.15	6.4475	ok	REFORZAR
My9	0.70	0.70	Ok	1.31	3.76	No cumple	2.47	ok	ok	OK	2.6	7.01	ok	REFORZAR
My10	0.70	0.70	Ok	1.01	3.7	ok	2.69	ok	ok	OK	2.6	6.95	ok	CUMPLE
My11	0.70	0.70	Ok	0.85	4.88	ok	1.59	mal	ok	mal	2.6	8.13	ok	REFORZAR
My12	0.70	0.70	Ok	0	4.82	ok	4.82	ok	mal	mal	2.6	8.07	ok	REFORZAR
My13	0.70	0.70	Ok	1.3	3.37	No cumple	0.54	mal	ok	mal	5.2	9.87	ok	REFORZAR
My14	0.70	0.70	Ok	0	2.3	ok	2.3	ok	ok	OK	5.2	8.8	ok	CUMPLE
My15	0.70	0.70	Ok	1.13	4.84	ok	1.66	mal	ok	mal	5.2	11.34	ok	REFORZAR
My16	0.70	0.70	Ok	0	5.08	ok	5.08	ok	mal	mal	5.2	11.58	ok	REFORZAR
My17	0.70	0.70	Ok	1.15	5.78	ok	1.77	mal	ok	mal	2.6	9.03	ok	REFORZAR
My18	0.70	0.70	Ok	2.56	9.09	ok	1.33	mal	ok	mal	2.6	12.34	mal	REFORZAR
My19	0.70	0.70	Ok	1	2.87	No cumple	0.5	mal	ok	mal	2.6	6.12	ok	REFORZAR
My20	0.70	0.70	Ok	0	2.88	ok	2.88	ok	ok	OK	2.6	6.13	ok	CUMPLE
My21	0.70	0.70	Ok	1.87	2.71	No cumple	0.45	mal	ok	mal	3.15	6.6475	ok	REFORZAR
My22	0.70	0.70	Ok	0	8.88	ok	8.88	ok	mal	mal	2.6	12.13	ok	REFORZAR
My23	0.70	0.70	Ok	3.42	8.79	No cumple	1.09	mal	ok	mal	2.6	12.04	ok	REFORZAR

Nota. En el eje Y no cumplen con los límites geométricos de muros y vanos, sin embargo, supera el ancho mínimo propuesto por la norma que es de 0.40m. dándonos una buena rigidez en las viviendas de adobe.

Tabla 16*Densidad de muros eje Y Buena Vista*

DENSIDAD			
L (m)	e (m)	L*e m2	
4.11	0.7	2.877	
4.27	0.7	2.989	
4.38	0.7	3.066	
4.44	0.7	3.108	
4.55	0.7	3.185	
13.84	0.7	9.688	
13.89	0.7	9.723	
2.51	0.7	1.757	
3.76	0.7	2.632	
3.7	0.7	2.59	
4.88	0.7	3.416	
4.82	0.7	3.374	
3.37	0.7	2.359	
2.3	0.7	1.61	
4.84	0.7	3.388	
5.08	0.7	3.556	
5.78	0.7	4.046	
9.09	0.7	6.363	
2.87	0.7	2.009	
2.88	0.7	2.016	
2.71	0.7	1.897	
8.88	0.7	6.216	
8.79	0.7	6.153	
		88.018	
	Area total	524.46	
		0.17	>15%

Nota. Con respecto a la densidad el eje Y, cumple con la densidad mínima para uso como servicio comunal.

OE.02 Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla utilizando del método propuesto por la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI.

Para el cálculo de la vulnerabilidad sísmica de acuerdo a la norma E.080 se tendrá que realizar la verificación de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción.

Hacienda Angostura

Tabla 17

Medrado de cargas

CARGAS VIVAS	
USO	CARGAS (Kgf/m2)
Corredores y escaleras	200
Dormitorios, baños, salas, comedores	200
Techos con inclinacion mayor al 3%	30
Sobrecarga	100
Lugares de asamblea	400
CARGAS MUERTAS	
USO	CARGAS (Kgf/m3)
Piso terminado	100 Kgf/m2
Adobe	1600 Kgf/m3
Techos Típicos (Madera y Barro)	150 Kgf/m2
Revoques/Acabados	30 Kgf/m2

Nota: RNE norma E-020

Tabla 18

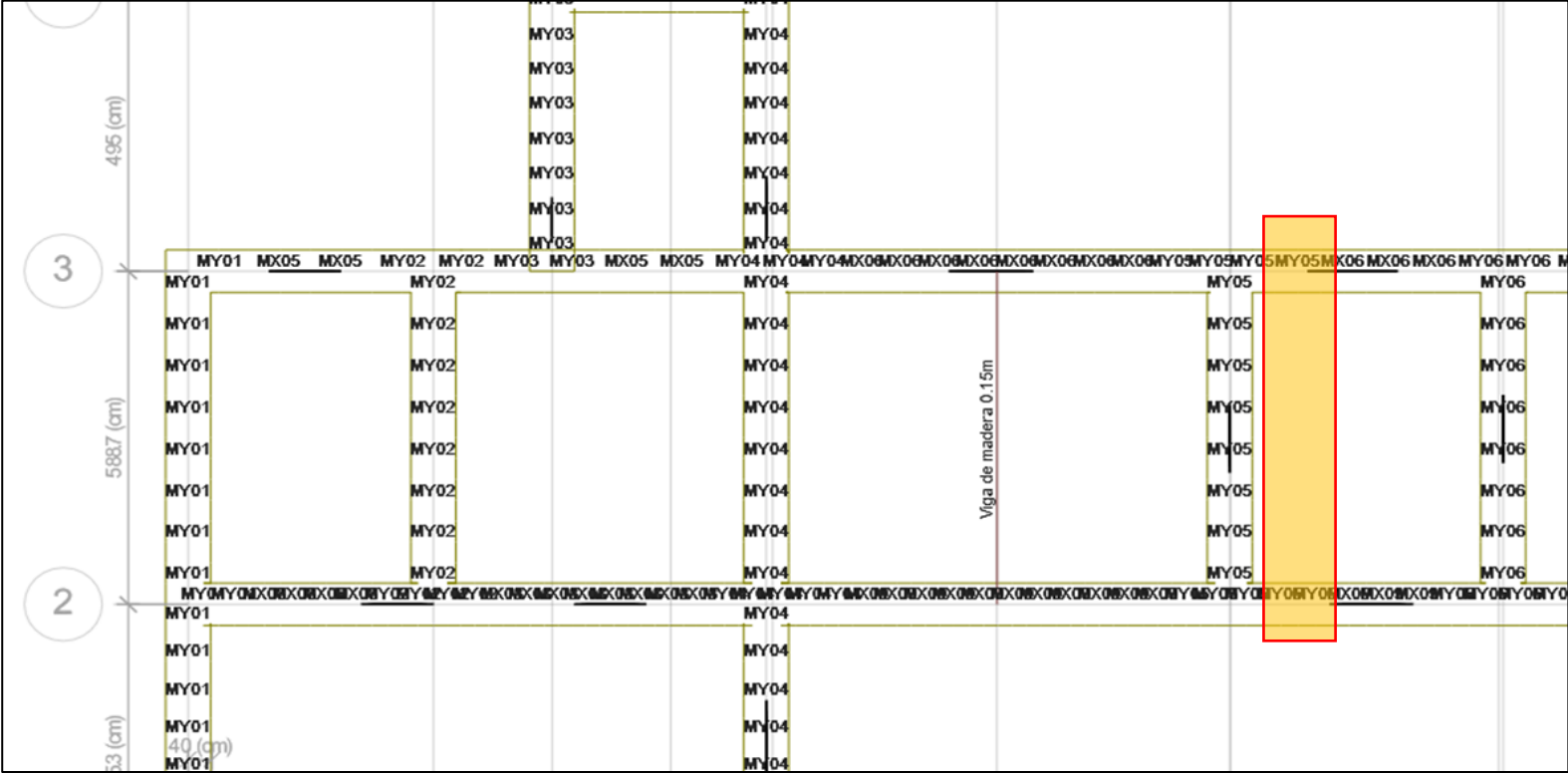
Esfuerzos eje X Angostura

ESFUERZO DE SERVICIO		$Peso\ de\ servicio \leq 0.4 * f'm$					
				$f_m =$	8.21	kgf/cm ²	
				$0.4 * f_m =$	3.284	kgf/cm ²	
MURO	longitud L (cm)	espesor e (cm)	P kgf	esfuerzo kgf/cm ²	esfuerzo adm kgf/cm ²	Verificación	
MX01	472.01	75	63466.66	1.79	3.284	Ok	
MX02	472.01	75	62368.61	1.76	3.284	Ok	
MX03	472.01	75	63832.18	1.80	3.284	Ok	
MX04	119.1	75	6125.74	0.69	3.284	Ok	
MX05	769.5	75	47108.62	0.82	3.284	Ok	
MX06	1963.583	75	213752.77	1.45	3.284	Ok	
MX07	813.86	75	82150.23	1.35	3.284	Ok	
MX08	769.5	75	79685.49	1.38	3.284	Ok	
MX09	2005.025	75	240753.61	1.60	3.284	Ok	
MX10	814.125	75	93840.86	1.54	3.284	Ok	
MX11	723.225	75	93628.26	1.73	3.284	Ok	
MX12	285	75	12706.1	0.59	3.284	Ok	
MX13	833.8	75	71787.76	1.15	3.284	Ok	
MX14	833.8	75	30514.55	0.49	3.284	Ok	
MY01	1124	75	200482.08	2.38	3.284	Ok	
MY02	588.7	75	129527.92	2.93	3.284	Ok	
MY03	495	75	63579.46	1.71	3.284	Ok	
MY04	1921	75	214645.07	1.49	3.284	Ok	
MY05	588.7	75	159376.8	3.61	3.284	falla	
MY06	588.7	75	137628.2	3.12	3.284	Ok	
MY07	903.663	75	160044.83	2.36	3.284	Ok	
MY08	1127.075	75	184553.34	2.18	3.284	Ok	
MY09	585.675	75	116442.28	2.65	3.284	Ok	
MY10	910.888	75	148601.02	2.18	3.284	Ok	
MY11	302	75	62753.97	2.77	3.284	Ok	
MY12	903.663	75	140307.58	2.07	3.284	Ok	
MY13	1197.638	75	174252.59	1.94	3.284	Ok	
MY14	729.825	75	117480.6	2.15	3.284	Ok	
MY15	515.113	75	78847.29	2.04	3.284	Ok	
MY16	910.888	75	125816.28	1.84	3.284	Ok	

Nota. Con respecto a los esfuerzos en el eje Y, el muro MY05 falla por peso de servicio.

Figura 12

Falla en el muro 05, eje Y



Nota. Se recomienda el remplazo del muro MY05 con adobe de mejor calidad o ensanchar el muro por uno mayor a 0.75m.

Figura 13

Muro MY 05 a reemplazar



El muro MY05 falla por peso de servicio lo cual requiere colocar uno de mejor calidad o ensanchar mayor a 0.75m.

CORTANTE

Tabla 19

Cortante eje X angostura

TABLE: Pier Forces												
Story	Pier	longitud (cm)	espesor (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante kgf/cm ²	Factor de segurida	VERIFICACION	
Story1	MX01	472.01	75	SISM X	Top	1951.89	7.22	0.06	0.25	4.53	ok	
Story1	MX02	472.01	75	SISM X	Top	2107.24	4.56	0.06	0.25	4.20	ok	
Story1	MX03	472.01	75	SISM X	Top	2136.24	4.57	0.06	0.25	4.14	ok	
Story1	MX04	119.1	75	SISM X	Top	469.94	0.19	0.05	0.25	4.75	ok	
Story1	MX05	769.5	75	SISM X	Top	1876.83	5.63	0.03	0.25	7.69	ok	
Story1	MX06	1963.583	75	SISM X	Top	7190.9	10.97	0.05	0.25	5.12	ok	
Story1	MX07	813.86	75	SISM X	Top	2567.26	18.24	0.04	0.25	5.94	ok	
Story1	MX08	769.5	75	SISM X	Top	2752.59	16	0.05	0.25	5.24	ok	
Story1	MX09	2005.025	75	SISM X	Top	7172.96	11.79	0.05	0.25	5.24	ok	
Story1	MX10	814.125	75	SISM X	Top	3218.01	10.95	0.05	0.25	4.74	ok	
Story1	MX11	723.225	75	SISM X	Top	3321.46	19.9	0.06	0.25	4.08	ok	
Story1	MX12	285	75	SISM X	Top	1060.4	14.76	0.05	0.25	5.04	ok	
Story1	MX13	833.8	75	SISM X	Top	2569.56	10.98	0.04	0.25	6.08	ok	
Story1	MX14	833.8	75	SISM X	Top	2562.45	1.55	0.04	0.25	6.10	ok	
Story1	MY01	1124	75	SISM X	Top	207.68	1252.78	0.00	0.25	101.48	ok	
Story1	MY02	588.7	75	SISM X	Top	137.1	1917.51	0.00	0.25	80.51	ok	
Story1	MY03	495	75	SISM X	Top	396.96	1327.98	0.01	0.25	23.38	ok	
Story1	MY04	1921	75	SISM X	Top	194.77	3726.6	0.00	0.25	184.93	ok	
Story1	MY05	588.7	75	SISM X	Top	45.24	2721.83	0.00	0.25	243.99	ok	
Story1	MY06	588.7	75	SISM X	Top	22.03	1936.47	0.00	0.25	501.05	ok	
Story1	MY07	903.663	75	SISM X	Top	207.58	1020.77	0.00	0.25	81.62	ok	
Story1	MY08	1127.075	75	SISM X	Top	92.66	656.17	0.00	0.25	228.07	ok	
Story1	MY09	585.675	75	SISM X	Top	23.59	1702.35	0.00	0.25	465.51	ok	
Story1	MY10	910.888	75	SISM X	Top	258.67	1887.55	0.00	0.25	66.03	ok	
Story1	MY11	302	75	SISM X	Top	114.86	2504.91	0.01	0.25	49.30	ok	
Story1	MY12	903.663	75	SISM X	Top	294.18	509.91	0.00	0.25	57.60	ok	
Story1	MY13	1197.638	75	SISM X	Top	206.32	709.96	0.00	0.25	108.84	ok	
Story1	MY14	729.825	75	SISM X	Top	25.35	1572.44	0.00	0.25	539.81	ok	
Story1	MY15	515.113	75	SISM X	Top	278.67	228.77	0.01	0.25	34.66	ok	
Story1	MY16	910.888	75	SISM X	Top	48.48	786.83	0.00	0.25	352.29	ok	

Nota. Con respecto a la cortante en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080

Tabla 20*Cortante Eje Y Angostura*

TABLE: Pier Forces											
Story	Pier	longitud L (cm)	espesor e (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante kgf/cm ²	Factor de segurida	VERIFICACION
Story1	MX01	472.01	75	SISM Y	Top	64.14	69.58	0.00	0.25	275.96	ok
Story1	MX02	472.01	75	SISM Y	Top	135.73	74.69	0.00	0.25	130.41	ok
Story1	MX03	472.01	75	SISM Y	Top	110.26	68.18	0.00	0.25	160.53	ok
Story1	MX04	119.1	75	SISM Y	Top	15.91	4.26	0.00	0.25	280.72	ok
Story1	MX05	769.5	75	SISM Y	Top	54.27	23.8	0.00	0.25	531.72	ok
Story1	MX06	1963.583	75	SISM Y	Top	184.8	229.54	0.00	0.25	398.45	ok
Story1	MX07	813.86	75	SISM Y	Top	97.94	73.95	0.00	0.25	311.62	ok
Story1	MX08	769.5	75	SISM Y	Top	56.07	23.13	0.00	0.25	514.65	ok
Story1	MX09	2005.025	75	SISM Y	Top	93.98	198.29	0.00	0.25	800.05	ok
Story1	MX10	814.125	75	SISM Y	Top	14.82	48.06	0.00	0.25	2,060.03	ok
Story1	MX11	723.225	75	SISM Y	Top	241.63	140.21	0.00	0.25	112.24	ok
Story1	MX12	285	75	SISM Y	Top	176.78	10.37	0.00	0.25	60.46	ok
Story1	MX13	833.8	75	SISM Y	Top	88.94	20.89	0.00	0.25	351.56	ok
Story1	MX14	833.8	75	SISM Y	Top	33.94	29.39	0.00	0.25	921.26	ok
Story1	MY01	1124	75	SISM Y	Top	5322.96	72.36	0.03	0.25	7.92	ok
Story1	MY02	588.7	75	SISM Y	Top	2764.89	140.11	0.03	0.25	7.98	ok
Story1	MY03	495	75	SISM Y	Top	2465.89	418.85	0.03	0.25	7.53	ok
Story1	MY04	1921	75	SISM Y	Top	10006.43	20.23	0.03	0.25	7.20	ok
Story1	MY05	588.7	75	SISM Y	Top	2634.73	20.65	0.03	0.25	8.38	ok
Story1	MY06	588.7	75	SISM Y	Top	2595.64	8.54	0.03	0.25	8.51	ok
Story1	MY07	903.663	75	SISM Y	Top	4184.53	297.35	0.03	0.25	8.10	ok
Story1	MY08	1127.075	75	SISM Y	Top	5588.85	23.33	0.03	0.25	7.56	ok
Story1	MY09	585.675	75	SISM Y	Top	2993.88	36.4	0.03	0.25	7.34	ok
Story1	MY10	910.888	75	SISM Y	Top	4390.42	280.07	0.03	0.25	7.78	ok
Story1	MY11	302	75	SISM Y	Top	1306.26	74.84	0.03	0.25	8.67	ok
Story1	MY12	903.663	75	SISM Y	Top	4009.7	165.26	0.03	0.25	8.45	ok
Story1	MY13	1197.638	75	SISM Y	Top	5072.29	19.14	0.03	0.25	8.85	ok
Story1	MY14	729.825	75	SISM Y	Top	3539.31	97.44	0.03	0.25	7.73	ok
Story1	MY15	515.113	75	SISM Y	Top	2151	123.38	0.03	0.25	8.98	ok
Story1	MY16	910.888	75	SISM Y	Top	4198.38	170.83	0.03	0.25	8.14	ok

Nota. Con respecto a la cortante en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

DERIVAS

Tabla 21

Derivas eje X Angostura

DERIVAS EN X									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	Condicion	Verificacion
Story3	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000066	0.0002	0.005	Ok
Story2	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000081	0.0002	0.005	Ok
Story1	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000075	0.0002	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 22

Derivas eje Y Angostura

DERIVAS EN Y									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	Condicion	Verificacion
Story3	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.00006	0.0002	0.005	Ok
Story2	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000101	0.0003	0.005	Ok
Story1	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000083	0.0002	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Método INDECI

Para ello se empleó la ficha de verificación para la “Determinación de la vulnerabilidad de la casona para caso de sismo”, se puede revisar esa ficha en los anexos.

Para la determinación del nivel de vulnerabilidad se realizó una valoración de los resultados de la sección “D” de la ficha de verificación, encontrando una valoración de 25, el cual según la tabla presentada a continuación.

Tabla 23

Calificación de nivel de Vulnerabilidad casona angostura

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
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.	

Nota. INDECI, 2010.

Podemos identificar que presenta un nivel de vulnerabilidad **MUY ALTO**.

Método de Cardona y Hurtado

Demanda de ductilidad

$$DD_x = 0.12$$

$$DD_y = 0.13$$

Tabla 24

Demanda de Ductilidad Angostura

CATEGORIA Y ESTADO DE DAÑOS	CRITERIO CON RELACIÓN AL VALOR DE LA DEMANDA DE DUCTIVILIDAD (DD)
1. NINGUNO	$DD < 0.5 < CD$
2. MENORES	$0.5CD < DD < 0.75CD$
3. MODERADOS	$0.75CD < DD < 4.00CD$
4. MAYORES	$1.00CD < DD < 1.50CD$
5. TOTALES	$1.50CD < DD < 2.00CD$
6. COLAPSO	$2.00CD < DD$

Nota. No sufre ningún daño

Hacienda Escobar

Tabla 25

Metrado de cargas

CARGAS VIVAS	
USO	CARGAS (Kgf/m ²)
Corredores y escaleras	200
Dormitorios, baños, salas, comedores	200
Techos con inclinacion mayor al 3%	30
Sobrecarga	100
Lugares de asamblea	400
CARGAS MUERTAS	
USO	CARGAS (Kgf/m ³)
Piso terminado	100 Kgf/m ²
Adobe	1600 Kgf/m ³
Techos T ípicos (Madera y Barro)	150 Kgf/m ²
Revoques/Acabados	30 Kgf/m ²

Nota: RNE norma E-020

Tabla 26

esfuerzos Escobar

ESFUERZO DE SERVICIO							
<i>Peso de servicio $\leq 0.4 * f'm$</i>							
				$f_m =$	6.96 kgf/cm ²		
				$0.4 * f_m =$	2.784 kgf/cm ²		
MURO	Tipo de material	longitud L (cm)	espesor e (cm)	P kgf	esfuerzo kgf/cm ²	esfuerzo adm kgf/cm ²	Verificación
P1	ADOBE 2	688.20	115.00	48,137.54	0.61	2.784	Ok
P2	ADOBE 2	688.20	115.00	160,763.00	2.03	2.784	Ok
P3	ADOBE 2	573.50	115.00	43,794.55	0.66	2.784	Ok
P4	ADOBE 2	573.50	115.00	177,766.61	2.70	2.784	Ok
P5	ADOBE 2	458.80	115.00	30,295.33	0.57	2.784	Ok
P6	ADOBE 2	656.00	115.00	74,697.25	0.99	2.784	Ok
P7	ADOBE 2	656.00	115.00	69,259.82	0.92	2.784	Ok
P8	ADOBE 2	717.30	115.00	80,295.56	0.97	2.784	Ok
P9	ADOBE 2	717.30	133.39	87,901.95	0.92	2.784	Ok
P10	ADOBE 2	731.00	133.04	99,654.07	1.02	2.784	Ok
P11	ADOBE 2	731.00	151.09	124,625.90	1.13	2.784	Ok

Nota. Con respecto al esfuerzo, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 27

Cortante eje X Escobar

ESFUERZO CORTANTE											
<i>esfuerzo admisible de corte $\leq 0.4 * f't$</i>											
ft = 0.25 kgf/cm ²											
0.4*fm = 0.10 kgf/cm ²											
TABLE: Pier Forces											
Story	Pier	longitud (cm)	espesor (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	esfuerzo cortante V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante Admisible kgf/cm ²	Factor de segurida	Verificacion
Story1	P1	688.20	115.00	SISM X	Top	62.7	817.75	0.00	0.10	126.22	ok
Story1	P2	688.20	115.00	SISM X	Top	88.2	580.32	0.00	0.10	89.73	ok
Story1	P3	573.50	115.00	SISM X	Top	150.48	595.58	0.00	0.10	43.83	ok
Story1	P4	573.50	115.00	SISM X	Top	15.22	88.32	0.00	0.10	433.33	ok
Story1	P5	458.80	115.00	SISM X	Top	45.77	284.9	0.00	0.10	115.28	ok
Story1	P6	656.00	115.00	SISM X	Top	1654.43	25.23	0.02	0.10	4.56	ok
Story1	P7	656.00	115.00	SISM X	Top	2152.34	30.76	0.03	0.10	3.51	ok
Story1	P8	717.30	115.00	SISM X	Top	2135.82	9.25	0.03	0.10	3.86	ok
Story1	P9	717.30	133.39	SISM X	Top	2153.79	39.9	0.02	0.10	4.44	ok
Story1	P10	731.00	133.04	SISM X	Top	1934.04	3.04	0.02	0.10	5.03	ok
Story1	P11	731.00	151.09	SISM X	Top	2932.15	71.98	0.03	0.10	3.77	ok

Nota. Con respecto a la cortante en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080

Tabla 28*Cortante eje Y Escobar*

TABLE: Pier Forces											
Story	Pier	longitud (cm)	espesor (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	esfuerzo cortante V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante Admisible kgf/cm ²	Factor de segurida	Verificacion
Story1	P1	688.20	115.00	SISM Y	Top	1496.94	0.03	0.01	0.10	10.57	ok
Story1	P2	688.20	115.00	SISM Y	Top	1993.3	3.44	0.01	0.10	7.94	ok
Story1	P3	573.50	115.00	SISM Y	Top	2376.95	23.03	0.02	0.10	5.55	ok
Story1	P4	573.50	115.00	SISM Y	Top	1607.44	111.32	0.01	0.10	8.21	ok
Story1	P5	458.80	115.00	SISM Y	Top	1246.65	0.23	0.01	0.10	8.46	ok
Story1	P6	656.00	115.00	SISM Y	Top	618.13	798.71	0.00	0.10	24.41	ok
Story1	P7	656.00	115.00	SISM Y	Top	639.11	762.23	0.00	0.10	23.61	ok
Story1	P8	717.30	115.00	SISM Y	Top	18.92	1089.92	0.00	0.10	871.98	ok
Story1	P9	717.30	133.39	SISM Y	Top	23.78	1323.22	0.00	0.10	804.71	ok
Story1	P10	731.00	133.04	SISM Y	Top	922.78	1133.87	0.00	0.10	21.08	ok
Story1	P11	731.00	151.09	SISM Y	Top	1030.84	1323.54	0.00	0.10	21.43	ok

Nota. Con respecto a la cortante en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080

DERIVAS

Tabla 29

Derivas eje X Escobar

DERIVAS EN EL EJE X									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*drift	condicion	Verificacion
Techo	SISM X	LinStatic			X	0.001575	0.0040	0.005	Ok
Story2	SISM X	LinStatic			X	0.000849	0.0022	0.005	Ok
Story1	SISM X	LinStatic			X	0.000067	0.0002	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 30

Derivas eje Y Escobar

DERIVAS EN EL EJE Y									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*drift	condicion	Verificacion
Techo	SISM Y	LinStatic			Y	0.000414	0.0011	0.005	Ok
Story2	SISM Y	LinStatic			Y	0.000193	0.0005	0.005	Ok
Story1	SISM Y	LinStatic			Y	0.000068	0.0002	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Método INDECI

Para ello se empleó la ficha de verificación para la “Determinación de la vulnerabilidad de la casona para caso de sismo”, se puede revisar esa ficha en los anexos.

Para la determinación del nivel de vulnerabilidad se realizó una valoración de los resultados de la sección “D” de la ficha de verificación, encontrando una valoración de 24, el cual según la tabla presentada a continuación.

Tabla 31

calificación de nivel de vulnerabilidad casona Escobar

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
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.	

Nota. INDECI, 2010.

Podemos identificar que presenta un nivel de vulnerabilidad **ALTO**.

Método cardona y Hurtado

Demanda de ductilidad

DDx = 0.28

DDy = 0.17

Tabla 32

Demanda de Ductilidad Escobar

CATEGORIA Y ESTADO DE DAÑOS	CRITERIO CON RELACIÓN AL VALOR DE LA DEMANDA DE DUCTIVIDAD (DD)
1. NINGUNO	$DD < 0.5 < CD$
2. MENORES	$0.5CD < DD < 0.75CD$
3. MODERADOS	$0.75CD < DD < 4.00CD$
4. MAYORES	$1.00CD < DD < 1.50CD$
5. TOTALES	$1.50CD < DD < 2.00CD$
6. COLAPSO	$2.00CD < DD$

Nota. No sufre ningún daño

Hacienda Buena Vista

Tabla 33

Metrado de cargas

CARGAS VIVAS	
USO	CARGAS (Kgf/m2)
Corredores y escaleras	200
Dormitorios, baños, salas, comedores	200
Techos con inclinación mayor al 3%	30
Sobrecarga	100
Lugares de asamblea	400
CARGAS MUERTAS	
USO	CARGAS (Kgf/m3)
Piso terminado	100 Kgf/m2
Adobe	1600 Kgf/m3
Techos Típicos (Madera y Barro)	150 Kgf/m2
Revoques/Acabados	30 Kgf/m2

Nota: RNE norma E-020

Tabla 34

Esfuerzo eje X Buena Vista

ESFUERZO DE SERVICIO							
<i>Peso de servicio $\leq 0.4 * f'm$</i>							
				fm =	6.28 kgf/cm ²		
				0.4*fm =	2.512 kgf/cm ²		
MURO	Tipo de material	longitud L (cm)	espesor e (cm)	P kgf	esfuerzo kgf/cm ²	esfuerzo adm kgf/cm ²	Verificación
Mx01	ADOBE 2	540.9	70	18804.6	0.4966	2.512	Ok
Mx02	ADOBE 2	624	70	30117.3	0.6895	2.512	Ok
Mx03	ADOBE 2	714	70	40476.9	0.8099	2.512	Ok
Mx04	ADOBE 2	341.3	70	8935.2	0.3740	2.512	Ok
Mx06	ADOBE 2	728	70	32669.2	0.6411	2.512	Ok
Mx07	ADOBE 2	270	70	14220.1	0.7524	2.512	Ok
Mx08	ADOBE 2	816	70	58321.6	1.0210	2.512	Ok
Mx09	ADOBE 2	242	70	27850.9	1.6441	2.512	Ok
Mx10	ADOBE 2	242	70	10706.8	0.6320	2.512	Ok
Mx11	ADOBE 2	344	70	8957.3	0.3720	2.512	Ok
Mx12	ADOBE 2	229.3	70	8249.8	0.5140	2.512	Ok
Mx13	ADOBE 2	242	70	18800.2	1.1098	2.512	Ok
Mx14	ADOBE 2	524.8	70	54036.9	1.4710	2.512	Ok
Mx15	ADOBE 2	1637	70	195392.8	1.7051	2.512	Ok
Mx16	ADOBE 2	355.2	70	36172	1.4548	2.512	Ok
Mx17	ADOBE 2	891.6	70	59984.2	0.9611	2.512	Ok
Mx18	ADOBE 2	100	70	11529.6	1.6471	2.512	Ok
Mx20	ADOBE 2	351.8	70	29428.1	1.1950	2.512	Ok
My01	ADOBE 2	486	70	24916.8	0.7324	2.512	Ok
My02	ADOBE 2	486	70	45665.5	1.3423	2.512	Ok
My03	ADOBE 2	486	70	16631	0.4889	2.512	Ok
My04	ADOBE 2	486	70	61886.1	1.8191	2.512	Ok
My05	ADOBE 2	486	70	41544.6	1.2212	2.512	Ok
My06	ADOBE 2	1448	70	74984.8	0.7398	2.512	Ok
My07	ADOBE 2	1448	70	85926	0.8477	2.512	Ok
My08	ADOBE 2	269	70	12702.8	0.6746	2.512	Ok
My09	ADOBE 2	426.4	70	22825.9	0.7647	2.512	Ok
My10	ADOBE 2	471	70	22078.5	0.6697	2.512	Ok
My11	ADOBE 2	519.3	70	29923.2	0.8232	2.512	Ok
My12	ADOBE 2	577	70	31460.4	0.7789	2.512	Ok
My13	ADOBE 2	527.3	70	64399.6	1.7447	2.512	Ok
My14	ADOBE 2	422	70	32611.7	1.1040	2.512	Ok
Mx19	ADOBE 2	48	70	4906.7	1.4603	2.512	Ok
Mx21	ADOBE 2	303.3	70	36569.9	1.7225	2.512	Ok
Mx22	ADOBE 2	303.3	70	9623.4	0.4533	2.512	Ok
Mx23	ADOBE 2	303.3	70	9688.7	0.4563	2.512	Ok
Mx24	ADOBE 2	52.7	70	4096	1.1103	2.512	Ok
My15	ADOBE 2	580	70	91553.1	2.2550	2.512	Ok
My16	ADOBE 2	580	70	45954.8	1.1319	2.512	Ok
My17	ADOBE 2	504.9	70	35261.9	0.9977	2.512	Ok
My18	ADOBE 2	934	70	90732.3	1.3878	2.512	Ok
My19	ADOBE 2	357	70	16706.6	0.6685	2.512	Ok
My20	ADOBE 2	357	70	10221.7	0.4090	2.512	Ok
My21	ADOBE 2	335.1	70	10635.9	0.4534	2.512	Ok
My22	ADOBE 2	962	70	42032.1	0.6242	2.512	Ok
My23	ADOBE 2	962	70	96840.4	1.4381	2.512	Ok

Nota. Con respecto al esfuerzo, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 35

Cortante eje X Buena Vista

ESFUERZO CORTANTE											
<i>esfuerzo admisible de corte $\leq 0.4 * f't$</i>											
ft= 0.25 kgf/cm ²											
0.4*fm = 0.10 kgf/cm ²											
TABLE: Pier Forces											
Story	Pier	longitud (cm)	espesor (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	esfuerzo cortante V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante Admisible kgf/cm ²	Factor de seguridad	verificacion
Story1	Mx01	540.9	70	SISM X	Top	565.1	8.7	0.01	0.10	6.70	ok
Story1	Mx02	624	70	SISM X	Top	703.8	1.1	0.02	0.10	6.21	ok
Story1	Mx03	714	70	SISM X	Top	770	3.1	0.02	0.10	6.49	ok
Story1	Mx04	341.3	70	SISM X	Top	318.2	6.4	0.01	0.10	7.51	ok
Story1	Mx06	728	70	SISM X	Top	908.6	5.6	0.02	0.10	5.61	ok
Story1	Mx07	270	70	SISM X	Top	332.4	0.1	0.02	0.10	5.69	ok
Story1	Mx08	816	70	SISM X	Top	959.6	11.5	0.02	0.10	5.95	ok
Story1	Mx09	242	70	SISM X	Top	285.3	7.3	0.02	0.10	5.94	ok
Story1	Mx10	242	70	SISM X	Top	338.6	3.5	0.02	0.10	5.00	ok
Story1	Mx11	344	70	SISM X	Top	436.8	15.1	0.02	0.10	5.51	ok
Story1	Mx12	229.3	70	SISM X	Top	319.7	9.3	0.02	0.10	5.02	ok
Story1	Mx13	242	70	SISM X	Top	358.6	7	0.02	0.10	4.72	ok
Story1	Mx14	524.8	70	SISM X	Top	885.3	4.9	0.02	0.10	4.15	ok
Story1	Mx15	1637	70	SISM X	Top	2750.3	15.8	0.02	0.10	4.17	ok
Story1	Mx16	355.2	70	SISM X	Top	544.9	4.9	0.02	0.10	4.56	ok
Story1	Mx17	891.6	70	SISM X	Top	1451.6	4.3	0.02	0.10	4.30	ok
Story1	Mx18	100	70	SISM X	Top	135	1.3	0.02	0.10	5.19	ok
Story1	Mx20	351.8	70	SISM X	Top	492.8	1.7	0.02	0.10	5.00	ok
Story1	My01	486	70	SISM X	Top	110.6	77.9	0.00	0.10	30.76	ok
Story1	My02	486	70	SISM X	Top	76.6	80.1	0.00	0.10	44.41	ok
Story1	My03	486	70	SISM X	Top	36.1	111.1	0.00	0.10	94.24	ok
Story1	My04	486	70	SISM X	Top	33.4	112.4	0.00	0.10	101.86	ok
Story1	My05	486	70	SISM X	Top	77	63.1	0.00	0.10	44.18	ok
Story1	My06	1448	70	SISM X	Top	296.5	128.5	0.00	0.10	34.19	ok
Story1	My07	1448	70	SISM X	Top	420.5	111.6	0.00	0.10	24.10	ok
Story1	My08	269	70	SISM X	Top	87.8	48.4	0.00	0.10	21.45	ok
Story1	My09	426.4	70	SISM X	Top	119.4	55.1	0.00	0.10	25.00	ok
Story1	My10	471	70	SISM X	Top	118.2	72.4	0.00	0.10	27.89	ok
Story1	My11	519.3	70	SISM X	Top	143.8	82.9	0.00	0.10	25.28	ok
Story1	My12	577	70	SISM X	Top	162.7	78	0.00	0.10	24.82	ok
Story2	My13	527.3	70	SISM X	Top	104.8	112.8	0.00	0.10	35.22	ok
Story3	My14	422	70	SISM X	Top	80.5	71.8	0.00	0.10	36.70	ok
Story4	Mx19	48	70	SISM X	Top	35.7	3.2	0.01	0.10	9.41	ok
Story5	Mx21	303.3	70	SISM X	Top	378.6	8.2	0.02	0.10	5.61	ok
Story6	Mx22	303.3	70	SISM X	Top	399.6	5.2	0.02	0.10	5.31	ok
Story7	Mx23	303.3	70	SISM X	Top	426.5	7.1	0.02	0.10	4.98	ok
Story8	Mx24	52.7	70	SISM X	Top	58.6	3.8	0.02	0.10	6.30	ok
Story9	My15	580	70	SISM X	Top	20.8	115.5	0.00	0.10	195.19	ok
Story10	My16	580	70	SISM X	Top	176.4	92	0.00	0.10	23.02	ok
Story11	My17	504.9	70	SISM X	Top	245.7	71.1	0.01	0.10	14.38	ok
Story12	My18	934	70	SISM X	Top	271.6	154	0.00	0.10	24.07	ok
Story13	My19	357	70	SISM X	Top	67.3	69.2	0.00	0.10	37.13	ok
Story14	My20	357	70	SISM X	Top	102.9	75.7	0.00	0.10	24.29	ok
Story15	My21	335.1	70	SISM X	Top	57.5	42.6	0.00	0.10	40.79	ok
Story16	My22	962	70	SISM X	Top	284	86.8	0.00	0.10	23.71	ok
Story17	My23	962	70	SISM X	Top	143.9	122.7	0.00	0.10	46.80	ok

Con respecto a la cortante en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 36

Cortante Eje Y Buena Vista

TABLE: Pier Forces											
Story	Pier	longitud (cm)	espesor (cm)	Output Case	Location	V2 kgf	V3 kgf	esfuerzo cortante V2 kgf/cm ²	esfuerzo cortante Admisible kgf/cm ²	Factor de seguridad	verificacion
Story1	Mx01	540.9	70	SISM Y	Top	18.6	49.5	0.00	0.10	407.13	ok
Story1	Mx02	624	70	SISM Y	Top	53.9	54.9	0.00	0.10	162.08	ok
Story1	Mx03	714	70	SISM Y	Top	49.5	72.8	0.00	0.10	201.94	ok
Story1	Mx04	341.3	70	SISM Y	Top	19.1	35.7	0.00	0.10	250.17	ok
Story1	Mx06	728	70	SISM Y	Top	24	86	0.00	0.10	424.67	ok
Story1	Mx07	270	70	SISM Y	Top	12.1	46.5	0.00	0.10	312.40	ok
Story1	Mx08	816	70	SISM Y	Top	14.3	114.8	0.00	0.10	798.88	ok
Story1	Mx09	242	70	SISM Y	Top	29.3	32.3	0.00	0.10	115.63	ok
Story1	Mx10	242	70	SISM Y	Top	26	34.6	0.00	0.10	130.31	ok
Story1	Mx11	344	70	SISM Y	Top	61.3	69.1	0.00	0.10	78.56	ok
Story1	Mx12	229.3	70	SISM Y	Top	29.1	41.7	0.00	0.10	110.32	ok
Story1	Mx13	242	70	SISM Y	Top	62.1	12.4	0.00	0.10	54.56	ok
Story1	Mx14	524.8	70	SISM Y	Top	59.2	9.1	0.00	0.10	124.11	ok
Story1	Mx15	1637	70	SISM Y	Top	162.9	67.4	0.00	0.10	140.69	ok
Story1	Mx16	355.2	70	SISM Y	Top	6.7	33.6	0.00	0.10	742.21	ok
Story1	Mx17	891.6	70	SISM Y	Top	19.1	32.5	0.00	0.10	653.53	ok
Story1	Mx18	100	70	SISM Y	Top	21.9	0.3	0.00	0.10	63.93	ok
Story1	Mx20	351.8	70	SISM Y	Top	101.7	16.6	0.00	0.10	48.43	ok
Story1	My01	486	70	SISM Y	Top	588.5	17.4	0.01	0.10	11.56	ok
Story1	My02	486	70	SISM Y	Top	575.8	0.3	0.01	0.10	11.82	ok
Story1	My03	486	70	SISM Y	Top	571.5	5.9	0.01	0.10	11.91	ok
Story1	My04	486	70	SISM Y	Top	575.5	5.4	0.01	0.10	11.82	ok
Story1	My05	486	70	SISM Y	Top	588.4	0.3	0.01	0.10	11.56	ok
Story1	My06	1448	70	SISM Y	Top	2002.9	4.5	0.01	0.10	10.12	ok
Story1	My07	1448	70	SISM Y	Top	2034.4	5.8	0.01	0.10	9.96	ok
Story1	My08	269	70	SISM Y	Top	405.3	0.4	0.01	0.10	9.29	ok
Story1	My09	426.4	70	SISM Y	Top	627.2	1.3	0.01	0.10	9.52	ok
Story1	My10	471	70	SISM Y	Top	629.9	4.2	0.01	0.10	10.47	ok
Story1	My11	519.3	70	SISM Y	Top	748.6	8.8	0.01	0.10	9.71	ok
Story1	My12	577	70	SISM Y	Top	851.2	3.6	0.01	0.10	9.49	ok
Story2	My13	527.3	70	SISM Y	Top	379.9	20.4	0.01	0.10	19.43	ok
Story3	My14	422	70	SISM Y	Top	217.4	1.3	0.00	0.10	27.18	ok
Story4	Mx19	48	70	SISM Y	Top	12.3	1.5	0.00	0.10	54.63	ok
Story5	Mx21	303.3	70	SISM Y	Top	30.4	35.6	0.00	0.10	139.68	ok
Story6	Mx22	303.3	70	SISM Y	Top	34.3	37.5	0.00	0.10	123.80	ok
Story7	Mx23	303.3	70	SISM Y	Top	8	38.9	0.00	0.10	530.78	ok
Story8	Mx24	52.7	70	SISM Y	Top	30.6	6.5	0.00	0.10	24.11	ok
Story9	My15	580	70	SISM Y	Top	512.7	3.3	0.01	0.10	15.84	ok
Story10	My16	580	70	SISM Y	Top	511.5	0.9	0.01	0.10	15.87	ok
Story11	My17	504.9	70	SISM Y	Top	679.1	26.7	0.01	0.10	10.41	ok
Story12	My18	934	70	SISM Y	Top	1170.5	25.6	0.01	0.10	11.17	ok
Story13	My19	357	70	SISM Y	Top	477.1	1.6	0.01	0.10	10.48	ok
Story14	My20	357	70	SISM Y	Top	368.4	1	0.01	0.10	13.57	ok
Story15	My21	335.1	70	SISM Y	Top	445.8	1.1	0.01	0.10	10.52	ok
Story16	My22	962	70	SISM Y	Top	1269.2	1.8	0.01	0.10	10.61	ok
Story17	My23	962	70	SISM Y	Top	1222.7	3.3	0.01	0.10	11.01	ok

Con respecto a la cortante en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 37*Derivas Eje X Buena Vista*

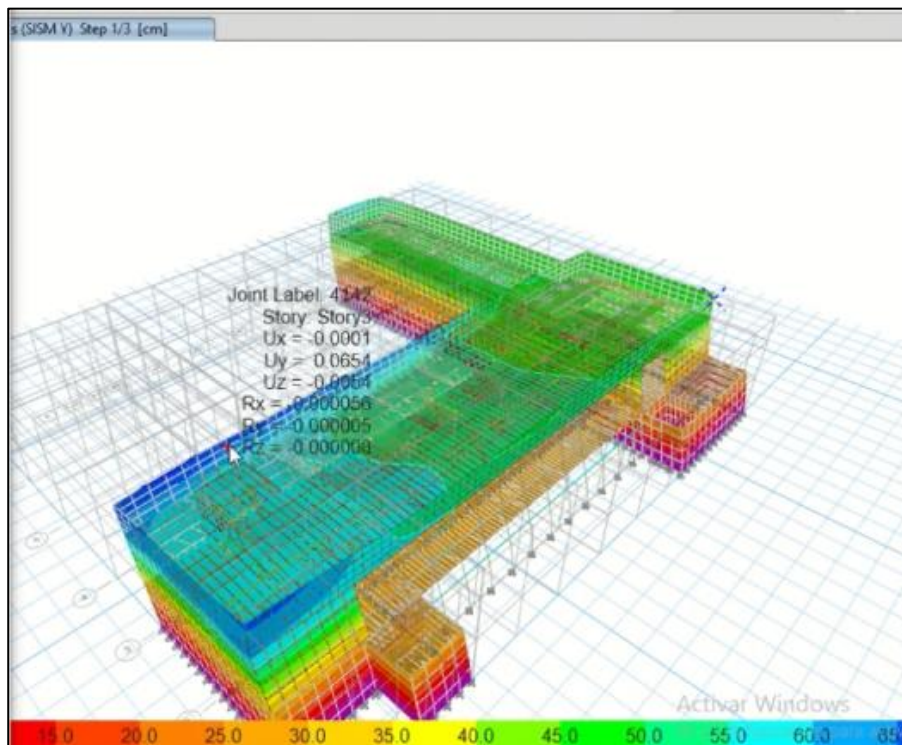
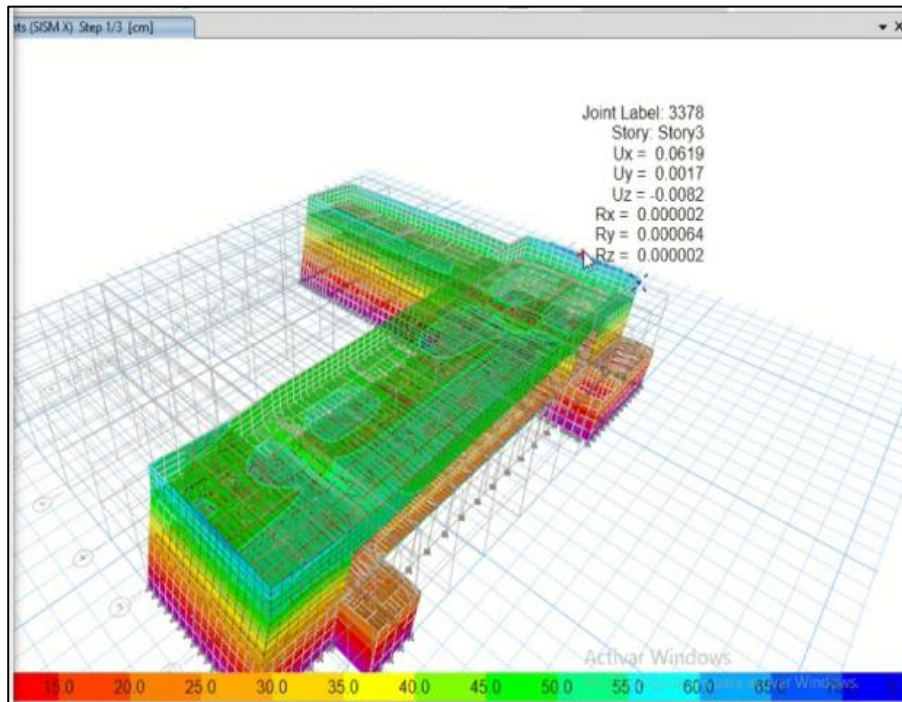
DERIVAS EN X									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	CONDICION	VERIFICACION
Story2	SISM X	LinStatic			X	0.000033	0.0001	0.005	Ok
Story1	SISM X	LinStatic			X	0.000045	0.0001	0.005	Ok
Mamposteria	SISM X	LinStatic			X	0.000028	0.0001	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje X, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Tabla 38*Derivas Eje Y Buena Vista*

DERIVAS EN Y									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	CONDICION	VERIFICACION
Story2	SISM Y	LinStatic			Y	0.000092	0.0002	0.005	Ok
Story1	SISM Y	LinStatic			Y	0.000037	0.0001	0.005	Ok
Mamposteria	SISM Y	LinStatic			Y	0.000024	0.0001	0.005	Ok

Nota. Con respecto a las derivas en el eje Y, se observa que los muros cumplen con la condición de la norma E.080.

Figura 14*desplazamientos X,Y Angostura*

Método INDECI

Para ello se empleó la ficha de verificación para la “Determinación de la vulnerabilidad de la casona para caso de sismo”, se puede revisar esa ficha en los anexos.

Para la determinación del nivel de vulnerabilidad se realizó una valoración de los resultados de la sección “D” de la ficha de verificación, encontrando una valoración de 24, el cual según la tabla presentada a continuación.

Tabla 39

Calificación de nivel de Vulnerabilidad casona angostura

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
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.	

Nota. INDECI, 2010.

Podemos identificar que presenta un nivel de vulnerabilidad **ALTO**.

Método cardona y Hurtado

Demanda de ductilidad

$$DD_x = 0.28$$

$$DD_y = 0.26$$

Tabla 40

Demanda de Ductilidad Buena Vista

CATEGORIA Y ESTADO DE DAÑOS	CRITERIO CON RELACIÓN AL VALOR DE LA DEMANDA DE DUCTIVIDAD (DD)
1. NINGUNO	$DD < 0.5 < CD$
2. MENORES	$0.5CD < DD < 0.75CD$
3. MODERADOS	$0.75CD < DD < 4.00CD$
4. MAYORES	$1.00CD < DD < 1.50CD$
5. TOTALES	$1.50CD < DD < 2.00CD$
6. COLAPSO	$2.00CD < DD$

Nota. No sufre ningún daño

OE.03 Analizar una propuesta de reforzamiento estructural y mejoramiento de la configuración de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla ante eventos sísmicos.

Hacienda Angostura

Tabla 41

Muro MY05 reemplazado con adobe nuevo de espesor de 85cm

ESFUERZO DE SERVICIO		<i>Peso de servicio $\leq 0.4 * f'm$</i>					
				$f_m =$	8.21 kgf/cm ²		
				$0.4*f_m =$	3.284 kgf/cm ²		
MURO	longitud L (cm)	espesor e (cm)	P kgf	esfuerzo kgf/cm	esfuerzo adm kgf/cm	Verificación	
MX01	472.01	75	63466.66	1.79	3.284	Ok	
MX02	472.01	75	62368.61	1.76	3.284	Ok	
MX03	472.01	75	63832.18	1.80	3.284	Ok	
MX04	119.1	75	6125.74	0.69	3.284	Ok	
MX05	769.5	75	47108.62	0.82	3.284	Ok	
MX06	1963.583	75	213752.77	1.45	3.284	Ok	
MX07	813.86	75	82150.23	1.35	3.284	Ok	
MX08	769.5	75	79685.49	1.38	3.284	Ok	
MX09	2005.025	75	240753.61	1.60	3.284	Ok	
MX10	814.125	75	93840.86	1.54	3.284	Ok	
MX11	723.225	75	98628.26	1.73	3.284	Ok	
MX12	285	75	12706.1	0.59	3.284	Ok	
MX13	833.8	75	71787.76	1.15	3.284	Ok	
MX14	833.8	75	30514.55	0.49	3.284	Ok	
MY01	1124	75	200482.08	2.38	3.284	Ok	
MY02	588.7	75	129527.92	2.93	3.284	Ok	
MY03	495	75	63579.46	1.71	3.284	Ok	
MY04	1921	75	214645.07	1.49	3.284	Ok	
MY05	588.7	85	159376.8	3.19	3.284	Ok	
MY06	588.7	75	137628.2	3.12	3.284	Ok	
MY07	903.663	75	160044.83	2.36	3.284	Ok	
MY08	1127.075	75	184553.34	2.18	3.284	Ok	
MY09	585.675	75	116442.28	2.65	3.284	Ok	
MY10	910.888	75	148601.02	2.18	3.284	Ok	
MY11	302	75	62753.97	2.77	3.284	Ok	
MY12	903.663	75	140307.58	2.07	3.284	Ok	
MY13	1197.638	75	174252.59	1.94	3.284	Ok	
MY14	729.825	75	117480.6	2.15	3.284	Ok	
MY15	515.113	75	78847.29	2.04	3.284	Ok	
MY16	910.888	75	125816.28	1.84	3.284	Ok	

Tabla 42*Nuevas Derivas reforzadas eje X*

DERIVAS EN X									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	Condicion	Verificacion
Story3	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000068	0.0002	0.005	Ok
Story2	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000069	0.0002	0.005	Ok
Story1	SISM X	LinStatic	Step By Step	1	X	0.000059	0.0002	0.005	Ok

Nota. Realizando el reforzamiento de muros en ambas caras del eje X si cumple las derivas.

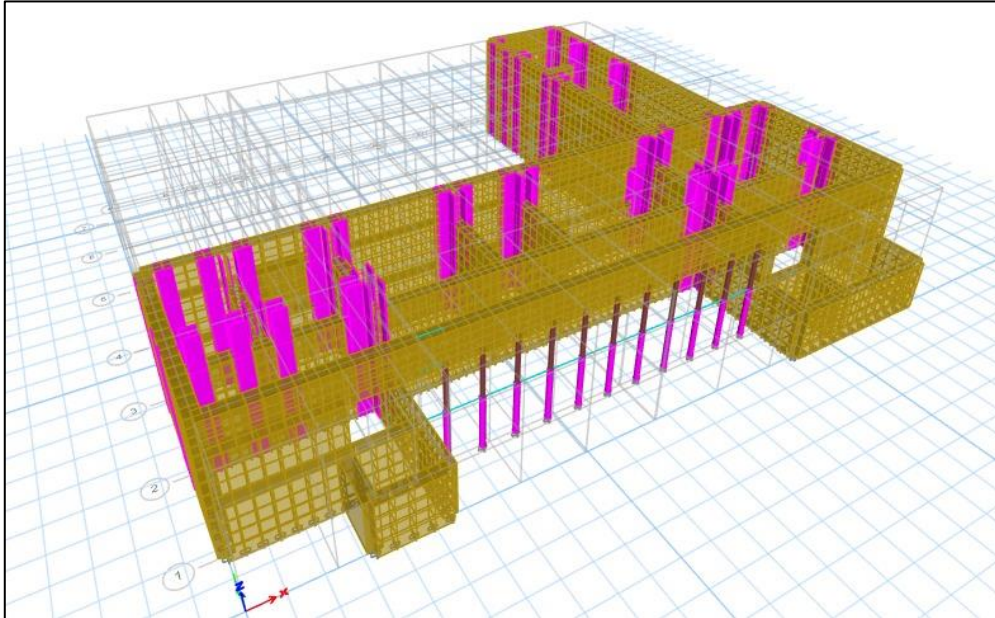
Tabla 43*Nuevas Derivas reforzadas eje Y*

DERIVAS EN Y									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	0.85*3*Drift	Condicion	Verificacion
Story3	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.00008	0.0002	0.005	Ok
Story2	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000083	0.0002	0.005	Ok
Story1	SISM Y	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000064	0.0002	0.005	Ok

Nota. Realizando el reforzamiento de muros en ambas caras del eje Y si cumple las derivas.

Figura 15

Reforzamiento con malla electrosoldada en ambas de los muros



Se realizará el reforzamiento en las esquinas de los muros en ambas caras con mallas electrosoldadas de tipo 2x2 y diámetro nominal de 2.77mm en los 2 niveles de la casona.

De acuerdo a los Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada se debe evitar el deterioro de las edificaciones de tierra reforzada, causadas por el viento, la lluvia y la humedad, protegiéndolas a través de:

- a) Sobrecimientos tarrajados para que eviten el humedecimiento del muro.
- b) Tarrajeo de los muros perimetrales con malla electrosoldada para que protejan de la lluvia, humedad y viento, y que permitan la evaporación de la humedad del muro.
- c) Aleros en el techo de más de 1.00m de voladizo y canaletas que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia.
- d) Construcción de veredas perimetrales con pendiente hacia el exterior de la edificación y que permitan la evacuación y evaporación del agua.
- e) Sistemas de drenaje adecuado para minimizar el contacto de los muros de adobe con el agua.

f) Diseño de instalaciones pluviales para asegurar la evacuación y evaporación del agua o humedad depositada en el suelo o piso.

De acuerdo al nivel de vulnerabilidad sísmica de las casonas en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo y Saylla evaluado mediante esfuerzos admisibles como indica la norma E.080, Método Cardona y Hurtado e INDECI:

Hacienda angostura vulnerabilidad alta – moderado con posibilidad a reforzamiento en cuyo caso será vulnerabilidad baja.

Hacienda escobar y Buena Vista vulnerabilidad baja con posibilidad a mejorar protegiendo los sobrecimientos, revestido de muros perimetrales con malla electrosoldada, implementación de aleros de techo mayores a 1 m., construcción de veredas perimetrales y un sistema de drenaje pluvial en las 3 casonas.

Discusión de Resultados

En el presente estudio respecto a la vulnerabilidad sísmica evaluada en las 3 casonas de adobe se pudo determinar con los métodos INDECI y el método de Cardona y Hurtado, que presentan en ambas metodologías un nivel de vulnerabilidad alto en la casona Angostura y vulnerabilidad moderada – baja en las casonas Escobar y Buena Vista sin riesgo de colapso en todas las casonas evaluadas, esto debido por el deterioro del material y las condiciones climáticas, los elementos están expuesto y en algunos casos se presenta grietas y mal estado de los materiales requieren su reposición.

La evaluación de las casonas en la provincia de Cusco, permitió determinar sus aspectos constructivos clave. Las haciendas Angostura, Escobar y Buena Vista, situadas en los distritos de Saylla, San Sebastián y San Jerónimo respectivamente, están construidas predominantemente con materiales tradicionales como adobe, piedra, madera y tejas andinas. Estas edificaciones históricas reflejan técnicas de construcción antiguas, empleando cimientos de piedra y barro, muros de adobe y techos sostenidos por rollizos de madera. Las

características arquitectónicas incluyen elementos como arcos de piedra, vigas de madera y techos con tejas andinas. Por su parte se tienen adobes cuyo ancho de los muros en los casos presentados es casi el doble de los mínimos recomendados, por lo que su rigidez es mucho de las construcciones tradicionales actuales. La resistencia convencional de estas edificaciones suele ser muy alta su densidad y disposición de los muros, lo que las hace vulnerables en menor grado a las fuerzas sísmicas.

Respecto al análisis sísmico estático no lineal de las casonas, este se desarrolló con la información obtenida en los estudios de suelos realizados en cada muestra, de la misma manera se identificó las propiedades de los materiales constructivos, los cuales se tuvieron como datos de entrada para el análisis por medio del programa ETABS. Este análisis facilitó la toma de datos para los cálculos del método de Cardona y Hurtado, tales como fuerza cortante, peso de la estructura, desplazamientos. El cual se tuvo como resultado una demanda de ductilidad con categoría 1 (sin daños), en las 3 casonas. Este análisis sísmico también nos da como resultado a reforzar la casona angostura en las esquinas de los muros con malla electrosoldada en ambas caras y ensanchar el muro MY05 mayores a 0.75cm.

VI. Conclusiones

Con respecto al O.G. se determinó que la vulnerabilidad sísmica de las 3 casonas cumple con los parámetros exigidos por la norma E.080 y en cuanto a método Cardona y Hurtado nos indica que la demanda de ductilidad “no sufre daños”, A la vez el método INDECI indica que las casonas presentan una vulnerabilidad sísmica “Muy alto – Alto”

Respecto al OE.01 en las 3 casonas se identificó que fueron construidos con técnicas antiguas limitadas a 2 pisos, con áreas regulares, distribución en planta acuerdo a sus necesidades, predominado por techos de teja de arcilla, carrizo, muros de adobe, pilares de piedra, con cimientos de piedra y barro. Además, el límite geométrico de muros y vanos en el eje X, Y cumplen para uso de servicio comunal. A la vez los daños existentes en las casonas son por falta de mantenimiento.

Con respecto al OE.02 la norma E.080 da factores de seguridad para construir viviendas de tierra reforzada, en cuanto al método Cardona y Hurtado nos da ductilidad y el método INDECI nos es recomendable salvo en caso de emergencia por su respuesta inmediata, para estos casos el uso del software Etabs nos dan valores más precisos. La evaluación empleó una resistencia admisible a la compresión de 6.12 kg/cm^2 y una resistencia última al corte de 0.25 kg/cm^2 para la mampostería de adobe, con un módulo de elasticidad estimado en 2040 kg/cm^2 . La rigidez estructural, influenciada por el peso de la construcción y las propiedades de los materiales, indica que las casonas son rígidas y dúctiles para resistir fuerzas sísmicas.

Con respecto al OE.03 se plantea un reforzamiento estructural en ambas caras de las esquinas con malla electrosoldada de tipo 2x2 y diámetro nominal de 2.77mm en los 2 niveles de la casona angostura, además de mejorar en las 3 casonas los sistemas de drenaje, pluviales, construcciones de veredas, tarrajeos en los muros perimetrales y construcción de aleros de más de 1m. de voladizo.

VII. Recomendaciones

Es fundamental que las autoridades locales y propietarios implementen políticas de conservación y rehabilitación de las 3 casonas de Angostura, Escobar y Buena Vista, ubicadas en Saylla, San Sebastián y San Jerónimo. Se deberían incluir directrices claras para la restauración, mantenimiento y el refuerzo de las casonas antiguas, promoviendo el uso de técnicas y materiales que mejoren la resistencia sísmica sin comprometer el valor histórico y cultural de las estructuras.

Se recomienda a los moradores de las casonas evaluadas, realizar el mantenimiento respectivo a la estructura y un reforzamiento debido a que ante un evento sísmico se puede ver comprometida parte de las casonas y la integridad de los ocupantes.

Promover la formación continua de profesionales en ingeniería estructural y arquitectura especializada en restauración de edificios históricos. Esta capacitación debe enfocarse en técnicas modernas de reforzamiento de mampostería y la adaptación de prácticas tradicionales a los estándares sísmicos actuales.

Se recomienda disminuir el peso del techo de la estructura (uso de torta de barro y tejas de arcilla) a materiales con menos peso (tijerales metálicos más tejas andina de UPVC) de las casonas con la finalidad, de evitar pesos excesivos y así disminuir la fuerza cortante sísmica.

Se recomienda cambio de uso de los locales de Servicio Comunal a Oficinas, cuyo Factor de uso (U) es 1.2 y densidad mínima es de 12%, lo que disminuirá la fuerza sísmica horizontal en la base de la edificación. Siendo lo más deseable una vivienda multifamiliar.

Se recomienda el uso de veredas perimetrales con pendientes hacia el exterior de la edificación y que permita la evacuación y evaporación del agua.

Se recomienda realizar estudios de investigación con respecto al modelamientos en escala en forma dinámica, para poder obtener el valor de coeficiente de Reducción (R), que no se cuenta en la norma E.030 ni en la norma E.080.

Hacer estudios de modelamiento de las estructuras de adobe en escala natural, para la obtención de derivas.

Realizar mantenimientos periódicos a las estructuras de viviendas en adobe.

VIII. Referencias

- Alfaro, J., & Martínez, F. (2021). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones del conjunto habitacional Pachacutec Wanchaq - Cusco - Perú, 2020* [Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4491>
- Alfaro, V. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE Y LA NORMA CHILENA NCH433 DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS, Y SU APLICACIÓN A UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO*. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/333>
- Algamati, M., Al-Sakkaf, A., Mohammed Abdelkader, E., & Bagchi, A. (2023). Studying and Analyzing the Seismic Performance of Concrete Moment-Resisting Frame Buildings. *CivilEng*, 4(1), 34–54. <https://doi.org/10.3390/civileng4010003>
- Aresta, M. (2020, March 25). *Estructuras en adobe: técnicas para la construcción de paredes de tierra*. Estructuras de Adobe. <https://www.archdaily.pe/pe/936145/estructuras-en-adobe-tecnicas-para-la-construccion-de-paredes-de-tierra>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica* (Fidias G. Arias Odón, Ed.; 6th ed.). https://books.google.com.pe/books/about/El_Proyecto_de_Investigaci%C3%B3n_Introducci.html?hl=es&id=W5n0BgAAQBAJ&redir_esc=y
- Arquitectura. (2017). *Que es el diseño urbano*. Diseño Urbano. <https://www.arquitecturapura.com/arquitectura/disenio-urbano-4694/>
- Auccapuma, I. (2021). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe del centro urbano del distrito de Chinchero – Cusco - 2017* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6074>

- Barrera, L., & Llerena, A. (2022). La Madera en Arquitectura. Identificación y Caracterización de la Madera Estructural en el Ecuador. *Centro de Estudios En Diseño y Comunicación*, 1(3), 203–215.
- Buller, J., & Neciosup, V. (2008). *ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDAS.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Administracion/UAnalisis.nsf/vf04web/7F9B68B4162A6FFC0525748D0060E715/\$FILE/Informedecoyuntura036-2007-2008.pdf
- Castaño, L., & Gallego, A. (2022). *Revisión bibliográfica y caso ejemplo para la estimación de la vulnerabilidad sísmica y su potencial riesgo de falla en edificaciones de hasta tres niveles por medio de métodos cualitativos - 2022* [Universidad de Antioquia]. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/33244/5/LauraCasta%C3%B1oAlejandroGallego_2022_RevisionBibliograficaCaso
- Chacón, J. P., Suquillo, B. J., Sosa, D. A., & 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>
- Chacón Sánchez, J. P., Suquillo, B. J., Sosa, D. A., & 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>
- Condor, E., & Molina, G. (2019). *Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla Biaxial en la edificación cultural Hotel Comercio “El Cordano”* [Universidad San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5615>

- Dávila, G. (2006). EL RAZONAMIENTO INDUCTIVO Y DEDUCTIVO DENTRO DEL PROCESO INVESTIGATIVO EN CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES. *Laurus*, 12(1), 180–205.
- DEGREYD. (2015, July 1). *Sismos: Lo que hay que saber*. Todo Sobre Sismos. <https://degreyd.minsal.cl/todo-sobre-sismos/>
- Esarte, A. (2020, July 16). *ETABS, DE CSI SPAIN ¿QUÉ ES ETABS?* BIM. <https://www.espaciobim.com/etabs>
- Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 30(3), 7–22.
- Flores, P. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad física de las viviendas de adobe frente a un evento sísmico en el distrito de Llama – provincia de Mariscal Luzuriaga – Áncash* [Universidad San Pedro]. http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/20.500.129076/21122/Tesis_73130.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gatica, V. (2013). *RESPUESTA SÍSMICA DE UN EDIFICIO DE ESTRUCTURA METÁLICA CON AISLADORES. ALTERNATIVAS DE DISEÑO*. <https://oa.upm.es/13787/>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6a.ed (McGraw Hill Education, Ed.).
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la investigación*. https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/KbtlzwEACAAJ?hl=es-419
- Ingeniería y Arquitectura. (2020, June 23). *Los planos arquitectónicos y su importancia en la construcción*. Planos Arquitectonicos. <https://postgradoingenieria.com/planos-arquitectonicos-importancia->

- Noel, J. (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* [Universidad San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5985>
- Ruiz, D. (2022). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E.030 en el Mercado Central de Huamachuco, La Libertad 2022*. [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108919>
- Sánchez, A. (2022). *La vulnerabilidad sísmica de la vivienda vernácula de adobe en México: análisis constructivo y caracterización material para su conservación* [Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/8362
- Sánchez, A., Alonso, E. M., & 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>
- SENCICO. (2020). *COMENTARIOS A LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE*. <https://acortar.link/vp4nw6>
- Spiegato. (2023). *¿Qué es el diseño sísmico?* Diseño Sísmico. <https://spiegato.com/es/que-es-el-diseno-sismico>
- Tavera, H. (2020). *Terremotos vs. Sismos* (IGP, Ed.; Gianna, Zaconett, Vol. 1).
- Tucto, J. (2018). *Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2526>
- Vargas, Z. (2009). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. *Educación*, 33(1), 155–165.

Yauri, S., & Zuñiga, B. (2017). ESCENARIO DE RIESGO SÍSMICO Y MOVIMIENTOS EN MASA PRODUCIDO POR LA POSIBLE REACTIVACIÓN DE LA FALLA TAMBOMACHAY (CUSCO). *XVIII Congreso Peruano de Geología*, 3. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG18-207.pdf

Zamora, G. M., Aguirre, M. del C., Cajamarca, C. D., & Barbecho, J. G. (2023). Propuesta de refuerzo sísmico con carrizo para mamposterías de adobe en construcciones patrimoniales. *Informes de La Construcción*, 75(569), e480. <https://doi.org/10.3989/ic.90666>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes