

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA
I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO,
POST SISMO 2021.**

Autor: Estudiante Michael Perez Bautista

Asesor: Ing. Daniel Villa Abanto

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A MI MADRE, MARIA VALERIA BAUTISTA VILCHEZ por el inmenso amor y sacrificio que hizo por mí, que a pesar de no haber tenido apoyo nunca se rindió para criarnos como personas de bien a mí y a mi hermana. Todos mis éxitos serán dedicados a ti por tu labor de padre y madre en mi vida, por ser el motivo de mi lucha constante por un futuro mejor.

A MI HERMANA, LESLY por haberme acompañado en toda esta travesía, por los buenos y malos momentos juntos, por tu apoyo incondicional de noches de desvelo.

A MIS ABUELITOS, DULMIRA Y FIDEL por haber formado parte de mi infancia, mi adolescencia y juventud. Por la crianza que me dieron y el inmenso aprecio que siempre he sentido de ustedes.

A MI TÍO, EDGARDO por sus consejos de nunca rendirme y su frase de tú tienes madera para ser profesional no te achiques. Espero que estes donde estes te sientas orgulloso de mi y sepas que no me rendí, que tenías razón.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia a mi madre que ha sido mi soporte y apoyo a lo largo de toda mi vida, velando por mi educación y bienestar. Por el enorme sacrificio que ha hecho para yo poder llegar donde estoy, por enseñarme a trabajar y convertirme en una persona independiente a corta edad, para saber valernos por nosotros mismos en cada etapa de nuestra vida. A mi asesor Ing. Daniel Villa Abanto por su tiempo dedicado a la elaboración y asesoramiento en el desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por generar oportunidades para la juventud de Amazonas. Para los docentes de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, por su compromiso con la educación y la formación de buenos profesionales para el progreso de nuestra región.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.Dr. Jorge Luis Maicelo Quintana
RECTOR

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. María Nelly Luján Espinoza
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Angel Antonio Ruiz Pico
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

VISTO BUENO DEL ASESOR



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (x), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEZ PABELLÓN DE DOBLE DE 20 I.E. SAN VELASCO ALVARADO - NORANSES ATO, POST SISMO 2021 del egresado BACH. MICHAEL PEREZ BAPTISTA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

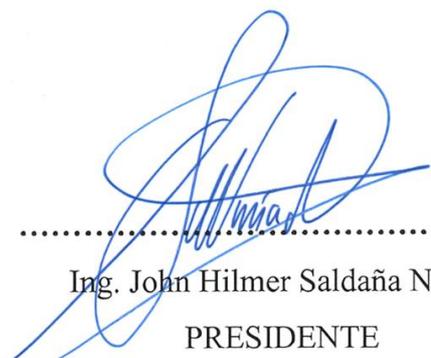
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 28 de JUNIO de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

ING. DANIEL VILLA ABANTO

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



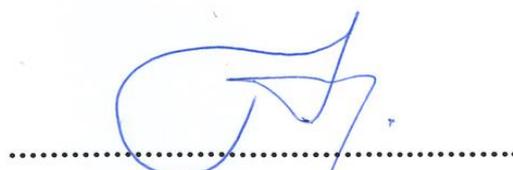
.....

Ing. John Hilmer Saldaña Núñez
PRESIDENTE



.....

Ing. Franklin Alfonso Tello Reyna
SECRETARIO



.....

Mg. Jorge Chávez Guivin
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

"EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LOS I.E JUAN VELASCO MURADO - NARANJOS ALTO, post sismo 2021"

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Michael Perez Baudista

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 7579413081@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 26 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 04 de Julio del 2024


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....
.....

REPORTE TURNITIN

EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

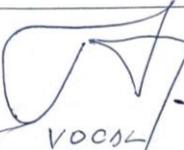
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe	


Presidente


SECRETARIO


VOCAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 31 de JULIO del año 2024 siendo las 18:00 horas, el aspirante: MICHAEL PEREZ BAUTISTA, asesorado por

ING. DANIEL YLLA ABANTO defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: "EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E.

JUAN VELASCO ALVARADO - NARANJOS DITO, POST SISMO 2021. para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL.

a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. JOHN HILMER SALDAÑA NÚÑEZ.

Secretario: ING. FRANKLIN ALFONSO TELLO REYNA.

Vocal: Mg. JORGE CHAVEZ GUVIN.

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 19:40 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES: NINGUNA

INDICE O CONTENIDO GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vii
REPORTE TURNITIN.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	19
II. MATERIALES Y METODOS	21
2.1. Materiales.....	21
2.2. Marco metodológico	21
2.2.1 clase de investigación	21
2.2.2. Población, muestra y muestreo	21
2.2.3. Ubicación	22
2.2.4. Variables de estudio (anexo 01).....	22
2.3. Métodos	22
2.3.1. Recopilación de los datos	23
2.3.2. Recopilación de la información para el levantamiento arquitectónico.....	24
2.3.3. Levantamiento arquitectónico y estructural de la muestra de estudio	24
2.3.4. Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080	24
2.3.5. Procesamiento de datos, análisis de vulnerabilidad sísmica.....	25
2.3.5.1. Cálculo de la fuerza sísmica horizontal	25
2.3.5.2. Estimación de la vulnerabilidad por el método de Benedetti-Petrini	25
2.3.5.3. Adaptación de método al RNE	26
2.3.5.4. Descripción de los parámetros	26
Parámetro 01: Organización del sistema resistente.	26
Parámetro 02: Calidad del sistema resistente.	27
Parámetro 03: Resistencia Convencional.	27

Parámetro 04: Posición del edificio y cimentación.	28
Parámetro 05: Diafragma Horizontal.....	29
Parámetro 06: Configuración en planta.	29
Parámetro 07: Configuración de Elevación.	29
Parámetro 08: Distancia máxima entre los muros.	29
Parámetro 09: Tipo de cubierta.....	30
Parámetro 10: Elementos no Estructurales.	30
Parámetro 11: Estado de conservación.	30
2.3.5.5. Cuantificación del índice de vulnerabilidad	30
2.4. Metodología para la determinación del peligro sísmico	31
2.5. Metodología para la determinación del riesgo sísmico	31
2.6. Propuesta de sistema de reforzamiento sísmico	32
2.7. Análisis de datos	32
III.-RESULTADOS:	33
3.1.- Descripción.....	33
3.2. Datos recopilados.....	33
3.2.1. Ficha de reporte preliminar de la Zona Administrativa (anexo 03).....	33
3.2.2. Ficha de reporte preliminar de la Zona Pedagógica (anexo 04).	35
3.3. Levantamiento arquitectónico.....	37
3.4. Levantamiento arquitectónico y estructural de la muestra de estudio	37
3.5. Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080	42
3.6. Vulnerabilidad sísmica	45
3.6.1. Fuerza sísmica horizontal	45
3.6.2. Vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado mediante el método de Benedetti-Petrini.....	45
Parámetro 01: Organización del sistema resistente.	45
Parámetro 02: Calidad del sistema resistente.	46
Parámetro 03: Resistencia Convencional.	46
Parámetro 04: Posición del edificio y cimentación.	46
Parámetro 05: Diafragma Horizontal.....	46
Parámetro 06: Configuración en planta.	47
Parámetro 07: Configuración de Elevación.	47

Parámetro 08: Distancia máxima entre los muros.	48
Parámetro 09: Tipo de cubierta.	49
Parámetro 10: Elementos no Estructurales.	49
Parámetro 11: Estado de conservación.	49
3.6.3. Cuantificado del Índice de vulnerabilidad.	50
3.7. Determinación del peligro sísmico	51
3.8. Determinación del riesgo sísmico.	52
3.9. Propuesta de reforzamiento sísmico	53
3.9.1 Sistema de reforzamiento.	53
3.9.1.1 Reforzamiento con malla electrosoldada.	53
3.9.1.2 Reforzamiento con viga collarín o viga de amarre de concreto armado.	54
3.9.2 Definición de la aceleración espectral.	54
3.9.3 Datos de los materiales y propiedades mecánicas para el modelamiento.	56
3.9.3.1 Datos del adobe.	56
3.9.3.2 Datos de la madera.	58
3.9.3.3 Datos del concreto.	59
3.9.3.4 Datos del acero corrugado.	60
3.9.5 Metrado de cargas.	61
3.9.5.1 Metrado de cargas modulo administrativo.	61
3.9.5.2 Metrado de cargas modulo Pedagógico.	62
3.9.5 Modelamiento y análisis estructural.	62
3.9.5.1 Modelamiento y análisis estructural sin reforzamiento del módulo administrativo.	62
3.9.5.1.1 Resultados de análisis estructural.	65
3.9.5.2 Modelamiento y análisis estructural con reforzamiento de viga solera o de amarre y malla electrosoldada del módulo administrativo.	67
3.9.5.2.1 Resultados de análisis estructural.	68
3.9.5.3 Modelamiento y análisis estructural sin reforzamiento del módulo Pedagógico.	70
3.9.5.3.1 Resultados de análisis estructural sin reforzamiento.	71
3.9.5.4 Modelamiento y análisis estructural con reforzamiento de viga solera o de amarre y malla electrosoldada del módulo Pedagógico.	74
3.9.5.4.1 Resultados de análisis estructural.	76

IV. DISCUSIONES.	80
V. CONCLUSIONES.	81
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
VII. ANEXOS.....	87
Anexo 01: Operacionalización de variables.	87
Anexo 02: Ficha de reporte.....	88
Anexo 03: Ficha de Reporte de la zona administrativa.	89
Anexo 04: Ficha de Reporte de la zona pedagógica.	90
Anexo 05: Vista frontal de la zona administrativa donde podemos observar la mala distribución de vanos y puerta siendo estas menos de 1m e incluso 0m.	91
Anexo 06: Fallas por cortante debido a el sismo del 28 de noviembre del 2021.	91
Anexo 07: Erosión y desgaste de la parte trasera de la zona Administrativa a consecuencia de la intemperie y humedecimiento en la parte superior.	92
Anexo 08: Viga fallada por corte a consecuencia del sismo del 28 de noviembre del 2021.	92
Anexo 09: Erosión y humedecimiento de muros de la zona pedagógica debido a goteras en el techo.	93
Anexo 10: Vigas en mal estado de la zona pedagógica con fallas de corte y deflexiones. Apoyos verticales inclinado.....	93
Anexo 11: Cimentación de la zona Pedagógica erosionada y humedecida por mala evacuación de las aguas de lluvia.	94
Anexo 12: Muestras de adobe recogidas de la zona administrativa y zona pedagógica con presencia de rocas y restos de huacos.	94
Anexo 13: Proceso de la elaboración de los ensayos cinta de barro y resistencia seca..	95
Anexo 14: Verificación de los limites geométrico del pabellón de adobe	99
Anexo 15: Calculo del parámetro 03-Resistencia Convencional.	106
Anexo 16: Calculo del parámetro 06-configuración en planta.	110
Anexo 17: Evaluación de la vulnerabilidad de la zona administrativa.....	111
Anexo 19: Datos ingresados a través de documento tipo txt.....	115
Anexo 20: Planos de levantamiento arquitectónico de las zonas administrativas y pedagógicas.....	116
Anexo 21: Planos de detalle de reforzamiento estructural.	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de vulnerabilidad para edificaciones de mampostería (Benedetti Petrini).	25
Tabla 2: Rango de valores del Índice de Vulnerabilidad.....	31
Tabla 3: Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080.....	43
Tabla 4 : Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica de la Zona Administrativa.	50
Tabla 5: Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica de la Zona Administrativa.	50
Tabla 6: Rango de valores de la cuantificación en porcentaje de la vulnerabilidad.....	51
Tabla 7: Determinación del peligro sísmico,.....	51
Tabla 8: Clasificación del peligro sísmico.....	52
Tabla 9: Determinación del riesgo sísmico.	52
Tabla 10. Metrado de cargas de entrepiso del módulo administrativo.	61
Tabla 11. metrado de cargas del techo del módulo administrativo.....	61
Tabla 12. Metrado de cargas de techo correspondiente la modulo pedagógico.	62
Tabla 13. Resultados de los modos de vibración del módulo administrativo sin reforzar.	65
Tabla 14. Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo administrativo sin reforzar	66
Tabla 15. Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del módulo administrativo sin reforzar	66
Tabla 16. Resultados de los modos de vibración del módulo administrativo reforzado.	68
Tabla 17. Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo administrativo reforzado	69
Tabla 18. Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del módulo administrativo sin reforzar.....	69
Tabla 19. Resultados de los modos de vibración del módulo pedagógico sin reforzar.	71
Tabla 20. Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo pedagógico sin reforzar.	73
Tabla 21. Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo pedagógico sin reforzar.	73
Tabla 22. Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas01 y 02 reforzado.	76

Tabla 23. Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas 03 reforzado. ..	76
Tabla 24. Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas 04 y 05 reforzado.	77
Tabla 25. Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 01 y 02 reforzado.	77
Tabla 26. Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 01 y 02 reforzado.	77
Tabla 27. Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 03 reforzado. ..	78
Tabla 28. Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 03 reforzado. ...	78
Tabla 29. Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 04 y 05 reforzado.	78
Tabla 30. Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 04 y 05 reforzado.	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del I.E Juan Velasco Alvarado a través del software Google Earth Pro.....	22
Figura 2. Flujograma del desarrollo de la investigación.....	23
Figura 3. Croquis general del pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado sin escala.....	37
Figura 4. Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Administrativa piso 01.	38
Figura 5. Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Administrativa piso 02.	39
Figura 6. Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Pedagógica.....	40
Figura 7. Aula 01 y 02 del módulo pedagógico.....	40
Figura 8. Aulas pedagógicas 03 y 04.....	41
Figura 9. Aula 05 del módulo Pedagógico.	42
Figura 10. límites geométricos.	44
Figura 11. Porcentaje de cumplimiento del análisis comparativo de la norma E.080..	44
Figura 12. Formas en Planta.	47
Figura 13. Configuración en elevación.....	48
Figura 14. Sistema de reforzamiento con malla electrosoldada en viviendas de adobe.	53
Figura 15. Sistema de reforzamiento con viga de amarre o collarín.	54
Figura 16. Parámetros de la aceleración espectral de la edificación	55
Figura 17. Ingreso de datos de la aceleración espectral a través del documento txt. ...	55
Figura 18. Ingreso del coeficiente sísmico.	56
Figura 19. Ingreso de datos del material de adobe.	57
Figura 20. Definición del muro de albañilería de abobe	57
Figura 21. Ingreso de las propiedades del material de madera tipo c.....	58
Figura 22. Definición la frame section de viga dintel con 6 grados de libertad.	58
Figura 23. Ingreso de los datos del material de concreto armado $f'c=210\text{kg/cm}^2$	59
Figura 24. Definición la frame section de viga collarín con 6 grados de libertad.	59
Figura 25. Ingreso de los datos del material de acero estructural $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	60
Figura 26. definición de la sección de la malla electrosoldada de 8mm de diámetro en dos capas.	60

Figura 27. Vista 3D del modelamiento del módulo administrativo sin reforzamiento y asignación de cargas de entrespiso (CV aulas = 250kg/m ² , CV pasadizos= 400kg/m ² y CM=19.51 kg/m ²).	63
Figura 28. Vista 3D del modelamiento del módulo administrativo sin reforzamiento y asignación de cargas de techo (CV techo = 30kg/m ² y CM=19.64 kg/m ²).	63
Figura 29. Definición de la masa participativa del modelo estructural.	64
Figura 30. Configuración de casos modales para el módulo administrativo sin reforzamiento.	64
Figura 31. Momentos flectores máximos del módulo administrativo sin reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y	65
Figura 32. Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo administrativo.	67
Figura 33. Momentos flectores máximos del módulo administrativo con reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y	68
Figura 34. Comparación de derivas en la dirección Y-Y sin y con reforzamiento.	69
Figura 35. Vista 3D del modelamiento del módulo pedagógico sin reforzamiento y asignación de cargas de techo.	70
Figura 36. Momentos flectores máximos del módulo pedagógico sin reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y	71
Figura 37. Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 01 y 02.	74
Figura 38. Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 03.	75
Figura 39. Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 04 y 05	75
Figura 40. Comparación de derivas en la dirección Y-Y sin y con reforzamiento del módulo pedagógico.	79

RESUMEN

En Perú, más del 50% de la población vive en viviendas de adobe, reflejando un significativo patrimonio cultural. Sin embargo, muchas de estas construcciones carecen de asesoramiento técnico y, en la investigación, el sector del adobe ha sido descuidado, incluso por las normativas nacionales. Esta investigación evalúa la vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe de la Institución Educativa Juan Velasco Alvarado utilizando el método Benedetti-Petrini. Se inició realizando el levantamiento de la información sobre el proceso constructivo, arquitectura y estructuras del pabellón de adobe de la Institución Educativa Juan Velasco Alvarado, separándolas en dos zonas (Administrativa y Pedagógica). Esta información permitió presentar la comparativa del sistema constructivo con la normativa vigente de adobe la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. En la cual se evalúan que el sistema constructivo cumpla con los requisitos mínimos en lo que respecta a la cimentación, arquitectura y estructuras. Posteriormente a esto se realiza la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe en las dos zonas antes mencionadas. Para lo cual, se procesó los 11 parámetros para luego determinar que la vulnerabilidad sísmica de la institución se encuentra en el rango de vulnerabilidad sísmica ALTA, lo que compromete su desempeño en caso de sismo. Adicional, se detalla también la metodología para la determinación del peligro y riesgo sísmico. Finalmente, se proponen técnicas de reforzamiento estructural y su análisis en software de ingeniería para mejorar la seguridad del edificio.

Palabras claves: Vulnerabilidad Sísmica, Riesgo Sísmico, Reforzamiento Estructural, Sistema Constructivo, Benedetti-Petrini.

ABSTRACT

In Peru, over 50% of the population lives in adobe houses, reflecting a significant cultural heritage. However, many of these structures lack technical guidance, and the adobe sector has been overlooked in research, including by national regulations. This study evaluates the seismic vulnerability of the adobe pavilion at Juan Velasco Alvarado Educational Institution using the Benedetti-Petrini method. The investigation began with the collection of data on the construction process, architecture, and structures of the adobe pavilion, divided into Administrative and Pedagogical zones. This data allowed for a comparison of the construction system with the current adobe standards, specifically the E.080 standard of the National Building Code. It was assessed whether the construction system met the minimum requirements regarding foundation, architecture, and structures. Subsequently, the seismic vulnerability of the adobe pavilion in both mentioned zones was evaluated. The analysis of 11 parameters determined that the institution's seismic vulnerability falls within the HIGH range, compromising its performance in the event of an earthquake. Additionally, the methodology for determining seismic hazard and risk is detailed. Finally, structural reinforcement techniques are proposed and analyzed using engineering software to improve the building's safety.

Keywords: Seismic Vulnerability, Seismic Risk, Reinforcement Structural, Construction System, Benedetti-Petrini.

I. INTRODUCCIÓN

Los peligros generados por los fenómenos naturales amenazan seriamente la vida humana, la seguridad, las actividades sociales, la economía y dañar las estructuras de ingeniería (Dong et al., 2021). En Perú el 28 de noviembre de 2021 el IGP dio a conocer un movimiento sísmico de 7.5 en escala de Ritter, aproximadamente las 5.52 am a 98 kilómetros al este del distrito de Santa María de Nieva – Amazonas, con su epicentro a 131 km de la superficie (La República, 2021). Dicho suceso dejó daños en la infraestructura, especialmente en aquellas que estaban compuestas por materiales rústicos. En la actualidad, gran parte de la población mundial vive en casas rústicas (Greco & Lourenço, 2021). En el Perú muchos peruanos aún siguen construyendo sus viviendas en adobe (Salinas, 2017). Las cuales se ven amenazadas por los peligros naturales extremos, como inundaciones, deslizamientos, acciones sísmicas, etc. (Abdulla et al., 2021). Dichas edificaciones elevan su vulnerabilidad al no estar diseñadas con alguna normativa o apoyo técnico (Casses et al., 2021).

Por lo cual, los análisis de vulnerabilidad sísmica son de vital importancia para la mitigación completa de riesgos y la planificación de emergencias sísmicas (Liu et al., 2020). Especialmente en las instituciones educativas, pues atenta contra la integridad de los alumnos que son el futuro del Perú, además la UNICEF (2018) en el Informe sobre la Situación Humanitaria de la niñez y la adolescencia a del Terremoto de México, redacta el impacto negativo que tiene en la salud mental del niño. Trayéndoles como consecuencia daños psicológicos temporales o permanentes. He aquí la importancia de la evaluación sísmica de edificaciones y un posterior refuerzo estructural si lo amerita.

Es por ello que, Cárdenas (2021), en su investigación: “Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe” estimó la vulnerabilidad de diferentes edificaciones de adobe con distinta configuración estructural con la finalidad de caracterizar el material más apropiado para la construcción y disminuir los daños. Al final concluye que existe una gran dispersión de los cálculos de las características de los materiales usados y que la compresibilidad de una masa estable o comprimible es mayor a los bloques tradicionales. Estableciendo este último material como óptimo. Con el mismo objetivo Nisperuza (2019), en su estudio: “Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y la NRS-2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio bijao, municipio del bagre Antioquia” determina la vulnerabilidad sísmica con los dos métodos. Al finalizar su investigación obtuvo como resultado una diferencia de

1.2% de diferencia entre ambos métodos. Estableciendo así una vulnerabilidad sísmica alta en especial en la vivienda de material rústico son más vulnerables y recomendado el uso del método Benedetti-Petrini ya que es un método acoplable a las normativas de cualquier lugar.

Asimismo, Rodríguez & Zulaeta (2019), en sus tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti - Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque” determino la vulnerabilidad sísmica con la finalidad de prevenir pérdidas humanas en la ciudad de Jayanca. Sus conclusiones indican que la vulnerabilidad de las viviendas de adobe se encuentran más propensas al colapso frente a eventos sísmicos.

También, Huamán (2018), en su estudio de la: “Evaluación del comportamiento sísmico de viviendas rurales de material rústico con reforzamiento estructural de malla metálicas”, investigó el desempeño sísmico de las edificaciones con refuerzo estructural, con el fin de garantizar un desempeño óptimo frente a eventos sísmicos. Concluyendo que las viviendas con reforzamiento metálico logran tener un óptimo comportamiento.

En la actualidad el colegio Juan Velasco Alvarado se ha visto en la necesidad de dictar las clases en pabellones antiguos de adobe los cuales fueron afectados estructuralmente por el sismo del 28 de noviembre del 2021. Generando un ambiente de peligro para los estudiantes. Por lo cual nos preguntamos: ¿Cuál es el grado vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe y como se podría reforzar?

Por lo cual, habiendo hecho inspección visual y haber identificado visibles daños en la infraestructura de la institución se afirmó que: La vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe de la I.E. Juan Velasco Alvarado es alto. Entonces, se estableció el uso del método Benedetti-Petrini para evaluar la veracidad de la hipótesis, en consecuencia, se proyectó evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe del colegio Juan Velasco Alvarado y proponer un sistema de reforzamiento estructural. Para tal fin esta meta fue subdivida en las siguientes submétas: 1. Recopilar la información necesaria sobre la antigüedad, materiales utilizados y proceso constructivo a través de fichas de reporte para un posterior levantamiento arquitectónico y estructural. 2. Comparar si el proceso constructivo utilizado en la edificación cumple con los aspectos mínimos con la normativa E.080 - ADOBE. 3. Determinar la vulnerabilidad sísmica por intermedio del método Benedetti y Petrini. 4. Plantear un sistema de refuerzo estructural usando software especializado en el análisis estructural.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales

Materiales:

- ✓ Ficha de evaluación preliminar
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Lapicero

Herramientas y equipos:

- ✓ Wincha métrica de 5 m
- ✓ Laptop
- ✓ Eclímetro

2.2. Marco metodológico

2.2.1 clase de investigación

La investigación es aplicada al campo de estudio, porque la información recogida es de primera mano del colegio Juan Velasco Alvarado (Ayala, 2021). En este caso fue el pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado- Naranjos alto. Este tipo de investigación está orientada por la recopilación de datos e información del mismo lugar de estudio de manera directa. Por lo tanto, la futura investigación es cualitativa y cuantitativa no experimental debido a que no se podrá manipular los datos recogidos en campo.

2.2.2. Población, muestra y muestreo

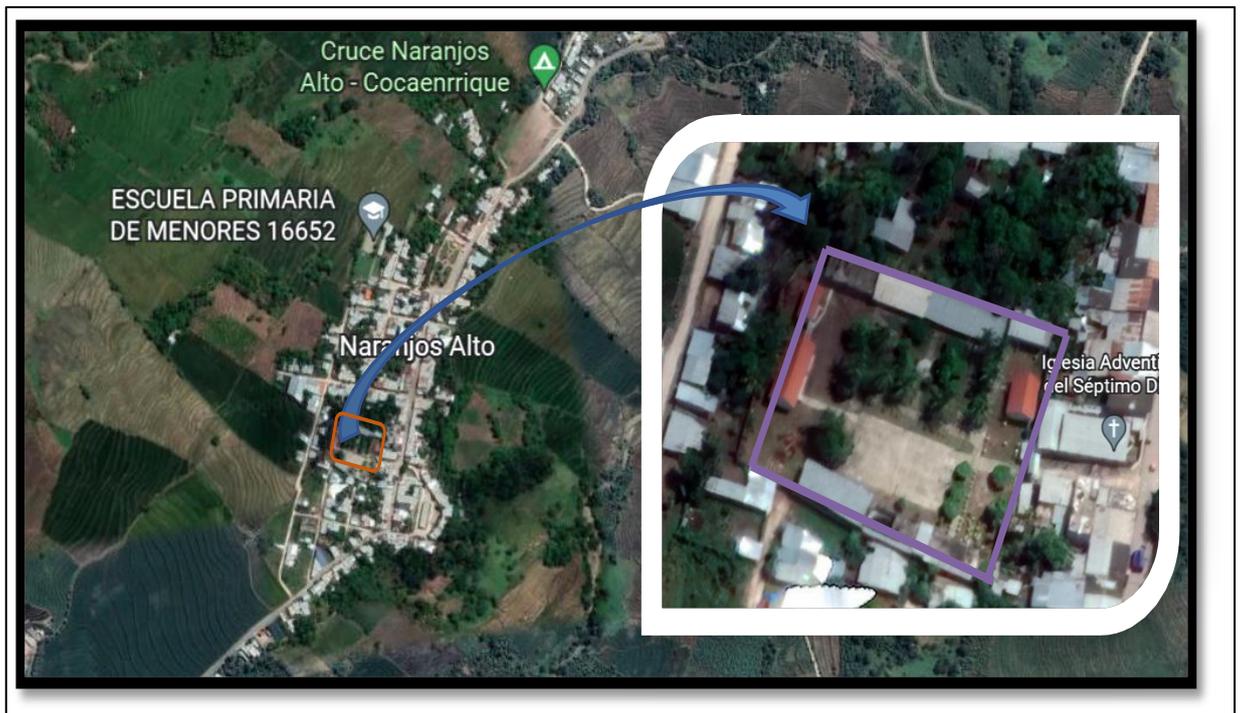
La población es la infraestructura existente de adobe y la muestra estaría dada por un subgrupo de dicha infraestructura la cual tendrían que generalizar los resultados a la población (sampleri et al., 2014). Sin embargo, en la I.E. existe solo un pabellón de adobe por lo cual la población y muestra fueron la misma. Entonces, la población y muestra está conformada por aquella infraestructura construida con material de adobe (Dra. Rosario Martínez, 2019).

2.2.3. Ubicación

La muestra de estudio está ubicada en el C.P. Naranjos Alto perteneciente al distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba ubicada en la zona 17M, abscisa 792262.41m E, 9365225.9m S y una altitud entre 608 y 776 msnm (Ingemmet, 2019). Longitud: -78.3736 y latitud: -5.74306.

Figura 1.

Ubicación del I.E Juan Velasco Alvarado a través del software Google Earth Pro.



2.2.4. Variables de estudio (anexo 01)

- ❖ Sistema Constructivo.
- ❖ Vulnerabilidad sísmica.
- ❖ Reforzamiento estructural

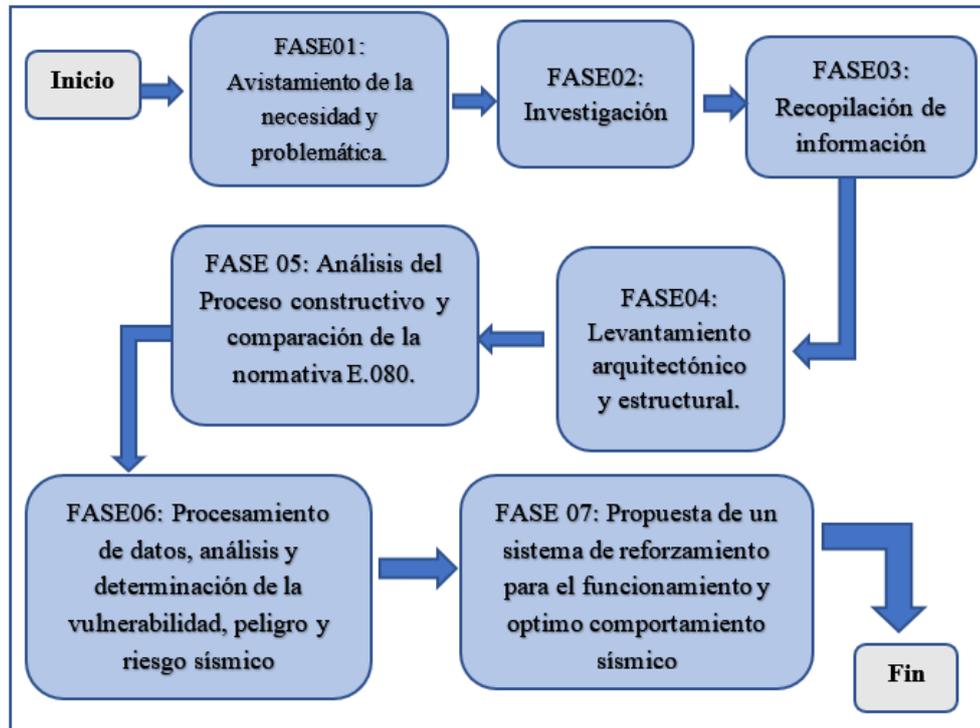
2.3. Métodos

La presente investigación se desarrolló con un diseño mixto (cualitativo y cuantitativo no experimental) basándose en la recolección de datos, para su posterior procesamiento y análisis de los mismo.

La investigación se desarrolló de la siguiente manera constando de 7 fases:

Figura 2.

Flujograma del desarrollo de la investigación.



2.3.1. Recopilación de los datos

Para el recojo de datos de la información del lugar de estudio se empleó lo siguiente:

- ✓ Técnicas de observación en el cual se empleó la inspección visual para el recojo de datos del pabellón de adobe.
- ✓ El recojo de la información se realizó de manera directa en campo empleando fichas de reporte usada por (Luacata, 2013) (anexo 02). Titulada diagnóstico preliminar de la vivienda informal validada por PUCP, en los cuales se tuvo en cuenta los antecedentes de la edificación y los antecedentes técnicos. Esta ficha de reporte fue modificada ligeramente en los conceptos de vivienda por aula o pabellón sin modificar el fondo de la misma.

2.3.2. Recopilación de la información para el levantamiento arquitectónico

Para la recopilación de la información del levantamiento arquitectónico-estructural se realizaron dos visitas de campo en las cuales se midió y recolectó los datos necesarios. Tanto en la libreta de campo como en la ficha de evaluación preliminar.

2.3.3. Levantamiento arquitectónico y estructural de la muestra de estudio

Con los datos obtenidos en campo se realizó el levantamiento arquitectónico para la determinación de la vulnerabilidad por intermedio del método italiano “Benedetti Petrini. El levantamiento arquitectónico y estructural se realizó a través del software AutoCAD.

2.3.4. Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080

Se elaboro una tabla comparativa en la cual se corrobora si las medidas de los materiales usados y las cualidades de los mismos cumplen con lo establecido en la normatividad vigente en el cual se analizó si el sistema constructivo utilizado cumple con la norma de diseño de adobe o por lo contrario es un sistema constructivo de adobe sin criterios normativos, los aspectos que se tuvo en cuenta para el análisis fueron:

Tierra: Se comprobó, a través de los ensayos de “cinta de barro” y el ensayo de “resistencia seca” establecidas en el anexo 1 y 2 de la norma E.080-2020, si la tierra utilizada para la elaboración de los adobes tiene el contenido de arcilla necesario.

Adobe (Artículo 18. E.080): se tuvo que verificar si cumple con lo dispuesto en el artículo 18 - E.080.

Separación de vanos (Artículo 16. E.080): Se evaluó si los vanos de las puertas tienen la ubicación según la norma E.080. Además, se tuvo en cuenta el artículo 06 de la normativa E.080 sobre la configuración geométrica de la distribución.

Mortero (Artículo 19. E.080): Se corroboró si cumple con lo dispuesto en el artículo 19 - E.080, respecto al espesor y la uniformidad del mortero.

Viga collar (Artículo 6. E.080): Se inspeccionó la presencia de vigas collar y el confinamiento de muros entre sí (RNE, 2020).

Refuerzos (Artículo 6. E.080): Se analizó si el sistema tiene un sistema de reforzamiento y si esta cumple con la normativa E.080. De no estar el sistema de reforzamiento en dicha norma se tuvo que realizar la revisión bibliográfica del reforzamiento.

Cimentación, sobrecimientos y muros: se realizó la comparativa con el artículo 7 de la norma E.080 titulada “Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada”

2.3.5. Procesamiento de datos, análisis de vulnerabilidad sísmica

2.3.5.1. Cálculo de la fuerza sísmica horizontal

Se determinó mediante la fórmula establecida en la norma de ADOBE del RNE:

$$H = S \cdot U \cdot C \cdot P$$

Donde: S: Factor de suelo (Suelo blando =1.4 E.080- Tabla N°1);

U: Factor de uso (Colegios=1.4 E.080- Tabla N°2);

C: Coeficiente sísmico (Zona sísmica 02=0.15. E.080- Tabla N°3);

P: Peso total de la vivienda, incluyendo CM y el 50% de la CV.

2.3.5.2. Estimación de la vulnerabilidad por el método de Benedetti-Petrini

Se eligió este metodo ya que es usado en varias partes del extranjero, así como en muchas investigaciones en nuestro país, en la presente investigación se aplicó a una tipología de mampostería de adobe no reforzada. Dicho método consta de 11 parámetros que tienen un sistema de medida de A hasta D siendo A una calificación óptima con un valor $K_i=0$ y D una calificación desfavorable con un valor $K_i=45$. A estos parámetros también se le da unos valores de peso W_i dado a cada parámetro los cuales son sumados al final para estimar la vulnerabilidad. A continuación, se presenta dicha confirmación:

Tabla 1

Escala de vulnerabilidad para edificaciones de mampostería (Benedetti Petrini).

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i
	A	B	C	D	
1. Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma Horizontal	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7. Configuración de Elevación	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00

10. Elementos no Estructura	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: (Criollo & Santiesteban, 2018)

Como se logró observar en la tabla anterior suponiendo que en el apartado 01 tenemos una clasificación desfavorable entonces se tendría que realizar la multiplicación del $K_i=45$ por el W_i el cual nos dará un valor el cual será sumado con los demás 10 parámetros restantes para obtener un número que oscila entre 0 y 382.5 que es el máximo valor posibles.

Además, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son completamente descriptivos. A diferencia de los parámetros de naturaleza cuantitativa (3, 6, 7 y 8) para los cuales se necesitará algunos cálculos matemáticos adicionales muy simples. (Pintado, & Pérez, 2019).

2.3.5.3. Adaptación de método al RNE

El método de determinación de la vulnerabilidad sísmica Benedetti- Petrini es de origen italiano y utilizado a nivel nacional e internacional (Pintado & Perez, 2019). Para el caso de adobe se realizó alguna modificación de manera que concuerde con la normativa de cada país. La presente investigación empleó la adaptación realizada por (Pintado & Perez, 2019), la cual cumple con lo expuesto por la normativa vigente.

2.3.5.4. Descripción de los parámetros

Parámetro 01: Organización del sistema resistente.

Se evaluó el ordenamiento de los elementos verticales resistentes que constituyen la edificación teniendo en cuenta la distribución arquitectónica. Se categorizo principalmente teniendo en cuenta la norma de construcción o ayuda técnica calificada. Siendo A: Mampostería de adobe que se constate que ha tenido en cuenta la normativa E.080, B: Mampostería de adobe con arriostamiento vertical y horizontal sin asesoramiento técnico: Infraestructura sin ningún tipo de arriostre y asesoramiento técnico. Pero con óptima regularidad y distribución de muros, D: Mampostería de adobe que no tiene arriostamiento en sus elementos, sin asesoramiento e inadecuada distribución de muros.

Parámetro 02: Calidad del sistema resistente.

Se evaluó el sistema de mampostería que se ha utilizado, con una diferenciación cualitativa por su resistencia. Siendo A: El sistema resistente de mampostería de adobe que presente las siguientes cualidades: 1.-Mampostería de adobe con buena calidad con adobes homogéneos y medidas constantes de largo y ancho en toda la longitud del muro. 2.-Presencia de gran técnica de trabe o amarre en el asiento del adobe. 3.-Mortero de barro con buena calidad con espesores de junta homogéneas en todo el muro, B: El sistema que incumple 1 de las tres cualidades del inciso A, C: El sistema que incumple 2 de las tres cualidades del inciso A, D: El sistema que incumple las 3 cualidades del inciso A.

Parámetro 03: Resistencia Convencional.

Según la hipótesis del desempeño de estructura cerrada tipo cajón y ortogonal, se estimó con bastantes datos fiables la resistencia que presentará un edificio impuesto a cargas horizontales (Cajachagua & Ramires, 2019). Para la clasificación de este indicador se usó el método usado por Hurtado y Cardona, en donde se determina escoger la clasificación, no por el factor “a” como sucede con la metodología de índice de vulnerabilidad, sino por ductilidad de demanda “DD”, que es el antitético de “a”. Dicho método se desarrolló en 1990 estableciendo los siguientes pasos de cálculo:1.- Primero se determinó las áreas en los ejes bidimensionales Ax y Ay. 2.- Como paso seguido se realizó la determinación de la resistencia a cortante menos favorables, para esto se consideró el área menor de las direcciones bidimensionales (Ax y Ay). Y posteriormente se calculó con la siguiente fórmula:

$$VR = \text{Min}(A_x, A_y) * v$$

Siendo: VR= cortante más desfavorable y V= valor resistente al cortante de los muros.
3.- En este paso se calculó el peso total (W) que resiste la edificación.

$$W = N * (A_x + A_y) * h * Pm + M * Ps * At + Ac * Pc .$$

Siendo:

W: peso total; At: área construida total (m2).

Ax: área total de muros (m2), en la dirección X.

Ay: área total en muros (m2), en la dirección Y.

H: altura de entrepiso (m).

N: número de pisos de la estructura.

Pm: peso específico de la mampostería de adobe (tn/m³).

Ps: peso por unidad de área del diafragma horizontal (tn/m²).

M: número de diafragmas horizontales.

Ac = área total de la cubierta.

Pc: peso por unidad de área-cubierta.

Para la presente investigación se utilizaron los factores de: Pm=1.6 tn/m³. Ps=0.7 tn/m³ (Para diafragmas abovedados con promedio de espesor de 0.40m). Pc = 0.025 tn/m² (valor utilizado para cobertura de calamina). Para el cálculo del área de la cubierta se adiciono un porcentaje adicional del área techada por la inclinación y los aleros de las aulas.

4.- Como cuarto paso se determinó el CSR (Coeficiente sísmico resistente- $CSR = VR / W$), que es el % de W de la vivienda que resiste la estructura en la dirección poco favorable como cortante horizontal. 5.- Posteriormente se determinó el coeficiente sísmico exigido (CSE). Para mampostería de adobe se utilizó la fórmula establecida por la norma E.080: $CSE = S * U * C$ Estos valores se determinó a través de las tablas del RNE en la normativa E.080. 6.- Por último, se calculó a través del cálculo la demanda de ductilidad: $CSE * W / VR$. La cual se clasifico así: A : $DD < 1/2$; B : $1/2 \leq DD < 1.0$; C : $1.0 \leq DD < 1 + 1/2$; D : $1 + 1/5 \leq DD$.

Parámetro 04: Posición del edificio y cimentación.

Se evaluó a través de una minuciosa inspección visual. Teniendo en cuenta las influencias del terreno, comportamiento sísmico y el cumplimiento de la cimentación con la normativa E.080. se clasificará de la siguiente manera: A: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, sin avistamiento de humedad y/o sales; B: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, con avistamiento de humedad y/o sales; C: Cimentación sin asesoría técnica, además con avistamiento de humedad y/o sales; D: Cimientos sin aprobación, sin mano de obra técnica o supervisión de la misma, además existencia de humedad y/o sales.

Parámetro 05: Diafragma Horizontal.

Se tuvo en cuenta la incidencia del buen estado de los diafragmas horizontales en el adecuado comportamiento en los elementos verticales resistentes y sus conexiones en la mampostería rústica. El buen estado del diafragma permitirá que las fuerzas sísmicas se distribuirán de manera equitativa a los elementos verticales (Guerrero, 2020). Por lo cual se clasifico de la siguiente manera; A: edificaciones con techo aligerado, unidos a vigas de concreto armado; B: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera en óptimo estado; C: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera con elementos deflectados; D: Edificaciones con falta de un diafragma o cubierta Eternit.

Parámetro 06: Configuración en planta.

La configuración de la planta tiene mucha incidencia en el comportamiento de la estructura ante un movimiento sísmico. ya que depende mucho de esta la estabilidad de la estructura. Para esta clasificación se evaluó analizando los siguiente: $\beta_r = a/L$ y $\beta_e = b/L$ Donde: a=lado menor. b=lados sobresalientes de a y L. L= longitud mayor. Dichos resultados se calificaron respecto a la siguiente relación: **A:** $\beta_r \geq 0.80 \text{ } \text{ò} \text{ } \beta_e \leq 0.10$; **B:** $0.80 > \beta_r \geq 0.60 \text{ } \text{ò} \text{ } 0.10 < \beta_e \leq 0.20$; **C:** $0.60 > \beta_r \geq 0.40 \text{ } \text{ò} \text{ } 0.20 < \beta_e \leq 0.30$; **D:** $0.40 > \beta_r \text{ } \text{ò} \text{ } 0.30 < \beta_e$.

Parámetro 07: Configuración de Elevación.

Para este parámetro se tuvo en cuenta su la edificación tenía uno o dos pisos y su respectiva altura siendo: A la altura del piso superior y H la altura total; y se clasifico mediante la siguiente relación $COE = A/H$. Se clasifica así, para la clase **A:** $COE > 0.75$; **B:** $0.5 < COE \leq 0.75$; **C:** $0.25 < COE \leq 0.5$; **D:** $COE \leq 0.25$, (Alarcon & Malqui, 2018).

Parámetro 08: Distancia máxima entre los muros.

Se evaluó en relación al muro y la robustes de los muros de la edificación expresada en la siguiente fórmula: L/e , donde L es la longitud máxima desfavorable entre los muros. Se clasifico dependiendo los valores obtenidos en: A: $L./e < 4.7$; B: $4.7. \leq L./e \leq 5.6$; C: $5.6 \leq L./e \leq 7.8$; D: $L./e \geq 7.8$ (Reyes, 2019).

Parámetro 09: Tipo de cubierta.

Se evaluó el tipo de cubierta de la edificación, clasificándolo de la siguiente manera: A: Techo de calamina estable con buen amarre a los muros con conexiones eficientes. Estructura con techo plano; B: techo de calamina inestable y en excelentes condiciones; C: Techo de calamina inestable en deplorables condiciones; D: Techo de calamina inestable en desnivel y pésimas condiciones (Tuco & Centurión, 2018).

Parámetro 10: Elementos no Estructurales.

Se tuvo en cuenta los elementos no estructurales, como balcones, balaustradas, etc. Se clasifico de la siguiente manera: A- Edificaciones de tierra construidas con terrenos libres de elementos no estructurales. B: El edificio de la planta está construido con balcones y barandales que están bien conectados a la estructura portante; R: Los edificios de tierra con balaustradas y balcones están mal conectados a la estructura portante. objetos degradados por edad; D: Mampostería de tierra con elementos de techo como tanques de agua, mal conectados. Los toldos u otros elementos pesados y mal construidos pueden derrumbarse en caso de terremoto. Edificio de tierra con balcón sobre la infraestructura principal, mala comunicación y en mal estado (Cajachagua & Ramírez, 2019).

Parámetro 11: Estado de conservación.

Se evaluó de manera visual. considerando lo siguiente: A: Mampostería de adobe en condiciones óptimas, sin hendidura alguna; B: Mampostería de adobe sin hendiduras, pero cuyos elementos están muy poco deteriorados; C: Mampostería de adobe con hendiduras y además cuyos elementos estructurales estén desgastados; D: Muros gravemente deteriorados, en sus elementos hay avistamiento de grietas a consecuencia de fallas por cortante, por flexiones y momentos.

2.3.5.5. Cuantificación del índice de vulnerabilidad

Una vez evaluados los 11 parámetros y multiplicados por su K_i y W_i correspondiente se realizó una suma total, definida por la siguiente fórmula:

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

Esta suma total se la convirtió en un porcentaje para la cuantificación como podemos apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 2

Rango de valores del Índice de Vulnerabilidad.

VULNERABILIDAD	RANGOS (Iv)	PORCENTAJE %
A = BAJA	0 – 95,63	0 – 25%
B = MEDIA A BAJA	95,63 – 191,30	25% – 50%
C = MEDIA A ALTA	191,30 – 286,30	50% – 75%
D = ALTA	286,30 – 382,50	75% – 100%

Fuente: (Moreto & Jiménez, 2021)

2.4. Metodología para la determinación del peligro sísmico

Para la cuantificación del peligro sísmico se tuvo en cuenta 3 aspectos que influyen en el peligro sísmico el cual se puede cuantificar en la siguiente fórmula:

$$\text{PeligroSismico} = (0.40 \cdot \text{Sismicidad}) + (0.40 \cdot \text{Suelo}) + (0.20 \cdot \text{Topografía})$$

Sismicidad:

Esta se evaluó teniendo en cuenta la normativa E.030 la cual realiza la zonificación en 4 zonas (sismicidad baja, media y alta).

Tipo Suelo:

Se consideró la clasificación que da la normativa E.030 clasificándose en 5 tipos de suelos (S0, S1, S2, S3 y S4).

Topografía:

Para la clasificación de la topografía se tuvo en cuenta la clasificación según la orografía del suelo que realiza las DG: 2018.

Una vez identificado los tres factores se reemplaza los valores numéricos de la tabla de Cuantificación del peligro sísmico de (Mosqueda & Tarque, 2005).

2.5. Metodología para la determinación del riesgo sísmico

Una vez calificado el peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica se tuvo que ubicar tanto en la fila como en la columna en la tabla de nivel de riesgo de (Mosqueda & Tarque,

2005). Se trazo dos líneas una horizontal y otra vertical donde éstas se interceptaron se estableció el nivel de riesgo sísmico.

2.6. Propuesta de sistema de reforzamiento sísmico

Establecido el nivel de vulnerabilidad se tuvo en cuenta el nivel del peligro y se analizó una propuesta de reforzamiento del sistema estructural. El sistema de reforzamiento que se eligió fueron 02.

- ✓ Reforzamiento con malla electrosoldada de 4mm de diámetro.
- ✓ Reforzamiento con viga collarín o viga de amarre de concreto.

La propuesta elegida se evaluó y proceso mediante los softwares ETABS. Con el cual se analizó el comportamiento de un abobe reforzado frente a cargas sísmicas. Se inició con el modelado de ambos módulos de adobe sin ningún tipo de reforzamiento, siempre estableciendo las condiciones más desfavorables para la edificación y se aplicó el Análisis sísmico dinámico modal espectral. En la cual los valores tanto como la deriva, distorsiones y masas participativas no se encontraron dentro de los parámetros establecidos en la norma E.030. Posteriormente se realizó el modelado de ambos módulos asignándole como reforzamiento la malla electrosoldada y la viga de amarre de concreto armado y se evaluó. Dando como resultado el cumpliendo con lo exigido por la norma.

2.7. Análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos utilizo el software Microsoft Excel, en el cual se tuvo que analizar los parámetros del método de Benedetti-Petrini, así como la elaboración de un cuadro comparativo con la norma de las dos zonas. Además, se realizó tablas y gráficos con los resultados para el mejor análisis de los mismos. Para el caso de la propuesta de reforzamiento se utilizó el software Etabs el cual está especializado en el modelamiento de edificaciones.

III.-RESULTADOS:

3.1.- Descripción

En la presente tesis, se inició con la recopilación de datos y el levantamiento arquitectónico. Posteriormente, se evaluó el diseño y las características de los materiales en relación con la normativa E.080, con el fin de determinar el grado de cumplimiento con la norma y la idoneidad del sistema constructivo. A continuación, se procedió a la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti-Petrini, que incluye 11 parámetros cualitativos y cuantitativos no experimentales.

3.2. Datos recopilados.

Para la recolección de los datos se realizó 2 visitas a la institución educativa en la cual se recogió los datos en dos fichas de reporte tituladas diagnóstico preliminar de la construcción informal usadas en una investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, una para la Zona Administrativa y Zona Pedagógica en la cual se tuvieron en cuenta la situación en la se encuentra el pabellón de adobe de la institución educativa.

3.2.1. Ficha de reporte preliminar de la Zona Administrativa (anexo 03).

La edificación fue construida en 1982, la cual estuvo proyectado para dos pisos. No conto con un diseño o dirección técnica sino, que fueron construidos por los pobladores y padres de familia a raíz de la necesidad de sus hijos recibir una educación secundaria.

Topografía y geología: Pendiente llana. Suelo arcillo limoso con presencia de grava mal graduada.

Estado de la vivienda: su construcción fue con material rustico (adobe). Tiene muros de adobe en asentado cabeza tanto en el primer y segundo piso. El pasadizo se observan fallas por asentamientos diferenciales y pequeñas grietas al igual que en vanos de puertas y ventanas (mala configuración de vanos-anexo 05). Se observó que en el segundo piso está comprometida la estabilidad y rigidez de la edificación. El almacén (piso 02) se observó grietas considerables en la trabe de los muros en dirección x e y (anexo 06).

Además, el diafragma rígido del segundo piso no se encuentra rigidizado y tiene asentamientos por pandeo e inestabilidad al caminar.

Secuencia de construcción de la vivienda: Se construyó primero la dirección, años después el segundo piso.

***Aspectos técnicos:**

Elementos de la vivienda:

Se observó lo siguiente:

Cimientos: Cimiento corrido de piedra y barro (mezclado con pajilla de arroz) de 40cm x 60 cm de profundidad.

Muros: Adobe de 28x40 cm asentado de cabeza. Constituido de tierra con presencia de piedras angulosas. (mal estado en la parte trasera por exposición a las lluvias e intemperie) (anexo 07).

Techo: 1er piso losa constituida de vigas de madera (algunas en mal estado), caña brava y 0.05 cm de concreto.

Columnas: Contiene dos columnas que sirven de pórtico para el pasadizo del segundo nivel C-01=40x30cm y C-02=0.30x27cm ambas con acero Long. De 1/2" y estribos de 3/8".

Vigas: Vigas constituidas de madera algunas en mal estado o sin mantenimiento. El segundo piso cuenta con vigas falladas al corte en pésimo estado a consecuencia del sismo noviembre del 2021 (anexo 08).

***Deficiencias de la estructura:**

se encontraron :

Problemas de ubicación

- ✓ Suelo arcilloso con presencia de limos y grava mal graduada.
- ✓ Terreno plano con pendiente longitudinal de menor de 1%.

Problemas estructurales

- ✓ Ausencia de collarines
- ✓ Escalera no tiene cimentación, garganta de 0.07 y apoyada en vida de madera.
- ✓ Muros no confinados y sin elementos de refuerzos.
- ✓ Vigas sin amarre con los muros.
- ✓ Fallas de corte considerables en el segundo piso (Almacén-anexo 06).
- ✓ Cimentaciones no cumplen con lo establecido en la norma E.080.

Problemas constructivos

- ✓ Adobe con material muy arcilloso con presencia de rocas.

- ✓ Los vanos de puertas y ventanas no cumplen con lo establecido en la norma e.080 (anexo 05).
- ✓ Algunas paredes mal plomadas y sin prescencia de algún tipo de refuerzo o confinamiento.
- ✓ No cuenta con contrafuertes en los muros y estos tienen gran longitud de desarrollo.

Mano de obra

- ✓ No calificada.

Otros

- ✓ El segundo piso contiene deflexiones considerables (tiembla al caminar).

Además, se pudo observar que se encuentran fallas considerables en el segundo piso a causa del sismo de noviembre-2021. Una viga de techo se encuentra con falla de corte total dividiendo a esta en dos elementos. Además, los muros cuentan con grietas de aproximadamente 2cm de espesor lo cual convierte a este módulo en un módulo peligroso para su habitabilidad. Además, que no cuenta con mantenimiento o algún sistema de protección contra la intemperie.

3.2.2. Ficha de reporte preliminar de la Zona Pedagógica (anexo 04).

La edificación fue construida en 1980, la cual estuvo proyectado para un solo piso. No conto con un diseño o dirección técnica sino, que fueron construidos por ellos a raíz de la necesidad de sus hijos de recibir educación de nivel secundario.

Topografía y geología: Pendiente llana. Suelo arcillo limoso con presencia de grava mal graduada.

Estado de la vivienda: fue construida con material rustico como poco mantenimiento con presencia de sentamiento y fallas de corte en su estructura, tiene muros de adobe en asentado cabeza. El pasadizo se observó fallas por asentamientos diferenciales. Cimentación descubierta por lluvia. Grietas en vanos de puertas y ventanas. También, se observó que en la parte trasera muros en contacto con agua de lluvia a través de goteras (anexo 09), Vigas en mal estado. También se observa divisiones inadecuadas y vanos muy grandes en relación a la longitud del muro según norma E.080.

Secuencia de construcción de la vivienda: Se construyo primero la dirección años después el segundo piso.

***Aspectos técnicos**

Elementos de la vivienda:

Se observo los siguiente:

Cimientos: Cimiento corrido de piedra y barro (mezclado con pajilla de arroz) de 40cm x 60 cm de profundidad. (no cumple con la norma técnica)

Muros: Adobe de 28x40 cm asentado de cabeza. Constituido de tierra con presencia de piedras angulosas. (mal estado en la parte trasera por erosión-anexo09).

Techo: Techo constituido de vigas de madera y paños de calamina, las vigas están trabadas en el adobe sin ningún reforzamiento.

Columnas: No contiene columnas todo el sistema está construido a base de muros de adobe los cuales son los elementos portantes.

Vigas: Vigas constituidas de madera algunas en mal estado o sin mantenimiento. Algunas deflectadas e inestables conformados tijerales de madera (anexo 10).

***Deficiencias de la estructura**

se encontraron :

Problemas de ubicación

- ✓ Suelo arcilloso con presencia de limos y grava mal graduada.
- ✓ Terreno plano con pendiente longitudinal de menor de 2.76%

Problemas estructurales

- ✓ Ausencia de collarines.
- ✓ Cimentación erosionada por las lluvias. (Anexo 11)
- ✓ Techo con goteras que humedecen los muros portantes.
- ✓ Vigas sin amarre con los muros deflectadas e inestables (Anexo 10).
- ✓ Vanos muy grandes en relación a la longitud del muro no cumplen la norma.
- ✓ Cimentaciones no cumplen con lo establecido en la norma E.080.

Problemas constructivos

- ✓ Adobe con material poco arcilloso con presencia de rocas y resto de huacos (anexo 12).
- ✓ Los vanos de puertas y ventanas no cumplen (E.080) o están muy cerca.
- ✓ Algunas paredes mal plomadas, con vanos muy grandes en relación a la Long. del muro.

- ✓ Muros no cuentan con ningún elemento de refuerzo exterior o interior.

Mano de obra

- ✓ No calificada.

Otros

- ✓ No cuenta con mantenimiento en la totalidad de la estructura.
- ✓ No cuenta con un sistema de drenaje que garantice la correcta evacuación.

Además, se pudo observar que se encuentran fallas de corte y asentamiento diferenciales en el piso y avistamiento de expansión de arcilla. Algunas vigas de techo que conforma los tijerales se encuentran deflectadas y sin apoyo. Además, los muros se observaron con desgaste en la parte trasera debido a las goteras que tiene el techo. También, se puede observar una mala evacuación del agua y en consecuencia se avisto presencia de humedecimiento de la cimentación, por ende, erosión completa de una cimentación que se encuentra en el aire (Anexo 11).

3.3. Levantamiento arquitectónico

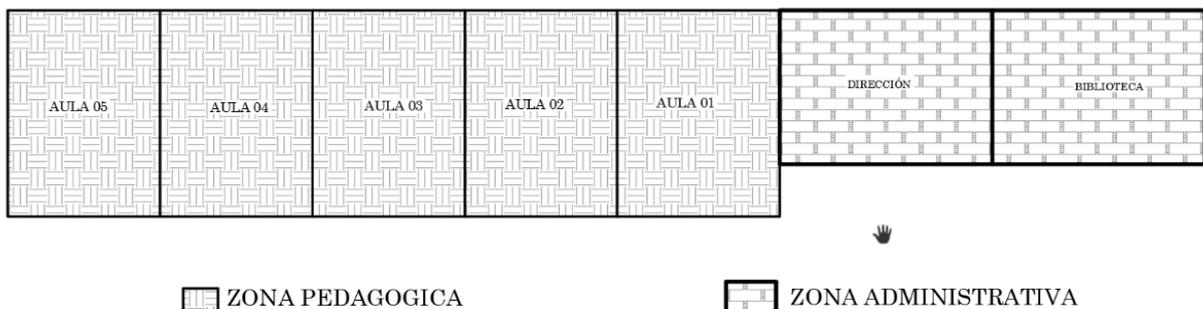
Para la recopilación de datos para el levantamiento arquitectónico se realizó 2 visitas de campo conjuntas con la recopilación de los datos. En dichas visitas se realizaron bosquejos insitu de la distribución de los ambientes para la toma de medidas con huincha métrica.

3.4. Levantamiento arquitectónico y estructural de la muestra de estudio

Figura 3

Croquis general del pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado sin escala.

CROQUIS GENERAL DEL PABELLON DE ADOBE SIN ESCALA

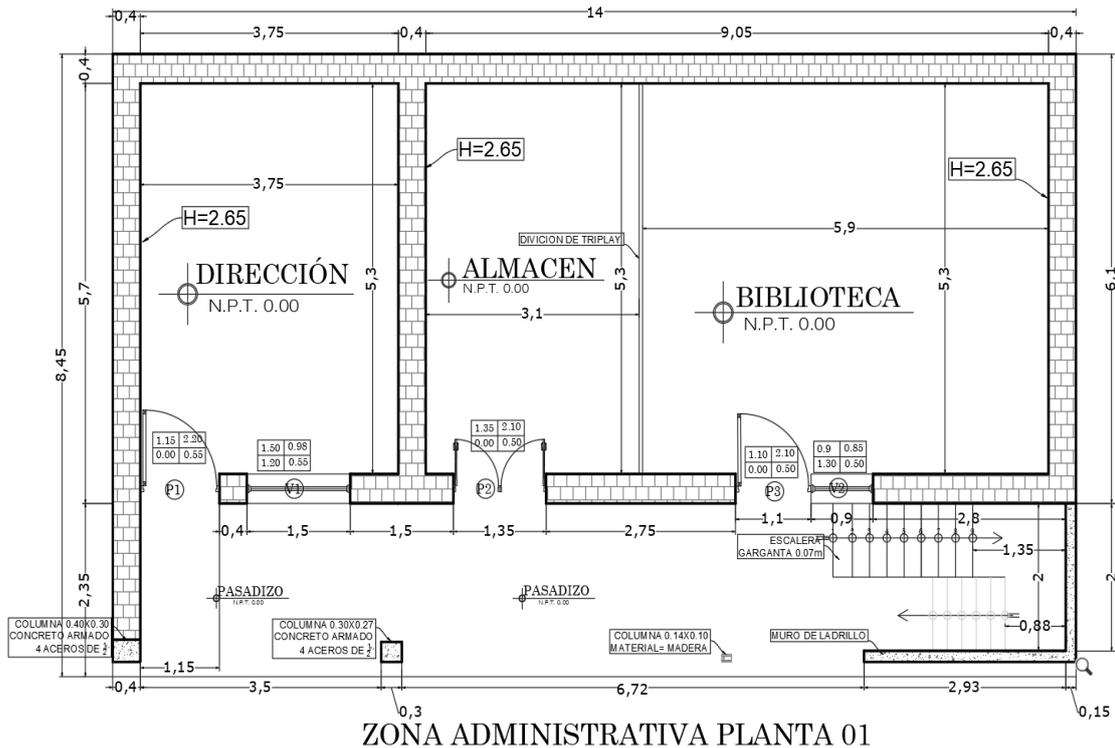


Una vez recolectado los datos arquitectónicos se procedió a realizar el levantamiento arquitectónico del software AutoCAD para lo cual primero se realizó una distribución por zonas de uso o identificación. Para posteriormente detallar cada una de estas.

MODULO ADMINISTRATIVO.

Figura 4

Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Administrativa piso 01.

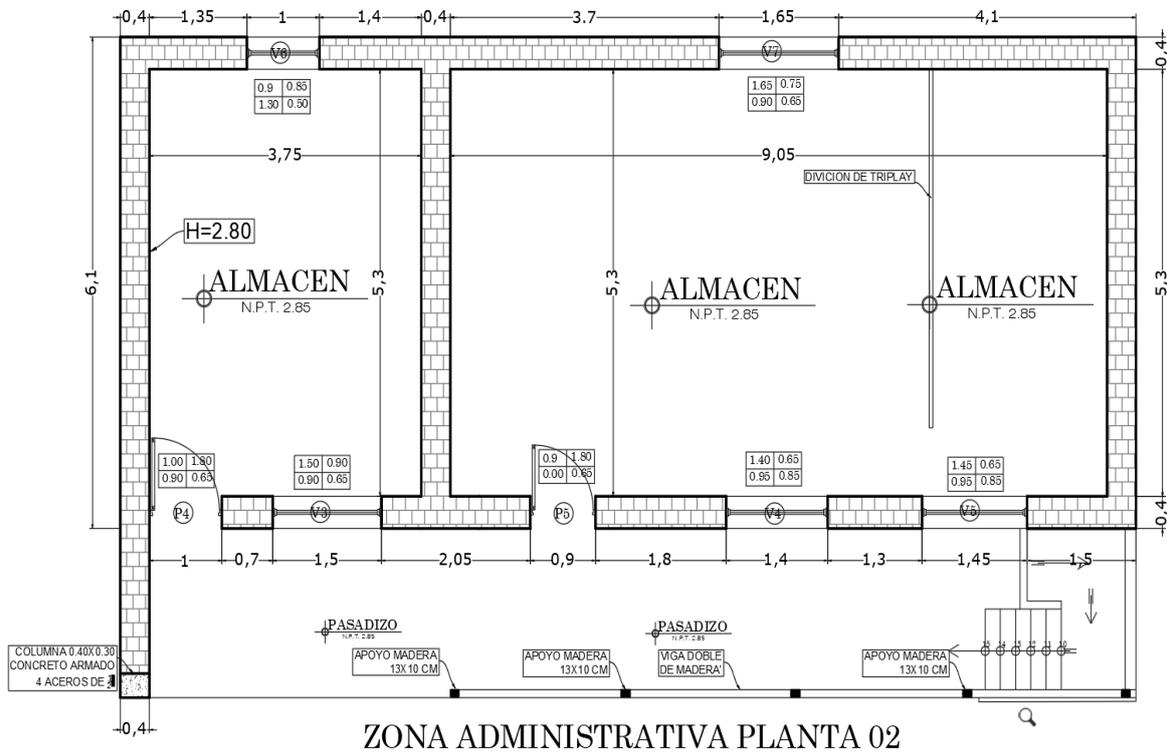


En el primer piso se observó que el módulo administrativo tiene 3 ambiente en el primer piso una Dirección, Almacén y Biblioteca estos ultimo dividido con un panel de triplay además se observó que:

- ✓ El primer piso consta de 5 vanos dos ventanas y 3 puertas.
- ✓ En la parte posterior no cuenta con ningún vano.
- ✓ Además, en la parte frontal cuenta con un pórtico de concreto en la entrada a la dirección. La altura de entrepiso tiene 2.65 metros y la losa de techo tiene 0.20 m de espesor constituido por madera, caña y concreto simple 5cm.
- ✓ Respecto al acabado tiene enlucido con y un contra zócalo tarrajado con cemento con acabado rustico.
- ✓ El asentado del muro es tipo cabeza de espesor de 0.40 cm. No cuenta con ningún sistema de reforzamiento estructural o contrafuertes.

Figura 5

Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Administrativa piso 02.



El segundo piso se observó que está constituido también por 3 ambiente y 3 almacenes en específico dos de ellos dividido con triplay, además, se observó que:

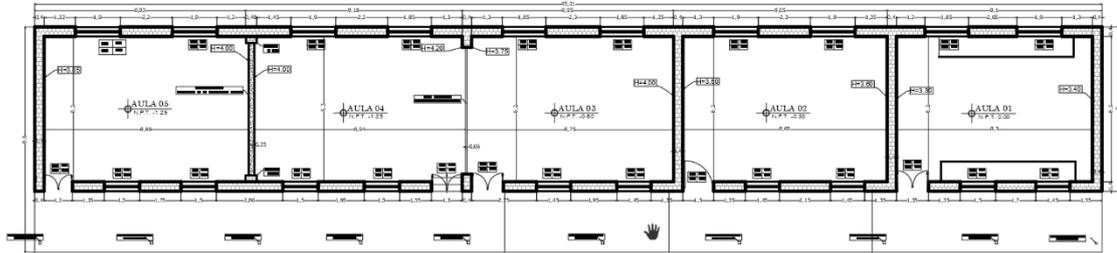
- ✓ La escalera de acceso se encuentra simplemente apoyada en una viga de madera y en un muro de ladrillo con esta el descanso de la escalera, esta escalera no cumple con el paso y contrapaso establecido, también el pasadizo de este no cuenta con ningún parapeto o barandal de protección.
- ✓ La losa está constituida por vigas de madera, caña brava como elementos transversales y una capa de 0.05m de concreto simple.
- ✓ Sin presencia de ningún reforzamiento estructural ni contrafuertes.
- ✓ El techo está constituido de calamina y tijerales de madera con poca técnica constructiva.

Tanto en el primer y segundo piso no se observó ningún sistema de reforzamiento estructural. El módulo cuenta con 115.00 m² de área construida y 136.01 m² de área techada.

MODULO DE PEDAGOGIA.

Figura 6

Levantamiento arquitectónico en planta de las Zona Pedagógica

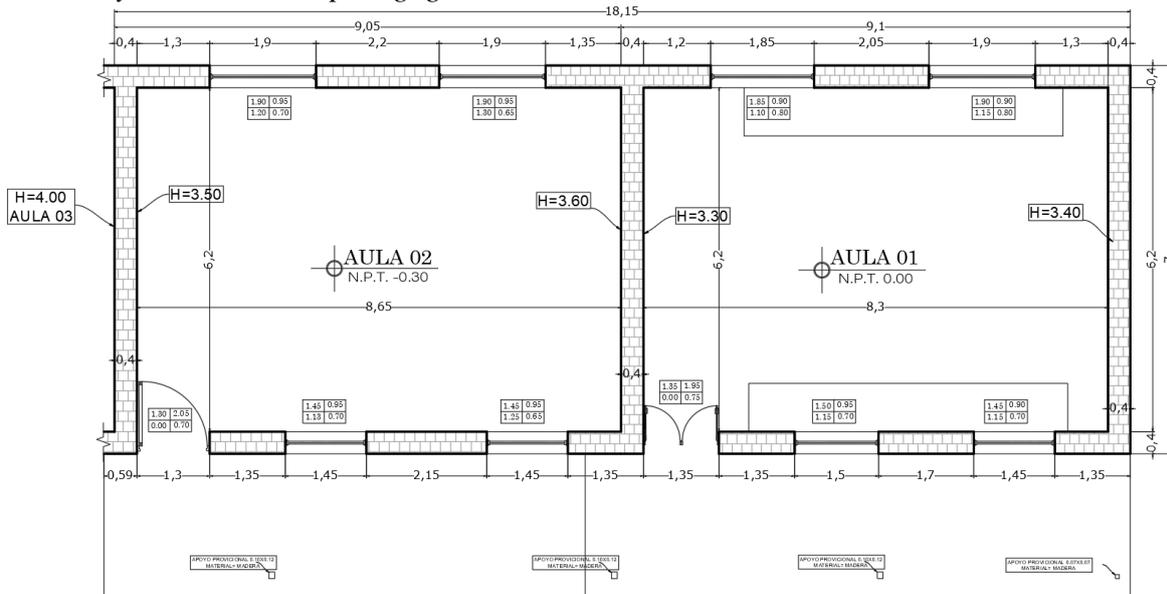


ZONA PEDAGOGICA

La zona pedagógica estuvo diseñada con un laboratorio el que posteriormente se convertiría en un aula más (aula 01). Los pisos desde el aula 01 al 05 fueron construidos con desniveles de 0 a -1.25 de extremo a extremo. El techo está constituido con tijerales de madera y calamina. El área total construida es de 316.470m² y el total de área techada 434.20m². El pasadizo este techado con columnas y vigas de madera con grandes longitudes. Todo el módulo de pedagogía comparte muros divisorios entre si como se pudo observar el aula 1 y dos comparte un muro divisorio en el cual en el aula 1 tiene una altura de 3.30 y en el aula 2 tiene una altura de 3.60 esto debido al desnivel del terreno. Además, ninguna de las dos aulas fue construidas con algún tipo de reforzamiento estructural.

Figura 7

Aula 01 y 02 del módulo pedagógico.



ZONA PEDAGOGICA AULA 01 Y 02

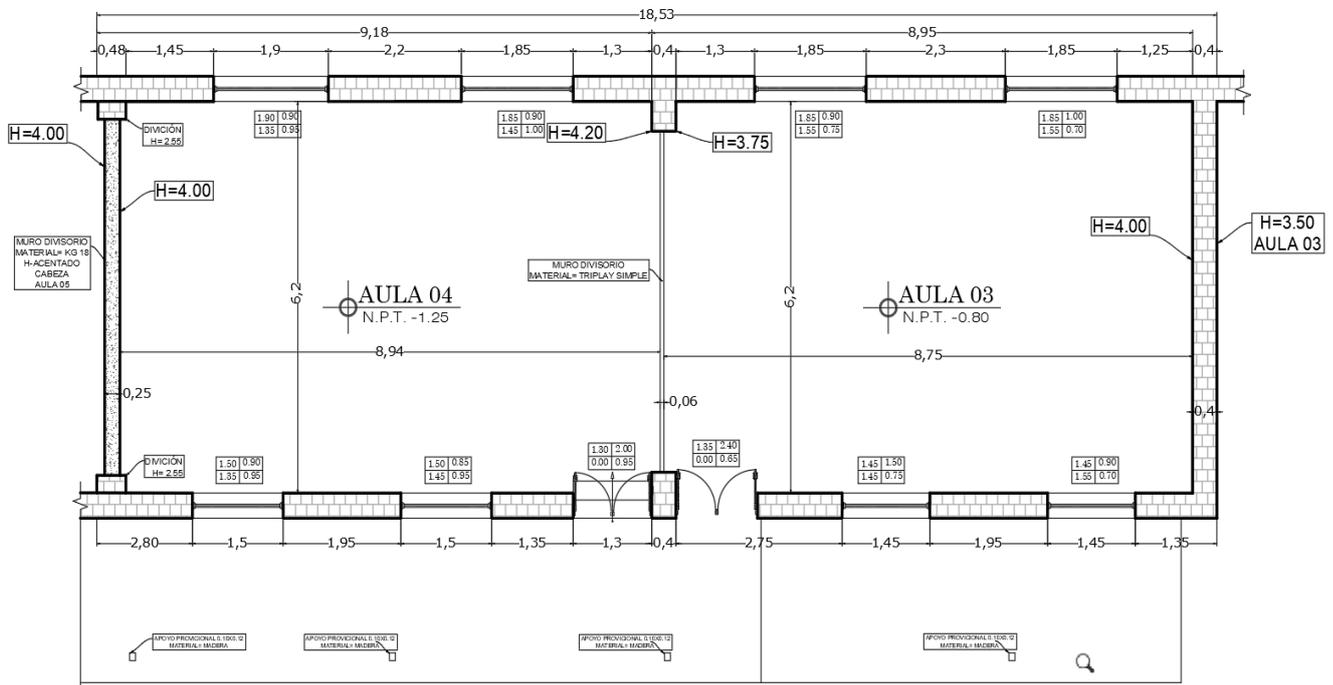
El aula 1 tuvo una altura de 3.40 en el muro transversal derecho y 3.30 en el izquierdo lo cual nos da a entender que el techo además tener pendiente a dos aguas también tiene una pendiente longitudinal.

El espesor del muro es de 0.40 fue construido con un asentado tupi cabeza en todos sus muros. Sus vanos están compuestos por 4 ventanas, una puerta principal a dos hojas. El aula 2 fue construida con una altura de 3.6 y 3.5 en sus muros transversales. Se construyeron con 5 vanos, 4 ventanas y una puerta doble hoja. Así como el aula 2 y 3 fueron construidos con una división de adobe entre ellos con desnivel de 3.50m y 4.00 m respectivamente.

Las aulas 3 y 4 estuvo dividida por un panel de triplay provisional con desnivel de 3.75m y 4.20m respectivamente. El aula 3 fue construida con 5 vanos, 4 ventanas y una puerta doble hoja. Además, no se tuvo en consideración ningún tipo de reforzamiento estructural (ver figura 08).

Figura 8

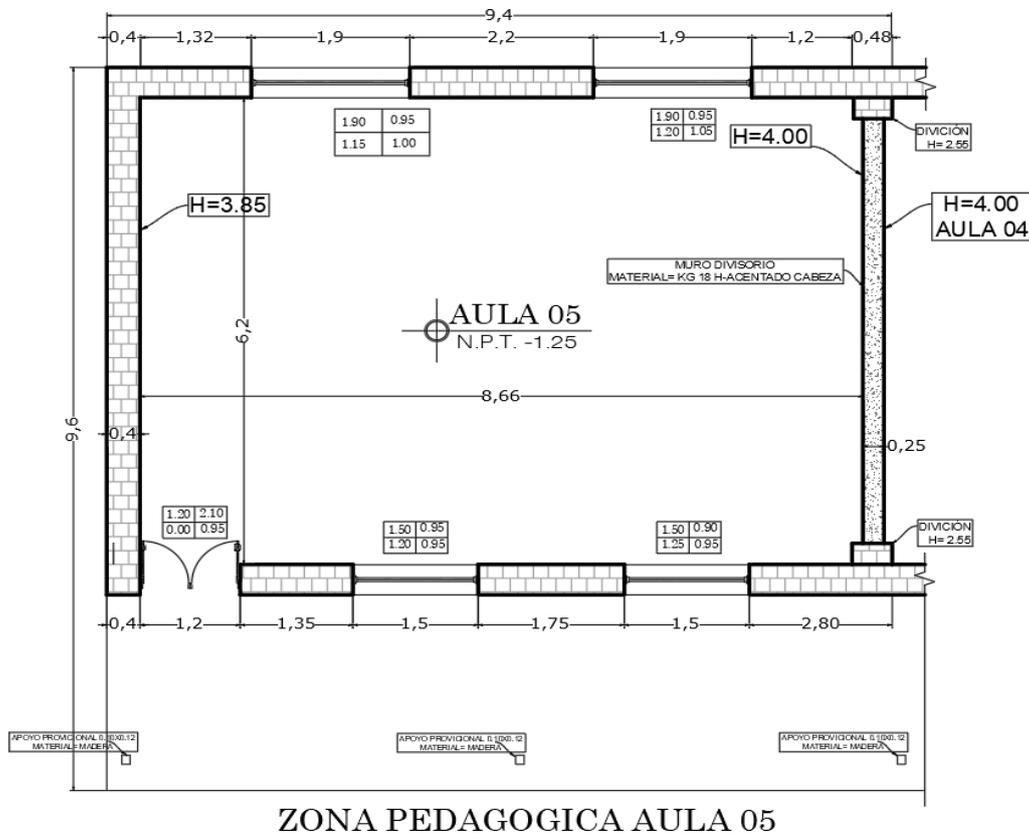
Aulas pedagógicas 03 y 04



ZONA PEDAGOGICA AULA 03 Y 04

Figura 9

Aula 05 del módulo Pedagógico.



El aula 5 al igual que las otras fue construida con un asentado tipo cabeza compartiendo una pared divisoria con el aula 4. Además, se proyectaron 5 vanos, 4 ventanas y una puerta. No adicionaron ningún tipo de refuerzo estructural. Su techo lo construyeron con tijerales de madera y calamina.

Podemos deducir entonces que la zona pedagógica tuvo una construcción tipo en el cual en todos los ambientes se estableció el asentado tipo cabeza.

3.5. Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080

Para el análisis del sistema constructivo y cumplimiento con la norma se realizó un cuadro comparativo (Tabla 03). Se extrajo los datos de los artículos que tuvieron relación con el sistema constructivo de la normativa E.080 y se comparó con los datos recogidos en las fichas preliminares y el levantamiento arquitectónico.

También, se realizaron calculo tanto en la densidad de muros y en la comprobación de los vanos de ambos módulos (anexo 14).

Tabla 3

Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080

 EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021. 						
Análisis del sistema constructivo y cumplimiento de la normativa E.080.						
ZONA E.080	Elementos y especificaciones	ZONA ADMINISTRATIVA		ZONA PEDAGOGICA		OBSERVACIONES
		CUMPLE		CUMPLE		
		SI	NO	SI	NO	
Artículo 05 y 17	TIERRA: (Anexo 13)					
	Prueba de cinta de barro.		X		X	Zona Adam. con mucha arcilla/Zona Ped. poca presencia de arcilla.
	Prueba de resistencia seca.	X		X		Cumple con la prueba de resistencia de barro.
Artículo 06 y 7	MURO y VANOS :					
	Espesor mínimo 0.40m.	X		X		Asentado de adobe (40x38cm) tipo cabeza.
	Arriostres horizontales.		X		X	No cuenta
	Arriostres verticales.		X		X	No cuenta
	Densidad de 15 %		X		X	M=16.02m ² -AT=118.29m ²Dm=13.54%
	Limites geométricos (fig.02). (anexo 14)		X		X	No cumplen con la normativa E.080
	REFUERZOS :					
	Refuerzo con viga collar.		X		X	No cuenta
	Refuerzo vegetal.		X		X	No cuenta
	Refuerzo con geomalla		X		X	No cuenta
	Protección a la intemperie.		X		X	No cuenta
Recubrimiento o revestimiento.		X		X	Solo para la parte frontal.	
Veredas perimetrales (-%p)		X		X	Solo frontal pero no cumple con -%p	
Sistema de drenaje adecuado.		X		X	no cumple	
Artículo 07	CIMIENTO :					
	Evita el humedecimiento del mur		X		X	Parte trasera cimentación erosionada
	Ancho 0.60m.		X		X	Solo se tiene 0.40 cm-espesor de muro.
	Profundidad 0.60m	X		X		cumple considerando-sin sobrecimiento.
	SOBRECIMIENTO :					
	Ancho 0.40m		X		X	No existe sobrecimiento ya que la cimentación tiene profundidad de 0.30x0.60m
	Altura 0.30m		X		X	
	ENTREPISOS Y TECHOS:					
Techo liviano	X		X		Techo de calamina con tijeral de madera.	
Unión con viga solera.		X		X	No cuenta	
Tijerales de madera-tensores.	X		X		Tensores deflectados y en mal estado	
Artículo 18	ADOBE:					
	No sobrepasar 0.40m de lado	X		X		Lado mayor del adobe
	Lado mayor= 2*Ancho		X		X	Adobe de 40x38cm
	Altura ente 0.8-0.12cm	X		X		Adobe de 40x38x0.12cm
Artículo 19	MORTERO:					
	Junta de 5mm a 20 mm		X		X	Junta variable.

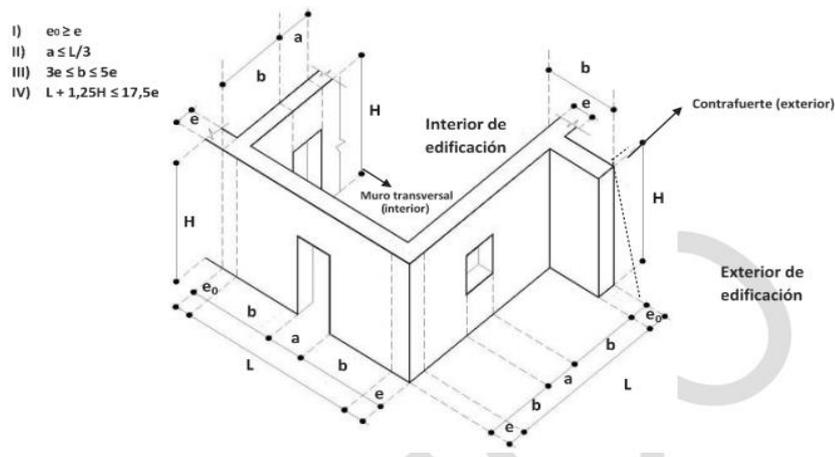
Artículo 05 y 17 de la norma E.080.

Respecto a las pruebas de **cinta de barro** se realizaron con trozos de adobe extraído de los módulos correspondientes. Se realizó el procedimiento siguiendo la normativa E.080. En la cual nos dios como resultado que la muestra de Modulo administrativo contenía mucha cantidad de arcilla y el módulo pedagógico poco contenido de arcillas (anexo 13). Respecto a la **prueba de resistencia** ambas muestras cumplieron con la resistencia requerida (anexo 13).

Artículo 06. Limites geométrico.

Figura 10

limites geométricos.

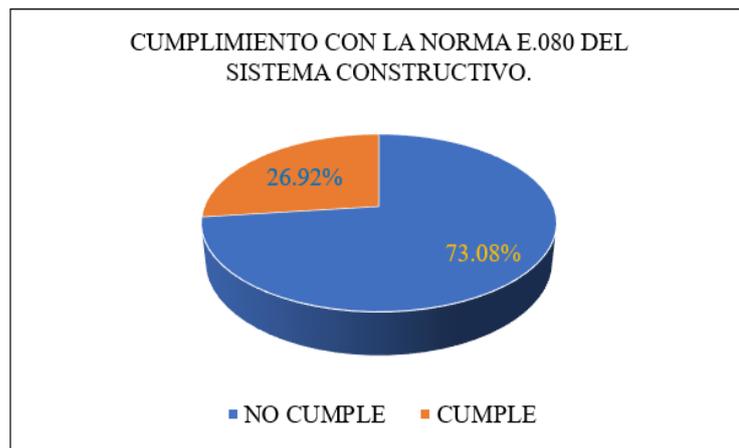


Fuente RNE 2019.

Ambos módulos cumplieron con el inciso I) sin embargo, el inciso II), III) y VI) no cumplieron con los límites geométricos establecidos en la norma E.080 (ver anexo 14). Ambos módulos no cumplieron con las exigencias mínimas establecida en la normativa E.080 por lo cual el sistema constructivo resulto precario. Como podemos observar en el siguiente gráfico.

Figura 11

Porcentaje de cumplimiento del análisis comparativo de la norma E.080



3.6. Vulnerabilidad sísmica

3.6.1. Fuerza sísmica horizontal

Para el cálculo de la fuerza horizontal en la base de la edificación se calculó con la fórmula establecida en el artículo 6.8 de la norma E.080.

$$H = SUCP$$

Donde:

S= factor de suelo = 1.4 (Tabla 01-E.080)

U=factor de uso (Edificación clase A) = 1.3 (Tabla 02-E.080)

C= Coeficiente sísmico (Zona 02) = 0.15 (Tabla 03-E.080)

P1 (Modulo Administrativo) = $293.3633\text{tn} + (0.5\% (500\text{kg/m}^2) * 115.5\text{m}^2) / 1000.$

P1 (Modulo Administrativo) = 322.24tn

P2 (Modulo Administrativo) = 577.78tn.

***Calculamos H del módulo Administrativo**

$$H1 = 1.4 * 1.4 * 0.15 * 322.24 = \mathbf{94.739\text{tn}}$$

***Calculamos H del módulo Pedagógico.**

$$H2 = 1.4 * 1.4 * 0.15 * 577.78 = \mathbf{169.87\text{tn}}$$

3.6.2. Vulnerabilidad sísmica del pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado mediante el método de Benedetti-Petrini

Para la presente investigación se utilizó el método de Benedetti-Petrini, con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de los dos módulos de adobe de la I.E. Juan Velasco Alvarado.

Parámetro 01: Organización del sistema resistente.

Los dos pabellones de adobe fueron construidos en la década de los 80s. El módulo Administrativo fue construido en 1982 y el módulo Pedagógico en 1980. Sin ningún asesoramiento técnico ni teniendo la cuenta la normativa E.080. Por lo cual tanto se le asigno una clasificación “D”.

Parámetro 02: Calidad del sistema resistente.

En las vistas de campo se logró observar que los muros no tienen una buena técnica de trabe y/o amarre. Además, las juntas se observaron de mala calidad con resto de huacos y rocas. Por lo cual, tanto para el módulo Administrativo y Pedagógico, se les asignó una clasificación “C”. Siendo las dimensiones del adobe constantes en todo el muro y ambientes.

Parámetro 03: Resistencia Convencional.

Se realizaron los cálculos correspondientes (ver anexo 15) por lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

***Módulo administrativo.**

DD= 2.20022475

***Módulo administrativo.**

DD= 6.65364724

Por lo cual se le dio una clasificación de “D”. Ya que $1.5 \leq DD$.

Parámetro 04: Posición del edificio y cimentación.

Se observó que la cimentación estaba situada en una topografía plana con una pendiente longitudinal menor al 1%. Sin embargo, la cimentación está en contacto directo con la intemperie, observando la erosión completa de la misma (ver anexo 11) en el módulo pedagógico. Tampoco fueron construidos con asesoramiento técnico, ni cumple con la normativa E.080. Por lo tanto, ambos módulos recibieron una clasificación de “D”.

Parámetro 05: Diafragma Horizontal.

Los diafragmas de ambos módulos fueron construidos con cintas de madera y calaminas. Dichas cintas de madera tienen luces considerables que, por el tiempo de vida útil, se han ido deflectando y en algunos casos ha llegado a fallar por corte (ver anexo 10 y 08) debido al sismo de noviembre del 2021. A consecuencia de todo lo observado se le asignó una clasificación de “C”. tanto para la zona Administrativa, como para la Zona Pedagógica.

Parámetro 06: Configuración en planta.

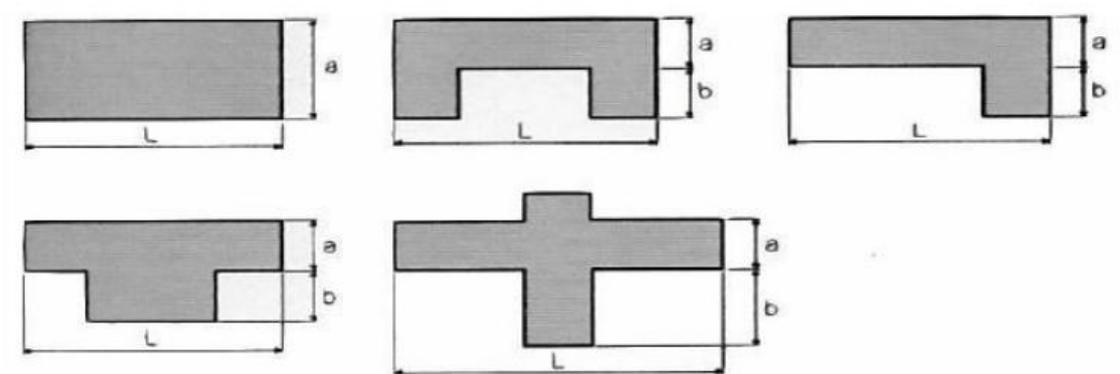
Con el levantamiento arquitectónico se observó que ambos módulos tienen una configuración regular en forma de rectángulo. Se calculo la relación de: $\beta_r = a/L$ donde a fue el lado menor y L el lado mayor (ver anexo 16).

$$\beta_r = a/L$$

$$\beta_e = b/L$$

Figura 12

Formas en Planta.



Fuente: (Guerrero, 2020)

Resultados (anexo 16):

***Módulo administrativo.**

$$\beta_r (Z.A) = 0.603571$$

Clasificación "B". ya que $0.80 > \beta_r \geq 0.60$.

***Módulo Pedagógico.**

$$\beta_r (Z.P) = 0.227$$

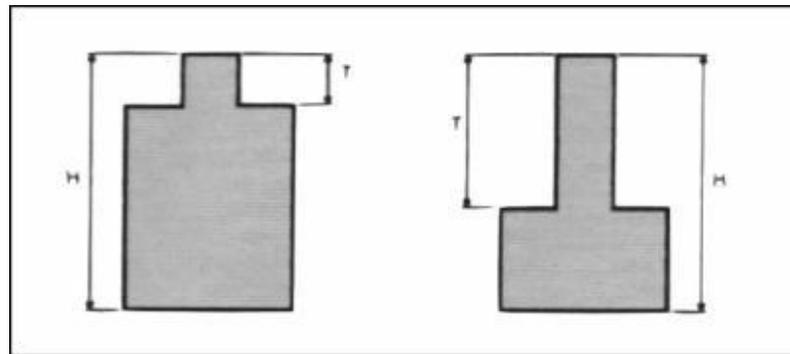
Clasificación "D". ya que $0.40 > \beta_r$

Parámetro 07: Configuración de Elevación.

Se calculo el COE teniendo en cuenta la altura del entre piso de la Zona administrativa ya que es la única que tenía dos pisos.

Figura 13

Configuración en elevación.



Fuente: (Guerrero, 2020)

Zona Administrativa:

Datos:

Piso 01= 2.85 (ver figura 05-NPT)

Piso 02= 2.80 (ver figura 05-HT)

→ Calculamos
 $COE=H/T$
COE=1.98

Zona Pedagógica:

La estructura es de un solo nivel, por lo que el **COE** es igual a **cero**.

Como resultado se le asignó una clasificación de “A” ya que la diferencia de ambos niveles es despreciable o no se observó cambios bruscos de altura. Además, $COE > 0.75$. Para el caso del módulo pedagógico se le asignó una clasificación de “A” la cual es la más favorable.

Parámetro 08: Distancia máxima entre los muros.

Se localizó el muro más desfavorable para ambos casos. Y se dividió entre el espesor del muro obteniendo los siguientes resultados:

*Módulo administrativo.

$L = 9.05$ metros (muro más crítico- ver figura 04)

$S = 0.4$ metros (espesor de adobe asentado cabeza)

$L/S = 22.63$ metros

***Módulo Pedagógico.**

L= 8.94 metros (muro más crítico-ver figura 06)

S= 0.4 metros (espesor de adobe asentado cabeza)

$L/S= 22.35 \text{ metros}$

Como resultado se clasifico con “D” a ambos módulos, ya que ambas relaciones resulto que la relación L/S eran mayores de 7.8m.

Parámetro 09: Tipo de cubierta.

Se observo que el techo fue construido con madera y calamina. Las cuales con el tiempo fueron deflectandose y en el peor de los casos algunas fallaron por corte (ver anexo 06, 08 y 10) debido a agente externo o por la edad de la edificación por lo tanto se les dio una clasificación de “D” para ambos módulos.

Parámetro 10: Elementos no Estructurales.

Respecto al módulo Administrativo se observó la existencia de un pasadizo en el segundo piso inestable (temblor al caminar), en malas condiciones. La cual tiene una alta probabilidad de derrumbarse en un movimiento sísmico. Por lo cual se le asignó la clasificación de “D”.

Para la clasificación del módulo pedagógico se le asigno la clasificación más favorable “A” ya que esta no contiene elementos no estructurales.

Parámetro 11: Estado de conservación.

La edificación está siendo afectada por acciones de la intemperie. La madera no ha tenido ningún tipo de mantenimiento encontrándose algunas maderas picadas. Los muros y la cimentación posteriores se encuentran erosionados por las lluvias (ver anexo 07, 09, 10 y 11). húmeda.

Los muros presentan gravemente deteriorados con grietas por fallas cortante a causa del sismo de noviembre-2021.

Como resultado se les ha clasificado a ambos módulos como “D”.

3.6.3. Cuantificado del Índice de vulnerabilidad.

Tabla 4

Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica de la Zona Administrativa.

ZONA ADMINISTRATIVA					
	PARAMETROS	CLASE	Ki	PESO Wi	IV
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del Sistema Resistente.	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia Convencional.	D	45	1.5	67.5
4	Posición del edificio y cimentación	D	45	0.75	33.75
5	Diafragma Horizontal.	C	15	1	15
6	Configuración en planta.	B	5	0.5	2.5
7	Configuración de Elevación.	A	0	1	0
8	Distancia máxima entre los muros.	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta.	D	45	1	45
10	Elementos no Estructurales.	D	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	D	45	1	45
INDICE DE VULNERABILIDAD =					282.5

Tabla 5

Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica de la Zona Administrativa.

ZONA PEDAGÓGICA					
	PARAMETROS	CLASE	Ki	PESO Wi	IV
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del Sistema Resistente.	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia Convencional.	D	45	1.5	67.5
4	Posición del edificio y cimentación	D	45	0.75	33.75
5	Diafragma Horizontal.	C	15	1	15
6	Configuración en planta.	D	45	0.5	22.5
7	Configuración de Elevación.	A	0	1	0
8	Distancia máxima entre los muros.	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta.	D	45	1	45
10	Elementos no Estructurales.	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	D	45	1	45
INDICE DE VULNERABILIDAD =					291.25

Una vez caracterizado y clasificado cada parámetro de Benedetti Petrini, se prosiguió a calcular el índice de vulnerabilidad realizando la sumatoria de los índices de vulnerabilidad de cada parámetro. Teniendo como resultados:

RESULTADO:

Tabla 6

Rango de valores de la cuantificación en porcentaje de la vulnerabilidad.

VULNERABILIDAD	RANGOS (Iv)	PORCENTAJE %
A = BAJA	0 – 95,63	0 – 25%
B = MEDIA A BAJA	95,63 – 191,30	25% – 50%
C = MEDIA A ALTA	191,30 – 286,30	50% – 75%
D = ALTA	286,30 – 382,50	75% – 100%

Fuente: (Moreto & Jiménez, 2021)

ZONA ADMINISTRATIVA = MEDIA A ALTA

ZONA PEDAGOGICA = ALTA

3.7. Determinación del peligro sísmico

Para el cálculo del peligro sísmico se utilizó el método de Mosqueda & Tarque 2006. Para el cual utilizamos la siguiente formula.

$$Peligro\ Sísmico = (0.40 \cdot Sismicidad) + (0.40 \cdot Suelo) + (0.20 \cdot Topografía)$$

Tabla 7

Determinación del peligro sísmico,

SISMICIDAD (40%)		SUELO (40%)		TOPOGRAFÍA (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plano	1
Media	2	Intermedio	2	Medio	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciadas	3

Fuente: (Mosqueira & Tarque, 2005).

Sismicidad: Se estableció que la sismicidad de amazonas es media ya que se encuentra en la zona sísmica 2. Según la conificación de; reglamento E.030.

Suelo: Se considero un suelo intermedio.

Topografía: Es plana según la clasificación de la norma DG 2018 ya que la pendiente longitudinal del terreno es menos a 3%.

$$\text{Entonces: } P.S = 0.4 * 2 + 0.4 * 2 + 0.2 * 1 = 1.8$$

Tabla 8

Clasificación del peligro sísmico.

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO
ALTA	Bajo	1,80
	Medio	De 2,00 a 2,40
	Alto	De 2,60 a 3,00
MEDIA	Bajo	De 1,40 a 1,60
	Medio	De 1,80 a 2,40
	Alto	2,60
BAJO	Bajo	De 1,00 a 1,60
	Medio	De 1,80 a 2,00
	Alto	2,20

Fuente: (Mosqueira & Tarque, 2005).

Por lo tanto, al obtener un rango de **1.8** y una **sismicidad media** obtenemos como resultado un **peligro sísmico medio**.

3.8. Determinación del riesgo sísmico

Una vez encontrados tanto la vulnerabilidad como el peligro sísmico se prosiguió a determinar el riesgo sísmico interceptando estos dos valores en la siguiente tabla.

Tabla 9

Determinación del riesgo sísmico.

		RIESGO SÍSMICO		
Vulnerabilidad		Baja	Media	Alta
Peligro	Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Por lo tanto, se determinó que el riesgo sísmico para el pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado es **alta**.

3.9. Propuesta de reforzamiento sísmico

3.9.1 Sistema de reforzamiento.

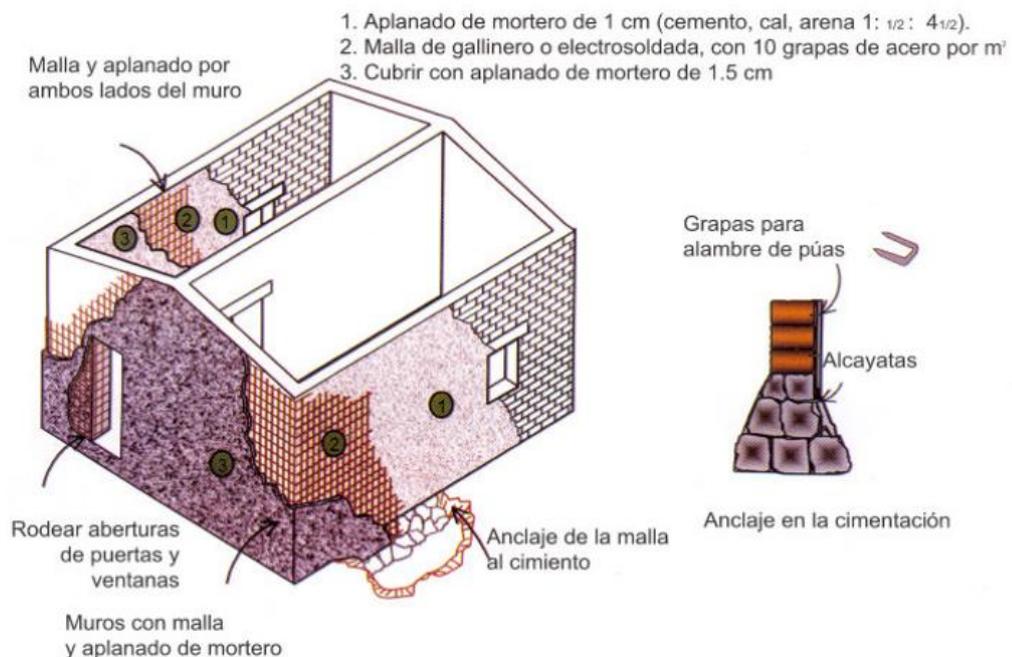
El sistema de reforzamiento sísmico se usó con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas de la estructura. Para que dicha estructura logre contrarrestar las fuerzas horizontales producto de un movimiento sísmico sin llegar al colapso. Para la presente investigación se usaron dos tipos de reforzamiento:

3.9.1.1 Reforzamiento con malla electrosoldada.

Este método de reforzamiento es uno de los cuales se utilizó en el presente trabajo de investigación el cual consiste en la colocación de malla electrosoldada. Dicha malla debe ser dispuesta en ambas caras y anclada al muro ya sea por alambre #8, grapas de alambre de púas o clavos con latón (2.5cmx2.5cm o chapas) con clavos de 2 ½ pulgadas. Una vez fijadas en ambas caras se procede a recubrir con mortero $f'c=100\text{kg/cm}$ con espesor de 1.5cm a 2 por cada lado. Esta malla electrosoldada estaría anclada a la viga collar de concreto en la parte superior de la estructura y propuesta también como reforzamiento. Este tipo de reforzamiento logra que las edificaciones de adobe no se comporten como elementos disgregados, sino como una sola caja solida frente a acciones sísmicas.

Figura 14

Sistema de reforzamiento con malla electrosoldada en viviendas de adobe.



Fuente: Manual de refuerzo de viviendas de adobe. CONRED

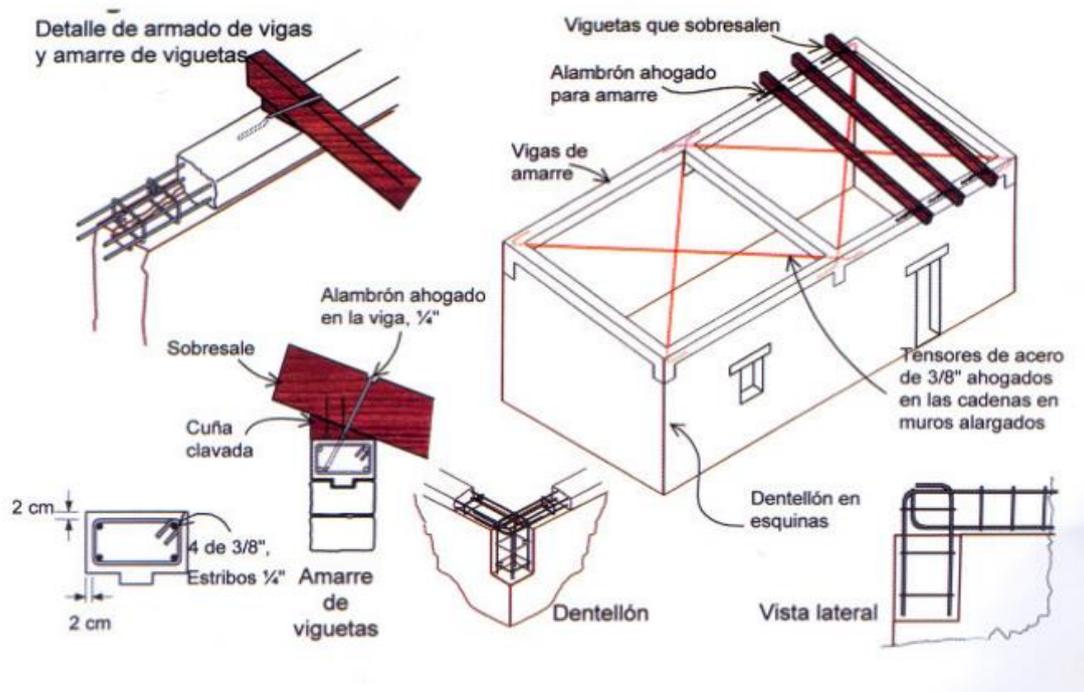
Además, (Quispe & Rondón, 2012) en su investigación establece que el método más económico de reforzamiento es el de malla electrosoldada en ambas caras por el bajo costo de la malla y que no requiere refuerzos en la cimentación. También concluye que es un método poco invasivo ya que solo necesita de pequeñas perforaciones en el muro para su instalación.

3.9.1.2 Reforzamiento con viga collarín o viga de amarre de concreto armado.

Este sistema de reforzamiento fue usado como complemento del anterior con la finalidad de generar un diagrama semi rígido en el techo.

Figura 15

Sistema de reforzamiento con viga de amarre o collarín.



Fuente: Manual de refuerzo de viviendas de adobe. CONRED

3.9.2 Definición de la aceleración espectral.

Para la determinación de la fuerza sísmica se elaboró a base de los parámetros sísmicos establecidos en la norma E.030.

Figura 16

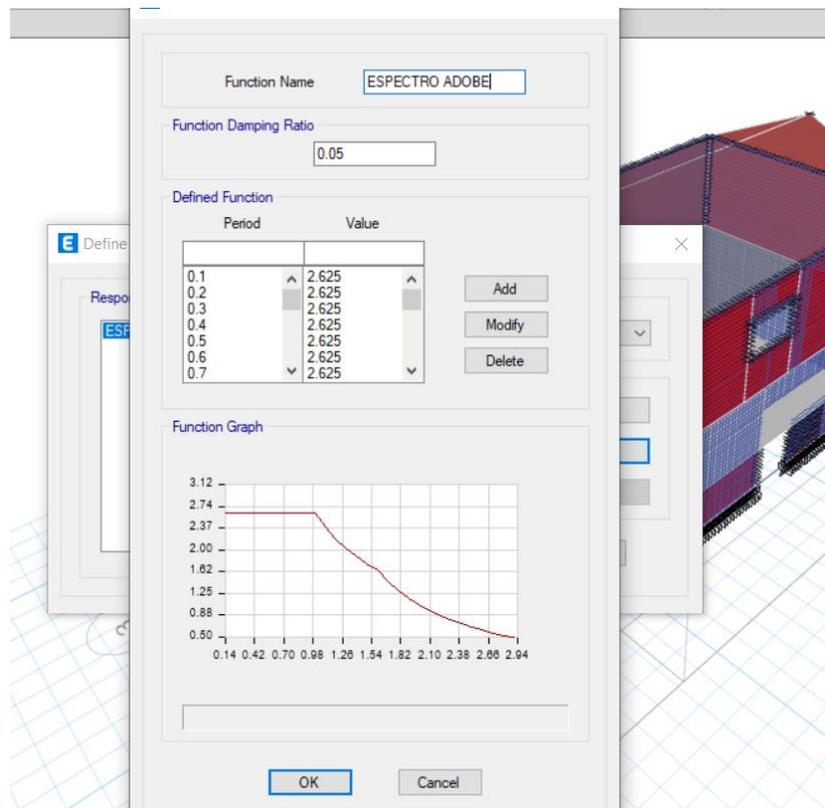
Parámetros de la aceleración espectral de la edificación

PARAMETROS DEL ESPECTRO		
Z	0.25	Factor de zona (Zona 02)
S	1.4	Factor de Suelo (suelo blando=S3)
Tp	1	Periodo corto
Tl	1.6	Periodo Largo
U	1.4	Factor de uso (Edificación esencial)
Ro	1	Factor de reducción básico
Ia	1	Irregularidad en altura
Ip	1	Irregularidad en planta
R	1	Factor de reducción $R=Ro.Ia. Ip$

Para el ingreso de datos de la aceleración espectral las variables tanto coeficiente sísmico y factor de suelo se introdujo en un documento tipo txt. (ver anexo 19).

Figura 17

Ingreso de datos de la aceleración espectral a través del documento txt.



Las demás variables tales como factor de zona, factor de uso, gravedad ($g=9.81 \text{ m/s}^2$) y el factor de reducción sísmica fueron ingresado como un factor sísmico “Cs” a través de un Load Case en el software Etabs versión 21.0.1 tanto para la aceleración espectral en la dirección X-X y Y-Y.

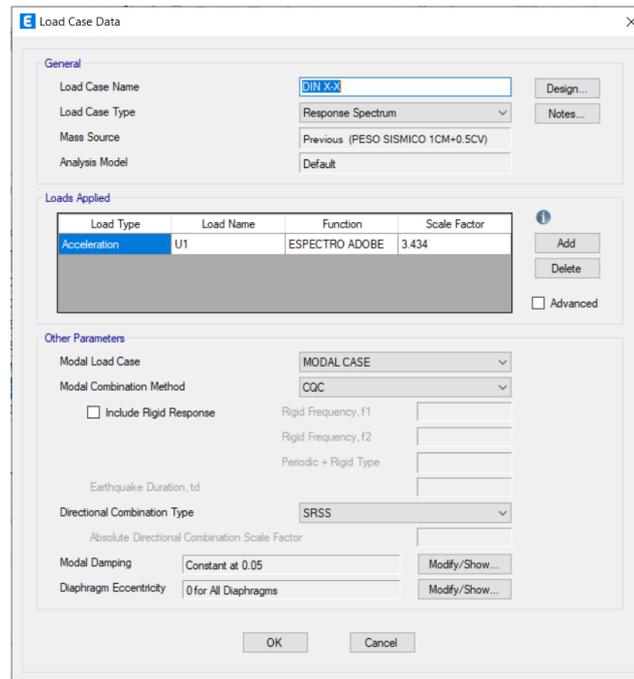
$$Sa = \frac{Z \cdot U \cdot C_s}{R} \cdot g$$

$$Cs = \frac{0.25 \times 1.4}{1} \times 9.81$$

$$Cs = 3.434$$

Figura 18

Ingreso del coeficiente sísmico.



3.9.3 Datos de los materiales y propiedades mecánicas para el modelamiento.

3.9.3.1 Datos del adobe.

La definición del peso por unida de volumen se extrajo de la norma E.020 cargas en la cual establece un peso volumétrico de 1600kgf/m³

La norma E.080 del 2006 en su artículo 8.2 inciso b) establece que cuando no se realice ningún ensayo para la obtención de la resistencia a la compresión como albañilería se establezca un valor de:

$$f_m = 2.0 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, en la actualización del 2017 la norma E.080 establece en su artículo 8.4, figura 04 establece que el esfuerzo a la compresión de la albañilería será de 0.4 de la resistencia última establecida como 6.12 kg/cm² por lo cual la resistencia a la compresión de albañilería sería:

$$f_m = 2.45 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, para la presente investigación se eligió el valor establecido en la norma del 2006 siguiendo un criterio de análisis del caso más desfavorable y considerando un diseño conservador.

Respecto al módulo de elasticidad la norma E.080 del 2017 establece que al no contar con ensayos experimentales se usará el valor de 2040 kgf/cm².

Figura 19

Ingreso de datos del material de adobe.

Figura 20

Definición del muro de albañilería de adobe

Definición del muro de adobe como Wall Sección en asentado tipo cabeza de espesor de 40cm en toda la estructura en ambos módulos.

3.9.3.2 Datos de la madera.

En la figura 21 se puede observar los datos que se ingresaron para el modelamiento de los dinteles de madera de puertas y ventanas en una sección de (40x11 cm) estos datos fueron extraídos tanto de la norma E.020 cargas y la norma E.010 madera estableciendo como un tipo de madera clase C.

Figura 21

Ingreso de las propiedades del material de madera tipo c.

Material Property Data

General Data

Material Name: MADERA CLASE C

Material Type: Other

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Green] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 900 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 91.774 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 900000000 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C

Shear Modulus, G: 346153846.15 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 22

Definición la frame section de viga dintel con 6 grados de libertad.

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: DINTEL DE MADERA

Material: MADERA CLASE C

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: [Red] Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.11 m

Width: 0.4 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers... Currently Default

OK Cancel

3.9.3.3 Datos del concreto.

En la figura 23 podemos observar los datos ingresados para el material de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de la viga collarín elegida como reforzamiento en la parte superior de la estructura dicha viga fue modelada con dimensión de $40 \times 30\text{cm}$ como un elemento frame de 6 grados.

Figura 23

Ingreso de los datos del material de concreto armado $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

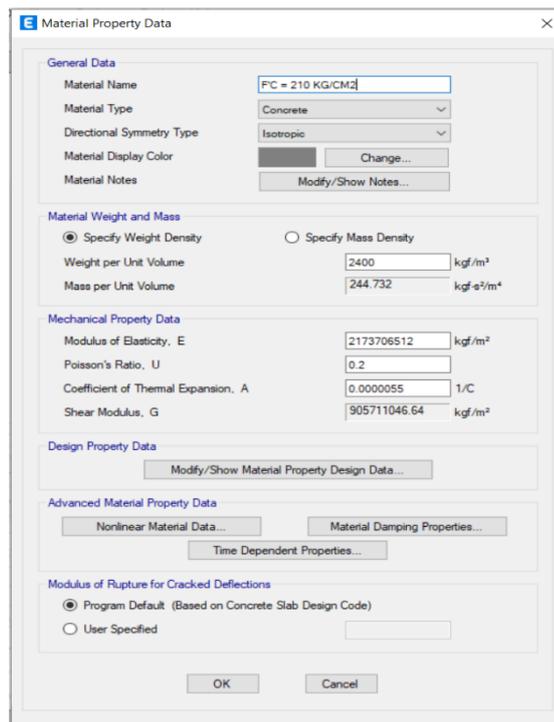
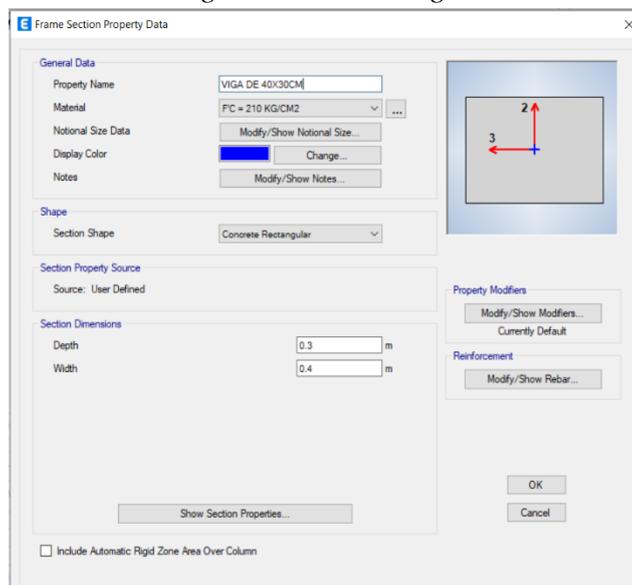


Figura 24.

Definición la frame section de viga collarín con 6 grados de libertad.



3.9.3.4 Datos del acero corrugado.

En la figura 25 podemos observar los datos ingresado para el material acero estructural de la malla electrosoldada $f_y=4200\text{kg/cm}^2$. Se le asignó una sección de 8mm de diámetro. Pero debido a que esta malla estaría dispuesta en ambas caras se consideró una sección de 8mm para su posterior modelamiento en el eje de la edificación.

Figura 25

Ingreso de los datos del material de acero estructural $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

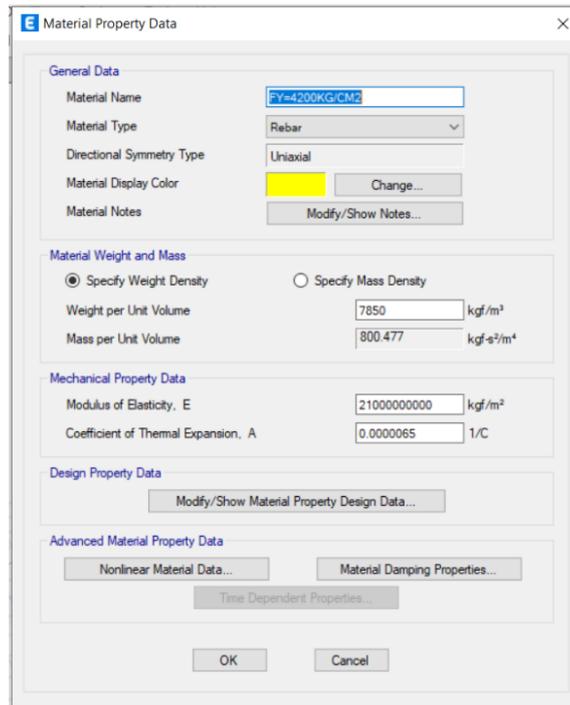
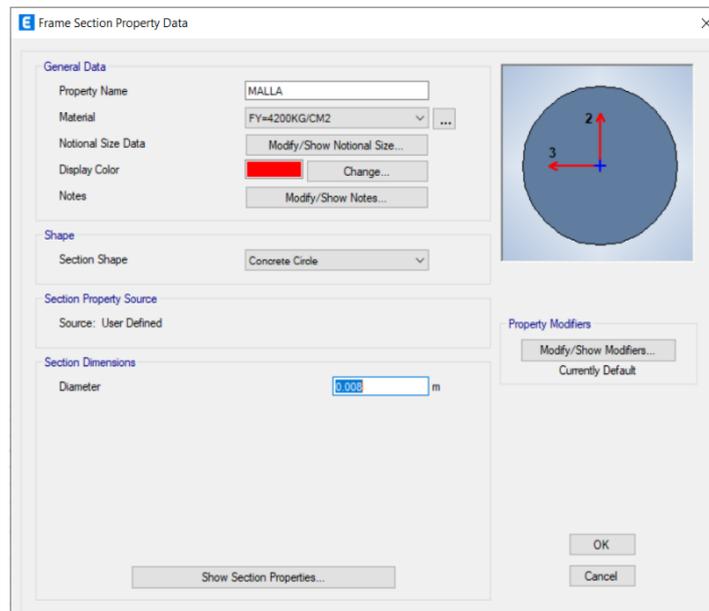


Figura 26

Definición de la sección de la malla electrosoldada de 8mm de diámetro en dos capas.



El modelamiento en la edificación se realizó de manera manual uno por uno de los elementos frame teniendo una separación horizontal de 10cm y una separación vertical de 10cm también.

3.9.5 Metrado de cargas.

3.9.5.1 Metrado de cargas modulo administrativo.

Para el realizado del metrado de cargas como anteriormente se definió cuenta con un entrepiso de vigas de madera y una losa de concreto de 5cm de espesor. Respecto al techo está constituido de madera y calamina. El peso volumétrico de la madera utilizado fue extraído de la norma E.020.

Tabla 10

Metrado de cargas de entrepiso del módulo administrativo.

*Carga Muerta entre piso					
MADERA TIPO C RNE E.020 (900 KG/M3) / Piso (110.45 m2)					
Elemento	UND	Ancho	Alto	Largo	VOL(M3)
Vigas	13	0.10	0.14	9.45	1.72
VOLUMEN TOTAL =				1.72	
Peso total (kg/m3) =				1547.91	
Peso de cobertura (kg/m2) =				14.01	
Peso de caña brava (kg/m2) =				5.5	
Carga Muerta de techo por m2=				19.51	

* La carga de entrepiso correspondiente a la losa de 5cm de espesor fue ingresada a través del software Etabs.

Tabla 11

Metrado de cargas del techo del módulo administrativo.

* Carga Muerta de techo					
MADERA TIPO C RNE E.020 (900 KG/M3) / Cubierta (141.75M2)					
Elemento	UND	Ancho	Alto	Largo	VOL(M3)
Vigas	5	0.10	0.18	9.45	0.85
Pendolón:	5	0.10	0.18	1.25	0.11
Pendientes:	12	0.10	0.15	4.90	0.88
cintas:	8	0.05	0.05	15.00	0.30
Viga cumbreira:	1	0.10	0.15	15.00	0.23
VOLUMEN TOTAL =				2.37	
Peso total (kg/m3) =				2133.00	
Peso de cobertura (kg/m2) =				15.05	
Peso de calaminas (kg/m2) =				4.59	
Carga Muerta de techo por m2=				19.64	

La carga viva de entrepiso fue establecida respecto a la norma E.020 que establece 250kg/m² para aulas y 400 kg/m² para pasadiscos correspondiente a instituciones educativas. Así mismo la norma establece que en techos inclinados de calamina se les asigna una carga de 30kg/m² por motivos de mantenimiento.

3.9.5.2 Metrado de cargas modulo Pedagógico.

En el módulo pedagógico al ser de 1 piso solo contiene un techo de elementos de madera con calamina:

Tabla 12

Metrado de cargas de techo correspondiente la modulo pedagógico.

*** Carga Muerta de techo**

MADERA TIPO C RNE E.020 (900 KG/M3) / Cubierta (466.72M2)					
Elemento	UND	Ancho	Alto	Largo	VOL(M3)
Vigas	16	0.15	0.18	7.00	3.02
Pendolón:	16	0.10	0.18	1.25	0.36
Pendientes (Long 2 aguas):	25	0.12	0.18	10.42	5.63
cintas:	12	0.05	0.05	46.21	1.39
Viga cumbrera:	1	0.10	0.15	46.21	0.69
VOLUMEN TOTAL =				11.09	
Peso total (kg/m3) =				9981.23	
Peso de cobertura (kg/m2) =				21.39	
Peso de calaminas (kg/m2) =				4.59	
Carga Muerta de techo por m2=				25.58	

Al igual que el módulo se le asigna una carga de 30kg/m² con motivos de mantenimiento.

3.9.5 Modelamiento y análisis estructural.

3.9.5.1 Modelamiento y análisis estructural sin reforzamiento del módulo administrativo.

El modelamiento de la edificación tanto administrativo como pedagógico se modelo como un tipo de albañilería confinada. Si bien es cierto la norma de albañilería considera solo muros portantes los muros verticales de 1.2m de longitud. Sin embargo, para la presente investigación se consideró todo el modelado del muro de adobe y su posterior modelamiento de los vanos de puertas y ventanas con la finalidad de que los resultados sean lo más cercanas posibles a la realidad. Además, con la finalidad de reducir las cargas en la edificación los ambientes del segundo nivel fueron cambiados a ambientes de aulas.

Figura 27

Vista 3D del modelamiento del módulo administrativo sin reforzamiento y asignación de cargas de entepiso (CV aulas = 250kg/m², CV pasadizos= 400kg/m² y CM=19.51 kg/m²).

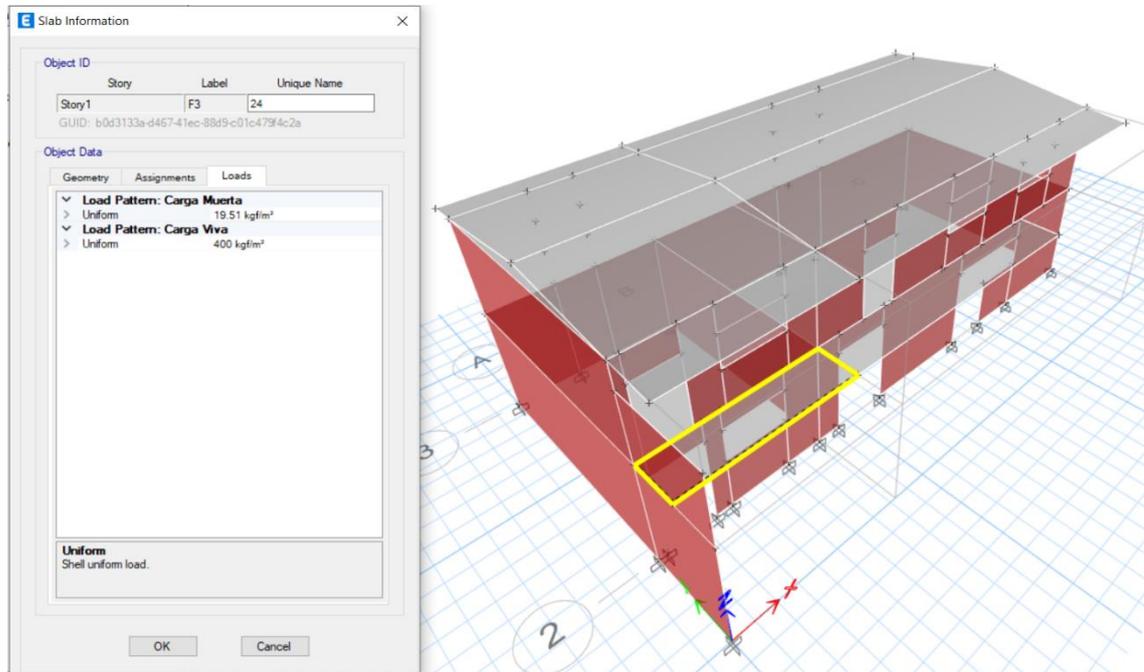
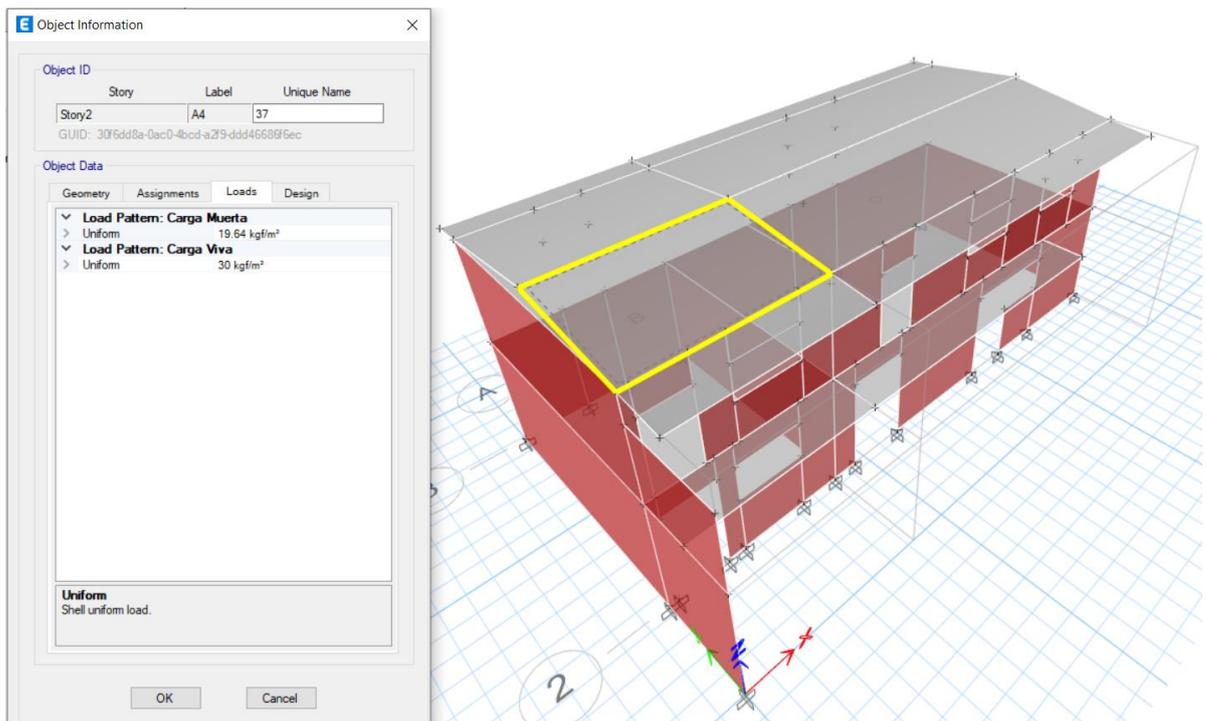


Figura 28

Vista 3D del modelamiento del módulo administrativo sin reforzamiento y asignación de cargas de techo (CV techo = 30kg/m² y CM=19.64 kg/m²).

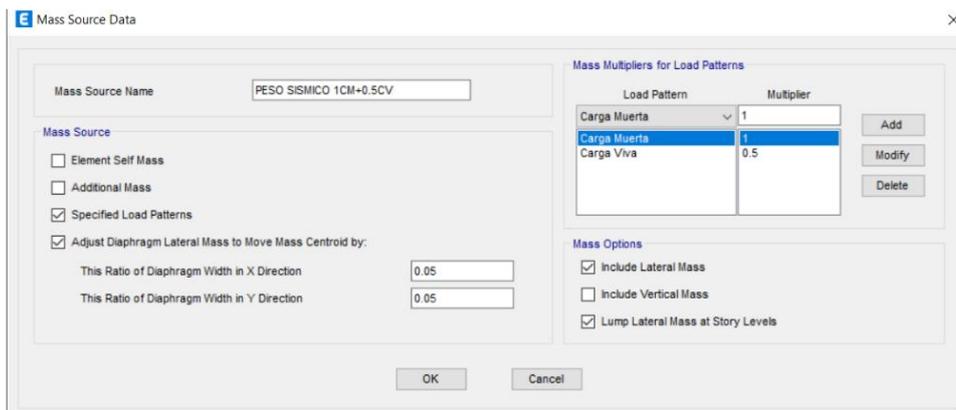


❖ Definición de la masa participativa.

En edificaciones esenciales la norma establece que la aplicación de la masa participativa debe considerarse el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva. En la figura 29 podemos apreciar la introducción de la masa participativa para el modelamiento en el software Etabs.

Figura 29

Definición de la masa participativa del modelo estructural.

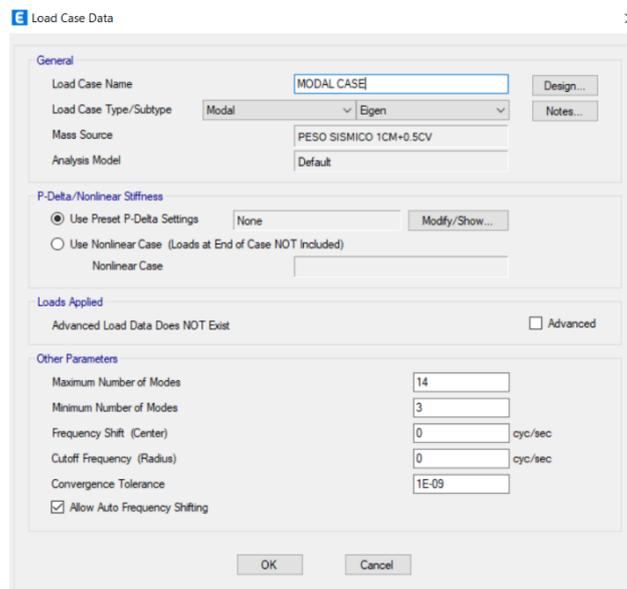


❖ Configuración de casos modales en la dirección X-X y Y-Y.

En la presente investigación en el modelado del módulo administrativo sin reforzar en la definición de los casos modales se encontró que necesitaría 14 modos de vibración para que la edificación llegue a 90% de la masa total en ambas direcciones.

Figura 30

Configuración de casos modales para el módulo administrativo sin reforzamiento.

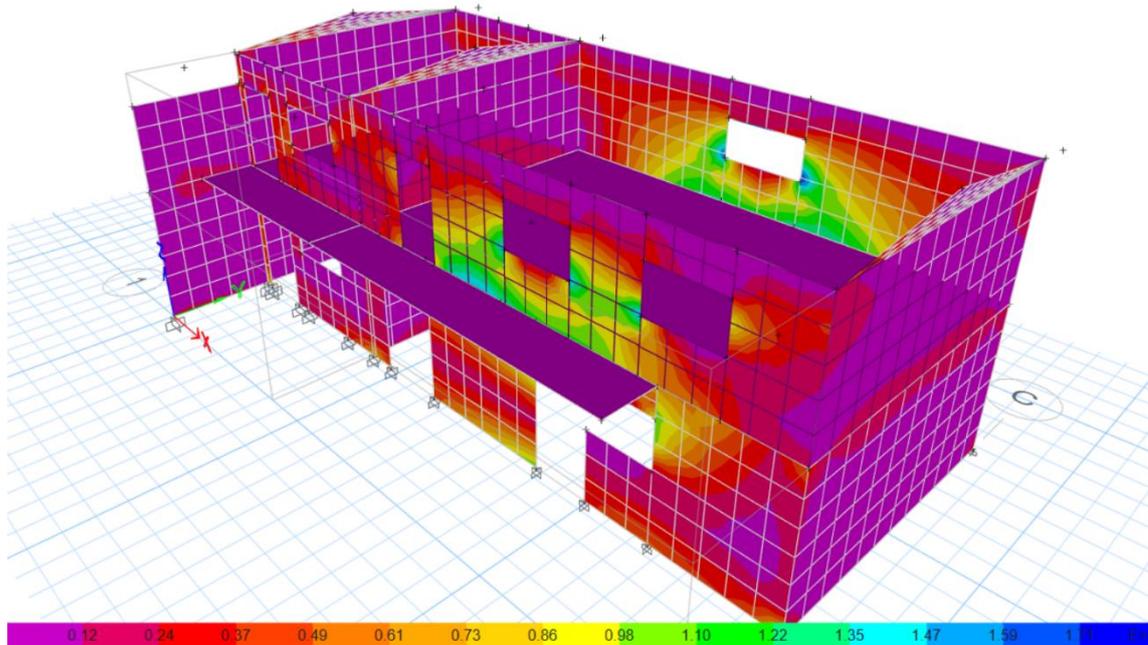


3.9.5.1.1 Resultados de análisis estructural.

❖ Momento producto del sismo dinámico en la dirección Y-Y.

Figura 31

Momentos flectores máximos del módulo administrativo sin reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y.



En la presente investigación al momento de modelar en el software Etabs nos dimos cuenta que los mayores desplazamientos eran en la dirección Y-Y por lo cual al momento de revisar los momentos flectores debido a la carga sísmica en la dirección Y-Y no dimos cuenta que estos momentos eran más críticos entre los ejes B-B//C-C debido a que no se encuentra ningún reforzamiento en la dirección perpendicular. Todo esto producto de una mala distribución de los muros portantes que anteriormente ya se había encontrado en el análisis con la norma E.080.

❖ Modos de vibración de la estructura.

Tabla 13

Resultados de los modos de vibración del módulo administrativo sin reforzar.

Case	Mode	Period Seg	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.432	0.0033	0.0002	0	0.0033	0.0002	0
Modal	2	0.365	3.655E-05	0.1532	0.0336	0.0034	0.1533	0.0336
Modal	3	0.238	0.2287	0.0003	0.0032	0.232	0.1536	0.0368

Modal	4	0.229	0.0022	0.0014	0.0016	0.2343	0.155	0.0383
Modal	5	0.207	0.0219	0.0004	0.0657	0.2562	0.1554	0.104
Modal	6	0.205	0.1121	0.0046	0.0134	0.3682	0.16	0.1174
Modal	7	0.186	0.0938	0.0121	0.0008	0.462	0.1721	0.1182
Modal	8	0.172	0.0044	0.6081	0.0105	0.4664	0.7802	0.1287
Modal	9	0.17	0.0193	0.0203	0.0197	0.4857	0.8005	0.1485
Modal	10	0.155	0.0651	0.0472	0.428	0.5507	0.8477	0.5765
Modal	11	0.138	0.2968	0.0449	0.0109	0.8475	0.8927	0.5874
Modal	12	0.129	0.0085	0.0014	0.0204	0.856	0.8941	0.6078
Modal	13	0.12	0.1078	0.0149	0.2977	0.9638	0.909	0.9055
Modal	14	0.117	0.0139	0.0573	0.051	0.9776	0.9663	0.9565

Como se puede observar en la tabla 14 el módulo administrativo necesita 13 modos de vibración para llegar a tener una masa participativa mayor al 90%, por lo cual en este modo ya se podría considerar para un óptimo análisis de pseudo aceleración.

❖ Derivas de la estructura.

Tabla 14

Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo administrativo sin reforzar.

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. Rel. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. x 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
2	2.45	33.858	0.0138	0.0103	0.005	NO
1	2.85	6.056	0.0021	0.0015	0.005	SI

Tabla 15

Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del módulo administrativo sin reforzar

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. Rel. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. x 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
2	2.45	48.505	0.0198	0.0148	0.005	NO
1	2.85	5.882	0.0020	0.0015	0.005	SI

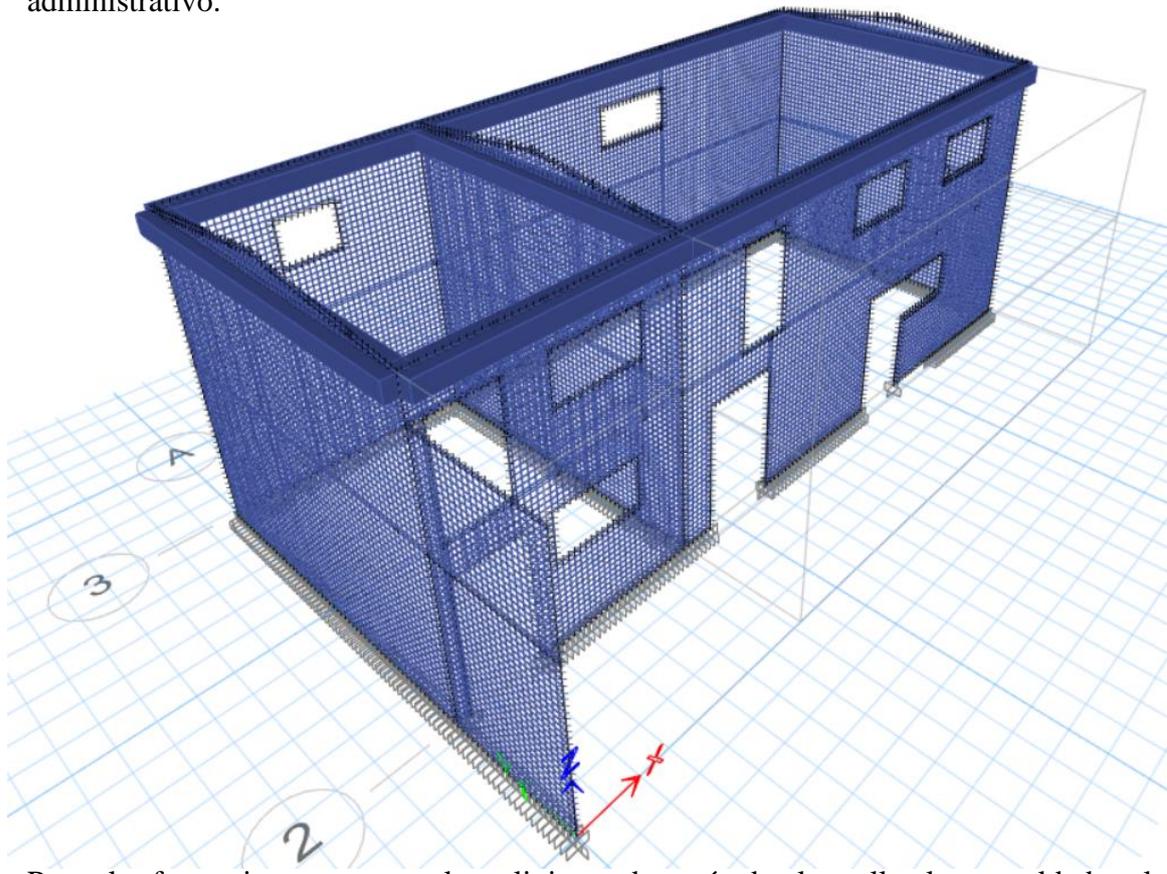
En la tabla 14 y 15 se puede observar las derivas laterales en las cuales se estableció como deriva máxima 0.005 según la norma E.030 para edificaciones de albañilería confinada. Lo cual como se puede apreciar en la dirección X-X ambos pisos cumplen con la deriva máxima. Por lo contrario, en la dirección Y-Y solo estuvo cumpliendo solo el primer piso

mas no el segundo teniendo una deriva de 0.0163 y un desplazamiento máximo de 5.37 cm. Por lo tanto, se tuvo que rigidizar a la edificación con la finalidad de controlar dicha deriva.

3.9.5.2 Modelamiento y análisis estructural con reforzamiento de viga solera o de amarre y malla electrosoldada del módulo administrativo.

Figura 32

Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo administrativo.



Para el reforzamiento estructural se eligieron dos métodos la malla electro soldada y la viga collarín. La viga collarín fue modelada con una dimensión de 40cm de ancho debido a que el adobe este asentado de tipo cabeza y una altura de 30 cm. La malla electrosoldada fue modelada con un diámetro de 8 mm esto debido a que se consideró un forrado de ambas caras con la finalidad de confinar y rigidizar el adobe. Por lo cual se tendría que considerar una malla electro soldada de diámetro de 4mm con separación de 10cm en ambas direcciones.

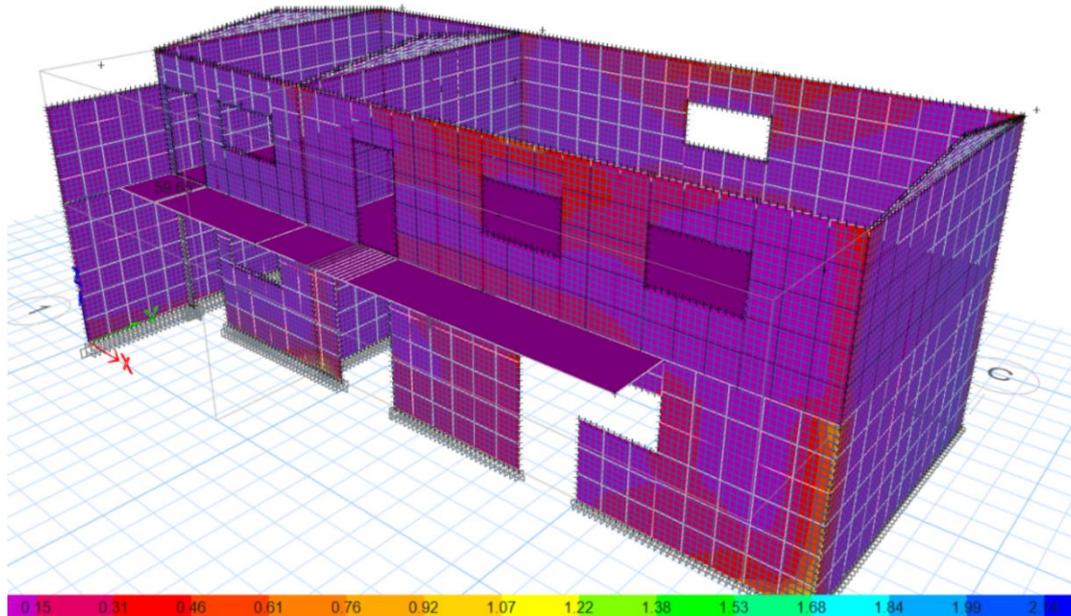
Ambos elementos fueron modelados como elementos tipo frame los cuales tiene 6 grados de libertad por nodo.

3.9.5.2.1 Resultados de análisis estructural.

❖ Momento producto del sismo dinámico en la dirección Y-Y.

Figura 33

Momentos flectores máximos del módulo administrativo con reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y.



Se pudo apreciar que a diferencia del modelo sin reforzamiento en este modelado los momentos flectores máximos en la dirección Y-Y debido al sismo dinámico en Y disminuyen drásticamente.

❖ Modos de vibración de la estructura.

Tabla 16

Resultados de los modos de vibración del módulo administrativo reforzado.

Case	Mode	Periodo (Seg.)	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.168	0.0045	0.7282	0.0859	0.0045	0.7282	0.0859
Modal	2	0.15	3.62E-01	0.0026	0.0326	0.3669	0.7308	0.1185
Modal	3	0.143	0.3744	0.0446	0.1471	0.7413	0.7754	0.2656
Modal	4	0.128	0.1737	0.0771	0.6169	0.915	0.8526	0.8825
Modal	5	0.108	0.0004	0.0248	0.0151	0.9154	0.8774	0.8976
Modal	6	0.107	0.0012	0.0866	0.0317	0.9166	0.964	0.9293

Podemos apreciar que debido al aumento del peso y el reforzamiento estructural el cual rigidiza la edificación esta solo necesita 6 modos de vibración para poder encontrar una sumatoria de masa participativa mayor al 90%.

❖ **Derivas de la estructura.**

Tabla 17

Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo administrativo reforzado

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
2	2.45	2.031	0.00083	0.000621	0.005	SI
1	2.85	7.449	0.00261	0.001960	0.005	SI

Tabla 18

Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del módulo administrativo sin reforzar

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
2	2.45	11.944	0.00488	0.0036	0.005	SI
1	2.85	0.7295	0.00256	0.0019	0.005	SI

En la tabla 17 y 18 se puede apreciar en todos los pisos y direcciones debido al reforzamiento estructural esta cumple con la deriva máxima de 0.005. Reduciendo así con el reforzamiento hasta un 75.68% de la deriva más crítica sin reforzar en el segundo nivel correspondiente al sismo dinámico en Y-Y.

Figura 34

Comparación de derivas en la dirección Y-Y sin y con reforzamiento.

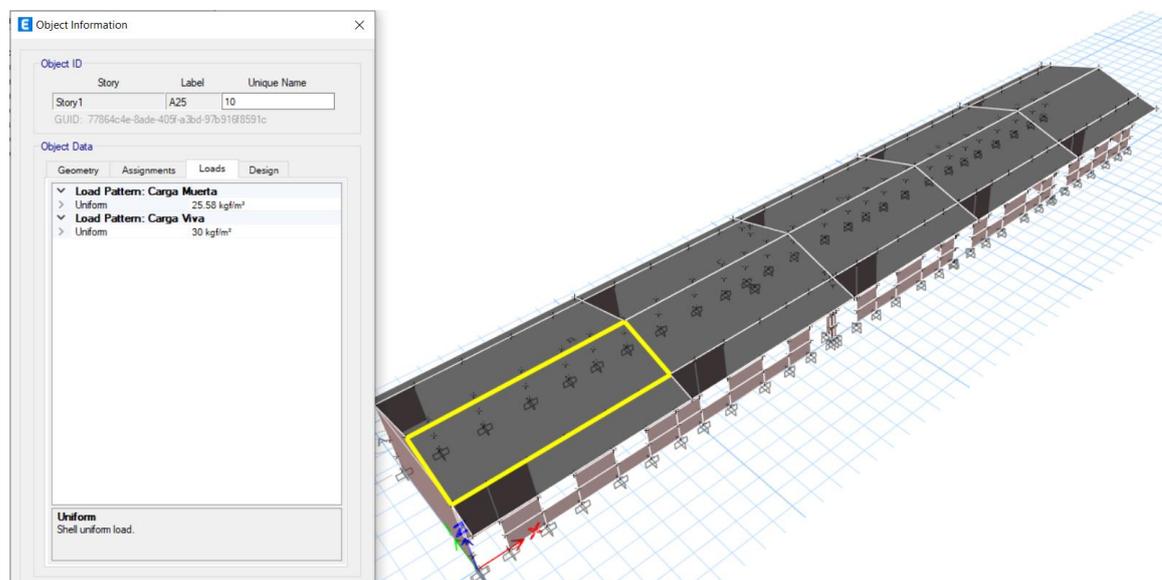


3.9.5.3 Modelamiento y análisis estructural sin reforzamiento del módulo Pedagógico.

Para el modelado del módulo pedagógico se estableció la masa participativa del mismo modo que el módulo administrativo. También se consideró a la altura más desfavorable entre todos los ambientes ya que dicho modulo tiene un desnivel de 1.25m con respecto de extremo a extremo. De tal manera que la edificación sea analizada en las condiciones más desfavorables.

Figura 35

Vista 3D del modelamiento del módulo pedagógico sin reforzamiento y asignación de cargas de techo.



Este módulo en el eje “C” se pudo observar que tiene un vano de muro divisorio de 5.45x2.75 lo que afecta mucho a su desempeño en la dirección y-y.

❖ Configuración de casos modales en la dirección X-X y Y-Y.

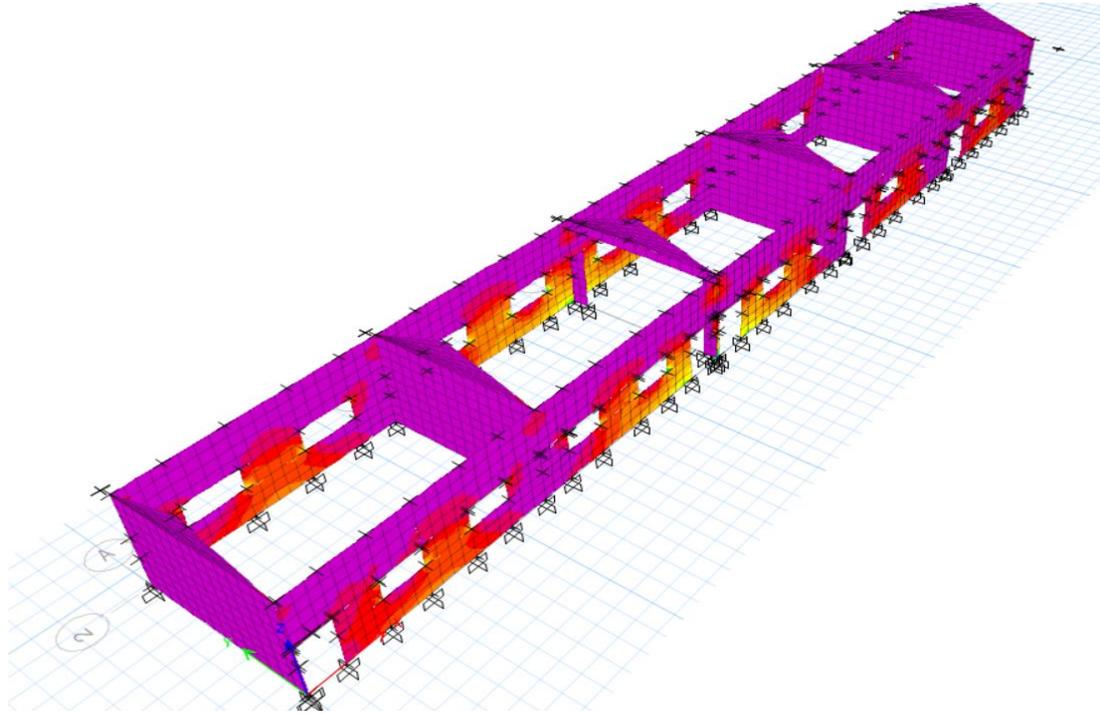
En la presente investigación en el modelado del módulo pedagógico sin reforzar en la definición de los casos modales se encontró que necesitaría 60 modos de vibración para que la edificación llegue a 90% de la masa total en ambas direcciones.

3.9.5.3.1 Resultados de análisis estructural sin reforzamiento.

❖ Momento producto del sismo dinámico en la dirección Y-Y.

Figura 36

Momentos flectores máximos del módulo pedagógico sin reforzamiento debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y.



En la figura 36 se puede apreciar que los momentos flectores máximos debido al sismo dinámico en la dirección Y-Y, se puede apreciar que el momento máximo flector se encuentra en el eje C-C donde se encuentra un vano considerable en el muro divisorio lo cual quita rigidez a la edificación. Por lo cual al igual que el módulo anterior se optó por rigidizar la edificación para controlar las distorsiones. Además, se pudo apreciar que el mayor defecto de esta edificación es las luces largas de muro.

❖ Modos de vibración de la estructura.

Tabla 19

Resultados de los modos de vibración del módulo pedagógico sin reforzar.

Case	Mode	Perio do Seg	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.773	0.0000	0.2082	0.0208	0.0000	0.2082	0.0208
Modal	2	0.649	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.2083	0.0208

Modal	3	0.63	0.0012	0.0003	0.0004	0.0013	0.2086	0.0212
Modal	4	0.615	0.0000	0.0015	0.0021	0.0013	0.2100	0.0233
Modal	5	0.605	0.0004	0.0005	0.0001	0.0016	0.2105	0.0234
Modal	6	0.588	0.0000	0.0606	0.0596	0.0017	0.2711	0.0830
Modal	7	0.576	0.0002	0.0587	0.0920	0.0019	0.3298	0.1749
Modal	8	0.573	0.0034	0.0224	0.0022	0.0053	0.3523	0.1771
Modal	9	0.549	0.0000	0.1288	0.1598	0.0053	0.4811	0.3369
Modal	10	0.542	0.0002	0.0433	0.0511	0.0055	0.5243	0.3880
Modal	11	0.455	0.1850	0.0000	0.0001	0.1905	0.5244	0.3881
Modal	12	0.451	0.0674	0.0000	0.0000	0.2578	0.5244	0.3881
Modal	13	0.424	0.0451	0.0020	0.0000	0.3029	0.5264	0.3881
Modal	14	0.422	0.0041	0.0194	0.0016	0.3071	0.5458	0.3897
Modal	15	0.415	0.0023	0.0001	0.0000	0.3094	0.5460	0.3898
Modal	16	0.407	0.0004	0.0000	0.0000	0.3098	0.5460	0.3898
Modal	17	0.392	0.0008	0.0000	0.0000	0.3106	0.5460	0.3898
Modal	18	0.285	0.0005	0.0000	0.0203	0.3111	0.5460	0.4101
Modal	19	0.275	0.0000	0.0000	0.0003	0.3111	0.5460	0.4104
Modal	20	0.27	0.0013	0.0000	0.0012	0.3124	0.5460	0.4116
Modal	21	0.267	0.0196	0.0000	0.0002	0.3320	0.5460	0.4119
Modal	22	0.262	0.0002	0.0000	0.0000	0.3322	0.5460	0.4119
Modal	23	0.257	0.0000	0.0003	0.0003	0.3323	0.5463	0.4122
Modal	24	0.255	0.0037	0.0001	0.0000	0.3360	0.5464	0.4122
Modal	25	0.249	0.0000	0.0000	0.0000	0.3360	0.5464	0.4122
Modal	26	0.243	0.0017	0.0000	0.0001	0.3377	0.5465	0.4123
Modal	27	0.224	0.0000	0.0258	0.0025	0.3377	0.5722	0.4148
Modal	28	0.182	0.0000	0.0043	0.0067	0.3377	0.5765	0.4215
Modal	29	0.181	0.0000	0.0000	0.0020	0.3377	0.5765	0.4235
Modal	30	0.176	0.0000	0.0029	0.0011	0.3378	0.5794	0.4246
Modal	31	0.173	0.0000	0.0211	0.0012	0.3378	0.6005	0.4258
Modal	32	0.168	0.0000	0.0285	0.0125	0.3378	0.6289	0.4383
Modal	33	0.164	0.0000	0.0092	0.0879	0.3378	0.6381	0.5262
Modal	34	0.161	0.0000	0.0001	0.0087	0.3378	0.6382	0.5349
Modal	35	0.159	0.0001	0.0060	0.0000	0.3379	0.6442	0.5349
Modal	36	0.157	0.0000	0.1249	0.0061	0.3379	0.7691	0.5410
Modal	37	0.154	0.0000	0.0018	0.0191	0.3379	0.7709	0.5601
Modal	38	0.153	0.0001	0.0005	0.0484	0.3380	0.7714	0.6085
Modal	39	0.152	0.0000	0.0000	0.0208	0.3380	0.7714	0.6293
Modal	40	0.148	0.0000	0.0003	0.0059	0.3381	0.7718	0.6352
Modal	41	0.147	0.0002	0.0032	0.0103	0.3382	0.7749	0.6455
Modal	42	0.141	0.0000	0.0119	0.0001	0.3383	0.7869	0.6456
Modal	43	0.131	0.0000	0.0006	0.0018	0.3383	0.7874	0.6474
Modal	44	0.125	0.0000	0.0036	0.0232	0.3383	0.7910	0.6705
Modal	45	0.124	0.0000	0.0006	0.0021	0.3383	0.7916	0.6727
Modal	46	0.118	0.0001	0.0006	0.0064	0.3384	0.7922	0.6791

Modal	47	0.113	0.0624	0.0059	0.0790	0.4008	0.7980	0.7581
Modal	48	0.113	0.3442	0.0101	0.0189	0.7450	0.8081	0.7770
Modal	49	0.111	0.0056	0.0024	0.0012	0.7506	0.8105	0.7782
Modal	50	0.11	0.0099	0.1361	0.0028	0.7605	0.9466	0.7810
Modal	51	0.108	0.0076	0.0021	0.0001	0.7681	0.9487	0.7811
Modal	52	0.108	0.0193	0.0001	0.0050	0.7873	0.9488	0.7861
Modal	53	0.106	0.0100	0.0001	0.0013	0.7974	0.9489	0.7874
Modal	54	0.106	0.0028	0.0007	0.0001	0.8001	0.9496	0.7875
Modal	55	0.102	0.0206	0.0001	0.0132	0.8207	0.9497	0.8007
Modal	56	0.101	0.0056	0.0019	0.1072	0.8264	0.9516	0.9079
Modal	57	0.099	0.0470	0.0015	0.0208	0.8733	0.9531	0.9287
Modal	58	0.098	0.0034	0.0123	0.0018	0.8767	0.9654	0.9305
Modal	59	0.097	0.0486	0.0001	0.0390	0.9253	0.9654	0.9695
Modal	60	0.094	0.0003	0.0138	0.0017	0.9256	0.9793	0.9712

Se puede observar en la tabla 19 se necesitaron 60 modos de vibración para poder encontrar el 90% de la masa participativa.

❖ Derivas de la estructura.

Tabla 20

Derivas dinámicas en la dirección X-X del módulo pedagógico sin reforzar.

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.7	68.356	0.01847	0.01385	0.005	NO

Tabla 21

Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del módulo pedagógico sin reforzar.

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.7	111.027	0.03001	0.0225	0.005	NO

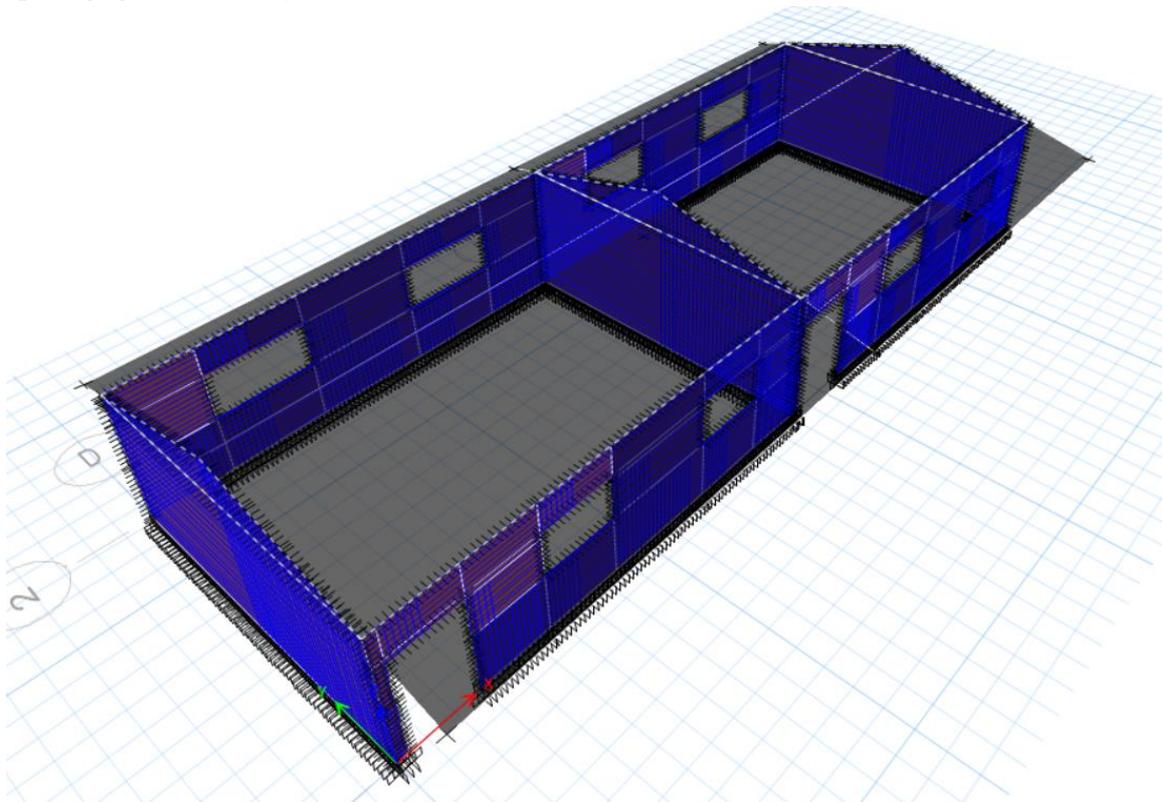
Los valores obtenidos en las tablas 20 y 21 dan como resultado que la dirección Y-Y es la más crítica ante un evento sísmico. Dando como resultado un desplazamiento de 11.102 cm y una deriva de 0.0225 sobrepasando la deriva máxima establecida por la E.030.

3.9.5.4 Modelamiento y análisis estructural con reforzamiento de viga solera o de amarre y malla electrosoldada del módulo Pedagógico.

Para el reforzamiento estructural del módulo pedagógico se realizó la división de este en 3 estructuras separadas esto debido a su longitud desfavorables. Estos tres módulos al trabajar de manera independiente tendrán un mejor desempeño sísmico.

Figura 37

Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 01 y 02.



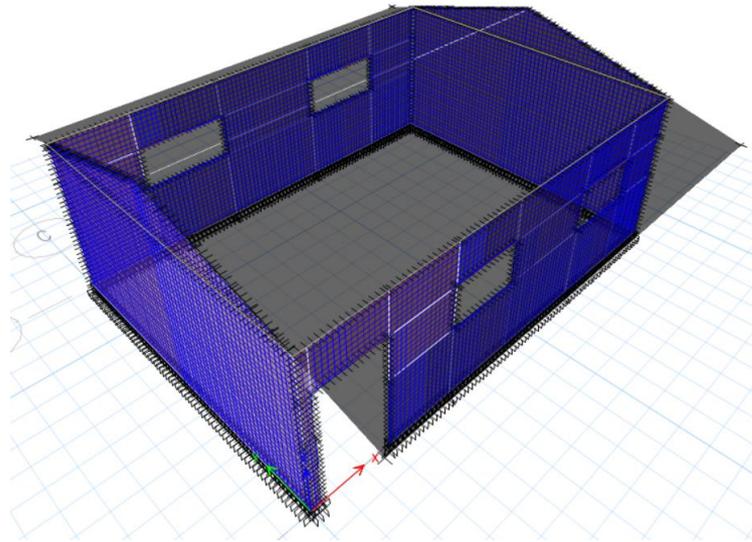
El aula 1 y 2 fueron modelados con una altura de piso a viga solera de 3.15 m de altura. El espesor del muro es de 0.40. Sus vanos están compuestos por 4 ventanas, una puerta para ambos ambientes. Esta configuración típica de vanos también se repite en las aulas 3, 4 y 5 sin embargo sus vanos fueron modelados con diferentes alféizar y alturas.

Para la distribución de cargas se modelo una cobertura como elemento área “none” sin características mecánicas de tal manera que su única función sea la de transmitir cargas. Cada ambiente se separó idealizando que ambos se tendrían que construir un muro divisorio con la finalidad de independizar los ambientes dependiendo de su diferencia de piso terminado. Todo esto se idealizo con el criterio de seguir las recomendaciones de la

norma E.080 en la cual establece que las edificaciones de adobe deben ser los más cuadrada posible.

Figura 38

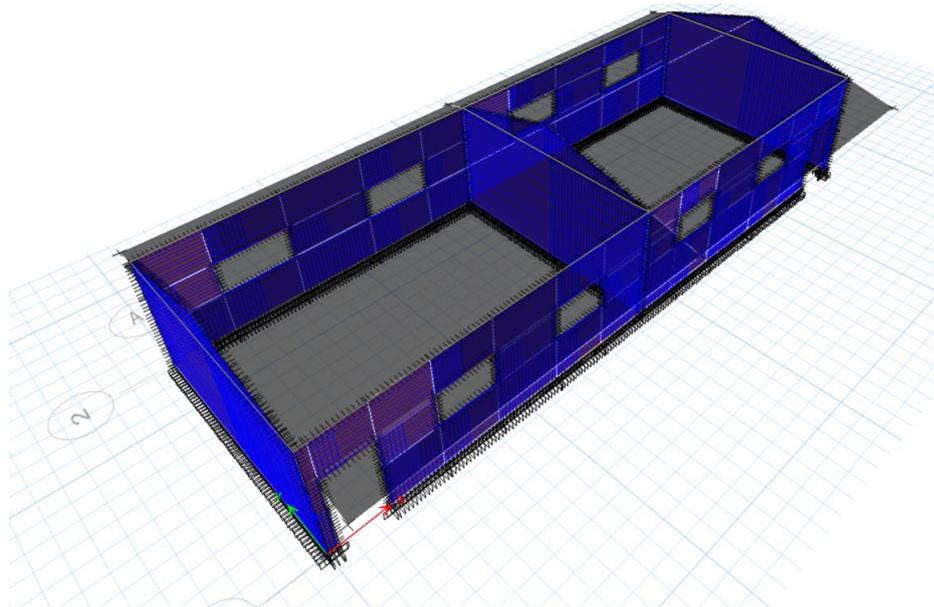
Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 03.



El aula 03 se modelo al igual que el aula 01 y 02 con la distribución de vanos típica y una altura de 3.05m.

Figura 39

Vista 3D del reforzamiento con malla electrosoldada y vigas collarín del módulo pedagógico aula 04 y 05



El aula 04 y 05 se modelo al igual que el aula 03 con la distribución de vanos típica y una altura de 3.35m.

3.9.5.4.1 Resultados de análisis estructural.

❖ Modos de vibración de la estructura

Tabla 22

Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas01 y 02 reforzado.

Case	Mode	Periodo Seg	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.152	0.0153	0.0001	0.0000	0.0153	0.0001	0.0000
Modal	2	0.129	0.0005	0.0001	0.0003	0.0159	0.0002	0.0004
Modal	3	0.124	0.0000	0.1999	0.1513	0.0159	0.2001	0.1517
Modal	4	0.117	0.0001	0.4194	0.0821	0.0160	0.6194	0.2337
Modal	5	0.112	0.5983	0.0000	0.0004	0.6143	0.6195	0.2342
Modal	6	0.087	0.0007	0.0001	0.0001	0.6150	0.6196	0.2342
Modal	7	0.083	0.0000	0.0073	0.0001	0.6150	0.6269	0.2344
Modal	8	0.079	0.0022	0.0001	0.0015	0.6172	0.6270	0.2359
Modal	9	0.076	0.0001	0.0043	0.4313	0.6173	0.6313	0.6672
Modal	10	0.07	0.0007	0.3179	0.0279	0.6180	0.9493	0.6951
Modal	11	0.069	0.0039	0.0504	0.2925	0.6219	0.9997	0.9876
Modal	12	0.062	0.3738	0.0000	0.0041	0.9957	0.9997	0.9917

En la tabla 40 se puede observar que debido a la división de ambiente y reforzamiento estructural estaríamos llegando en 12 modos de vibración reduciéndose a una quinta parte de los demandados por el análisis sin reforzamiento.

Tabla 23

Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas 03 reforzado.

Case	Mode	Periodo Seg	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.171	8.18E-06	9.30E-06	3.28E-06	8.18E-06	9.30E-06	3.28E-06
Modal	2	0.143	0.0006	0.5288	0.0001	0.0006	0.5288	0.0001
Modal	3	0.132	0.7161	0.0003	0.001	0.7167	0.5291	0.0011
Modal	4	0.092	7.25E-06	0.0001	0.3389	0.7167	0.5292	0.34
Modal	5	0.09	3.18E-05	0.0007	1.79E-05	0.7167	0.5299	0.3401
Modal	6	0.083	0.0003	0.0035	0.6412	0.717	0.5334	0.9813
Modal	7	0.08	0.0001	0.466	0.0039	0.7171	0.9994	0.9852
Modal	8	0.071	0.2797	0.0003	0.0036	0.9967	0.9997	0.9888

En la tabla 41 obtuvo como resultado que se necesitan solamente 8 modos de vibración para llegar al 90% de la masa participativa.

Tabla 24

Resultados de los modos de vibración del aula pedagógicas 04 y 05 reforzado.

Case	Mode	Periodo Seg	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.192	0.0057	0.006	0.0035	0.0057	0.006	0.0035
Modal	2	0.163	0.0007	2.36E-05	0.1206	0.0064	0.0061	0.1242
Modal	3	0.16	0.0003	0.3054	0.0595	0.0067	0.3115	0.1837
Modal	4	0.146	1.12E-05	0.2944	0.0599	0.0067	0.6059	0.2436
Modal	5	0.125	0.6313	2.52E-05	0.0004	0.638	0.606	0.244
Modal	6	0.101	0.0031	0.0014	0.0013	0.6411	0.6074	0.2453
Modal	7	0.093	2.65E-05	5.73E-07	0.0033	0.6411	0.6074	0.2486
Modal	8	0.09	0.0013	0.0059	0.0062	0.6424	0.6133	0.2548
Modal	9	0.084	1.63E-05	0.0018	0.4095	0.6424	0.6151	0.6642
Modal	10	0.078	0.0001	0.3806	6.22E-07	0.6425	0.9957	0.6642
Modal	11	0.077	0.0031	0.0039	0.3196	0.6457	0.9995	0.9838
Modal	12	0.067	0.3474	9.55E-06	0.0035	0.9931	0.9995	0.9873

Al igual que las aulas 01 y 02 solo necesitaron una demanda de 12 modos de vibración para llegar la sumatoria de 90% de sus masas participativas.

❖ **Derivas de la estructura.**

Tabla 25

Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 01 y 02 reforzado.

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.15	5.5004	0.0018	0.0013	0.005	SI

Tabla 26

Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 01 y 02 reforzado.

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.15	7.044	0.0022	0.0017	0.005	SI

Tabla 27*Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 03 reforzado.*

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.05	7.1396	0.0023	0.0018	0.005	SI

Tabla 28*Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 03 reforzado.*

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.05	9.2026	0.0030	0.0023	0.005	SI

Tabla 29*Derivas dinámicas en la dirección X-X del aula pedagógica 04 y 05 reforzado.*

DERIVAS DE ENTREPISO X-X (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.35	6.3655	0.0019	0.0014	0.005	SI

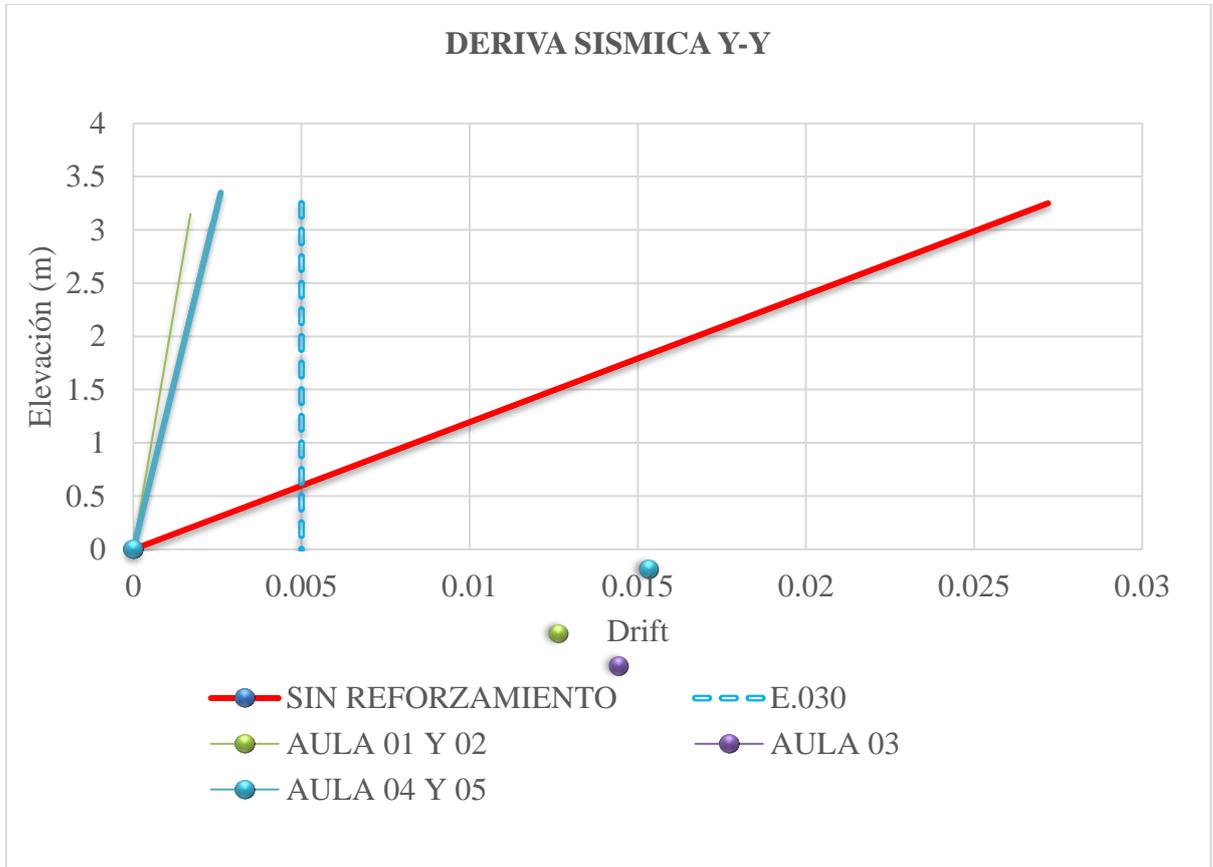
Tabla 30*Derivas dinámicas en la dirección Y-Y del aula pedagógica 04 y 05 reforzado.*

DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y (R=1)						
Piso	Altura (m)	Desp. (mm)	Drift Elástico	Drift Ine. X 0.75R	Drift Max.	¿Cumple?
1	3.35	11.7683	0.0035	0.0026	0.005	SI

En las tablas 26, 28 y 30 se puede observar las derivas de los diferentes ambientes modelados en la cual se obtuvo como resultado una deriva en la dirección Y-Y de 0.0017 para el aula 01 y 02, 0.0023 para el aula 03 y una deriva de 0.026 con dichos datos no podemos dar cuenta que el módulo pedagógico mejoró considerablemente su comportamiento en el eje más desfavorable que en este caso es el eje Y-Y.

Figura 40

Comparación de derivas en la dirección Y-Y sin y con reforzamiento del módulo pedagógico.



Respecto a la deriva crítica en Y-Y el aula 01 y 02 se redujo en un 92.44%, el aula 03 se redujo en 89.78% y el aula 04 y 05 se redujo en un 88.44% respecto a la deriva de 0.0225 del módulo pedagógico.

IV. DISCUSIONES.

El método de los 11 parámetros de Benedetti-Petrini utilizado en la presente investigación es aplicable y muy asertivo respecto al resultado que arrojan. Por lo tanto es aplicable en cualquier parte del mundo siempre y cuando se adecue a la normativa nacional. En lo cual concuerdo con (Nisperuza, 2019) en su investigación de la comparativa del método Benedetti-Petrini y la norma NRS 2010 (Norma Colombiana) establece una vulnerabilidad de 72.6% y 73.8% respectivamente con una diferencia de 1.2%, por lo cual se puede adaptar el método extranjero al método local permitiendo la validación del método y la aplicación para la determinación de la vulnerabilidad. Asimismo (Montenegro, 2020), afirma que los datos son similares entre el método INDECI y el método Benedetti-Petrini obteniéndose 99.27% y 91.95% de vulnerabilidad respectivamente en viviendas de adobe.

A partir de los resultados procesados, se verifica la veracidad de la hipótesis planteada, constatando que la vulnerabilidad sísmica tanto de la zona administrativa y la zona pedagógica están en el rango alto. Esto se debe a que las ambas edificaciones no se construyeron con densidad de muros apropiadas, distribución de vanos, materiales apropiados o algún tipo de reforzamiento estructural. Asimismo, no se cuenta con un adecuado mantenimiento de toda la edificación en general. El diseño no cumple con lo establecido en la normativa de adobe en un 73.08% de las condiciones mínimas. Dentro de este porcentaje se encuentran los parámetros más incidentes para un óptimo comportamiento sísmico tales como: reforzamiento estructural, cimentación necesaria, límites geométricos, densidad de muro >15%, etc.

Por lo anterior, concuerdo con (Guerrero, 2020), (Huarachi, 2021), (Huanca, 2020) y (Ramos, 2018) establecen en sus respectivas investigaciones que la causa más influyente en la mal diseño y diseño constructivos son resultados de un nulo asesoramiento técnico. Los que se traduce en la ausencia de viga soleta en las dos direcciones de los muros, deficientes arquitectura, distribución de muros y la calidad de los materiales utilizados en la construcción. (Huaman & Neyra, 2018) en su trabajo de investigación recomienda el uso de la malla electro soldada debido a su efecto en la reducción de los máximos desplazamientos. A lo cual también se pudo corroborar en la presente investigación afirmando también que sus beneficios aumentar al combinarse con otros métodos de reforzamiento como es la viga colla ya que al juntar estos dos tipos se puede rigidizar los

elementos estructurales y que cada unidad de abobe funcione como un elemento monolítico.

V. CONCLUSIONES.

- ✚ Se logro realizar el levantamiento a través de fichas técnicas y libretas de campo que posteriormente nos sirvieron para el levantamiento arquitectónico y estructural, en la cual pudimos observar que la construcción tiene un ambiente típico el cual contó con 4 vanos de venta y un vano para puerta. Dichos ambientes fueron construidos a base de adobe en asentado cabeza techo de calamina con tijerales de madera. Respecto al sistema estructural tiene ciertas fallas debido al movimiento sísmico del 2011. Además, pudimos establecer que las condiciones de mantenimiento de las estructuras de madera son precarias y se encontraron en malas condiciones.
- ✚ Se comparo de forma detallada el proceso constructivo y los criterios con el cual se construyó concluyendo, así como resultado que el 73.08% de la edificación se ha construido fuera de los parámetros mínimos exigidos por la norma. Dentro de los cuales estaban los parámetros más importantes para un buen desempeño sísmico como:
 - ✓ Arriostres (viga collar) o esfuerzos horizontales.
 - ✓ Densidad de muro deficiente $13.54% < 15%$
 - ✓ Consideraciones de algún otro tipo de refuerzos.
 - ✓ Tierra utilizada inadecuada.
 - ✓ Límites geométricos (crítico).

Por lo tanto, se puede asegurar que el sistema constructivo del pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado es desfavorable e inadecuado para un buen desempeño sísmico y el fin previsto.

- ✚ Se determinó la vulnerabilidad del pabellón de abobe de la I.E Juan Velasco Alvarado. Para lo cual se dividió en dos zonas y se les aplico los 11 parámetros del método de Benedetti-Petrini lo cual se pudo concluir que:
 - ✓ La zona Administrativa tiene una vulnerabilidad sísmica MEDIA ALTA.
 - ✓ La zona Pedagógica tiene una vulnerabilidad sísmica ALTA.Además, se determinó que el riesgo sísmico para el pabellón de adobe de la I.E Juan Velasco Alvarado es **alta**.

Por lo cual podemos afirmar que el pabellón de adobe tendrá un deficiente desempeño sísmico frente a un movimiento telúrico. Lo cual pone en peligro a los usuarios de dichas instalaciones.

- ✚ A través del reforzamiento con malla electrosoldada con 4mm de diámetro colocado a ambas caras y la combinación con la viga dintel o viga collarín de concreto y su posterior análisis en el software Etabs, se logró reducir en un 75.68% la deriva más crítica en el módulo administrativo. Al igual que el módulo pedagógico donde se realizó la división en 3 estructuras independientes logrando así reducir la deriva crítica en un 92.44% en el aula 01 y 02, un 89.78% el aula 03 y un 88.44% en el aula 04 y 05. Concluyendo así que el sistema de reforzamiento propuesto sería óptimo ya que estaría cumpliendo con los parámetros exigidos por la norma sismorresistente E.030.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulla, K. F., Cunningham, L. S., & Gillie, M. (2021). Out-of-plane strengthening of adobe masonry using hemp fibre ropes: An experimental investigation. *Engineering Structures*, 245(June), 112931. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112931>
- Alarcón, J., & Malqui, J. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas públicas del distrito de San Jose - Lambayeque, 2018. Pimentel* [Tesis Profesional, Universidad Señor de Sipan]. Repositorio Institucional-SSP. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6292>
- Cajachagua, G., & Ramirez, J. (2019). *Evaluación del riesgo sísmico de las viviendas existentes de adobe mediante el índice de Benedetti-Petrini de la zona urbana del distrito Huariaca, Provincia y Región de Pasco 2019* [Título profesional, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional-UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1708>
- Cárdenas, X. (2021). *Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe.*
- Cassese, P., Balestrieri, C., Fenu, L., Asprone, D., & Parisi, F. (2022). In-plane shear behaviour of adobe masonry wallets strengthened with textile reinforced mortar. *Construction and Building Materials*, 306(November 2021). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124832>
- Condor, E., & Molina, G. (2019). *Reforzamiento de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural-hotel comercio “El Cordonado”-Patrimonio cultural Lima-Perú* [Título profesional, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional-USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5615>
- Criollo, J., & Santiesteban, A. (2018). *Vulnerabilidad Sísmica Aplicando Índices De Vulnerabilidad (Benedetti Petrini) En La Ciudad De San Jose, Distrito De San Jose, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque* [Tesis Profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3153>
- Dong, Z. Q., Li, G., Lu, G. H., Song, B., & Li, H. N. (2021). Copula-based joint probabilistic model of earthquakes and rain for the failure assessment of masonry-adobe structures. *Journal of Building Engineering*, 42(May), 102821. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102821>

- Dra. Rosario Martínez. (30 de enero de 2019). Cómo identificar la población y muestra de una tesis - Dra. Rosario Martínez [video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=WXudgb-WzAc>
- Greco, F., & Lourenço, P. B. (2021). Seismic assessment of large historic vernacular adobe buildings in the Andean Region of Peru. Learning from Casa Arones in cusco. *Journal of Building Engineering*, 40(March 2020), 102341.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102341>
- Guerreo, J. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini) en el pueblo joven San Martín de Porres, distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque* [Tesis Profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional-UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8205>
- Huaman, J. (2018). *Evaluación del comportamiento sísmico de viviendas rurales de material rústico con reforzamiento estructural de mallas metálicas* [Tesis Profesional, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional-UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1039#:~:text=Se%20concluye%20que%20el%20refuerzo,y%20principios%20del%20dise%C3%B1o%20sismoresistente.>
- Huamán, E., Neyra, C. (2018). *Propuesta de reforzamiento en adobe para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia 2018*. [Título profesional, [Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional-UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34495>
- Ingemmet (2019). *Evaluación geológica del deslizamiento en el sector limoncito centro poblado Naranjos Alto*. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. <https://portal.ingemmet.gob.pe/>
- Liu, Y., So, E., Li, Z., Su, G., Gross, L., Li, X., Qi, W., Yang, F., Fu, B., Yalikusun, A., & Wu, L. (2020). Scenario-based seismic vulnerability and hazard analyses to help direct disaster risk reduction in rural Weinan, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48(November 2018).
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101577>
- Luacata, J. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo* [Tesis Profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio-PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>

- Mosqueira, M., & Tarque, S. (2005). *Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/850>
- MTC, M. d. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Perú. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- MVCS. (2010). *Manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe*. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf
- Nisperuza, D. (2019). *Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y la NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, Municipio del Bagre Antioquia* [Título Profesional, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Institucional-UST. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16713>
- Quispe, J., Rondón, S. (2012). *Propuesta integral de reforzamiento para edificaciones de adobe. aplicación al caso de un local escolar de adobe en la provincia de Yauyos* [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional-PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1492>
- Reyes, J. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante los índices de Benedetti-Petrini en la asociación los Libertadores-Huancayo-Junin* [Título profesional, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional-UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1308>
- Rodriguez, J., Zulaeta, H. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia Lambayeque, departamento Lambayeque* [Título profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional-UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/824>
- RNE. (2020). *Norma Técnica E-080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Lima, Perú. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- RNE. (2020). *Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

- Salinas, E. (2017). *Vivienda económica en adobe de 2 pisos* [Título Profesional, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional-UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1939/SALINAS%20VALDEZ%20ERICK%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6ta). (S. Méndez, & C. Mendoza, Edits.) México: Mc Graw Hill Education. <https://drive.google.com/file/d/0B7fKI4RAT39QeHNzTGh0N19SME0/view?resourcekey=0-Tg3V3qROROH0Aw4maw5dDQ>
- Tucto, J. (2018). *Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca* [Título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional-UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2526>
- UNICEF. (2018). *Informe sobre la situación humanitaria de la infancia y la adolescencia a un año de los terremotos en México*. 1–32. <https://www.unicef.org/mexico/informes/informe-sobre-la-situación-humanitaria-de-la-infancia-y-la-adolescencia>

VII. ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Métodos	Unidad de medida.
Sistema constructivo del pabellón de adobe.	Está formado básicamente por el aparejado de unidades de tierra cruda seca al sol (adobe) aglutinados con barro, que hace las veces de mortero de pega (Rivera, 2012)	Se tendrá en cuenta la visita a campo recojo de datos y empleo de fichas técnicas para encuesta de tal manera que dichos datos sean comparados con la normativa de Adobe E.080.	ESTADO ACTUAL DEL PABELLON	Llenado de ficha técnica. (visita a campo).	Revisión histórica y visitas de campo.	Estado de conservación.
				Levantamiento arquitectónico.		
			CALIDAD DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	Comparación con la norma E.080.	Comparación bibliográfica con las normativas de incidencia.	Cumple, No cumple-Optimo, deficiente.
				Manual de construcción de edificaciones de adobe antisísmicas.		
Vulnerabilidad sísmica.	Es una medida que permite clasificar a las estructuras de acuerdo con sus características y calidad estructural, dentro de un rango de nada vulnerable a muy vulnerable, ante la acción de un sismo (Maldonado & Chio,2009).	Determinas propiedades físico mecánicas de los materiales y bloques de adobe, para la determinación de la estabilidad y resistencia de la edificación con respecto a su zona sísmica, geológica, etc. Para una posterior clasificación de la vulnerabilidad.	ANÁLISI SISMICO	11 parámetros de análisis sísmico.	Benedetti y Petrini	Baja, Media a Baja, Media a Alta y Alta.
			PELIGRO SISMICO	Zona sísmica.	Clasificacion-E.030	Bajo, Medio y Alto.
				Tipo de suelo	Clasificacion-E.030	
				Topografía	Clasificacion-DG2018.	
Reforzamiento estructural.	Reforzo añadido al sistema constructivo, puede ser empleado en viviendas nuevas y viviendas existentes.	Añadir un sistema de reforzamiento dependiendo el nivel de vulnerabilidad. Acondicionamiento dependiendo de la edificación. Mantenimiento y/o protección del sistema.	Reforzo en cimientos	Aplicación del reforzo en cimientos	Análisis del comportamiento sísmico y descripción del reforzo.	Adimensional.
			Reforzo en muros	Fijación del reforzo a muros		
			Preservación	Acabados		

Anexo 02: Ficha de reporte.



**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Vivienda N° :

Antecedentes:

Ubicación:

Dirección técnica en el diseño:

Dirección técnica en la construcción:

Pisos construidos: Pisos proyectados: Antigüedad de la vivienda:

Topografía y geología:

Estado de la vivienda:

.....

.....

.....

Secuencia de construcción de la vivienda:

Aspectos técnicos:

Elementos de la vivienda:

Elemento	Características
Cimientos	
Muros	
Techo	
Columnas	
Vigas	

Deficiencias de la estructura:

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
Problemas estructurales:	
	Mano de obra:
	Otros:

Fuente: (Luacata, 2013).

Anexo 03: Ficha de Reporte de la zona administrativa.



DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CONSTRUCCIÓN FICHA DE REPORTE

CONSTRUCCIÓN N° : 1

ZONA: ADMINISTRATIVA

Antecedentes:

Ubicación: I.E JUAN VELASCO ALVARADO

Dirección técnica en el diseño: No

Dirección técnica en la construcción: No, ellos mismos la construyeron (Faenas de trabajo de padres de familia).

Pisos construidos: 1 Pisos proyectados: 2 Antigüedad de la vivienda: 40 años

Topografía y geología: Pendiente llana. Suelo arcillo limoso con presencia de grava mal graduada.

Estado de la vivienda: Construcción de ambiente con material rustico (adobe). Tiene muros de adobe en asentado cabeza tanto en el primer y segundo piso. El pasadizo se observan fallas por asentamientos diferenciales y pequeñas grietas al igual que en vanos de puertas y ventanas (mala configuración de vanos-anexo 05). Se observa que en el segundo piso hay fallas de corte muy importante que comprometen la estabilidad y rigidez de la edificación. El almacén (piso 02) se observa grietas considerables en el trabe de los muros en dirección x e y (anexo 06). Además, el diafragma rígido del segundo piso no se encuentra rigidizado y tiene asentamientos por pandeo e inestabilidad al caminar.

Secuencia de construcción de la vivienda: Se construyo primero la dirección años después el segundo piso.

Aspectos técnicos:

Elementos de la vivienda:

Elemento	Características
Cimientos	Cimiento corrido de piedra y barro (mezclado con pajilla de arroz) de 40cm x 60 cm de profundidad.
Muros	Adobe de 28x40 cm asentado de cabeza. Constituido de tierra con presencia de piedras angulosas. (mal estado en la parte trasera por exposición a las lluvias e intemperie-anexo 07)
Techo	1er piso losa constituida de vigas de madera (algunas en mal estado), caña brava y 0.05 cm de concreto.
Columnas	Contiene dos columnas que sirven de pórtico para el pasadizo del segundo nivel C-01=40x30cm y C-02=0.30x27cm ambas con acero Long. De 1/2" y estribos de 3/8".
Vigas	Vigas constituidas de madera algunas en mal estado o sin mantenimiento. El segundo piso cuenta con vigas falladas al corte en pésimo estado a consecuencia del sismo nov. 2021 (anexo 08).

Deficiencias de la estructura:

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
Suelo arcilloso con presencia de limos y grava mal graduada.	Adobe con material muy arcilloso con presencia de rocas.
Terreno plano con pendiente longitudinal de menor de 1%	Los vanos de puertas y ventanas no cumplen con lo establecido en la norma e.080 (anexo 05)
Problemas estructurales:	Algunas paredes mal plomadas y sin presencia de algún tipo de refuerzo o confinamiento.
Ausencia de collarines	No cuenta con contrafuertes en los muros y estos tienen gran longitud de desarrollo.
Escalera no tiene cimentación, garganta de 0.07 y apoyada en vida de madera	Mano de obra:
Muros no confinados y sin elementos de refuerzos.	No calificada.
Vigas sin amarre con los muros.	Otros:
Fallas de corte considerables en el segundo piso (anexo06 y 08)	El segundo piso contiene deflexiones considerables (tiembla al caminar)
Cimentaciones no cumplen con lo establecido en la norma E.080	

Anexo 04: Ficha de Reporte de la zona pedagógica.



DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CONSTRUCCIÓN FICHA DE REPORTE

CONSTRUCCIÓN N° : 2
ZONA: PEDAGOGICA

Antecedentes:

Ubicación: I.E JUAN VELASCO ALVARADO

Dirección técnica en el diseño: No

Dirección técnica en la construcción: No, ellos mismos la construyeron (Faenas de trabajo de padres de familia).

Pisos construidos: 1 Pisos proyectados: 1 Antigüedad de la vivienda: 42 años

Topografía y geología: Pendiente llana. Suelo arcillo limoso con presencia de grava mal graduada.

Estado de la vivienda: Construcción de ambiente con material rustico (adobe). Presencia de asentamiento diferenciales en el pasadizo, tiene muros de adobe en asentado cabeza. El pasadizo se observan fallas por asentamientos diferenciales. Cimentación descubierta por lluvia. Grietas en vanos de puertas y ventanas. Se observa que en la parte trasera muros en contacto con agua de lluvia a través de goteras (anexo 09), Vigas en mal estado. También se observa divisiones invadidas y vanos muy grandes en relación a la longitud del muro según norma E.080.

Secuencia de construcción de la vivienda: Se construyo primero la dirección años después el segundo piso.

Aspectos técnicos:

Elementos de la vivienda:

Elemento	Características
Cimientos	Cimiento corrido de piedra y barro (mezclado con pajilla de arroz) de 40cm x 60 cm de profundidad. (no cumple con la norma técnica)
Muros	Adobe de 28x40 cm asentado de cabeza. Constituido de tierra con presencia de piedras angulosas. (mal estado en la parte trasera por erosión-anexo 09)
Techo	Techo constituido de vigas de madera y paños de calamina, las vigas están trabadas en el adobe sin ningún reforzamiento.
Columnas	No contiene columnas todo el sistema está construido a base de muros de adobe los cuales son los elementos portantes.
Vigas	Vigas constituidas de madera algunas en mal estado o sin mantenimiento. Algunas deflectadas e inestables conformados tijerales de madera (anexo 10).

Deficiencias de la estructura:

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
Suelo arcilloso con presencia de limos y grava mal graduada.	Adobe con material poco arcilloso con presencia de rocas y resto de huacos (anexo 12).
Terreno plano con pendiente longitudinal de menor de 2.76%	Los vanos de puertas y ventanas no cumplen (E.080) o están muy cerca.
Problemas estructurales:	Algunas paredes mal plomadas, con vanos muy grandes en relación a la Long. del muro.
Ausencia de collarines.	Muros no cuentan con ningún elemento de refuerzo exterior o interior.
Cimentación erosionada por las lluvias. (Anexo 11)	Mano de obra:
Techo con goteras que humedecen los muros portantes.	No calificada.
Vigas sin amarre con los muros deflectadas e inestables (Anexo 10).	Otros:
Vanos muy grandes en relación a la longitud del muro no cumplen la norma.	No cuenta con mantenimiento en la totalidad de la estructura.
Cimentaciones no cumplen con lo establecido en la norma E.080	No cuenta con un sistema de drenaje que garantice la correcta evacuación.

Anexo 05: Vista frontal de la zona administrativa donde podemos observar la mala distribución de vanos y puerta siendo estas menos de 1m e incluso 0m.



Anexo 06: Fallas por cortante debido a el sismo del 28 de noviembre del 2021.





Anexo 07: Erosión y desgaste de la parte trasera de la zona Administrativa a consecuencia de la intemperie y humedecimiento en la parte superior.

Anexo 08: Viga fallada por corte a consecuencia del sismo del 28 de noviembre del 2021.





Anexo 09: Erosión y humedecimiento de muros de la zona pedagógica debido a goteras en el techo.

Anexo 10: Vigas en mal estado de la zona pedagógica con fallas de corte y deflexiones. Apoyos verticales inclinados.





Anexo 11: Cimentación de la zona Pedagógica erosionada y humedecida por mala evacuación de las aguas de lluvia.

Anexo 12: Muestras de adobe recogidas de la zona administrativa y zona pedagógica con presencia de rocas y restos de huacos.



Anexo 13: Proceso de la elaboración de los ensayos cinta de barro y resistencia seca.

Pasos:

13.a. Prueba de cinta de barro (E.080):

01. Se recogió muestras de los diferentes ambientes tanto de la zona pedagógica como la zona administrativa.



02. Luego se trituro las muestras.



03. Posteriormente se zarandeó las muestras con la finalidad de separar las rocas grandes y la pajilla de arroz.



04. Después se dejó remojar durante 24 las muestras para que estas se hidraten.



05. Pasado las 24 horas se mesclo el barro para darle uniformidad y se escogió una porción de la muestra para el ensayo de cinta de barro para elaborar bastones de 12 mm de diámetro.



06. Como siguiente se trata de hacer llegar el diámetro a 4mm.



07. Posteriormente se colgó la muestra y se midió la distancia de esta.



- ✓ Como la muestra de la zona administrativa alcanzo una distancia entre 20 y 25cm se estableció que tenía demasiado contenida de arcilla.
- ✓ Para la muestra de la Zona pedagógica no alcanzo el diámetro de 4mm ya que al momento de afinarla se empezaba a fallar dando cuenta que tenía poco contenida de arcilla.

13.a. Prueba de resistencia seca (E.080):



1. Con la muestra ya humedecida para la prueba de cinta de barro se tomó una porción de cada muestra y se formaron cuatro volitas de 2 cm de diámetro.

2. Se dejó secar durante 48 horas.

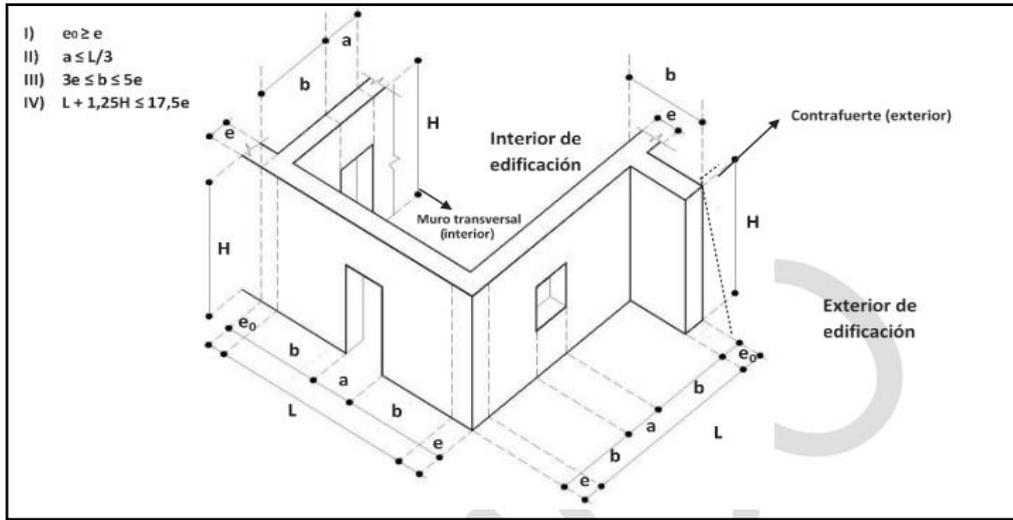


3. Para finalizar de cogieron dichas volitas entre los dedos índice y pulgar.

Como resultado nos dio que tanto la zona Administrativa como la zona Pedagógica si pudieron pasar la prueba de resistencia seca.

Anexo 14: Verificación de los límites geométrico del pabellón de adobe

14.a. Zona Administrativa:



Condición I:

D)

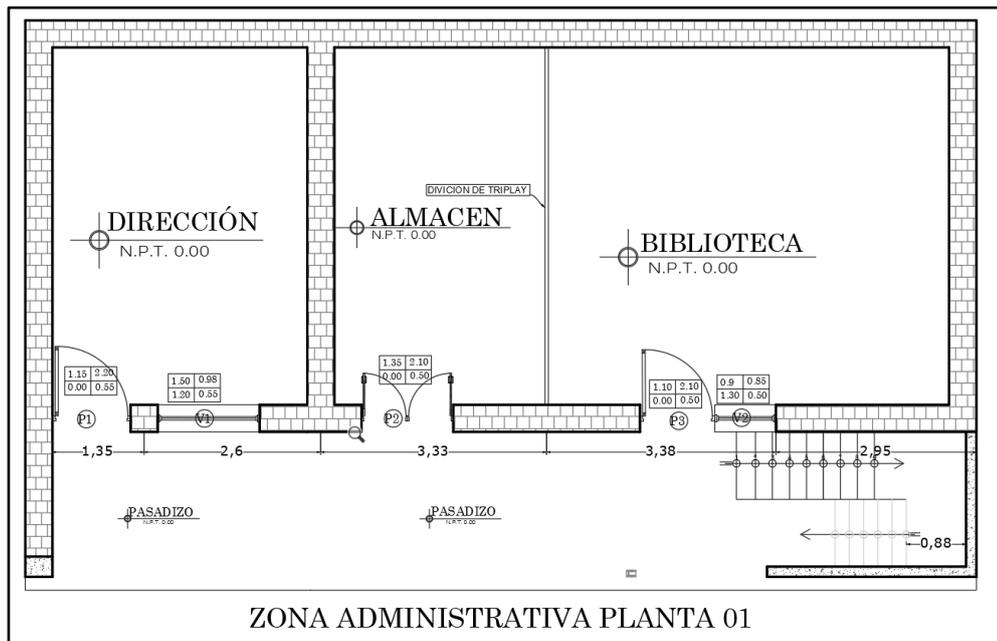
PLANTA 01

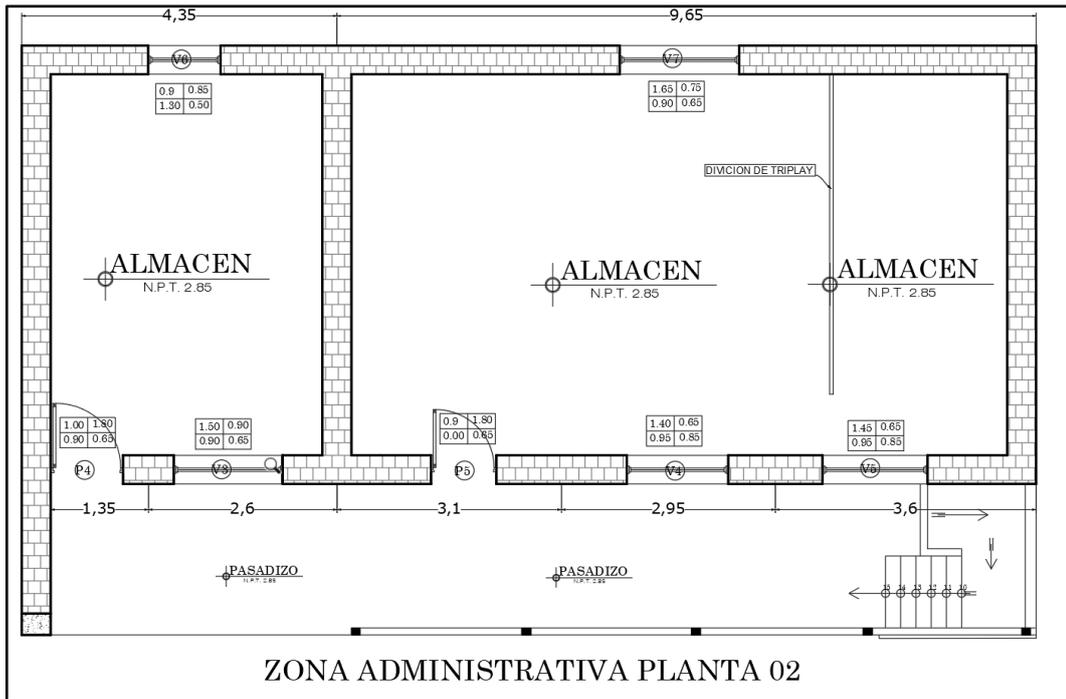
CUMPLE

PLANTA 02

CUMPLE

Condición II: $a \leq L/3$





Calculo automatizada condición II:

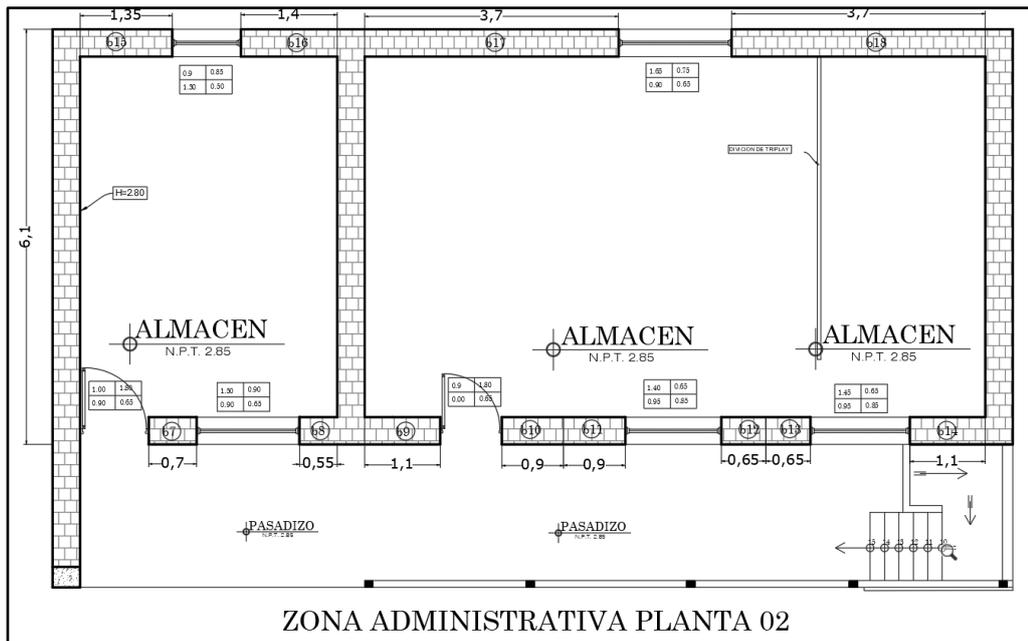
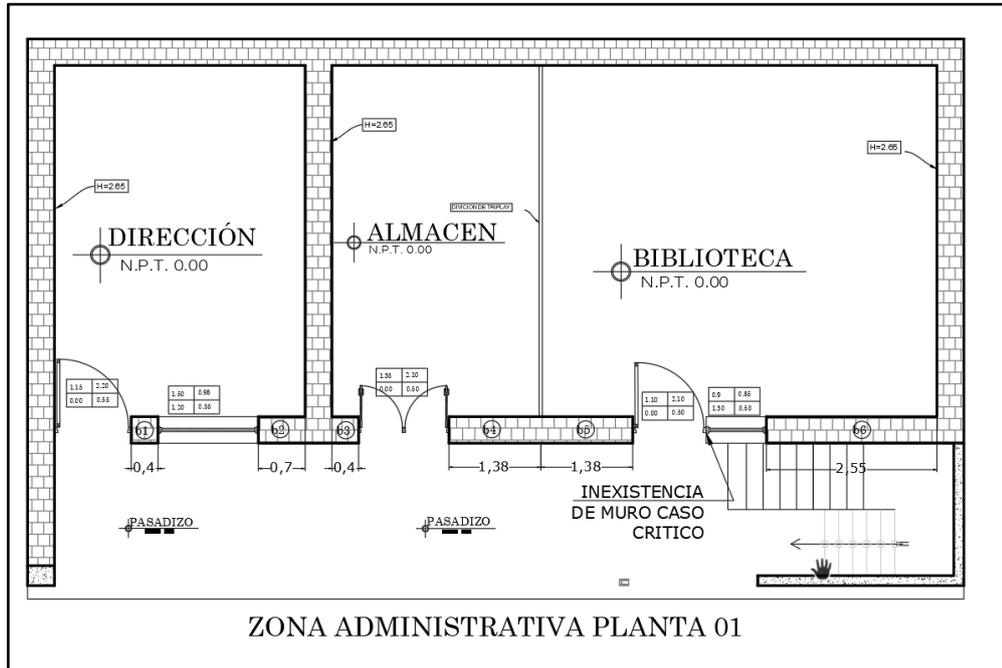
II)	L	a	$a \leq L/3$	E.080
P1	1.35	1.15	0.45	NO CUMPLE
P2	3.33	1.35	1.11	NO CUMPLE
P3	2.48	1.1	0.82667	NO CUMPLE
P4	1.35	1	0.45	NO CUMPLE
P5	3.1	0.9	1.03333	CUMPLE
V1	2.6	1.5	0.86667	NO CUMPLE
V2	2.85	0.9	0.95	CUMPLE
V3	2.6	1.5	0.86667	NO CUMPLE
V4	2.95	1.4	0.98333	NO CUMPLE
V5	3.6	1.45	1.2	NO CUMPLE
V6	4.35	0.9	1.45	CUMPLE
V7	9.65	1.65	3.21667	CUMPLE

Si tenemos en cuenta el análisis de la figura de límites geométricos de esta condición se realiza en paños o por muros separados por contrafuertes, por lo tanto, para una mejor evaluación se realizó la suma total de los vanos en la siguiente tabla y se realizó el:

RESUMEN DE VANOS				
II)	L	a	$a \leq L/3$	E.080
P1+V1	3.75	2.65	1.25	NO CUMPLE
P2+P3+V2	9	3.35	3	NO CUMPLE
P4+V3	3.75	2.5	1.25	NO CUMPLE
P5+V4+V5	9.05	3.75	3.02	NO CUMPLE
V6	3.75	0.9	1.25	CUMPLE
V7	9.05	1.65	3.02	CUMPLE

Como se pudo observar más del 50 % de las condiciones no se cumplen.

Condición III: $3e \leq b \leq 5e$



Calculo automatizada condición III:

III)	LONG. b	e	$3e \leq b \leq 5e$ E.080
b1	0.4	0.4	NO CUMPLE
b2	0.7	0.4	NO CUMPLE
b3	0.4	0.4	NO CUMPLE
b4	1.38	0.4	NO CUMPLE
b5	1.38	0.4	CUMPLE
b6	2.55	0.4	NO CUMPLE
b7	0.7	0.4	NO CUMPLE
b8	0.55	0.4	NO CUMPLE
b9	1.1	0.4	NO CUMPLE
b10	0.9	0.4	NO CUMPLE
b11	0.9	0.4	NO CUMPLE
b12	0.65	0.4	NO CUMPLE
b13	0.65	0.4	NO CUMPLE
b14	1.1	0.4	NO CUMPLE
b15	1.35	0.4	CUMPLE
b16	1.4	0.4	CUMPLE
b17	3.7	0.4	NO CUMPLE
b18	3.7	0.4	NO CUMPLE

Como se pudo observar el 83% de las condiciones no se cumplen.

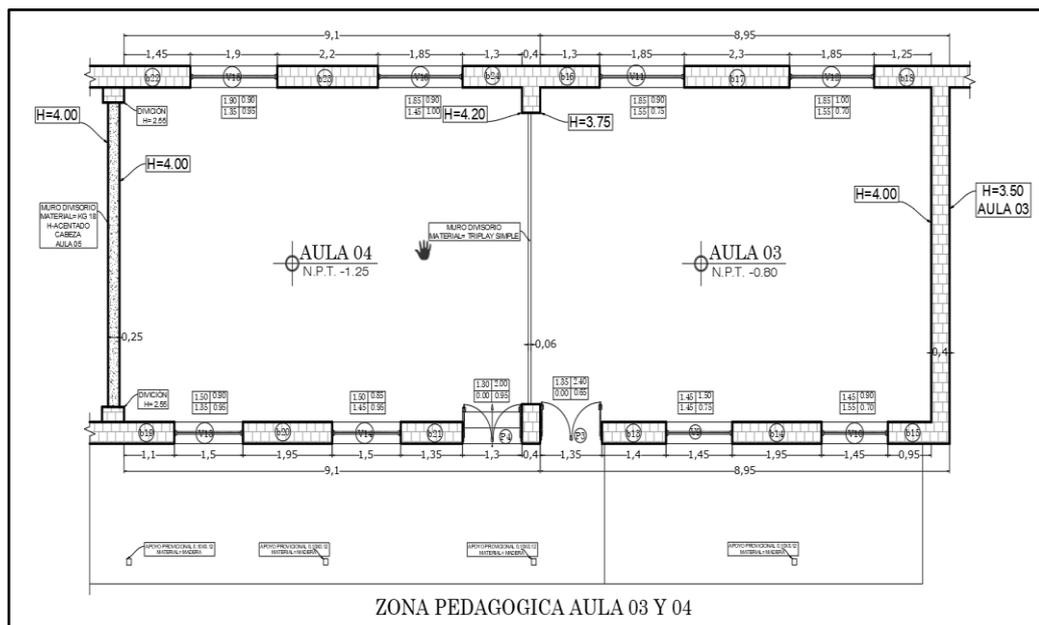
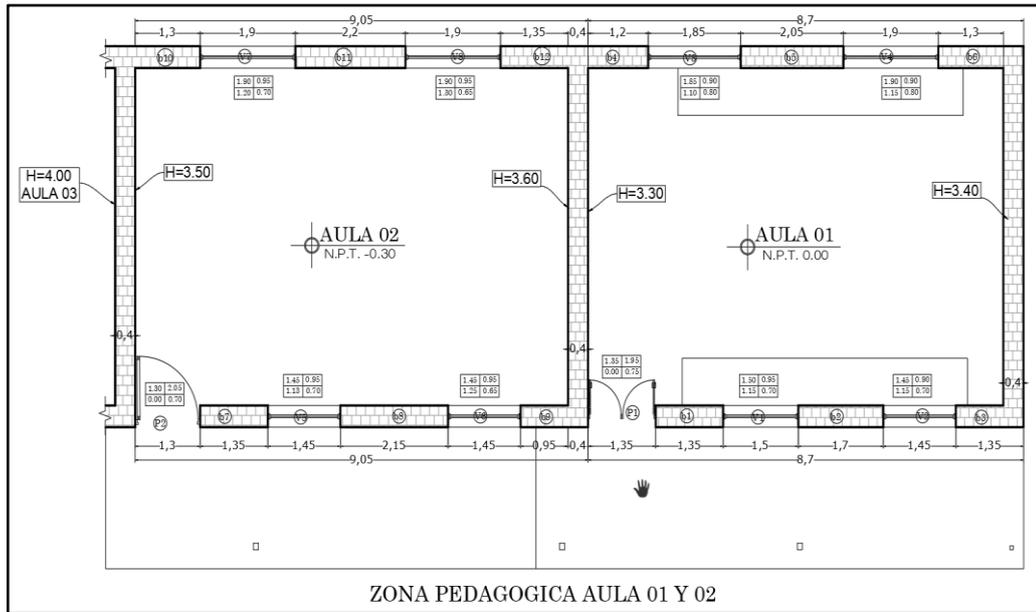
Condición IV:

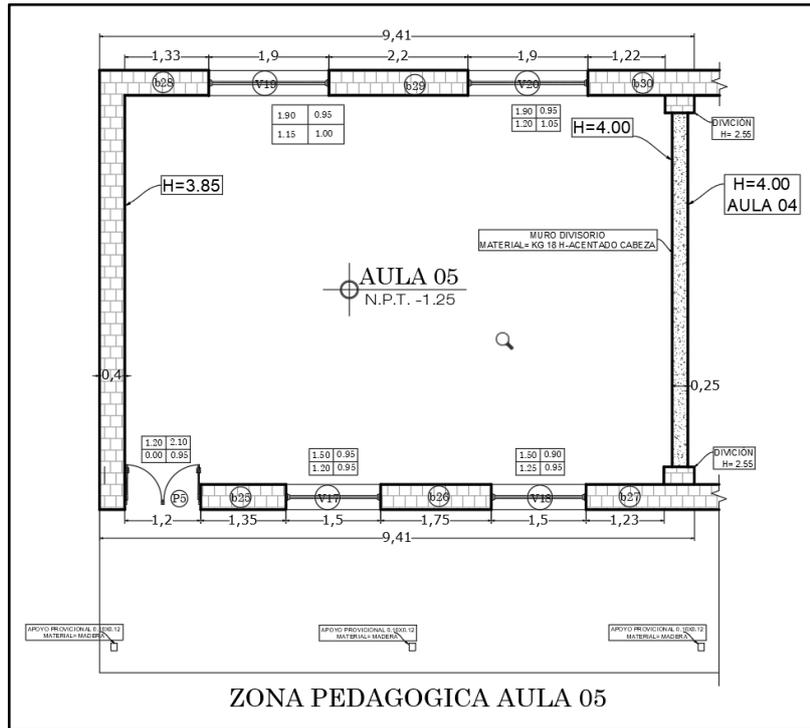
Para esta última condición se tomaron las medidas de la longitud L de la condición II ya que esta evaluación se realizó específicamente por cada paño de la distribución.

IV)	L	e	H	$L + 1.25H$ $\leq 17.5E$
L1	3.75	0.4	2.8	NO CUMPLE
L2	9	0.4	2.8	NO CUMPLE
L3	3.75	0.4	2.8	NO CUMPLE
L4	9.05	0.4	2.8	NO CUMPLE
L5	3.75	0.4	2.8	NO CUMPLE
L6	9.05	0.4	2.65	NO CUMPLE

Para la condición IV tampoco cumplió en su 100% así como la condición II y III por lo cual pudimos establecer que la zona administrativa no cumplió con las condiciones de límites geométricos.

14.b. Zona pedagógica:





Condición I: $e \leq e_0$

PLANTA 01,2,3,4 y 5

$0.40 \leq 0.40$ CUMPLE

Condición II:

II)	L	a	$a \leq L/3$	E.080
P1+V1+V2	8.7	4.3	2.9	NO CUMPLE
V3+V4	8.7	3.75	2.9	NO CUMPLE
P2+V5+V6	9.05	4.2	3.02	NO CUMPLE
V7+V8	9.05	3.8	3.02	NO CUMPLE
P3+V9+V10	8.95	4.25	2.98	NO CUMPLE
V11+V12	8.95	3.7	2.98	NO CUMPLE
P4+V13+V14	9.1	3.8	3.03	NO CUMPLE
P5+V4+V5	9.1	4.3	3.03	NO CUMPLE
V15+V16	9.41	3.75	3.14	NO CUMPLE
P5+V18+V19	9.41	3.8	3.14	NO CUMPLE

Como se pudo observar el 100 % de las condiciones no se cumplen.

Condición III:

III)	LONG. b	e	$3e \leq b \leq 5e$ E.080
b1	1.35	0.4	CUMPLE
b2	1.7	0.4	CUMPLE
b3	0.95	0.4	NO CUMPLE
b4	1.2	0.4	CUMPLE
b5	2.05	0.4	NO CUMPLE
b6	1.3	0.4	CUMPLE
b7	1.35	0.4	CUMPLE
b8	2.15	0.4	NO CUMPLE
b9	0.95	0.4	NO CUMPLE
b10	1.3	0.4	CUMPLE
b11	2.2	0.4	NO CUMPLE
b12	1.35	0.4	CUMPLE
b13	1.4	0.4	CUMPLE
b14	1.95	0.4	CUMPLE
b15	0.95	0.4	NO CUMPLE
b16	1.3	0.4	CUMPLE
b17	2.3	0.4	NO CUMPLE
b18	1.25	0.4	CUMPLE
b19	1.1	0.4	NO CUMPLE
b20	1.95	0.4	CUMPLE
b21	1.35	0.4	NO CUMPLE
b22	1.45	0.4	CUMPLE
b23	2.2	0.4	NO CUMPLE
b24	1.3	0.4	CUMPLE
b25	1.25	0.4	CUMPLE
b26	1.75	0.4	CUMPLE
b27	1.23	0.4	CUMPLE
b28	1.33	0.4	CUMPLE
b29	2.2	0.4	NO CUMPLE
b30	1.22	0.4	CUMPLE

Como se pudo observar a pesar que el 67% cumple con la condición esta no cumple en su totalidad por lo cual al ser un sistema conectado y rígido se establece que no cumple esta condición.

Condición IV:

Para esta última condición se tomaron las medidas de la longitud L de la condición II ya que esta evaluación se realizó específicamente por cada paño de la distribución. Como existe desnivel de alturas se promedió la altura al margen derecho y margen izquierdo.

IV)	L	e	H	$L + 1.25H \leq 17.5E$
L1	8.7	0.4	3.35	NO CUMPLE
L2	8.7	0.4	3.35	NO CUMPLE
L3	9.05	0.4	3.55	NO CUMPLE
L4	9.05	0.4	3.55	NO CUMPLE
L5	8.95	0.4	3.88	NO CUMPLE
L6	8.95	0.4	3.88	NO CUMPLE
L7	9.1	0.4	4.10	NO CUMPLE
L8	9.1	0.4	4.10	NO CUMPLE
L9	9.41	0.4	3.93	NO CUMPLE
L10	9.41	0.4	3.93	NO CUMPLE

Para la condición IV tampoco cumplió en su 100% así como la condición II y III por lo cual pudimos establecer que la zona administrativa no cumplió con las condiciones de límites geométricos.

Anexo 15: Calculo del parámetro 03-Resistencia Convencional.

15.a. Área Administrativa

1.-Calculo de la densidad de muro en ambos ejes.

Tabla: cálculo de la densidad de muros de la zona administrativa en el eje X-X

EJE X DENSIDAD DE MURO ZONA ADMINISTRATIVA				
CODIGO	CANTIDAD	L(m)	e(m)	ÁREA m2
X1	1	0.4	0.4	0.16
X2	1	1.5	0.4	0.6
X3	1	2.75	0.4	1.1
X4	1	2.95	0.4	1.18
X5	1	14	0.4	5.6
X6	1	3.08	0.15	0.462
TOTAL, DE AREA DE MURO EN EL EJE X				9.102

Tabla: cálculo de la densidad de muros de la zona administrativa en el eje Y-Y

EJE Y DENSIDAD DE MURO ZONA ADMINISTRATIVA				
CODIGO	CANTIDAD	L(m)	e(m)	ÁREA m2
Y1	1	8.25	0.4	3.3
Y2	1	5.3	0.4	2.12
Y3	1	5.3	0.4	2.12
Y4	1	2	0.15	0.3
TOTAL, DE AREA DE MURO EN EL EJE Y				7.84

2.-Calculamos la resistencia de corte desfavorable.

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

Donde:

$$A_{min}=A_y= 7.84 \text{ m}^2$$

$$v= 5 \text{ tn/m}^2$$

$$VR = 7.48 \text{ m}^2 * 5 \text{ tn/m}^2$$

$$VR= 39.2 \text{ tn}$$

3.-Calculamos el peso total de la edificación

$$W = N. (A_x + A_y). h. P_m + M. P_s. A_t + A_c. P_c$$

N=	2.000	Pisos
A _x =	9.102	m ²
A _y =	7.840	m ²
h=	2.625	m ²
P _m =	1.600	tn/m ³
m=	1.000	Diafragmas
P _s =	0.130	tn/m ²
A _t =	115.500	m ²
A _c =	136.011	m ²
P _c =	0.025	tn/m ²

$$\longrightarrow W= 293.3633 \text{ Tn}$$

4.-Calculamos el coeficiente sísmico resistente.

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

$$\longrightarrow CSR= 0.134$$

5.-Calculamos el coeficiente sísmico exigido.

$$CSE = S * U * C$$

DINDE:

$$S= 1.4 \quad \text{Según norma E.080}$$

$$U= 1.4 \quad \text{Según norma E.080}$$

$$C= 0.15 \quad \text{Según norma E.080}$$

$$\longrightarrow CSE= 0.294$$

6.-Calculamos la demanda de ductilidad DD.

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \quad \longrightarrow \quad \boxed{DD = 2.2002248}$$

15.b. Área Pedagógica.

1.-Calculamos la densidad de muro en ambos ejes.

Tabla: cálculo de la densidad de muros de la zona administrativa en el eje X-X

EJE X DENSIDAD DE MURO ZONA ADMINISTRATIVA				
CODIGO	CANTIDAD	L(m)	e(m)	ÁREA m2
X1	7	1.35	0.4	0.54
X2	1	1.75	0.4	0.7
X3	1	2.80	0.4	1.12
X4	2	1.95	0.4	0.78
X5	1	1.40	0.4	0.56
X6	1	1.73	0.4	0.692
X7	3	1.70	0.4	0.68
X8	1	3.13	0.4	1.252
X9	1	3.00	0.4	1.2
X10	1	2.30	0.4	0.92
X11	2	2.95	0.4	1.18
X12	1	2.05	0.4	0.82
X13	2	1.70	0.4	0.68
X14	1	2.15	0.4	0.86
TOTAL, DE AREA DE MURO EN EL EJE X				11.984

Tabla: cálculo de la densidad de muros de la zona administrativa en el eje Y-Y

EJE Y DENSIDAD DE MURO ZONA ADMINISTRATIVA				
CODIGO	CANTIDAD	L(m)	e(m)	ÁREA m2
Y1	4	6.2	0.4	2.48
Y2	1	6.2	0.35	2.17
Y3	1	0.73	0.4	0.292
Y4	1	0.41	0.4	0.164
TOTAL, DE AREA DE MURO EN EL EJE X				5.106

2.-Calculamos la resistencia de corte desfavorable.

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

DONDE:

$$A_{\min} = A_y = 5.106 \quad \text{m}^2$$

$$v = 5 \quad \text{tn/m}^2$$

$$\boxed{VR = 25.53 \quad \text{tn}}$$

3.-Calculamos el peso total de la edificación

$$W = N \cdot (A_x + A_y) \cdot h \cdot P_m + M \cdot P_s \cdot A_t + A_c \cdot P_c$$

N=	2.000	Pisos
Ax=	11.984	m ²
Ay=	5.106	m ²
h=	2.625	m ²
Pm=	1.600	tn/m ³
m=	0.000	Diafragmas
Ps=	0.130	tn/m ²
At=	316.470	m ²
Ac=	434.200	m ²
Pc=	0.025	tn/m ²

$$\longrightarrow W = 577.781 \text{ Tn}$$

4.-Calculamos el coeficiente sísmico resistente.

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

$$\longrightarrow CSR = 0.044$$

5.-Calculamos el coeficiente sísmico exigido.

$$CSE = S * U * C$$

DINDE:

S=	1.4	Según Norma E.080
U=	1.4	Según Norma E.080
C=	0.15	Según Norma E.080

$$\longrightarrow CSE = 0.294$$

6.-Calculamos la demanda de ductilidad DD.

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

$$DD = 6.6536472$$

Anexo 16: Calculo del parámetro 06-configuracion en planta.

16.a. Zona Administrativa.

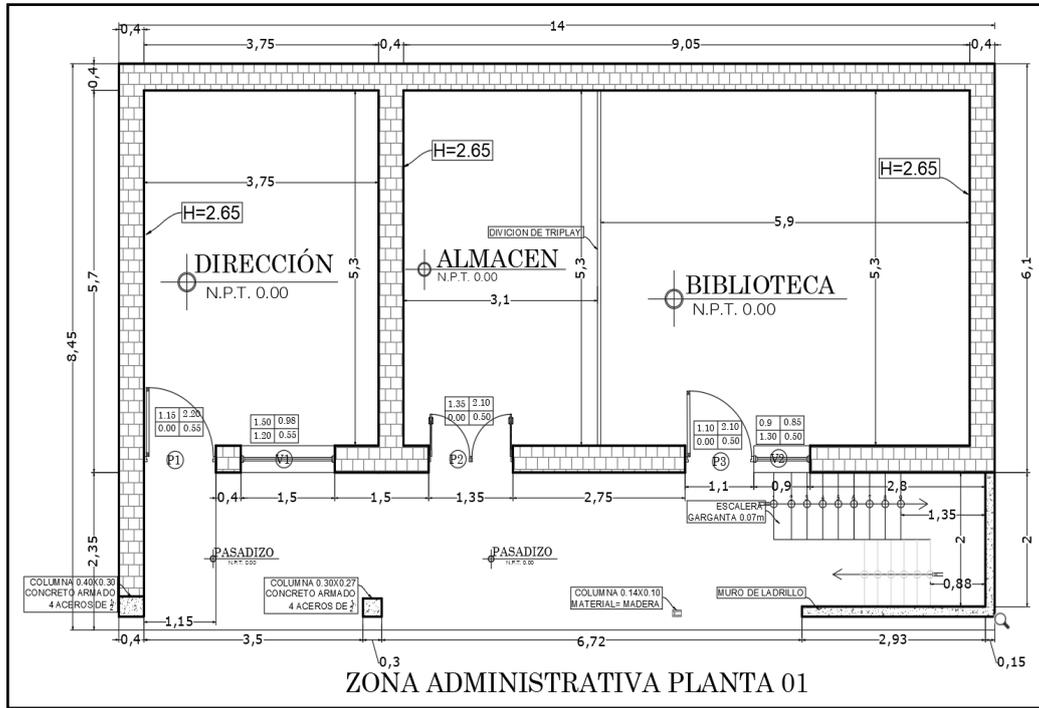


Figura configuración en planta de la zona administrativa.

$$\begin{aligned} \longrightarrow \text{Calculamos } \beta r: & \quad L = 14.00\text{m} \\ & \quad a = 08.45\text{m} \\ & \quad \beta r = 0.60357 \end{aligned}$$

16.b. Zona Pedagógica.

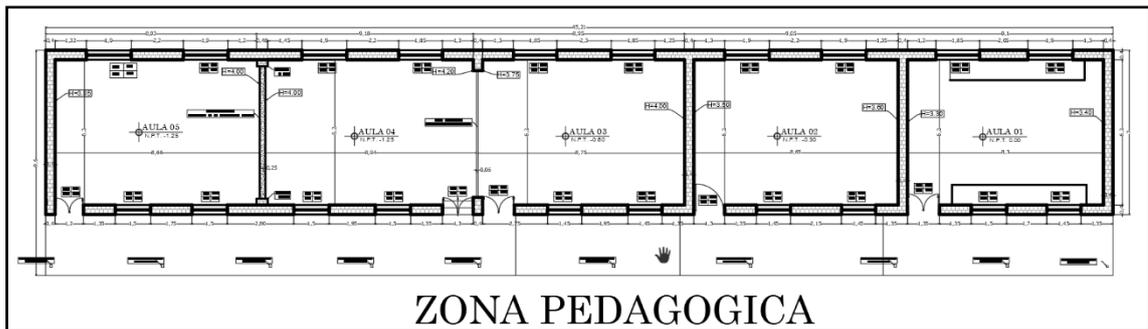


Figura configuración en planta de la zona pedagógica.

$$\begin{aligned} \longrightarrow \text{Calculamos } \beta r: & \quad L = 42.21 \text{ m} \\ & \quad a = 9.6 \text{ m} \\ & \quad \beta r = 0.227 \end{aligned}$$

Anexo 17: Evaluación de la vulnerabilidad de la zona administrativa.

 EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021. 		
DATOS DE REFERENCIA:		
Tesista:	Michael Perez Bautista	
I.E:	Juan Velasco Alvarado-C.P. Naranjos alto-Cajaruro-Utcubamba-Amazonas	
Pabellon:	Adobe (unico)	
zona:	Administrativa	
Ambiente:		
PARÁMETRO		Marca segun lo
1	Organización del sistema resistente	A: Mampostería de adobe que se constate que ha tenido en cuenta la normativa E.080
		B: Mampostería de adobe con arriostramiento vertical y horizontal sin asesoramiento técnico
2	Calidad del Sistema Resistente.	C: Sin ningún tipo de arriostre y asesoramiento técnico. Pero con óptima regularidad y distribución de muros
		D: No tiene arriostramiento en sus elementos, sin asesoramiento e inadecuada distribución de muros.
		A: El sistema resistente que cumpla las siguientes cualidades: 1.- Mampostería de adobe con buena calidad con adobes homogéneos y medidas constantes de largo y ancho en toda 2.-Presencia de gran técnica de trabe o amarre en el asiento del adobe. 3.-Mortero de barro con buena calidad con espesores de junta homogéneas en todo el muro.
		B: El sistema que incumple 1 de las tres cualidades del inciso A
3	Resistencia Convencional	C: El sistema que incumple 2 de las tres cualidades del inciso A
		D: El sistema que incumple 2 de las tres cualidades del inciso A
		A: $DD < 0.5$ B : $0.5 \leq DD < 1.0$ C: $1.0 \leq DD < 1.5$ D: $1.5 \leq DD$
4	Posición del edificio y cimentación	A: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, sin avistamiento de humedad y/o sales.
		B: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, con avistamiento de humedad y/o sales.
		C: Cimentación sin asesoría técnica, además con avistamiento de humedad y/o sales.
		D: Cimientos sin aprobación, sin mano de obra técnica o supervisión de la misma, además existencia de humedad y/o sales.
5	Diafragma Horizontal.	A: edificaciones con techo aligerado, unidos a vigas de concreto
		B: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera en óptimo estado.
		C: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera con elementos deflectados.
		D: Edificaciones con falta de un diafragma o cubierta Eternit.

6	Configuración en planta.	A: $\beta_r \geq 0.80 \text{ } \wedge \text{ } \beta_e \leq 0.10$	
		B: $0.80 > \beta_r \geq 0.60 \text{ } \wedge \text{ } 0.10 < \beta_e \leq 0.20$	X
		C: $0.60 > \beta_r \geq 0.40 \text{ } \wedge \text{ } 0.20 < \beta_e \leq 0.30$	
		D: $0.40 > \beta_r \text{ } \wedge \text{ } 0.30 < \beta_e$.	
7	Configuración de Elevación.	A: $\text{COE} > 0.75$	X
		B: $0.5 < \text{COE} \leq 0.75$	
		C: $0.25 < \text{COE} \leq 0.5$	
		D: $\text{COE} \leq 0.25$	
8	Distancia máxima entre los muros.	A: $L/S < 4.7$	
		B: $4.7 \leq L/S \leq 5.6$	
		C: $5.6 \leq L/S \leq 7.8$	
		D: $L/S \geq 7.8$	X
9	Tipo de cubierta.	A: Techo de calamina estable con buen amarre a los muros con conexiones eficientes. Estructura con techo plano.	
		B: techo de calamina inestable y en excelentes condiciones.	
		C: Techo de calamina inestable en deplorables condiciones.	
		D: Techo de calamina inestable en desnivel y pésimas condiciones.	X
10	Elementos no Estructurales	A: Edificaciones de tierra construidas con terrenos libres de elementos no estructurales.	X
		B: El edificio de la planta está construido con balcones y barandales que están bien conectados a la estructura	
		C: Los edificios de tierra con balastradas y balcones están mal conectados a la estructura portante. objetos degradados	
		D: Mampostería de tierra con elementos de techo como tanques de agua, mal conectados. Los toldos u otros elementos pesados y mal contruidos pueden derrumbarse en caso de terremoto. Edificio de tierra con balcón sobre la infraestructura principal, mala comunicación y en mal estado.	X
11	Estado de conservación	A: Mampostería de adobe en condiciones óptimas, sin hendidura alguna.	
		B: Mampostería de adobe sin hendiduras, pero cuyos elementos están muy poco deteriorados.	
		C: Mampostería de adobe con hendiduras y además cuyos elementos estructurales estén desgastados.	
		D: Muros gravemente deteriorados, en sus elementos hay avistamiento de grietas a consecuencia de fallas por cortante, por flexiones y momentos	X

Anexo 18: Evaluación de la vulnerabilidad de la zona pedagógica.

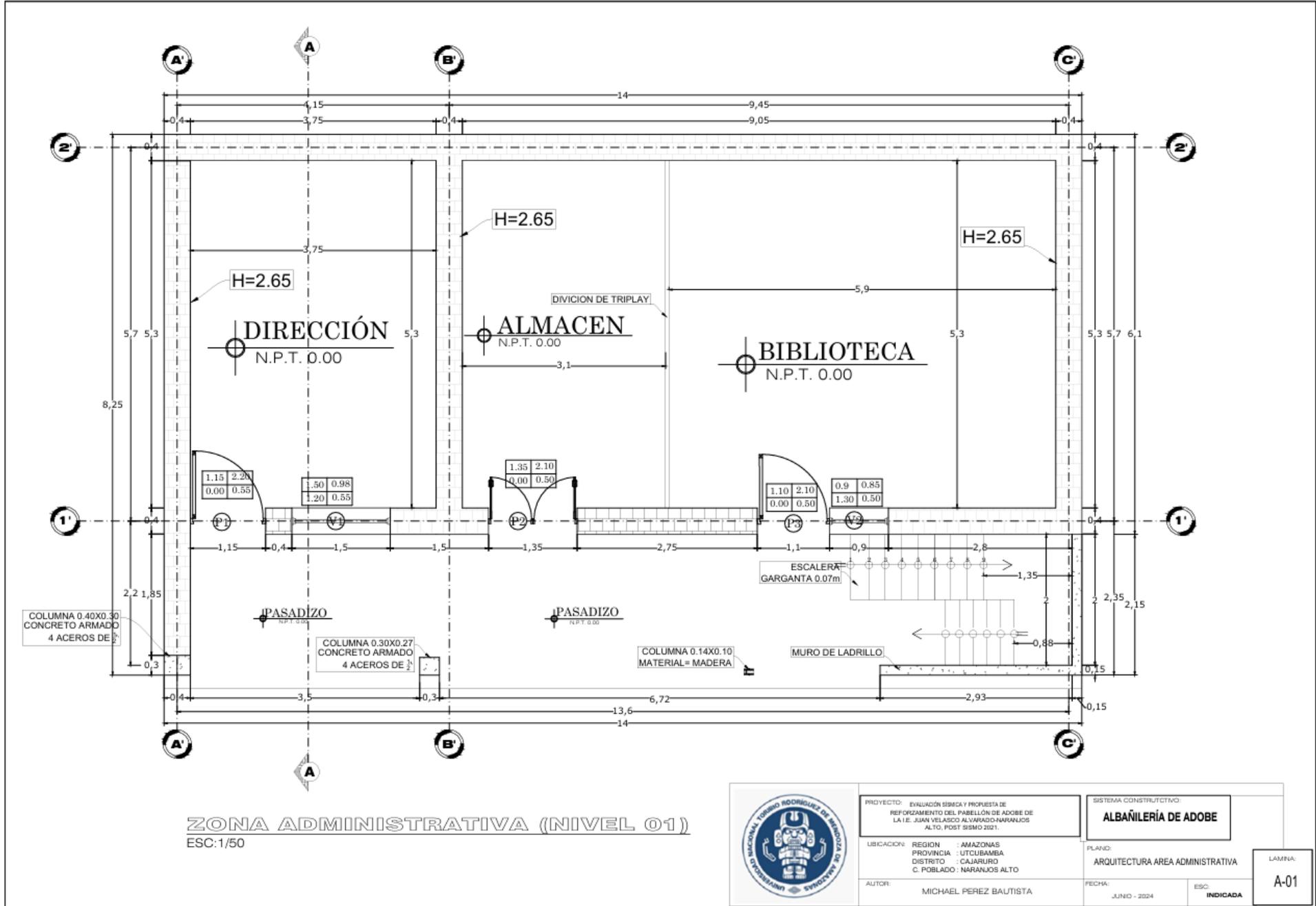
 EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021. 			
DATOS DE REFERENCIA:			
Tesista: Michael Perez Bautista			
I.E: Juan Velasco Alvarado-C.P. Naranjos alto-Cajaruro-Utcubamba-Amazonas.			
Pabellon: Adobe (unico)			
zona: Pedagógica.			
Ambiente:			
PARÁMETRO		Marca según lo	
1	Organización del sistema resistente	A: Mampostería de adobe que se constate que ha tenido en cuenta la normativa E.080	
		B: Mampostería de adobe con arriostramiento vertical y horizontal sin asesoramiento técnico	
		C: Sin ningún tipo de arriostre y asesoramiento técnico. Pero con óptima regularidad y distribución de muros	
		D: No tiene arriostramiento en sus elementos, sin asesoramiento e inadecuada distribución de muros.	X
2	Calidad del Sistema Resistente.	A: El sistema resistente que cumpla las siguientes cualidades: 1.- Mampostería de adobe con buena calidad con adobes homogéneos y medidas constantes de largo y ancho en toda la longitud del muro. 2.-Presencia de gran técnica de trabe o amarre en el asiento del adobe. 3.-Mortero de barro con buena calidad con espesores de junta homogéneas en todo el muro.	
		B: El sistema que incumple 1 de las tres cualidades del inciso A	
		C: El sistema que incumple 2 de las tres cualidades del inciso A	X
		D: El sistema que incumple 2 de las tres cualidades del inciso A	
3	Resistencia Convencional.	A: $DD < 0.5$	
		B : $0.5 \leq DD < 1.0$	
		C: $1.0 \leq DD < 1.5$	
		D: $1.5 \leq DD$	X
4	Posición del edificio y cimentación	A: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, sin avistamiento de humedad y/o sales.	
		B: Cimentación que cumple con la normativa E.080-adobe, con avistamiento de humedad y/o sales.	
		C: Cimentación sin asesoría técnica, además con avistamiento de humedad y/o sales.	
		D: Cimientos sin aprobación, sin mano de obra técnica o supervisión de la misma, además existencia de humedad y/o sales.	X
5	Diafragma Horizontal.	A: edificaciones con techo aligerado, unidos a vigas de concreto arma	
		B: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera en óptimo estado.	
		C: Edificaciones con techo conformado de vigas y cintas de madera con elementos deflectados.	X
		D: Edificaciones con falta de un diafragma o cubierta Eternit.	

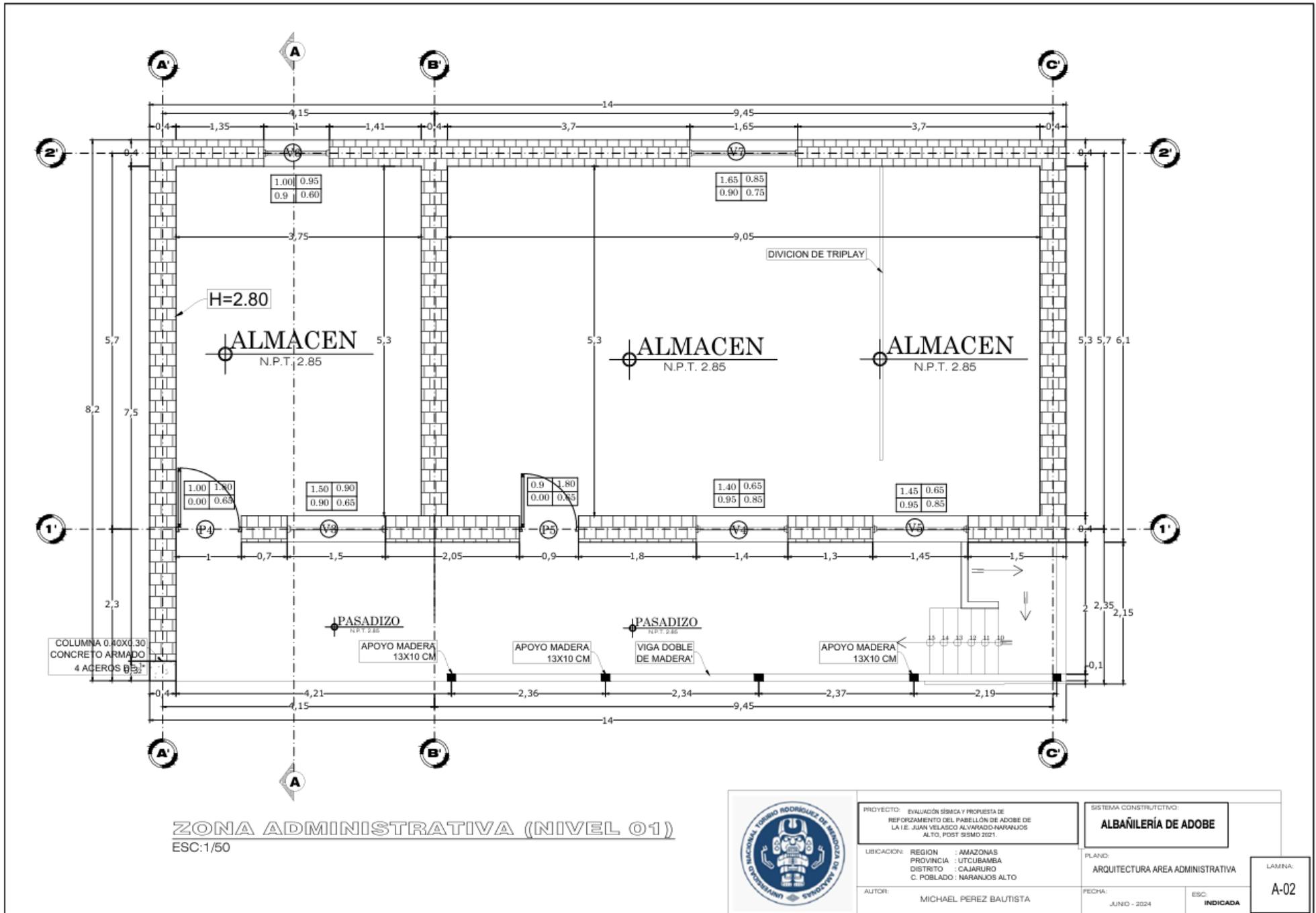
6	Configuración en planta.	A: $\beta_r \geq 0.80 \wedge \beta_e \leq 0.10$	
		B: $0.80 > \beta_r \geq 0.60 \wedge 0.10 < \beta_e \leq 0.20$	
		C: $0.60 > \beta_r \geq 0.40 \wedge 0.20 < \beta_e \leq 0.30$	
		D: $0.40 > \beta_r \wedge 0.30 < \beta_e$.	X
7	Configuración de Elevación.	A: $COE > 0.75$	x
		B: $0.5 < COE \leq 0.75$	
		C: $0.25 < COE \leq 0.5$	
		D: $COE \leq 0.25$	
8	Distancia máxima entre los muros.	A: $L/S < 4.7$	
		B: $4.7 \leq L/S \leq 5.649$	
		C: $5.6 \leq L/S \leq 7.8$	
		D: $L/S \geq 7.8$	x
9	Tipo de cubierta.	A: Techo de calamina estable con buen amarre a los muros con conexiones eficientes. Estructura con techo plano.	
		B: techo de calamina inestable y en excelentes condiciones.	
		C: Techo de calamina inestable en deplorables condiciones.	
		D: Techo de calamina inestable en desnivel y pésimas condiciones.	X
10	Elementos no Estructurales.	A: Edificaciones de tierra construidas con terrenos libres de elementos no estructurales.	X
		B: El edificio de la planta está construido con balcones y barandales que están bien conectados a la estructura portante.	
		C: Los edificios de tierra con balaustradas y balcones están mal conectados a la estructura portante. objetos degradados por edad.	
		D: Mampostería de tierra con elementos de techo como tanques de agua, mal conectados. Los toldos u otros elementos pesados y mal construidos pueden derrumbarse en caso de terremoto. Edificio de tierra con balcón sobre la infraestructura principal, mala comunicación y en mal estado.	
11	Estado de conservación	A: Mampostería de adobe en condiciones óptimas, sin hendidura alguna.	
		B: Mampostería de adobe sin hendiduras, pero cuyos elementos están muy poco deteriorados.	
		C: Mampostería de adobe con hendiduras y además cuyos elementos estructurales estén desgastados.	
		D: Muros gravemente deteriorados, en sus elementos hay avistamiento de grietas a consecuencia de fallas por cortante, por flexiones y momentos.	X

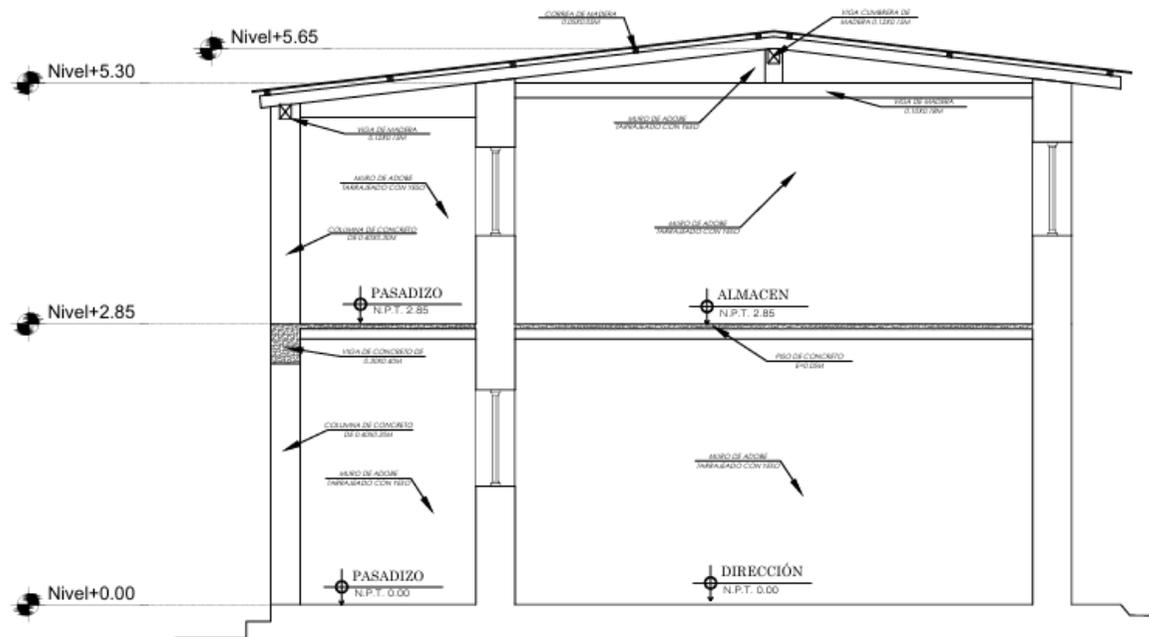
Anexo 19: Datos ingresados a través de documento tipo txt.

DEFINICION DE LA FUNCION DE ESPECTRO					DATOS DE INGRESO EN txt.		
	T	C	S	C*S	T	C*S	
$T < T_P$	0.1	2.5	1.05	2.6250	0.1	2.6250	
	0.2	2.5	1.05	2.6250	0.2	2.6250	
	0.3	2.5	1.05	2.6250	0.3	2.6250	
	0.4	2.5	1.05	2.6250	0.4	2.6250	
	$C = 2,5$	0.5	2.5	1.05	2.6250	0.5	2.6250
		0.6	2.5	1.05	2.6250	0.6	2.6250
		0.7	2.5	1.05	2.6250	0.7	2.6250
		0.8	2.5	1.05	2.6250	0.8	2.6250
		0.9	2.5	1.05	2.6250	0.9	2.6250
	1	2.5	1.05	2.6250	1	2.6250	
$T_P < T < T_L$	1.1	2.27	1.05	2.3864	1.1	2.3864	
	1.2	2.08	1.05	2.1875	1.2	2.1875	
	1.3	1.92	1.05	2.0192	1.3	2.0192	
	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	1.4	1.79	1.05	1.8750	1.4	1.8750
		1.5	1.67	1.05	1.7500	1.5	1.7500
		1.6	1.56	1.05	1.6406	1.6	1.6406
$T > T_L$	1.7	1.38	1.05	1.4533	1.7	1.4533	
	1.8	1.23	1.05	1.2963	1.8	1.2963	
	1.9	1.11	1.05	1.1634	1.9	1.1634	
	2	1.00	1.05	1.0500	2	1.0500	
	2.1	0.91	1.05	0.9524	2.1	0.9524	
	2.2	0.83	1.05	0.8678	2.2	0.8678	
	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$	2.3	0.76	1.05	0.7940	2.3	0.7940
		2.4	0.69	1.05	0.7292	2.4	0.7292
		2.5	0.64	1.05	0.6720	2.5	0.6720
		2.6	0.59	1.05	0.6213	2.6	0.6213
2.7		0.55	1.05	0.5761	2.7	0.5761	
2.8		0.51	1.05	0.5357	2.8	0.5357	
2.9		0.48	1.05	0.4994	2.9	0.4994	
	3	0.44	1.05	0.4667	3	0.4667	

Anexo 20: Planos de levantamiento arquitectónico de las zonas administrativas y pedagógicas.



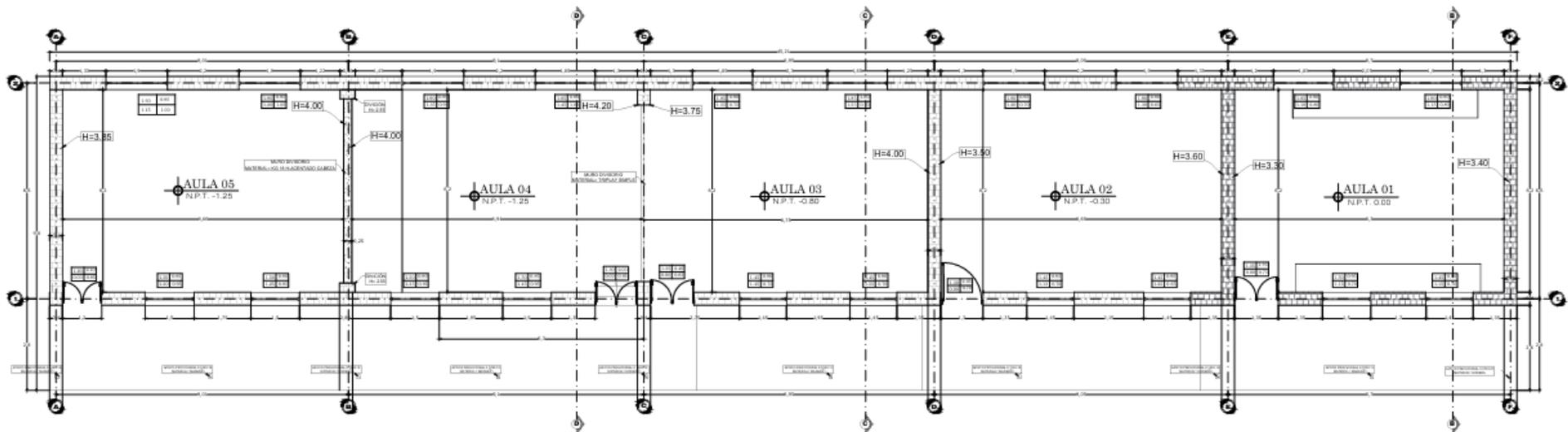




ZONA PEDAGOGICA CORTE A-A
ESC: 1/50

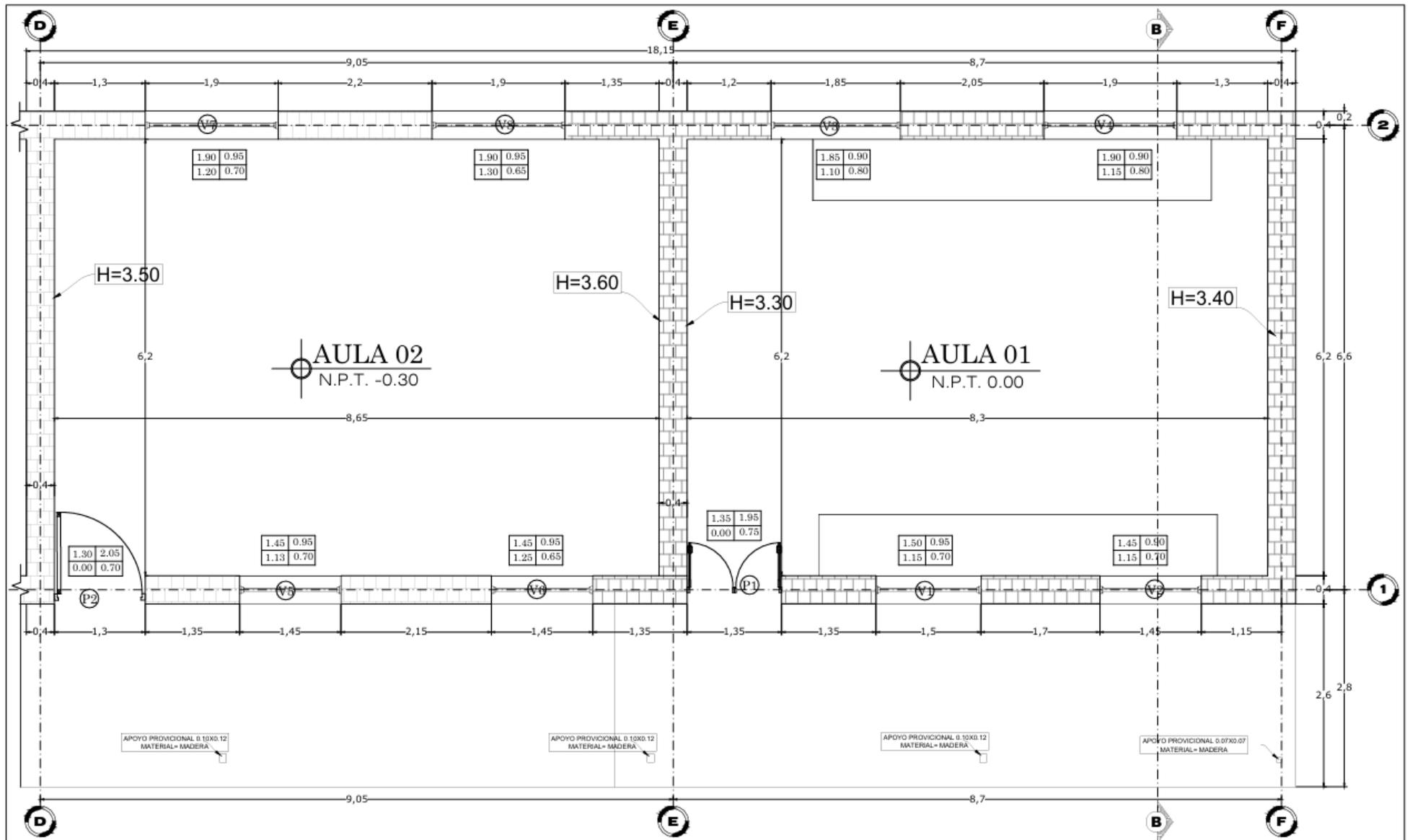
	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.		SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO		PLANO: ARQUITECTURA AREA ADMINISTRATIVA	
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA		FECHA: JUNIO - 2024	
			ESC: INDICADA	

LAMINA:
A-03



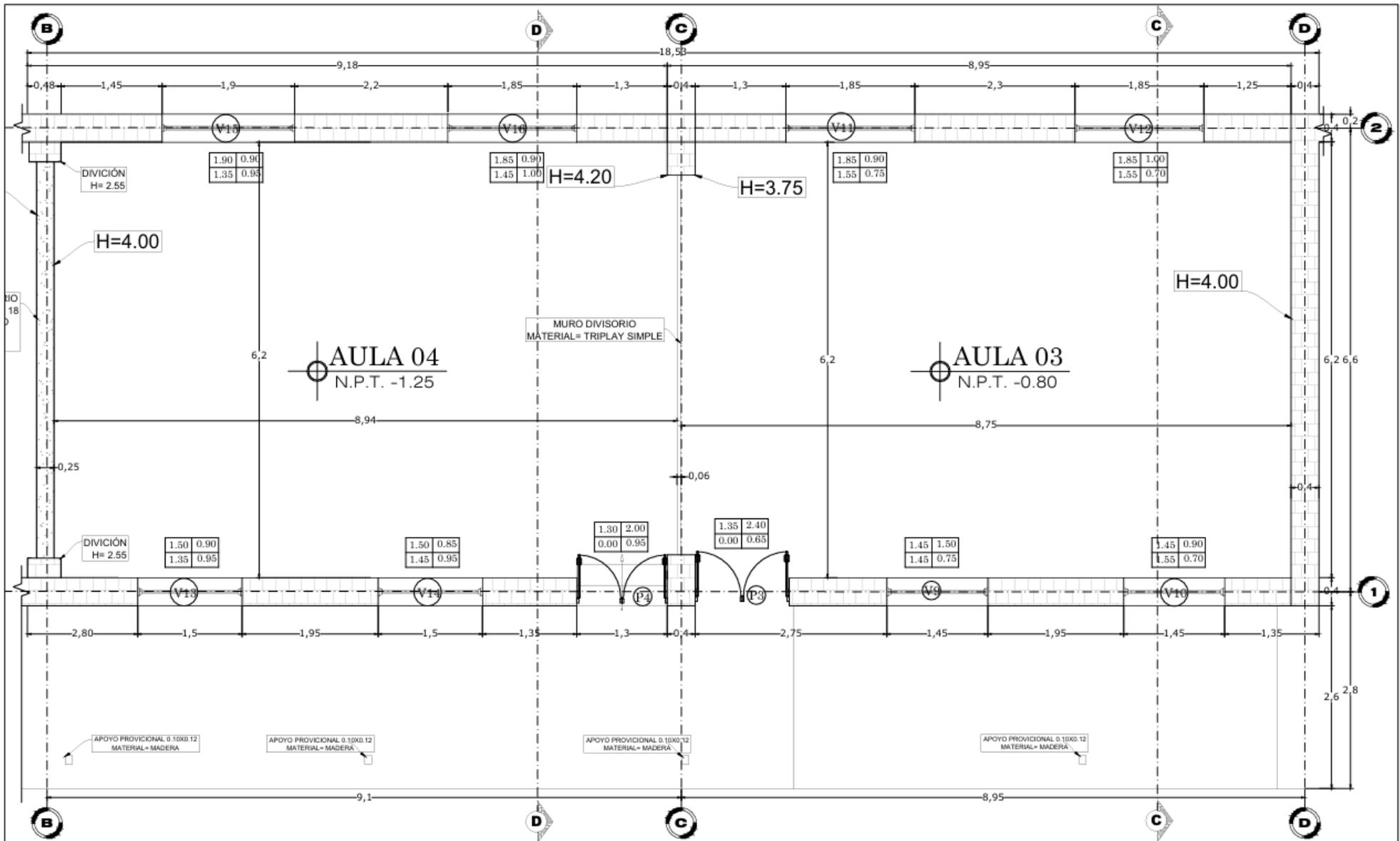
Módulo Pedagógico: Material de Construcción: Módulo Pedagógico

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.		SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO		PLANO: MÓDULO PEDAGÓGICO	
	AUTOR: MICHAEL PÉREZ BAUTISTA		FECHA: JUNIO - 2024	
			ESC: INDICADA	
				LÁMINA: A-04



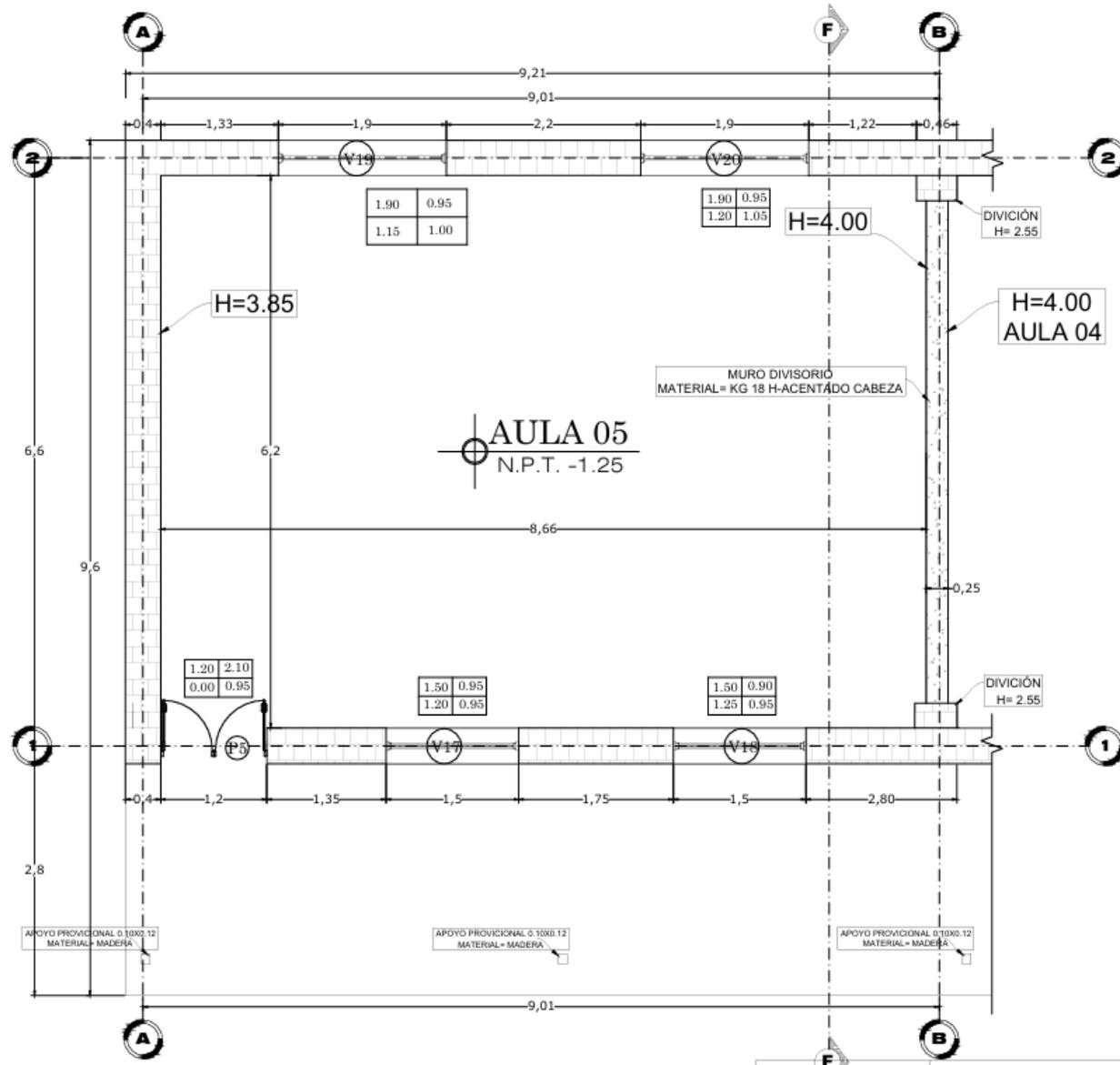
ZONA PEDAGOGICA (AULA 01 Y 02)
 ESC:1/50

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	LAMINA: A-05	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: ARQUITECTURA AULA PEDAGOGICA 01 Y 02		
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024		ESC: INDICADA



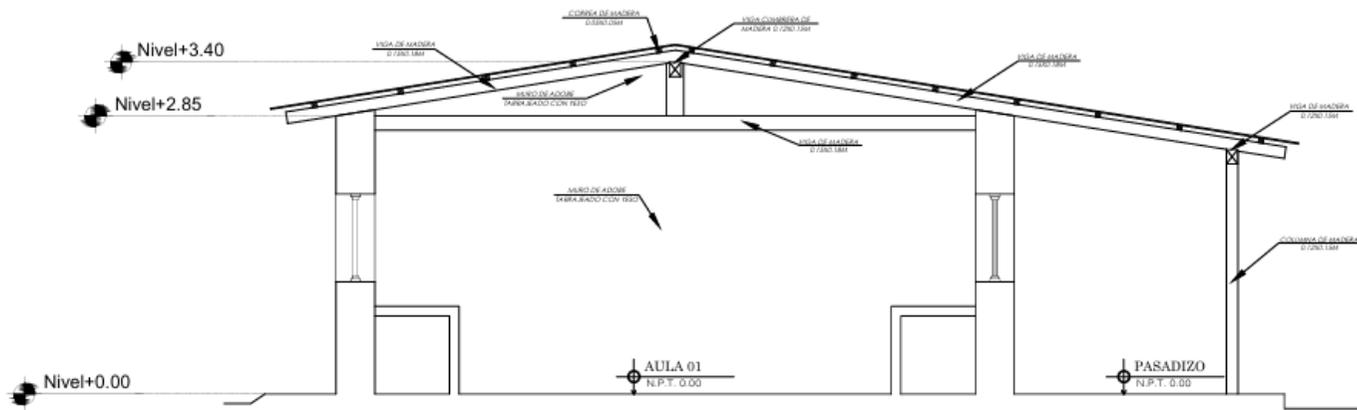
ZONA PEDAGOGICA (AULA 03 Y 04)
 ESC:1/50

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	LAMINA: A-06	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: ARQUITECTURA AULA PEDAGOGICA 03 Y 04		
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024		ESC. INDICADA

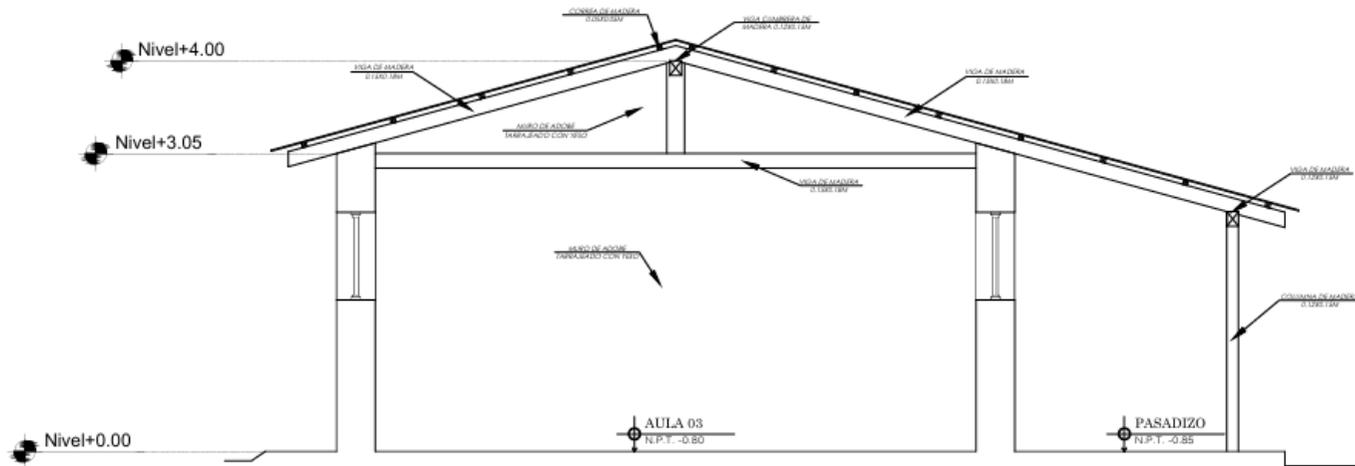


ZONA PEDAGOGICA (AULA 05)
 ESC: 1/50

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST-SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: ARQUITECTURA AULA PEDAGOGICA 05	LAMINA: A-07
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024	ESC: INDICADA

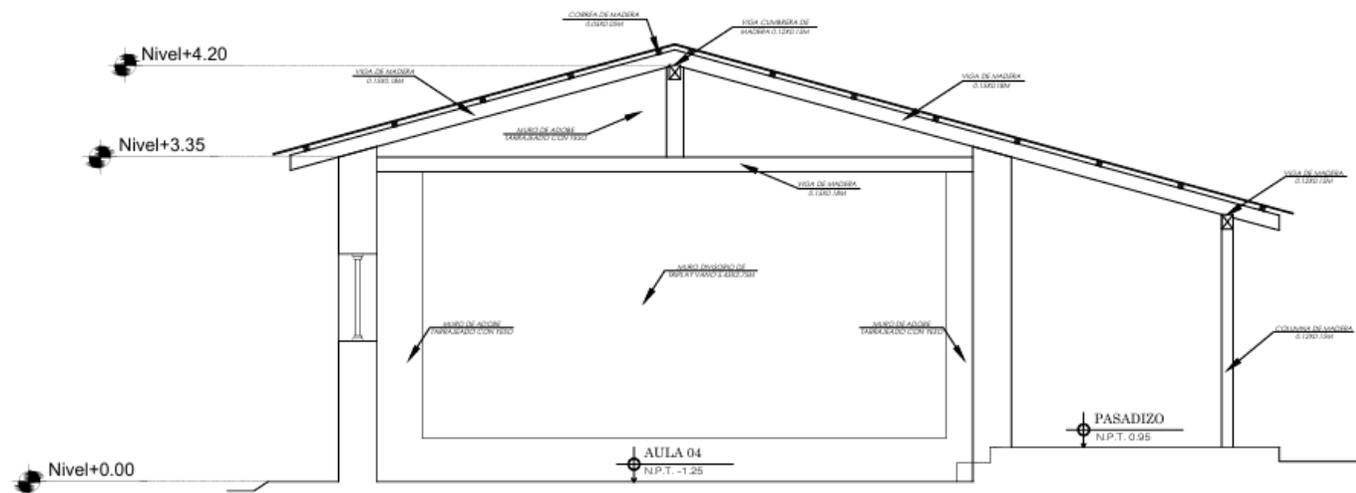


ZONA PEDAGOGICA CORTE B-B
 ESC:1/50



ZONA PEDAGOGICA CORTE C-C
 ESC:1/50

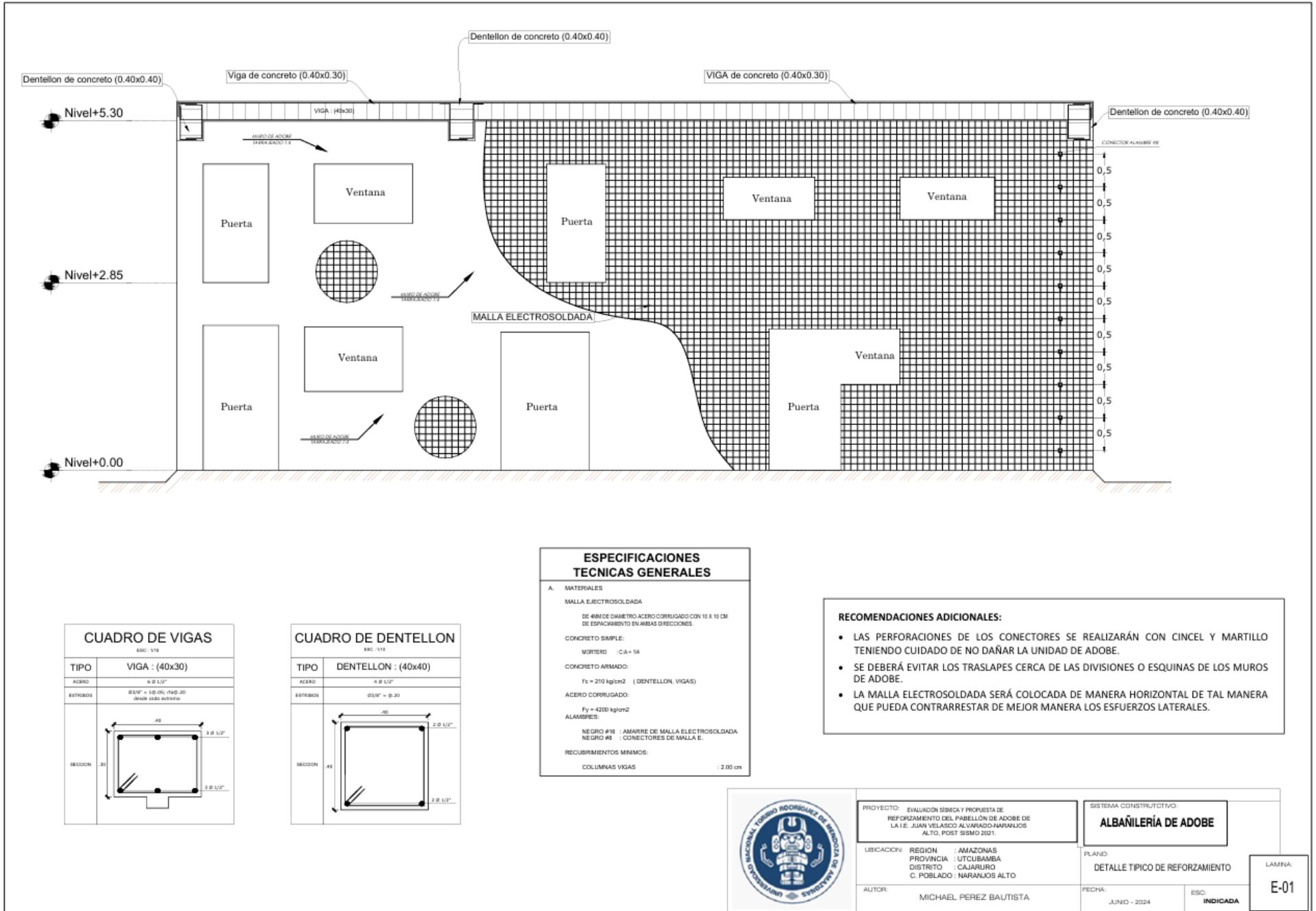
	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	LÁMINA: A-08
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: ARQUITECTURA AULA PEDAGOGICA 05	
AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA			



ZONA PEDAGOGICA CORTE D-D
 ESC:1/50

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELÁSQUEZ ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SÍSMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUISAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: ARQUITECTURA AULA PEDAGOGICA 05	
AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024	ESC: INDICADA	

Anexo 21: Planos de detalle de reforzamiento estructural.



CUADRO DE VIGAS
ESC: 1/10

TIPO	VIGA : (40x30)
ACERO	4 Ø 1/2"
ESTRIBOS	Ø 3/8" = 10.00; #4@.30 desde cada extremo
SECCION	

CUADRO DE DENTELLON
ESC: 1/10

TIPO	DENTELLON : (40x40)
ACERO	4 Ø 1/2"
ESTRIBOS	Ø 3/8" = Ø.30
SECCION	

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

A. MATERIALES

MALLA ELECTROSOLDADA
DE 4MM DE DIAMETRO ACERO CORRUGADO CON 10 X 10 CM DE ESPACIAMIENTO EN AMBAS DIRECCIONES.

CONCRETO SIMPLE:
MORTERO : CA = 1:4

CONCRETO ARMADO:
F_c = 210 kg/cm² (DENTELLON, VIGAS)

ACERO CORRUGADO:
F_y = 4200 kg/cm²

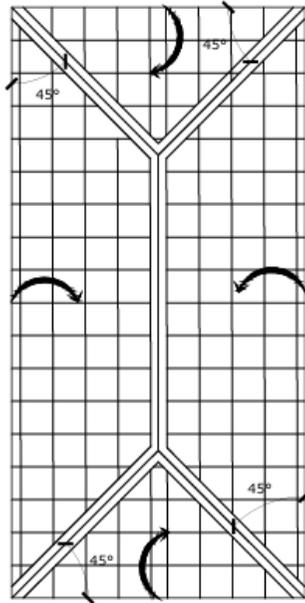
ALAMBRES:
NEGRO #8 : AMARRE DE MALLA ELECTROSOLDADA
NEGRO #8 : CONECTORES DE MALLA E.

RECUBRIMIENTOS MINIMOS:
COLUMNAS VIGAS : 2.00 cms

- RECOMENDACIONES ADICIONALES:**
- LAS PERFORACIONES DE LOS CONECTORES SE REALIZARÁN CON CINCEL Y MARTILLO TENIENDO CUIDADO DE NO DAÑAR LA UNIDAD DE ADOBE.
 - SE DEBERÁ EVITAR LOS TRASLAPES CERCA DE LAS DIVISIONES O ESQUINAS DE LOS MUROS DE ADOBE.
 - LA MALLA ELECTROSOLDADA SERÁ COLOCADA DE MANERA HORIZONTAL DE TAL MANERA QUE PUEDA CONTRARRESTAR DE MEJOR MANERA LOS ESFUERZOS LATERALES.

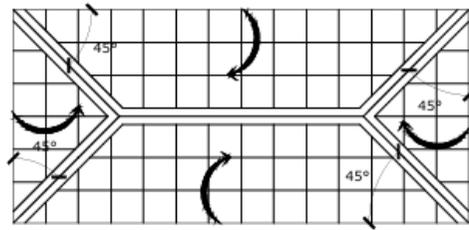
	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELÁSQUEZ ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGIÓN : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: DETALLE TÍPICO DE REFORZAMIENTO	LAMINA: E-01
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024	ESC. INDICADA

DETALLE TÍPICO EN PUERTAS



**DETALLE DE CORTE Y DOBLADO EN VANOS
ESC : 1/15**

DETALLE TÍPICO EN VENTANAS



**DETALLE DE CORTE Y DOBLADO EN VANOS
ESC : 1/15**

Especificaciones Técnicas:

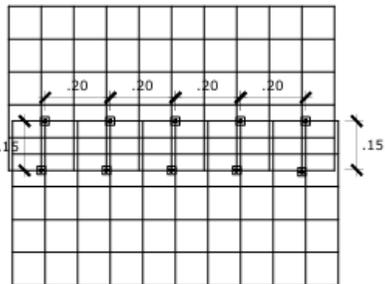
- EL CONSTRUCTOR DEBERA REALIZAR EL DOBLADO Y TRASLAPAR CON LOS CORTE INTERNOS Y AMARRADOS CON ALAMBRE #16

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

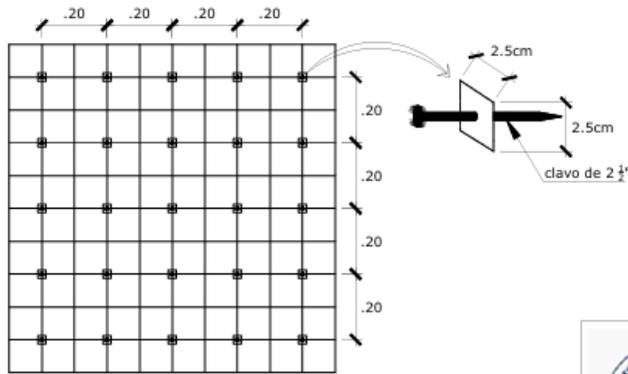
A. MATERIALES	
MALLA ELECTROSOLDADA	
DE ARMA DE DIAMETRO ACERO CORRUGADO DON 10 X 10 CM DE ESPACIAMIENTO EN AMBAS DIRECCIONES.	
CONCRETO SIMPLE:	
MORTERO	: CA = 14
CONCRETO ARMADO:	
fc	= 210 kg/cm ² (DENTELLÓN, VIGAS)
ACERO CORRUGADO:	
Fy	= 4200 kg/cm ²
ALAMBRES:	
NEGRO #16	: AMARRA DE MALLA ELECTROSOLDADA
NEGRO #8	: CONECTORES DE MALLA E.
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:	
COLUMNAS VIGAS	: 2.00 cm

RECOMENDACIONES ADICIONALES:

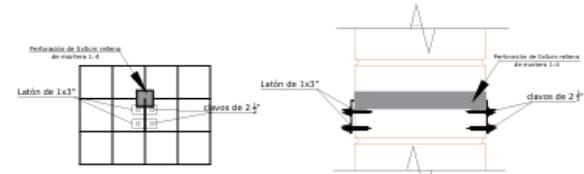
- LAS PERFORACIONES DE LOS CONECTORES SE REALIZARÁN CON CINCEL Y MARTILLO TENIENDO CUIDADO DE NO DAÑAR LA UNIDAD DE ADOBE.
- SE DEBERÁ EVITAR LOS TRASLAPES CERCA DE LAS DIVISIONES O ESQUINAS DE LOS MUROS DE ADOBE.
- LA MALLA ELECTROSOLDADA SERÁ COLOCADA DE MANERA HORIZONTAL DE TAL MANERA QUE PUEDA CONTRARRESTAR DE MEJOR MANERA LOS ESFUERZOS LATERALES.



**DETALLE TÍPICO DE TRASLAPE
ESC : 1/15**



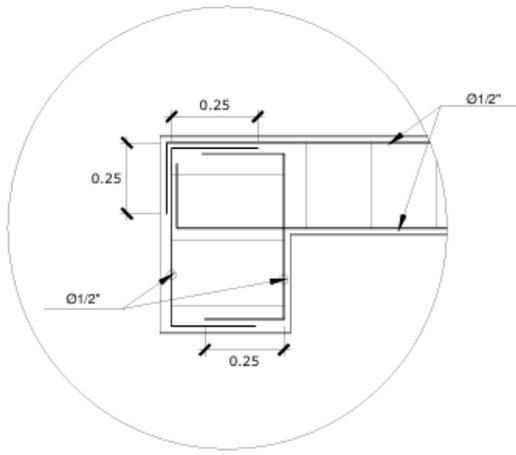
**DETALLE DE FIJACION DE MALLA
ESC: 1/15**



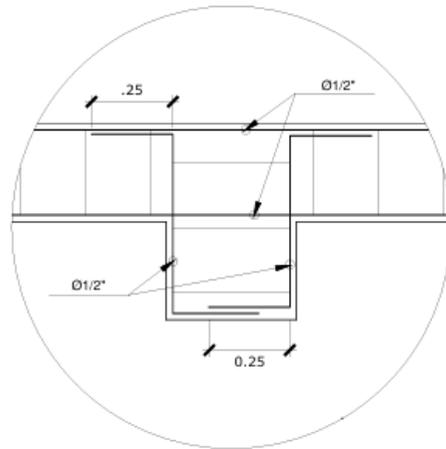
**DETALLES DE FIJACION DE CONECTORES
ESC: 1/15**



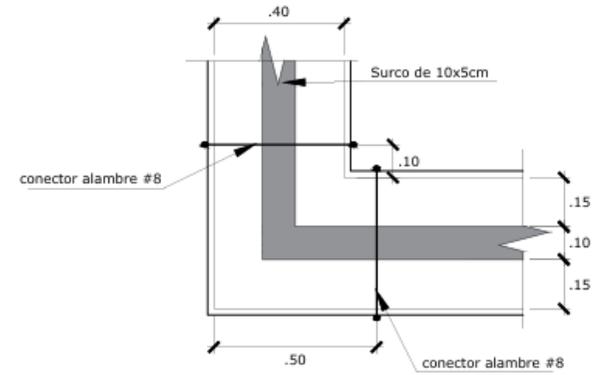
PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	
	UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: DETALLE TÍPICO DE REFORZAMIENTO
AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	FECHA: JUNIO - 2024	ESC: INDICADA



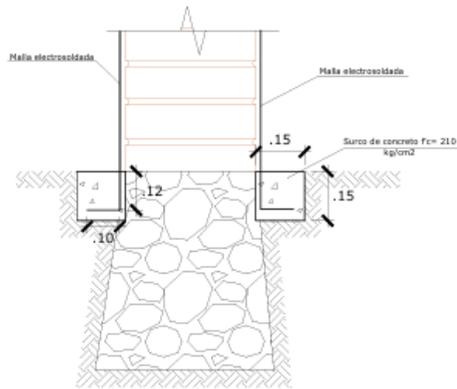
DETALLE DE GANCHOS
ESC : 1/15



DETALLE DE GANCHOS
ESC : 1/15

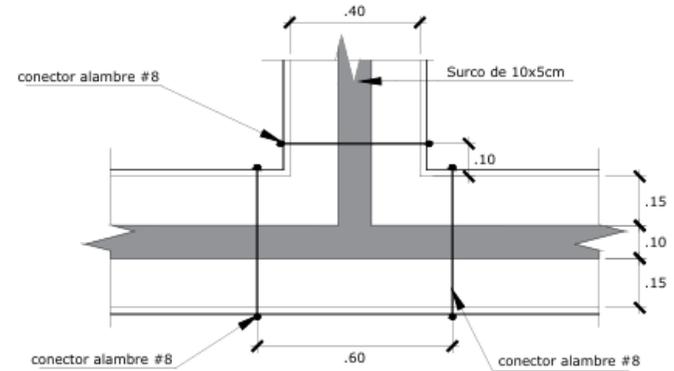


DETALLE DE CONECTORES
ESC : 1/15



DETALLES DE CIMENTACIÓN
ESC: 1/15

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES	
A. MATERIALES	
MALLA EJELECTROSOLDADA	
DE AM# DE DIAMETRO ACERO CORRUGADO CON 10 X 10 CM DE ESPACIAMIENTO EN AMBAS DIRECCIONES.	
CONCRETO SIMPLE:	
MORTERO	: CA = 1N
CONCRETO ARMADO:	
fc = 210 kg/cm ²	(DENTELLON, VIGAS)
ACERO CORRUGADO:	
Fy = 4200 kg/cm ²	
ALAMBRES:	
NEGRO #16	: AMARR# DE MALLA ELECTROSOLDADA
NEGRO #8	: CONECTORES DE MALLA E.
RECURRIMIENTOS MINIMOS:	
COLUMNAS VIGAS	: 2.00 cm



DETALLE DE CONECTORES
ESC : 1/15

	PROYECTO: EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN DE ADOBE DE LA I.E. JUAN VELASCO ALVARADO-NARANJOS ALTO, POST SISMO 2021.	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ALBAÑILERÍA DE ADOBE	LAMINA E-03	
	UBICACION: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CAJARURO C. POBLADO : NARANJOS ALTO	PLANO: DETALLE TÍPICO DE REFORZAMIENTO		FECHA: JUNIO - 2024
	AUTOR: MICHAEL PEREZ BAUTISTA	ESC: INDICADA		