



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



**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI
EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL
LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI
EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL
LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 261-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU- 2354 presentado por el (la) Bachiller: **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA** 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. **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **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. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 15 de mayo del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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.

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

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 201-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de abril del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 000535 por el señor (a): **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 081- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 018 - 2025 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): **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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° 018 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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 merito 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): **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA** 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. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

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

M^{te}. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 865-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-9597, presentado el señor (a) **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 747-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 247-2024 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): **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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 Mgtr. 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° 247-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA**.

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): **MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA** 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 Mgtr. **FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

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. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. **Efraín Paríño Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

ÍNDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la Tesis	
ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70068863
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-9123-9075
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
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	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA Coordenadas: Latitud: -15.4875564 Longitud: -70.1454944 URL Maps https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1juhPpOOJYAtXqJgIEvDqTKfvkpGVgLc&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</p>



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLEROS VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MIRKO JULIAN UTIPA QUISOCALA, identificado con DNI
Nro. 70068863, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO
EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO
REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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 tuyas 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 _____ de JUNIO del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo mi madre, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y amor incondicional. A mis amigos, por su comprensión y aliento durante los momentos más desafiantes.

También dedico este esfuerzo a todos aquellos que, de una forma u otra, han dejado una huella en mi vida y me han enseñado el valor del aprendizaje constante.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por darme la fortaleza y la salud necesaria para completar este proyecto. A asesor, por compartir su conocimiento, guiarme con paciencia y motivarme a dar lo mejor de mí. Finalmente, a mis amigos y compañeros, quienes estuvieron a mi lado, brindándome su compañía y ánimos durante este proceso.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.1.1. Problema general.....	2
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. objetivo general.....	2
1.2.2. objetivos específicos.....	2
1.3. Hipótesis.....	3
1.3.1. Hipótesis general	3
1.3.2. Hipótesis específicas.....	3
1.4. Justificación	4
1.5. Variables.....	5



CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes 6
 - 2.1.1. Internacional 6
 - 2.1.2. Nacional 7
 - 2.1.3. Regional 9
- 2.2. Marco teórico 10
 - 2.2.1. Vulnerabilidad sísmica 10
 - 2.2.2. Método de Benedetti – Petrini 11
 - 2.2.3. Normalización del Iv sísmica 36
 - 2.2.4. Nivel de vulnerabilidad 36

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de investigación 37
- 3.2. Tipo de investigación 37
- 3.3. Enfoque 38
- 3.4. Nivel de investigación 38
- 3.5. Población y muestra 38
 - 3.5.1. Población 38
 - 3.5.2. Muestra 39
- 3.6. Técnicas e instrumentos 39
 - 3.6.1. Técnicas 39
 - 3.6.2. Instrumentos 40



3.7. Materiales y métodos.....	41
3.8. Ubicación y descripción de las edificaciones.....	42

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Factores estructurales	43
4.1.1. Organización del sistema resistente	43
4.1.2. Resistencia convencional.....	45
4.2. Factores constructivos.....	51
4.2.1. Calidad del sistema resistente	51
4.2.2. Posición del edificio y la cimentación.....	53
4.2.3. Diafragmas horizontales	54
4.2.4. Distancia máxima entre muros L/S	55
4.2.5. Tipo de cubierta	55
4.2.6. Elementos no estructurales.....	57
4.2.7. Estado de conservación.....	59
4.3. Factores Geométricos	60
4.3.1. Configuración en planta	60
4.3.2. Configuración en elevación.....	62
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 5

Tabla 2 Indicadores de Benedetti y Petrini para mampostería 12

Tabla 3 Indicadores de Benedetti y Petrini para concreto 13

Tabla 4 Categorización del primer indicador 14

Tabla 5 Categorización del segundo indicador 15

Tabla 6 Valor de corte permitido en mampostería 16

Tabla 7 Resistencia última al corte en paneles de albañilería 17

Tabla 8 Parámetros para la determinación de la carga gravitacional 18

Tabla 9 Coeficiente (S) 19

Tabla 10 Coeficiente (U) 19

Tabla 11 Coeficiente (C) 19

Tabla 12 Coeficiente (Z) 20

Tabla 13 Coeficiente (U) 20

Tabla 14 Coeficiente (S) 21

Tabla 15 Ciclos (TP) y (TL) 21

Tabla 16 Coeficiente Ct 21

Tabla 17 Coeficiente (C) 22

Tabla 18 Coeficiente (R0) de reducción sísmicas 22

Tabla 19 Parámetros para la carga gravitacional unitaria soportada 24

Tabla 20 Resistencia cortante según resistencia 24

Tabla 21 Categorización del tercer parámetro 25

Tabla 22 Categorización del cuarto parámetro 26

Tabla 23 Categorización del quinto parámetro 27

Tabla 24 Categorización del sexto parámetro 30



Tabla 25 Categorización del séptimo parámetro	31
Tabla 26 Categorización del octavo parámetro	32
Tabla 27 Categorización del noveno parámetro	33
Tabla 28 Categorización del decimo parámetro	34
Tabla 29 Categorización del onceavo parámetro	35
Tabla 30 Vulnerabilidad sísmica, según su Ivn.....	36
Tabla 31 Síntesis de la configuración del sistema portante	45
Tabla 32 Muros del módulo 1 de adobe	45
Tabla 33 Muros del módulo de albañilería confinada	47
Tabla 34 Muros de concreto armado módulo 3	49
Tabla 35 Resumen del parámetro resistencia convencional.	50
Tabla 36 Resumen del parámetro calidad resistente.....	52
Tabla 37 Disposición espacial del módulo y elementos de cimentación.....	54
Tabla 38 Síntesis de los sistemas de piso como diafragmas	54
Tabla 39 Resumen del parámetro distancia máxima entre muros L/S	55
Tabla 40 Resumen del parámetro tipo de cubierta	57
Tabla 41 Resumen del parámetro elementos no estructurales	58
Tabla 42 Resumen del parámetro estado de preservación.	60
Tabla 43 Resumen del parámetro factores Geométricos	62
Tabla 44 Resumen del indicador de regularidad en elevación	63
Tabla 45 Iv sísmica módulo de adobe	63
Tabla 46 Iv sísmica módulo 1 de albañilería confinada	63
Tabla 47 Iv sísmica módulo de concreto armado	64



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parámetros que condicionan el comportamiento antisísmico.	11
Figura 2 Formas en planta para la evaluación	28
Figura 3 Forma de planta para la evaluación	28
Figura 4 Extensión de las áreas de influencia centroidal	29
Figura 5 Figura en altura para la evaluación	31
Figura 6 Captura de información	41
Figura 7 Procesamiento de datos.....	41
Figura 8 Ubicación del colegio Politécnico Regional los Andes	42
Figura 9 Modulo de adobe del Colegio Politécnico	43
Figura 10 Modulo de albañilería confinada del Colegio Politecnico	44
Figura 11 Modulo de concreto armado del Colegio Politécnico.....	44
Figura 12 Plano del módulo de adobe.....	45
Figura 13 Plano del módulo de albañilería confinada.....	47
Figura 14 Plano del módulo 3 de concreto armado.....	49
Figura 15 Muro de adobe con exposición de la intemperie	51
Figura 16 Muro de albañilería confinada a la intemperie.....	51
Figura 17 Módulo de concreto armado con exposición a la intemperie.....	52
Figura 18 Descripción del suelo	53
Figura 19 Cobertura del módulo de adobe	55
Figura 20 Cobertura del módulo de albañilería confinada	56
Figura 21 Cobertura del módulo de concreto armado	56
Figura 22 Módulo de adobe con deterioro de tarrajeo de yeso	57
Figura 23 Sistemas no estructurales de los módulos de albañilería.....	58
Figura 24 Sistemas no estructurales de concreto armado	58



Figura 25 Grado de preservación del módulo constructivos de adobe.....	59
Figura 26 Grado de preservación del módulo constructivos albañilería	59
Figura 27 Grado de preservación del módulo constructivos concreto.....	60
Figura 28 configuración en elevación concreto armado	62
Figura 29 Patrón de daño típico en estructuras de Adobe	65
Figura 30 Patrón de daño típico en estructuras de Albañilería.....	65
Figura 31 Patrón de daño típico en estructuras de Concreto	66



RESUMEN

Este trabajo titulado "Análisis del índice de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini en el Colegio Politécnico Regional Los Andes de la ciudad de Juliaca" tuvo como objetivo comprobar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos del colegio durante el año 2024. La metodología empleada se fundó en un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo aplicada y de nivel explicativo. En cuanto a los resultados, se evidenció que las estructuras de adobe presentan un I_v sísmica de 50.65, clasificándose con vulnerabilidad alta. De manera similar, las estructuras de albañilería obtuvieron un índice de 46.73, también dentro del rango de alta vulnerabilidad. En contraste, las estructuras de concreto armado mostraron un índice de 23.53, correspondiente a una vulnerabilidad sísmica media. En conclusión, el estudio determinó que los módulos del colegio presentan una vulnerabilidad sísmica media a alta, especialmente aquellas construidas con adobe y albañilería confinada, lo cual representa un riesgo importante. Por ello, se recomienda realizar una evaluación crítica de la infraestructura, proponer soluciones técnicas adecuadas y ejecutar medidas de mitigación frente a posibles desastres naturales.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, Benedetti – Petrini, estructuras de adobe, estructuras de albañilería confinada, estructuras de concreto armado



ABSTRACT

This work titled "Analysis of the Seismic Vulnerability Index Using the Benedetti-Petrini Method at the Colegio Politécnico Regional Los Andes in the City of Juliaca" aimed to assess the seismic vulnerability level of the school's modules during the year 2024. The methodology was based on a quantitative approach, with a non-experimental design, applied and explanatory in nature. Regarding the results, it was found that adobe structures had a seismic vulnerability index of 50.65, classifying them as highly vulnerable. Similarly, confined masonry structures obtained an index of 46.73, also falling within the high vulnerability range. In contrast, reinforced concrete structures showed an index of 23.53, corresponding to a moderate seismic vulnerability. In conclusion, the study determined that the school's modules exhibit moderate to high seismic vulnerability, particularly those constructed with adobe and confined masonry, representing a significant risk. Therefore, it is recommended to conduct a critical evaluation of the infrastructure, propose appropriate technical solutions, and implement mitigation measures against potential natural disasters.

Keywords: Seismic vulnerability, Benedetti–Petrini, adobe structures, confined masonry structures, reinforced concrete structures.



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se estructura en cuatro capítulos principales: el primero aborda la formulación del problema, analizando el contexto actual y delimitando la problemática central; el segundo desarrolla el marco teórico, integrando los antecedentes y bases conceptuales relevantes; el tercero detalla la metodología empleada, especificando el enfoque, diseño y herramientas de investigación utilizadas; finalmente, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos mediante análisis cualitativos y cuantitativos, sustentados con tablas y gráficos. El estudio tiene como objetivo principal evaluar en profundidad la vulnerabilidad sísmica del Colegio Politécnico Regional Los Andes.

El estudio se enfocará en 11 parámetros fundamentales de la infraestructura escolar para resistir un terremoto. Se recolectará datos técnicos acerca de los planos de la construcción, las condiciones del terreno, con el objetivo de llevar a cabo una evaluación completa que facilite un diagnóstico inicial de la vulnerabilidad a sismos de las principales estructuras del colegio. Este análisis también busca fomentar la utilización de técnicas de evaluación sísmica más asequibles y prácticas en la organización y restauración de infraestructuras educativas en la nación. Implementar el Método de Benedetti-Petrini.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones educativas representa un desafío global, particularmente en regiones con alta sismicidad. Según (Aguilar Meléndez A., 2022), el 85% de las muertes por colapsos estructurales durante terremotos ocurren en edificios no diseñados con normas sismorresistentes, incluyendo escuelas. Estudios como los de (Jaiswal et al., 2009) evidencian que en países en desarrollo, más del 60% de las instituciones educativas presentan vulnerabilidad crítica ante sismos moderados (≥ 6.0 Mw), como demostraron los terremotos de Haití (2010) y Nepal (2015) (Shakya et al., 2022). La [UNESCO] (2019) alerta que esta problemática amenaza el derecho a la educación en zonas de alto riesgo sísmico.

El (CISMID, 2020) revela que el 70% de colegios públicos en el país fueron construidos antes de la actualización de la E.030 (2018) y carecen de reforzamiento estructural. Según (Kala et al., 2018), el 45% de los colegios en Juliaca presentan muros de adobe o albañilería no reforzada, sistemas altamente vulnerables.



1.1.1. Problema general

- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes en el año 2024, aplicando el Método Benedetti Petrini?

1.1.2. problemas específicos

- ¿En qué medida los parámetros estructurales afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos Colegio Politécnico Regional Los Andes?
- ¿En qué medida parámetros constructivos afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes?
- ¿En qué medida parámetros geométricos afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes?

1.2. Objetivos

1.2.1. objetivo general

- Determinar el Índice vulnerabilidad sísmica mediante el método de Benedetti – Petrini en las principales estructuras del colegio Politécnico regional los andes en el año 2024.

1.2.2. objetivos específicos

- Evaluar los parámetros estructurales de vulnerabilidad sísmica de las principales estructuras del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.



- Evaluar los parámetros constructivos de vulnerabilidad sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.
- Evaluar los parámetros geométricos de vulnerabilidad sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

- La aplicación de la metodología Benedetti-Petrini indica que las estructuras del plantel educativo muestran valores de vulnerabilidad sísmica correspondientes a la categoría media.

1.3.2. Hipótesis específicas

- El análisis de los parámetros estructurales demuestra que el I_v sísmica en las edificaciones principales de la institución educativa excede el umbral de 20, situándose en los rangos de vulnerabilidad media-alta según la escala de referencia.
- Los factores constructivos analizados evidencian que el I_v sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes supera el valor de 20, lo que indica una tendencia hacia una vulnerabilidad sísmica media o alta.
- Los factores geométricos analizados evidencian que el I_v sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes supera el valor de 20, lo que indica una tendencia hacia una vulnerabilidad sísmica media o alta.



1.4. Justificación

Según la página web del MINEDU, en Juliaca existen cuatro instituciones educativas que superan los 2000 estudiantes, las cuales son: JAE (2760), Politécnico (2087), Comercio 32 (2081), Las Mercedes (2070), destacando el establecimiento educativo propuesto en el estudio como uno de los más grandes del distrito de Juliaca. Adicionalmente, la E.030 categoriza a las instituciones educativas como estructuras fundamentales, por lo que es imperativo garantizar que no experimenten daños que obstaculicen su funcionamiento tras un evento sísmico.

La selección de este asunto se basa en la necesidad de examinar los peligros vinculados a los sismos, particularmente en regiones como Puno, situadas en áreas de elevada acción sísmica según a su emplazamiento geográfico en el Anillo de Fuego (Mendoza et al., 2018).

La investigación también favorece la administración del riesgo en la infraestructura educativa, teniendo en cuenta que las instituciones pedagógicas son espacios críticos tanto por su función social como por la elevada concentración de individuos. De acuerdo con la Ley N° 29664, Ley (SINAGERD), es de suma importancia asegurar la seguridad estructural de las estructuras públicas, particularmente las educativas, con el fin de proteger la vida de los alumnos y docentes frente a amenazas naturales.

1.5. Variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR
METODO DE BENEDETTI - PETRINI	Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente Resistencia convencional Calidad del sistema resistente posición del edificio y la cimentación
	Aspectos constructivos	Diafragmas horizontales Distancia entre muros Tipo de cubierta Elementos no estructurales Estado de conservación
	Aspectos geométricos	configuración en planta Configuración en elevación
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR
VULNERABILIDAD SÍSMICA	Alta vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 40 y menor a 100
	Media vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 20 y menor a 40
	Baja vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 0 y menor a 20



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Internacional*

(Pizarro et al., 2021) en su estudio valuó la vulnerabilidad sísmica de cuatro colegios en una zona de alto riesgo en Mendoza, Argentina, utilizando dos métodos cualitativos: un *Iv* específico para edificaciones educativas y la metodología de Evaluación del FEMA. P154. Los resultados, analizados, demostraron que el *Iv* coincide con uno de los niveles establecidos en el FEMA P154, validando su consistencia y destacando la importancia de emplear herramientas complementarias para evaluar estructuras en zonas sísmicas. La investigación subraya la necesidad de implementar diagnósticos estructurales en edificios educativos para mejorar su seguridad y facilitar intervenciones adecuadas ante riesgos sísmicos.

(Gautam et al., 2020) estudio la seismic vulnerability of school buildings in Nepal after the Gorkha earthquake(2015) para priorizar intervenciones. Metodología: Se desarrolló un sistema basado en índices, aplicado a 3,389 escuelas, integrando parámetros estructurales, no estructurales, arquitectónicos, geotécnicos y de reforzamiento, con análisis de sensibilidad para asignar



puntuaciones ajustadas según intervenciones. Resultados: Más del 90% de los edificios presentaron vulnerabilidad entre moderada y muy alta. Conclusión: La metodología demostró ser eficaz para clasificar y priorizar la rehabilitación de escuelas en zonas sísmicas, destacando la necesidad de acciones urgentes ante el alto riesgo identificado.

(Gentile et al., 2019) en su estudio asumió como objetivo trabajar una metodología total para sintetizar y priorizar el riesgo sísmico y de tsunami en escuelas de hormigón armado en Indonesia, dentro del programa INSPIRE. La metodología combinó un formulario de encuesta visual rápida, el índice de priorización INSPIRE (basado en curvas de fragilidad y ajustado mediante Proceso de Jerarquía Analítica), y la Evaluación de Vulnerabilidad al Tsunami PTVA, aplicándose a 85 escuelas en Banda Aceh. Además, se seleccionaron dos edificios arquetipo para análisis detallados (método SLaMA, modelos de elementos finitos y análisis dinámicos no lineales) y generación de curvas de fragilidad. Los resultados validaron la eficacia del índice INSPIRE para priorizar riesgos y definir estructuras representativas. La conclusión destaca que este enfoque permite una gestión más racional del riesgo sísmico en infraestructuras educativas, facilitando la identificación de vulnerabilidades y la planificación de intervenciones en zonas altamente expuestas.

2.1.2. Nacional

(Burgos Arévalo, 2023) en su publicación tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad sísmica de la edificación más antigua del colegio Claretiano de Trujillo mediante el método Benedetti-Petrini, tras más de 60 años de servicio. La metodología combinó inspección visual, recolección de datos in situ, ensayos de esclerometría en elementos estructurales y la aplicación de los 11 parámetros



del, complementado con modelamiento estructural en ETABS para validación. Los resultados mostraron que el ala izquierda del modulo U presentaba baja vulnerabilidad sísmica, con consistencia entre ambos métodos analíticos. La conclusión destaca que este enfoque integral (empírico-numérico) resulta confiable para evaluar edificaciones patrimoniales de características similares, proporcionando bases técnicas para decisiones de reforzamiento y conservación.

(Alvarez Sanchez & Pulgar Santacruz, 2019) en su publicación tuvo como meta evaluar la vulnerabilidad sísmica de instituciones en Villa María del Triunfo (Lima) mediante un enfoque dual para identificar estructuras aptas como refugios post-sismo. La metodología combinó: 1) el método cualitativo FEMA P-154 (evaluación visual rápida) y 2) análisis cuantitativos según la norma peruana E.030 (cálculo de distorsiones ante sismos severos). Los resultados revelaron módulos escolares que incumplían estándares sismorresistentes, evidenciando riesgos en zonas con mantenimiento deficiente. La conclusión destaca que esta integración metodológica (cuali-cuantitativa) permite priorizar intervenciones en infraestructura educativa vulnerable, siendo un modelo replicable para mitigar riesgos en áreas críticas del Perú.

(Segundo Conde & Ramirez Cabrera, 2023) en su estudio en la I.E. N.º 20316 en Amay, Huacho, con el objetivo de comprobar el nivel de vulnerabilidad sísmica utilizando y cotejando los métodos Benedetti y Petrini y FEMA. P154. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, tomando como muestra todas las aulas de la institución. Los resultados indicaron que, según ambos métodos, la vulnerabilidad sísmica es muy alta. Se concluyó que, ante un sismo severo, la estructura podría sufrir



daños de grado 4 y 5, con probabilidad de colapso parcial en la planta baja, lo que representaría un alto peligro para la integridad física de los ocupantes.

2.1.3. Regional

(Nina Escobar, 2022) en su estudio tuvo como objetivo valorar la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Emblemática Santa Rosa (Puno) mediante métodos cualitativos y cuantitativos. La metodología combinó enfoques no experimentales con instrumentos como fichas de observación, aplicando los métodos cualitativos FEMA. P-154 y Benedetti-Petrini para índices de vulnerabilidad, junto con un análisis cuantitativo mediante "push over" en ETABS V16 según la E.030. Los resultados revelaron que los módulos A, B y C presentaban alta vulnerabilidad sísmica según ambos métodos cualitativos, confirmada por el análisis "pushover" que mostró deficiencias en ambas direcciones (X e Y). La conclusión destaca la necesidad urgente de reforzamiento estructural en estos módulos y valida la eficacia de integrar metodologías cualitativas y cuantitativas para evaluar y priorizar intervenciones en infraestructuras educativas ubicadas en zonas de alto riesgo sísmico.

(Flores Escobar, 2019) en su estudio tuvo como objetivo evaluar el riesgo sísmico del pabellón principal del Colegio José Carlos Mariátegui (Ilave, Puno), una edificación que ha superado alta sismicidad. La metodología incluyó estudios topográficos, análisis de planos arquitectónicos, ensayos de esclerometría para resistencia del concreto, estudios de suelos, y análisis sísmicos estáticos y dinámicos conforme a normativa vigente. Los resultados revelaron un alto riesgo sísmico, evidenciado por fisuras, deterioro de materiales y deficiencias estructurales que comprometen la seguridad. La conclusión destaca la urgente necesidad de intervenciones de reforzamiento estructural y



subraya la importancia de evaluar periódicamente edificaciones educativas en zonas sísmicas, particularmente aquellas que han excedido su vida útil, para garantizar la protección de la comunidad educativa ante eventos sísmicos severos.

(Rojas Aguilar, 2021) El estudio se propuso determinar el grado de susceptibilidad ante eventos sísmicos del colegio San Juan Bosco (Puno) mediante métodos cualitativos. La metodología empleó un diseño no experimental transeccional, aplicando tres métodos (FEMA P-154, Benedetti y AIS) a cuatro bloques del plantel, con muestreo no probabilístico por juicio. Los resultados mostraron coincidencia en clasificar la vulnerabilidad como ALTA según FEMA P-154 y Benedetti para todos los bloques, mientras que el método AIS identificó vulnerabilidad ALTA en los módulos A y B, y MEDIA en C y D, destacándose el método Benedetti-Petrini como el más completo. La conclusión evidencia la alta vulnerabilidad sísmica de la infraestructura y la urgencia de implementar medidas preventivas en colegios de zonas sísmicas, validando la eficacia de los métodos cualitativos combinados para evaluaciones estructurales en instituciones educativas.

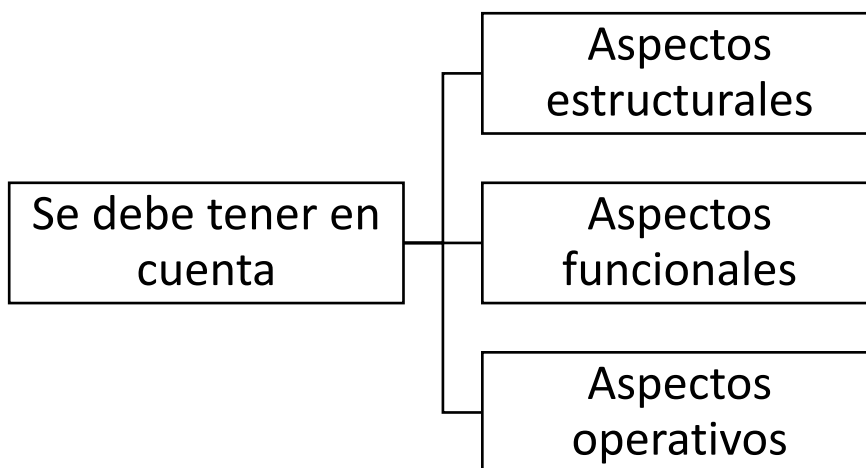
2.2. Marco teórico

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica representa el grado potencial de afectación que pueden experimentar las estructuras construidas ante un evento sísmico, determinado fundamentalmente por tres factores clave: (1) las particularidades del diseño estructural, (2) de los materiales empleados y (3) los procedimientos constructivos utilizados (Kuroiwa, 2002).

Figura 1

Parámetros que condicionan el comportamiento antisísmico.



Nota. Herrera, D. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de Namballe.

2.2.2. Método de Benedetti – Petrini

El método de Iv es un enfoque cualitativo que surgió en Italia alrededor de 1982, motivado por la constante actividad sísmica en la zona. Su creación se basó en la necesidad de cuantificar el grado de daño posible que un sismo pudiera provocar en las estructuras, evidenciando de esta manera su vulnerabilidad. Esta perspectiva fue luego adoptada y analizada por entidades como el (CISMID), con el objetivo de implementarla en situaciones de alto riesgo de terremotos.

Iv para edificaciones de mampostería**Tabla 2***Indicadores de Benedetti y Petrini para mampostería*

PARÁMETROS	ESCALA DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI				Peso W_i
	CLASE K_i				
	A	B	C	D	
1. Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2. Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4. Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontal	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: Escala numérica del Iv Iv para estructuras de mampostería Benedetti y Petrini 1984

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

Iv para construcciones de concreto armado

Tabla 3*Indicadores de Benedetti y Petrini para concreto*

PARÁMETROS	CLASE Ki			Peso Wi
	A	B	C	
1. Organización del sistema resistente	0	1	2	4.00
2. Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.00
3. Resistencia convencional	-1	0	1	1.00
4. Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.00
5. Diafragma horizontal	0	1	2	1.00
6. Configuración en planta	0	1	2	1.00
7. Configuración en elevación	0	1	3	2.00
8. Distancia máxima entre muros	0	1	2	1.00
9. Tipos de cubierta	0	1	2	1.00
10. Elementos no estructurales	0	1	2	1.00
11. Estado de conservación	0	1	2	1.00

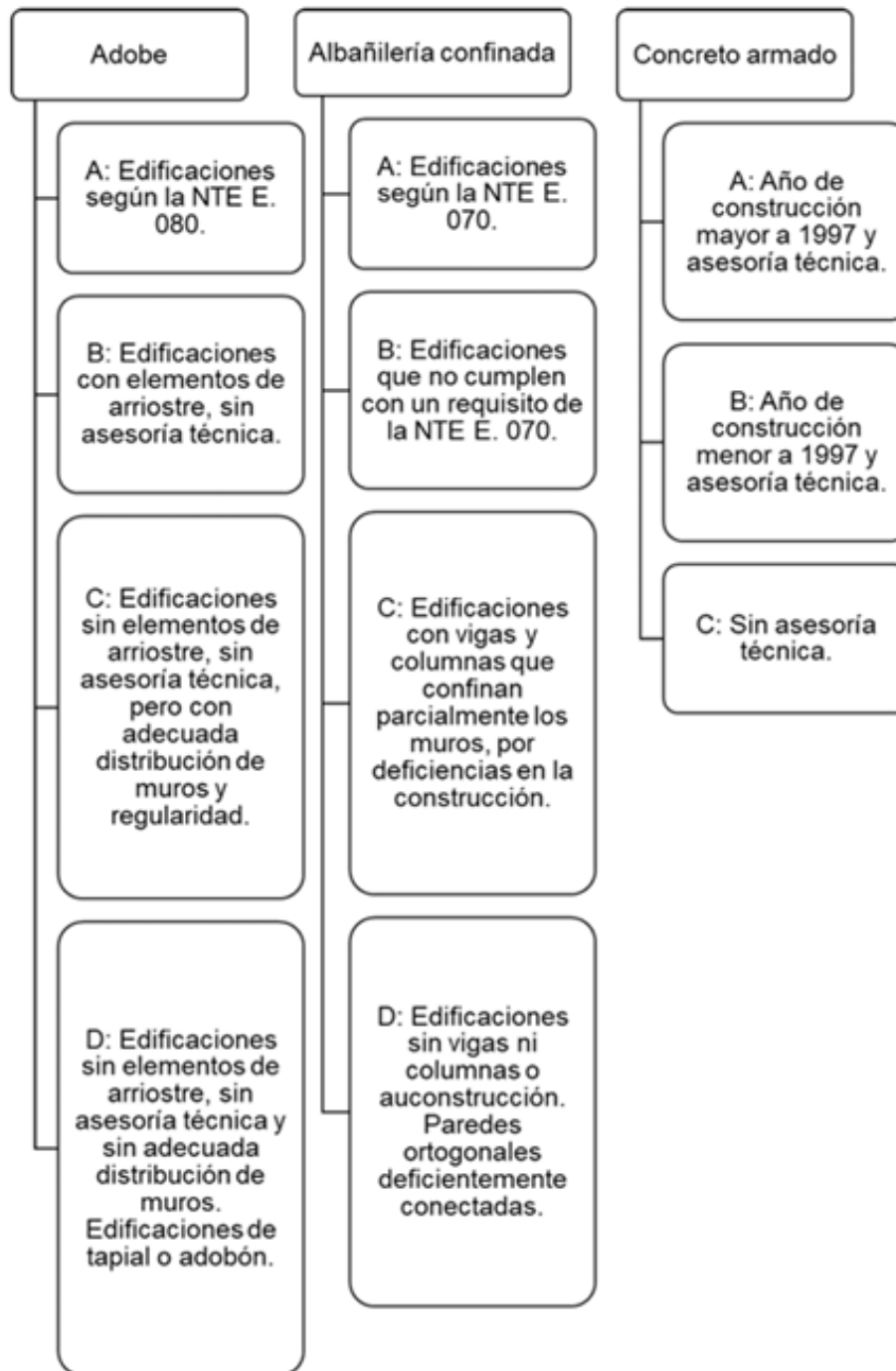
Nota: Escala numérica del Iv para estructuras de concreto armado Benedetti y Petrini 1984

$$Iv = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} Ki * Wi) + 1}{34}$$

2.2.2.1. Organización del Sistema Resistente

Es el nivel de organización estructural del inmueble en relación con su sistema de soporte, teniendo en cuenta que la categorización de estos factores depende del tipo de material utilizado en la edificación. (Mena Hernández, 2002).

Tabla 4
Categorización del primer indicador

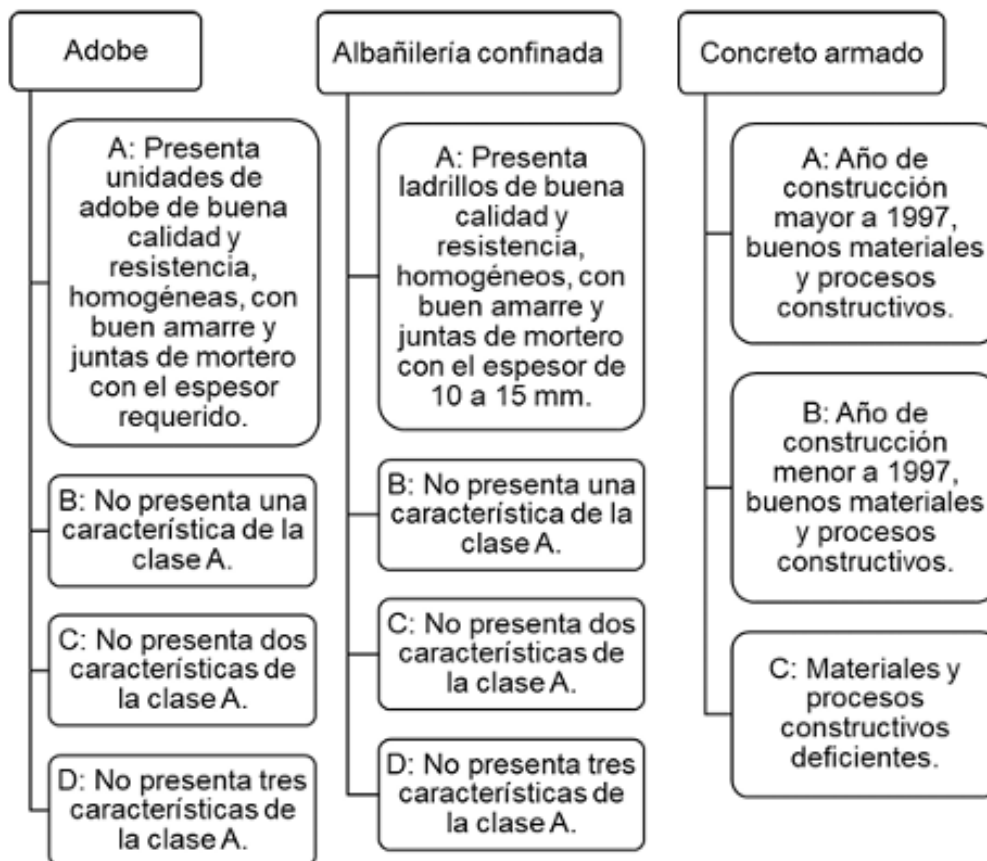


Fuente. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.2. Calidad del Sistema Resistente

Se determina considerando dos aspectos fundamentales: (1) el material empleado, el cual debe cumplir con la normativa aplicable en cuanto a sus características físicas y químicas; y (2) la calidad del ligamento estructural proporcionado por el mortero, evaluando su capacidad de unión. (Mena Hernández, 2002)

Tabla 5
Categorización del segundo indicador



Fuente. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.3. Resistencia convencional

Se asume que su comportamiento estructural corresponde al de una configuración ortogonal cerrada, similar a un cajón, y se analiza su capacidad para aguantar cargas de tipo lateral. Para esta evaluación, se aplica el método propuesto por (Cardona & Hurtado, 1990).

- 1) Área de los muros resistentes (A_x y A_y)
- 2) Capacidad de corte crítica (VR)

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

v : Resistencia cortante (tn/m^2)

Para las cortantes se utilizará las siguientes tablas:

Tabla 6

Valor de corte permitido en mampostería

Propiedades mecánicas de mampostería en edificios				
Material	Peso volumétrico (tn/m^3)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Resistencia cortante (kg/cm^2)	Módulo de elasticidad (kg/cm^2)
Adobe	1.8	2 - 5	0.5	3000
Bloque de tepetate con mortero de lodo	1.8	5 - 10	0.5	5000
Ladrillo con mortero de lodo	1.6	5 - 10	1.0	5000
Ladrillo con mortero de cal	1.6	15 - 20	2.0	10000
Mampostería de piedra irregular con mortero de cal	2.0	10 - 15	0.5	5000
Mampostería de piedra de buena calidad	2.0	30	2.0	20000

Nota. Meli, R. (1998). Ingeniería estructural de los edificios históricos. Ciudad de México, México.

Tabla 7*Resistencia última al corte en paneles de albañilería*

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

Nota. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

3) Carga gravitacional soportada por el sistema estructural (W)

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

Donde:

N: # de pisos

Ax: Área de los muros resistentes en X (m²).

Ay: Área de los muros resistentes en Y (m²).

h: Altura de entrepiso (m).

Pm: Carga gravitacional de la mampostería (tn/m³).

M: Número de sistemas de piso resistentes.

Ps: Peso de la losa (tn/m²).

At: Área techada del primer nivel (m²).

Ac: Área de la cubierta (m²).

Pc: Peso de la cubierta (tn/m²).

Tabla 8

Parámetros para la determinación de la carga gravitacional

Valores para el cálculo del peso de la edificación que ha resistido por la estructura (W)			
Pm	Ps	P0t	Pc
Para adobe se utilizará 1.60 tn/m3.	Para valores de diafragmas de losa de concreto se utilizará 0.50 tn/m2 para edificios de un nivel y 0.60 tn/m2 para edificios de 2 o más niveles.	Para valores de techos de torta de barro y caña o entramados de madera se utilizará 0.12 tn/m2 para edificios de un nivel y 0.145 tn/m2 para edificios de 2 o más niveles.	Para coberturas de teja y barro se utilizará 0.16 tn/m2 Para coberturas de calamina se utilizará 0.025 tn/m2. Para cubiertas de eternit se empleará 0.030 tn/m2.

Nota. Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

4) Coeficiente de resistencia (CSR)

$$CSR = \frac{VR}{W}$$

5) Coeficiente exigido (CSE)

Adobe (NTE E.080)

$$CSE = S * U * C$$

Tabla 9*Coeficiente (S)*

Tipo	Descripción	S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg /cm ²	1.0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 MPa ó 1.02 kg /cm ²	1.4

Nota. NTP. E080.**Tabla 10***Coeficiente (U)*

Tipo de edificación	U
NT A. 030 Hospedaje, NT A. 040 Educación, NT A. 050 Salud, NT A. 090 Servicios comunales, NT A. 100 Recreación y deportes, NT A. 110 Transporte y Comunicaciones	1.4
NT A. 060 Industria, NT A. 070 Comercio, NT A. 080 Oficinas	1.2
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0

Nota. NTP. E080.**Tabla 11***Coeficiente (C)*

Zona sísmica	C
4	0.25
3	0.20
2	0.15
1	0.10

Nota. NTP. E080.**Albañilería (NTE E.080)**

$$CSE = \frac{Z * U * S * C}{R}$$

Tabla 12*Coeficiente (Z)*

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Nota. NTP E.030**Tabla 13***Coeficiente (U)*

Categoría	Descripción	U
A	A1: Establecimientos del sector salud del segundo y tercer nivel	Si no tiene aislamiento sísmico, $U \geq 1.5$.
(Edificaciones esenciales)	A2: Edificaciones esenciales para emergencias como: establecimientos de salud no comprendidos en A1, puertos, aeropuertos, locales municipales, estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía, etc.	1.5
B (Edificaciones importantes)	Edificaciones donde se reúne gran cantidad de personas como: cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, etc.	1.3
C (Edificaciones comunes)	Edificaciones comunes como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales	1.0
D (Edificaciones temporales)	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Criterio del proyectista

Nota. Tomado de "Norma E.030 Diseño Sismorresistente", por SENCICO, 2020.

Tabla 14*Coeficiente (S)*

Zona	Suelo			
	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota. NTP. E.030 Sismorresistente**Tabla 15***Ciclos (TP) y (TL)*

Periodo	Suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	3.00	2.50	2.00	1.60

Nota. NTP. E.030**Tabla 16***Coeficiente Ct*

Ct	Tipo de edificación
35	Pórticos de concreto armado sin muros de corte o dúctiles de acero sin arriostramiento
45	Pórticos de concreto armado con muros en ascensores y escaleras o de acero arriostrados
60	Edificios de albañilería, de concreto armado duales, de muros estructurales o muros de ductilidad limitada

Nota. NTP E.030

T: Periodo esencial de vibración

$$T = \frac{h}{Ct}$$

Tabla 17

Coficiente (C)

Relación entre periodos	C
T < TP	2.50
TP < T < TL	$2.50 * \left(\frac{TP}{T}\right)$
TL < T	$2.50 * \left(\frac{TP * TL}{T^2}\right)$

Nota. NTP. E.030

Tabla 18

Coficiente (R0) de reducción sísmicas

Sistema estructural	R0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7

Nota. NTP E.030

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Demanda de ductilidad (DD)

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

Concreto armado

Según (Mesta, 2014), En estructuras de hormigón armado, el análisis sísmico simplificado se fundamentó en la correlación entre el cortante basal y la capacidad portante del sistema. Esta relación permite calcular la fuerza sísmica equivalente (F) en cada nivel n del edificio.

$$F = \frac{Z * U * S * C}{R} * W_i * h_i * \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i}$$

- 1) Área de los muros resistentes (Ax y Ay)
- 2) Factor de compacidad estructural vertical en base (A0)

$$A0 = \frac{\min (Ax; Ay)}{At}$$

- 3) Carga gravitacional por unidad de superficie (q)

$$q = \frac{Ax + Ay}{At} * h * Pm + Ps$$

Donde:

Ax,Ay: Área de placas y columnas en (m2).

At: Área techada (m2).

h: Altura de entrepiso (m).

Pm: Peso del concreto armado (tn/m3).

Ps: Peso de la losa (tn/m2).

Tabla 19

Parámetros para la carga gravitacional unitaria soportada

Valores para el cálculo del peso de la edificación que ha resistido por la estructura por unidad de área (q)	
Valores para Pm	Valores para PS
Para concreto armado se utilizará 2.40 tn/m ³	Para valores de diafragmas de losa de concreto se utilizará 0.77 tn/m ² para edificios de 1 a más niveles.

Nota. Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel (tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

4) Factor VR

$$VR = \frac{A0 * \tau}{q * N}$$

Tabla 20

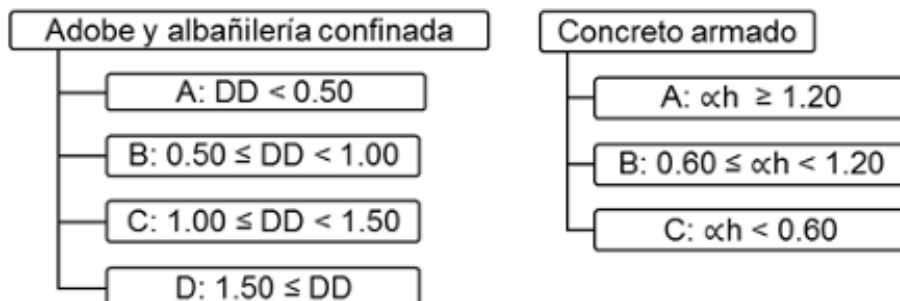
Resistencia cortante según resistencia

f _c	τ
280 kg/cm ²	89 tn/m ²
245 kg/cm ²	83 tn/m ²
210 kg/cm ²	77 tn/m ²

Nota. Mesta, C. (2014) evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes de Pimentel

5) Coeficiente α_h

$$\alpha_h = \frac{VR}{\frac{ZUSC}{R}}$$

Tabla 21*Categorización del tercer parámetro*

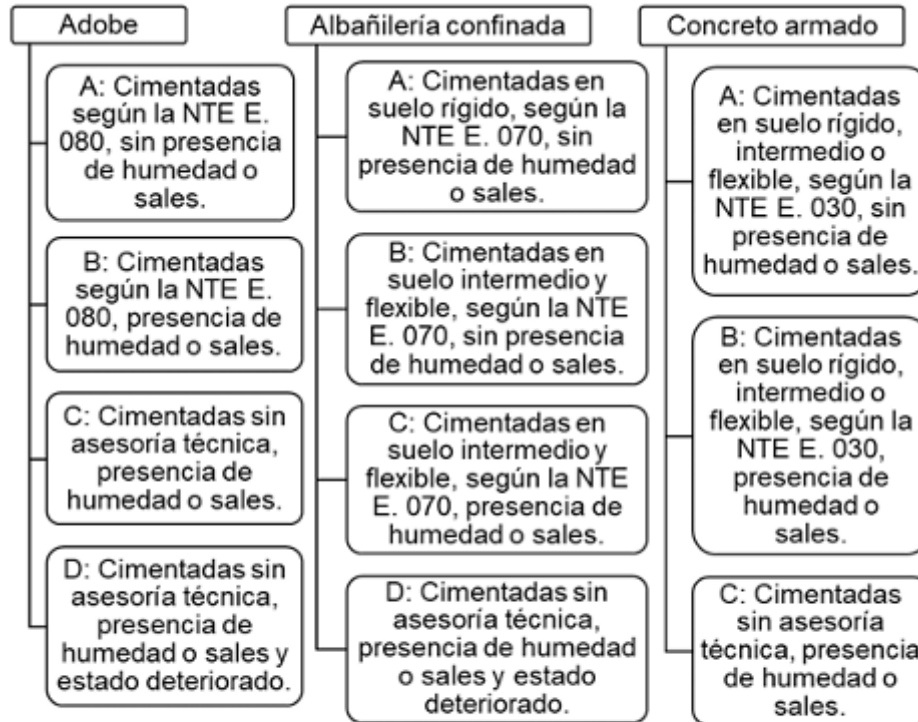
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.4. Posición del Edificio y de la Cimentación

El estudio evalúa visualmente el impacto de la cimentación y las particularidades del suelo en la conducta sísmica de la estructura. Este análisis considera: (1) la inclinación y firmeza del terreno, (2) diferencias de nivel en las fundaciones, (3) posibles empujes laterales, y (4) presencia de humedad o agentes salinos que puedan afectar la integridad estructural. (Caicedo et al., 1994)

Tabla 22

Categorización del cuarto parámetro



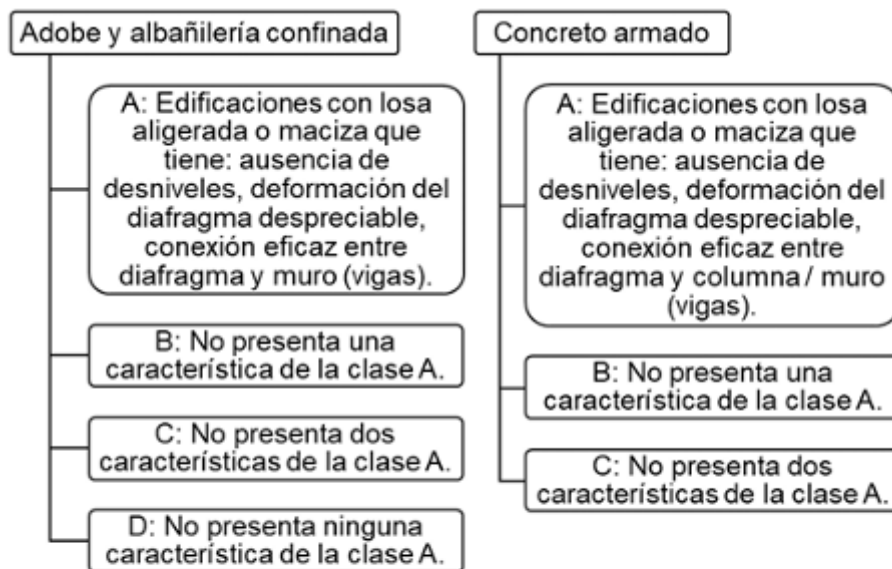
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.5. Diafragmas Horizontales

Los sistemas de piso actúan como elementos rigidizadores que garantizan el trabajo conjunto de los muros portantes (CISMID, 2020).

Tabla 23

Categorización del quinto parámetro



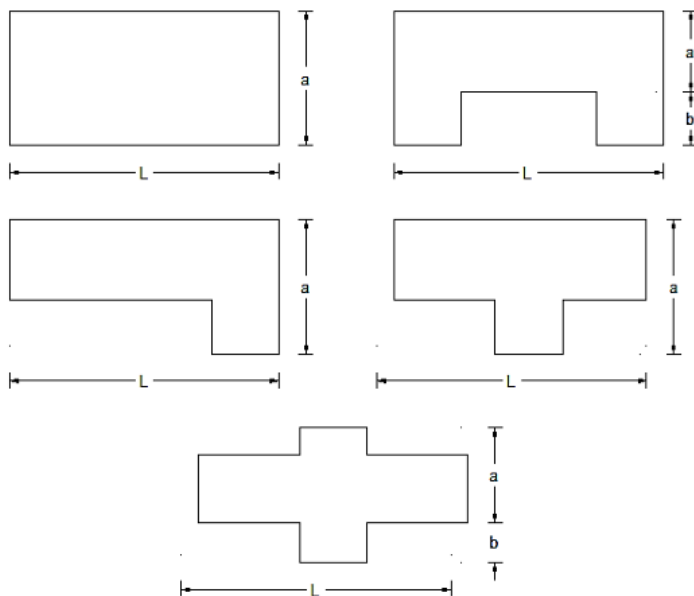
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.6. Configuración en planta

Analiza la configuración geométrica y distribución en planta de la edificación, utilizando como referencia los patrones base definidos en la metodología Iv (o métodos equivalentes) para la identificación de irregularidades estructurales. (Mena Hernández, 2002)

Figura 2

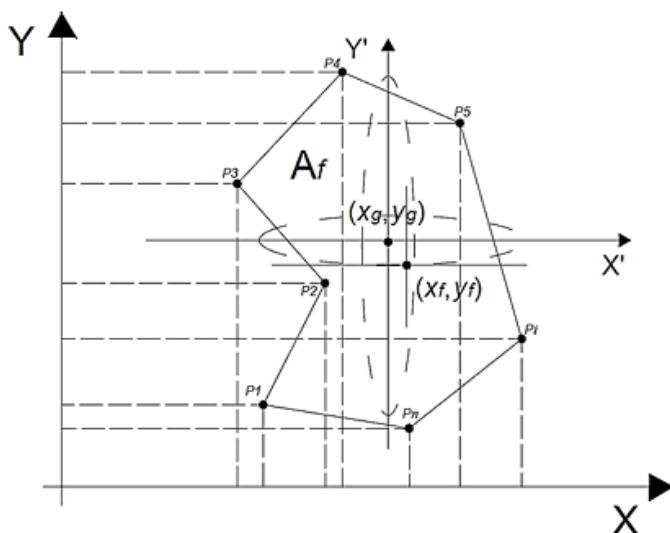
Formas en planta para la evaluación



Nota. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Figura 3

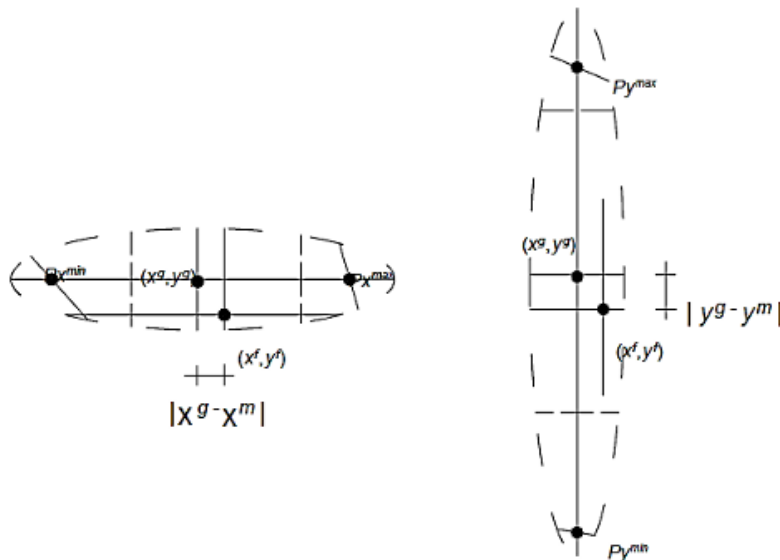
Forma de planta para la evaluación



Nota. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Figura 4

Extensión de las áreas de influencia centroidal



Nota. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Los puntos P_1 a P_n , con coordenadas (x_1, y_1) a (x_n, y_n) respectivamente, definen la disposición en planta de la estructura.

El centro de gravedad (x_g, y_g)

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

A_i son áreas parciales

La metodología de cálculo emplea el valor promedio entre los puntos más distantes de la edificación, considerando donde un eje de referencia hipotético cruza el centro de gravedad del plano.

$$x_m = \frac{x_{min} + x_{max}}{2}$$

$$y_m = \frac{y_{\min} + y_{\max}}{2}$$

Donde x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y y_{\max} , son las coordenadas de los puntos $P_{x \min}$, $P_{y \min}$, $P_{y \max}$.

Se reemplazan en:

$$I_{rx} = \frac{|x_g - x_m|}{0.5 * |x_{\max} - x_{\min}|}$$

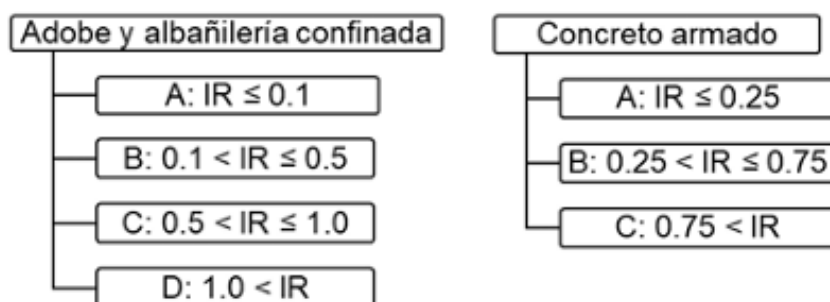
$$I_{ry} = \frac{|y_g - y_m|}{0.5 * |y_{\max} - y_{\min}|}$$

El máximo valor calificara el parámetro

IR=máx. (IRx y IRy)

Tabla 24

Categorización del sexto parámetro



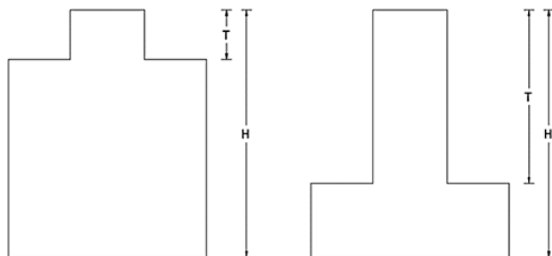
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.7. Configuración en Elevación

Se calcula mediante la siguiente expresión: $+\Delta A/A$, donde ΔA representa el cambio de masa entre pisos contiguos y A corresponde al área del nivel más próximo a la base. El símbolo (positivo o negativo) se determina según si el decremento del área se incrementa o reduce al analizar los pisos superiores. (Mena Hernández, 2002).

Figura 5

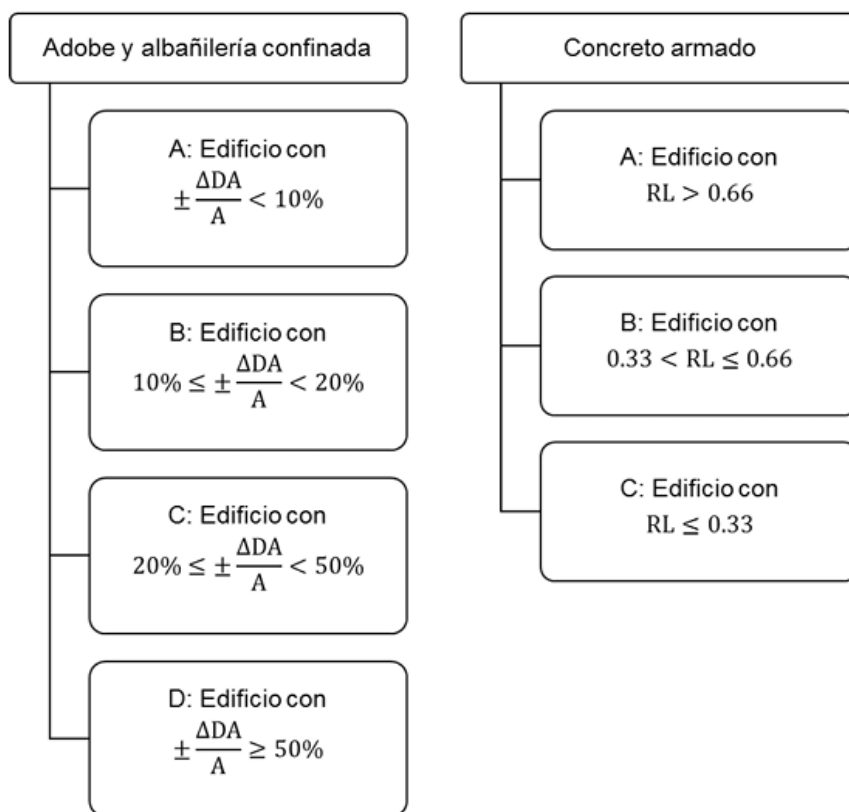
Figura en altura para la evaluación



Nota. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Tabla 25

Categorización del séptimo parámetro



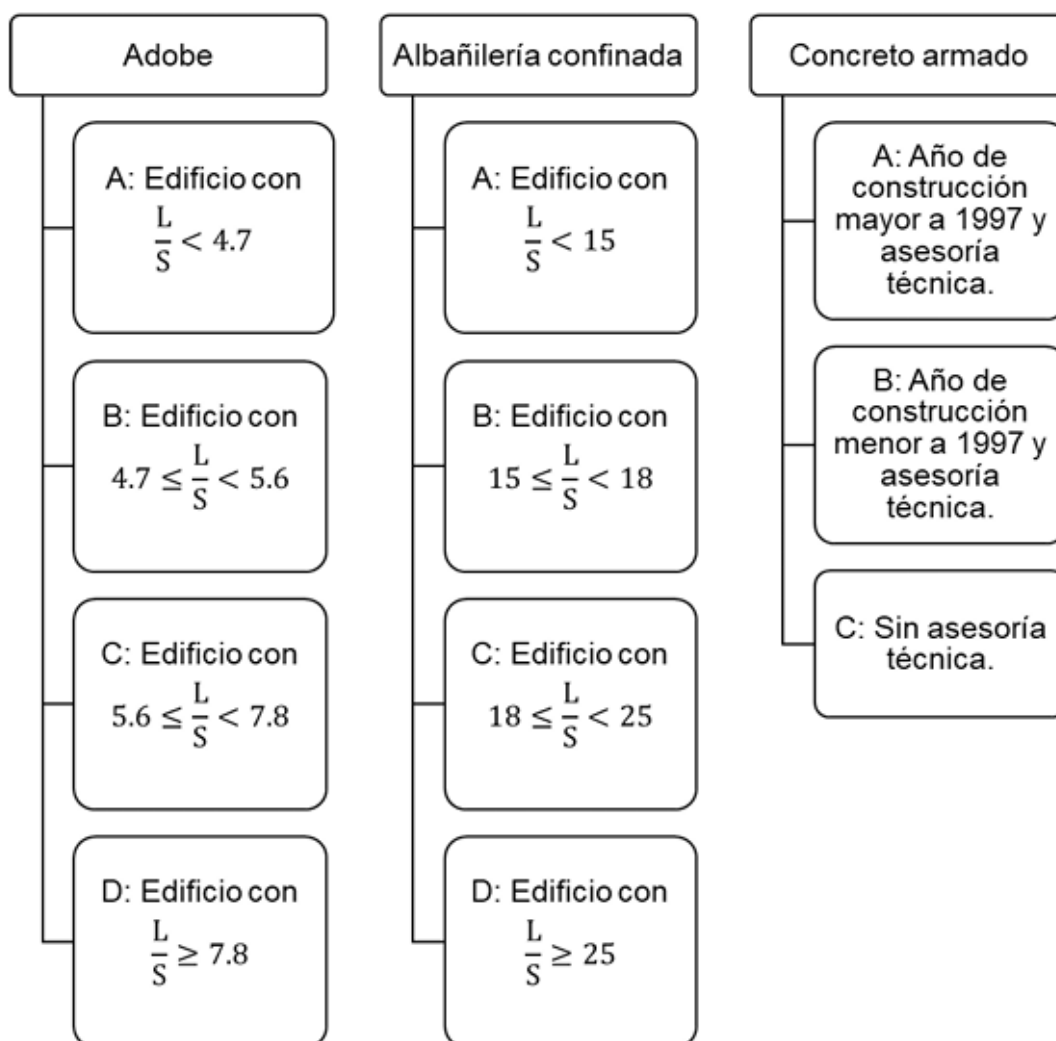
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.8. Separación máxima entre muros

Se precisa como el parámetro que establece la correlación entre la separación de los muros transversales y su espesor. Su expresión matemática es L/S (Mena Hernández, 2002).

Tabla 26

Categorización del octavo parámetro



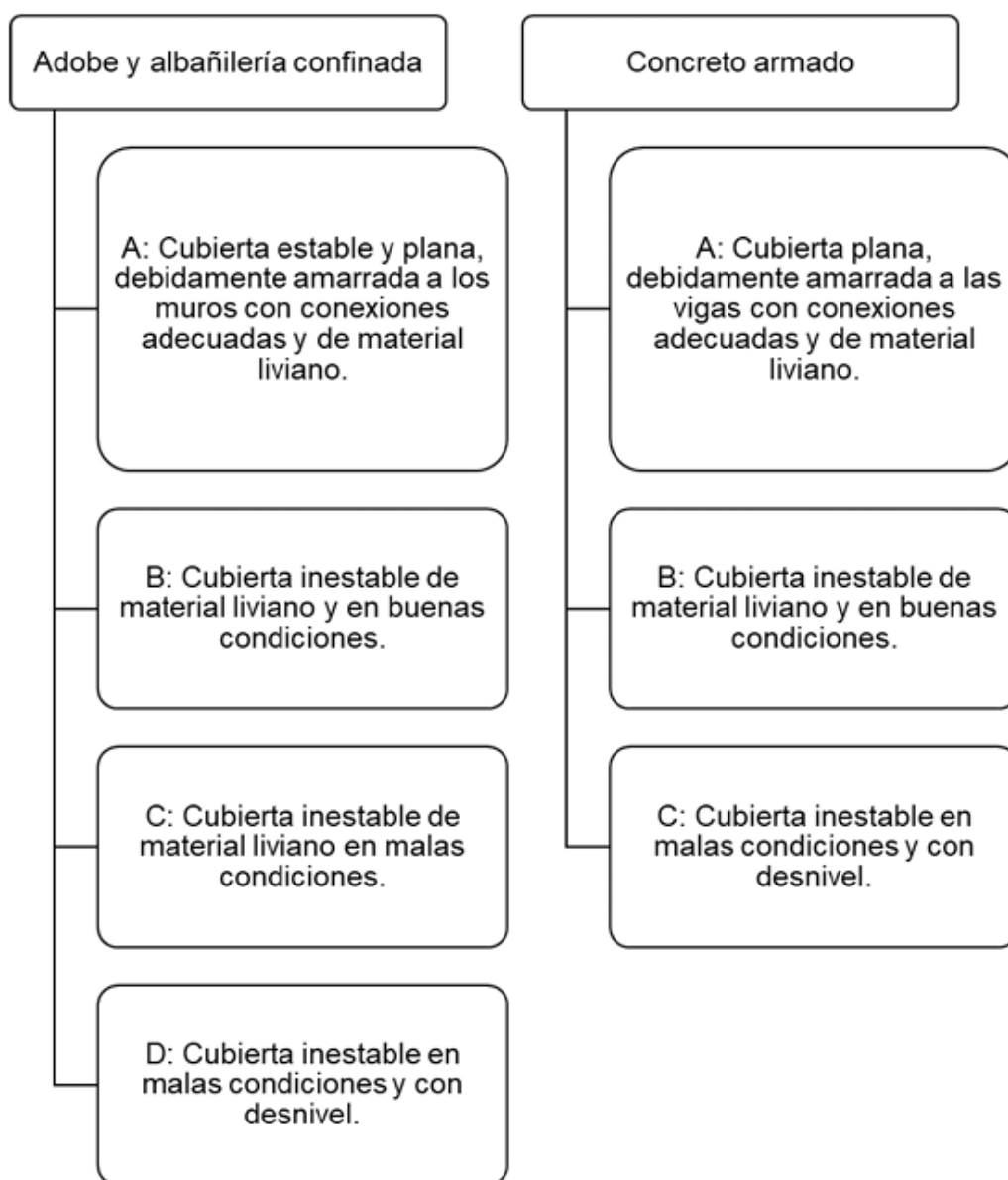
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.9. Tipos de cubierta

Se examinará cómo las tipologías de la cubierta (peso, conservación y estabilidad) modifican la vulnerabilidad sísmica según los parámetros definidos (Mena Hernández, 2002).

Tabla 27

Categorización del noveno parámetro



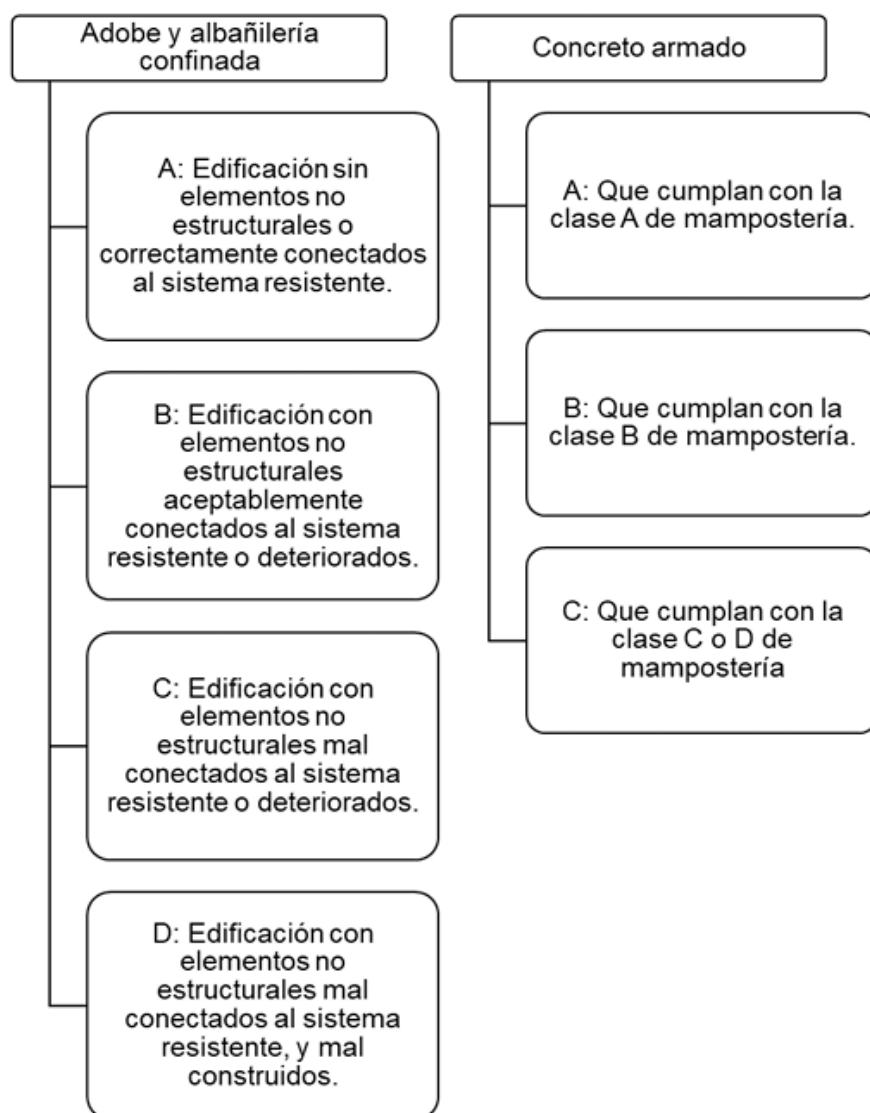
Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.10. Elementos no Estructurales

El parámetro examina características arquitectónicas y complementarios no integrados al sistema resistente, determinando si representan un riesgo ante movimientos telúricos por su posible falla o desprendimiento (Mena Hernández, 2002).

Tabla 28

Categorización del decimo parámetro

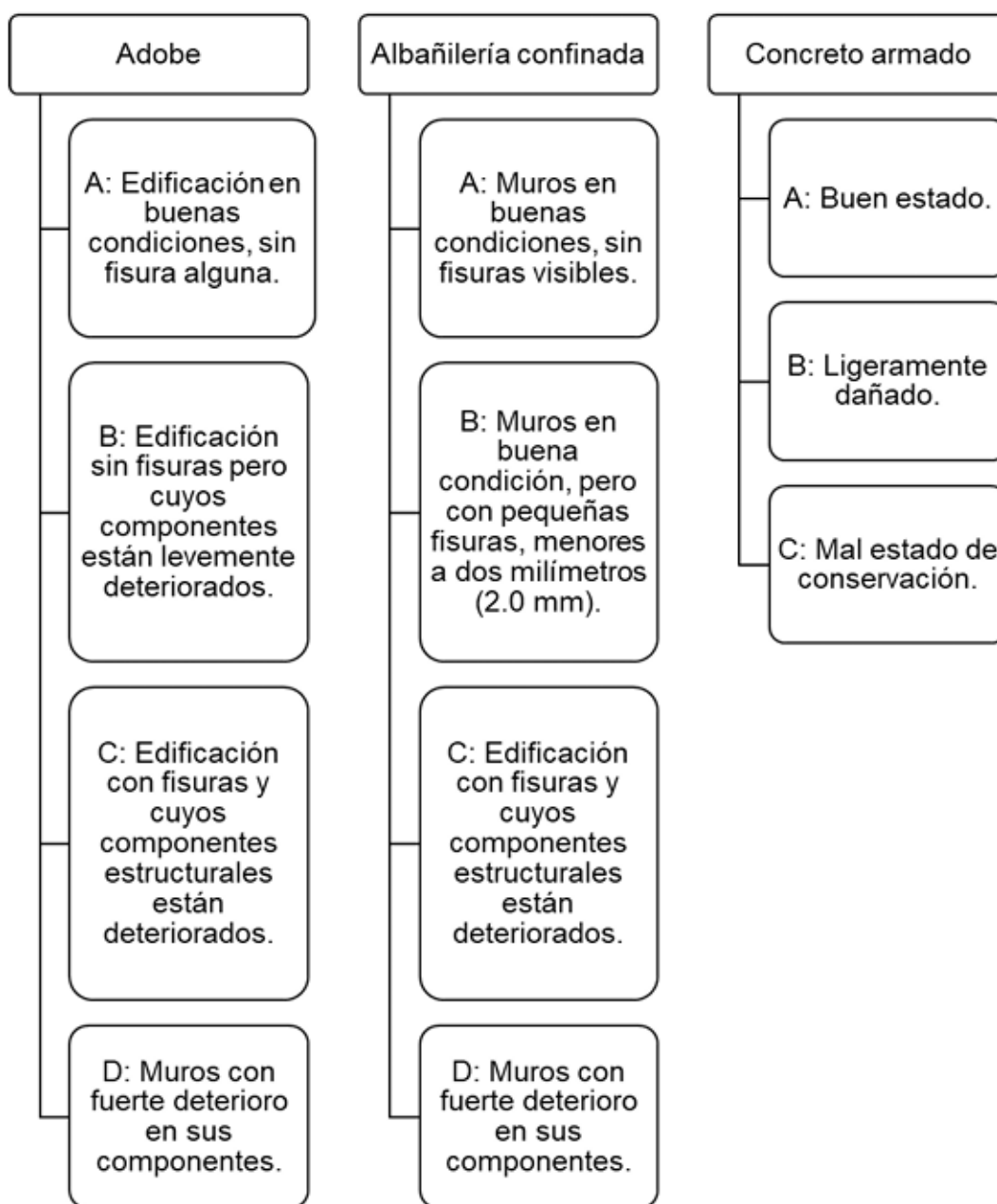


Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.2.11. Estado de Conservación

El método, aunque subjetivo, permite identificar vulnerabilidades mediante observación directa, analizando deterioros, defectos de construcción y el impacto del tiempo en la integridad estructural (Mena Hernández, 2002).

Tabla 29
Categorización del onceavo parámetro



Nota. Mesta. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.

2.2.3. Normalización del I_v sísmica

El valor obtenido del índice se normaliza asignándolo a rangos escalonados, tal como se detalla a continuación.

Para adobe y albañilería

$$I_{vn} = \frac{I_v * 100}{382.5}$$

Para concreto armado

$$I_{vn} = \frac{I_v * 100}{94.12}$$

2.2.4. Nivel de vulnerabilidad

Tabla 30

Vulnerabilidad sísmica, según su I_{vn} .

Rango	Nivel
$0 < I_v \text{ normal} < 20$	Bajo
$20 < I_v \text{ normal} < 40$	Medio
$I_v \text{ normal} > 40$	Alto

Nota. Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

Estudio de tipo no experimental, en el cual el investigador examina y registra los fenómenos dentro de su contexto natural, sin intervenir o alterar las variables, analizando los hechos bajo las condiciones reales en que ocurren. (Suárez P. et al., 2022).

Se emplea un diseño **no experimental transversal** porque evalúa las condiciones actuales de las estructuras del colegio sin manipulación de variables, limitándose a observar y medir características como la calidad del adobe, daños existentes y configuración estructural que ya están presentes en la estructura, sin posibilidad de controlarlas.

3.2. Tipo de investigación

Investigación aplicada: Enfoque orientado a la solución de problemas concretos, donde se implementan conocimientos científicos y metodologías validadas en escenarios reales, con el fin de producir respuestas efectivas y prácticas para necesidades específicas. (Paitán et al., 2014).

Esta investigación es **aplicada** porque adapta el método Benedetti - Petrini al contexto del Colegio Politécnico de Juliaca, ajustando los parámetros de vulnerabilidad a las características constructivas locales de adobe, albañilería y las condiciones sísmicas específicas de la zona, con el fin de conocer el nivel de vulnerabilidad.

3.3. Enfoque de investigación

Enfoque cuantitativo analiza datos numéricos, permitiendo medir variables y establecer patrones objetivos en los fenómenos estudiados (Suárez P. et al., 2022).

El estudio sigue un enfoque **cuantitativo** al transformar en valores numéricos (0-100) los 11 parámetros estructurales mediante ponderaciones validadas, permitiendo el cálculo del I_v (I_v)

3.4. Nivel de investigación

Nivel de investigación explicativo va más allá de la descripción, buscando establecer relaciones causa-efecto entre variables para comprender por qué ocurren los fenómenos y cómo se relacionan entre sí (Hernandez Sampieri et al., 2014).

El estudio alcanza un nivel **explicativo** al analizar 11 parámetros como aspectos estructurales, constructivos y geométricos que interactúan para incrementar significativamente el I_v , estableciendo relaciones causa-efecto que expliquen el nivel e vulnerabilidad de cada estructura.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Totalidad de componentes con atributos similares que conforman la población bajo análisis (Hernandez Sampieri et al., 2014). En ese contexto la

población es de 26 módulos que conforman la infraestructura total del Colegio Politécnico Regional Los Andes de Juliaca.

3.5.2. Muestra

Muestra representativa seleccionado de la población para su análisis (Urrúa et al., 2022). La muestra se estableció mediante un muestreo no probabilístico de criterio deliberado, seleccionando específicamente tres infraestructuras de uso educativo.

1 infraestructura de adobe primeras edificaciones que se construyeron en 1960 con 64 años de antigüedad conformado por un piso. 1 infraestructura de albañilería confinada primeras edificaciones que se construyeron en 1960 con 64 años de antigüedad conformado por un piso. 1 infraestructura de concreto armado que se construyó en el año 2003 con 21 años de antigüedad conformado por 2 pisos.

3.6. Técnicas e instrumentos

3.6.1. Técnicas

Encuesta de Benedetti – Petrini: El método de Petrini (1984) permitió evaluar integralmente las edificaciones mediante un cuestionario técnico estandarizado que analiza tres componentes clave: (1) aspectos estructurales (sistemas resistentes y elementos de confinamiento), (2) factores constructivos (calidad de materiales y técnicas de ejecución), y (3) características geométricas (regularidad en planta y elevación), proporcionando una herramienta sistemática para el diagnóstico de vulnerabilidad.

Análisis documental: Permitted documentar sistemáticamente las características esenciales de las estructuras evaluadas.



3.6.2. Instrumentos

La ficha de trabajo constituye un instrumento esencial para la estructuración y categorización de los datos recabados, integrando observaciones y comentarios, lo que simplifica la elaboración de informes (Tamayo, 1996, p. 182).

La investigación aplicará una metodología de evaluación sísmica mediante 11 parámetros técnicos, utilizando equipos de medición, recursos digitales (Excel, AutoCAD) y marco normativo (E.030/E.070/E.080)

3.7. Materiales y métodos

Figura 6

Captura de información

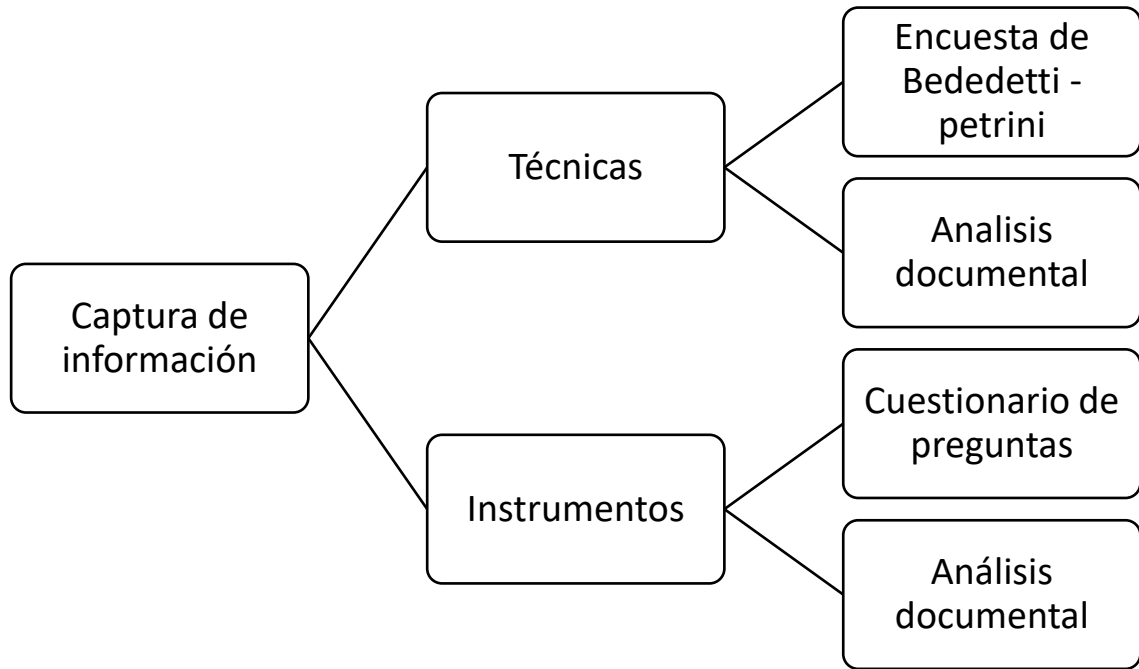
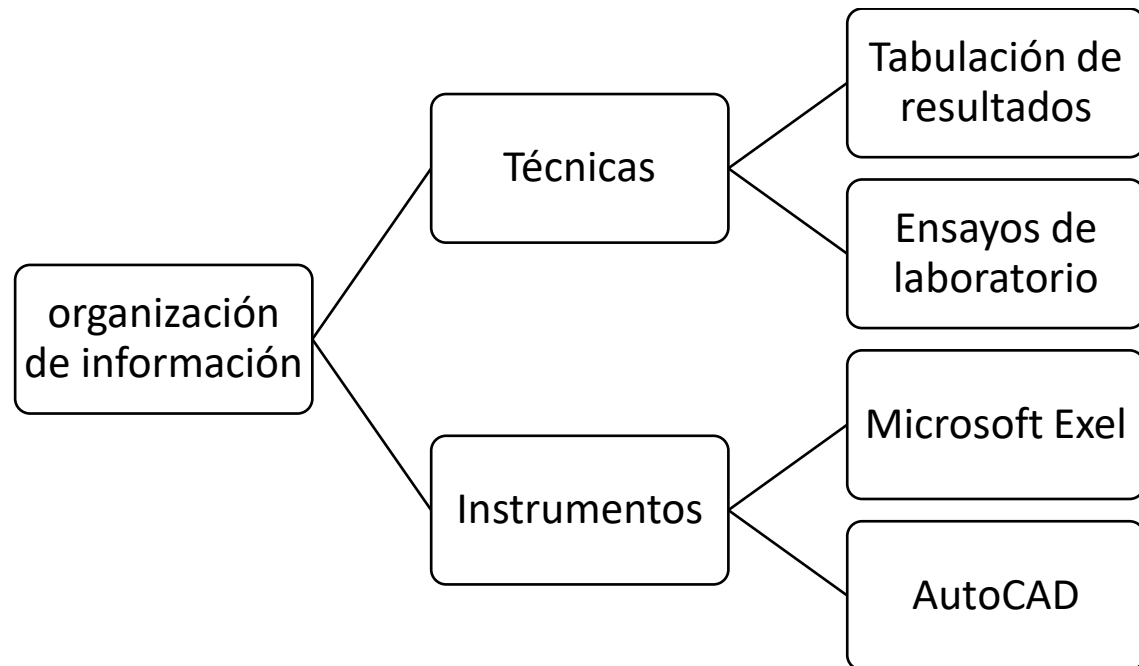


Figura 7

Procesamiento de datos



3.8. Ubicación y descripción de las edificaciones

Región: Puno

Provincia: San Román

Distrito: Juliaca

Sector: Urbanización Santa María

Figura 8

Ubicación del colegio Politécnico Regional los Andes



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Factores estructurales

4.1.1. Organización del sistema resistente

Módulo de Adobe

Figura 9

Modulo de adobe del Colegio Politécnico



Construcción en adobe Clase C, sin refuerzos estructurales de confinamiento, pero con disposición óptima de muros tanto en planta como en elevación.

Módulo de Albañilería confinada

Figura 10

Modulo de albañilería confinada del Colegio Politecnico



La estructura presenta deficiencias constructivas en su sistema de albañilería al no cumplir con las exigencias establecidos en la norma técnica E.070 de Albañilería **Clase B**.

Módulos de Concreto armado

Figura 11

Modulo de concreto armado del Colegio Politécnico



Construcción posterior a 1997 (con asesoramiento profesional) que muestra fisuras <2mm atribuidas a la omisión de juntas de control sísmico **Clase**

B.

Tabla 31

Síntesis de la configuración del sistema portante

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	C
Albañilería	2	B
Concreto armado	3	B

4.1.2. Resistencia convencional

Módulo de Adobe

Área de los muros resistentes (Ax y Ay)

Figura 12

Plano del módulo de adobe

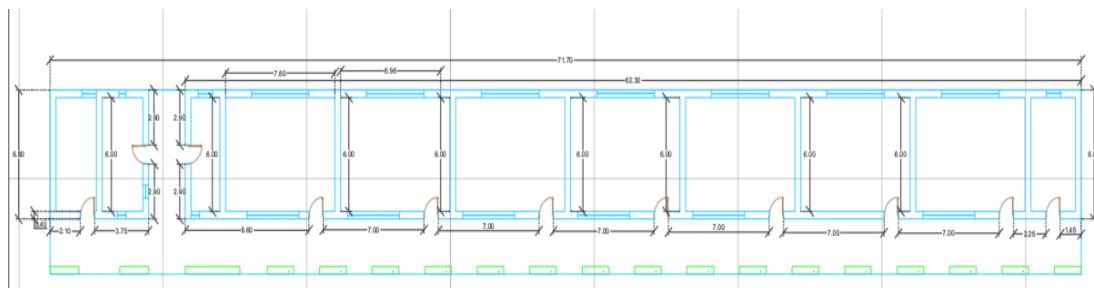


Tabla 32

Muros del módulo 1 de adobe

CANT MURO X	L	A	LA	CANT MURO Y	L	A	LA
1	6.85	0.4	2.74	1	6.8	0.4	2.72
1	62.3	0.4	24.92	1	6	0.4	2.4
1	2.1	0.4	0.84	1	2.9	0.4	1.16
1	3.75	0.4	1.5	1	2.9	0.4	1.16
1	8.6	0.4	3.44	1	2.9	0.4	1.16
6	7	0.4	16.8	1	2.9	0.4	1.16
1	2.25	0.4	0.9	8	6	0.4	19.2
1	1.45	0.4	0.58				
		Ax	51.72			Ay	28.96



Resistencia cortante más desfavorable (VR)

$$Ax = 51.72m^2 \quad Ay = 28.96m^2$$

$$v = 5 \frac{ton}{m^2}$$

$$Vr = Ay * v \quad Vr = 144.8 ton$$

Carga gravitacional soportada por el sistema estructural (W)

$$N = 1 \quad h = 3.8m \quad M = 1 \quad Ac = 695.52m^2 \quad At = 487.5m^2$$

$$Pm = 1.60 \frac{ton}{m^3}$$

$$Ps = 0.00 \frac{ton}{m^2}$$

$$Pc = 0.03 \frac{ton}{m^2}$$

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

$$W = 511.4ton$$

Coeficiente sísmico resistente

$$CSR = \frac{Vr}{W} \quad CSR = 0.283$$

Coeficiente sísmico exigido

$$S = 1.4$$

$$U = 1.4$$

$$C = 0.20$$

$$CSE = S * U * C \quad CSE = 0.392$$

Demanda de ductilidad

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \quad DD = 1.384$$

Clase C debido a que DD está entre 1 y 1.50

Módulo de Albañilería confinada

Área de los muros resistentes (A_x y A_y)

Figura 13

Plano del módulo de albañilería confinada

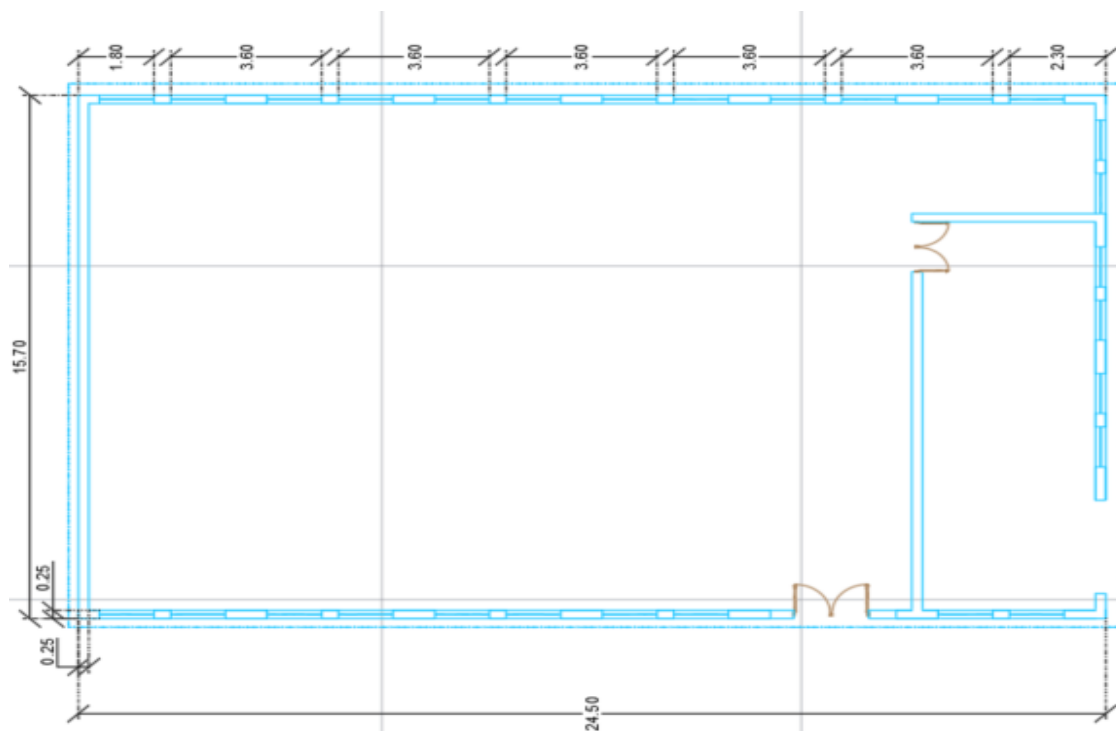


Tabla 33

Muros del módulo de albañilería confinada

CANT MURO X	L	A	LA	CANT MURO Y	L	A	LA
2	15.7	0.25	7.85	2	24.5	0.25	12.25
		A_x	7.85			B_y	12.25

Resistencia cortante más desfavorable (VR)

$$A_x = 7.85m^2 \quad A_y = 12.25m^2$$

$$v = 12 \frac{ton}{m^2}$$

$$V_r = A_x * v \quad V_r = 94.2 ton$$

Peso del inmueble que ha resistido por la estructura (W)

$$N = 1 \quad h = 4m \quad M = 1 \quad A_c = 409.13m^2 \quad A_t = 387.65m^2$$



$$Pm = 1.80 \frac{ton}{m^3}$$

$$Ps = 0.00 \frac{ton}{m^2}$$

$$Pc = 0.03 \frac{ton}{m^2}$$

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

$$W = 156.994ton$$

Coeficiente sísmico resistente (CSR)

$$CSR = \frac{Vr}{W} \quad CSR = 0.6$$

Coeficiente sísmico exigido

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$Ia = 1 \quad Ip = 1$$

$$Ro = 3$$

$$Tp = 0.60$$

$$Tl = 2.00$$

$$Ct = 60$$

$$T = \frac{h}{Ct} = 0.067m \quad T < Tp$$

$$C = 2.5$$

$$CSE = \frac{Z*U*S*C}{R} \quad CSE = 0.503$$

Demanda de ductilidad (DD)

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \quad DD = 0.839$$

Clase B porque DD está entre 0.50 y 1

Módulos de Concreto armado

Área de los muros resistentes (Ax y Ay)

Figura 14

Plano del módulo 3 de concreto armado

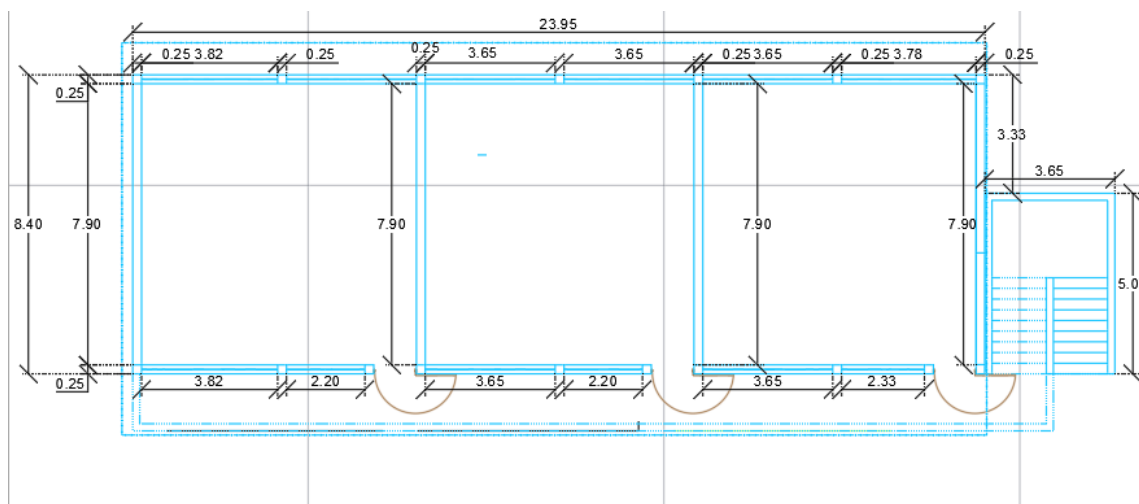


Tabla 34

Muros de concreto armado módulo 3

CANT MURO X	L	A	LA	CANT MURO Y	L	A	LA
12	0.3	0.25	0.9	14	0.3	0.25	1.05
		Ax	0.9			By	1.05

Factor de compacidad estructural vertical en base (A0)

$$Ax = 0.9m^2 \quad Ay = 1.05m^2 \quad At = 324m^2 \quad h = 3.70m \quad N = 2$$

$$Ao = \frac{Ax}{At} = 0.003$$

Peso de la edificación, por unidad de área (q)

$$Pm = 2.40 \frac{ton}{m^3}$$

$$Ps = 0.77 \frac{ton}{m^2}$$

$$\tau = 77 \frac{ton}{m^2}$$



$$q = \frac{Ax+Ay}{At} * h * Pm + Ps \quad q = 1.81 \frac{ton}{m^2}$$

Coeficiente VR

$$VR = \frac{Ao*\tau}{q} \quad VR = 0.758$$

Coeficiente α_h

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$Ia = 1 \quad Ip = 1$$

$$Ro = 8$$

$$Tp = 0.60 \quad Tl = 2.00$$

$$Ct = 35$$

$$H = h * N = 7.4m \quad T = \frac{H}{Ct} = 0.211m \quad T < Tp$$

$$C = 2.5$$

$$\alpha_h = \frac{VR*R}{Z*U*S*C} \quad \alpha_h = 4.018$$

α_h es mayor a 1.20 le corresponde **clase A**

Tabla 35

Resumen del parámetro resistencia convencional.

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	C
Albañilería	2	B
Concreto	3	A

4.2. Factores constructivos

4.2.1. Calidad del sistema resistente

Módulo de Adobe

Figura 15

Muro de adobe con exposición de la intemperie



Adobe de buena resistencia con Geometría desgastada debido a la exposición de la intemperie y el tiempo y propiedades no uniformes debido a la exposición del tiempo y lluvias **clase C**.

Módulo de Albañilería confinada

Figura 16

Muro de albañilería confinada a la intemperie



Módulo debido a su antigüedad las unidades de albañilería no tienen una geometría homogénea un mortero no homogéneo **Clase C**

Módulo de Concreto armado

Figura 17

Módulo de concreto armado con exposición a la intemperie



Edificación construida después del año 1997, con asesoría de un profesional

Clase A

Tabla 36

Resumen del parámetro calidad resistente.

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Estructuras de Adobe	1	C
Albañilería confinada	2	C
Concreto armado	3	A

4.2.2. Posición del edificio y la cimentación

Módulo de adobe

Figura 18

Descripción del suelo



Se observó deterioro avanzado en la estructura, con manifestaciones de humedad y sales, junto con una cimentación ejecutada sin asistencia profesional.

Clase D

Módulo de Albañilería confinada

Estos módulos están cimentados en un perfil de suelo S2 con buen estado de conservación no están cimentadas en suelo rígido existe humedad. **Clase D**

Módulo de Concreto armado

Base estructural apoyada en suelos tipo II (NTE E.030) con manifestaciones de humedad y eflorescencias salinas **Clase B**

Tabla 37

Disposición espacial del módulo y elementos de cimentación

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	D
Albañilería	2	D
Concreto	3	B

4.2.3. Diafragmas horizontales

Módulos de adobe

El módulo posee una cubierta liviana de calamina en malas condiciones. Las edificaciones de adobe no cumplen con ningún aspecto, por ello, se le asigna la **clase D**.

Módulo de Albañilería confinada

La construcción tiene ausencia de diafragmas, la cual solo presenta techo de calamina con presencia de vigas de madera y columnas de rollizos de 3in esto implica problemas de estabilidad **Clase D**

Módulos de Concreto armado

Edificación con losa aligerada o maciza que tiene: ausencia de desniveles, deformación del diafragma despreciable, conexión eficaz entre diafragma y muros (vigas) Clase A

Tabla 38

Síntesis de los sistemas de piso como diafragmas

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	D
Albañilería	2	D
Concreto	3	A

4.2.4. Distancia máxima entre muros L/S

Módulo de Adobe

Modulo 1 de adobe

L=7.6m y S=0.40m

L/S=19

Conforme al parámetro 8 L/S es mayor a 7.8 se asigna **clase D**

Módulo de Albañilería confinada

L=3.60m y S=0.25m

L/S=14.4 es menor a 15 se le asigna **clase A**

Módulo de Concreto armado

Módulo de concreto armado se construyó en el año 2003 con asesoría técnica se le asigna **clase A**

Tabla 39

Resumen del parámetro distancia máxima entre muros L/S

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	D
Albañilería	2	A
Concreto	3	A

4.2.5. Tipo de cubierta

Módulo de Adobe

Figura 19

Cobertura del módulo de adobe



Módulo de adobe posee una cubierta liviana en malas condiciones (antigüedad y exposición a la intemperie) cubierta estable correctamente amarrada de material liviano se le asigna **clase B**.

Módulos de Albañilería confinada

Figura 20

Cobertura del módulo de albañilería confinada

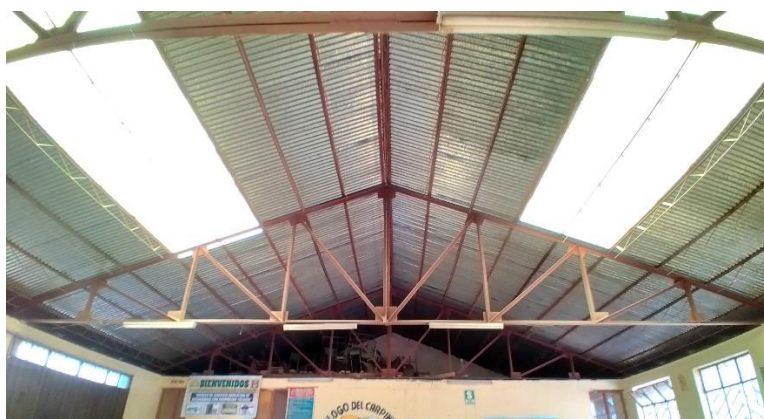


Módulo de albañilería presenta una cubierta de calamina inestable en malas condiciones y con desnivel y una inadecuada conexión se le asigna D.

Módulos de Concreto armado

Figura 21

Cobertura del módulo de concreto armado



Estructura de techo firme, asegurada a los muros con anclajes livianos y sin evidencias de deterioro se le asigna **Clase A**

Tabla 40*Resumen del parámetro tipo de cubierta*

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	B
Albañilería	2	D
Concreto	3	A

4.2.6. Elementos no estructurales**Módulo de Adobe****Figura 22***Módulo de adobe con deterioro de tarrajeo de yeso*

Construcciones de adobe con elementos no portantes medianamente vinculados a la estructura principal o con manifestaciones de daño **Clase B**

Módulos de Albañilería confinada

Figura 23

Sistemas no estructurales de los módulos de albañilería.



Módulos presentan vanos mal conectados y con un deterioro notable **Clase D.**

Módulo de Concreto armado

Figura 24

Sistemas no estructurales de concreto armado



Módulo presenta volado y parapetos correctamente conectados, pero deterioro notable **Clase B**

Tabla 41

Resumen del parámetro elementos no estructurales

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	B
Albañilería	2	D
Concreto	3	B

4.2.7. Estado de conservación

Módulo de Adobe

Figura 25

Grado de preservación del módulo constructivos de adobe



Módulo de adobe con grietas y cuyos componentes estructurales están deteriorados **Clase C**

Módulos de Albañilería confinada

Figura 26

Grado de preservación del módulo constructivos albañilería



Estructura de albañilería con daños por fisuración y degradación significativa de sus elementos **Clase C**

Módulos de Concreto armado

Figura 27

Grado de preservación del módulo constructivos concreto



Módulo en buenas condiciones, pero con fisuras de 2 a 3 mm se le asigna **Clase B**

Tabla 42

Resumen del parámetro estado de preservación.

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	C
Albañilería	2	C
Concreto	3	B

4.3. Factores Geométricos

4.3.1. Configuración en planta

Módulo de Adobe

$$x_{min} = 0.00m$$

$$y_{min} = 0.00m$$

$$x_{max} = 7.71m$$

$$y_{max} = 6.80m$$

$$xm = \frac{x_{min} + x_{max}}{2}$$

$$ym = \frac{y_{min} + y_{max}}{2}$$

$$xm = 35.85m$$

$$ym = 3.40m$$



$$xg = \frac{xmax}{2}$$

$$xg = 35.85$$

$$Irx = \frac{xg-xm}{0.5*(xmax-xmin)}$$

$$Irx = 0.00$$

$$yg = \frac{ymax}{2}$$

$$yg = 3.40$$

$$Iry = \frac{yg-ym}{0.5*(ymax-ymin)}$$

$$Iry = 0.00$$

Como IR es menor que 0.1 corresponde a la **clase A**

Módulo de Albañilería confinada

$$xmin = 0.00m$$

$$xmax = 24.50m$$

$$xm = \frac{xmin+xmax}{2}$$

$$xm = 12.25m$$

$$xg = \frac{xmax}{2}$$

$$xg = 12.25$$

$$Irx = \frac{xg-xm}{0.5*(xmax-xmin)}$$

$$Irx = 0.00$$

$$ymin = 0.00m$$

$$ymax = 15.70m$$

$$ym = \frac{ymin+ymax}{2}$$

$$ym = 7.85m$$

$$yg = \frac{ymax}{2}$$

$$yg = 7.85$$

$$Iry = \frac{yg-ym}{0.5*(ymax-ymin)}$$

$$Iry = 0.00$$

Como IR es menor que 0.1 corresponde a la clase A

Módulo de Concreto armado

$$xmin = 0.00m$$

$$xmax = 23.95m$$

$$xm = \frac{xmin+xmax}{2}$$

$$xm = 11.98m$$

$$xg = \frac{xmax}{2}$$

$$ymin = 0.00m$$

$$ymax = 8.40m$$

$$ym = \frac{ymin+ymax}{2}$$

$$ym = 4.20m$$

$$yg = \frac{ymax}{2}$$

$$xg = 11.98$$

$$yg = 4.20$$

$$Irx = \frac{xg - xm}{0.5 * (xmax - xmin)}$$

$$Iry = \frac{yg - ym}{0.5 * (ymax - ymin)}$$

$$Irx = 0.00$$

$$Iry = 0.00$$

Como IR es menor que 0.1 corresponde a la clase A

Tabla 43

Resumen del parámetro factores Geométricos

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Estructuras de Adobe	1	A
Albañilería confinada	2	A
Concreto armado	3	A

4.3.2. Configuración en elevación

Módulo de Adobe

Al tratarse de una estructura de adobe de un nivel, no se registra variación de masa entre pisos ($\Delta A/A = 0\%$) se le asigna la **clase A**.

Módulo de Albañilería confinada

Para el módulo de albañilería confinada como los módulos poseen 1 nivel la modificación de masa es igual a 0 ($DA/A=0\%$) se le asigna la **clase A**.

Módulo de Concreto armado

Figura 28

configuración en elevación concreto armado



Módulo como se observa en la imagen posee variación de masas debido a que en el segundo nivel posee variación menor al 10% debido a los parapetos **clase A.**

Tabla 44

Resumen del indicador de regularidad en elevación

Material	MÓDULO	CALIFICACIÓN
Adobe	1	A
Albañilería	2	A
Concreto	3	A

Vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica de adobe

Tabla 45

Iv sísmica módulo de adobe

Parámetros	Clase Ki				Peso Wi	Kwi
	KiA	KiB	KiC	KiD		
1. Organización del sistema resistente.			20		1.00	20
2. Resistencia convencional.			25		1.50	37.5
3. Calidad del sistema resistente.			25		0.25	6.25
4. Posición del edificio y cimentación.				45	0.75	33.75
5. Diafragma horizontales.				45	1.00	45
6. Distancia máxima entre los muros.				45	0.25	11.25
7. Tipo de cubierta.		15			1.00	15
8. Elementos no estructurales.		0			0.25	0
9. Estado de conservación.			25		1.00	25
10. Configuración en planta	0				0.50	0
11. Configuración en elevación.	0				1.00	0
				iv		193.75

$$Ivn = \frac{193 \cdot 100}{382.5} = 50.65 \text{ Vulnerabilidad alta}$$

Vulnerabilidad sísmica de los módulos de albañilería confinada

Tabla 46

Iv sísmica módulo 1 de albañilería confinada

Parámetros	Clase Ki				Peso Wi	Kwi
	KiA	KiB	KiC	KiD		



1. Organización del sistema resistente.	5		1.00	5
2. Resistencia convencional.	5		1.50	7.5
3. Calidad del sistema resistente.		25	0.25	6.25
4. Posición del edificio y cimentación.			45	33.75
5. Diafragma horizontales.			45	45
6. Distancia máxima entre los muros.	0		0.25	0
7. Tipo de cubierta.			45	45
8. Elementos no estructurales.			45	11.25
9. Estado de conservación.		25	1.00	25
10. Configuración en planta	0		0.50	0
11. Configuración en elevación.	0		1.00	0
			lv	178.75

$$I_{vn} = \frac{178.75 \cdot 100}{382.5} = 46.73 \text{ Vulnerabilidad Alta}$$

Vulnerabilidad sísmica de los módulos de concreto armado

Tabla 47

Iv sísmica módulo de concreto armado

Parámetros	Clase Ki			Peso Wi	Kwi
	KiA	KiB	KiC		
1. Organización del sistema resistente.		1		4.00	4
2. Resistencia convencional.	0			1.00	0
3. Calidad del sistema resistente.	0			1.00	0
4. Posición del edificio y cimentación.		1		1.00	1
5. Diafragma horizontales.	0			1.00	0
6. Distancia máxima entre los muros.	0			1.00	0
7. Tipo de cubierta.	0			1.00	0
8. Elementos no estructurales.		1		1.00	1
9. Estado de conservación.		1		1.00	1
10. Configuración en planta	0			1.00	0
11. Configuración en elevación.	0			2.00	0
			lv		23.53

$$I_{vn} = \frac{23.53 \cdot 100}{94.12} = 25.00 \text{ Vulnerabilidad Media}$$

Figura 29

Patrón de daño típico en estructuras de Adobe

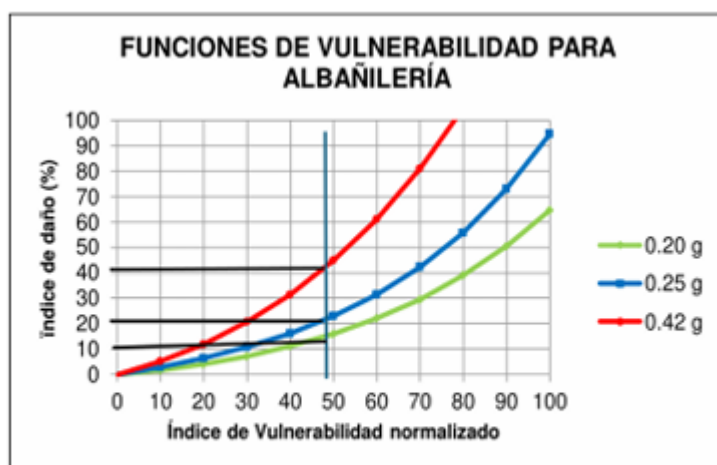


Nota. Julca J, Orbegoso E. 2008

Con un Índice de Vulnerabilidad (IVn) de 50.65, se estima que un sismo de magnitud 7 generaría un 20% de daño, mientras que uno de magnitud 8 aumentaría el daño al 34%, y en caso de un terremoto de magnitud 9, el impacto alcanzaría el 73%.

Figura 30

Patrón de daño típico en estructuras de Albañilería

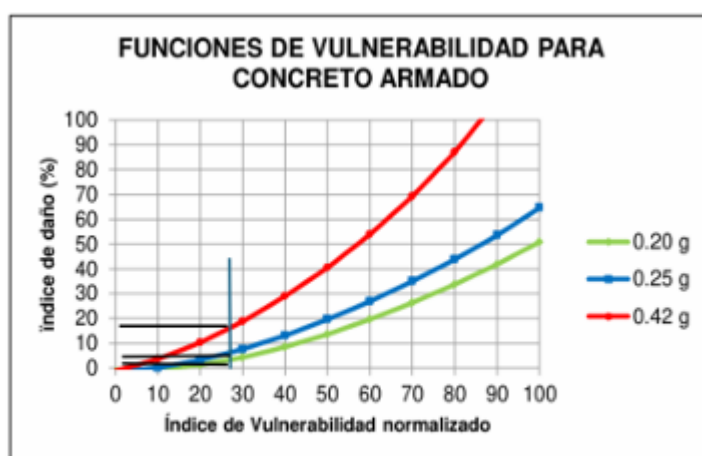


Nota. Julca J, Orbegoso E. 2008

Según un Índice de Vulnerabilidad (IVn) de 46.73, se proyecta que un terremoto de magnitud 7 causaría un 10% de daño, mientras que uno de magnitud 8 incrementaría el daño al 20%, y en el caso de un sismo de magnitud 9, el índice de daño llegaría al 40%.

Figura 31

Patrón de daño típico en estructuras de Concreto



Nota. Julca J, Orbegoso E. 2008

Con un (IVn) de 25, se estima que un sismo de magnitud 7 provocaría un índice de daño del 2%. Para un sismo de magnitud 8, el daño sería del 4%, y ante un sismo de magnitud 9, alcanzaría el 19%.

Validación de hipótesis

Validación de hipótesis específicas

H.1. Los elementos estructurales evaluados demuestran que el Iv de las instalaciones principales de esta institución educativa supera el umbral de 20, señalando una propensión a presentar vulnerabilidad media-alta frente a terremotos.



Los resultados evidencian que los aspectos estructurales afectan en un 30% (adobe, $I_{vn}=15.03$), 7% (albañilería confinada, $I_{vn}=3.27$) y 57% (concreto armado, $I_{vn}=14.28$), validando la hipótesis 1 al identificar una vulnerabilidad sísmica media-alta, asociada a parámetros de diseño sismorresistente y resistencia estructural.

H.2. El análisis de los componentes estructurales revela que el I_v de las instalaciones educativas sobrepasa el valor crítico de 20, sugiriendo una clasificación de riesgo sísmico que varía entre medio y elevado, según los parámetros de evaluación empleados.

El análisis cuantitativo revela que los factores constructivos inciden desigualmente según el sistema estructural: 70% (adobe/ $I_{vn}35.6$), 93% (albañilería/ $I_{vn}43.5$) y 43% (concreto/ $I_{vn}10.7$), validando la H2 al demostrar vulnerabilidad sísmica media-alta vinculada a 7 parámetros determinantes (resistencia, posición, cimentación, diafragmas, distancia entre muros, cubierta, elementos secundarios y conservación).

H.3. El estudio geométrico revela que el índice de vulnerabilidad de las estructuras clave excede 20 puntos, clasificándolas en rangos de riesgo sísmico medio-alto según criterios internacionales.

El análisis geométrico determinó impacto nulo ($I_{vn}=0.00$) en la vulnerabilidad sísmica para todos los sistemas estructurales evaluados, invalidando la H3



Validación de hipótesis general

H.G.

El I_v sísmica normalizada de las estructuras del Colegio Politécnico Regional Los Andes, determinado mediante el método de Benedetti y Petrini, se encuentra dentro de 20 a 100.

Al aplicar el método de Benedetti–Petrini, se obtuvo un I_v sísmica I_{vn} de 50.65 en las estructuras de adobe, lo que indica una vulnerabilidad alta. En los módulos de albañilería confinada, el I_{vn} fue de 46.73, también clasificado como alta vulnerabilidad, mientras que en los módulos de concreto, el I_{vn} alcanzó un valor de 23.53, correspondiente a una vulnerabilidad media. En función de estos resultados, se acepta la hipótesis general, ya que el I_v sísmica (I_{vn}) obtenido se encuentra dentro del rango de 20 a 100, confirmando la tendencia esperada.

CONCLUSIONES

Primera conclusión

El Índice (I_{vn}) de vulnerabilidad sísmica, calculado varía según el tipo de estructura. En las construcciones de adobe, se obtuvo un índice de 50.65, lo que representa una vulnerabilidad sísmica alta. De igual forma, las estructuras de albañilería confinada registraron un índice de 46.73, también clasificado como de alta vulnerabilidad. En cambio, las estructuras de concreto armado presentaron un índice de 25.00, correspondiente a una vulnerabilidad sísmica media.

Segunda conclusión

Al analizar los aspectos estructurales, se identificó que los módulos evaluados presentan una tendencia predominante hacia una vulnerabilidad sísmica media en los módulos de concreto armado, y alta en las construcciones de adobe y albañilería confinada. Esta clasificación se debe a que los parámetros considerados generan un I_v superior a 20 e inferior a 100, situando a estas edificaciones dentro de un rango de riesgo sísmico elevado.

Tercera conclusión

Al evaluar los aspectos constructivos, se determinó que la tendencia de la vulnerabilidad (I_{vn}) sísmica es preferentemente media en las estructuras de concreto armado, mientras que en las estructuras de adobe y albañilería confinada es alta. Esto se debe a que los parámetros evaluados presentan clasificaciones que generan un I_v superior a 20 e inferior a 100, siendo más



significativos en las construcciones de adobe y albañilería, donde su impacto es considerablemente mayor.

Cuarta conclusión

Al evaluar los aspectos geométricos, se determinó que la predisposición de la vulnerabilidad (I_v) sísmica es predominantemente baja, ya que en todos los módulos los parámetros fueron clasificados como clase A, lo que corresponde a un I_v igual a 0.



RECOMENDACIONES

Se recomienda extender el análisis de vulnerabilidad sísmica a otras instituciones educativas de la región con características similares. Esto permitirá comparar resultados y generar un panorama más amplio sobre la vulnerabilidad estructural en contextos educativos.

Se recomienda evaluar cómo las limitaciones presupuestarias y los recursos disponibles influyen en la implementación de medidas de mitigación de riesgos sísmicos. Este análisis podría ayudar a desarrollar estrategias de intervención más viables y sostenibles.

Se recomienda incorporar diseños y estudios experimentales en laboratorio, como pruebas de carga en modelos a escala de estructuras representativas, para verificar la exactitud de los índices de vulnerabilidad obtenidos.

Se recomienda incorporar y adaptar el método de Benedetti y Petrini con otras técnicas de análisis de vulnerabilidad sísmica, como método hirosawa, FEMMA, modelos computacionales avanzados o el uso de herramientas como software de análisis estructural. Esto podría enriquecer y validar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Meléndez A. (2022, enero 15). Mayoría de muertes durante sismos ocurren por cagolapso de estructuras [Https://www.uv.mx/prensa/ciencia/mayoria-de-muertes-durante-sismos-ocurren-por-colapso-de-estructuras/]. *Universo - Sistema de noticias de la UV*. <https://www.uv.mx/prensa/ciencia/mayoria-de-muertes-durante-sismos-ocurren-por-colapso-de-estructuras/>
- Alvarez Sanchez, J. J., & Pulgar Santacruz, X. O. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Iv (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. *Lima, Perú*. <https://core.ac.uk/download/pdf/232263213.pdf>
- Burgos Arévalo, V. J. P., & Burgos Arévalo, C. M. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica, utilizando el método de Benedetti—Petrini, del pabellón “U” de la institución educativa privada Claretiano—Trujillo. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10151>
- Caicedo Caicedo, C., Barbat Barbat, H. A., Canas Torres, J. A., & Aguiar Falconí, R. (1994). *Vulnerabilidad sísmica de edificios*. Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/27020>
- Cardona, O., & Hurtado, J. (1990). Propuesta metodológica para los análisis de vulnerabilidad. *Informe de consultoria Proyecto UNDR0/ACD/ONAD Para la mitigacion de riesgos en Colombia. Santiago de Cali: Inedito*.



- CISMID. (2020). *Evaluación de riesgo sísmico en colegios del Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.*
- Flores Escobar, R. (2019). Evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave—Puno. *Universidad José Carlos Mariátegui.*
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/741>
- Gautam, D., Adhikari, R., Rupakhety, R., & Koirala, P. (2020). An empirical method for seismic vulnerability assessment of Nepali school buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(13), 5965-5982.
<https://doi.org/10.1007/s10518-020-00922-z>
- Gentile, R., Galasso, C., Idris, Y., Rusydy, I., & Meilianda, E. (2019). From rapid visual survey to multi-hazard risk prioritisation and numerical fragility of school buildings. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(7), 1365-1386. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1365-2019>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª). McGraw Hill España.
- Jaiswal, K., Wald, D. J., & Hearne, M. (2009). Estimating Casualties for Large Earthquakes Worldwide Using an Empirical Approach. En *Open-File Report* (2009-1136). U.S. Geological Survey.
<https://doi.org/10.3133/ofr20091136>
- Kala, C., Mary, C., Blanco, L., & José, L. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las infraestructuras educativas de concreto armado en Juliaca y San Miguel, Puno.* <https://repositorio.upeu.edu.pe/items/fdd4704c-a92b-4b8f-94c5-4eff16cf2856>



- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3297>
- Mena Hernández, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas [Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-93534>
- Mendoza, M., H. Vargas, & Quispe. (2018). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones escolares*. *Revista de Ingeniería Estructural*, 25(3), 123–135.
- Mesta, C. A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. *Universidad de San Martín de Porres – USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4014>
- Nina Escobar, G. M. (2022). Evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la institución educativa emblemática Santa Rosa, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88894>
- Paitán, H. Ñ., Mejía, E. M., Ramírez, E. N., & Paucar, A. V. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa—Cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Pizarro, N. F., Tornello, M. E., Agüera, N. D., & Gioacchini, G. (2021). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS EDUCACIONALES. COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS CUALITATIVOS. CASOS DE ESTUDIO. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 26(3), Article 3. <https://doi.org/10.24133/riie.v26i3.2338>
- Rojas Aguilar, G. F. (2021). Evaluación de los métodos cualitativos de vulnerabilidad sísmica en el Colegio San Juan Bosco de la Ciudad de



Puno-2021. *Repositorio Institucional* - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62410>

Segundo Conde, A. M., & Ramirez Cabrera, J. R. (2023). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa N° 20316 Manuel Ildaura de los Santos Camones, Amay, Huacho – 2022.*

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7764>

Shakya, S., Basnet, S., & Paudel, J. (2022). Natural disasters and labor migration: Evidence from Nepal's earthquake. *World Development*, 151, 105748. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105748>

Suárez P., I. T., Varguillas C., C. S., & Ronceros Morales, C. (2022). *Técnicas e instrumentos de investigación. Diseño y validación desde la perspectiva cuantitativa.* <https://repositorio.upsjb.edu.pe/item/d0f2e55a-e627-43feb125-185d88f623ec>

Urréa, H. R., Cotto, J. J. R., Sánchez, J. L. O., Díaz, G. E. G., & Saldarriaga, G. (2022). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. *ACVENISPROH Académico.* <https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>



ANEXOS



ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD DE JULIACA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	DISEÑO
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes en el año 2024, aplicando el Método Benedetti Petrini?	Determinar el Iv sísmica mediante el método de Benedetti – Petrini en las principales estructuras del colegio Politécnico regional los andes en el año 2024.	El Iv sísmica de las estructuras del Colegio Politécnico Regional Los Andes, determinado mediante el método de Benedetti – Petrini, se encuentra dentro de un rango medio.	METODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDADES	Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente	DISEÑO: No experimental
					Resistencia convencional	
				Aspectos constructivos	Calidad del sistema resistente	TIPO: Aplicada
					Posición del edificio y la cimentación	
					Diafragmas horizontales	
					Distancia entre muros	ENFOQUE: Cuantitativo
					Tipo de cubierta	
					Elementos no estructurales	
				Aspectos geométricos	Estado de conservación	NIVEL: Explicativo
					Configuración en planta	
Configuración en elevación						
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	POBLACIÓN
¿En qué medida los parámetros estructurales afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos Colegio Politécnico Regional Los Andes?	Evaluar los parámetros estructurales de vulnerabilidad sísmica de las principales estructuras del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.	Los factores estructurales analizados evidencian que el Iv sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes supera el valor de 20, lo que indica una tendencia hacia una vulnerabilidad sísmica media o alta.	VULNERABILIDAD SÍSMICA	Alta vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 40 y menor a 100	La población está conformada por el colegio Politécnico Regional Los Andes
						MUESTRA
						3 infraestructuras asignadas para desarrollar labores académicas según su tipología 1 Adobe 2


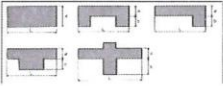
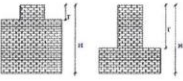


						Albañilería confinada 3 Concreto armado.
¿En qué medida parámetros constructivos afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes?	Evaluar los parámetros constructivos de vulnerabilidad sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.	Los factores constructivos analizados evidencian que el I_v sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes supera el valor de 20, lo que indica una tendencia hacia una vulnerabilidad sísmica media o alta.		Media vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 20 y menor a 40	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
						Cuestionario de preguntas
						Base de datos
¿En qué medida parámetros geométricos afectan la vulnerabilidad sísmica de los principales módulos del Colegio Politécnico Regional Los Andes?	Evaluar los parámetros geométricos de vulnerabilidad sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes mediante el Método Benedetti Petrini en el año 2024.	Los factores geométricos analizados evidencian que el I_v sísmica de las estructuras principales del Colegio Politécnico Regional Los Andes supera el valor de 20, lo que indica una tendencia hacia una vulnerabilidad sísmica media o alta.		Baja vulnerabilidad sísmica	Iv sísmica mayor o igual a 0 y menor a 20	INSTRUMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
						Microsoft Exel
						AutoCAD
						ArcGIS



ANEXO 2
CUESTIONARIO

TESIS: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL METODO BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES 2024"			
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA – TIPOLOGIA: ADOBE			
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Tipo: Uso:	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A. Edificaciones que cumplen con la norma E.080. B. Edificación de adobe, que tienen elemento de confinamiento vertical y horizontal, sin la intervención de un profesional. C. Edificaciones construidas con adobe, sin elemento de confinamiento horizontal y vertical, con una adecuada distribución en muros y también regularidad en planta y elevación. D. Edificaciones de adobe, sin elemento de confinamiento horizontal y vertical, sin la adecuada distribución de los muros y con irregularidad en planta y elevación.
	2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A. El sistema constructivo utiliza piezas de adobe de alta resistencia, con geometría constante y propiedades uniformes en toda la estructura. B. La estructura del edificio que no presente alguna característica de la clase A. C. La estructura del edificio que no presente más de una de las características de la clase A. D. La estructura del edificio que no presente ninguna característica de la clase A.
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	
Configuración en planta Configuración en elevación 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A. Cimentadas según la NTE 080 sin presencia de humedad o sales B. Cimentadas según NTE E 080 presencia de humedad o sales C. Cimentadas sin asesoría técnica, presencia de humedad o sales D. Cimentadas sin asesoría técnica, presencia de humedad o sales y en estado deteriorado
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	A. Edificaciones con losa aligerada o maciza que tiene: ausencia de desniveles, deformación del diafragma despreciable, conexión eficaz entre diafragma y muros (vigas) B. No presenta una característica de clase A C. No presenta dos características de clase A D. No presenta ninguna característica de clase A
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	X Min.= X Max.= Y Min.= Y Max.=
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	H= T=
	8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L= S= L/S=
	9	TIPO DE CUBIERTA	A. Cubierta estable y plana debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y material liviano B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones C. Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones D. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	A. Edificación sin elementos no estructurales o correctamente conectados al sistema resistente B. Edificación con elementos no estructurales aceptablemente conectados al sistema resistente o deteriorados C. Edificación con elementos no estructurales mal conectados a sistema resistente o deteriorados D. Edificación con elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente y mal construidos
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A. Edificación en buenas condiciones sin fisura alguna B. Edificación sin fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados. C. Edificación con fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados D. Muros con fuerte deterioro en sus componentes

 TESIS: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL METODO BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES 2024"			
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA – TIPOLOGÍA: ALBAÑILERÍA			
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Tipo: Uso:	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A. La construcción se realizó utilizando el sistema de albañilería, cuyos elementos deben ajustarse a lo dispuesto en la norma técnica E.070 de Albañilería. B. La estructura presenta deficiencias constructivas en su sistema de albañilería al no cumplir con los requisitos establecidos en la norma técnica E.070 de Albañilería. C. La construcción presenta un sistema de albañilería no confinada, donde se omitieron los elementos estructurales de refuerzo horizontal y vertical requeridos, realizada sin la dirección de un ingeniero civil calificado. D. Edificaciones de albañilería sin confinamiento, sin supervisión profesional y con mala distribución de muros e irregularidades estructurales, lo que genera alta vulnerabilidad sísmica.
	2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A. El proyecto empleó unidades de albañilería de primera calidad, con geometría homogénea y dimensiones precisas, asegurando una perfecta compatibilidad y adhesión con el mortero estructural seleccionado. B. La estructura del edificio que no presente una característica de la clase A. C. La estructura del edificio que no presente más de una característica de la clase A. D. La estructura del edificio que no presente ninguna característica de la clase A.
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	
Configuración en planta  Configuración en elevación 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A. Cimentadas en suelo rígido, según la NTE E070, sin presencia de humedad o sales B. Cimentadas en suelo intermedio y flexible, según NTE E 070, sin presencia de humedad o sales C. Cimentadas en suelo intermedio y flexible, según NTE E 070, con presencia de humedad o sales D. Cimentadas sin asesoría técnica presencia de humedad o sales.
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	A. Edificaciones con losa aligerada o maciza que tiene: ausencia de desniveles, deformación del diafragma despreciable, conexión eficaz entre diafragma y muros (vigas) B. No presenta una característica de la clase A C. No presenta dos características de la clase A D. No presenta ninguna característica de la clase A
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	X Min.= X Max.= Y Min.= Y Max.=
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	H= T=
	8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L= S= L/S=
	9	TIPO DE CUBIERTA	A. Cubierta estable y plana debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y material liviano B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones C. Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones D. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	A. Edificación sin elementos no estructurales o correctamente conectados al sistema resistente. B. Edificación con elementos no estructurales aceptablemente conectados al sistema resistente o deteriorados. C. Edificación con elementos no estructurales mal conectados a sistema resistente o deteriorados. D. Edificación con elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente y mal construidos.
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A. Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles. B. Muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras menores a dos milímetros C. Edificación con fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados D. Muros con fuerte deterioro en sus componentes

TESIS: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL METODO BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES 2024"			
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA – TIPOLOGÍA: CONCRETO			
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Tipo: Uso:	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A. Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles. B. Muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras menores a dos milímetros C. Edificación con fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados D. Muros con fuerte deterioro en sus componentes
	2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A. Edificaciones construidas después del año 1997, con asesoría de un profesional. B. Edificaciones construidas después del año 1997, sin asesoría de un profesional. C. Edificaciones construidas sin asesoría de un profesional.
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	
Configuración en planta Configuración en elevación 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A. Cimentadas en suelo rígido intermedio o flexible según la NTE E030, sin presencia de humedad o sales B. Cimentadas en suelo rígido, intermedio o flexible, según la NTE E030, presencia de humedad o sales C. Cimentadas sin asesoría técnica presencia de humedad o sales
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	A. Edificaciones con losa aligerada o maciza que tiene: ausencia de desniveles, deformación del diafragma despreciable, conexión eficaz entre diafragma y muros (vigas) B. No presenta una característica de la clase A C. No presenta dos características de la clase A
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	X Min.= X Max.= Y Min.= Y Max.=
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	H= T=
	8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	L= S= L/S=
	9	TIPO DE CUBIERTA	A. Cubierta estable y plana debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y material liviano B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	A. Edificación sin elementos no estructurales o correctamente conectados al sistema resistente B. Edificación con elementos no estructurales aceptablemente conectados al sistema resistente o deteriorados C. Edificación con elementos no estructurales mal conectados a sistema resistente o deteriorados
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A. Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles. B. Muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras menores a dos milímetros C. Edificación con fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados D. Muros con fuerte deterioro en sus componentes




ANEXO 3
AUTORIZACIÓN DE ENSAYOS

06

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho".

CARTA N° 003-2024-MJCO

PARA	: JESÚS MARCELINO PILCO MAMANI Director del Colegio Politécnico Regional Los Andes	
DE	: MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALE. Tesista	
ASUNTO	: SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ENSAYOS PARA INVESTIGACIÓN SOBRE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
FECHA	: Juliaca, 11 de octubre del 2024	

Previo un cordial saludo me dirijo a usted como exestudiante del Colegio Politécnico Regional Los Andes, donde cursé mis estudios desde 2008 hasta 2012.


Me gustaría solicitar su autorización para llevar a cabo una tesis titulada "Análisis del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti Petrini en el Colegio Politécnico Regional Los Andes de la ciudad de Juliaca." Como parte de mi investigación, necesitaría acceder a ciertos ensayos que se llevarán a cabo en la institución.

Aseguro que los ensayos se utilizarán únicamente con fines académicos y serán debidamente citados. Aprecio su apoyo y consideración en esta solicitud.

Ensayos que se realizara

- Realizar medición de las estructuras como espesor de muros, tamaño de vigas y columnas
- Ensayo de El esclerómetro o martillo de rebote Schmidt el cual es un ensayo no destructivo que mide la dureza de una superficie que proporciona un rápido y sencillo medio para verificar la uniformidad del concreto a través de la lectura del número del rebote, como también estima la resistencia del concreto.
- Realizar calicata para ver el tipo de suelo en el cual está descansando la estructura

Sin otro particular aprovecho para saludarlo y reiterarle los sentimientos de mi mayor estima personal.



 MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALE
 DNI: 70068863

Escaneado con CamScanner



ANEXO 4
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA N° **C-04**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DISTRITO JULIACA
PROVINCIA DE SAN ROMAN - REGION PUNO

CLIENTE: **GOBIERNO REGIONAL PUNO** PROFUNDIDAD DE EXCV.: 1.70 m
TIPO DE CALICATA: A Cielo Abierto

UBICACION: **CIUDAD DE JULIACA - DISTRITO DE JULIACA.** Zona de Estudio: Distrito de Juliaca COTA: --- m.s.n.m.
FECHA: **DICIEMBRE 2022** LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRA :

- ENSAYOS MUESTRAS
- Veleta
 - SPT
 - Penetrómetro
 - in situ
 - Físicos
 - Químicos
 - Inalterada
 - Alterada
 - Agua

OBSERVACIONES:
- Excavación mecánica con retroexcavadora

COTA (msnm)	NIVEL AGUA	AASHTO	SUCS SIMBOLOGIA	PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	Granulometría			Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice Plástico (IP)	Espesor (m)	Muestra/ Estrato
						Grava (%) (#4 a #20)	arena (%) (#20 a #75)	Finos (%) (#75 a #200)					
0.00				0.00 - 0.70m.	Material organico mas relleno								
0.70				0.70 - 1.70m.	clasificado según SUCS: ML limo de baja plasticidad con arena y según AASHTO: A-4 Suelo de color marron claro, de humedad media, de compactad suave a media.	3.83	16.1	80.07	30.18	23.4	6.8	1.00	<input type="checkbox"/> E-01
1.70				1.70	FIN DE LA EXCAVACION								
2.00													
3.00													

Ing. Ricardo Antonio Córdova
E-07165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

GOBIERNO REGIONAL PUNO

Ing. Ing. Freddy Antonio Sardon Rojas
JEFE DE PROYECTO
CIP: 136425



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D-422, NTP 339.126, MTC E 107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DISTRITO DE JULIACA-
PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITA : Municipalidad Provincial de Puno PROFUNDIDAD : 0.70-1.70
UBICACIÓN : I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES REVISADO : R.Z.C.CH
CALICATA : 04 TECNICO : W.CH.C.
ESTRATO : E-01 FECHA ANALISIS : Diciembre, 2022

Peso Inicial Seco : 4138.0

< N°4 : 255.78

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.00
2"	50.8	0.00
1 1/2"	38.1	0.00
1"	25.4	02.09
3/4"	19	20.58
3/8"	9.5	29.57
N° 4	4.75	38.11

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	5.24
N° 20	0.840	3.17
N° 40	0.425	2.64
N° 60	0.250	4.03
N° 100	0.150	10.30
N° 200	0.075	17.45
< N° 200	---	212.95

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : ML

Notas sobre la muestra : Humedo

Nivel freatico : NP

Tamizado compuesto : Si

Tamiz separador : N° 4

Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 10.25 %

Límite Líquido : 30.19

Límite Plástico : 23.40

Índice Plástico : 6.80

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < φ < 3") : 3.83

Arena (N°200 < φ < N°4) : 16.10

Finos (φ < N°200) : 80.07

Tamaño máx. de la grava (pulg) : ----

Forma del suelo grueso : ----

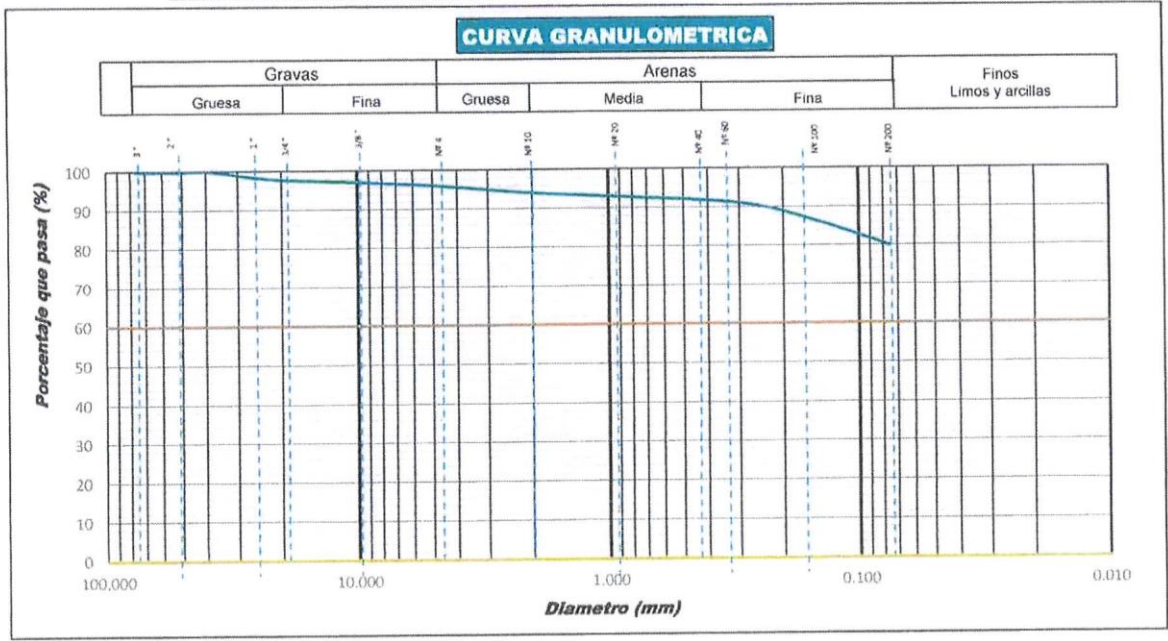
CLASIFICACION DEL SUELO

AASHTO : A-4 (7)

SUCS : ML

NOMBRE DEL GRUPO : Limo de baja plasticidad con arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	1.50	1.50	98.50
3/4"	19.000	0.69	2.19	97.81
3/8"	9.500	0.71	2.91	97.09
N° 4	4.750	0.92	3.83	96.17
N° 10	2.000	1.97	5.80	94.20
N° 20	0.840	1.19	6.99	93.01
N° 40	0.425	0.99	7.98	92.02
N° 60	0.250	1.52	9.50	90.50
N° 100	0.150	3.87	13.37	86.63
N° 200	0.075	6.56	19.93	80.07
<N° 200		80.07	100.00	0.00



OBSERVACIONES
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Soil Mechanics

Ing. Ramses Zenon Cutimbo Checca
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

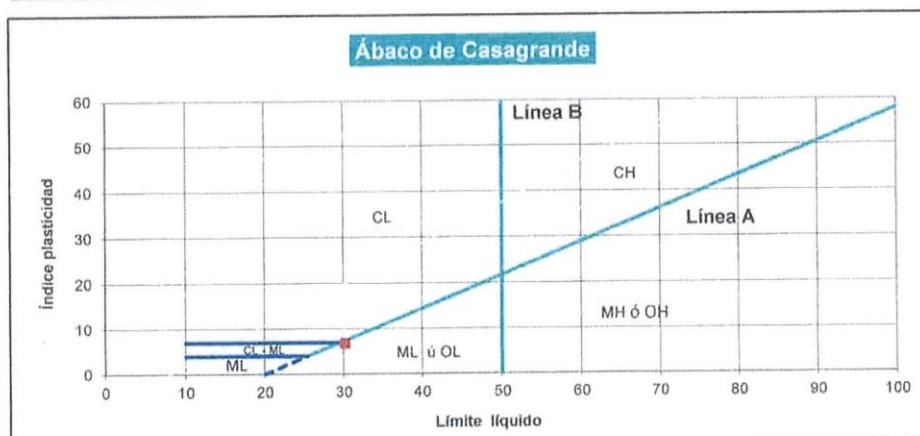
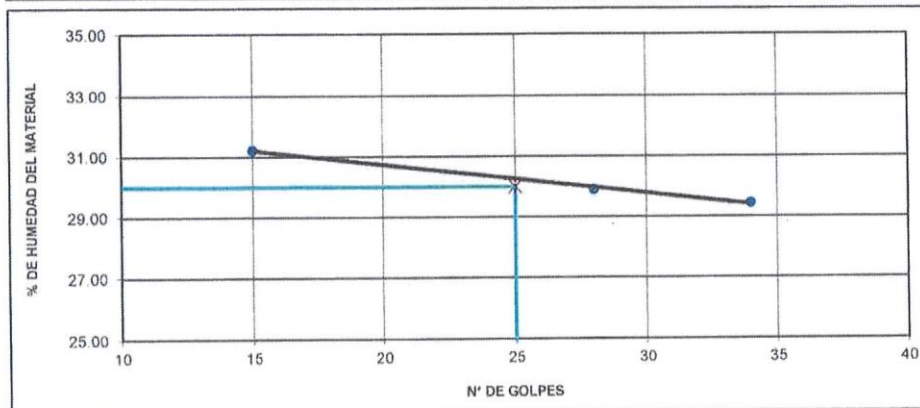




LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA :	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DISTRITO DE JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO		
UBICACIÓN :	I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES		
CALICATA :	04	REVISADO :	R.Z.C.CH
ESTRATO :	E-01	TECNICO :	W.CH.C.
		FECHA ANALISIS :	Diciembre, 2022

Nº. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	B-2	B-9	Z-1	K-15	K-06
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)	48.93	44.35	43.90	11.18	10.86
MASA TARA + SUELO SECO (B)	41.05	37.62	37.55	10.69	10.42
MASA DE LA TARA (C)	15.81	15.12	15.99	8.47	8.64
MASA DEL AGUA (A-B)	7.88	6.73	6.35	0.49	0.44
MASA SUELO SECO (B-C)	25.24	22.50	21.56	2.22	1.78
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	31.22	29.91	29.45	22.07	24.72
Nº DE GOLPES	15	28	34		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
30.19	23.40	6.80



OBSERVACIONES

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Soil Mechanics



W. Ch. C.
Ing. W. Ch. C.
177163
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 108)			
HUMEDAD NATURAL			
PROYECTO / OBRA :	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DITRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO		
UBICACIÓN :	I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES		
CALICATA :	04	REVISADO :	R.Z.C.CH
ESTRATO :	E-01	TECNICO :	W.CH.C.
		FECHA ANALISIS :	Diciembre, 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
Metodo de ensayo		X	Metodo "A"	Metodo "B"
		-----	-----	-----
		-----	-----	-----
1	Recipiente N°	H-18		
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	5949.0		
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	5403.5		
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	545.5		
5	Masa del recipiente (g)	80.0		
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	5323.5		
7	% de Humedad	10.25		

OBSERVACIONES: * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Sol Mechanics



W. Ch. C.
Ing. W. Ch. C. Colón Chapala
197163
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
<small>(ASTM D854, NTP 339.131, MTC E-113)</small>			
DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO			
PROYECTO / OBRA :	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DISTRITO DE JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO		
UBICACIÓN :	I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES		
LUGAR/SECTOR :	04	REVISADO :	R.Z.C.CH
MUESTRA :	E-01	TECNICO :	W.CH.C.
		FECHA ANALISIS :	Diciembre, 2022

DESCRIPCION	Unid.	Simbolo	M - 1	M - 2
Porcion de muestra de ensayo que pasa tamiz			Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de frasco utilizado			Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro + agua	g	(M _a)	681.24	679.85
Masa picnómetro + agua + suelo	g	(M _b)	718.56	719.48
Masa de muestra seco al horno + recipiente	g	(A)	100.81	110.11
Masa del recipiente	g	(B)	0.00	0.00
Masa de muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A - B)	g	(M ₀)	100.81	110.11
Peso específico relativo de sólidos (Gs=M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b))		Gs	1.59	1.56
Peso Específico Relativo de Sólidos Promedio		Gs	1.58	



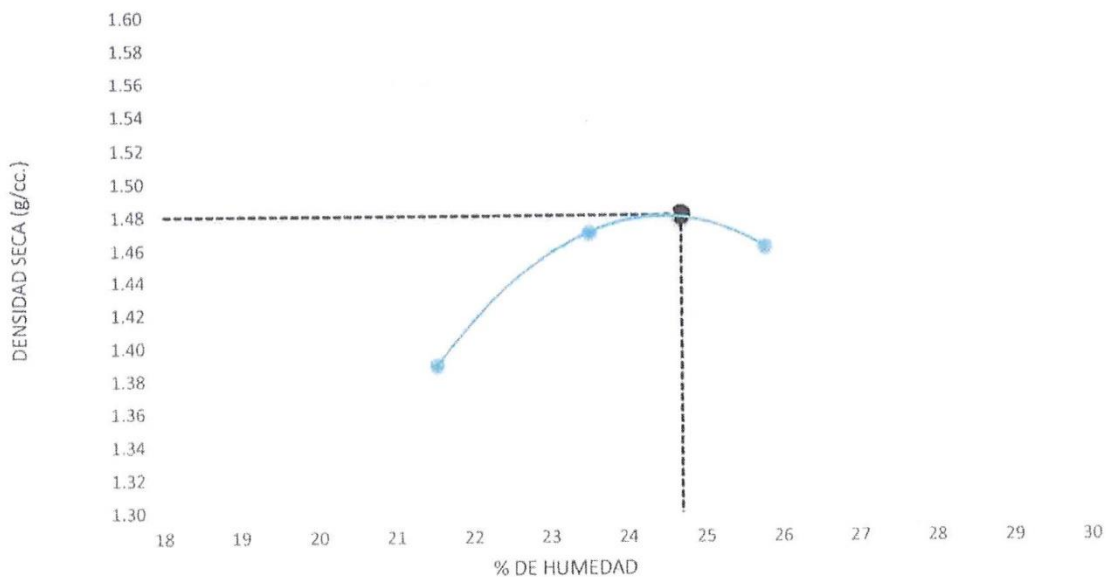
W. Chacabarro
LABORATORIO DE SUELOS, PIEDRAS Y ASFALTO





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS						
ASTM D1557						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO						
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DITRITO DE JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO					
UBICACIÓN	: I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES			REVISADO	: R.Z.C.Ch.	
CALICATA	: 04			TECNICO	: W.Ch. C.	
ESTRATO	: E-01			FECHA	: Diciembre, 2022	
Molde N°	01		Método de compactación	"C"		
Volumen Molde	2123 cm ³		N° de capas	: 05		
Masa del Molde	5929 gr		N° de golpes por capa	: 56		
Determinación	N°	01	02	03		
Masa del molde y Muestra	g	9513	9784	9830		
Masa del molde	g	5929	5929	5929		
Masa de la muestra compactada	g	3584	3855	3901		
Densidad húmeda	g/cc	1.69	1.82	1.84		
Densidad seca	g/cc	1.39	1.47	1.46		
Contenido de Humedad						
Recipiente	N°	G-46	G-11	H-16		
Masa del Recipiente	g	79.4	78.3	81.1		
Masa del Recipiente + Suelo húmedo	g	451.3	442.8	492.4		
Masa del Recipiente + Suelo seco	g	385.4	373.4	408.1		
Masa de agua	g	65.9	69.4	84.3		
Masa del suelo seco	g	306.0	295.1	327.0		
Contenido de humedad	%	21.5	23.5	25.8		
Promedio		21.5	23.5	25.8		
DENSIDAD MAXIMA :	1.48 g/cm ³		CONTENIDO DE HUMEDAD:	24.70 %		

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Soil Mechanics



W. Ch. C.
Ing. W. Ch. C. Primo Caceres
N° 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

ASTM D1883

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DISTRITO DE JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

UBICACIÓN : I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES REVISADO : R.Z.C.H.

CALICATA : 04 TECNICO : W.CH.C.

ESTRATO : E-01 FECHA : Diciembre, 2022

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde	001	004	006
Numero de capas	05	05	05
Numero de golpes	56	25	12

Condicion de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Masa suelo humedo + molde g	12251	12453	11875	12115	11546	11895
Masa molde g	8343	8343	8127	8127	8051	8051
Masa del Suelo humedo g	3908	4110	3748	3988	3495	3844
Volumen del molde cm ³	2127	2127	2125	2125	2108	2108
Densidad humeda g/cm ³	1.837	1.93	1.76	1.88	1.66	1.82
Recipiente N°						
Recipiente + suelo humedo g	481.4	561.3	439.1	482.0	387.4	405.2
Recipiente + suelo seco g	403.3	463.4	370.0	393.1	328.1	328.6
Masa del agua g	78.1	97.9	69.1	88.9	59.3	76.6
Masa de recipiente g	61.1	80.4	81.4	82.5	82.6	80.8
Masa del suelo seco g	322.2	383.0	288.6	310.6	245.5	247.8
Contenido de humedad %	24.2	25.6	23.9	28.6	24.2	30.9
Promedio de humedad	24.2	25.6	23.9	28.6	24.2	30.9
Densidad seca g/cm ³	1.48	1.54	1.42	1.46	1.34	1.39

Penetración

PENETRACIÓN		Carga Estándar	Molde		001		Molde		004		Molde		006	
mm.	pulg.	kg/cm ²	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
			kg	kg/cm ²	kg/cm ²	C.B.R. %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	C.B.R. %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	C.B.R. %
0.00	0.000		0.0	0.00			0.0	0.0			0.0	0.00		
0.63	0.025		21.0	1.0			18.0	0.9			13.0	0.6		
1.27	0.050		45.0	2.2			36.0	1.8			29.0	1.4		
1.91	0.075		67.0	3.3			57.0	2.8			46.0	2.3		
2.54	0.100	70.4	100.0	5.0	4.7	6.7	80.0	4.0	3.8	5.4	64.0	3.2	3.0	4.2
3.81	0.150		147.5	7.3			120.0	5.9			103.0	5.1		
5.09	0.200	104.0	208	10.3	10.5	10.1	157.0	7.8	7.9	7.6	136.0	6.7	6.8	6.5

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Soil Mechanics



W. Ch. C.
Ing. W. Ch. C. Chacab
CIP: 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ASTM D1883

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

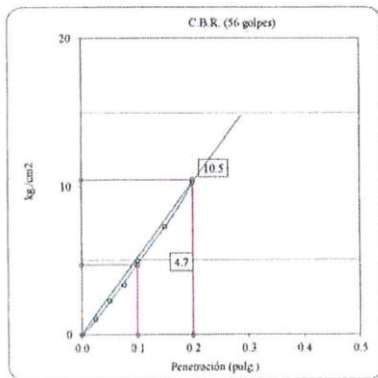
PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES - DEL DITRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO		
UBICACIÓN	I.E.S. POLITECNICO REGIONAL LOS ANDES	REVISADO	R.Z.C.CH
CALCATA	04	TECNICO	W.CH.C.
ESTRATO	E-01	FECHA	Diciembre, 2022

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

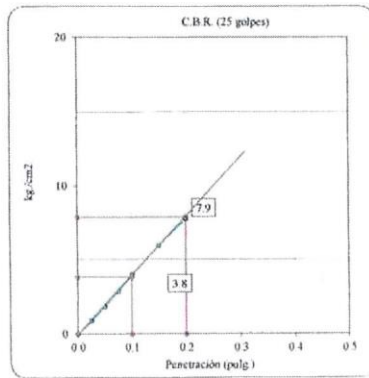
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.48 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.41 gr/cm³

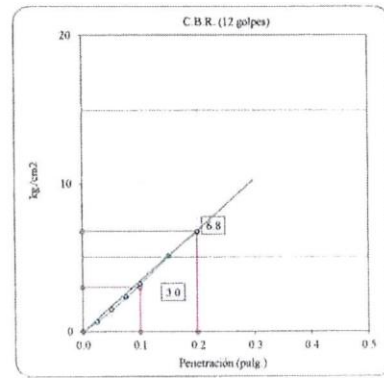
Optimo Contenido de Humedad 24.70 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 6.7 %

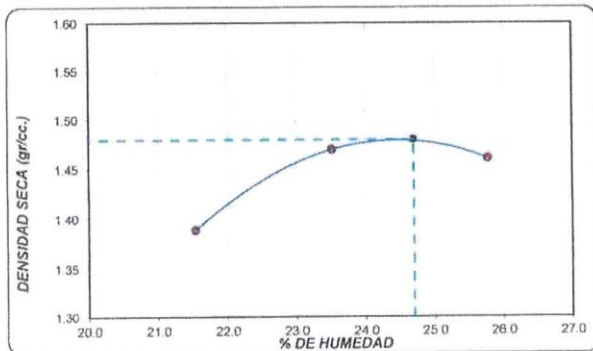


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 5.4 %



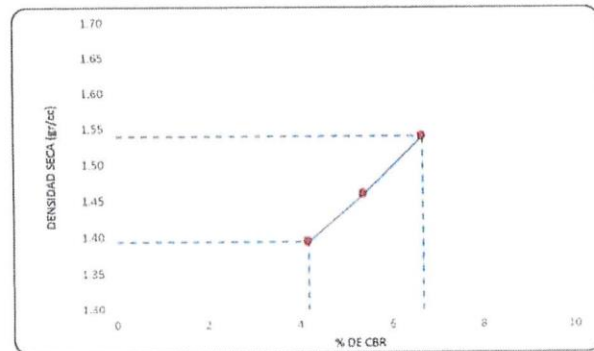
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 4.2 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 6.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 4.2 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Laboratorio Sól Mechanics



W. Chacolla
Ing. Romeo Chacolla
C.P. 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 11-06-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MIRKO JULIAN CUTIPA QUISOCALA

Dirección: JR. CHASKA URB. NUEVO AMANECER MZ. J LT. 17

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70068863

Teléfono: 917730109 email: mirkorcq@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE

BENEDETTI PETRINI EN EL COLEGIO POLITÉCNICO REGIONAL LOS ANDES DE LA CIUDAD

DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): VULNERABILIDAD SÍSMICA, BENEDETTI PETRINI, COLEGIOS

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

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, entre 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: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

11 de Junio del 2025

Fecha