



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES
DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS
MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES
EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BERLYS ARIAS CCARITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES
DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS
MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES
EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BERLYS ARIAS CCARITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:



Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 016-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- 043 presentado por el (la) Bachiller: BERLYS ARIAS CCARITA estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. BERLYS ARIAS CCARITA, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulado: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023, la misma que pertenece a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la NOMINACIÓN DE JURADOS integrado por los siguientes docentes:

- * Presidente : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
* 1er Miembro : Dr. ARNALDO YANA TORRES
* 2do Miembro : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: BERLYS ARIAS CCARITA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023 para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * FECHA : jueves 09 de enero del 2025
* HORA : 09:00 horas
* LUGAR : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Signature of Dr. Milthon Quispe Huanca, Decano, CIP. 47790

Signature of Dr. Efraín Purillo Soza, Director, Unidad de Investigación

cc. Archivo internado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1667-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 15122 por el señor (a): **BERLYS ARIAS CCARITA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1344 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 300- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **BERLYS ARIAS CCARITA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 300- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **BERLYS ARIAS CCARITA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DR. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Eira Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1002-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 4769, presentado el señor (a) **BERLYS ARIAS CCARITA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 867-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 271 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **BERLYS ARIAS CCARITA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 271 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **BERLYS ARIAS CCARITA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MELBÓN OLISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Efraín Guillio Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 9% |
| 2 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 1% |
| 3 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 8 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | <1% |

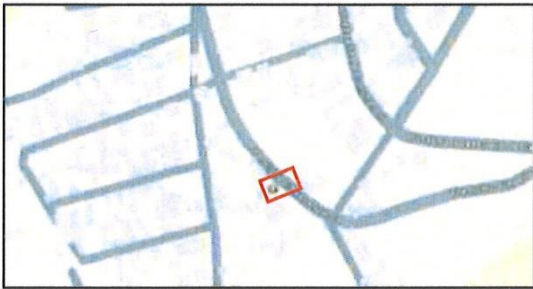


Metadatos complementarios - UANCV



| TÍTULO DE LA TESIS | |
|---|---|
| VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023 | |
| Datos de autor | |
| Apellidos y Nombres | Arias Ccarita, Berlys |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 74546310 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0007-9072-5257 |
| Datos de asesor | |
| Apellidos y Nombres | Viamonte Calla, Oscar Vicente |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 02371550 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0001-0222-1582 |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Apellidos y Nombres | Quispe Huanca, Milthon |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02424528 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Apellidos y Nombres | Yana Torres, Arnaldo |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Apellidos y Nombres | Barahona Perales, Franz Joseph |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02442876 |



| Datos de investigación | |
|---|---|
| Línea de investigación | Tecnología de Materiales – P17 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Recursos propios |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>Ubicación: País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Calle: Circunvalación – Jr. Francisco Choquehuanca Coordenadas Latitud: -15.853970 Longitud: -70.026222</p>  <p>URL: https://maps.app.goo.gl/s4AtVUxisesEWtgW8</p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación. | Marzo 2023 – Diciembre 2024 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.04 - Librería | Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04 |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÉSAR VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Maman Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDADYo BERLYS ARIAS CCARITA, identificado con DNINro. 74546310, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA CIVILinformo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación,** **Trabajo Académico**
denominada:"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA
CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES
EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023"Asesorado por: Dr. Oscar Vicente Viamonte Calla

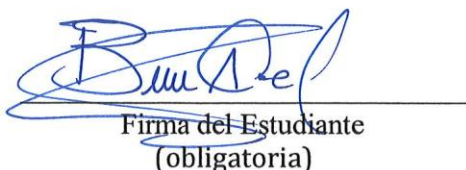
Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 03 de Abril del 2025Firma del Asesor
(obligatoria)Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella



DEDICATORIA

Toda la gloria para Dios.

Este trabajo de investigación se lo dedico:

A mi abuelita Pascuala, que desde el cielo nos cuida y guía nuestro camino.

A mi madre María, que es aquella bella mujer que me tuvo en su vientre y me sostiene siempre, y mi padre Carmelo, que es aquel fuerte varón que me guía mí día a día.

A mi hermana Sulema, aquella mujer que siempre me brinda su apoyo.

A una persona muy especial en mi vida que aún no se si conozco o conoceré y sé que algún día llegará y dedicaré esta tesis.

A todos los apasionados del Ingeniera Civil, en especial de la Ingeniería estructural.



AGRADECIMIENTO

Por su orientación y apoyo inquebrantable al animarme a perseguir mis aspiraciones de ser un gran profesional, doy las gracias a mis padres, a mi hermana Sulema, a mi tío Rogelio y a toda mi familia.

A ellos por su inquebrantable aliento y apoyo.

A mi director de tesis, el Dr. Oscar V. Viamonte Calla, por sus consejos y ayuda.



ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE DEL CONTENIDO iii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS..... ix

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática..... 15

1.2. Formulación del planteamiento del problema..... 17

 1.2.1. Problema general 17

 1.2.2. Problema específico 18

1.3. Justificación e importancia de la investigación..... 18

 1.3.1. Justificación práctica 18

 1.3.2. Justificación técnica. 18

 1.3.3. Justificación metodológica. 19

1.4. Objetivos..... 19

 1.4.1. Objetivo general 19

 1.4.2. Objetivo específico..... 19



| | | |
|--------|------------------------------|----|
| 1.5. | Hipótesis | 19 |
| 1.5.1. | Hipótesis general | 19 |
| 1.5.2. | Hipótesis específicos | 20 |
| 1.6. | Variables e indicadores..... | 20 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 2.1. | Antecedentes de la investigación..... | 21 |
| 2.1.1. | Antecedentes internacionales..... | 21 |
| 2.1.2. | Antecedentes nacionales..... | 23 |
| 2.1.3. | Antecedentes regionales | 23 |
| 2.2. | Bases teóricas | 24 |
| 2.2.1. | Métodos convencionales | 24 |
| 2.2.2. | Vulnerabilidad Sísmica | 54 |
| 2.3. | Marco Conceptual..... | 56 |

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METO DOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|--------|-------------------------------|----|
| 3.1. | Método de investigación:..... | 57 |
| 3.2. | Tipo de Investigación: | 57 |
| 3.3. | Nivel de investigación | 57 |
| 3.4. | Diseño de Investigación..... | 58 |
| 3.5. | Población y Muestra | 58 |
| 3.5.1. | Población..... | 58 |



| | |
|--|----|
| 3.5.2. Muestra..... | 58 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos..... | 59 |
| 3.6.1. Técnica..... | 59 |
| 3.6.2. Instrumento recolección de datos..... | 60 |
| 3.6.3. Validez..... | 61 |
| 3.6.4. Confiabilidad..... | 62 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

| | |
|---|-----|
| 4.1. Análisis de Información..... | 63 |
| 4.2. Evaluación del grado vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales..... | 65 |
| 4.3. Estimación de la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método FEMA – 154..... | 65 |
| 4.4. Estimación del Índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini..... | 71 |
| 4.5. Cálculo de la vulnerabilidad estructural del edificio de albañilería confinada evaluados por el Método Japonés de Hirosawa..... | 77 |
| 4.6. Resultados..... | 101 |
| 4.6.1. Resultado de la evaluación del grado vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales..... | 101 |
| 4.6.2. Estimación de vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método FEMA – 154..... | 102 |



| | |
|---|-----|
| 4.6.3. Resultado de estimación del índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método de Benedetti y Petrini..... | 102 |
| 4.6.4. Resultado del cálculo de vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método Hirosawa..... | 103 |
| 4.7. Discusión de resultados | 105 |
| CONCLUSIONES | 108 |
| RECOMENDACIONES..... | 109 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 110 |
| ANEXOS | 114 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización de variables | 20 |
| Tabla 2 Aceleración espectral según a las regiones de sismicidad | 26 |
| Tabla 3 Identificadores del sistema estructural..... | 28 |
| Tabla 4 Modificador del comportamiento sísmico | 31 |
| Tabla 5 Carga de Ocupación según al tipo de edificio..... | 32 |
| Tabla 6 Escala de Vulnerabilidad..... | 34 |
| Tabla 7 Condiciones de Índice de vulnerabilidad..... | 35 |
| Tabla 8 Comparaciones entre RNE y método italiano..... | 36 |
| Tabla 9 Esfuerzo cortante máximo..... | 38 |
| Tabla 10 Rangos de medición de Índices de Vulnerabilidad Sísmica..... | 42 |
| Tabla 11 Valores para el coeficiente a_i . Tomada de Estudio de Vulnerabilidad..... | 46 |
| Tabla 12 Valores de G_i y R_i . Tomada de Estudio de Vulnerabilidad | 49 |
| Tabla 13 Valores del Índice..... | 52 |
| Tabla 14 Configuración del daño ocurrido por sismo..... | 53 |
| Tabla 15 Escala de interpretación de rangos de validez..... | 61 |
| Tabla 16 Cuadro de validez métodos convencionales y vulnerabilidad sísmica, por juicio de expertos..... | 61 |
| Tabla 17 Interpretación de rangos de confiabilidad..... | 62 |
| Tabla 18 Aceleraciones espectrales para periodos 0.2 y 1.0 seg..... | 66 |
| Tabla 19 Área de muros en primer nivel ejes X y Y..... | 72 |
| Tabla 20 Áreas de muros en segundo y tercer nivel ejes X y Y..... | 73 |
| Tabla 21 Valores de largo y ancho | 75 |
| Tabla 22 Datos generales de la edificación, (X-X..... | 77 |
| Tabla 23 Resumen de pesos del edificio en estudio..... | 79 |
| Tabla 24 Determinación del coeficiente α | 80 |
| Tabla 25 Índice de resistencia proporcionada..... | 80 |
| Tabla 26 Características de la resistencia de albañilería..... | 81 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 27 Cálculo del índices de resistencia aportados por muros de albañilería armada o confinada | |
| Cma..... | 82 |
| Tabla 28 Resultado del índice del comportamiento estructural | 82 |
| Tabla 29 Resultado del índice del comportamiento estructural | 84 |
| Tabla 30 Resistencia del índice de vulnerabilidad estructural | 84 |
| Tabla 31 Cálculo de la resistencia sísmica | 85 |
| Tabla 32 Resultado de índice de vulnerabilidad estructural y juicio estructural | 85 |
| Tabla 33 Características Geométricas de edificio..... | 89 |
| Tabla 34 Peso de la Estructura | 90 |
| Tabla 35 Distribución de fuerzas..... | 91 |
| Tabla 36 Cuadro de rigideces X-X..... | 92 |
| Tabla 37 Cuadro de rigideces eje Y-Y | 92 |
| Tabla 38 Modos de Vibración..... | 96 |
| Tabla 39 Masa de la edificación..... | 97 |
| Tabla 40 Fuerza cortante de la base..... | 98 |
| Tabla 41 Aceleración espectral | 98 |
| Tabla 42 Factor de escala | 99 |
| Tabla 43 Distorsiones entrepiso de la edificación X-X | 99 |
| Tabla 44 Distorsiones entrepiso de la edificación Y-Y | 100 |
| Tabla 45 Relación de cortantes según E.030 | 100 |
| Tabla 46 Resultados del grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones..... | 101 |
| Tabla 47 Resultados nivel 1 – moderadamente alta sismicidad FEMA 154 | 102 |
| Tabla 48 Resultados Benedetti y Petrini..... | 103 |
| Tabla 49 Resultado según Hirosawa..... | 104 |
| Tabla 50 Resultado del análisis sísmico | 104 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Edificaciones ubicadas en cortes de talud. | 17 |
| Figura 2 Viviendas de albañilería edificadas en zonas de alto riesgo | 17 |
| Figura 3 Formato de recolección de datos..... | 27 |
| Figura 4 Ficha de recolección de los datos de nivel 2 | 30 |
| Figura 5 Irregularidades verticales. | 33 |
| Figura 6 Irregularidades en planta..... | 33 |
| Figura 7 Parámetros de evaluación para la configuración en planta..... | 40 |
| Figura 8 Configuración en elevación | 41 |
| Figura 9 Formas y tipo de Irregularidades en planta | 49 |
| Figura 10 Formas de contracción en planta..... | 50 |
| Figura 11 Vista del barrio de las cruces | 64 |
| Figura 12 Vista de la edificación en estudio..... | 64 |
| Figura 13 Aceleración espectral de 2% de probabilidad y con periodo (0.20 s) | 65 |
| Figura 14 Aceleración espectral de 2% de probabilidad y con periodo (1.0 s) | 66 |
| Figura 15 Plano de zonificación de microcuenca - Puno..... | 67 |
| Figura 16 Parámetros geotécnicos de clasificación de suelo | 68 |
| Figura 17 Resumen de modificadores. Tomados del manual FEMA-154. | 70 |
| Figura 18 Intervalos de vulnerabilidad física | 70 |
| Figura 19 Vista en planta piso típico..... | 72 |
| Figura 20 Plano en planta de edificación en estudio 1er nivel..... | 78 |
| Figura 21 Plano en planta de edificación en estudio 2do y 3er nivel..... | 78 |
| Figura 22 Esquema del análisis sísmico..... | 79 |
| Figura 23 Zonas sísmicas. Tomado de RNE, E.030 | 86 |
| Figura 24 Plano en planta..... | 88 |
| Figura 25 Muros de albañilería, columnas, vigas y losa aligerada. | 89 |
| Figura 26 Planta 1er nivel | 90 |
| Figura 27 Planta 2do y 3er nivel | 91 |



| | |
|---|-----|
| Figura 28 Vista en 3d de la edificación | 94 |
| Figura 29 Modos de vibración, desplazamientos..... | 94 |
| Figura 30 Diafragmas en los 03 niveles | 95 |
| Figura 31 Espectro de sismo de diseño | 95 |
| Figura 32 Límite de distorsiones del entrepiso | 96 |
| Figura 33 Límite de distorsiones del entrepiso | 97 |
| Figura 34 Espectro de sismo de diseño | 99 |
| Figura 35 Límite de distorsiones del entrepiso | 100 |



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales, edificio san Luis Puno. La metodología que se aplicó es el método científico no experimental el tipo aplicada con un nivel transeccional o transversal y diseño descriptivo con un enfoque cuantitativo. El resultado logrado fueron que la vulnerabilidad sísmica evaluados por los métodos convencionales: FEMA 154 que la vulnerabilidad funcional es de 0.4 y según el parámetro se tipifica como vulnerabilidad alta, según método Benedetti - Petrini el índice de vulnerabilidad es 127.5 y el intervalo de medición señala que es alta y por el método japonés de Hirosawa la vulnerabilidad estructural de la construcción es segura frente a un eventual movimiento sísmico. Cuyas conclusiones que la vulnerabilidad sísmica es alta por lo que debe ser analizado y evaluado a detalle la vulnerabilidad sísmica estructural con fines de aceptar el resultado obtenido por cada objetivo propuesto en la presente tesis.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, métodos convencionales.



ABSTRACT

The present investigation aims to evaluate the degree of seismic vulnerability in confined masonry buildings evaluated by conventional methods, San Luis Puno building. The methodology that was applied is the non-experimental scientific method, the type applied with a transectional or transversal level and descriptive design with a quantitative approach. The result achieved were that the seismic vulnerability evaluated by conventional methods: FEMA 154 that the functional vulnerability is 0.4 and according to the parameter it is classified as high vulnerability, according to the Benedetti - Petrini method the vulnerability index is 127.5 and the measurement interval indicates that it is high and by the Japanese Hirosawa method the structural vulnerability of the construction is safe against a possible seismic movement. Whose conclusions are that the seismic vulnerability is high, so the structural seismic vulnerability must be analyzed and evaluated in detail in order to accept the result obtained for each objective proposed in this thesis.

Keywords: seismic vulnerability, conventional methods.



INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial a causa de los movimientos sísmicos se generan pérdidas económicas y vidas humanas, en los países desarrollados apreciados como potencias. El daño es menor debido a que cuentan con distintos sistemas de alerta para prevenir desastres. Además, tienen una apropiada planificación en el desarrollo urbano y aplicación exquisita los parámetros técnicos y normas en la construcción.

Actualmente en nuestro país, la actividad sísmica no es inmerso debido a que es uno de las naciones de Sudamérica con presenta acción sísmica mayor, porque se sitúa dentro del "cinturón de fuego del pacífico", cerca al borde entre las placas tectónicas de Sudamérica y nazca de los cuales se origina la subducción. Asimismo, las edificaciones presentan diferentes deficiencias estructurales debido al autoconstrucción lo cual origina la falta de rigidez de la estructura y está expuesto al peligro debido a que las construcciones están emplazadas en zonas consideradas de alto riesgo y expuestos a diferentes peligros.

La presente tesis titulada vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluadas mediante métodos convencionales, edificio san Luis busca la solución del problema de evaluar y determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación. Ejecutando se revisa las teorías de vulnerabilidad física, estructural y índices de vulnerabilidad, tienen que ver con los factores que afectan a la susceptibilidad sísmica y el uso de técnicas tradicionales. En su desarrollo se adhiere como finalidad de determinar el grado de debilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales, con lo cual se sostiene los siguientes resultados; la debilidad física de la edificación es alta según la aplicación de FEMA 154, el índice de vulnerabilidad es alto según Benedetti y Petrini y la vulnerabilidad estructural es inseguro según el método Hirosawa; y finalmente se alcanz a los siguientes conclusiones: 1) La vulnerabilidad física es de 0.4, el presente valor según el parámetro de FEMA indica que si $SL < 2.0$ la edificación



necesita un estudio a detalle debido que la vulnerabilidad es alta. 2) El índice de vulnerabilidad (Iv) estimada es de 127.75; este valor según la figura N° 08 se interpreta como un índice de vulnerabilidad alta (75-100) y 3) La vulnerabilidad estructural de $I_s(x-x) = 4.59$ y $I_s(y-y) = 1.97$ este valor según parámetro establecido en ítem A, se interpreta que la vulnerabilidad estructural es segura debido a que el índice de vulnerabilidad estructural (I_s) > (I_{so}) índice del juicio organizado. Para tener mayor certeza y para su comparativo se realiza el análisis sísmico de la vivienda obteniendo resultados no aceptables a la normatividad E.30 Diseño sismorresistente del RNE cuya distorsión es ampliamente mayor a lo permitido (0.005).

El estudio es significativo porque evalúa el nivel de sensibilidad sísmica del edificio y prevé los daños potenciales que puede sufrir en caso de un posible movimiento sísmico.

Para la presente tesis los capítulos que conforman son las siguientes:

Capítulo I: Planteamiento del Problema; En el presente capítulo se plantea el problema de porque es de gran necesidad de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de una edificación.

Capítulo II: Marco Teórico; Se explican los antecedentes y los fundamentos teóricos de la creación de este estudio.

En el capítulo III: Metodología: Se plantea un método de investigación científica no experimental de tipo aplicada del nivel transeccional o transversal y diseño descriptivo con un enfoque cuantitativo.

Capítulo IV: Análisis y Resultados: Se realiza un exhaustivo análisis de la residencia de construcción confinada y luego se procede a los cálculos según las metodologías aplicadas a cada dimensión ya que son sus características de las variables propuestas. Y finalmente se obtiene los resultados por cada variable.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

La ocurrencia de los movimientos telúricos en la corteza terrestre, ocasionan daños a las estructuras que han sido continuamente razón de investigación lo cual en cada antecedente de investigación deja enseñanzas sobre las diferentes deficiencias en el proceso constructivo, diseños arquitectónicos, estructurales y las consecuencias que generan perjuicios a la vida y salud de los individuos y pérdidas económicas.

La evaluación de la susceptibilidad sísmica de las estructuras de mampostería constreñidas para determinar sus características estructurales, grado de vulnerabilidad y los probables daños que podrán ocasionar al bienestar y la integridad del individuo ante un eventual movimiento sísmico.

En el mundo, los movimientos sísmicos generan pérdidas económicas y vidas humanas, en los países desarrollados denominados como potencias. El daño que sufren es menor debido a que cuentan con distintos sistemas de alerta para prevenir desastres. Además, tiene oportuna planificación del desarrollo urbano y aplicación exquisita los parámetros técnicos y normas en la construcción.

En el Perú, la acción sísmica no es inmerso debido a que es uno de los estados de Sudamérica con más actividad sísmica, porque está expuesto a un peligro debido a que la



construcción crece de manera acelerada y todos ellos edifican sin cumplir los parámetros técnicos por falta de asesoría técnica y sobre todo de no emplear las Normas Técnicas. El INEI (2017) determina que un 42.5% de la población peruana, no cuenta con lo suficiente para la construcción de una vivienda que cumplan con los paramétricos técnicos y optan por la autoconstrucción generando un riesgo y un grado de vulnerabilidad frente a un evento.

En la localidad de Puno específicamente en la jurisdicción de las Cruces del cerro Azoguini en la edificación San Luis, debido a su ubicación es una zona de mucha pendiente hace que esté expuesto a diversos niveles de riesgo asociado a peligros como; deslizamientos y/o movimientos sísmicos, este último por estar influenciado entre convergencia de la Placa Sudamericana y Placa Nazca considerados como fuente principal generadora del sismo en el Perú y las fallas locales existente en el altiplano.

El último movimiento sísmico ocurrido en la región de Puno fue ubicado en el Collao Ilave, en el distrito de Conduriri, suscitado el 08 de diciembre del presente con una magnitud de 4.3 de escala Richter según IGP (2023).

Se presenta a través de deslizamientos por masas de tierra ocasionados por lluvias intensas y movimientos sísmicos, muchos de las viviendas están ubicados en terrenos con pendiente alta y en algunos casos en zonas con cortes del talud, lo que hace es la desestabilización de laderas. Dichos factores hacen del barrio un lugar altamente expuesto al peligro o riesgo.

Directamente perjudica al bienestar de los individuos que radican en dicho lugar porque están expuesto a un peligro latente, una alternativa de solución es identificar el grado de vulnerabilidad sísmica de las construcciones usando métodos convencionales como FEMA 154, Benedetti y Petrini y Hiroswa a fin de predecir el daño que puede soportar la edificación. El problema de la indagación es la autoconstrucción de edificaciones de albañilería confinada sin parámetros técnicos y en zonas consideradas de muy alto riesgo según estudio de EVAR genera deficiencias estructurales y presenta un nivel riesgo lato frente a un sismo.

Figura 1

Edificaciones ubicadas en cortes de talud.



Nota. tomada de emisora radial (<https://radioondaazul.com>); 2020.

Figura 2

Viviendas de albañilería edificadas en zonas de alto riesgo.

Puno: 10% de viviendas del barrio Las Cruces han sido edificadas en zonas de alto riesgo

RADIO ONDA AZUL 26 SEPTIEMBRE, 2020 COMPARTIR f t p e in



Según la jefa de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de Puno, Danitza Chuchullo Jilapa, alrededor del 10% de las viviendas del Barrio Las Cruces de esta ciudad, han sido edificadas en zonas de alto riesgo. Aclaró que esta misma situación - se replica en otras zonas como Huáscar y Alto Huáscar.

Recordó que los propietarios de estos domicilios no cuentan con las licencias de construcción. Ante esta situación, dijo que realizarán las coordinaciones con los representantes de la Gerencia de Desarrollo Urbano, a fin de impulsar las acciones que correspondan.

Nota. Tomada de emisora radial (<https://radioondaazul.com>), Puno, 2020.

1.2. Formulación del planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales, edificio san Luis Puno, 2023?

1.2.2. Problema específico

1. ¿Como es la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método de FEMA 154, edificio San Luis, Puno 2023?
2. ¿Cuánto es el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini, edificio San Luis, Puno 2023?
3. ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Hirosawa, edificio San Luis, Puno 2023?

1.3. Justificación e importancia de la investigación.

1.3.1. Justificación práctica

Esta indagación se fundamenta que las edificaciones en el barrio las cruces en su gran mayoría son de albañilería confinada, todas estas son autoconstruidas sin asesoramiento técnico y en zonas de riesgo alto, determinados mediante una evaluación de riesgo, para ello como una forma de muestra se propone determinar la debilidad sísmica.

La presente indagación contribuye al uso de los técnicas tradicionales para identificar el grado de debilidad sísmica de los diversos tipos de estructura de las edificaciones, con el fin de determinar y evaluar la vulnerabilidad.

1.3.2. Justificación técnica.

Desde el enfoque técnico y debido a la creciente de la industria de edificación de residencias de obra, esta tesis se centra en el desarrollo progresivo de los futuros edificios construidos sin tener en cuenta las normas nacionales de construcción en comparación con la situación actual de vulnerabilidad sísmica.

1.3.3. Justificación metodológica.

La investigación se evidencia la aplicación de métodos convencionales íntegro a que estas ya han sido aplicados en distintas localidades del Perú, asimismo son sugerencias por OMS (Organización Mundial de Salud), ATC (Consejo de Tecnología Aplicada) y del Instituto Nacional de Defensa Civil. Todo ello ha sido diseñado experimentalmente para estimar la debilidad sísmica de las edificaciones, de acuerdo con el objetivo establecido, en esta situación se utilizaron fichas de recogida de datos, empleando las tres técnicas e índices sugeridos para calibrar el riesgo sísmico.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

- Determinar el grado vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales edificio san Luis Puno 2023.

1.4.2. Objetivo específico

1. Cuantificar la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método FEMA 154, edificio san Luis Puno 2023.
2. Estimar el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini, edificio San Luis Puno 2023.
3. Calcular la vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por métodos Hirosawa, edificio San Luis Puno 2023.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- El nivel o grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales es alta, edificio san Luis Puno, 2023.

1.5.2. Hipótesis específicos

1. La vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método FEMA-154 es alta, edificio san Luis Puno, 2023.
2. La determinación de los índices de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini es media - alta, edificio san Luis Puno, 2023.
3. La vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por métodos convencionales es insegura, edificio San Luis, Puno 2023.

1.6. Variables e indicadores

Tabla 1.

Operacionalización de variables

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA | |
|-----------------------------------|--|--|--------|--|
| V1: MÉTODOS CONVENCIONALES | D1: Método ATC 21 – FEMA 154. | I1: Altura I2: Irregularidad I3: Código de la construcción | Razón | |
| | D2: Método de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) | I4: Suelo I5: resistencia convencional I6: diafragmas horizontales. I7: configuración en planta. | | |
| | D3: Método Hirosawa | I8: configuración en elevación. I9: estado de conservación. I10: Nivel Alto. I11: Nivel Medio. I12: Nivel Baja | | |
| V2: VULNERABILIDAD SÍSMICA | D1: Vulnerabilidad física. | I12: factor de configuración I13: factor de configuración estructural | Razón | |
| | D2: índice de vulnerabilidad sísmica | I14: zona sísmica del sitio | | |
| | D3: Vulnerabilidad estructural | I15: seguro I16: insegura | | |



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente tesis tiene los siguientes antecedentes referidos a estudios e investigaciones desarrollados en referencia a debilidad sísmica y sus métodos de evaluación en edificaciones.

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Medina L. et al., 2016) en su indagación titulada “Evaluación de vulnerabilidad sísmica estructural de los edificios indispensables del sector educación del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risalda”, su finalidad fue evaluar la vulnerabilidad de las distribuciones de las construcciones de la comuna de Dosquebradas en la localidad de Risalda. En dicha metodología se aplicó no experimental de tipo aplicada. Los resultados que se alcanzaron en dicha investigación un 60% de los bloques de la edificación tiene pórticos, el 40% de las edificaciones tienen muros, el 72% de las edificaciones tienen columnas un 28% no poseen columnas, el 77% de las edificaciones poseen vigas, el 23% de las mismas no poseen vigas, el 85% de las edificaciones no poseen irregularidad, un 15% es irregular en planta y finalmente un 23% de las edificaciones son estructuras de 2 niveles.

(Albarracin Meza, 2019) en su investigación denominado “Aplicación de metodologías simplificadas pre-evento sísmico, para la determinación de vulnerabilidad



sísmica de los edificios de la Facultad de Ingeniería de la UCE. Universidad Central de Ecuador, Quito-Ecuador". El estudio antes mencionado cuya finalidad fue evaluar e identificar la vulnerabilidad sísmica en los edificios de la universidad en mención. El investigador aplicó la metodología cualitativa para eventos pre sísmicos como FEMA 154, Benedetti y Petrini finalmente método japonés de Hirosawa. Cuyos resultados fueron que dicha edificación presenta una vulnerabilidad media y deduce que es de gran necesidad realizar estudios de mayor fiabilidad con el fin de mitigar el perjuicio que puede causar una inclinación sísmico. Y concluyendo que la metodología de Benedetti y Petrini es la más apropiado ya que comparten características adecuadas para realizar una evaluación.

(Benjamín Hernández, 2011) en su investigación titulado "Metodología Para La Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones de Hormigón", tuvo como objetivo evaluación de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones mediante método FEMA 154. Concluyendo que la edificio evaluado se procede por dos módulos; el primer módulo genera una irregularidad en planta también produce escalonamiento entre las áreas de distribución. Asimismo, se produce una irregularidad en elevación y hay presencias de columnas de las esquinas entrantes y mientras en modulo B, presenta regularidad en planta y señala que ambos módulos se tienen que evaluar o intervenir porque los valores obtenidos son $s = 1.5$ para modulo A y $s = 2$ para módulo B.

Según artículo de investigación (Lourenco, 2006) titulado Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings el presente artículo de investigación ha tenido como objetivo de evaluar y analizar los 03 índices de seguridad simplificado según relación áreas con pesos y cizallamiento con áreas y relación de estas con el plan y todo ello aplicando en 58 iglesias en Portugal. Asimismo, concluye que se debe obtener valiosa información partiendo de los métodos simplificados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Castro Herrera, 2019) su estudio denominado “Inspección sísmica visual rápida de los edificaciones de la Universidad de Piura por el método FEMA 154” el presente tesis ha tenido como objetivo de evaluar las bases y juicios básicos determinados en el manual para la inspección visual rápida (PIVR) establecido por FEMA 154 (2002) y concluye que al aplicar a algunas edificaciones de Universidad de Piura concluyó que PIVR es diligente y fácil de aplicar, aceptando lo primordial es definir la adecuada estructura de un edificio. El investigador sugiere donde las vinculaciones sean objeto de una indagación de debilidad sísmica más completo para confirmar el resultado obtenido.

(Carrasco Ahen, 2021) cuya finalidad fue determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones multifamiliares. La metodología que aplicó tipo aplicada, diseño no experimental con una muestra no probabilística, característica, costo tiempo. El investigador obtuvo los resultados que al aplicar las 03 metodologías Benedetti y Petrini, FEMA 154 y Hirosawa la edificación presentar una vulnerabilidad alta y que el edificio seria inseguro. Asimismo, concluyendo que las metodologías propuestos determina que el edificio evaluado debe ser analizado más exhaustivo al respecto de la vulnerabilidad estructural lineal y no lineal así poder confirmar los resultados obtenido.

2.1.3. Antecedentes regionales

(Nervi Laura, 2017) en su investigación titulado “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E-070 del RNE. en la Ciudad de Juliaca - Puno” su objetivo es la evaluación y determinación de riesgo sísmico de edificaciones de albañilería confinada, son construidas con material artesanal, deficiente proceso constructivo y falta de asesoramiento técnico en la Salida Huancané y Salida Cusco de la provincia San Román – Puno, el proyecto de investigación ha consistido en evaluación de 40 viviendas dividió proporcionalmente en los sectores de estudio. Llegando a los

resultados que hay un riesgo sísmico alto frente al movimiento sísmico de profundidad alta a media. En las edificaciones situadas en Salida Cusco las cuales tienen un riesgo sísmico de 65% y 95% en salida Huancané.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Métodos convencionales

La presente investigación contiene 02 variables, la primera variable es que determinara la vulnerabilidad sísmica del edificio san Luis, estos métodos estiman, evalúan y presentan índices de vulnerabilidad; según Indira Herrera (2014, p. 45) señala que los métodos de puntuacion, tipologicos y de observacion de los cuales clasifican a los edificaciones por clases todo ello depende de los materiales empleados en su proceso constructivo, las tecnicas que se emplearon y la tipologia con que se han construido y otros factores que han incidido en la respuesta de un movimiento sismico.

En ese contexto, es de gran importancia diferenciar la vulnerabilidad calculada y la observada porque la primera implica la evaluacion de la vulnerabilidad se haya obtenido mediante un análisis estructural del modelo en estudio de los cuales los resultados se pueden definir como probabilisticos; ahora cuando es observada, la vulnerabilidad se haya obtenido mediante inspeccion ocular plasmados en fichas de evaluación y su posterior estudio del programa en el tipo de distribución.

Esta variable determinado en la presente investigacion es estructurada por 03 dimensiones, a su vez serán evaluadas mediante métodos convencionales las mismas que se describen a continuación:

- ✓ Método FEMA ATC-FEMA 154.
- ✓ Método de índices de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini).
- ✓ Método Japonés de Hirosawa.



El primer método objeto de estudio es lo siguiente:

2.2.1.1. Método FEMA (Rapid Visual Screening Program) 154

El presente método está diseñado por organización FEMA en inglés (Federal Emergency Management Agency) se decide restaurar el informe de evaluación que han sido publicados en el año 1988 y con actualizaciones del año 2002, y en el año del 2015 del mes de junio, presentó la 3ra edición manejable (FEMA-154, 2015) que en idioma inglés es Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards; debido a nuevas herramientas de análisis y sustentos analíticos se modificó los sistemas de calificación dicha modificatoria fue ejecutado con el soporte de la documentación de manera conjunta de FEMA-155 durante el año 2015.

El Rapid Visual Screening – RVS además de ser un método cualitativo contribuye a la edificación identificando los atributos para el desempeño frente a un sismo de manera causal e deficiente.

En ese entender; la metodología FEMA 154 comúnmente utilizado en EE.UU. a través de Federal Emergency Management Agency es donde proviene la aplicación en los edificios, según la revisión y análisis de la metodología hace un diagnóstico si la edificación necesita reforzamiento o no, los mismos que se describen a continuación:

- Si $SL \leq 2$, a esto se tiene que hacer un análisis detallado de la edificación inclusive de tipo lineal y así determinar reforzamiento en la edificación evaluada.
- Si $SL \geq 2$, para el presente caso es de gran importancia plantear reforzamiento además indica que el edificio en evaluación presenta una posibilidad de 1/1000 de que colapse.

Ahora bien, según el criterio de evaluación del método FEMA-154, que mediante los modificadores se logra una puntuación final "S" del edificio, las edificaciones evaluadas con los puntajes altos tienen el grado de debilidad menor frente a un movimiento sísmico. todo

dependiendo de los valores del tipo de distribución, irregularidades, tipos de estrato y uso de la edificación en estudio también aplica uso de los desplazamientos y aceleraciones espectrales para determinar la intensidad con que se ha producido un sismo. Generalmente el presente método es de gran uso para la evaluación rápida como un primer paso, dicho método tiene una aproximación por lo tanto su uso es extenso, sin necesidad a recurrir a los cálculos estructurales.

En ese sentido el método FEMA-154 está diseñado para ser aplicado en edificaciones sin recurrir a los cálculos estructurales y los parámetros son los que permiten obtener las puntuaciones finales de estructura en evaluación. Las edificaciones que resulten con mayor puntuación ellos serán menos vulnerables frente a un sismo.

En consecuencia, se define como un método cualitativo de rápida evaluación sísmica de la edificación. La metodología de FEMA-154, presenta tres (03) formatos para la recolección de datos según a las zonas sísmicas establecidas como alta, moderada y baja. Es necesario indicar que cada ficha presenta información de la vivienda, bosquejos, fotografías, tipos de suelos, ocupación y entre otros (referencia Figura 2), así obteniendo una puntuación final "S" a continuación se detalla las zonas de sismicidad acorde con la prontitud espectral:

Tabla 2

Aceleración espectral según a las regiones de sismicidad.

| Región sísmica | Respuesta de aceleración espectral | |
|-----------------|---|---|
| | Periodo | |
| | Largo (1.0 s) | Corto (0.2 s) |
| Baja | Menos de 0.067 g | Menos que 0.167 g |
| Moderada | Mayor o igual a 0.067 g pero menor que 0.20 g | Mayor o igual a 0.167 pero menor que 0.50 g |
| Alta | Mayor o igual a 0.2 g | Mayor o igual a 0.50 g. |

Nota. s = segundos, g = aceleración de la gravedad. Tomado de manual FEMA 154 (2015, p. 2-16)
El formato técnica de recopilación de datos presenta las siguiente información los mismos que se describen en la Figura 2 sobre recolección de datos nivel 1.

Figura 3

Formato de recolección de datos.

Exploración rápida visual de los edificios para los posibles riesgos sísmicos
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

Nivel 1
MODERADAMENTE ALTA Sismicidad

5

FOTOGRAFIA

1

Dirección: _____ Código Postal _____

Otra Identificación: _____

Nombre del Edificio: _____

Uso: _____

Latitud: _____ Longitud: _____

Ss: _____ S1: _____

Inspector(s): _____ Fecha/Hora: _____

No. Pisos: Niveles superiores: _____ Niveles inferior: _____ Año de Construcción: _____

Superficie total del Suelo (sq. Ft.): _____ Código año: _____

Adiciones: Ninguna Sí, Años Construcción: _____

Ocupación:

Asamblea Comercial Ser. Emergencia Historico Albergue
Industrial Oficina Escuela Gobierno
Utilidad Almacén Residencial, # Unid: 1

Tipo de Suelo:

A B C D **3** No sé
Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si No sabe, asumir Tipo D.
Dura Debil Denso Duro Blando pobre

Riesgos Geológicos: Licuefacción: Si/No/No sé Deslizamientos: Si/No/No sé Rup. Superf.: Yes/No/No sé

Adyacencia: Golpes Peligro de Caída del Edificio Adyacente

Irregularidad: Vertical (tipo/severidad) _____

Planta (tipo) _____
y una abertura en la losa en el area de la escalera.

Peligros Chimeneas sin soporte lateral Revestimiento pesado o enchapado de madera pesada

Caída de Exterior Parapetos Apéndices

Otros: _____

COMENTARIOS:

Dibujos Adicionales o comentarios en pagina separada.

4

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1. SL1

| FEMA TIPO DE EDIFICIO | No Sabemos | W1 | W1A | W2 | S1 (MRF) | S2 (BR) | S3 (LM) | S4 (RC SW) | S5 (URMIN F) | C1 (MRF) | C2 (SW) | C3 (URMI NF) | PC1 (TV) | PC2 | RM1 (FD) | RM2 (RD) | URM | MH |
|--------------------------------------|------------|------|------|------|----------|---------|---------|------------|--------------|----------|---------|--------------|----------|------|----------|----------|------|------|
| Puntaje Basico | | 4,1 | 3,7 | 3,2 | 2,3 | 2,2 | 2,9 | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 2,1 | 1,4 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 1,8 | 1,2 | 2,2 |
| Irregularidad Vertical Grave, VL 1 | | -1,3 | -1,3 | -1,3 | -1,1 | -1,0 | -1,2 | -1,0 | -0,9 | -1,0 | -1,1 | -0,8 | -1,0 | -0,9 | -1,0 | -1,0 | -0,8 | NA |
| Irregularidad Vertical Moderada, VL2 | | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,7 | -0,6 | -0,8 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,5 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,5 | NA |
| Irregularidad de planta, PL1 | | -1,3 | -1,2 | -1,1 | -0,9 | -0,8 | -1,0 | -0,8 | -0,7 | -0,7 | -0,9 | -0,6 | -0,8 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,5 | NA |
| Pre-Codigo | | -0,8 | -0,9 | -0,9 | -0,5 | -0,5 | -0,7 | -0,6 | -0,2 | -0,4 | -0,7 | -0,1 | -0,4 | -0,3 | -0,5 | -0,5 | -0,1 | -0,3 |
| Posterior-año de Referencia | | 1,5 | 1,9 | 2,3 | 1,4 | 1,4 | 1,0 | 1,9 | NA | 1,9 | 2,1 | NA | 2,1 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | NA | 1,2 |
| Suelo Tipo A o B | | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,9 | 0,3 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,9 |
| Suelo Tipo E(1-3 Pisos) | | 0,0 | -0,1 | -0,3 | -0,4 | -0,5 | 0,0 | -0,4 | -0,5 | -0,2 | -0,2 | -0,5 | -0,3 | -0,4 | -0,4 | -0,3 | -0,3 | -0,5 |
| Suelo Tipo E(>3 Pisos) | | -0,5 | -0,8 | -1,2 | -0,7 | -0,7 | NA | -0,7 | -0,6 | -0,6 | -0,8 | NA | -0,5 | -0,6 | -0,7 | -0,3 | NA | NA |
| Puntaje Minimo S _{MIN} | | 1,1 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 1,4 |

FINAL PUNTAJE NIVEL 1, SL1 ≥ S_{MIN}

Alcance de Control

Exterior: Parcial Todos los Aerec

Interior: Ninguna Visible

Dibujo comentado: Si No

Tipo de fuente de Suelo: _____

Tipo de fuente peligro Geológico: _____

Persona de Contacto _____

INSPECCIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA:

Si, Final puntuación Nivel 2, _____ No

Peligros No estructurales: Si No

9

OTROS RIESGOS

Hay peligros que provocan una evaluación detallada estructural?

Golpeado potencial (a menos SL2 > línea de cortesí se conoce)

Riesgo de caída de mas edificios altos adyacentes

Riesgos Geológicos o Tipo de Suelo dañños significativos / deterioro al sistema

11

ACCION REQUERIDA

Evaluación detallada estructural requerida?

Si, tipo de edificio desconoce Fema u otro edificio.

Si, el resultado da menos que el de corte

Si, si presentan otros peligros.

No

Evaluación detallada no estructural recomendada?

Si, los peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

No, existen peligros no estructurales mitigación, sino una evaluación detallada

No, no hay peligros no estructurales i. _____ No sé

12

Cuando la información no ha sido verificada, se criba en cuando la información es: EST = estimado o datos fiables o DNK un = No lo sé

Legenda MRF= Momento resistente BR= Marco arriostrado RC= Concreto Reforzado URM INF= Mamposteria de relleno no reforzada. SW= Muro de Corte TU= Levantarse

10

Nota. Tomado de manual FEMA -154, p.16, Estados Unidos, 2015.

Item 1: Según a la region de sismicidad descrita en la Tabla N°01 al respecto de la aceleración espectral Ss y S1.

Item 2: Establece como información corriente de la edificación en evaluación.

Item 3: Determina las propiedades técnicas de la edificación.

Item 4: Define las observaciones o comentarios del inspector como condiciones, circunstancias y ocupación.

Item 5: Imágenes del edificio.

Item 6: Bosquejo de la edificación en planta o elevación.

Item 7: Es la principal sección donde se establece las puntuaciones en los 04 parámetros de evaluación; anomalías en planta y vertical, normas de construcción, tipos de suelo. Todo ello genera una puntuación "S" de acuerdo a sus indicadores del formato de nivel 1 y su identificación del sistema estructural, el mismo que detalla consecuentemente sobre la tabla 2.

Tabla 3

Identificadores del sistema estructural.

| Identificador | Tipo de Edificios |
|-----------------------|--|
| W₁ | Edificios de carácter residencial y comercial con pórticos de madera ligera con un área = ó < a 5000 p ² (465 m ²). |
| W_{1A} | Edificios con pórticos de madera. |
| W₂ | Edificio con pórticos de madera ligera con área > a 5000 p ² (465 m ²). |
| S₁ | Edificio con pórticos de acero resistentes a momento. |
| S₂ | Edificio con pórticos de acero arriostrados. |
| S₃ | Edificio con metal ligero. |
| S₄ | Edificios con pórticos de acero y muros de corte de concreto. |
| S₅ | Edificios de estructura de acero con muros de relleno de mampostería no reforzada. |
| C₁ | Edificios con pórticos de °c. |
| C₂ | Edificios con muros de corte de °c. |
| C₃ | Edificios con pórticos de concreto relleno con muros de albañilería no reforzada. |
| PC₁ | Edificios prefabricadas con estructuras aligeradas inclinadas en su parte superior. |
| PC₂ | Edificios con pórticos de concreto prefabricado. |
| RM₁ | Edificaciones de albañilería reforzada con diafragma flexibles de suelo y losa. |
| RM₂ | Edificaciones de mampostería reforzada con diafragmas rígidos para suelo y losa. |
| URM | Edificaciones con muros portantes de albañilería no reforzada |
| MH | Vivienda prefabricada. |



Nota. Tomado del manual FEMA-154, p.38, Estados Unidos, 2015

Modificadores del conducta sismico como FEMA 154:

Item 8: comparacion de puntajes entre puntaje minimo SMIN y resultado de SL1, si Smin es mayor que SL1 se elige Smin.

Item 9: resumen detallado de información recolectada.

Item 10: Se identifica que si realizó la evaluacion en el formato de nivel 2 con su respectivo puntaje y indicando existencias de peligros estructurales.

Item 11: Este presente item detalla la existencia de otros riesgos, para poder determinar una evaluacion estructural detallada del edificio.

Item 12: finalmente se tiene el presente item que define la accion requerida.

Ahora, según FEMA 154 se utiliza formato de recoleccion de datos de nivel 2.

Item 2: Establece como información general de la edificación.

Item 3: Se agregan modificadores estructurales y su respectiva puntuación con afinidad a anomalías en altura.

Item 4: Se agregan modificadores estructurales y su respectiva puntuación con respecto a irregularidades en planta.

Item 5: Se agregan según a los tramos del edificio, tipos y los espacios del edificio en estudio.

Item 6: En este parámetro es en donde se determina la puntuación obtenida.

Item 7: En el presente ítem se identifican los peligros no estructurales.

Item 8: En esta sección concluye que si la estructura necesita una evaluación estructural a detalle o no.

Item 9: Finalmente se detallan los comentarios al respecto de la evaluación, señalando las restricciones o aprietos en el instante de inspección de la edificación.

Teniendo definido los formatos de recolección de datos con su respectivo ítem, la metodología FEMA (Rapid Visual Screening Program) 154, proporciona modificadores del comportamiento sísmico.

Tabla 4

Modificador del comportamiento sísmico.

| Modificador | Descripción |
|----------------------------|--|
| Media altura (4 a 7 pisos) | Edificios entre 4 a 7 niveles. |
| Gran altura (>7 pisos) | Edificios mayores a 7 niveles. |
| Irregularidad vertical | En elevación, discontinuidad en la ruta de carga, edificios sobre una cuesta, muros inclinados, piso blando (edificaciones con columna corta). |
| Irregularidad en planta | Edificaciones de forma L, U, T y V u otras formas irregulares de edificios, rigidez excéntrica en planta. |
| Pre código | Edificaciones que son construidas anterior al año de los códigos de diseño sísmico, en Perú por años 70. |

| | |
|----------------|--|
| Post benchmark | Edificaciones diseñadas posteriormente construidos después de las mejoras significativas en los requerimientos del código sísmico. |
| Suelo tipo "C" | Suelos densos |
| Suelo tipo "D" | Suelos rígidos |
| Suelo tipo "E" | Suelos Blando. |

Nota. Tomado del manual FEMA -154 p.35, Estados Unidos, 2015

Del mismo modo, la siguiente tabla muestra cómo la técnica categoriza cada forma de edificio en función del uso al que se destina y del volumen de población.

Tabla 5

Carga de Ocupación según al tipo de edificio.

| Tipo de edificación | Carga de ocupación |
|------------------------|--------------------|
| Residenciales | 100-300 |
| Comercial | 50-200 |
| Oficina | 100-500 |
| Industrial | 200-500 |
| Sala publica | >10 |
| Centro educativo | 50-100 |
| Gubernamental | 100-200 |
| Servicio de emergencia | 100 |

Nota. Tomado del manual FEMA -154, p.38, Estados Unidos, 2015

En ese contexto, la metodología describe los cuatro (04) parámetros de evaluación de vulnerabilidad, se presenta a continuación:

- a) Altura de edificación.

El método califica según la tabla 3; las edificaciones de altura mediana que son a partir de 4 niveles y edificios de gran altura mayores a 07 niveles.

- b) Anormalidad vertical y en planta.

Irregularidades en Vertical: Generalmente, tiene que ver la construcción en altura o en vertical, si la construcción es en un pendiente, presencia de columnas cortas, discontinuidades o edificios de pisos blandos. Tal como señala en la figura 5:

Figura 5

Irregularidades verticales.

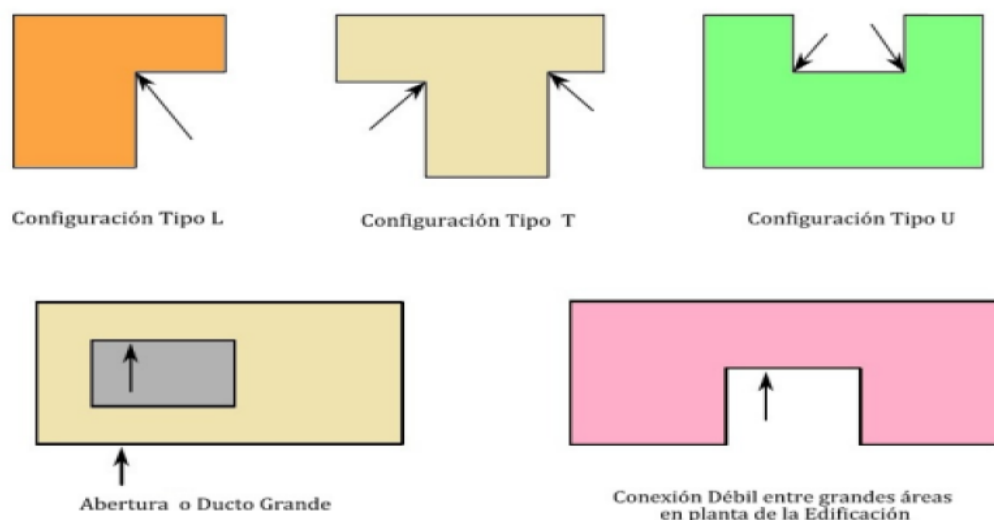


Nota. Tomadas del manual FEMA -154, p.154, Estados Unidos, 2015

Irregularidades en planta: Las edificaciones de forma L, T, E y U entre otras formas de la construcción en planta sin irregulares, algunas de ellas cuentan con una rigidez adecuada, pero en no en otra dirección. Tal como muestra la figura 6:

Figura 6

Irregularidades en planta.



Nota. Tomadas del manual FEMA -154, p.154, Estados Unidos, 2015

c) Pre – código, Post benchmark.

El presente modificador de puntuación considera las modificaciones en zonas consideradas de moderada y alta sismicidad y se aplica a las construcciones antes del criterio sísmico establecido. Ahora el parámetro de Post benchmark señala que son construcciones después de los códigos sísmicos (después del año 1977) según el método FEMA-154 (2015, p. 168).

d) Tipo del suelo.

El modificador evalúa las particularidades del suelo en los diseños de planos estructurales y mapas de clasificación de suelos.

2.2.1.2. Método del Índice de Vulnerabilidad sísmica (Benedetti y Petrini).

(MARTINEZ, 2014) Sugirió que fue propuesto por científicos italianos en 1982, con base en estudios posteriores al terremoto realizados desde 1976.

El procedimiento del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini), cuantifica el daño que puede sufrir un edificio y/o una vivienda, determinando las características del diseño elegido, estimando la vulnerabilidad en relación en once parámetros que incluyen características constructivas estructurales y generales.

Los métodos Benedetti - Petrini cataloga las viviendas en 04 tipos como A, B, C y D cuyos valores oscilan entre 0 a 45 y su nomenclatura de la tabla es "ki" el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 6

Escala de Vulnerabilidad.

| Parámetros | Clase Ki | | | | Peso Wi |
|---|----------|---|----|----|---------|
| | A | B | C | D | |
| 1. Tipo y organización del sistema resistente | 0 | 5 | 20 | 45 | 1 |
| 2. Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 3. Posición del edificio y cimentación | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.5 |



| | | | | | |
|---|---|----|----|----|------|
| 4. Posición del edificio y cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 |
| 5. Diafragmas horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1 |
| 6. Configuración en planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.5 |
| 7. Configuración en elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1 |
| 8. Distancia máxima entre muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 9. Tipos de cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1 |
| 10. Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 |
| 11. Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1 |

Nota. Tomada del método de Índice de Vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini.

Ahora bien, al análisis a la tabla 6 se observa que el coeficiente W_i varía entre 1.5 hasta 0.25 de los cuales tiene acontecimiento para el cálculo de índice de debilidad sísmica (I_v) la ecuación según Benedetti es la siguiente:

$$I_v = 100 \frac{(\sum_{i=1}^{11} k_i \cdot w_i) + 1}{34} \quad (\text{ec. 2.1})$$

Los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son descriptivos mientras los parámetros 3, 6, 7 y 8 son los que se necesitan cálculos matemáticos.

Tabla 7

Condiciones de Índice de vulnerabilidad.

| Vulnerabilidad | Riesgos (I_v) |
|------------------------------------|-------------------|
| Vulnerabilidad < 15% | BAJA |
| 15% ≤ Vulnerabilidad < 35% | MEDIA |
| Vulnerabilidad mayor o igual a 35% | ALTA |

Nota. Tomada del método de Índice de Vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini.

El valor de Índice de vulnerabilidad (I_v) identifica a los edificios que presentan un nivel de riesgo alto frente a un incidente en este caso sismo, asimismo servirá para sus acciones en los planes de mitigación de riesgo existente en la zona en estudio.

Con la finalidad de realizar un cálculo exhaustivo, se realiza una comparación de los 11 parámetros establecidos según (BENEDETTI & PETRINI, 1984) con el Reglamento Nacional de Edificios que en su 100% el método Italiano cumple con los requisitos, tal como señala Marin Guillen (2021, p. 48) El mismo que detalla en la tabla 8.

Tabla 8

Comparaciones entre RNE y método italiano.

| Reglamento Nacional de Edificaciones | Parámetros de Índice de Vulnerabilidad |
|---|---|
| 1. Muros confinados y reforzadas calidades de las juntas del mortero. | 1. Organización del sistema resistente. |
| 2. Tipo y disposición de las unidades de mampostería calidad de materiales. | 2. Calidad del sistema resistente |
| 3. Suelos | 3. Resistencia convencional |
| 4. Cimentación | 4. Posición del edificio |
| 5. Entrepiso | 5. Diafragma horizontal |
| 6. Irregularidad en planta | 6. Configuración en planta |
| 7. Irregularidad en altura | 7. Configuración en elevación |
| 8. Densidad de muros y distancias de columnas | 8. Distancia máximo entre muros/columnas |
| 9. Vigas de amarre y amarre de cubiertas | 9. Tipo de cubierta |

Nota. Tomados de Marin Gillen, p. 48, Italia, 2021

En ese sentido se describe los 11 parámetros de evaluación según la metodología italiana con sus respectivos clasificaciones de A,B, C y D.

1. Tipo y organizaciones del sistema resistente.

El presente parámetro considera una adecuada eficacia enfatizando en las uniones de los elementos resistentes en horizontales, verticales, tipo cajón, cerrada, las clasificaciones se detallan a continuación:

- A. Edificio ejecutado de acuerdo al reglamento sismo resistentes.
- B. La edificación presenta conexiones mediante vigas o collares de amarre y enmarque de muros, cuyo finalidad es transmitir las cargas verticales en los muros en todos los niveles de la estructura..
- C. El edificio adolece del tipo de enlaces del numeral B en todos los pisos, pero en los muros ortogonales resistentes muestra una buena ligazón.



D. El edificio no cuenta que sus muros resistentes bien enlazados.

2. Calidad de sistema resistente.

El presente ítem evalúa el tipo de mampostería que se ha empleado pero no considera la resistencia estructural, considera las características como trabajo de obra, calidad de ejecución. La puntuación se desarrolla de acuerdo al siguiente detalle:

- A. De la edificación el sistema resistente tiene las siguientes características; acogida de ladrillo de buena calidad, definiendo de piedra tallada, verticalidad de las unidades de albañilería, asimismo construcciones > 1997.
- B. La edificación presenta bloques, mampostería de ladrillo con unidades no homogéneas, o que estas no se relaciona con las características en inciso A y la construcción < 1997.
- C. La edificación presenta bloques, mampostería de piedra mal talladas prácticamente tienen procesos constructivos deficientes.
- D. Estas no se relaciona con ninguna características presentadas.

3. Resistencia convencional.

El presente parámetro de firmeza convencional ítem, requiere cálculos estructurales, el presente asume un comportamiento de forma cajón bueno, la metodología aplica la siguiente ecuación, con coeficiente a calcular "C", todo ello definido entre relación de la fuerza máxima resistente horizontalmente de la edificación, con el siguiente detalle:

$$C = \frac{\alpha_0 * t_k}{q * N} \sqrt{\frac{q * N}{1.5 * \alpha_0 * t_k (1 + \gamma)}} \quad (\text{ec. 2.2})$$

Donde:

N: Número de niveles de la edificación.

t_k: Resistencia a cortante del muro.

$$A = \min (A_x; A_y)$$

$$B = \max (A_x; A_y)$$

$$\alpha = A / A_t \quad (\text{ec. 2.3})$$

$$\gamma = B / A \quad (\text{ec. 2.4})$$

$$q = ((A + B * H)/At) Pm + Ps. \quad (\text{ec. 2.5})$$

At: Área de cubierta en planta (m²).

Ax: Área resistentes en los muros en dirección X-X (m²)

Ay: Área resistentes en los muros en dirección Y-Y (m²)

h: Altura ponderado entre piso (m).

Pm: Peso específico de mampostería (Tn/m³).

Ps: W por unidad de área de forjado (Tn/m²)

A continuación se muestra los esfuerzos cortantes para cada tipo de material en muros de mampostería según tabla 9.

Tabla 9

Esfuerzo cortante máximo.

| Tipos de materiales | Esfuerzo cortante |
|--|--------------------------|
| Ladrillos macizos | 6 – 12 Tn/m ² |
| Piedras mal talladaa | 2 Tn/m ² |
| Piedras bien talladas | 7 – 9 Tn/m ² |
| Ladrillos de calidad buena | 18 Tn/m ² |
| Mortero cemento, bloques de ladrillo | 18 Tn/m ² |
| Mampostería nuevo, ladrillos macizos | 20 Tn/m ² |
| Mampostería nuevo, bloques macizos | 20 Tn/m ² |
| Mampostería nuevo ladrillos/bloques huecos | 18 Tn/m ² |

Nota. Tomada de Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería, por Yépez, Barbat y Canas, p. 54, 1995.

De la edificación sus muros no son perpendiculares en los ejes X o Y y entre lo cuales forman un ángulo $\Phi \neq 0$. Para los valores Ax y Ay se calcularán mediante productos de áreas por $(\cos \Phi)^2$. Como se visualiza, el valor “q” simboliza al peso del piso por la unidad de área de losa es igual peso de muro más el peso de difragma horizontal.



Para el presente parámetro "C" establecido según a la zona sísmica de evaluación al edificio, el proceso de cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = C/C'$$

Las condiciones de calificación son las siguientes:

- A. El valor es $\alpha \geq 1$
- B. El valor oscila entre $0.6 \leq \alpha \leq 1$.
- C. El valor oscilan entre $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
- D. El valor es $\alpha < 0.4$

4. Posición del edificio y cimentación.

El presente ítem considera interacción entre la cimentación y el terreno frente a las fuerzas sísmicas, también considera aplazados y las cimentaciones con sus respectivas ubicaciones, se subordinan de la siguiente forma:

- A. La edificación presenta cimentación en un terreno estable y sus pendientes son menores o iguales al 10%.
- B. La edificación está construido sobre roca y sus pendientes oscilan entre 10% a 30%, incluso califica si está emplazado en terreno suelto cuyos pendientes están de 10% y 20%.
- C. La cimentación se ubica encima de un sustrato suelto cuyos diferentes inclinaciones del 20% y 30%, si es encima terreno rocoso su pendiente es del 30% y 50%.
- D. La cimentación se emplaza sobre terreno rocoso con una inclinación superior al 50% o sobre suelo suelto con inclinación superior al 30%.

5. Diafragma horizontal.

El presente parámetro evalúa condiciones que tiene que efectuar para el adecuado funcionamiento de fuertes elementos verticales son los siguientes:

- A. Edificación con diafragma que tienen que cumplir con condiciones:
 - 1. No cuenta con planos de desnivel.

2. Del diafragma su deformabilidad es despreciable.

3. La interacción entre sistema resistente y la diafragma.

B. El edificio no cumple ningun condicion del tipo A.

C. La edificación no efectúa (02) de las situaciones especificada para clase A.

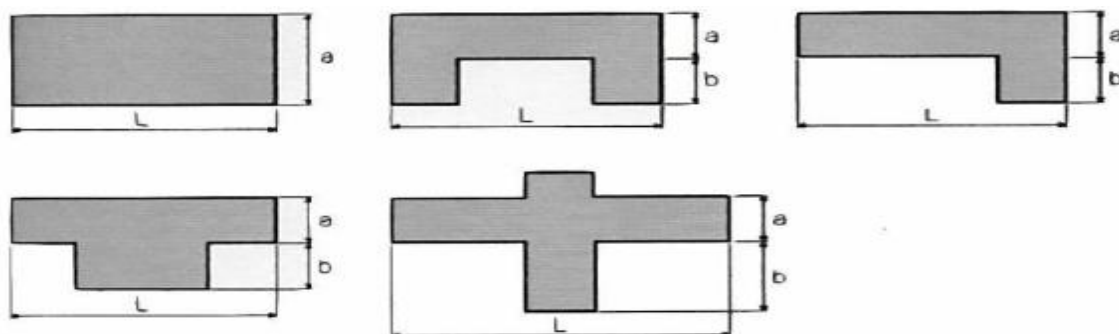
6. Diafragma en planta.

El parámetro establece la configuración en planta así que el proceder del edificio cuando hay un acontecimiento(sismo) depende de una buena configuración y se relaciona de la siguiente forma: $b_1 = a/L$ y $b_2 = b/L$.

Se muestra los parámetros que evalúan la configuración en planta.

Figura 7

Parámetros de evaluación para la configuración en planta.



Nota. Tomado por Yépez Moya, y otros (1995, p. 63).

En ese contexto, los resultados obtenidos se calificarán de acuerdo a lo siguiente:

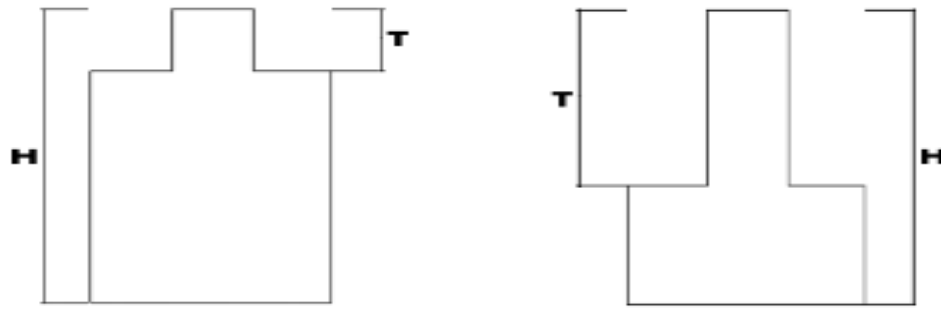
A. Sí $IR \leq 0.25$.

B. Sí $0.25 < IR \leq 0.75$

C. Sí $IR \geq 0.75$

7. Configuración en elevación.

LA medición establece y determina valores de las alturas; mínima (H-T) y altitud máxima (H) en que RL es altura ponderado de la edificación.

Figura 8*Configuración en elevación*

Nota. Parámetro evaluador. por Yépez Moya, y otros, p. 68, 1995.

Para la evaluación de diferenciación de cota, se emplea esta ecuación:

$$RL = \frac{H-T}{H} \quad (\text{ec. 2.3})$$

En ese sentido, los parámetros de evaluación se relaciona de la siguiente forma:

- A. $RL > 0.66$
- B. $0.33 < RL \leq 0.66$
- C. $RL \leq 0.33$

8. Distancia máxima entre columnas o muros.

El parámetro analiza los espaciamientos entre columnas y muros, además considera el año en que ha sido construido la edificación y la presencia de asesoramiento técnico.

- A. El año de construcción $>$ a 1997 con asesoramiento técnico.
- B. El año de construcción $<$ a 1997 con asesoramiento técnico.
- C. Sin asesoramiento técnico.

9. Tipo de cubierta.

El parámetro califica la resistencia de la fuerza sísmica de la cubierta, de los cuales deben considerar el procedimiento constructivo y su normatividad respecto a las calidades de materiales y sus condiciones, de los cuales son los siguientes:

- A. La cubierta estable: están unidas en las vigas de manera correcta, edificios de cubierta plan.



- B. Cubierta inestable: material ligero pero sus condiciones son buenas.
- C. Cubierta inestables en mal estado y desnivelados.

10. Elementos no estructurales.

El componente no estructural que no presentan un adecuado conexión a un sistema resistente se tiene como parapetos, escaleras, balcones, escaleras y entre otros que son construcciones después de la estructura primordila o principal, por ello son los siguientes criterios:

- A. Edificios que sus elementos no estructurales no tenga ni esten mal conectado a sistema resistente o con parapetos bien conectados.
- B. Los edificios que sus parapetos son mal conectados al sistema resistente.
- C. En los edificios los parapetos, ecaleras, balcones son construidas despues de la estructura de elementos estructurales cuyos elementos no estan bien conectados y pueden colapsar frente a un moviemintos sísmico.

11. Estado de conservación.

El parámetro examina el deterioro del edificio o de los elementos estructurales, en casos un irregularidad por el mal proceso constructivo, para ello el presente parámetro evalua los siguiente:

- A. Bueno
- B. Ligeramente dañado
- C. Estado de conservación mala.

En consecuencia, para el analisis según Reyes Lóaisaga (2002, p. 46) establece los siguientes parámetro para establecer el inicio de fragilidad sísmica.

Tabla 10

Rangos de medición de Índices de Vulnerabilidad Sísmica.

| Rangos de vulnerabilidad | Rangos de medición |
|--------------------------|--------------------|
| Vulnerabilidad baja | 0 – 20 |

| | |
|-----------------------------|----------|
| Vulnerabilidad baja – media | 25 – 50 |
| Vulnerabilidad media – alta | 50 – 75 |
| Vulnerabilidad alta | 75 - 100 |

Nota. Tomada de Metodología para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones por Reyes Lóaisaga, p. 46, 2002.

2.2.1.3. Método de Hirosawa.

El presente método convencional planteado para evaluar el análisis de comportamiento sísmico del edificio es una metodología usado de manera oficial por Ministerio de Construcción en el país de Japón, en un inicio se aplicaba en edificios de C° A° de seis a ochos pisos y debido a los estudios resientes la técnica se ha empleado en edificaciones de C° A° y obras, asimismo el método mencionado va en (03) niveles de evaluación y van de más detallado a más básico, según OPS (2004, p. 140), señala que se fundamenta en el estudio de comportamiento sísmico del edificio y en principales direcciones.

Según Pariona Pongo (2014, p. 42), señala que el método japonés de Hirosawa se basa en 03 niveles de evaluación, los niveles son; basados en la geometría de los componentes conformados en la estructura, la segunda es determinar la resistencia última de la edificación y la tercera presenta mecanismos de colapso real plasmando análisis tiempo – historia.

Ahora bien, el presente método de Japones de HIROSAWA, evalúa la vulnerabilidad estructural para ellos se considera lo siguiente:

- A. Si el principio de comportamiento sísmico $(I_s) \geq I_{so}$ índice del juicio estructural se tiene en cuenta considerando la edificación presenta una conducta seguro frente a un movimiento sísmico.

B. Si el Índice de comportamiento sísmico (I_s) < Iso índice del juicio estructural se tipifica sobre el presenta un proceder sísmico inseguro frente a un movimiento sísmico.

Cálculo del índice de vulnerabilidad estructural (I_s)

Para determinar I_s se calcula mediante la ecuación que se muestra.

$$I_s = E_o * SD * T \quad (\text{ec. 2.4})$$

De los cuales se describen a continuación:

E_o : Índice sísmico de comportamiento estructural (básico).

SD : Índice configuración estructural.

T : Índice de deterioro del edificio.

Cálculo de Índice sísmico básico (E_o)

Para determinar E_o se realiza cálculo de resistencia última de corte por pisos. Asimismo, la resistencia calculada debe realizarse para cada sentido de planta igual a la sumatoria de productos de sección transversal del muro, las columnas y la resistencia al cortante. Minimizando el factor por componente (α) considera la validez de cada elemento y haciendo comparativo sobre las paredes y vigas de concreto armado, es menos resistente a la deformación a los demás elementos sísmicos como la columna corta y muros de albañilería, estén armados o no. Marcando el principio de proporcionalidad al producto de coeficiente de arrastre (C) y el producto dúctil (F). Debes tener en cuenta la siguiente ecuación por Lezama Gavancho (2015, p. 15)

$$E_o = \alpha i C * F \quad (\text{ec. 2.5})$$

Donde:

E_o = índices sísmicos del comportamiento estructural (básico)

α = componente de reducción de la capacidad resistente.

F = índice de ductilidad asociado a los compendios verticales.

Para determinar el índice E_0 , según OPS (2004, p. 48), señala que “cada elemento vertical que conforma una estructura sísmica debe pertenecer a una de las categorías que se precisan”.

A. Columnas cortas de °C °A

Todas éstas son columnas con una relación h/D de 2 o menos. Donde h es altura y D el ancho de sección. Los comportamientos sísmicos de estas columnas están controlados por la rotura por cortante frágil, un grado limitado de deformaciones en donde se logra la resistencia y una capacidad bajo de deformación inelástica. Para implementar alturas independientes se tiene en cuenta los aspectos arquitectónicos que reduzcan la altura de las columnas separadas.

B. Columnas de °C °A

Estos son todas las columnas con una proporcionalidad $h_0 / D > 2.0$

C. Muros de concreto armado.

Son sustancias de hormigón armado o tienen secciones transversales donde la relación de los lados máximo y mínimo de S.T. es $> a 3.0$.

D. Muros de relleno de albañilería.

Estos son generalmente muros de mampostería con poco o ningún refuerzo y se colocan en las aberturas de una subestructura fuerte (pórticos) sin separarlos.

E. Muros de albañilería armada o confinada.

Estas paredes de albañilería confinada están reforzados o separados por mecanismos.

Para el cálculo del índice E_0 se tiene que tomar en cuenta la siguiente ecuación:

$$E_0 = \frac{(n_p+1)}{(n_p+1)} * (\alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c) * F \quad (\text{ec. 2.6})$$

De los cuales:

α_i : factor de deducción de la capacidad resistente según el nivel de deformación en el que los elementos que controlan comportamiento sísmico. Donde la capacidad sísmico está

contrastada por elementos de Tipo A que son más frágiles, los de Tipo B son menos frágiles y de elementos de tipo C son dúctiles, respectivamente según Lezama Gavancho (2015, p. 5)

N_p : número de niveles.

i : por piso de evaluación.

C_{mar} : índices de resistencia producido por muros de relleno (albañilería).

C_{sc} : índices de resistencia aportados por columnas cortas de $C^\circ A^\circ$.

C_a : índices de resistencia proporcionadas por muros de albañilería o no reforzadas o parcialmente confinadas.

C_{ma} : índices de resistencia aportados por muro de albañilería armada o confinada.

C_w : índices de la resistencia aportados por muros de $C^\circ A^\circ$.

C_c : índices de la resistencia aportados por columnas no cortas de $C^\circ A^\circ$.

F : índices de ductilidad asociados a componentes en forma vertical.

$F = 1.00$ si C_{sc} , C_a y C_{mar} son igual a un valor nulo.

$F = 0.80$ si C_{sc} , C_a y C_{mar} son diferentes a nulidad.

Si el muro de mampostería contenida controla la capacidad resistente, el valor F es = a 1.00, considerando en cuenta la cabida de deformación inelástica alcanzada por el elemento de contención. Para cálculo de la resistencia sísmica primero se tiene que calcular la rotura de los elementos más frágiles. En ese contexto, la falla del conjunto no provoca inestabilidad en el sistema, lo cual la capacidad sísmica se tiene que calcular considerando los siguientes grupos, no la resistencia del elemento fallado.

Los valores del coeficiente α_i se establecen en la Tabla 11.

Tabla 11

Valores para el coeficiente α_i . Tomada de Estudio de Vulnerabilidad.

| Tipo | α_1 | α_2 | α_3 | Modos de falla |
|------|------------|------------|------------|----------------|
|------|------------|------------|------------|----------------|



| | | | | |
|---|-----|-----|-----|--|
| A | 1.0 | 0.7 | 0.5 | Columnas cortas y paredes portantes controlan la falla |
| B | 0 | 1.0 | 0.7 | Muro de concreto armado controlan la falla |
| C | 0 | 0 | 1.0 | Columnas de concreto armado controlan la falla |

Nota. Tomado por Lezama Gavancho.

El índice de resistencia (C_i) se define proporcionando las propiedad de refuerzo (cantidad y tipo de refuerzo) del muro de hormigón armado, y se ha cambiado la expresión propuesta por Hirosawa. La resistencia especificada se aplica a la pared empotrada (pared pantalla) y, en el caso de mampostería cerrada, a la resistencia a la fisuración diagonal.

Para los cálculos de las mediciones de C_{mar} , C_{sc} , C_{ma} , C_a , C_w y C_c son las que se emplean las ecuaciones que se muestran en líneas abajo, para calcular índices de resistencia.

$$C_{mar} = \frac{0.6 \cdot 0.85 \cdot \tau_o \cdot \sum A_{mar}}{\sum_{j=i}^{np} w_j} \quad (\text{ec. 2.7})$$

$$C_{sc} = \frac{f_c}{200} * \frac{15 \cdot \sum A_{sc}}{\sum_{j=i}^{np} w_j} \quad (\text{ec. 2.8})$$

$$C_{ma} = \frac{0.6 \cdot (0.85 \cdot \tau_o + 0.25 \cdot \sigma_o) \cdot \sum A_{ma}}{\sum_{j=i}^{np} w_j} \quad (\text{ec. 2.9})$$

$$C_a = C_{ma}$$

$$C_w = \frac{f_c}{200} * \frac{30 \cdot \sum A_{m1} + 20 \cdot \sum A_{m2} + 12 \cdot \sum A_{m3} + 10 \cdot \sum A_{m4}}{\sum_{j=i}^{np} w_j} \quad (\text{ec. 2.10})$$

$$C_c = \frac{f_c}{200} * \frac{10 \cdot \sum A_{c1} + 5 \cdot \sum A_{c2}}{\sum_{j=i}^{np} w_j} \quad (\text{ec. 2.11})$$

f_c = Resistencia a la compresión del concreto.

$\Sigma_{A_{mar}}$ = Suma de áreas de muro de relleno de albañilería en determinación en la dirección en evaluación.

$\Sigma_{A_{sc}}$ = Sumatoria del área de la columna corta de °C °A según al nivel en estudio.

$\Sigma_{A_{ma}}$ = Sumatoria de área de los muros de albañilería confinada según al nivel en estudio.

$\Sigma_{A_{m1}}$ = Sumatoria de área de muros de °C °A del piso en evaluación cuando hay columnas en ambos extremos, la cantidad de refuerzo horizontal es 1.2% o más, y la longitud del muro

(H/L) es mayor a 2. Para estos muros, la resistencia a cortante es el muro diagonal comprimido, su armadura horizontal alta.

Σ_{Am2} = Sumatoria del perimetro de la pared de piso de c° a $^\circ$ evaluados con columnas en ambos extremos y una cantidad mínima de asistencia horizontal. Estas paredes, el refuerzo horizontal proporciona la mayor parte de la resistencia al corte.

Para el **cálculo del SD**:

El presente elemento mide los efectos de las irregularidades estructurales, las distribuciones de firmeza y la conjunto en el actuación sísmico de edificio. Las propiedades del edificio consideradas por este coeficiente es la irregularidad, la relación largo-ancho, la rigidez, la excentricidad y la construcción planificada, la regularidad de la altura del piso, la irregularidad de la distribución en masas y altura.

El método de Hirosawa establece para el cálculo de SD una ecuacion de vulnerabilidad el mismo que detalla a continuación:

$$SD = q1 * q2 * q3 \dots \dots q8 \quad (\text{ec 2.12})$$

De los cuales:

$$q_i = (1.0 - (1.0 - G_i) * R_i) \text{ para } (i = 1, 2, 3, 4, 5, 7 \text{ y } 8).$$

$$Q_i = (1.2 - (1.0 - G_i) * R_i) \text{ para } i = 6$$

Comprobando la ecuación anterior, cuando se pierde la regularidad de las propiedades estructurales, la resistividad del sistema disminuye en G_i , y se penaliza al sistema cuantificando el efecto o efectos de la irregularidad sobre la respuesta, se puede ver que es posible. Se usa, pero esto no es lo mismo para cada factor considerado así como precisa Lezama Gavancho (2015, p. 10)

Ahora, los valores para G_i y R_i encomendado por método HIROSAWA se evidencia en tabla 12.

Tabla 12

Valores de G_i y R_i . Tomada de Estudio de Vulnerabilidad.

| Ítem | G_i | | | R_i |
|-----------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|-------|
| | 1.0 | 0.9 | 0.8 | |
| 1. Regularidad | Regular (a1) | Mediano (a2) | Irregular (a3) | 1.0 |
| 2. Relación largo – ancho | $B \leq 5$ | $5 < B \leq 8$ | $B > 8$ | 0.5 |
| 3. Contratación de planta | $0.8 \leq C$ | $0.5 \leq C \leq 0.8$ | $C < 0.5$ | 0.5 |
| 4. Atrio o patio interior | $R_{ap} = 0.1$ | $0.1 < R_{ap} \leq 0.3$ | $0.3 < R_{ap}$ | 0.5 |
| 5. Excentricidad de atrio o patio | $f_1 = 0.4$ $f_1 = 0.1$ | $f_1 \leq 0.4$ $0.1 < f_2 \leq 0.3$ | $0.4 < f_1$ $0.3 < f_2$ | 0.25 |
| 6. Subterráneo | $1 \leq R_{as}$ | $0.5 \leq R_{as} < 1.0$ | $R_{as} < 0.5$ | 1.0 |
| 7. Junta de dilatación | $0.01 \leq s$ | $0.005 \leq s < 0.01$ | $s < 0.005$ | 0.5 |
| 8. Uniformidad de altura de piso | $0.8 \leq R_p$ | $0.7 \leq R_h < 0.8$ | $R_h < 0.7$ | 0.5 |

Nota. Tomado por Lezama Gavancho.

1. Regularidad a_i :

A1; En todo sentido, la planta es simétrica, los áreas que sobresalen es \leq a 10% del total de área en la planta, además los que sobresalen son determinadas el caso $l/b \geq 0.5$.

A2; La planta es irregular, el área saliente es menor o igual a 30% del área del planta. Dentro de los cuales se encuentra de tipo T, L, U.

A3; La planta es muy irregular que A2 y sus salientes es $>$ al 30% de área del planta.

2. Relación largo - ancho.

La asociación de dimensiones máximas y mínimas del sistema. Para plantas de tipo L, T, U, etc., el borde más largo se considera $2 * 1$. Donde 1 se muestra en la figura. Tal como precisa Lezama Gavancho (2015, p. 13)

Figura 9

Formas y tipo de Irregularidades en planta.



Nota. Tomada de Estudio de Vulnerabilidad, por Lezama Gavancho.

3. Contracción en planta.

$$C = D1/Do$$

(ec. 2.13)

Figura 10*Formas de contracción en planta*

Nota. Tomada de Estudio de Vulnerabilidad, por Lezama Gavancho.

4. Atrio ó patio interior.

La asociación entre el área del atrio, área en conjunto de la instalación, incluida el área del atrio. En ese sentido, este análisis no considera escalera estructurada con muro de hormigón armado, según Lezama Gavancho (2015, p. 13)

5. Excentricidad del atrio.

f_1 = La asociación de distancia desde el centro del plano al centro del atrio a la longitud más corta del plano. f_2 = Relación de la distancia en el centro de la planta al centro de atrio a la longitud máxima en planta

6. Subterráneo.

La concordancia entre la zona útil promedio de sótano y superficie útil promedio de la edificación.

7. Juntas de dilatación.

El presente parámetros aplica a los edificios con juntas de dilataciones y es relación entre la altura sobre el suelo y espesor de la juntas de dilatación sísmica donde se ubica la junta.

8. Uniformidad en la altura del piso.

La asociación entre la altura del suelo claramente sobre el suelo analizado y esa altura. Para los pisos superiores, esta fórmula reemplaza el piso inmediatamente superior con el piso inmediatamente inferior.



En ese sentido y según el método HIROSAWA, el valor SD se calcula a partir del peor de los valores determinados para las características de los diferentes pisos que se supone que representan todo el edificio.

Cálculo del valor T:

El indicador (T) cuantifica el efecto causado por desgaste estructural a lo largo del tiempo y la exposición a terremotos pasados y otros eventos potencialmente afectados. El índice se calcula de acuerdo con los datos recopilados de la inspección de la vivienda y la información proporcionada de ante mano por el dueño. El índice T se calcula usando la tabla 13. El valor que debe corresponder al valor mínimo porque solo se utiliza un valor de índice T para la edificación en la tabla 13.

Tabla 13*Valores del Índice.*

| Tipo de deterioro | Características | Valor (T) |
|--|--|------------------|
| T1. Deformación permanente | El edificio presenta inclinación a asentamiento diferencial. | 0.7 |
| | El edificio esta construido sobre relleno artificial. | 0.9 |
| | El edificio ha sido reparado debido a deformaciones. | 0.9 |
| | Tiene visibles deformaciones de vigas o columnas. | 0.9 |
| | No presenta signos de deformación | 1.0 |
| T2. Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo | Presenta filtración con corrosión visible. | 0.8 |
| | Presenta grietas inclinadas visibles en columnas. | 0.9 |
| | Presenta grietas visibles en muros. | 0.9 |
| | Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras | 0.9 |
| | Nada de lo anterior | 1.0 |
| T3. Incendio | Ha experimentado incendio, pero no fue reparado | 0.7 |
| | Ha experimentado incendio y fue reparado | 0.8 |
| | No ha experimentado incendio | 1.0 |
| T4. Uso del cuerpo o bloque | Almacena sustancias químicas | 0.8 |
| | No contiene sustancias químicas | 1.0 |
| T5. Tipo de daño estructural | Presenta daño estructural grave | 0.8 |
| | Presenta daño estructural fuerte | 0.9 |
| | Presenta daño estructural ligero o no estructural | 1.0 |

Nota. Tomada de Estudio de Vulnerabilidad, por Lezama Gavancho, p. 14, 2015.

Ahora bien, en la tabla 14 se muestra las características a tener en cuenta mediante tipo de deterioro calculado.

Tabla 14

Configuración del daño ocurrido por sismo.

| Tipo de daño | Descripción |
|--------------------|---|
| No estructural | Daños únicamente en elementos no estructurales |
| Estructural ligero | Grietas de menos de 0.5 mm de espesor en elementos de concreto armado. Grietas de menos de 3 a 10 mm de espesor en muros de albañilería. |
| Estructural fuerte | Grietas de 0.5 a 1mm de espesor en elementos de concreto armado. Grietas de menos de 3 a 10 mm de espesor en muros de albañilería. |
| Estructural grave | Grietas de mas de 1mm de espesor en elementos de °C°A. aberturas en muros de albañilería. Aplastamiento del hormigón, rotura de estribos y pandeo de refuerzos en vigas, columnas y muros de °C°A. Agrietamiento de capitales y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en mas de 1% de su altura. Asentamiento de más de 20cm. |

Nota. Tomada de Estudio de Vulnerabilidad, por Lezama Gavancho (2015, p. 14).

En ese contexto, se procede al cálculo del índice del juicio estructural Iso:

Cálculo del Iso.

Es el juicio sísmico se determina mediante la siguiente ecuación.

$$Iso = Eso * Z * G * U \quad (\text{ec 2.14})$$

Donde:

E_{so} = Resistencia sísmica esencial solicitada para el cálculo.

Z = Factor según la zona sísmica cuyo valor depende del peligro sísmicos del sitio donde está ubicada la edificación ($0.5 \leq Z \leq 1$)

G = Factor de influencia según las propiedades geotécnicas y topográficas. Se tiene en cuenta

G = 1.0 para zonas con pendiente nula y 1.10 para zona con diferido.

U = Variable que determina la importancia de la edificación según el uso. Se considera igual a 1.0 ya que la condición exigida por el uso de la edificación se considera al fijar el valor de E_{so} .

Cálculo de resistencia sísmica básica (Eso)

Este es el resultado de un estudio sobre daños del edificio durante un movimiento sísmico determinado por método Hirosawa en Japón. Para la finalidad de tales estudios, se sugiere que esta resistencia se obtenga de los requisitos estándar de resistencia elástica para la zona de máxima peligrosidad sísmica (zona epicentral). Debe seleccionarse teniendo en cuenta que el grado de daño que se ha producido impedirá el cierre del edificio.

Para determinar el valor del índice E_{so} y hallar la cortante basal con el RNE en específico E.030, se aplica esta fórmula que se observa a continuación:

$$E_{so} = \frac{C}{R} \quad (\text{ec. 2.15})$$

Donde:

C = coeficiente de amplificaciones dinámicas es igual T_p/T el valor tiene que ser menor o igual a 2.5

R = Factor de respuesta, la ductilidad es igual a 3.

T_p = Periodo que predomina de vibración de suelo.

T = Periodo del Vibración (1° Modo).

Para la presente tesis se tiene como segunda variable se tiene la vulnerabilidad sísmica.

2.2.2. Vulnerabilidad Sísmica

Según Hamomoum, y otros (2016, p. 25) hace mención que vulnerabilidad sísmica “La fragilidad asocia a la cantidad en el caso de sismos de determinadas intensidades y el coeficiente de dicha cantidad con conocimiento de las amenazas sísmicas nos permite evaluar los daños potenciales de terremotos futuros”.

También se precisa que la vulnerabilidad sísmica como un grado del daño que pueda padecer las viviendas de albañilería durante un sismo. Conociendo el nivel de daño de la edificación es contestación frente a un deficiente diseño e inadecuado proceso constructivo de la vivienda.

En resumen, vulnerabilidad sísmica es la cabida de soporte de la vivienda frente a un movimiento sísmico. El mismo que presenta hasta de tres tipos, lo mismos que describen a continuación:

2.2.2.1. Vulnerabilidad estructural

Según Visconde (2004, p. 47) enfatiza el peligro estructural es la medida en que los elementos estructurales de un edificio pueden experimentar efectos dañinos, todo como resultado del movimiento sísmico.

Menciona que los elementos estructurales se denominan componentes de las viviendas encargados de transmitir y soportar la carga (w) de una vivienda y su contenido (CV CM), los esfuerzos transitorios, al suelo y de allí al suelo. Estos factores son los siguientes; Losas de piso, vigas, columnas y cimentaciones.

2.2.2.2. Vulnerabilidad no estructural

Según Visconde (2004, p. 48) señala lo siguiente; el análisis y evaluación de vulnerabilidad no estructurada representa componentes que no figuran en la estructura. En este sentido, se entiende que cuando ocurre un evento telúrico, la edificación puede dejar de funcionar por el colapso de un equipo o falla de algún elemento.

Suelen aplicarse en instituciones educativas y centros médicos, porque el valor central de estas infraestructuras no se encuentra en losas, vigas, columnas y otras instalaciones, sino en los diagramas, los mismos que se clasifican en 03 categorías:

- Arquitectónicos.
- Equipos y mobiliario.
- Instalaciones básicas.

2.2.2.3. Vulnerabilidad funcional

Está relacionada a que frente a un movimiento sísmico debe estar puesto en servicio en un tiempo determinado e inmediato. El daño físico que pueda sufrir una edificación es de manera independiente. Se considera en tres (03) niveles.



- Alta
- Media
- Baja.

Según el investigador Alzate Buitrago (2017, p. 25) señala que la vulnerabilidad funcional es un estudio que busca estimar la susceptibilidad de la estructura al "colapso funcional" después de un sismo.

Se muestra en casos de emergencia. Para detallar las vulnerabilidades funcionales en el 3er paso, se evaluará la infraestructura. Primero, el sistema de suministro de energía y agua, esta es la parte que se daña con más facilidad. Los ductos de alcantarillados, gas y combustibles también fueron afectados por sismo, por ende, se realizó una investigación sobre la flexibilidad y resistencia de los circunstancias funcionales también se incorpora un análisis minucioso de los espacios exteriores, vías de accesos al superficial y sus conexiones con el resto del lugar; reciprocidad, tránsito primario y secundario, privado y público, acceso general y especial de las bases en que se subdivide la estructura.

2.3. Marco Conceptual

Métodos convencionales

Son métodos que se utilizados en la presente tesis, Fema 154, Bennedetti y Petrini y Hirosawa.

Vulnerabilidad Sísmica

La fragilidad asocia a la cantidad en el caso de sismos de determinadas intensidades y el coeficiente de dicha cantidad con conocimiento de las amenazas sísmicas nos permite evaluar los daños potenciales de terremotos futuros.

Vulnerabilidad Estructural

el análisis y evaluación de vulnerabilidad no estructurada representa componentes que no figuran en la estructura.



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación:

Método: científico.

Acorde a Sampieri (2014 p. 157) Considera que el método científico "Permite el manejo objetivo de datos numéricos".

En ese contexto la presente tesis se define con un enfoque cuantitativo y es utilizado de **tipo científico no experimental**.

3.2. Tipo de Investigación:

Para realizar una adecuada indagación se ha seleccionado el tipo de investigación que permite determinar una investigación eficaz del tema adoptado. La investigación aplicará tres métodos convencionales para valorar la debilidad sísmica de la edificación de albañilería confinada, siendo así es de tipo **aplicativa**, con enfoque cualitativo.

3.3. Nivel de investigación

Los estudios explicativos describen conceptos de determinación de conexiones y fenómenos; todos ellos implican que se enfocan en resolver los factores que contribuyen a dichos eventos físicos o sociales.

La investigación se determina que es de nivel explicativo debido a que argumenta la causa y efecto producidos por la vulnerabilidad sísmica en el edificio san Luis.



3.4. Diseño de Investigación

La presente tesis es de diseño no experimental - transeccional descriptivo según Hernández Sampieri, hace mención que la finalidad primordial de esta investigación; descriptivo y transversal es preguntar por la incidencia de los grados de las variables poblacionales. Proporciona descripción al ubicar un conjunto de población, situaciones, objetivos, contextos, comunidades, etc.

Según lo expuesto por el autor esta tesis corresponde el diseño no experimental porque las variables independientes y sus efectos han pasado y siendo transeccional o transversal descriptivo, porque se elaborará estudios con propósito de determinar la debilidad sísmica.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Según Paitán (2018, p. 334) define lo siguiente “Se conceptualiza como el total de conjunto de estudio, que comprenden las características solicitadas según el tipo de investigación. Dicha unidad de estudio puede considerarse a los objetos, personas, fenómenos ó hechos que poseen la característica requerida para desarrollar dicha investigación”.

De acuerdo a la definición anterior, en la presente tesis la población estará conformado por 20 edificaciones de albañilería confinada.

3.5.2. Muestra

Según Paitán (2018, p. 334) indica; “la muestra es determinada como parte de un universo o población sujetos a un estudio ya que presentan las peculiaridades de la población, además consiente poder generalizar los resultados obtenidos”.

Por lo cual se tomó una muestra de estudio no probabilístico por conveniencia tal como señala Arias, Villasís, Miranda (2016, p. 49) del edificio san Luis debido a que esa infraestructura presenta un riesgo alto y no cumple con RNE.

3.6. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos.

3.6.1. Técnica.

Según Bavaresco (2006, p. 135) precisa que “sin las técnicas ni parámetros de recopilación de datos, cualquier tipo de investigación no tiene coherencia. Para la correcta verificación de un problema de investigación planteado, estos tipos de técnicas conlleva a buen estudio de investigación y dichas técnicas establecen instrumentos, herramientas y medios. La obtención de los datos mediante instrumentos una vez ya recogidos pasan a la siguiente etapa que es el procesamiento de datos obtenidos como información”.

En la presente indagación se empleará la técnica de observación directa y recopilación documental.

Ahora bien, la presente investigación se encuentra ubicado en el Barrio Azoguini, se encuentra ubicado en las laderas del cerro Azoguini, al noroeste de la ciudad de Puno, entre las coordenadas geográficas: 15° 49' 54" y 15° 50' 10" latitud sur y 70° 01' 50" y 70° 01' 58" longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Tiene una extensión urbana actual aproximada de 75,867m² y una altitud mínima de 3880.87 msnm, y una altitud máxima de 4082.00 msnm.

Características de zona de estudio

La ciudad de Puno es la más antigua, encerrado entre una cordillera circunlacustre que rodea la bahía y por el Este, limita con el cerro Azoguini por el Noroeste, Machallata por el Norte y el cerro de Cancharani por el Sur y recostada en las faldas de Pirhuapirhuani y Qimsa Cruz.

El barrio Azoguini sector Las Cruces se encuentra en las laderas del cerro Azoguini, debido a esto presenta un terreno empinado, con pendientes muy pronunciadas lo cual hace que sea susceptible al deslizamiento de tierras.

La zona de estudio, presenta unidades litológicas de origen, sedimentario y volcánico, las secuencias litológicas presentes en el área pertenecen a la formación del área de estudio.

3.6.2. Instrumento recolección de datos.

Según Tamayo (2006, p. 129) señala que “la técnica de observación en una investigación científica es de gran utilidad porque constituye que el tesista determine su atención en diferentes aspectos, así como se basan en determinados condiciones”.

En la presente tesis se aplicará como instrumento a aplicar los formatos de observación y recopilación de información.

Las actividades que se realizarán en campo, es decir, “in situ” donde se evaluó la edificación en estudio según a los formatos, fichas propuestas en la metodología aplicada para la presente investigación los mismos que serán validados por los expertos son los siguientes:

- Se estableció el área de investigación.
- Se hizo reconocimiento de vivienda de albañilería confinada a intervenir.
- Se inspeccionó ocular, la vivienda de albañilería, elevación y en planta, según a los planos.
- Se elaboró la ficha de recopilación e identificación de las características físicas (sistema estructural, material y deficiencias constructivos).
- Se desarrolló la validación de la ficha para calificación estructural de la edificación San Luis de albañilería.
- Se evaluó la vivienda de albañilería confinada según a los datos obtenidos.

- Se realizó análisis sísmico de edificaciones de albañilería con Etabs 2018.

3.6.3. Validez

Para la presente tesis se validaron mediante juicio de expertos. Como refiere Hernández (2003, p. 226) la validez toma en cuenta “el grado en que un instrumento mide una variable., pudiéndose dividir en validez de constructo, sobre el procesamiento de datos”. Se validan los instrumentos de investigación por opinión de expertos como refiere Hernández, se precisan en la tabla 15 de rangos de validez.

Tabla 15

Escala de interpretación de rangos de validez.

| Rango de validez | Interpretación |
|------------------|-------------------|
| 1.0 | Validez perfecta |
| 0.99 a 0.72 | Excelente validez |
| 0.71 a 0.66 | Muy válida |
| 0.65 a 0.60 | Válida |
| 0.59 a 0.54 | Validación baja |
| 0.53 a menos | Validación nula |

Nota. Tomado de Metodología de investigación, por Hernández Sampieri.

Tabla 16

Cuadro de validez métodos convencionales y vulnerabilidad sísmica, por juicio de expertos.

| N° | Grado académico | Nombres y Apellidos | CIP N° | Validez |
|----|-----------------|------------------------------|--------|---------|
| 1 | Ing. | David Ginez Araca | 164919 | 0.833 |
| 2 | Ing/Mg. | Guido Yamil Portillo Calcina | 184210 | 0.750 |
| 3 | Ing. | Renné Fredyy Apaza Quispe | 163760 | 0.708 |

El resultado de análisis de validez del instrumento de investigación es 0.764, al contrastar con la tabla se interpreta como válido. La validez última es el promedio de la validez de cada experto.

3.6.4. *Confiabilidad*

Según Iñiguez (2017, p. 1603) define generalmente para determinar para medir los resultados generalmente está relacionada con el grado de aplicación repetida, dicho grado hace que los instrumentos sean validados y confiables.

Tabla 17

Interpretación de rangos de confiabilidad.

| Rango de confiabilidad | Interpretación |
|-------------------------------|------------------------|
| 1.0 | confiabilidad perfecta |
| 0.99 a 0.72 | Excelente confiable |
| 0.71 a 0.66 | Muy confiable |
| 0.65 a 0.60 | Confiable |
| 0.59 a 0.54 | Confiable baja |
| 0.53 a menos | Confiable nula |

Nota. Tomado de metodología de investigación, por Iñiguez, 2017)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de Información.

Los análisis que se realizaron según al objetivo específico planteados en la presente tesis y aplicando los métodos convencionales propuestos con finalidad de determinar la vulnerabilidad sísmica del edificio San Luis, Puno, 2022; sirvieron para determinar su resultado y se tomó en cuenta la recolección de datos, de los cuales se fijaron los procedimientos del método FEMA 154, utilizando sus 04 modificatorias e índices establecidos donde fue esquematizado para poder ser aplicados sin la necesidad de realizar un cálculo estructural, luego se aplicó la metodología de índice de vulnerabilidad – Benedetti y Petrini el mismo que se basa en resultados de la verificación de los daños para considerar la calidad construcción de la vivienda mediante el coeficiente de Índice de vulnerabilidad (Iv) el cual, incluye sus 11 parámetros para determinan el daño ocasionado por movimiento sísmico, y finalmente, el método de Hirosawa, que se va determinar la vulnerabilidad estructural del edificio, donde va considerar 02 aspectos; si el edificio es segura o insegura; todos ellos a través de Índices de vulnerabilidad estructural y Índices de juicio estructural. Para el correcto análisis de los datos se hace usaron las hojas de cálculo Excel, así como software CAD para diseño de los planos.

Característica de la edificación en estudio.

La edificación de albañilería confinada de 03 niveles zonificada de suelo arena arcilloso, según al plan perfeccionamiento urbano de la Ciudad de Puno, sin embargo, hoy en día se aprecia una cantidad inmensa de edificios de albañilería confinada, debido a esto la zona es considerada, nivel de riesgo alto. Dicha edificación de albañilería es diseñado con 06 y 03 ejes en (x;y) respectivamente, sistema de albañilería confinada, altitud de cimentación de 1.40 m, zapatas de 1.20 x 1.20 m, vigas de cimentación de 0.25 x 0.25 m, 15 columnas 0.25 x 0.25 m, vigas de 0.25 x 0.40 m, losa aligerado de 0.20 m de espesor, la altura del primer nivel es de 2.80 m, del 2do al 3er nivel es de 2.40 m tal cual se muestra en el plano de diseño, asimismo la edificación cuenta con los servicios de agua y desagüe, electrificación.

Desarrollo de la investigación.

Para esta investigación a contemplado evaluar mediante métodos convencionales el edificio san Luis, jurisdicción de Puno, en ese contexto la investigación determinara el grado de vulnerabilidad sísmica de la edificación de albañilería confinada.

Figura 11

Vista del barrio de las cruces.



Figura 12

Vista de la edificación en estudio



4.2. Evaluación del grado vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales.

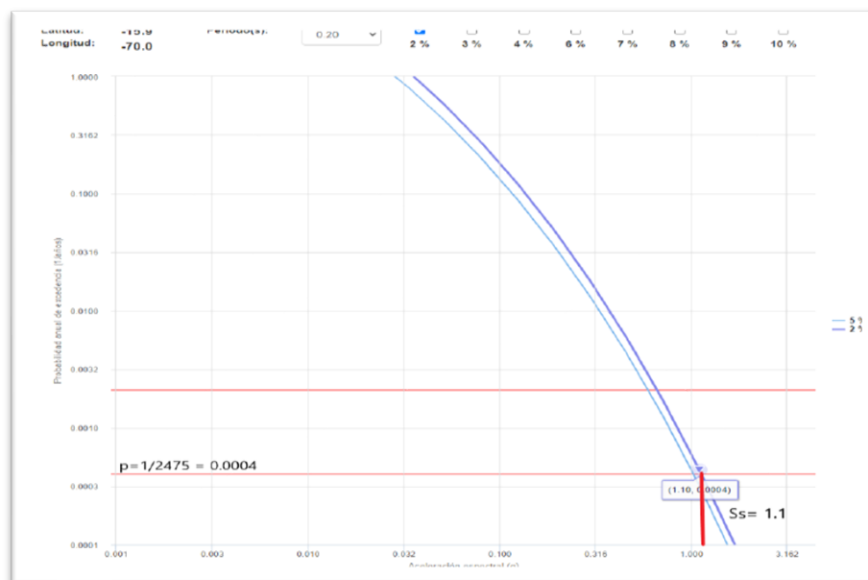
La presente tesis cuyo principal finalidad es determinar el grado de vulnerabilidad sísmica haciendo uso de los métodos propuestos, dichos métodos cualitativos que fueron utilizados son los siguientes: método de FEMA-154 para cálculo de vulnerabilidad funcional, para el cálculo de índices de vulnerabilidad sísmica el método Benedetti y Petrini, sobre el cálculo de vulnerabilidad estructural se utilizó el sistema japonés de Hirosawa.

4.3. Estimación de la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método FEMA – 154.

Para la determinación sísmica se requiere aceleración espectral dependiendo de zona de estudio del edificio que se están evaluando, el servicio de consulta web SENCICO se utiliza para obtener los parámetros.

Figura 13

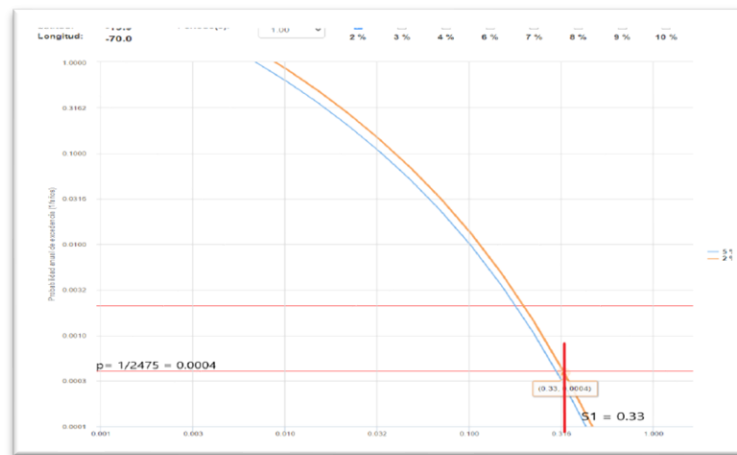
Aceleración espectral de 2% de probabilidad y con periodo (0.20 s)



Nota. Tomado del aplicativo Web de Consultas para la Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional del SENCICO (2016).

Figura 14

Aceleración espectral de 2% de probabilidad y con periodo (1.0 s).



Nota. Tomado del Aplicativo Web de Consultas para la Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional por SENCICO (2016).

Ahora bien, según el aplicativo para estimación del peligro sísmico del SENCICO. Los resultados de las aceleraciones espectral para periodos de 0.2 y 1.0 s.

Tabla 18

Aceleraciones espectrales para periodos 0.2 y 1.0 seg.

| Periodo | Aceleración espectral ($T_r = 2475$) |
|------------------|---|
| $S_s = 0.2$ seg | 1.1 |
| $S_1 = 1.0$ seg. | 0.33 |

Según cuadro en imagen se evalúa la región de sismicidad para la localización de las viviendas a evaluar con la finalidad de calcular la región de sismicidad para su localización de la vivienda a para S_s y S_1 (moderadamente alto).

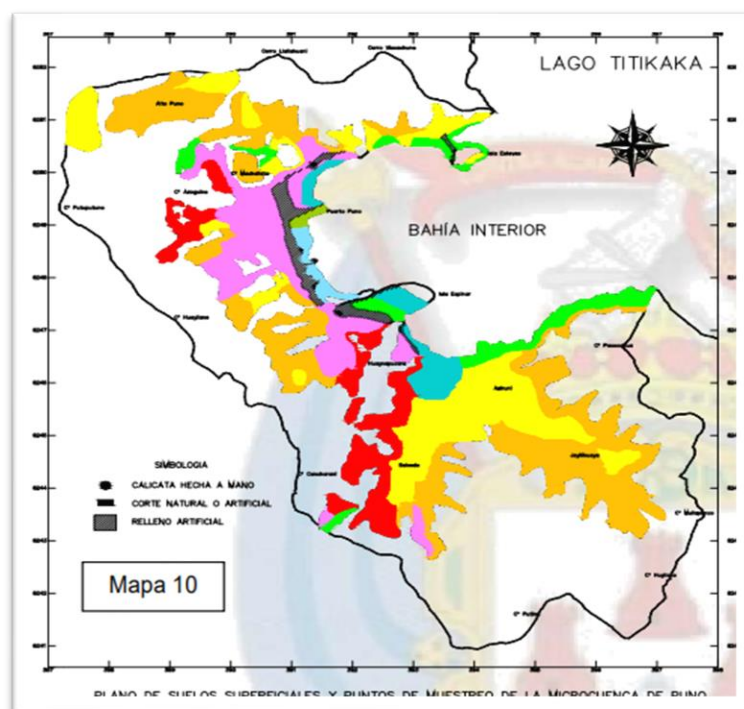
En este contexto, según plan de ordenamiento de la MPP (Municipalidad Provincial de Puno, 2012), en la clasificación del tipo de suelo en dicha ciudad ha determinado y se catalogado los tipos de suelo que existen el cual, de acuerdo a ello se ha dispuesto que el lugar de estudio del edificio y/o vivienda a evaluar presenta suelos SC (Arena Arcillosos) según figura 15 y 16.

Por otro lado, es necesario hacer mención que la MPP a causa de muchos deslizamientos ocurrido en dicho barrio, se realizó la evaluación del riesgo de desastres - EVAR, según Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, indica que EVAR “es un marco amplio como el proceso del conocimiento del territorio propiamente dicho y es uno de los procesos más primordiales y transversales para asegurar el desarrollo sostenible de todos los componentes de un medio específico, sirve como base para gestionar acciones y para la planificación y formulación de proyectos de inversión pública que contribuyan a controlar y reducir el riesgo”.

De los cuales, para dicho estudio se realizó el estudio de suelo, que en donde, concluye que el suelo en gran parte es de tipo arena arcilloso con presencia de gravas. En ese orden de ideas, se determina según RNE en específico la E.030 diseño sismo resistente se categoriza como perfil tipo S3: Suelo Blando por poseer una velocidad de onda del corte V_s menor a 180 m/s.

Figura 15

Plano de zonificación de microcuenca - Puno.



Nota. Tomada del Plan de desarrollo Urbano de Municipalidad Provincial de Puno (2012-2022).

Figura 16

Parámetros geotécnicos de clasificación de suelo.

| PARÁMETROS GEOTÉCNICOS | | CLASIFICACIÓN S.U.C.S. | DESCRIPCIÓN | qa= kg/cm ² |
|------------------------|---------|------------------------|---|------------------------|
| TIPO | SUBTIPO | | | |
| I | la | ML | SUELO LIMOSO DE BAJA PLASTICIDAD | 0.41–0.61 |
| | la | CL | SUELO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD | 0.41–0.70 |
| | lb | CH | SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD | 0.39–1.15 |
| | la | OH | SUELOS LIMOSOS Y ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD | 0.50–0.72 |
| II | | SC | SUELOS ARENO ARCILLOSOS | 0.70–3.71 |
| | | SM | SUELOS ARENOLIMOSOS | 1.43–3.82 |
| | | GC | GRAVAS ARCILLOSAS | 2.25–3.60 |
| | | GM | GRAVAS LIMOSAS | 2.22–4.05 |
| III – IV | | ROCA | ROCAS SEDIMENTARIAS, VOLCÁNICAS E INTRUSIVAS | 0 k— |

Nota. Tomada del Plan de desarrollo Urbano de Municipalidad Provincial de Puno (2012-2023).

Con estos parámetros previos y con la información que se ha recopilado durante la visita de campo se evaluó la edificación en estudio según el método FEMA 154, para poder determinar la vulnerabilidad física luego de un estudio exhaustivo de los indicadores estimados para la zona de sismicidades moderadamente alta, las mismas que se mencionan a continuación:

Altura

El presente parámetro determina las alturas como altas, media y bajas de la edificación de albañilería confinada. El edificio está construido en 03 niveles y proyección hasta de 05 niveles, para este caso se toma en cuenta la altura media de acuerdo al segundo intervalo de cuatro a siete pisos de tabla 3 de modificadores según el formato FEMA -154.

Irregularidad en planta

Mediante el presente modificador y/o parámetro se determinará forma irregular en planta y diseño de los cuales la edificación de albañilería del edificio san Luis presenta irregularidades en planta porque presenta una losa en forma de L, tiene un ducto de ventilación y un volado (interior) de 1.40 m que todos ellos hacen que la edificación sea irregular en planta. El mismo que se indica en la figura 6 en consecuencia, según ítem 7.0

de la figura 3 del formato de recopilación de datos indica la puntuación de -0.6 del tipo RM1 y -0.5 de tipo URM.

Irregularidad en vertical

Según este modificador del método FEMA-154, la edificación no presenta un deficiente proceso constructivo ya que no cuenta muros inclinados ni tampoco las discontinuidades tal como describe la tabla 3 de modificadores según FEMA 154 y figura, en detalles se presenta solo porque la edificación de albañilería está apoyado por suelos de tipo arena arcilloso según figura 16 en ese entender se categoriza como suelo blando, de los cuales hace que la edificación presenta irregularidad en planta, tal como se referencia en figura 6 en consecuencia, según ítem 7.0 de la figura 3 del formato de recopilación de datos indica la puntuación de -0.7 del tipo RM1 y -0.5 de tipo URM.

Pre – código

Este modificador del método según FEMA-154, especifica el año en que se haya construido la vivienda por lo que tiene como referencia a la norma técnica peruana y su promulgación en el año de 1977, en consecuencia, la edificación de albañilería confinada evaluado no está presente antes de la NTP ni de su código sismo resistente. Por lo tanto, según ítem 7.0 de la figura 3 del formato de recolección de datos lo categoriza como posterior al año de referencia con una puntuación de “2.1”.

Tipo de suelo.

Mediante este modificador se evalúa las propiedades del suelo en que fueron construidos la edificación, para lo cual la vivienda no cuenta con un plano de cimentaciones, de los cuales se recurre al plan del desarrollo urbano (2012-2022) de la provincia de Puno, el mismo que detalla en líneas arriba, concluyendo que el suelo es de tipo S3 (suelos blandos) de tipo SC (arcilloso).

Todo ello se resume en la siguiente figura:

Figura 17

Resumen de modificadores. Tomados del manual FEMA-154.

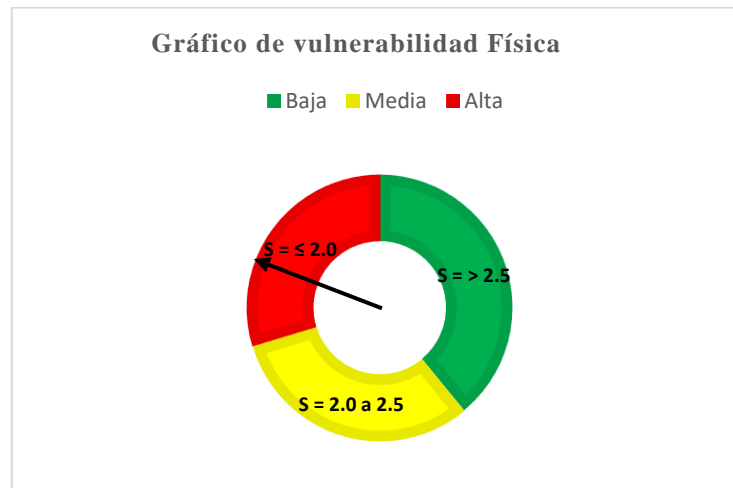
| NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1. SL1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------|------|------|----------|---------|---------|------------|--------------|----------|---------|--------------|----------|------|----------|----------|------|------|
| FEMA TIPO DE EDIFICIO | No Sabemos | W1 | W1A | W2 | S1 (MRF) | S2 (BR) | S3 (LM) | S4 (RC SW) | S5 (URMIN F) | C1 (MRF) | C2 (SW) | C3 (URMI NF) | PC1 (TV) | PC2 | RM1 (FD) | RM2 (RD) | URM | MH |
| Puntaje Basico | 4,1 | 3,7 | 3,2 | 2,3 | 2,2 | 2,9 | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 2,1 | 1,4 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 1,8 | 1,2 | 2,2 | |
| Irregularidad Vertical Grave, VL1 | -1,3 | -1,3 | -1,3 | -1,1 | -1,0 | -1,2 | -1,0 | -0,9 | -1,0 | -1,1 | -0,8 | -1,0 | -0,9 | -1,0 | -0,9 | -1,0 | -0,8 | NA |
| Irregularidad Vertical Moderada, VL1 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,7 | -0,6 | -0,8 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,5 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,5 | NA |
| Irregularidad de planta, PL1 | -1,3 | -1,2 | -1,1 | -0,9 | -0,8 | -1,0 | -0,8 | -0,7 | -0,7 | -0,9 | -0,6 | -0,8 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | NA |
| Pre-Codigo | -0,8 | -0,9 | -0,9 | -0,5 | -0,5 | -0,7 | -0,6 | -0,2 | -0,4 | -0,7 | -0,1 | -0,4 | -0,3 | -0,3 | -0,5 | -0,5 | -0,1 | -0,3 |
| Posterior-año de Referencia | 1,5 | 1,9 | 2,3 | 1,4 | 1,4 | 1,0 | 1,9 | NA | 1,9 | 2,1 | NA | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 1,2 | 1,2 |
| Suelo Tipo A o B | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,9 | 0,3 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,9 |
| Suelo Tipo E[1-3 Pisos] | 0,0 | -0,1 | -0,3 | -0,4 | -0,5 | 0,0 | -0,4 | -0,5 | -0,2 | -0,2 | -0,4 | -0,5 | -0,3 | -0,3 | -0,4 | -0,4 | -0,3 | -0,5 |
| Suelo Tipo E[>3 Pisos] | -0,5 | -0,8 | -1,2 | -0,7 | -0,7 | NA | -0,7 | -0,6 | -0,6 | -0,8 | -0,4 | NA | NA | -0,5 | -0,6 | -0,7 | -0,3 | NA |
| Puntaje Minimo S_{MIN} | 1,1 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 1,4 |

Nota. Tomados del manual FEMA-154.

En ese sentido para la puntuación final de la edificación de albañilería confinada para edificios de tipo RM1 y URM según figura 17 de identificadores del sistema estructural correspondiente a edificaciones de albañilería reforzada con diafragma flexibles de suelo y losa según manual FEMA-154 y los valores que se interpretaron en según al cálculo de aplicativo web y fichas. En ese sentido de acuerdo a los modificadores se tiene lo siguiente datos:

Figura 18

Intervalos de vulnerabilidad física.



Según FEMA-154 se ha evaluado la edificación teniendo un puntuación final y una escala $S < 2.0$, es decir la edificación de albañilería confinada su vulnerabilidad es Alta.



4.4. Estimación del Índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini.

Para el presente método se consideran los once parámetros de la metodología italiano del análisis de la vulnerabilidad sísmica determinado en la tabla 6 por cada modificador que serán evaluados independientemente según al edificio en estudio, a continuación, se detalla los cálculos realizados para determinar el índice de vulnerabilidad.

Tipo del sistema resistente.

El edificio San Luis, Puno fue construida sin asesoramiento técnico ni con normas técnicas peruanas, dicha edificación se ha construido en el año de 2014 que sus conjuntos de muros de albañilería son ortogonales, excepto ejes A, 2 y 3 donde el muro interseca en diagonal, asimismo se precisa que la edificación fue construida sin la norma técnica peruana, en ese contexto se tipifica una puntuación C. (sin asesoramiento técnico).

Calidad de sistema resistente.

La unidad de albañilería usada para construcción del edificio no es de buena calidad y sus juntas entre ladrillo a ladrillo son mayores a 2 cm, asimismo se evidencia la presencia de cangrejeras en la estructura del edificio tal como se evidencia en la figura, para este caso el parámetro de la puntuación es C (materiales y procesos constructivos deficiente).

Resistencia convencional.

La edificación en estudio, desde el proceso constructivo se realizó sin parámetros técnicos ni asesoramiento técnico. Por lo cual se procede al cálculo de la fuerza sísmica para este tipo de edificaciones de albañilería. A continuación, se detalla el procedimiento según método Benedetti y Petrini.

Figura 19

Vista en planta piso típico.

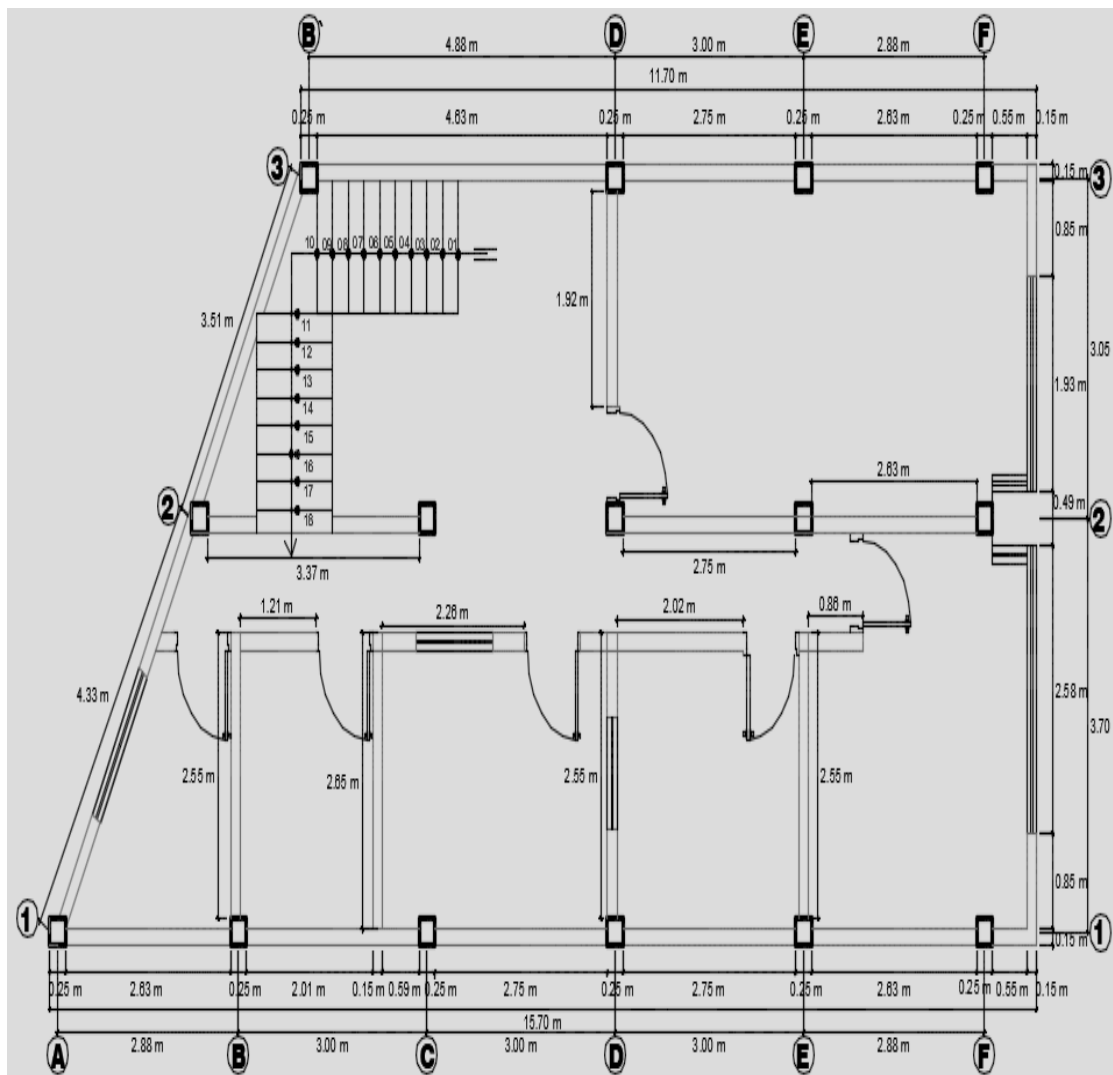


Tabla 19

Área de muros en primer nivel ejes X y Y.

**CUADRO DE LONGITUDES DE MUROS
DIRECCION X-X (1er PISO)**

**CUADRO DE LONGITUDES DE MUROS
DIRECCION Y-Y (1ER PISO)**

| Muro | Lxx(m) | L(cm) | Ac(m2) | Nm | Act(m2) | Muro | Lxx(m) | L(cm) | Ac(m2) | Nm | Act(m2) |
|------|--------|-------|--------|----|---------|------|--------|-------|--------|----|---------|
| X1 | 15 | 0.14 | 2.1 | 1 | 2.1 | Y1 | 7.93 | 0.14 | 1.1102 | 1 | 0.27 |
| X2 | 1.94 | 0.14 | 0.2716 | 1 | 0.2716 | Y2 | 2.55 | 0.14 | 0.357 | 1 | 0.357 |
| X3 | 2.53 | 0.14 | 0.3542 | 1 | 0.3542 | Y3 | 2.55 | 0.14 | 0.357 | 1 | 0.357 |
| X4 | 1.59 | 0.14 | 0.2226 | 1 | 0.2226 | Y4 | 2.55 | 0.14 | 0.357 | 1 | 0.357 |
| X5 | 1.44 | 0.14 | 0.2016 | 1 | 0.4032 | Y5 | 0.8 | 0.14 | 0.112 | 1 | 0.112 |
| X6 | 6.13 | 0.14 | 0.8582 | 1 | 0.8582 | Y6 | 0.75 | 0.14 | 0.105 | 1 | 0.105 |
| X7 | 3.37 | 0.14 | 0.4718 | 1 | 0.4718 | Y7 | 1.8 | 0.14 | 0.252 | 1 | 0.252 |
| X8 | 11 | 0.14 | 1.54 | 1 | 1.54 | | | | | | |

Tabla 20

Áreas de muros en segundo y tercer nivel ejes X y Y.

| CUADRO DE LONGITUDES DE MUROS DIRECCION X-X (PLANTA TIPICO) | | | | | | CUADRO DE LONGITUDES DE MUROS DIRECCION Y-Y (PLANTA TIPICO) | | | | | |
|--|--------|-------|--------|----|---------|--|--------|-------|--------|----|---------|
| Muro | Lxx(m) | L(cm) | Ac(m2) | Nm | Act(m2) | Muro | Lxx(m) | L(cm) | Ac(m2) | Nm | Act(m2) |
| X1 | 15 | 0.14 | 2.1 | 2 | 4.2 | Y1 | 7.93 | 0.14 | 1.1102 | 2 | 0.54 |
| X2 | 1.94 | 0.14 | 0.2716 | 2 | 0.5432 | Y2 | 2.65 | 0.14 | 0.371 | 2 | 0.742 |
| X3 | 2.53 | 0.14 | 0.3542 | 2 | 0.7084 | Y3 | 0.9 | 0.14 | 0.126 | 2 | 0.252 |
| X4 | 1.59 | 0.14 | 0.2226 | 2 | 0.4452 | Y4 | 0.6 | 0.14 | 0.084 | 2 | 0.168 |
| X5 | 1.44 | 0.14 | 0.2016 | 2 | 0.4032 | Y5 | 2.5 | 0.14 | 0.35 | 2 | 0.70 |
| X6 | 6.13 | 0.14 | 0.8582 | 2 | 1.7164 | Y6 | 0.85 | 0.14 | 0.119 | 2 | 0.238 |
| X7 | 3.37 | 0.14 | 0.4718 | 2 | 0.9436 | Y7 | 0.6 | 0.14 | 0.084 | 2 | 0.168 |
| X8 | 11 | 0.14 | 1.54 | 2 | 3.08 | Y8 | 1.8 | 0.14 | 0.252 | 2 | 0.504 |

Teniendo la sumatoria de áreas de los ejes X y Y se procede al cálculo de coeficiente sísmico “C” que está constituido como una relación de la fuerza max. horizontal y el peso de la edificación, todo ello descrito en la ecuación 2.8.

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

Para ello se tiene los siguientes datos:

- Numero de niveles (N) : 03 pisos
- Resistencia de corte del muro (tk) : 18 tn/m2 valores obtenidos de tabla 2.7
- Área de cubierta (At) : 78.05 m2
- Área del muro en eje X (Ax) : 18.06 m2
- Área del muro en eje Y (Ay) : 5.12 m2
- Altura promedio entre los pisos (h) : 2.80 m
- Peso específico de mampostería (Pm) : 1.80 tn/m3 valores obtenidos en (E.020, 2019)
- Peso de unidad de área del diafragma (Ps) : 0.60 tn/m2 valores obtenidos de (E.020, 2019)

$$A = \min (Ax ; Ay)$$

$$B = \max (Ax ; Ay)$$

$$\alpha_o = \frac{5.12}{78.05} \quad \text{los valores según la ecuación 2.3}$$

$$\alpha_o = 0.066$$

$$\gamma = \frac{18.06}{5.12} \quad \text{los valores según la ecuación 2.4}$$

$$\gamma = 3.53$$

$$\text{cálculo de } q = \frac{(5.12 \text{ m}^2 + 18.06 \text{ m}^2)^2}{78.06 \text{ m}^2} \left(1.8 \left(\frac{Tn}{m^3} \right) + \left(0.60 \left(\frac{Tn}{m^2} \right) \right) \right)$$

$$q = 16.52$$

Se procede a calcular el coeficiente sísmico según la ecuación 2.2 de la siguiente forma:

$$C = \frac{\alpha_0 * t_k}{q * N} \sqrt{\frac{q * N}{1.5 * \alpha_0 * t_k (1 + \gamma)}}$$

$$C = \frac{0.06 * 18}{16.52 * 3} \sqrt{1 + \frac{16.52 * 3}{1.5 * 0.06 * 18 (1 + 3.53)}}$$

$$C = 0.061$$

Por lo tanto, el coeficiente sísmico es de 0.061

Ahora bien, se procede a calcular el parámetro $C = 0.4$ luego para determinar el coeficiente

$\alpha = \frac{c}{c'}$ proceso para determinar con coeficiente $\alpha = 0.15$, ahora según los parámetros de

Benedetti y Petrini, la calificación es $\alpha = 0.15 < 0.4$, según la metodología en estudio; en uso, aplicación de los intervalos lo tipifica como tipo D.

Posición del edificio y cimentación.

Según Benedetti Petrini en el parámetro cuarto toma en consideración los aspectos de consistencia, humedad y pendiente. La edificación en estudio, desde el proceso constructivo se realizó sin parámetros técnicos. Ahora para la clasificación de uso de suelo se tomó como referencia al PDU de la MPP 2012-2022, el mismo que se especifica en la figura 20 y 21 con pendientes de moderada escala por lo cual se establece parámetros de calificación como tipo B (edificación con pendientes oscilan entre 10% a 30).

Diafragmas horizontales.

El presente parámetro de diafragmas horizontales hace uso al buen funcionamiento de estructura de la edificación, ahora según sus características de la metodología y análisis realizado según E-070 de diseño de albañilería confinada, se establece que la edificación es



de categoría C (construcciones con diafragma similar a los de clase A, pero que carecen de los parámetros 1 y 2).

Configuración de planta.

La configuración de planta influye al comportamiento sísmico de la vivienda dependiendo en la forma de planta, ahora en los edificios de forma rectangulares es muy relevante la relación $b1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado mayor y menor. Además, se deben considerar las protuberancias definidas mediante la relación $b2 = b / L$. en la edificación se tiene lo siguiente (b1=7m, b2=7.5m y L=15)

Tabla 21

Valores de largo y ancho.

| Denominación. | valor |
|---------------|-------|
| a (m) | 7.00 |
| b (m) | 7.50 |
| L (m) | 15.00 |

Teniendo los valores se hace el cálculo de b1:

$$b1 = \frac{7.00}{15}$$

$$b1 = 0.47$$

Cálculo para b2:

$$b2 = \frac{7.5}{15}$$

$$b2 = 0.5$$

Ahora bien, de acuerdo al cálculo realizado se tiene lo siguientes resultados: b1=0.47, b2=0.50, según intervalo indica que $0.25 < IR \leq 0.75$ se interpreta de clase B.

Configuración en elevación.

El parámetro de configuración en elevación para los edificios y la relación porcentual entre la superficie total del piso y su área en planta se conoce como pórticos. Se dice que hay



torretas de alturas y masas significativas en comparación con el resto del edificio. mediante el siguiente detalle:

La relación T/H, tal como se describe en la ecuación 2.3

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

$$RL = \frac{7.6 - 2.4}{7.6}$$

Ahora bien, la altura mínima es de 2.40m (H-T) y la altura máxima del edificio es de 7.60 m por lo tanto, $RL > 0.68$

Separación máxima entre los muros.

El presente indicador se considera las presencias de muros intersecados por muros transversales localizados a una longitud excesivas entre ellos. En ese contexto considera también asesoramiento de un profesional técnico, así como el año en que haya sido construido, según la teoría propuesta se tipifica como tipo C, (construcción sin asesoramiento técnico).

Tipos de cubierta

El presente parámetro establece la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas, ahora según estudio y evaluación de la edificación se tiene que la edificación fue construida sin las normas técnicas peruanas, por ello según las clases del presente parámetro se define de tipo B.

Elementos no estructurales

El presente parámetro presenta la existencia de parapetos, cornisas u otros elementos no estructurales que puedan causar daño a la vida y salud humana. Este es parámetro adicional, a los efectos de la evaluación de vulnerabilidad, por lo que no hay distinción entre 02 primeras clases. Ahora bien, para la edificación en estudio se define como clase C (edificio con elementos estructurales de dimensiones menores presentan deficiente vinculo a los muros).



Estado de conservación.

El presente parámetro define el estado de conservación del edificio, para el presente edificio se reporta que de clase A.

4.5. Cálculo de la vulnerabilidad estructural del edificio de albañilería confinada evaluados por el Método Japonés de Hirosawa.

Para la consideración de la vulnerabilidad sísmica por el método de Hirosawa, se evaluó con el objetivo de determinar el grado de vulnerabilidad estructural de la edificación. Como lo mencionado en las bases teóricas primero se debe calcular el índice de vulnerabilidad estructural (I_s) y índice del juicio estructural (I_{so}) en la dirección (X-X) y (Y-Y) para luego comparar en entre sí, de los cuales se tiene los siguientes datos básicas de la vivienda de albañilería confinada en estudio:

Tabla 22

Datos generales de la edificación, (X-X).

| Descripción | Abrev. | Valor |
|--|--------|-------------------------|
| Número de piso | NP | 3 |
| Altura del edificio | Ht | 7.6 m |
| Altura entre piso 1er piso | He1 | 2.80 m |
| Altura entre piso 2do y 3er nivel | Het | 2.40 m |
| Área de losa de edificación | Alosa | 78.05 m ² |
| Espesor de la losa aligerada | Elosa | 0.20 m |
| Resistencia a la compresión f'_c (Kg/cm ²) | f'_c | 175 |
| Columnas | C1 | 25X25 |
| Vigas | Vp | 25x40 |
| Acero | F'_y | 4200 kg/cm ² |
| Ladrillo (King Kong) | F'_b | 55 kg/cm ² |

| | | |
|------------|-------|------------------------|
| Tabiquería | Wt | 1800 kg/m ³ |
| Losa | Wlosa | 300 kg/m ² |

A continuación, se visualiza el plano de arquitectura de vivienda en estudio.

Figura 20

Plano en planta de edificación en estudio 1er nivel.

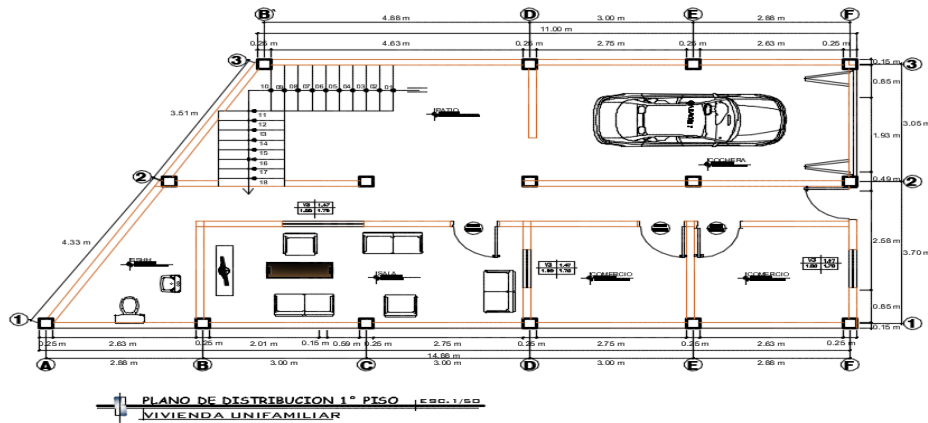
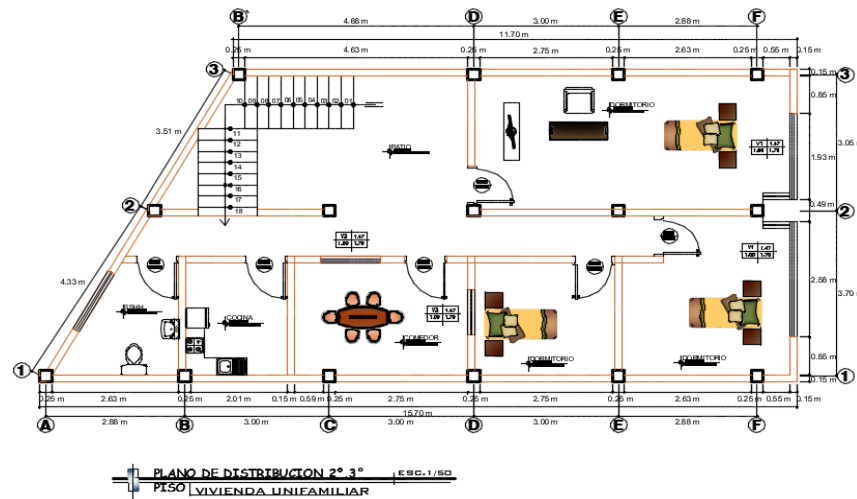


Figura 21

Plano en planta de edificación en estudio 2do y 3er nivel.



Peso de la edificación:

La metodología de Hirosawa aplica el peso por niveles y el total de vivienda en estudio, por lo cual se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 23

Resumen de pesos del edificio en estudio.

| Niveles | Peso de columnas (kg) | Peso de las vigas (kg) | Peso de los muros (kg) | Peso de la losa (kg) | Peso por niveles (w) |
|--------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 1° | 8,100 | 14,131.2 | 39,855.82 | 4,682.832 | 67,309.848 |
| 2° | 7,020 | 14,131.2 | 79,711.63 | 4,682.832 | 105,005.664 |
| 3° | 7,020 | 14,131.2 | 79,711.63 | 4,682.832 | 105,005.664 |
| Total | 22,140 | 42,393.6 | 199,279.08 | 14,048.496 | 277,321.176 |

Ahora bien, en ese contexto y con datos necesarios se procede a cálculo de índice de vulnerabilidad estructural por el método de Hirosawa.

Cálculo del índice de vulnerabilidad estructural (I_s)

Para el cálculo de índice de vulnerabilidad estructural depende de subíndices como el comportamiento estructural, la estructura estructural y la degradación del edificio, todos los cuales se analizan utilizando una hoja de cálculo basada en la primera calificación del método de Hirosawa. El método propuesto nos facilita una fórmula general para determinar el mencionado Índice.

$$I_s = E_o * SD * T \quad (\text{ec. 2.5})$$

E_o : índice del comportamiento estructural (básico).

SD : índice de la configuración estructural.

T : índice del deterioro del edificio.

Cálculo de índice básico del comportamiento estructural (E_o)

El sistema estructural del edificio es de albañilería se tiene en consideración la resistencia y ductilidad proporcional según columnas no cortas (C_c y F) y el número de pisos (N_p), Usando el primer nivel de evaluación, para el cálculo del índice básico del comportamiento estructural (E_o) se evalúa desde un cálculo básico la resistencia final al corte de cada nivel y la resistencia se determina por dirección (x , y) a partir de suma del

producto del área de S.T. del muro y su resistencia a cortante, y este coeficiente se reduce por el coeficiente α_i considerando la presencia del siguiente elemento. Proporciona menores niveles de resistencia a la deformación que los demás elemento sísmico. Así como las columna corta o muro de mampostería reforzados o no reforzados en comparación con muros o columnas de hormigón armado tal como señala Lezama Gavancho (2015, p. 13). en ese entender se describe la ecuación 2.6 continuación:

$$E_0 = \frac{(n_p+1)}{(n_p+1)} * (\alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c) * F$$

(ec. 2.6).

Cálculo del coeficiente (α)

Para el cálculo del coeficiente α y según al sistema estructural, a la dirección analizada, se determina mediante siguiente tabla:

Tabla 24

Determinación del coeficiente α .

| Tipo | α_1 | α_2 | α_3 | Modo de falla |
|------|------------|------------|------------|---|
| A | 1.0 | 0.7 | 0.5 | Muros de relleno de mampostería, reforzada y no reforzada, columnas cortas. |
| B | 0.0 | 1.0 | 0.7 | Muros de °C reforzada controlan la falla |
| C | 0.0 | 0.0 | 1.0 | Columnas de °C reforzado controla la falla. |

Nota. Tomados de comparaciones del método: Fema P154, Hirosawa y Demandas – Resistencias, por Soto Raico, p. 42, 2018.

Cálculo de índice de resistencia proporcionada por columnas (α)

Tabla 25

Índice de resistencia proporcionada.

| Descripción | Valor |
|--|----------|
| C_{mar} ; índice de resistencia proporcionada por muros de relleno de albañilería. | $\neq 0$ |
| C_{sc} ; índice de resistencia proporcionada por columnas cortas de °C °A | 0 |

| | |
|---|---|
| Ca; índice de la resistencia proporcionada por muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada | 0 |
| Cw; índice de resistencia proporcionada por muros de °C °A | 0 |
| Cc; índice de resistencia proporcionada por columnas cortas de °C °A | 0 |

Nota. Tomado del Estudio de Vulnerabilidad, por Lezama Gavancho, p. 15, 2015.

Para calcular el índice de resistencia proporcionada se indica según la ecuación (C_{ma}) formulada en las bases teóricas.

En consecuencia, se procede a cálculo según ecuación (ec. 2.9).

$$C_{ma} = \frac{0.6 * (0.85 * \tau_o + 0.25 * \sigma_o) * \sum A_{ma}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j}$$

$$C_a = C_{ma}$$

$$\tau_o = 5.1 \text{ Kg/cm}^2 \text{ según figura 14}$$

Tabla 26

Características de la resistencia de albañilería.

| Resistencia características de la albañilería Mpa (Kg/cm2) | | | | |
|--|-----------------------|------------|------------|------------|
| Materia prima | Denominación | UNIDAD | PILAS | MURETES |
| | | fb' | fm' | vm' |
| Arcilla | King Kong Artesanal | 5.4 (55) | 3.4 (35) | 0.5 (5.1) |
| | King Kong Industrial | 14.2 (145) | 6.4 (65) | 0.8 (8.1) |
| | Rejilla Industrial | 21.1 (215) | 8.3 (85) | 0.9 (9.2) |
| Silice - cal | King Kong normal | 15.7 (160) | 10.8 (110) | 1.0 (9.7) |
| | Dédalo | 14.2 (145) | 9.3 (95) | 1.0 (9.7) |
| | Estándar y mecano (*) | 14.2 (145) | 10.8 (110) | 0.9 (9.2) |
| Concreto | Bloque Tipo P (*) | 4.9 (50) | 7.3 (74) | 0.8 (8.6) |
| | | 6.4 (65) | 8.3 (85) | 0.9 (9.2) |
| | | 7.4 (75) | 9.3 (95) | 1.0 (9.7) |
| | | 8.3 (85) | 11.8 (120) | 1.1 (10.9) |

Nota. Tomado de RNE (E.070 Ministerio de Vivienda, 2018)

Para esfuerzo axial se toman los valores indicados en (E.070 Ministerio de Vivienda, 2018)

$$\sigma_o = \frac{Pg}{t * L}$$



$$\sigma_o = \frac{277,321.176 + 0.25(200)}{0.14 * 245.52}$$

$$\sigma_o = 8069.50 \text{ kg/m}^2$$

$$\Sigma A_{ma} = 412.80 \text{ m}^2; \text{ eje X-X}$$

$$\Sigma A_{ma} = 176.89 \text{ m}^2; \text{ eje Y-Y}$$

Remplazando los valores a la ecuación 2.9

$$C_{ma} = \frac{0.6 * (0.85 * 51000 + 0.25 * 8069.50) * 412.80}{277,321.176}$$

$$C_{ma} = 5.67 \text{ eje X-X}$$

$$C_{ma} = 2.43 \text{ eje Y-Y}$$

Ahora para la determinación el valor de F que es índice de ductilidad que están unidos con elementos verticales que C_{mar}, C_a y C_{sc} es igual a cero. Por lo tanto, el valor de F = 1.00.

$$E_o = \frac{(3.00 + 1)}{(3.00 + 1)} * (1.0 * (C_{mar} + C_{sc} + 5.67) + 0.7 * C_w + 0.5 * C_c) * 1.0$$

$$E_o = 5.67 \text{ eje X-X}$$

$$E_o = \frac{(3.00 + 1)}{(3.00 + 1)} * (1.0 * (C_{mar} + C_{sc} + 2.43) + 0.7 * C_w + 0.5 * C_c) * 1.0$$

$$E_o = 2.43 \text{ eje Y-Y}$$

Todos los cálculos realizados se resumen en las siguientes tablas, los mismos que se describen:

Tabla 27

Cálculo de índices de resistencia aportados por muro de albañilería armada o confinada C_{ma}.

| Np | Ejes | τ_o | A _{ma} (m ²) | W _i (kgf) | C _{ma} |
|----------|-------|----------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|
| 1° al 3° | X - X | 5.1 | 410.80 | 277,321.176 | 5.67 |
| 1° al 3° | Y - Y | 5.1 | 176.89 | 277,321.176 | 2.43 |

Tabla 28

Resultado del índice del comportamiento estructural.

| Pisos | Ejes | C _{ma} | E _o |
|-------|------|-----------------|----------------|
|-------|------|-----------------|----------------|

| | | | |
|----------|-------|------|-------------|
| 1° al 3° | X - X | 5.67 | 5.67 |
| 1° al 3° | Y - Y | 2.43 | 2.43 |

Cálculo del índice configuración estructural (SD)

Para el factor fijamos la ecuación mostrada (ec. 2.8) de la teoría sugerida, en consecuencia, se alcanza resultados del índice de configuración estructural (SD).

Ahora mediante la figura 11.0 de valores y elementos se determina G_i y R_i , establecidos en el marco teórico.

1. Regularidad

Se verifica según descrito en bases teóricas como a 1

2. Relación largo y ancho

Haciendo operación básica se obtiene 2.14 donde $B \leq 5$

3. Contracción en planta de la edificación

Según la tabla 12 de formas de contracción en planta y según ecuación 2.13, no es el caso de la edificación.

4. Atrio o patio inferior

No se considera en la presente análisis.

5. Excentricidad de atio

No se considera en la presente análisis.

6. Subterráneo

No se considera en la presente análisis.

7. Junta de dilatación

No presenta ninguna junta de dilatación sísmica.

8. Uniformidades de altura de piso.

Según análisis $R_h < 0.7$

Por lo tanto, el índice de la configuración estructural $SD = 0.90$

Cálculo de índice del deterioro del edificio (T)

Para el presente factor del deterioro se debe considerar el valor que no favorece, el mismo modo, el edificio solo presente fisuras en el muro de menor a 10 mm. Todo ello se determinó según la figura 9 y evaluación de la figura se resume en la tabla 27.

Tabla 29

Valores del tipo de deterioro.

| Tipo de deterioro | Valor (T) |
|-------------------|-----------|
| T1 | 0 |
| T2 | 0.9 |
| T3 | 1.0 |
| T4 | 0 |
| T5 | 1.0 |

Que el valor de $T = 0.9$ de que la edificación en evaluación presenta grietas en los muros.

En ese contexto se continua a calcular el índice de vulnerabilidad estructural (I_s) según la ecuación 2.14

$$I_{so} = E_{so} * Z * G * U$$

Tabla 30

Resistencia del índice de vulnerabilidad estructural.

| Descripción | Índice de vulnerabilidad estructural. | | | |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|
| | Valores del Parámetro E_o | Valor del parámetro SD | Valores del Parámetro T | del I_s |
| Eje X-X 1° al 3° | 5.67 | 0.9 | 0.9 | 4.59 |
| Eje X-X 1° al 3° | 2.43 | 0.9 | 0.9 | 1.97 |

Cálculo del índice de juicio estructural (I_{so})

El índice ISO se emplea para evaluar si la estructura es segura, por lo que aplicamos la ecuación mostrada anteriormente de la teoría planteada.

Se procede a calcular según ecuación 2.14 especificado en las bases teoricas.

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

$$Eso = \frac{C}{R}$$

Se resume en la siguiente tabla, para temas de cálculos se toma en consideracion la figura 24 de mapas de zonas sismicas y parámetros sismicos.

Tabla 31

Cálculo de la resistencia sísmica.

| Coefficientes para cálculo Eso | Valor |
|---------------------------------------|--------------|
| Zona (3) | 0.35 |
| Coefficiente de amplificacion (C) | 0.13 < 2.5 |
| Factor de respuesta (Ro) | 2.30 |
| Factor topograficos (G) | 1.10 |
| Factor del uso (U) | 1.0 |
| Eso | 1.09 |

Finalmente en la tabla se resumen lo siguiente:

$$Iso = 1.09 * 0.35 * 1.10 * 1.0$$

$$Iso = 0.42$$

Tabla 32

Resultado de índice de vulnerabilidad estructural y juicio estructural.

| Indice del vulnerabilidad estructural vs Indice del juicio estructural. | | |
|--|-------------|------------|
| Is | > | Iso |
| Eje X-X | 4.59 | 0.42 |
| Eje Y-Y | 1.97 | |

En consecuencia la edificacion se interpreta que tendra un buen comportamiento de carácter seguro frente ante eventual movimiento sismico.

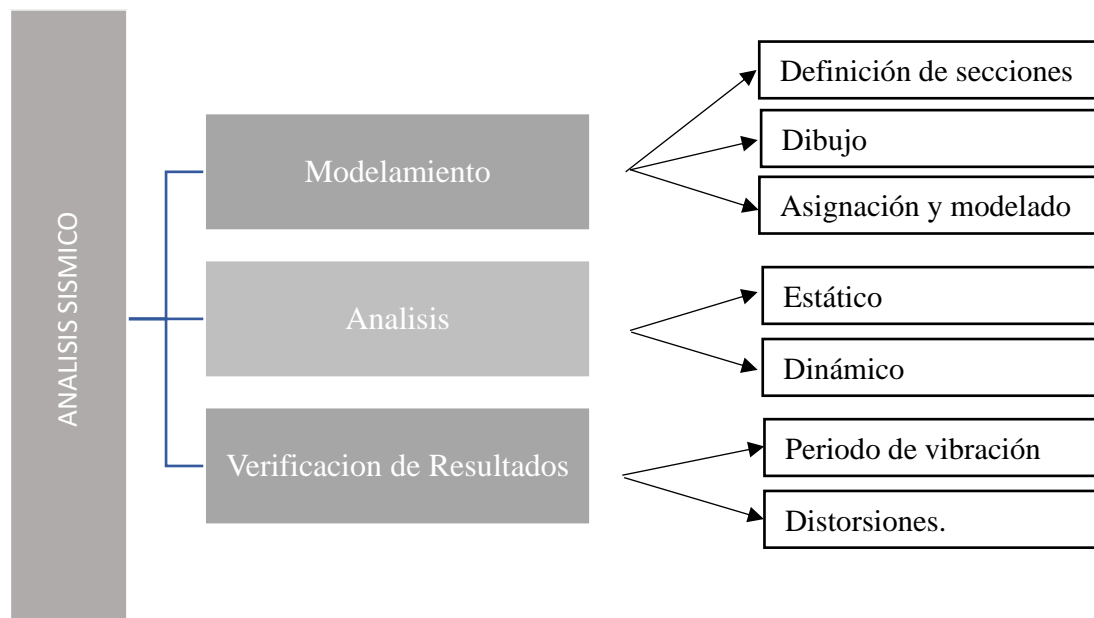
Ahora bien, teniendo en cuenta que $I_s > I_{s0}$ (**seguro**) del resultado de evaluación mediante método de HIROSAWA, para efectos comparativos se evaluara haciendo uso E.30 del RNE.

4.5.1. Análisis Sísmico de la Edificación de Albañilería Según E.030 -RNE

Es primordial aclarar que para complementar los resultados, se realiza el análisis sísmico con los parámetros que establece RNE en específico E.030 Diseño sismo resistente usando el programa Etabs 2018, asimismo vale señalar que este no es un método para evaluar la vulnerabilidad sísmica tal como señala el investigador Aguilar Marin Gracilda Angélica (2018); sino que nos brinda una base normativa para realizar las comparaciones con la finalidad de reforzar los resultados que se ha obtenido. En ese contexto se continua con el análisis sísmico según la normatividad E.030 de Diseño sismo resistente:

Figura 22

Esquema del análisis sísmico.



La normatividad nos indica los parámetros técnicos para el diseño sismo resistente como el factor de zona (z), uso de la edificación (U), suelo (S), factor de amplificación



sísmica (c), periodos de vibración del suelo (T_p), período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamientos constante (T_i) y otros, según el siguiente detalle:

Zonificación:

Según RNE en E.030 señala lo siguiente “Nuestro país tiene 4 zonas, como se muestra en la Figura 24. La forma en que los terremotos ocurren en un área, cómo son y cómo se debilitan dependiendo de la distancia a donde ocurrieron, junto con información sobre la actividad geológica reciente, todo esto se tiene en cuenta al dividir una región en zonas de riesgo sísmico.” (Ministerio de Vivienda, E030, Norma técnica E.030. Diseño Sismorresistente., 2018)

Para la edificación en estudio se tiene los siguientes datos:

Figura 23

Zonas sísmicas. Tomado de RNE, E.030



Nota. Tomado de RNE, E.030 – 2018.

Según el RNE, E-030 establece los parámetros de diseño para la edificación en estudio, se resume a continuación:

1.- Zonificación, Según E.030-2018 (2.1)

Zona : $Z =$ g

2.- Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (2.4)

Perfil Tipo : $S =$
 $T_p =$
 $T_1 =$

3.- Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (3.1)

Categoría : $U =$

4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (3.4)

Sistema Estructural :
 $R_0 =$

i) Características de los materiales.

Las características geométricas de la edificación y de los materiales se describen en la tabla

Tabla 33

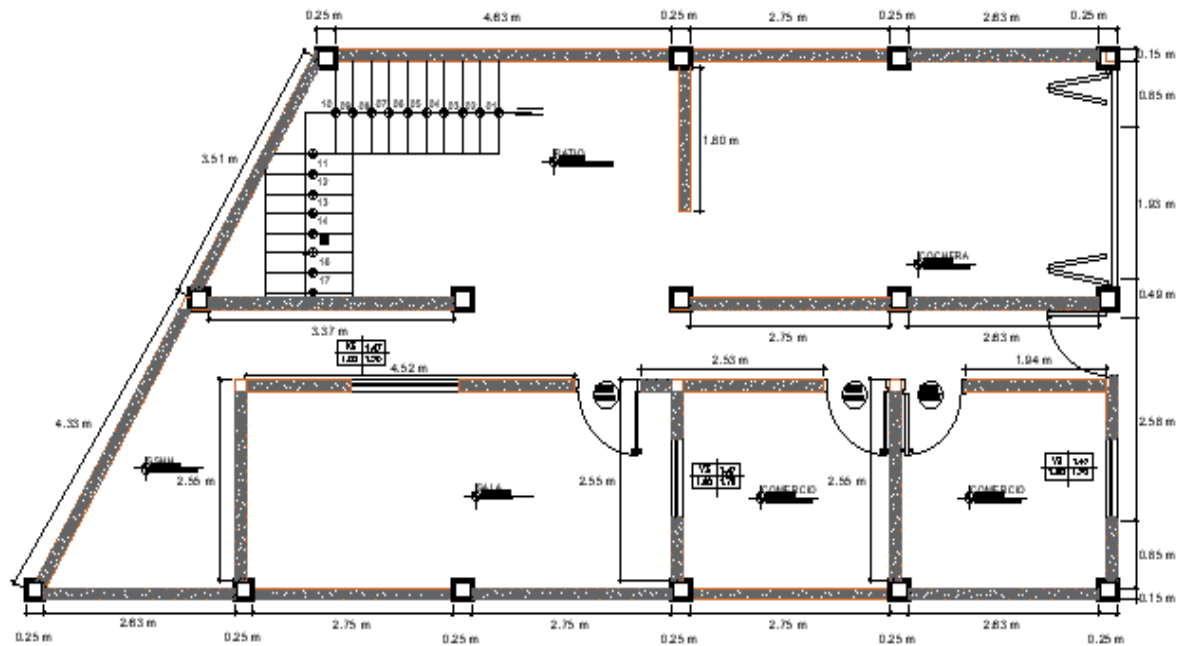
Características Geométricas de edificio.

| Descripción | Abrev. | Valor |
|-------------|--------|--------|
| Columnas | C1 | 25X25 |
| Vigas X | Vp | 25x40 |
| Vigas Y | Vs | 25x35 |
| Losa | Elosa | 0.20 m |

Se realiza un análisis (estático – dinámico) sugerido por RNE y estimación de la deriva o distribución de entrepiso, asimismo se visualiza en la siguiente figura:

Figura 24

Plano en planta.



ii) Densidad de muros: para el cálculo se debe realizar lo siguiente:

$$\frac{\text{Área de muros}}{\text{Área de planta}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUCS}{56}$$

Donde:

L: longitud de muro

Ap: área de planta.

Z: factor de zona = 0.35

U: factor de uso=1.00

S: factor de suelo=1.15



N: número de pisos=03

Eje X-X:

$$\frac{(18.0)}{90} \geq \frac{0.35 \times 1 \times 1.15 \times 3}{56}$$

0.258 ≥ 0.002156ok cumple!!

Eje Y-Y:

$$\frac{(5.12)}{90} \geq \frac{0.35 \times 1 \times 1.15 \times 3}{56}$$

0.057 ≥ 0.002156ok cumple!!

Ahora bien, se procede a calcular el peso de la estructura según el siguiente detalle:

iii) Peso de la edificación.

Tabla 34

Peso de la Estructura.

| Nivel | PD (Tn) | 25% PL (Tn) | P. Total (Tn) |
|--------------|-----------------|-------------|---------------|
| 1er | 4.5 | 67.31 | 71.81 |
| 2do | 4.5 | 105.00 | 109.50 |
| 3er | 2.25 | 105.00 | 107.26 |
| TOTAL | DE 11.25 | 277.31 | 288.57 |

PISOS

* Para cara muerta PD se toma en cuenta la tabla 17

* Para carga viva PL y para estimar la Fuerza Cortante Basal, se utiliza la recomendación E.030 del RNE-2018, que solo toma en cuenta el 25% de la Carga Viva para calcular el peso de la estructura.

Sobrecarga 1° y 2° nivel: 200 Kg/m2 y para 3er nivel: 100 Kg/m2

Para efectos de cálculo del cortante basal se tiene un valor de P=288.57 Tn

iv) Cortante basal.

La norma del diseño sismorresistente indica que los edificios de altura menor a 15 m permiten uso y empleo de un análisis estático o fuerzas equivalentes ya que el análisis simula el comportamiento del sismo mediante una fuerza h_z , los mismo que se define de la siguiente forma:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Z: factor de zona = 0.35

U: factor del uso=1.00



S: factor del suelo=1.15

R=3.0 (Sismo severo)

Tp=0.60

TL=2.00

$$V = \frac{0.35 \times 1 \times 2.5 \times 1.15}{R^3} * 288.57$$

$$V = 96.79 \text{ TN.}$$

$$T = \frac{Hct}{Ct} = \frac{\text{altura del edificio}}{60}$$

$$T = \frac{7.6}{60}$$

$$T = 0.13s$$

Por lo tanto: T < Tp; C=2.50

v) Distribución de fuerzas sísmicas en altura:

El efecto provoca fuerza cortante basal representadas por las fuerzas sísmicas horizontales, los cálculos de dichas fuerzas se realizan de la siguiente manera:

$$F_i = \alpha_i * V ; \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum P_j(h_j)}$$

$$F_i = 0.09 * 96.79$$

$$F_i = 8.71$$

Tabla 35

Distribución de fuerzas.

| Nivel | Peso (Tn) | Hi(m) | PiHi | α_i | Fi | Vi |
|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|--------------|-------|
| 1er | 71.81 | 2.80 | 201.07 | 0.28 | 27.10 | 27.10 |
| 2do | 109.50 | 2.40 | 262.80 | 0.36 | 34.84 | 61.94 |
| 3er | 107.26 | 2.40 | 257.42 | 0.36 | 34.84 | 96.79 |
| Total | 288.57 | 7.60 | 721.29 | | 96.79 | |

vi) Rigidez lateral.

Se calcula de la siguiente expresión:

$$K = \frac{E_m \cdot t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

Em: módulo de elasticidad.

t: espesor efectivo.

H: altura de muro.

L: longitud de muro.

Se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 36

Cuadro de rigideces X-X.

| Muro | H(m) | L(m) | e(m) | Em(Tn/m) | Ki(Tn/m) |
|--------------|------|------|------|----------|-----------|
| X1 | 2.6 | 15 | 0.14 | 425000 | 110015.92 |
| X2 | 2.6 | 1.94 | 0.14 | 425000 | 4359.1411 |
| X3 | 2.6 | 2.53 | 0.14 | 425000 | 8014.2336 |
| X4 | 2.6 | 1.59 | 0.14 | 425000 | 2656.7702 |
| X5 | 2.6 | 1.44 | 0.14 | 425000 | 2054.4634 |
| X6 | 2.6 | 6.13 | 0.14 | 425000 | 37714.547 |
| X7 | 2.6 | 3.37 | 0.14 | 425000 | 14332.306 |
| X8 | 2.6 | 11 | 0.14 | 425000 | 78093.075 |
| Total | | | | | 257240.46 |

Tabla 37

Cuadro de rigideces eje Y-Y

| Muro | H(m) | L(m) | e(m) | Em(Tn/m) | Ki(Tn/m) |
|--------------|------|------|------|----------|-----------|
| Y1 | 2.6 | 7.93 | 0.14 | 425000 | 52908.288 |
| Y2 | 2.6 | 2.65 | 0.14 | 425000 | 8852.5513 |
| Y3 | 2.6 | 0.9 | 0.14 | 425000 | 566.0972 |
| Y4 | 2.6 | 0.6 | 0.14 | 425000 | 175.7851 |
| Y5 | 2.6 | 2.5 | 0.14 | 425000 | 7808.9564 |
| Y6 | 2.6 | 0.85 | 0.14 | 425000 | 481.17827 |
| Y7 | 2.6 | 0.6 | 0.14 | 425000 | 175.7851 |
| Y8 | 2.6 | 1.8 | 0.14 | 425000 | 3630.6604 |
| Total | | | | | 74599.301 |

Rigidez eje X-X = 257.24 Tn por deficiencias constructivos se descuenta el 25% por lo tanto la rigidez es 192.93Tn.

Rigidez eje Y-Y = 74.59 Tn por deficiencias constructivos se descuenta el 25% por lo tanto la rigidez es 55.94 Tn.

vii) Cálculo de derivas

Los cálculos de derivas, desplazamientos laterales de siguiente forma:

Eje X-X



$$\delta = 0.75 * R * \frac{96.79}{Kx}$$

$$\delta = 0.75 * 3 * \frac{96.79}{192.93}$$

$$\delta = 1.13$$

EjeY-Y

$$\delta = 0.75 * R * \frac{96.79}{Kx}$$

$$\delta = 0.75 * 3 * \frac{96.79}{55.94}$$

$$\delta = 3.89$$

Para el cálculo de derivas:

$$\text{Derivas X} = \frac{1.13}{2.6} = 0.0043$$

$$\text{Derivas Y} = \frac{3.89}{2.6} = 0.0149$$

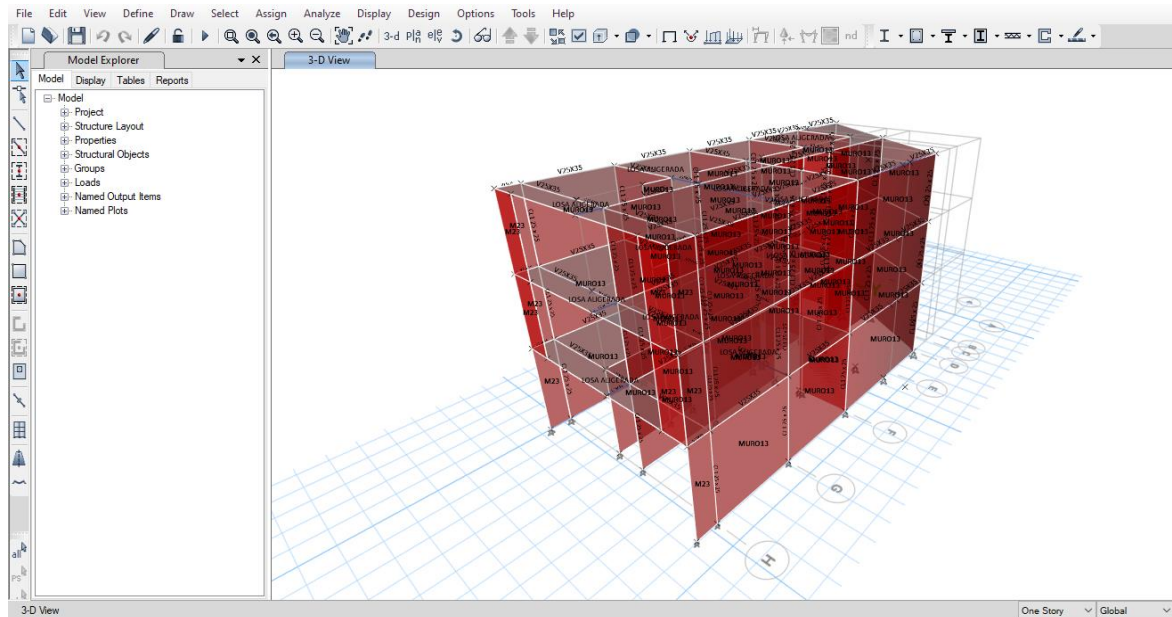
ANÁLISIS SÍSMICO CON PROGRAMA ETABS 2018

La modelación se realiza con el apoyo del programa ETABS 2018 y en base al RNE, los mismos que se detallan a continuación:

- I. Modelado de muros de albañilería, columnas y vigas.

Figura 25

Muros de albañilería, columnas, vigas y losa aligerada.

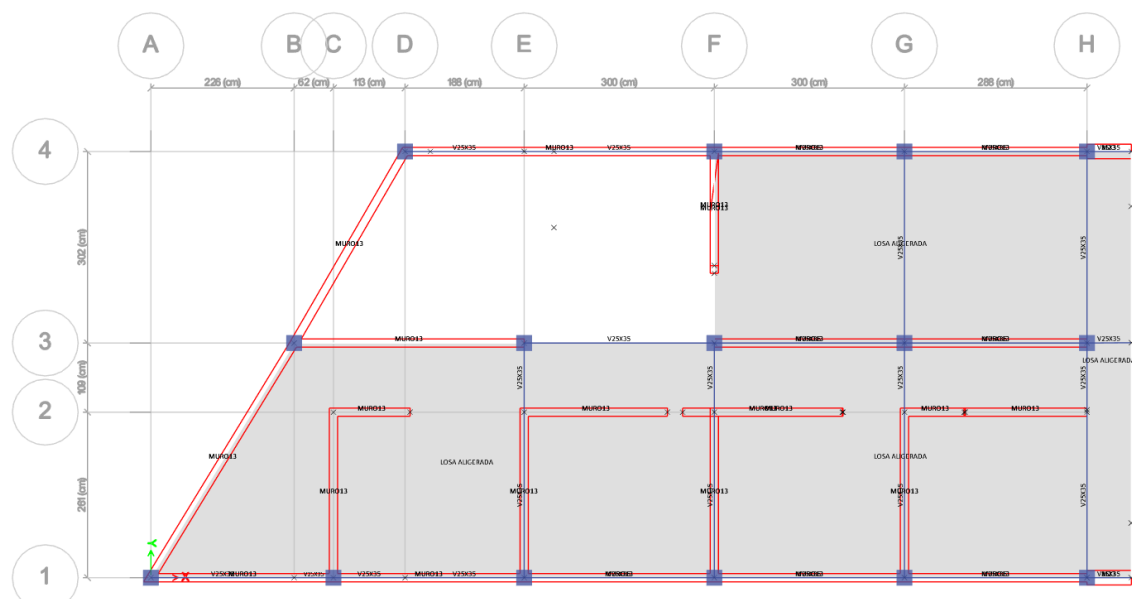


Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Se muestra la distribución de las columnas, vigas y muros en planta del 1er, 2do y 3er nivel, el mismo que se visualiza en la siguiente figura:

Figura 26

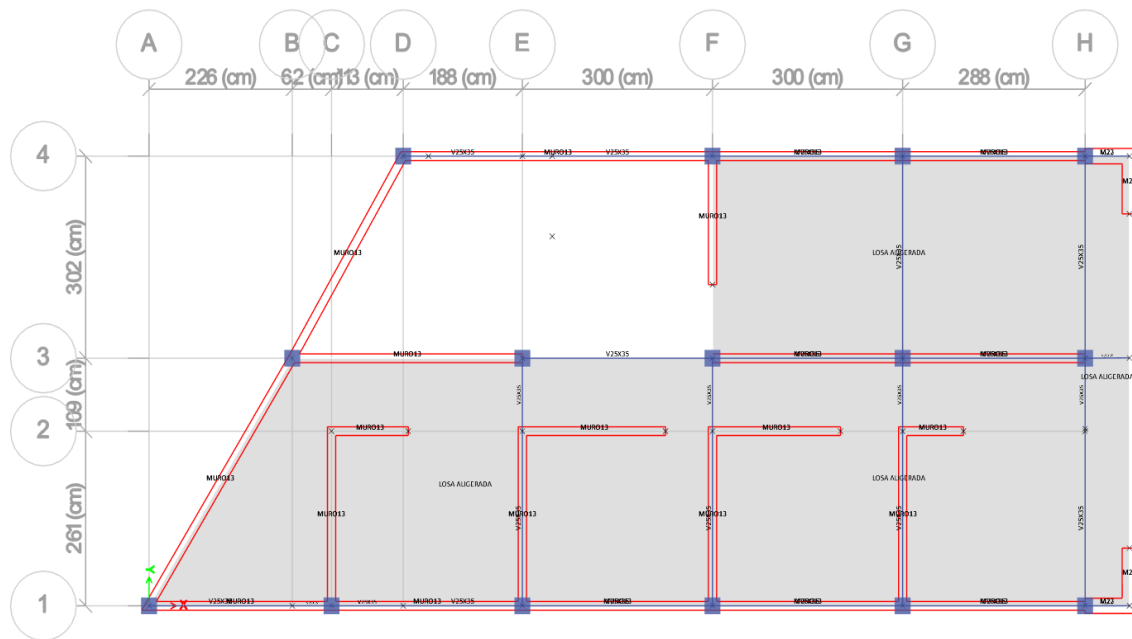
Planta 1er nivel.



Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Figura 27

Planta 2do y 3er nivel.

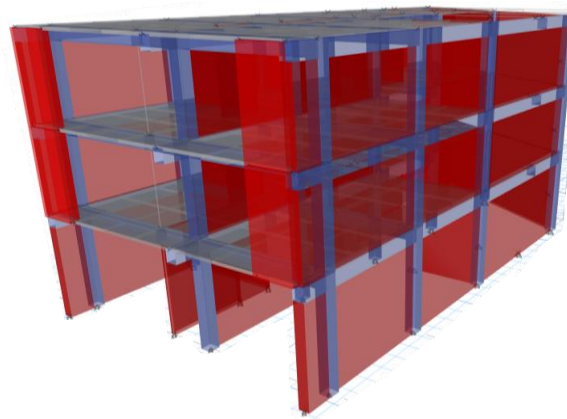


Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Se visualiza el modelado inicial de la vivienda en 3D con programa etabs v.18.

Figura 28

Vista en 3d de la edificación.

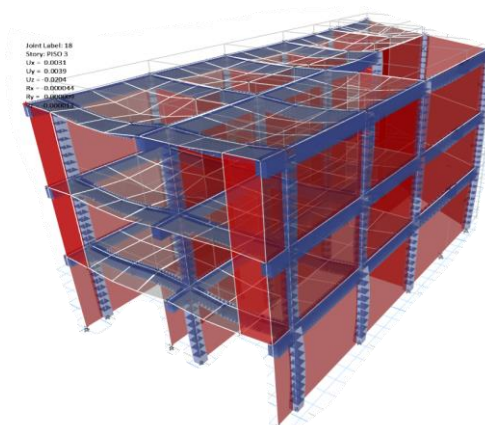


Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Ya definido los elementos de la edificación de albañilería se procede a ejecutar en el programa Etabs V.18 tal como se aprecia en la figura.

Figura 29

Modos de vibración, desplazamientos.



Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

A continuación de muestra los modos de vibración en la edificación.

Tabla 38

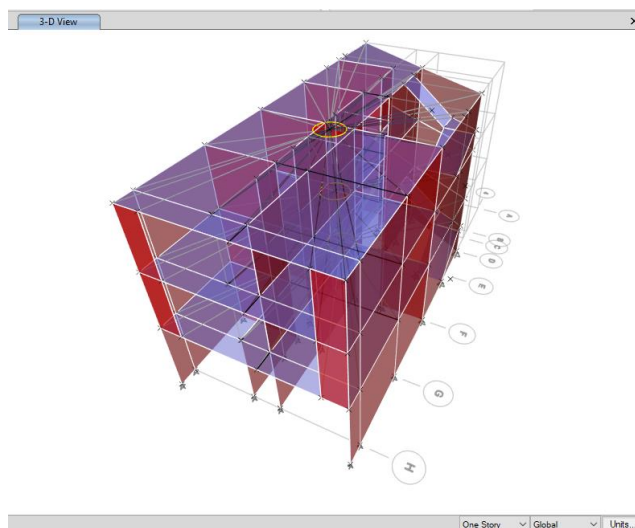
Modos de Vibración.

| Caso | Modo | Periodo | Ux | Uy | Uz | Rz |
|-------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Modal | 1 | 0.146 | 0.0015 | 0.7179 | 0 | 0.3053 |
| Modal | 2 | 0.083 | 0.2108 | 0.1141 | 0 | 0.0564 |
| Modal | 3 | 0.068 | 0.6907 | 0.0528 | 0 | 0.0226 |
| Modal | 4 | 0.05 | 0.0002 | 0.0871 | 0 | 0.4508 |
| Modal | 5 | 0.029 | 0.0102 | 0.0236 | 0 | 0.1182 |
| Modal | 6 | 0.025 | 0.0834 | 0.0034 | 0 | 0.0146 |

Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Figura 30

Diafragmas en los 03 niveles.



Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Para calcular el factor de amplificación sísmica se considera como se determinó en párrafo anterior de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2.5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

Se procede a calcular la fuerza cortante de la base con la normatividad técnica de diseño sismorresistente E.030 y su periodo fundamental de vibración.

$T_x = 0.146$ seg, según Etabs (cuadro de masas participativas). $C_x = 2.50$

$T_y = 0.05$ Seg, según Etabs (cuadro de masas participativas). $C_y = 2.50$

Para el peso de la edificación según Etabs v. 18, como se aprecia en la tabla 39.

Tabla 39

Masa de la edificación.

| Piso | Diafragma | Masa X | Masa Y |
|---------|-----------|--------|--------|
| Story 3 | D3 | 60.80 | 46.46 |
| Story 2 | D2 | 58.40 | 51.20 |
| Story 1 | D1 | 30.54 | 41.27 |

Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Para cálculo del cortante basal se tiene lo siguientes:

Tabla 40

Fuerza cortante de la base.

| | X | Y |
|--------------------------------|----------|----------|
| Cortante Basal Estática | 50.16 | 46.54 |
| ZUCS/R | 0.335 | 0.335 |

ESPECTRO DE DISEÑO:

La siguiente expresión representa la aceleración espectral de la dirección de análisis.

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} g$$

Aceleración espectral del edificio san Luis.

Tabla 41

Aceleración espectral.

| T(s) | Sa/g | T(s) | Sa/g | T(s) | Sa/g |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.00 | 0.3354 | 0.55 | 0.3354 | 1.70 | 0.1184 |
| 0.02 | 0.3354 | 0.60 | 0.3354 | 1.80 | 0.1118 |
| 0.06 | 0.3354 | 0.65 | 0.3096 | 1.90 | 0.1059 |
| 0.08 | 0.3354 | 0.70 | 0.2875 | 2.00 | 0.1006 |
| 0.10 | 0.3354 | 0.75 | 0.2683 | 2.20 | 0.0832 |
| 0.12 | 0.3354 | 0.80 | 0.2516 | 2.40 | 0.0699 |
| 0.14 | 0.3354 | 0.85 | 0.2368 | 2.60 | 0.0595 |
| 0.16 | 0.3354 | 0.90 | 0.2236 | 2.80 | 0.0513 |
| 0.18 | 0.3354 | 0.95 | 0.2118 | 3.00 | 0.0447 |
| 0.20 | 0.3354 | 1.00 | 0.2013 | 4.00 | 0.0252 |
| 0.25 | 0.3354 | 1.10 | 0.1830 | 5.00 | 0.0161 |
| 0.30 | 0.3354 | 1.20 | 0.1677 | 6.00 | 0.0112 |
| 0.35 | 0.3354 | 1.30 | 0.1548 | 7.00 | 0.0082 |
| 0.40 | 0.3354 | 1.40 | 0.1438 | 8.00 | 0.0063 |
| 0.45 | 0.3354 | 1.50 | 0.1342 | 9.00 | 0.0050 |
| 0.50 | 0.3354 | 1.60 | 0.1258 | 10.00 | 0.0040 |

En la tabla se muestra el factor de escala:

Tabla 42

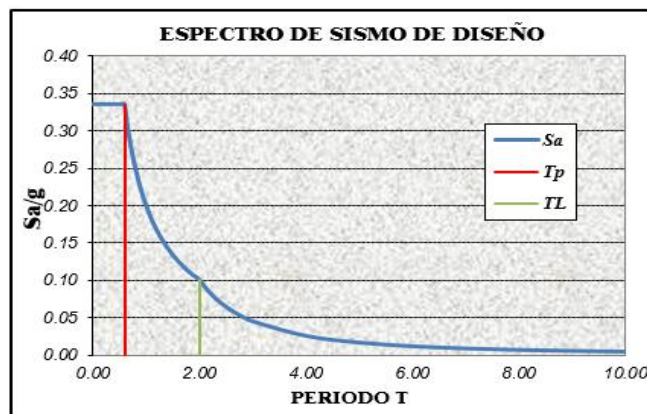
Factor de escala.

| Factor de escala | |
|------------------|-------|
| Espectros (X-X) | 0.287 |
| Espectros (Y-Y) | 0.286 |

La norma técnica peruana E.030 precisa que para cada uno de direcciones horizontales se usa un espectro inelásticos de pseudos aceleraciones.

Figura 31

Espectro de sismo de diseño.



Distorsión entre piso (deriva) se analiza por cada sentido.

Ahora bien, los resultados que se han obtenidos son los siguientes:

Tabla 43

Distorsiones entrepiso de la edificación X-X.

| Piso | Diafragma | Carga | Ux | Des. Rel. | Des. Abs. | H entrepiso | Deriva | Observación. |
|---------|-----------|-------|--------|-----------|-----------|-------------|----------|--------------|
| Story 3 | D3 | DINXX | 0.0201 | 0.035 | 0.0215 | 2.40 | 0.030045 | No cumple |
| Story 2 | D2 | DINXX | 0.0698 | 0.027 | 0.0432 | 2.40 | 0.040035 | No cumple |
| Story 1 | D1 | DINXX | 0.0435 | 0.026 | 0.037 | 2.80 | 0.02304 | No cumple |

Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Tabla 44

Distorsiones entrepiso de la edificación Y-Y.

| Piso | Diafragma | Carga | Uy | Des. Rel. | Des. Abs. | H entrepiso | Deriva | Observación. |
|---------|-----------|-------|--------|-----------|-----------|-------------|---------|--------------|
| Story 3 | D3 | DINYY | 0.0025 | 0.0022 | 0.0034 | 2.40 | 0.00355 | cumple |
| Story 2 | D2 | DINYY | 0.0456 | 0.0125 | 0.0653 | 2.40 | 0.1634 | No cumple |
| Story 1 | D1 | DINYY | 0.0765 | 0.0065 | 0.0382 | 2.80 | 0.0765 | No cumple |

Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

Análisis a las tablas 40 y 41 de distorsiones entrepiso, el máximo desplazamiento de entrepisos – distorsiones, según E.030 Diseño Sismorresistente de RNE no debe ser mayores a (0.005) en caso de albañilería. De la evaluación mediante software ETABS 2018 se aprecia que distorsión $\Delta = 0.04$ según la figura 36 de límites para distorsión, se determina que **no cumple**.

Figura 32

Límite de distorsiones del entrepiso

| Material Predominante | (Δ_i / h_{ei}) |
|---|-------------------------|
| Concreto Armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005 |

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.

Nota. Tomado del RNE - E.030 Diseño Sismorresistente.

Análisis comparativo de fuerzas cortante:

Para efectos comparativos de la fuerza cortante es la relación de la fuerza cortante mínima que sirve como base para el análisis dinámico y estático. Para estructuras regulares, la norma sismorresistente recomienda un valor mín. del 80% y 90 % para estructuras irregulares.

Tabla 45

Relación de cortantes según E.030.

| | Periodo | C | V estático | V dinámico | 90% Vest | Condición |
|-----|---------|-----|------------|------------|----------|-----------|
| Sxx | 0.146 | 2.5 | 50.16 | 49.23 | 45.144 | Cumple |
| Syy | 0.05 | 2.5 | 46.54 | 41.75 | 41.886 | No cumple |



Nota. Tomados del programa Etabs – 2018.

De acuerdo a los resultados, se observa que en la edificación San Luis en la dirección Y, las condiciones de desplazamiento del análisis estático y dinámico no cumplieron con los valores mínimos especificados en la normativa E.030. Para reforzamientos futuros, se sugiere utilizar el factor de amplificación. y tal como se contrasta con la evaluación realizada con otras metodologías.

4.6. Resultados.

4.6.1. Resultado de la evaluación del grado vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales.

Para la determinación del grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones se resume en la tabla 43 de resultados del grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada.

Tabla 46

Resultados del grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones.

| EDIFICACIÓN | RESULTADOS DE VULNERABILIDAD POR MÉTODOS APLICADOS. | | |
|-------------------|---|--|-------------------------------------|
| | Vulnerabilidad física FEMA P-154 | Índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini | Vulnerabilidad estructural Hirosawa |
| EDIFICIO SAN LUIS | Alto | Alto | seguro |

Interpretacion:

Aplicando los métodos convencionales para la evaluación de grado de vulnerabilidad sísmica, se cuantificó con FEMA 154 y Benedetti y Petrini la vulnerabilidad que presenta es alta. Por otro lado, tras la aplicación del método Hirosawa, la vivienda tiene comportamiento seguro ante un eventual movimiento sísmico.

En ese contexto, según Lourenco (2006) en su artículo de investigación señala al aplicar metodologías cualitativas como FEMA 154, Benedetti y Petrini se puede obtener resultados

de muy buena información para evaluar la vulnerabilidad de los edificios frente a un eventual movimiento sísmico.

En consecuencia, se realiza el análisis sísmico de la edificación según RNE para efectos comparativos con resultados obtenidos por método Hirosawa, de los cuales los desplazamientos sísmicos de entrepiso (distorsión) presentan valores no se acoge a lo establecido por E.030. al sobrepasar el límite de distorsión que es de 0.005 tal como indica la norma peruana es así que la edificación no es seguro frente a un movimiento sísmico.

4.6.2. Estimación de vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método FEMA – 154.

En la presente tabla se determinará los niveles de vulnerabilidad por método FEMA-154.

Tabla 47

Resultados nivel 1 – moderadamente alta sismicidad FEMA 154.

| EDIFICACIÓN EVALUADA | FORMULARIO DE RESULTADOS PARA UN NIVEL DE SISMICIDAD MODERADAMENTE ALTO FEMA 154 | | |
|-------------------------|---|-------------------|------------------|
| | Puntuación Nivel 1 | Puntuación Mínima | Puntuación Final |
| EDIFICIO LUIS | 0.4 | 0.3 | 0.4 |

Interpretacion:

Según tabla N° 47 muestra el resultado final de la vulnerabilidad funcional es de 0.4, el presente valor según el parámetro de la metodología indica que si $SL < 2.0$ tal como se detalla en el gráfico de la figura 18 en consecuencia, la edificación necesita un estudio a detalle con vulnerabilidad Alta. Por lo tanto, al análisis se cuantifica que la vulnerabilidad física evaluado por el método FEMA 154 es alta.

4.6.3. Resultado de estimación del índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método de Benedetti y Petrini

En la presente tabla se determinará índice de vulnerabilidad (Iv) por método Benedetti - Petrini.

Tabla 48

Resultados Benedetti y Petrini.

| Parámetros | Formulario De Resultados para un nivel e Sismicidad Moderadamente Alto Benedetti | | | |
|--|--|----|---------|-------|
| | cl | Ki | Peso Wi | Ki*Wi |
| 1. Tipo y organización del sistema resistente. | C | 20 | 1 | 20 |
| 5. Calidad de sistema resistente. | C | 25 | 0.25 | 6.25 |
| 6. Resistencia convencional. | D | 45 | 1.5 | 67.5 |
| 7. Posición de edificio y cimentación. | B | 5 | 0.75 | 3.75 |
| 8. Diafragma horizontal. | A | 0 | 1 | 0 |
| 9. Configuración en planta. | B | 5 | 0.5 | 2.5 |
| 10. Configuración en elevación. | A | 0 | 1 | 0 |
| 11. Distancia máxima entre muros. | C | 25 | 0.25 | 6.25 |
| 12. Tipos de cubierta. | B | 15 | 1 | 15 |
| 13. Elementos no estructurales. | C | 25 | 0.25 | 6.25 |
| 14. Estado de conservación. | A | 0 | 1 | 0 |

Índice del vulnerabilidad = 127.5**Interpretación de la evaluación según método Benedetti y Petrini**

La tabla N° 48 indica el resultado el final del índice de vulnerabilidad (Iv) de 127.5; este valor según tabla 10 se interpreta y se estima que el índice de vulnerabilidad sísmica de la edificación es alta cuyo intervalo de medición es (75-100). Asimismo, según D'Áyala (2013 p. 334) señala que el resultado alcanzado por el método de italiano de Benedetti y Petrini se relacionan con niveles de daños en la misma región sísmica, de la misma forma se relaciona mediante aceleración máxima del suelo y toda esta relación se realiza a través de matriz de probabilidad de daños.

4.6.4. Resultado del cálculo de vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el Método Hirosawa.

En la presente tabla se calcula la vulnerabilidad estructural.

Tabla 49*Resultado según Hirosawa.***Índice de vulnerabilidad estructural y Índice de juicio estructural.**

| Is | | Iso |
|---------|------|--------|
| Eje X-X | 4.59 | > 0.42 |
| Eje Y-Y | 1.97 | |

La tabla N° 49 presenta el resultado del cálculo de vulnerabilidad estructural cuyo índice de vulnerabilidad estructural $I_s (X-X) = 4.59$ y $I_s (Y-Y) = 1.97$; este valor según parámetro establecido en ítem A, se interpreta que la vulnerabilidad estructural del edificio san Luis es segura frente a un eventual movimiento sísmico debido a que $I_s > I_{so}$ (índice de juicio estructural).

Para efectos comparativos del resultado obtenido por del método de Hirosawa se realizó el análisis sísmico de edificación de albañilería con E.30. RNE obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 50*Resultado del análisis sísmico.*

| Lmite de distorsion entre piso. Δ | | | |
|--|----------|---|-------|
| X-X | 0.030045 | > | 0.005 |
| | 0.040035 | | |
| | 0.02304 | | |
| Y-Y | 0.00355 | < | |
| | 0.1634 | | |
| | 0.0765 | > | |

Nota. Tomado de RNE- E.30. Diseño Sismorresistente.

Los desplazamientos sísmicos de entrepiso (distorsión) presentan valores no se acoge a lo establecido por E.30. al sobrepasar el límite de distorsión que es de 0.005 para sistemas de albañilería, por lo tanto, la edificación no es segura frente a un movimiento sísmico así



como se aprecia en la tabla 50, asimismo se observa que el edificio San Luis en la dirección Y, las condiciones de desplazamiento del análisis estático y dinámico no cumplieron con los valores mínimos especificados en la norma E.030. tal como se aprecia en la tabla 50.

4.7. Discusión de resultados

Discusión 1:

En la presente investigación aplicando método FEMA-154 la vulnerabilidad funcional es de 0.4, este valor según el parámetro de FEMA precisa que si $SL < 2.0$ la edificación necesita un estudio a detalle con vulnerabilidad Alta. Por lo tanto, al análisis se cuantifica que la vulnerabilidad física es alta.

Según el investigador Castro Herrera (2019, p. 240) que ha desarrollado la evaluación a los edificios de la Universidad de Piura, usó el método FEMA 154 cuyos objetivos fueron estudiar criterio y fundamentos según al manual de los procedimientos de inspección visual rápida, cuyos resultados para tipo C1 y C3 concluyen que son potencialmente vulnerables. En seguida según Rojas (2021) en el desarrollo de tesis y su aplicación del método FEMA P-154 obtiene resultados de 0.3 y 0.4 lo cual conlleva que el $SL < 2.0$ por lo cual lo tipifica como vulnerabilidad alta, los tipos de edificaciones que ha sido evaluado son de C3 y URM, empleando los formatos de moderada alta sismicidad determinado por su análisis espectral y según al lugar de estudio.

Finalmente en la investigación de Román, y otros, (2018, p. 238), realiza según el método FEMA 154 de los cuales llega a los resultados concretos de análisis de vulnerabilidad, las viviendas los mismos que oscilan de 40 y 45 años de su construcción ya que son del tipo C1, los resultados se distinguen por el tipo y configuración estructural son distintos por el cual la incidencia por espectro determinó los formatos empleados para la evaluación son las que sus índices de calificación varían según al grado de sismicidad.



En ese sentido tomando los valores de los antecedentes que son casi equivalentes, de los cuales se logra el objetivo.

Discusión 2:

El índice de vulnerabilidad (I_v) estimada es de 127.5 este valor según tabla 10 se interpreta y se estima el índice de vulnerabilidad sísmica del edificio es alta cuyo intervalo de medición es (75-100), establecido según Benedetti y Petrini.

Al respecto el investigador Rivera (2017) en su objetivo fijó el desarrollo para la guía de identificar, reducir y cuantificar la vulnerabilidad sísmica de estructuras. Un relevamiento del barrio Ribereñas del Occidente utilizando tres métodos, incluido el análisis (Benedetti y Petrini), arrojó resultados del bloque 26 con el índice de vulnerabilidad de (140) y en bloque 34 cuyo índice de vulnerabilidad es (125). Conclusión que la edificación del bloque 34 es moderadamente vulnerable y bloque 26 es altamente vulnerable.

Seguidamente según Carrasco Ahen (2021, p. 62) citado como antecedente nacional, con la finalidad de calcular el índice de vulnerabilidad sísmica, concluyendo que el uso de 11 criterios e indicadores permitió obtener resultados del edificio Romero Vera, en los cuales se evaluaron aspectos y características del edificio, además se agregó la falta de inspección técnica. El resultado obtenido señala que el índice de vulnerabilidad presenta un valor de (110), superior al (75-100) de la teoría propuesta, y concluyen que la edificación evaluada es altamente vulnerable debido al índice sísmica mayor o igual a (100).

Finalmente, Rojas (2021, p. 130) en su investigación concluye que se evaluado los índices de vulnerabilidad de los cuales oscilan entre 151.25 y 186.25 y análisis según el método Bendetti y Petrini lo categoriza como índice de vulnerabilidad Alta.

En consecuencia, como se visualiza los antecedentes citados sus valores son similares; por lo tanto, se logra el objetivo planteado en presente investigación.



Discusión 3:

La vulnerabilidad estructural de $I_s (x-x) = 4.59$ y $I_s (y-y) = 1.97$; este valor según parámetro establecido en ítem A, se interpreta que la vulnerabilidad estructural es segura debido a que $I_s > I_{so}$.

Según Albarracin Meza (2019) mencionado como antecedente internacional, cuyo finalidad es evaluar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda de la ICFM del UCE, Usando el método de Hirosawa, del edificio de nivel (bloque I) está en la dirección X ; X de 1° a 4° (1645) y del Y ; Y de 1° a 4° (2233) construyendo hidráulicamente en las direcciones X ; X e Y ; Y de 1° (1.184), el edificio del suelo (Bloque II) en la dirección X ; X del 1° a 3° (3.569) y en Y ; Y del 1° a 3° (4.198), Edificio de Pruebas de Materiales (Administrador) en sentido X-X 1° a 3° (1.668) y de acuerdo con Y-Y 1° a 3° (1.998) concluyen que (I_s) índice de daño estructural es mayor o igual al índice de juicio estructural (I_{so}) es de (0.416), el juicio estructural se define como seguro.



CONCLUSIONES

- Primero:** La vulnerabilidad física es de 0.4, el presente valor según el parámetro de FEMA precisa que si $SL < 2.0$ la edificación necesita un estudio a detalle con vulnerabilidad Alta. Esto debido a que la edificación en evaluación no cumple con los cuatro parámetros de FEMA 154. Por lo tanto, se concluye que; el edificio san Luis presenta una vulnerabilidad alta porque según la metodología aplicada se determina que el valor es menor a 2.0 tal como se categoriza.
- Segundo:** El índice de vulnerabilidad (I_v) estimada es de 127.5; este valor según la tabla N° 10 se interpreta como índice de vulnerabilidad alta (75-100). Esto se debe que los resultados obtenidos en los 11 parámetros de método Benedetti – Petrini, la mayoría de sus parámetros no cumplen con las condiciones establecidas por lo tanto se concluye que el edificio san Luis, Puno presenta una vulnerabilidad Alta.
- Tercero:** La vulnerabilidad estructural de $I_s (x-x) = 0.170$ y $I_s (y-y) = 0.167$ de 103.75; este valor según parámetro establecido en ítem A, se interpreta que la vulnerabilidad estructural es segura debido a que el índice de vulnerabilidad estructural (I_s) > (I_{so}) índice del juicio estructural. Esto debido a que el edificio san Luis, Puno cumple con los parámetros fijados por el método Hirosawa.



RECOMENDACIONES

- Primero:** Se sugiere a los futuros investigadores emplear el método FEMA 154 para la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica debido a su rapidez en la evaluación y a la confiabilidad de sus resultados, además se sugiere ir investigando nuevas técnicas y/o método de inspección visual y rápida para apresurar el proceso de evaluación de los niveles de vulnerabilidad en ciudades consideradas con peligrosidad sísmica alta.
- Segundo:** Se recomienda a los futuros tesisistas que, con la finalidad de reducir el índice de vulnerabilidad sísmica (I_v) en las zonas consideradas de alto riesgo realizar estricto control de la municipalidad provincial de Puno a las construcciones nuevas, sobre todo, las edificaciones deben tener una conexión al sistema resistente y una configuración estructural óptima así evitando las irregularidades en planta y elevación.
- Tercero:** Se recomienda a otros investigadores, realizar una evaluación detallada en todo el sistema estructural de la edificación de albañilería confinada, debido al cálculo de la vulnerabilidad estructural por método Hirosawa; la edificación caso san Luis, es seguro frente a un sismo. Para hacer comparativo se realizó el análisis sísmico de la edificación de albañilería confinada según RNE obteniendo resultados no aceptables por lo que el método no es tan apropiado y se tiene que realizar estudios de vulnerabilidad más avanzado.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agular Marin Gracilda Angelica, M. A. (2018). *EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE EL METODO DE INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. LICEO TRUJILLO*. TRUJILLO, PERU.
- Albarracin Meza, A. S. (2019). *Aplicacion de metodologias simplificadas pre-evento sismico para la determinacion de la vulnerabilidad sismica de las edificaciones de la Facultad de Ingenieria, Ciencias Fisicas y Matematicas de la UCE*. Universidad Central de Ecuador. Quito - Ecuador.
- ALZATE BUITRAGO, A. (2017). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL GRUPO III y IV EN EL MUNICIPIO DE VITERBO*. Caldas Colombia.
- BENEDETTI, D., & PETRINI, V. (1984). *Sulla vulnerabilita sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings*. Italia : *L'industria delle Costruzioni*.
- Benjamín Hernández, J. D. (2011). *METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE*. REPUBLICA DOMINICANA: ISSN: 0378-7580.
- Carrasco Ahen, C. J. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones multifamiliares evaluadas por métodos convencionales, caso edificio Romero Vera*. San Jerónimo - Cusco.
- Castro Herrera, M. A. (2019). *Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el método FEMA 154*. PIURA- PERÚ.
- CENEPRED. (2014). *Manual Para La Evaluación De Riesgos Originados Por Fenómenos*. Peru.
- D'AYALA, D. (2013). *Assessing the seismic vulnerability of masonry buildings*. *Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems*, no.DOI 10.1533/9780857098986.3.334.



- E.020. (2019). *E.20 Cargas Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>.
- E.070 Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *Albañilería*.
- FEMA-154. (2015). *Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: A Handbook*. En: FEMA (ed.). Tercera e. no. January, pp. 338. DOI 10.4231/D3M90238V.
- HAMOMOUM, BOUZELHA, K., & SLIMANI, D. (2016). *Seismic risk of RC water storage elevated tanks: Case study. Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from the Chemicals, Concrete and Power Industries*. pp. 187-216. DOI 10.1016/B978-0-08-100116-5.00008-9. .
- HIROSAWA, M. (1992). *Retrofitting and retraction of building in Japan” IISEE, Lecture Note of Seminar Course*. Tsukuba, Japan.
- IGP. (2022). *Reporte de sismos en la región Puno*. isponible en:
<https://ultimosismo.igp.gob.pe/ultimo-sismo/sismos-reportados>. .
- INDECI. (2006). *MANUAL BÁSICO PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO*. Lima.
- INEI. (2017). *Estado de la Población Peruana* .
http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1095/libro.pdf .
- LEZAMA GAVANCHO, J. (2015). *Estudio de Vulnerabilidad - Bloque 3 (Administración)*. Arequipa - Perú.
- Lourenco, P. &. (2006). *Simplified index for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings. Construction and Building Materials (en linea) S.I.: Elsevier, pp. 200-208, DOI 10.1016/j.conbuildmat.2005.08.027*.
- MARIN GUILLEN, F. (2021). *Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la ciudad de Huánuco*. Huanuco - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería Posgrado.



MARTINEZ. (2014). *Metodos Italianos de Benedetti y Petrin, Investigacion* .

Medina L. et al. (2016). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL SECTOR EDUCACIÓN DEL GRUPO III EN EL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS, RISARALDA. COLOMBIA.*

Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *E030, Norma técnica E.030. Diseño Sismorresistente.* Peru: Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/259580-043-2019-vivienda>.

Nervi Laura, M. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca - Puno.* Puno - Perú.

OPS. (2004). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud Serie Mitigación de Desastres.* Washington D.C: ISBN 92 - 75 - 32304 6. Disponible en: www.paho.org/spanish/ped/pedsres.htm .

PAITÁN, Ñ. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Metodología de la investigación.* Bogotá - Colombia: ediciones de la U, pp. 562. ISBN 9789587628777.

PARIONA PONGO, E. E. (2014). *Una propuesta para determinar el reforzamiento de edificaciones existentes.* (UNI). Lima, Perú: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4429>.

REYES LÓAISAGA, N., SARRIA SIRIAS, A., & MALTEZ MONTIEL, J. (2002). *Metodología para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones UNI-SAREC.* Colombia.

RIVERA, C. L. (2017). *Vulnerabilidad Sísmica de Estructuras de Construcción Progresiva.* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá - Colombia.

ROJAS, A. G. (2021). *Evaluación de los Métodos Cualitativos de Vulnerabilidad Sísmica en el Colegio San Juan Bosco de la Ciudad de Puno-2021.* Puno - Perú: Universidad Cesar Vallejo.



- ROMÁN, G., & NUÑEZ ESQUIVEL. (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica En Los Edificios De La Escuela Profesional de Ingeniería Civil De La Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Distrito Cusco*. Cusco - Perú: Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/5038?show=full>.
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de investigacion*. Mexico.
- SENCICO. (2016). *Actualización de programa de cómputo orientado a la determinación del peligro sísmico en el Perú*. Lima - Perú.
- SOTO RAICO, E. E. (2018). *COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA*. CAJAMARCA.
- Visconde. (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel de Piura*. Piura - Perú.
- Vizconde Campos, A. (2004). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UN EDIFICIO EXISTENTE: CLÍNICA SAN MIGUEL, PIURA*. Piura: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1367/ICI_120.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
- YÉPEZ MOYA, F., BARBAT, A., & CANAS, J. (1995). *Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería*. Barcelona - España: SBN 84-87867-50-2; Disponible en https://www.researchgate.net/publication/271586771_Riesgo_peligrosidad%0A_y_vulnerabilidad_sismica_de_edificios_de_mamposteria.



ANEXOS



Anexo N° 01: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | ESCALA |
|-----------------------------------|--|--|---|---|------------------------------------|--------|
| VI: MÉTODOS CONVENCIONALES | “Son métodos que determinan o identifican que sección de una edificación existente será susceptible a sufrir un daño ocasionado por un terremoto debido a la falla de algunos de sus componentes, lo cual está determinado por datos reales” (Yépez Moya, y otros 1996) | Los métodos convencionales se operacionalizan mediante sus dimensiones: método ATC 21-FEMA 154, Método de vulnerabilidad (benndetti y Petri) y método colombiano Hiosawa | D1: Método ATC 21 – FEMA 154. D2: Método de vulnerabilidad (Benmedetti y Petri) D3: Método Hirosawa | I1: Altura I2: Irregularidad I3: Código de la construcción I4: Suelo I5: resistencia convencional I6: diafragmas horizontales. I7: configuración en planta. I8: configuración en elevación. I9: estado de conservación. I10: Nivel Alto. I11: Nivel Medio. I12: Nivel Baja | Fichas técnicas | Razón |
| V2: VULNERABILIDAD SÍSMICA | “La vulnerabilidad sísmica de una estructura es una cantidad asociada a su debilidad en el caso de terremotos de determinada intensidad por lo que el valor de esta cantidad y el conocimiento de la amenaza sísmica nos permite evaluar el daño esperado de futuros terremotos” (Hammoum, Bouzelha y Slimani, 2016) | La vulnerabilidad sísmica se operacionaliza mediante sus dimensiones: Vulnerabilidad física, índice de vulnerabilidad y vulnerabilidad estructural. | D1: Vulnerabilidad física. D2: índice de vulnerabilidad sísmica D3: D3: Vulnerabilidad estructural | I12: factor de configuración I13: factor de configuración estructural I14: zona sísmica del sitio I15: seguro I16: insegura | Fichas técnicas y/o ficha de datos | Razón |



ANEXO N° 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES, EDIFICIO SAN LUIS PUNO, 2023”

AUTOR: ARIAS CCARITA, Berlys.

| Problema | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | MÉTODOS |
|---|--|--|--------------------------------------|--|--|--|
| Problema General ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales, edificio san Luis Puno, 2023? | Objetivo General Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales, edificio san Luis Puno 2023. | Hipótesis General El grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados mediante métodos convencionales es alta, edificio san Luis Puno 2023. | V1 Métodos convencionales | D1: Método ATC 21 – FEMA 154. D2: Método de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) D3: Método Hirosawa | I1: altura I2: Irregularidades I3: Código I4: Tipo de Suelo I5: 11 Parámetros de Benedetti y Petrini. | <u>Tipo de Investigación:</u> Científico – enfoque cuantitativo <u>Nivel de investigación:</u> Descriptivo <u>Diseño de investigación:</u> No experimental – transeccional <u>Población:</u> 20 viviendas <u>Muestra:</u> 01 edificio san Luis. <u>Técnica de recolección de datos:</u> Recopilación documental <u>Instrumento:</u> Ficha de Evaluación |
| ¿Como es la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método de FEMA 154, edificio San Luis, Puno 2023? | Cuantificar la vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método FEMA 154, edificio San Luis, Puno 2023. | La vulnerabilidad física de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método FEMA 154 es media, edificio San Luis, Puno 2023. | V2 *Vulnerabilidad sísmica | D2: Vulnerabilidad física. D1: índice de vulnerabilidad sísmica D3: Vulnerabilidad estructural | I8: índice básico de comportamiento estructural. I9: índice básico de juicio estructural. I1: baja. I2: media. I3: alta I4: baja I5: media I6: alta I7: Insegura I8: Segura | |
| ¿Cuánto es el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini, edificio San Luis, Puno 2023? | Estimar el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini, edificio San Luis, Puno 2023. | El índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Benedetti y Petrini es alto, edificio San Luis, Puno 2023. | | | | |
| ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Hirosawa, edificio San Luis, Puno 2023? | Calcular la vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Hirosawa, edificio San Luis, Puno 2023 | La vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada evaluados por el método Hirosawa es insegura, edificio San Luis, Puno 2023. | | | | |

FOTOGRAFÍAS DE INSPECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN SAN LUIS.

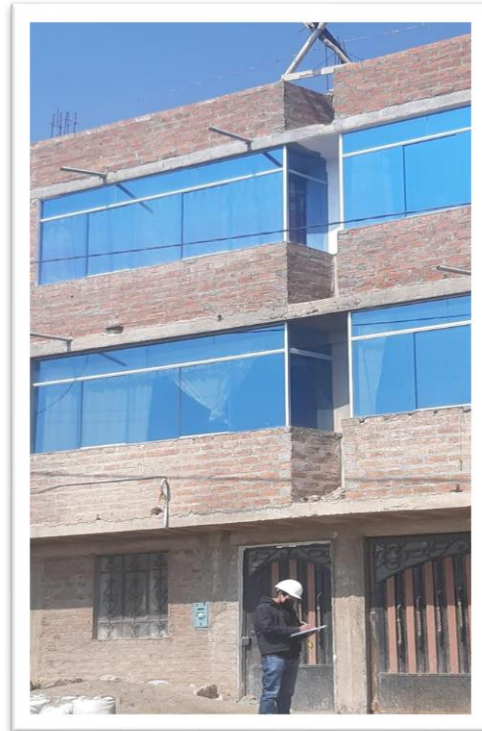


Imagen N° 01: se aprecia la inspección ocular de la edificación San Luis.

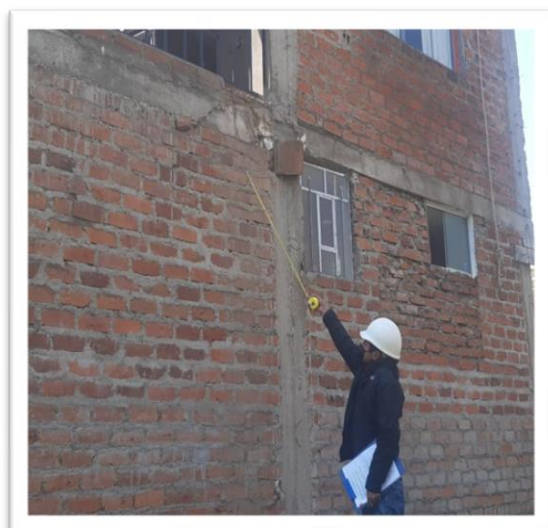


Imagen N° 02: se aprecia el inadecuado e ineficiente proceso constructivo.



Imagen N° 03: se aprecia que los sobrecimientos son rellenos con ladrillos artesanales.



Imagen N° 04: se observa que los muros de ladrillos son rellenos de forma inadecuada.



Imagen N° 05: se observa presencia de canjregera entre el sobrecimiento y columna.



Imagen N° 06: La altura de la losa es de 0.20 m.



Imagen N° 07: en la losa se observa que están rellenas con ladrillo artesanal.



Imagen N° 08: Se observa las cangregeras en la columna.



Imagen N° 09: El espesor de la junta es de 3cm.



Imagen N° 10: Se observa las fisuras en el muro de albañilería.



SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES, EDIFICIO SAN LUIS, PUNO 2022

AUTOR: Dr. Ing. Abel A. Muñiz Paucarmayta

Fecha: 17/01/2022

| I.- INFORMACION GENERAL: | | | | | | | |
|--|-------------------|--------------------------------|-----|---------------------------|------------|-----------|--|
| UBICACIÓN: AV. CIRCUNVALACION S/N BARRIO LAS CRUCES | | | | | | | |
| DISTRITO | PUNO | | | ALTITUD | 70.15411' | | |
| PROVINCIA | PUNO | | | LATITUD | 15.050166' | | |
| REGION | PUNO | | | LONGITUD | | | |
| II.- D1V1: Metodo FEMA - 154 | | | | | | EXPERTO 1 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V2-D1 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | 1 | |
| Altura | | Irregularidad | | Código de la construccion | | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | | |
| Suelo | | | | | | | |
| III.- D2V1: Metodo Benedetti y Petrini | | | | | | 0.75 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V2-D2 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | |
| Organización del sistema resistente | | Calidad del sistema resistente | | Resistencia convencional | | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | | |
| Posicion del edificio y cimentacion | | Diagramas horizontales | | Configuracion de planta | | | |
| Indicador 7: | Und | Indicador 8: | Und | Indicador 9: | Und | | |
| Configuracion en elevacion | | Separacion máxima entre muros | | Tipos de cubierta | | | |
| Indicador 10: | Und | Indicador 11: | Und | | | | |
| Elemento no Estructurales | | Estado de conservacion | | | | | |
| IV.- D3V1: Metodo Hrosawa | | | | | | 1 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V2-D3 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | |
| Aspectos geometricos | | Aspectos constructivos | | Aspectos estructurales | | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | | |
| Cimentacion | | Suelos | | Retorno | | | |
| V.- D1V2: Vulnerabilidad fisica | | | | | | 0.5 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V1-D1 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | |
| Baja | | Media - Baja | | Media - Alta | | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | | |
| Alta | | | | | | | |
| VI.- D2V2: Indice de vulnerabilidad sismica | | | | | | 0.75 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V1-D2 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | |
| Baja | | Baja-Media | | Baja-Alta | | | |
| Indicador 4: | | | | | | | |
| Alta | | | | | | | |
| VII.- D3V2: Vulnerabilidad estructural | | | | | | 1 | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V1-D3 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | | | | |
| Seguro | | Inseguro | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES | GINEZ ARACA DAVID | | | | | 0.833 | |
| PROFESION | INGENIERO CIVIL | | | | | | |
| REGISTRO CIP N° | 164919 | | | | | | |

D: Dimensiones
V: Variables

Ing. David Ginez Araca
Reg. CIP: N° 164919



SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

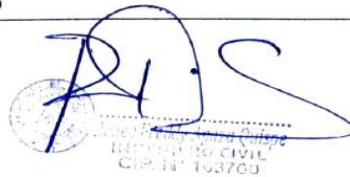
PROYECTO: VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES, EDIFICIO SAN LUIS, PUNO 2022

AUTOR: Dr. Ing. Abel A. Muñiz Paucarmayta

Fecha: 17/01/2022

| I.- INFORMACION GENERAL: | | | | | | | |
|---|---------------------------|--------------------------------|-----|---------------------------|------------|--|-----------|
| UBICACIÓN: AV. CIRCUNVALACION S/N BARRIO LAS CRUCES | | | | | | | |
| DISTRITO | PUNO | | | ALTITUD | 70.15411* | | |
| PROVINCIA | PUNO | | | LATITUD | 15.050166* | | |
| REGION | PUNO | | | LONGITUD | | | |
| II.- D1V1: Metodo FEMA - 154 | | | | | | | EXPERTO 3 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V2-D1 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | 0.5 |
| Altura | | Irregularidad | | Código de la construccion | | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | | |
| Suelo | | | | | | | |
| III.- D2V1: Metodo Benedetti y Petri | | | | | | | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V2-D2 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | 0.75 |
| Organización del sistema resistente | | Calidad del sistema resistente | | Resistencia convencional | | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | | |
| Posicion del edificio y cimentacion | | Diagramas horizontales | | Configuracion de planta | | | |
| Indicador 7: | Und | Indicador 8: | Und | Indicador 9: | Und | | |
| Configuracion en elevacion | | Separacion máxima entre muros | | Tipos de cubierta | | | |
| Indicador 10: | Und | Indicador 11: | Und | | | | |
| Elemento no Estructurales | | Estado de conservacion | | | | | |
| IV.- D3V1: Metodo Hiroswawa | | | | | | | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V2-D3 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | 1 |
| Aspectos geometricos | | Aspectos constructivos | | Aspectos estructurales | | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | | |
| Cimentacion | | Suelos | | Retorno | | | |
| V.- D1V2: Vulnerabilidad fisica | | | | | | | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V1-D1 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | 0.5 |
| Baja | | Media - Baja | | Media - Alta | | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | | |
| Alta | | | | | | | |
| VI.- D2V2: Indice de vulnerabilidad sismica | | | | | | | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V1-D2 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | | 0.5 |
| Baja | | Baja-Media | | Baja-Alta | | | |
| Indicador 4: | | | | | | | |
| Alta | | | | | | | |
| VII.- D3V2: Vulnerabilidad estructural | | | | | | | |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPIAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V1-D3 | | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | | | | 1 |
| Seguro | | Inseguro | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES | APAZA QUISPE RENEE FREDDY | | | | | | 0.708 |
| PROFESION | INGENIERO CIVIL | | | | | | |
| REGISTRO CIP N° | 163760 | | | | | | |

D: Dimensiones
V: Variables


 Abel A. Muñiz Paucarmayta
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 163760



SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES, EDIFICIO SAN LUIS, PUNO 2022

AUTOR: Dr. Ing. Abel A. Muñiz Paucarmayta

Fecha: 17/01/2022

| I.- INFORMACION GENERAL: | | | | | | |
|--|------|--------------------------------|----------|---------------------------|-----|-----------|
| UBICACIÓN: AV. CIRCUNVALACION S/N BARRIO LAS CRUCES | | | | | | |
| DISTRITO | PUNO | | ALTITUD | 70.15411" | | |
| PROVINCIA | PUNO | | LATITUD | 15.050166" | | |
| REGION | PUNO | | LONGITUD | | | |
| II.- D1V1: Metodo FEMA - 154 | | | | | | EXPERTO 2 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V2-D1 | | | | | | 1 |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | |
| Altura | | Irregularidad | | Código de la construccion | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | |
| Suelo | | | | | | |
| III.- D2V1: Metodo Benedetti y Petri | | | | | | 0.75 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V2-D2 | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | |
| Organización del sistema resistente | | Calidad del sistema resistente | | Resistencia convencional | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | |
| Posicion del edificio y cimentacion | | Diagramas horizontales | | Configuracion de planta | | |
| Indicador 7: | Und | Indicador 8: | Und | Indicador 9: | Und | |
| Configuracion en elevacion | | Separacion máxima entre muros | | Tipos de cubierta | | |
| Indicador 10: | Und | Indicador 11: | Und | | | |
| Elemento no Estructurales | | Estado de conservacion | | | | |
| IV.- D3V1: Metodo Hiroswa | | | | | | 0.5 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V2-D3 | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | |
| Aspectos geometricos | | Aspectos constructivos | | Aspectos estructurales | | |
| Indicador 4: | Und | Indicador 5: | Und | Indicador 6: | Und | |
| Cimentacion | | Suelos | | Retorno | | |
| V.- D1V2: Vulnerabilidad fisica | | | | | | 0.75 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D1-V1-D1 | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | |
| Baja | | Media - Baja | | Media - Alta | | |
| Indicador 4: | Und | | | | | |
| Alta | | | | | | |
| VI.- D2V2: Índice de vulnerabilidad sismica | | | | | | 0.5 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D2-V1-D2 | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | Indicador 3: | Und | |
| Baja | | Baja-Media | | Baja-Alta | | |
| Indicador 4: | | | | | | |
| Alta | | | | | | |
| VII.- D3V2: Vulnerabilidad estructural | | | | | | 1 |
| COLOCAR LA INFORMACION A RECOPILAR DE CAMPO PARA MEDIR LA D3-V1-D3 | | | | | | |
| Indicador 1: | Und | Indicador 2: | Und | | | |
| Seguro | | Inseguro | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES | | PORTILLO CALCINA GUIDO YAMIL | | | | 0.750 |
| PROFESION | | INGENIERO CIVIL | | | | |
| REGISTRO CIP N° | | 184210 | | | | |

D: Dimensiones
V: Variables



Guido Yamil Portillo Calcina
INGENIERO CIVIL
CIP 184210

Exploración rápida visual de los edificios para los posibles riesgos sísmicos
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

Nivel 1
MODERADAMENTE ALTA Sismicidad

Dirección: AV. CIRCUNVALACION S/N
Codigo Postal: _____

Otra Identificación: _____

Nombre del Edificio: EDIFICIO SAN LUIS

Uso: EDIFICACION MULTIFAMILIAR

Latitud: 15° 50' 16.6" S Longitud: 70° 15' 41.1" E

Ss: 1.1 S1: 0.33

Inspector(s): BERLYS ARIAS Fecha/Hora: _____

No. Pisos: Niveles superiores: 03 Niveles inferior: - Año de Construcción: 2014

Superficie total del Suelo (sq. Ft.): _____ Codigo año: Caspos de 1977

Adiciones: Ninguna Sí Años Construcción: _____

Ocupación:

Asamblea Comercial Ser. Emergencia Histórico Albergue

Industrial Oficina Escuela Gobierno

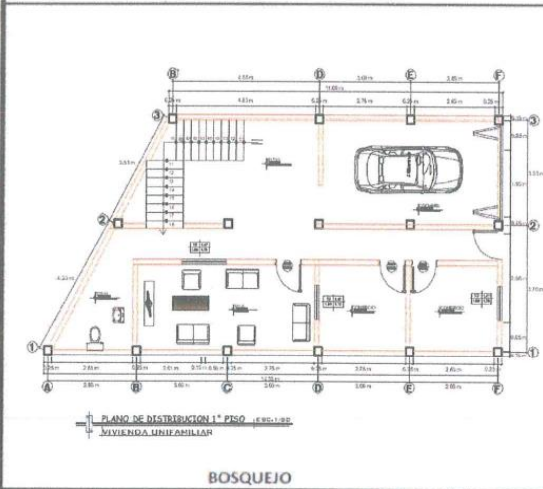
Utilidad Almacén Residencial # Unid.: 1

Tipo de Suelo:

A B C D E F No sé

Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si No sabe, asumir Tipo D.

Dura Debil Denso Duro Blando pobre



Riesgos Geológicos: Liquefacción: SI/No/No sé Deslizamientos: SI/No/No sé Sup. Superf.: Yes/No/No sé

Adyacencia: Golpes Peligro de Caída del Edificio Adyacente

Irregularidad: Vertical (tipo/severidad) Irregularidad Vertical debido a Suelo Blando (Moderada)

Planta (tipo) Presenta en forma L; tiene Aberturas y una abertura en la losa en el área de la escalera.

Peligros: Chimeneas sin soporte lateral Revestimiento pesado o enchapado de madera pesada

Caída de exterior: Parapetos Apéndices

Otros: _____

COMENTARIOS:
EL SISTEMA ES CONSTRUIDO CON ACANTILLERIA CONFINADA EN DONDE SE VIZUALIZA ALGUNOS GRIETOS; EN ESPECIFICO EN ESCALERA; ASINTIETO LA EDIFICACION PRESENTA IRREGULARIDADES.

Dibujos Adicionales o comentarios en pagina separada.

| FEMA TIPO DE EDIFICIO | No Sabemos | NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1 | | | | | | | | | | | | | | RM1 (FD) | RM2 (RD) | URM | MH |
|--------------------------------------|------------|---|------|------|----------|---------|---------|------------|--------------|----------|---------|-------------|----------|------|------|----------|----------|------|----|
| | | W1 | W1A | W2 | S1 (MRF) | S2 (BR) | S3 (LM) | S4 (RC SW) | S5 (URM INF) | C1 (MRF) | C2 (SW) | C3 (URM NF) | PC1 (TV) | PC2 | | | | | |
| Puntaje Basico | | 4.1 | 3.7 | 3.2 | 2.3 | 2.2 | 2.9 | 2.2 | 2.0 | 1.7 | 2.1 | 1.4 | 1.8 | 1.5 | 1.8 | 1.8 | 1.2 | 2.2 | |
| Irregularidad Vertical Grave, VL 1 | | -1.3 | -1.3 | -1.3 | -1.1 | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -0.9 | -1.0 | -1.1 | -0.8 | -1.0 | -0.9 | -1.0 | -0.8 | -0.5 | NA | |
| Irregularidad Vertical Moderada, VL2 | | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.7 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | NA | |
| Irregularidad de planta, PL1 | | -1.3 | -1.2 | -1.1 | -0.9 | -0.8 | -1.0 | -0.8 | -0.7 | -0.7 | -0.9 | -0.5 | -0.8 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.5 | NA | |
| Pre-Codigo | | -0.8 | -0.9 | -0.9 | -0.5 | -0.5 | -0.7 | -0.6 | -0.2 | -0.4 | -0.7 | -0.1 | -0.4 | -0.3 | -0.5 | -0.5 | -0.1 | -0.3 | |
| Posterior-año de Referencia | | 1.5 | 1.9 | 2.3 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.9 | NA | 1.9 | 2.1 | NA | 2.1 | 2.4 | 2.1 | 2.1 | NA | 1.2 | |
| Suelo Tipo A o B | | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 0.6 | 0.9 | 0.3 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | |
| Suelo Tipo E(1-3 Pisos) | | 0.0 | -0.1 | -0.3 | -0.4 | -0.5 | 0.0 | -0.4 | -0.5 | -0.2 | -0.2 | -0.4 | -0.5 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.5 | |
| Suelo Tipo E(>3 Pisos) | | -0.5 | -0.8 | -1.2 | -0.7 | -0.7 | NA | -0.7 | -0.6 | -0.6 | -0.8 | -0.4 | NA | -0.5 | -0.6 | -0.7 | -0.3 | NA | |
| Puntaje Minimo SMIN | | 1.1 | 1.2 | 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 1.4 | |

FINAL PUNTAJE NIVEL 1, SL1 ≥ SMIN : $1.8 - 0.6 + 2.1 - 0.4 = 2.9$

| | | |
|---|--|---|
| <p>Alcance de Control</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los <input type="checkbox"/> Aereo</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Visible</p> <p>Dibujado comentado: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p> <p>Tipo de fuente de Suelo: <u>APP-2012; EVAR - TOMO 2018.</u></p> <p>Tipo de fuente peligro Geológico: <u>APLICATIVO SENCILLO</u></p> <p>Persona de Contacto: _____</p> | <p>¿Hay peligros que provocan una evaluación detallada estructural?</p> <p><input type="checkbox"/> Golpeado potencial (a menos SL2 > línea de corte si se conoce)</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo de caída de mas edificios altos adyacentes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Riesgos Geológicos o Tipo de Suelo</p> <p><input type="checkbox"/> daños significativos / deterioro al sistema estructural.</p> | <p>ACCION REQUERIDA</p> <p>Evaluación detallada estructural requerida?</p> <p><input type="checkbox"/> Si, tipo de edificio desconoce FEMA u otro edificio.</p> <p><input type="checkbox"/> Si, el resultado da menos que el de corte</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si, si presentan otros peligros.</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Evaluación detallada no estructural recomendada?</p> <p><input type="checkbox"/> Si, los peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados</p> <p><input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que pueden requerir la mitigación, sino una evaluación detallada no es necesaria</p> <p><input type="checkbox"/> No, no hay peligros no estructurales identificados. No sé</p> |
|---|--|---|

Cuando la información no puede ser verificada, se criba en cuenta lo siguiente: EST = estimado o datos fiables o DNK un = No lo sé

Leyenda: MRF= Momento resistente marco RC= Concreto Reforzado URM INF= Mampostería de relleno no reforzada.
BR= Marco arriostrado SW= Muro de Corte TU= Levantarse



Exploración rápida visual de los edificios de posibles riesgos sísmicos.
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos. Nivel 2 (Opcional)
Moderadamente alta sismicidad

La recopilación de datos de nivel 2 opcional al ser realizado por un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante graduado con experiencia en la evaluación y el diseño de edificios sísmicos.

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| Nombre edificio: SDN LUIS | Puntaje Final Nivel 1: $S_1 = 2.9$ | (no se considera S_{WR}) |
| Inspector: BERYS ARIAS CAMPA | Modificadores de irregularidad Nivel 1: Vertical irregularity, $V_{12} = -0.5$ | Irregularidad planta, $P_{12} = -$ |
| Fecha/Hora: | PUNTAJE BASE AJUSTADO: $S = (S_1 + V_{12} + P_{12}) = (2.9 - 0.5) = 2.4$ | |

| MODIFICADORES ESTRUCTURAL PARA AGREGAR A LA Puntuación DE REFERENCIA AJUSTADA | | | | |
|---|---|--|--------------|-----------------|
| Tema | Declaración (Si la declaración es verdad, encierre el modificador en un círculo el "Si", sino tachar el modificador) | Si | Subtotales | |
| Irregularidad Vertical, V_{12} | Pendiente en sitio | Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio al otro. | -1.3 | $V_{12} = -0.5$ |
| | | No Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio al otro. | -0.3 | |
| | Piso débil y/o blando (máximo encierre en un círculo) | Edificio W1 pared baja: Una pared baja sin refuerzo es visible en el espacio de rastreo | -0.6 | |
| | | W1 casa de garaje: Debajo de un piso que ocupa, hay una apertura de garaje sin un marco de acero y de momento hay menos de 20 cm de pared en la misma línea para múltiples pisos ocupados anteriormente, utilizar 40 cm mínimo de pared. | -1.3 | |
| | | W1 Un edificio abierto de frente: Hay aberturas en el suelo de los pisos (como para el estacionamiento) en por lo menos 50% de la longitud del edificio. | -1.3 | |
| | | No edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que 50% del piso superior o la altura de cualquier piso es más de dos veces la altura del piso superior. | -1 | |
| | | No edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es entre el 50% y el 75% de los del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior. | -0.5 | |
| | Caidas | Elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están por fuera de los del piso de abajo haciendo el desplazamiento en el diafragma a voladizo. | 1.0 | |
| | | Elementos verticales del sistema lateral en plantas superiores están por dentro de los que están en pisos inferiores. | 0.5 | |
| | | Hay un desplazamiento de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos en el plano. | 0.3 | |
| Columna/Pila Corta | C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos 20% de columnas (o pilares) a lo largo del eje de la columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/ancho de menos de 50% de la relación altura/ancho nominal a ese nivel. | -0.5 | $P_{12} = 0$ | |
| | C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: El ancho de la columna (o ancho de pilar) es menos de la mitad del ancho de la junta o hay paredes adyacentes o suelos de relleno que acortan la columna. | 0.5 | | |
| | Dividido | Hay un nivel de división en uno de los niveles de piso o en el techo | | -0.5 |
| Otras irregularidades | Hay otra irregularidad grave vertical observable que obviamente afecta el comportamiento sísmico del edificio | 1.0 | $P_{12} = 0$ | |
| | Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar al comportamiento sísmico del edificio. | -0.5 | | |
| Irregularidad Planta, P_{12} | Sistema lateral no aparece relativamente bien distribuida en planta en cualquiera o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad frente abierto W1A enumerados anteriormente) | -0.8 | $P_{12} = 0$ | |
| | Sistema no paralelo: Hay uno o más principales elementos verticales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí. | -0.2 | | |
| | Esquina reentrante: Ambas proyecciones, desde la esquina interior superen el 25% de la dimensión global del plan en esa dirección. | -0.4 | | |
| | Abertura de diafragma: Hay una apertura en el diafragma con una anchura de más de 50% del total al ancho de diafragma en ese nivel. | 0.3 | | |
| | Edificio C1, C2 desplazado fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. | -0.4 | | |
| Otra irregularidad: Hay otra irregularidad plana observable que obviamente afecta al comportamiento sísmico de los edificios. | -0.8 | $P_{12} = 0$ | | |
| Exceso | El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección. | 0.3 | $M = 0.3$ | |
| Golpeando | El edificio se separa de una estructura adyacente en menos del 1% de la altura de la más corta del edificio y estructura adyacente y: | -1.0 | | |
| | Las plantas no se alinean verticalmente dentro de 60 cm (Cap total golpeo) o el edificio es de 2 o más pisos más alto que el otro. El edificio se encuentra al final del bloque. modificadores de -1.2 | -0.6 | | |
| Edificio S2 | "K" geometría de armostramiento es visible | -1.0 | | |
| Edificio C1 | Placa plana sirve como la viga en el marco de momento. | -0.5 | | |
| Edificio PC1/RM1 | There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier) | 0.3 | | |
| PC1/RM1 Bldg en un almacén) | El edificio tiene espacios estrechos, alturas llenas de las paredes interiores (en lugar de un espacio interior con algunas paredes interiores como en un almacén) | 0.3 | | |
| URM | Gabietes de paredes están presentes. | -0.4 | | |
| MH | Hay un sistema de soporte sísmico suplementario proporcionado entre el carro y el suelo. | 1.2 | | |
| Reequipamiento | Reforzamiento sísmico integral es visible o conocido a partir de dibujos | 1.4 | | |

Puntuación Final Nivel 2, $SL2 = (S + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $(2.4 - 0.5 + 0.3) = 2.2$ (Trasladado al formulario del nivel 2)

Hay un daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente al comportamiento sísmico del edificio: Sí No

En caso afirmativo, describir la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indicar en el formulario de nivel 1 que la evaluación detallada se requiere a notar independiente de los edificios.

| PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES | | | |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Ubicación | Declaración (Marque "Si" o "No") | Si | No |
| Exterior | Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrado o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrado | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Hay revestimiento pesado o enchapado pesado. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Hay una gran cubierta sobre las puertas de salida o pasarelas de peatones que parece apoyado de manera adecuada. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Hay un accesorio de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o zonas peatonales. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Hay un letrero en el edificio que indica los materiales peligrosos están presentes. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Interior | Hay un edificio URM adyacente más alto con una pared no anclada o parapeto URM no arriostrado o chimenea | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Otros riesgo de caída exterior no estructural observado. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Rendimiento sísmico estimado para no estructural (Marque la casilla apropiada y traslade al Nivel 1 del formulario conclusiones)

Peligros no estructurales potenciales con amenaza significativa para la seguridad de la vida del inquilino - Detallado no estructural evaluación recomendada

Peligros no estructurales identificados con amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes - Detallado no estructural evaluación necesaria.

Baja o ninguna amenaza de peligro estructural de seguridad de la vida del ocupante - Detallado no estructural No se requiere evaluación

Comentarios: **SE OBSERVA EN CANTIDADES MINIMAS LOS OBJETOS PENDIENTES; EN ESPECIAL POR ESCALERA Y PARTE DE LOSA.**



METRADOS DE CARGAS

Metrado de Columnas

| Numero de pisos | Peso especifico | Numero de veces | Ancho | Altura | Largo | Peso kg |
|-----------------|-----------------|-----------------|-------|--------|-------|--------------|
| 1 | 2400 | 18 | 0.25 | 3.2 | 0.25 | 8640 |
| 2 | 2400 | 18 | 0.25 | 2.4 | 0.25 | 6480 |
| 3 | 2400 | 18 | 0.25 | 2.4 | 0.25 | 6480 |
| | | | | | | 21600 |

Metrado de Tabiqueria 1er nivel

| Direcciones | Peso especifico | Numero de veces | Ancho | Altura | Largo | Peso kg |
|-------------|-----------------|-----------------|-------|--------|-------|-----------------|
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 15 | 9828.00 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 1.94 | 1271.09 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 2.53 | 1657.66 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 1.59 | 1041.77 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 1.44 | 943.49 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 6.13 | 4016.38 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 3.37 | 2208.02 |
| x-x | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 11 | 7207.20 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 7.93 | 5195.74 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 2.65 | 1736.28 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 0.9 | 589.68 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 0.6 | 393.12 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 2.5 | 1638.00 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 0.85 | 556.92 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 0.6 | 393.12 |
| y-y | 1800 | 1 | 0.14 | 2.6 | 1.8 | 1179.36 |
| | | | | | | 39855.82 |

Metrado de Tabiqueria 2do Y 3er nivel

| Direcciones | Peso especifico | Numero de veces | Ancho | Altura | Largo | Peso kg |
|-------------|-----------------|-----------------|-------|--------|-------|-----------------|
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 15 | 19656.00 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 1.94 | 2542.18 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 2.53 | 3315.31 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 1.59 | 2083.54 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 1.44 | 1886.98 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 6.13 | 8032.75 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 3.37 | 4416.05 |
| x-x | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 11 | 14414.40 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 7.93 | 10391.47 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 2.65 | 3472.56 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 0.9 | 1179.36 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 0.6 | 786.24 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 2.5 | 3276.00 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 0.85 | 1113.84 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 0.6 | 786.24 |
| y-y | 1800 | 2 | 0.14 | 2.6 | 1.8 | 2358.72 |
| | | | | | | 79711.63 |



METRADOS DE CARGAS

Metrado de vigas

| Numero de pisos | Peso especifico | Numero de veces | Ancho | Altura | Largo | Peso kg |
|-----------------|-----------------|-----------------|-------|--------|-------|----------------|
| x-x | 2400 | 3 | 0.25 | 0.4 | 7 | 5040 |
| x-x | 2400 | 1 | 0.25 | 0.4 | 11 | 2640 |
| y-y | 2400 | 1 | 0.25 | 0.4 | 15 | 3600 |
| y-y | 2400 | 1 | 0.25 | 0.4 | 3.95 | 948 |
| y-y | 2400 | 1 | 0.25 | 0.4 | 7.93 | 1903.2 |
| | | | | | | 14131.2 |

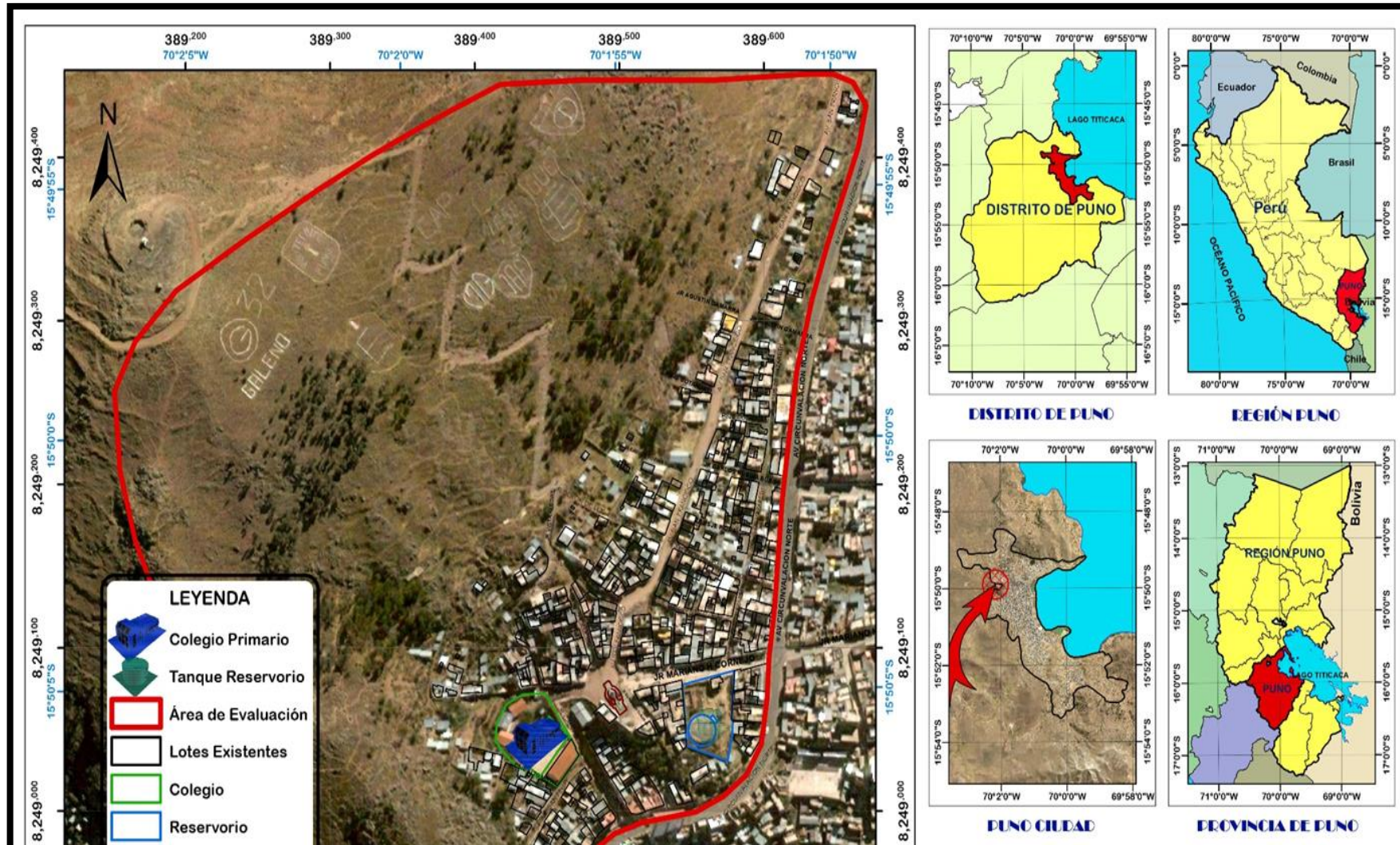
Resumen de Metrados

| Niveles | Peso de columna | Peso de vigas | Peso de muros | Peso de losa | Peso por niveles |
|---------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|
| 1 | 8640 | 14131.2 | 39855.82 | 4682.832 | 67309.848 |
| 2 | 6480 | 14131.2 | 79711.63 | 4682.832 | 105005.664 |
| 3 | 6480 | 14131.2 | 79711.63 | 4682.832 | 105005.664 |
| | 21600 | 42393.6 | 199279.08 | 14048.496 | 277321.176 |

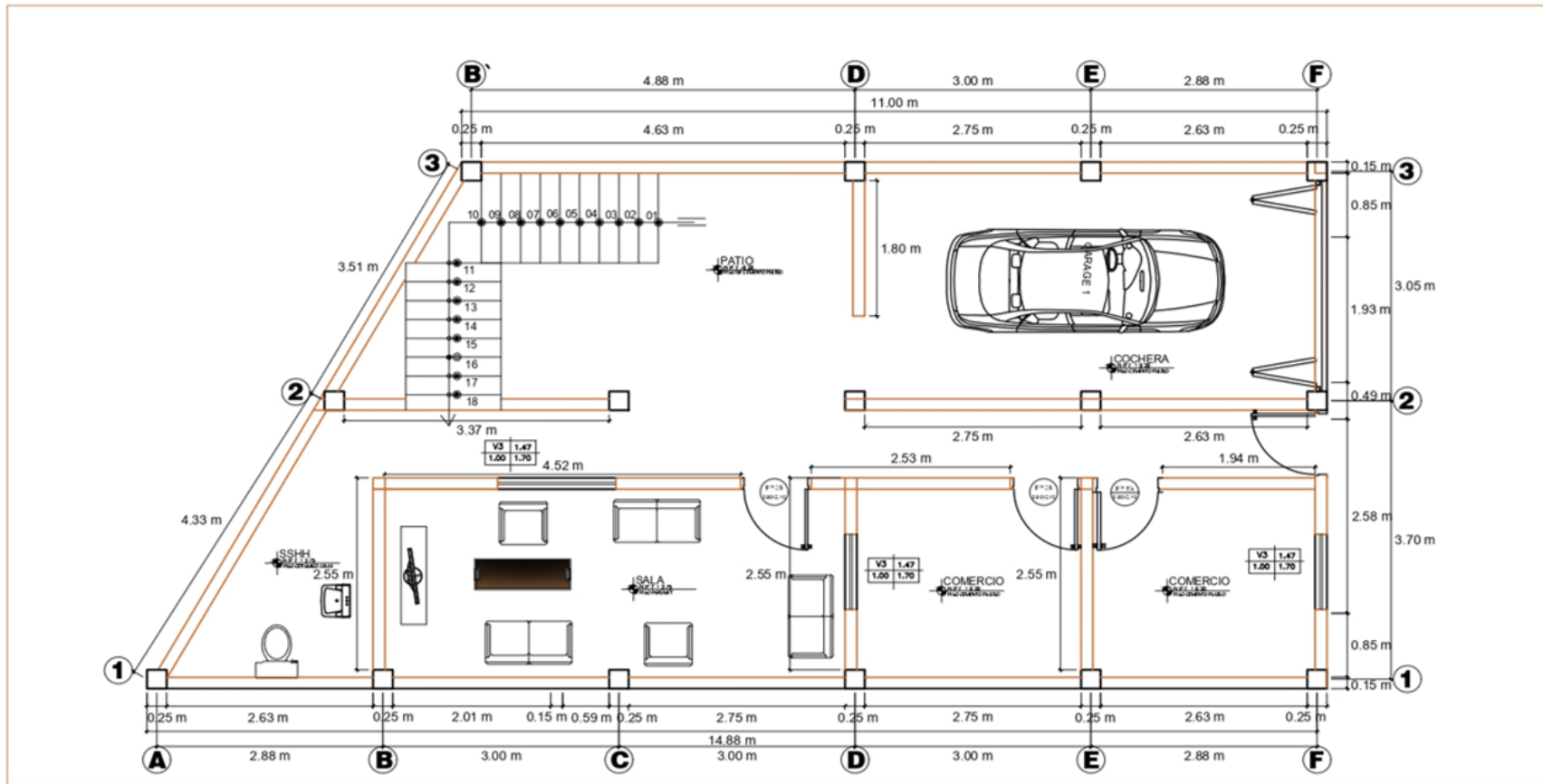
| | |
|------|-------------------|
| Losa | 4682.832 |
| 300 | kg/m ² |

area techada

| | | |
|---------|----------------|-----|
| 78.05 | m ² | 25 |
| espesor | | 25 |
| 0.2 | | 625 |



PLANOS DE ARQUITECTURA EDIFICIO SAN LUIS – Primer Nivel





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 28/04/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BERLYS ARIAS CGARITA
Dirección: COM. CHOQUEFRANCA - CLAVE - EL COLLAO
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74546810
Teléfono: 924313632 email: berlysarias@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIA Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL
Asesor: DR. OSCAR VICENTE VILATIONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: "VULNERABILIDAD SISTICA DE EDEIFICACIONES DE ALTO RIESGO
CONFINADA EVALUADOS MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES
EDIFICIO SAN LUIS PUNO 2023"

Palabras claves, (3 a 5 términos): VULNERABILIDAD SISTICA, METODOS CONVENCIONALES.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

28 de Abril de 2025

Fecha

