

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



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE
LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
REFORZADOS CON MALLAS ELECTROSOLDADAS,
SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS,
2021**

Autor : Bach. Anthony Alvites Trigos

Asesor : Ing. James Bacalla Chávez

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Alvites Trigoso Anthony
DNI N°: 70070509
Correo electrónico: 7007050952@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería Civil y Ambiental
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Evaluación de la Capacidad de Resistencia de los muros de Albañilería Confinada Reforzados con Mallas Electrosoldadas, Sector Pueblo Viejo, Bague Grande, Amazonas, 2021.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: James Bacalla Chavez
DNI, Pasaporte, C.E N°: 76659588
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-3184-5431>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html

2.00.00 Ingeniería, Tecnología - 2.01.00 Ingeniería Civil - 2.01.01 Ingeniería Civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 06/07...../2023


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, por ser mi guía y estar siempre a mi lado en cada paso que doy.

Y a mis padres por su apoyo incondicional y motivarme continuamente, durante toda mi formación académica, les estaré eternamente agradecido por haberme brindado una hermosa herencia que es mi profesión.

Anthony Alvites Trigoso

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero dar agradecimiento a mis padres que con sus consejos y esfuerzos me dieron esa fortaleza de seguir adelante en toda mi formación profesional.

Al Ing. James Bacalla Chávez, por darme la oportunidad de ser mi asesor depositando en mi todo su confianza, así mismo por su aporte primordial de conocimientos, orientación, paciencia y disposición de tiempo para realización en este trabajo.

A los catedráticos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por brindarme sus enseñanzas y experiencias que me servirán de mucho a la hora de ejercer la profesión.

Finalmente agradezco a mis amigos que con sus palabras y formas de apoyo han ido alentándome durante todo el proceso en la elaboración de mi proyecto de tesis.

Anthony Alvites Trigoso

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

Ph.D JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



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 (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEFORZADOS CON MALLAS ELECTROSOLDADAS, SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS, 2021 del egresado ANTHONY ALUITES TRIGOSO 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, 19 de diciembre de 2022


Firma y nombre completo del Asesor

JURADO EVALUADOR



LIC. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO

Presidente



ING. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

Secretario



Mg. FERNANDO ISAAC ESPINOZA CANAZA

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



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 DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA REFORZADOS CON MALLAS ELECTRO SOLDADAS, SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS, 2021
presentada por el estudiante () /egresado (x) ANTHONY ALVITES TRIGOSO
de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL

con correo electrónico institucional 7007050952@untrm.edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 21 % 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, 19 de diciembre del 2020


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

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

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de diciembre del año 2022 siendo las 11:30 horas, el aspirante: Bach. ALVITES TRIGOSO ANTHONY, asesorado por Ing. JAMES BACALLA CHÁVEZ defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA REFORZADOS CON MALLAS ELECTROSOLDADAS, SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS, 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: LIC. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO

Secretario: ING. JORGE CHAVEZ GUIVIN

Vocal: Ms. FERNANDO ISAAC ESPINOZA CANAZA

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 () por Unanimidad () / 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 12:50 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:
.....

CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
JURADO EVALUADOR	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ix
CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN	20
II. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1. Localización de la Investigación	22
2.2. Materiales, Herramientas y/o Equipos.....	24
2.2.1. En Campo	24
2.2.2. En Gabinete.....	24

2.3. Diseño de la Investigación.....	24
2.3.1. Variable de estudio	25
2.4. Población, Muestra y Muestreo	27
2.4.1. Población	27
2.4.2. Muestra.....	27
2.4.3. Muestreo.....	27
2.5. Métodos	27
2.5.1. Método inductivo	27
2.5.2. Método deductivo	27
2.6. Técnicas e Instrumentos	27
2.6.1. Técnicas	27
2.6.2. Instrumentos	27
2.7. Procedimiento	28
2.7.1. Selección de las viviendas en estudio	28
2.7.2. Características de las viviendas en estudio	29
2.7.3. Propiedad de los materiales.....	30
2.7.4. Modelamiento de la estructura	33
2.7.5. Densidad de muros	35
2.7.6. Análisis sísmico	35
2.7.6.1. Regularidad estructural.....	39
2.7.6.2. Análisis sísmico estático	40
2.7.6.2.1. Periodo fundamental de vibración	40
2.7.6.2.2. Fuerza cortante en la base	40
2.7.6.2.3. Fuerzas sísmicas por nivel	40

2.7.6.3. Análisis sísmico dinámico	41
2.7.6.3.1. Verificación de la fuerza cortante mínima	41
2.7.7. Verificación del estado actual de los muros de albañilería confinada	41
2.7.8. Reforzamiento de los muros de albañilería confinada usando malla electrosoldada.....	43
III. RESULTADOS	47
3.1. Densidad de Muros	47
3.2. Análisis Sísmico	51
3.2.1. Regularidad estructural	51
3.2.1.1. Irregularidades en altura	51
3.2.1.2. Irregularidades en planta.....	54
3.2.2. Análisis sísmico estático	56
3.2.2.1. Periodo fundamental de vibración	56
3.2.2.2. Fuerza cortante en la base	57
3.2.2.3. Fuerzas sísmicas por nivel	58
3.2.3. Análisis sísmico dinámico	60
3.2.3.1. Verificación de la fuerza cortante mínima.....	60
3.3. Verificación del Estado Actual de los Muros de Albañilería Confinada	60
3.4. Reforzamiento de los Muros de Albañilería Confinada Usando Malla Electrosoldada	65
IV. DISCUSIÓN	69
V. CONCLUSIONES	72
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

VIII. ANEXOS	77
8.1. Anexo 1: Declaración Jurada de los Propietarios de las Viviendas	78
8.2. Anexo 2: Geometría de las Viviendas	80
8.3. Anexo 3: Propiedad de los Materiales	82
8.4. Anexo 4: Secciones de los Elementos Estructurales	84
8.5. Anexo 5: Modos de Vibración	86
8.6. Anexo 6: Periodos Fundamentales de Vibración	87
8.7. Anexo 7: Peso Sísmico	89
8.8. Anexo 8: Patrones de Carga	89
8.9. Anexo 9: Caso de Carga Estático	90
8.10. Anexo 10: Espectro de Respuesta	91
8.11. Anexo 11: Caso de Carga Dinámico	92
8.12. Anexo 12: Distorsión de Entrepiso	94
8.13. Anexo 13: Manual del Proceso Constructivo de Muros Portantes Reforzados con Mallas Electrosoldadas	94
8.14. Anexo 14: Panel Fotográfico	97
8.15. Anexo 11: Conjunto de Planos Arquitectónicos	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM del Sector Pueblo Viejo	22
Tabla 2. Operacionalización de variables	26
Tabla 3. Factor de zona	36
Tabla 4. Factor de uso o importancia.....	37
Tabla 5. Factor de suelo	37
Tabla 6. Periodos T_P y T_L	37
Tabla 7. Factor de reducción de fuerzas sísmicas	39
Tabla 8. Peso sísmico	39
Tabla 9. Características dimensionales de la malla electrosoldada QE-106	46
Tabla 10. Densidad de muros en la dirección X-X de la vivienda 1	49
Tabla 11. Densidad de muros en la dirección Y-Y de la vivienda 1	49
Tabla 12. Densidad de muros en la dirección X-X de la vivienda 2	50
Tabla 13. Densidad de muros en la dirección Y-Y de la vivienda 2	50
Tabla 14. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección X-X de la vivienda 1	51
Tabla 15. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y de la vivienda 1	51
Tabla 16. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección X-X de la vivienda 2	51
Tabla 17. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y de la vivienda 1	52

Tabla 18. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección X-X de la vivienda 1	52
Tabla 19. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección Y-Y de la vivienda 1	52
Tabla 20. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección X-X de la vivienda 2	53
Tabla 21. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección Y-Y de la vivienda 2	53
Tabla 22. Verificación de irregularidad de peso de la vivienda 1	53
Tabla 23. Verificación de irregularidad de peso de la vivienda 2	54
Tabla 24. Verificación de irregularidad torsional en la dirección X-X de la vivienda 1	54
Tabla 25. Verificación de irregularidad torsional en la dirección Y-Y de la vivienda 1	55
Tabla 26. Verificación de irregularidad torsional en la dirección X-X de la vivienda 2	55
Tabla 27. Verificación de irregularidad torsional en la dirección Y-Y de la vivienda 2	55
Tabla 28. Modos y periodos fundamentales de vibración de la vivienda 1	56
Tabla 29. Modos y periodos fundamentales de vibración de la vivienda 2	57
Tabla 30. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 1	58
Tabla 31. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 2	58
Tabla 32. Verificación de la fuerza cortante mínima de la vivienda 1	60
Tabla 33. Verificación de la fuerza cortante mínima de la vivienda 2	60
Tabla 34. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo moderado de la vivienda 1	62
Tabla 35. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo moderado de la vivienda 2	62

Tabla 36. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo severo de la vivienda 1	64
Tabla 37. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo severo de la vivienda 2	64
Tabla 38. Verificación de la resistencia de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 1	66
Tabla 39. Verificación de la resistencia de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 2.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Perú, Región de Amazonas y Provincia de Utcubamba	22
Figura 2. Ubicación del Sector Pueblo Viejo en la ciudad de Bagua Grande	23
Figura 3. Visualización 3D generado en Etabs de la vivienda 1	34
Figura 4. Visualización 3D generado en Etabs de la vivienda 2	34
Figura 5. Malla electrosoldada QE-106.....	45
Figura 6. Dimensiones de la malla electrosoldada QE-106.....	46
Figura 7. Muros portantes de la vivienda 1	47
Figura 8. Muros portantes de la vivienda 2	48
Figura 9. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 1	59
Figura 10. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 2	59
Figura 11. Incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 1	68
Figura 12. Incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 2	68

RESUMEN

La presente tesis se desarrolló en la Ciudad de Bagua Grande, específicamente en el Sector Pueblo Viejo, el cual es una zona de viviendas informales vulnerables ante un sismo debido a la práctica de la autoconstrucción. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas de albañilería confinada mediante el refuerzo con mallas electrosoldadas. Para el estudio se seleccionaron dos viviendas, sobre las cuales se realizó el análisis bajo la Norma Peruana del Reglamento Nacional de Edificaciones en el nivel más crítico, el cual correspondió a los muros del primer nivel por estar sometidos a mayores cargas, esto con la finalidad de determinar los muros que exceden su capacidad de resistencia y requieran ser reforzadas. Para el análisis de reforzamiento se eligió la malla electrosoldada QE-106 y con ayuda de la Norma para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de México se determinó que los muros reforzados con mallas electrosoldadas resistieron las fuerzas cortantes producidas por el sismo debido al incremento de su resistencia al corte. En muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong) reforzados en una sola cara la resistencia al corte se incrementó en un promedio de 17,60% en la vivienda 1 y 17,68% en la vivienda 2, mientras que los muros reforzados en sus dos caras el incremento fue en un promedio de 60,57% en la vivienda 1 y 65.36% en la vivienda 2.

Palabras claves: Malla electrosoldada, albañilería confinada, resistencia al corte.

ABSTRACT

This thesis was developed in the city of Bagua Grande, specifically in the Pueblo Viejo sector, which is an area of informal housing vulnerable to earthquakes due to the practice of self-construction. The objective of the research was to evaluate the seismic behavior of confined masonry houses by means of reinforcement with electrowelded mesh. Two houses were selected for the study, and the analysis was carried out under the Peruvian Standard of the National Building Regulations at the most critical level, which corresponded to the walls of the first level because they were subjected to greater loads, in order to determine the walls that exceeded their resistance capacity and required reinforcement. For the reinforcement analysis, QE-106 electrowelded mesh was chosen, and with the help of the Mexican Standard for the Design and Construction of Masonry Structures, it was determined that the walls reinforced with electrowelded mesh resisted the shear forces produced by the earthquake due to the increase in their shear strength. In class IV brick walls (King Kong brick) reinforced on one side only, the shear resistance increased by an average of 17.60% in house 1 and 17.68% in house 2, while walls reinforced on both sides increased by an average of 60.57% in house 1 and 65.36% in house 2.

Keywords: Electrowelded mesh, confined masonry, shear resistance

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, geográficamente, se encuentra ubicado en una región muy activa de interacción tectónica, debido que se halla localizado en el cinturón de fuego del pacífico, exactamente entre las placas de Nazca y Sudamérica, donde sucede aproximadamente el 85% de la actividad sísmica mundial, es por eso, que en los últimos años se han registrado sismo de poca o gran magnitud en el país que ha causado grandes pérdidas económicas, millones de damnificados y cuantiosos decesos (INDECI, 2011).

Los sismos de gran magnitud más recientes acontecieron, el 03 de febrero del 2022 en la localidad de Santa María de Nieva con una magnitud de 6.8 Grados Richter y el 28 de noviembre de 2021 también en la localidad de Santa María de Nieva. Este último sismo alcanzo una magnitud de 7.5 Grados Richter y dejo como consecuencia 2850 personas afectadas, 535 viviendas impactadas y infraestructura pública dañadas (OCHA, 2022).

En viviendas, los sismos han ocasionado desastres considerables que ha generado no solo pérdidas materiales sino también humanas, estos efectos no solo han dependido de los fenómenos naturales sino también de la ausencia de especialistas en su diseño y construcción.

El problema de las viviendas de no contar con diseño estructural para resistir las fuerzas sísmicas es más repetitivo, más del 80% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas, provocando que el 70% de estas no tengan garantías para resistir un fuerte sismo; la importancia de resolver este problema radica en la necesidad de identificar los errores de construcción para estudiar los métodos de refuerzo (Goñi et al, 2019).

Farje (2020), en su trabajo de investigación propone mejorar el comportamiento sísmico de los muros de las viviendas mediante el refuerzo con mallas electrosoldadas. Para ello, selecciona dos viviendas de iguales características con el objetivo de analizar su comportamiento sísmico ante sismo moderado y severo, y de esta forma determinar los muros que llegarían a fallar para ser reforzadas con mallas electrosoldadas.

Finalmente, en su estudio el autor determinó que los muros reforzados con mallas electrosoldadas aumentaron su resistencia al corte.

Por otro lado, Carrasco (2019), en su tesis de investigación plantea implementar malla electrosoldada en muros de ladrillos tubulares con el objetivo de aumentar su ductilidad. Mediante la metodología experimental el autor realizó ensayos sísmicos en prismas de albañilería reforzadas donde determinó que el uso de la malla electrosoldada como reforzamiento aumentó la resistencia al corte (V_m) en un 14.70%.

Los estudios acerca de mallas electrosoldadas en estructuras de albañilería confinada son limitados y los pocos que han investigado este tema han demostrado resultados iguales o mejores a la hora de realizarse el análisis de reforzamiento. En países como Perú donde la mayoría de las construcciones son realizadas sin un especialista en su diseño, obreros no calificados y materiales no idóneos, la propuesta de mallas electrosoldadas es una alternativa de solución a los posibles problemas que podría tener las viviendas.

La ciudad de Bagua Grande, específicamente en el sector Pueblo Viejo se ha venido desarrollando la autoconstrucción de las viviendas que es una práctica que acrecienta la deficiencia de la calidad estructural y genera vulnerabilidad ante sismos, debido a esta problemática la investigación se centrara en evaluar el incremento de la resistencia al corte de los muros de albañilería confinada al reforzarse con mallas electrosoldadas, para lograrlo se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Identificar dos viviendas de albañilería confinada que se requieran reforzar a partir de las características de sus elementos estructurales, la zona donde se ubica y los problemas que se presentan.
- Analizar el comportamiento sísmico de las viviendas a través de un modelado estructural bajo los estándares del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Determinar los muros confinados que exceden su capacidad de resistencia ante sollicitaciones sísmicas y requieran reforzar.
- Calcular el aporte de las mallas electrosoldadas a la resistencia de los muros de albañilería confinada frente a probables actividades sísmicas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización de la Investigación

La investigación se localizó en:

Sector : Pueblo Viejo
Distrito : Bagua Grande
Provincia : Utcubamba
Región : Amazonas

Para mejor ubicación de la investigación se indicará en coordenadas UTM (WGS84) en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas UTM del Sector Pueblo Viejo

Ubicación	Este	Norte	Altitud
Pueblo Viejo (Zona 18)	783803.35	9363142.12	443 msnm

Fuente: Elaboración propia

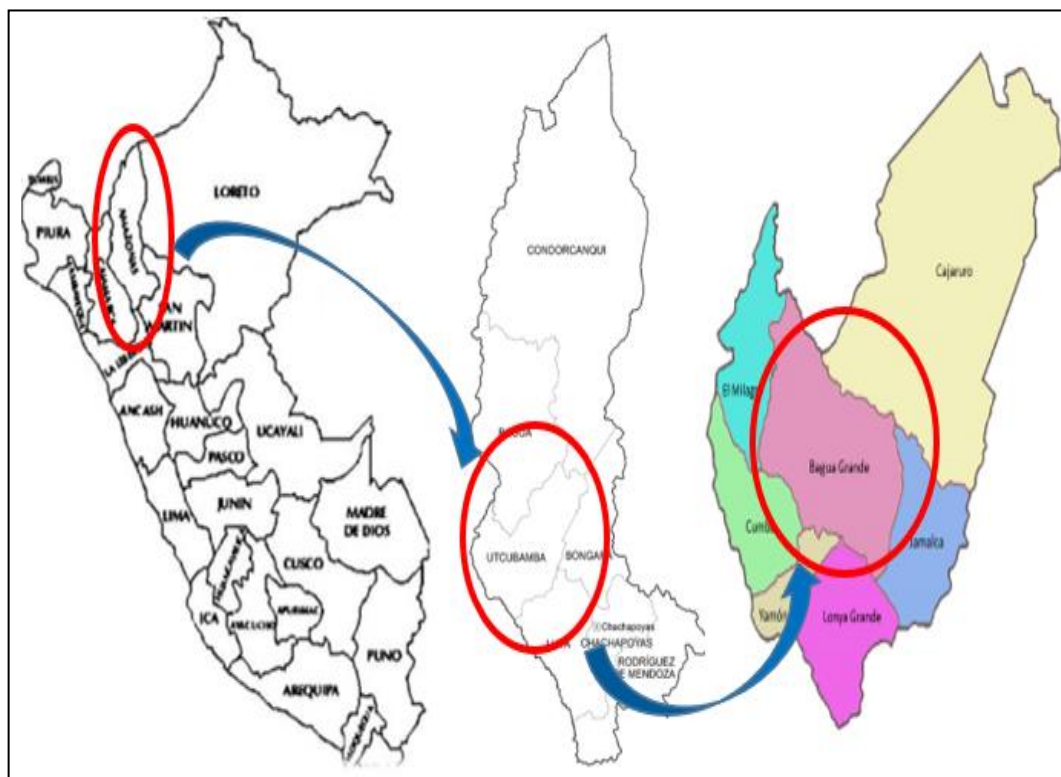


Figura 1. Mapa del Perú, Región de Amazonas y Provincia de Utcubamba

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Ubicación del Sector Pueblo Viejo en la Ciudad de Bagua Grande

Fuente: Elaboración propia

2.2. Materiales, Herramientas y/o Equipos

Para el desarrollo de la investigación, se requirió de los siguientes materiales, herramientas y equipos.

2.2.1. En Campo

Materiales

- Libreta de campo
- Tablero
- Lapiceros

Herramientas

- Wincha

Equipos

- Cámara fotográfica

2.2.2. En Gabinete

Materiales

- Paquete de office (Excel 2016 y Word 2016)
- Software Etabs 2019
- Software AutoCAD 2020
- Google Earth Pro

Equipos

- Laptop
- Impresora
- Calculadora

2.3. Diseño de la Investigación

La investigación se definió del tipo descriptivo no experimental; esto debido que se ha tenido como referencia dos viviendas de albañilería confinada a la cual fueron analizadas estructuralmente y comparadas con sus réplicas, pero reforzadas con malla electrosoldada, describiendo la influencia estructural que tiene las mallas en la mejora de la resistencia de las viviendas; de esta manera como indica Niño (2011), que la finalidad de la investigación descriptiva es explicar la validez del objeto de estudio, con el fin de esclarecer una realidad, apoyar una afirmación o comprobar una hipótesis.

2.3.1. Variables de Estudio

La investigación tiene 2 variables:

- Análisis Sísmico
- Reforzamiento Estructural

Tabla 2: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM/CRITERIO
Análisis Sísmico	Es un método que evalúa el comportamiento sísmico de la estructura.	El análisis permite determinar las irregularidades, los periodos fundamentales de vibración, la fuerza cortante en la base y las fuerzas sísmicas de la estructura.	Regularidad estructural Análisis sísmico estático Análisis sísmico dinámico	- Irregularidades en altura y planta - Periodo fundamental de vibración - Fuerza cortante en la base - Fuerzas sísmicas horizontales - Fuerza cortante mínima	Aplicación del software especializado de análisis y diseño estructural llamado Etabs 2019 y la norma peruana E.030 y E.070 del RNE.
Reforzamiento Estructural	Es una técnica que garantiza un buen comportamiento de las viviendas ante eventos sísmicos y reduce los daños estructurales.	El reforzamiento de los muros tiene como propósito mejorar la resistencia al corte del muro original.	Resistencia estructural	- Resistencia al corte del muro	Aplicación de la Norma para Diseño y Construcción de Mampostería de México.

Fuente: Elaboración Propia

2.4. Población, Muestra y Muestreo

2.4.1. Población

Las viviendas de albañilería confinada del Sector Pueblo Viejo

2.4.2. Muestra

Se tomó como muestra dos viviendas de albañilería confinada en base a los criterios propuesto por Farje (2020):

- Método constructivo de albañilería confinada
- No tener pircas, ni descubierto la cimentación
- Las viviendas se hallen ya consolidadas
- Saber el grosor de las juntas
- Presentar problemas estructurales en sus elementos

2.4.3. Muestreo

El muestreo que se utilizó fue no probabilístico por conveniencia.

2.5. Métodos

2.5.1. Método Inductivo

Porque a partir del registro de datos recogidos de las viviendas se modelaron en un software especializado de análisis y diseño estructural.

2.5.2. Método Deductivo

Porque mediante ensayos de análisis sísmico se obtuvieron resultados con valor numérico cuantificables.

2.6. Técnicas e Instrumentos

2.6.1. Técnicas

- Observación

2.6.2. Instrumentos

- Hojas de registro de datos

2.7. Procedimiento

2.7.1. Selección de las viviendas en estudio

Debido a la ampliación del distrito se limitó el estudio en un sector que cumpliera los siguientes parámetros:

- Primero se elegirá un sector cuyas viviendas en su mayoría sean autoconstruidas, es decir, que no hayan participado los profesionales correctos en la fase de análisis y diseño, que se hayan empleado materiales no idóneos y mano de obra no calificada.
- Segundo se considerará un sector cuyas viviendas en general no cuenten con licencias, permisos de construcción, títulos de propiedad y ninguna supervisión o control por parte de las entidades competentes.
- Por último, se priorizará un sector donde no se hayan realizado estudios con el objetivo de hacer investigación en la zona y tener una información de las viviendas.

Por tanto, en base a lo anterior se eligió el Sector Pueblo Viejo, debido a que esta zona ha ido creciendo de manera desordenada sin respetar el plan de desarrollo urbano, causando que en la zona exista viviendas informales vulnerables ante un sismo.

Para la selección de las 2 viviendas que sirvió de muestra para el trabajo de investigación se siguió los criterios propuestos por Farje (2020):

Criterios de selección:

- Método constructivo de albañilería confinada
- No tener pircas, ni descubierto la cimentación
- Las viviendas se hallen ya consolidadas o en proceso, con el requisito de no ampliar más sus pisos
- Saber el grosor de las juntas
- Presentar problemas estructurales en sus elementos

Por lo tanto, la primera vivienda elegida para el estudio se ubicó en la manzana PV14A, lote 11 a la cual nombraremos **vivienda 1** y la segunda vivienda elegida se ubicó en la manzana PV12B, lote 5 a la cual nombraremos como **vivienda 2**.

2.7.2. Características de las viviendas en estudio

Vivienda 1

La primera vivienda en estudio construida en el año 2015 cuenta con dos niveles, en el primer nivel con una superficie de 78.00 m² y una altura de 3.325 m; y el segundo nivel con una superficie de 83.27 m² y una altura de 2.975 m.

Durante su construcción solo participo un maestro de obra, se trabajó prácticamente sin ningún criterio de ingeniería y ni un informe de cálculo, en consecuencia, se evidencio que los muros del primer piso presentaban grietas producto de la autoconstrucción.

Las unidades de albañilería utilizadas en el primer nivel fueron de ladrillo King Kong (ladrillos clase IV industrial), mientras que el segundo nivel fueron de ladrillo pandereta (ladrillo tubular).

El techo de la vivienda construida era un sistema de losa aligerada de 0.20 m de espesor. Las columnas de concreto armado se trabajaron de varias secciones de 0.30 x 0.25 m y 0.15 x 0.25 m, en tanto que las vigas tuvieron una sección de 0.15 x 0.30 m, 0.15 x 0.20 m, 0.25 x 0.30 m, 0.30 x 0.30 m, 0.25 x 0.20 m y 0.30 x 0.20 m.

Vivienda 2

La segunda vivienda en estudio se construyó en el año 2018, cuenta con dos niveles, en el primer nivel con una superficie de 102.00 m² y una altura de 2.975 m; y el segundo nivel con una superficie de 107.00 m² y una altura de 2.975 m.

Al igual que la anterior vivienda solo participo un maestro de obra durante su construcción, se trabajó sin criterio de un profesional y ni un informe de cálculo, como consecuencia de ello, se evidencio grietas y fisuras en sus muros.

Las unidades de albañilería utilizadas en el primer nivel fueron de ladrillo King Kong (ladrillos clase IV industrial), mientras que el segundo nivel fueron de ladrillo pandereta (ladrillo tubular).

El techo de la vivienda construida era un sistema de losa aligerada de 0.20 m de espesor. Las columnas de concreto armado se trabajaron de varias secciones de 0.25 x 0.25 m y 0.15 x 0.25 m, en tanto que las vigas tuvieron una sección de 0.15 x 0.30 m, 0.25 x 0.30 m, 0.15 x 0.20 m y 0.25 x 0.20 m.

2.7.3. Propiedad de los materiales

Albañilería Clase IV (Ladrillo King Kong)

Sus propiedades se trabajaron con los valores y fórmulas que indica las normas E.070 y E.020:

- Resistencia a la Compresión Axial de la Albañilería

$$f^m = 65 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, debido a la autoconstrucción de las viviendas, especialmente a la mala adherencia entre la unidad de albañilería y el mortero es que la resistencia ha ido afectándose. Sáenz (2016) indica que la resistencia a la compresión axial disminuye en un 15% por cada aumento de un 1 cm en el espesor de la junta.

Por lo tanto, con el objetivo de trabajar con valores que se aproximen al estado real de la albañilería se contempló disminuir en un 15% la resistencia a la compresión axial (f^m).

$$f^m = 65 - 65 (0.15) \text{ kg/cm}^2$$

$$f^m = 55.25 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia al Corte de la Albañilería

$$v_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$$

Del mismo modo que a la resistencia a compresión axial, se redujo en un 15% su resistencia al corte por la mala adherencia entre la unidad de albañilería y el mortero.

$$v_m = 8.1 - 8.1(0.15) \text{ kg/cm}^2$$

$$v_m = 6.885 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de Elasticidad de la Albañilería

$$E_m = 500 \text{ (f}^{\circ}\text{m) kg/cm}^2$$

$$E_m = 500 (55.25) \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 27625 \text{ kg/cm}^2$$

- Peso Específico de la Albañilería

$$\gamma^{\circ}\text{m} = 1800 \text{ m}^3$$

- Coeficiente de Poisson de la Albañilería

$$\mu = 0.25$$

Albañilería Tubular (Ladrillo Pandereta)

- Resistencia a la Compresión Axial de la Albañilería

Por ser un ladrillo que no cumple con las características para ser utilizado como material de muros portantes, sus propiedades se determinaron de manera empírica, dicho de otro modo, se recurrió a fuentes independientes que se hayan hecho ensayos o estudios de investigación con este tipo de albañilería hueca (pandereta). Araoz & Velezmoro (2012), determino que las propiedades mecánicas para este tipo de ladrillo eran: $f^{\circ}\text{m} = 24 \text{ kg/cm}^2$ (2.4 Mpa) y $V^{\circ}\text{m} = 9,28 \text{ kg/cm}^2$ (0.93 Mpa); mientras tanto Sáenz (2016), por medio de sus estudios indica los siguientes valores: $f^{\circ}\text{m} = 13 \text{ kg/cm}^2$ (1.3 Mpa) y $V^{\circ}\text{m} = 9,50 \text{ kg/cm}^2$ (0.95 Mpa) y finalmente Carrasco (2019) preciso a través de su tesis de investigación los siguientes valores: $f^{\circ}\text{m} = 23 \text{ kg/cm}^2$ (2.3 Mpa) y $V^{\circ}\text{m} = 6,80 \text{ kg/cm}^2$ (0.68 Mpa). Por tanto, tomando como consideración la norma E.070 que

propone en su artículo 13 que el valor de $V'm$ para diseño no será mayor de $0.319\sqrt{f'm}$, la investigación hecha por Carrasco identifica valores que expresados en la formula anterior se aproxima a lo dicho por la norma.

$$f'm = 23 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de Elasticidad de la Albañilería

$$E_m = 500 (f'm) \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 500 (23) \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 11500 \text{ kg/cm}^2$$

- Peso Específico de la Albañilería

$$\gamma'm = 1350 \text{ kg/m}^3$$

- Coeficiente de Poisson de la Albañilería

$$\mu = 0.25$$

Concreto

El concreto empleado en los elementos de confinamiento se trabajó bajo la experiencia de un maestro de obra, es por ello, que se vio prudente trabajar con valores mínimos que nos brinda la norma E.060.

- Resistencia a la Compresión del Concreto

$$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de Elasticidad del Concreto

$$E_c = 15000\sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15000\sqrt{175} \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

- Peso Específico del Concreto

$$\gamma'c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

- Coeficiente de Poisson de la Albañilería

$$\mu = 0.15$$

Acero

Las propiedades del acero se trabajaron con los valores que nos brinda la norma E.060:

- Esfuerzo de Fluencia del Acero

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

- Módulo de Elasticidad del Acero

$$E_a = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

2.7.4. Modelamiento de las viviendas

El modelamiento de las dos viviendas se ejecutó mediante un software computacional llamado ETABS 2019.

ETABS

ETABS es un software creado para el análisis y diseño estructural de edificaciones apoyado en el método de elemento finitos. Los elementos finitos son los elementos Shell representados por muros – losas, y los elementos Frame representados por las vigas – columnas, estos elementos permiten evaluar el comportamiento sísmico de la estructura (Maravi et al, 2021).

El software ETABS es útil y versátil debido a que usa métodos numéricos en su sistema, facilita un mejor procedimiento de diseño y emplea códigos internacionales de diseño (Corzo, 2005).

La versión de ETABS utilizada en el estudio es el 2019, este provee de herramientas únicas de modelado como: mejor visualización de gráficos 3D, realización de análisis lineales y no lineales, informes, esquematización de diseños y demás (CSI SPAIN, 2019).

A continuación, se muestra la vista tridimensional de las dos viviendas en estudio generadas en Etabs.

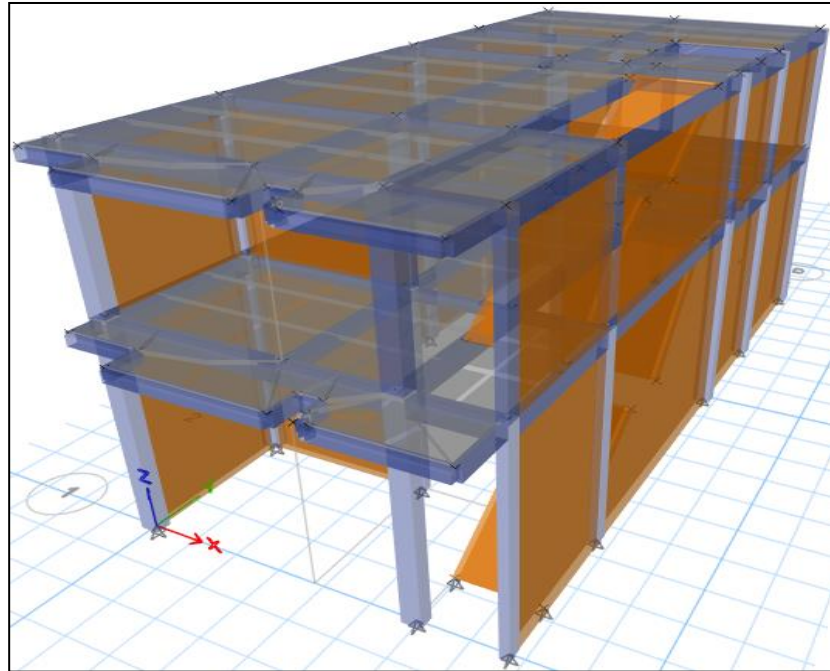


Figura 3. Visualización 3D generado en ETABS de la vivienda 1

Fuente: Elaboración propia

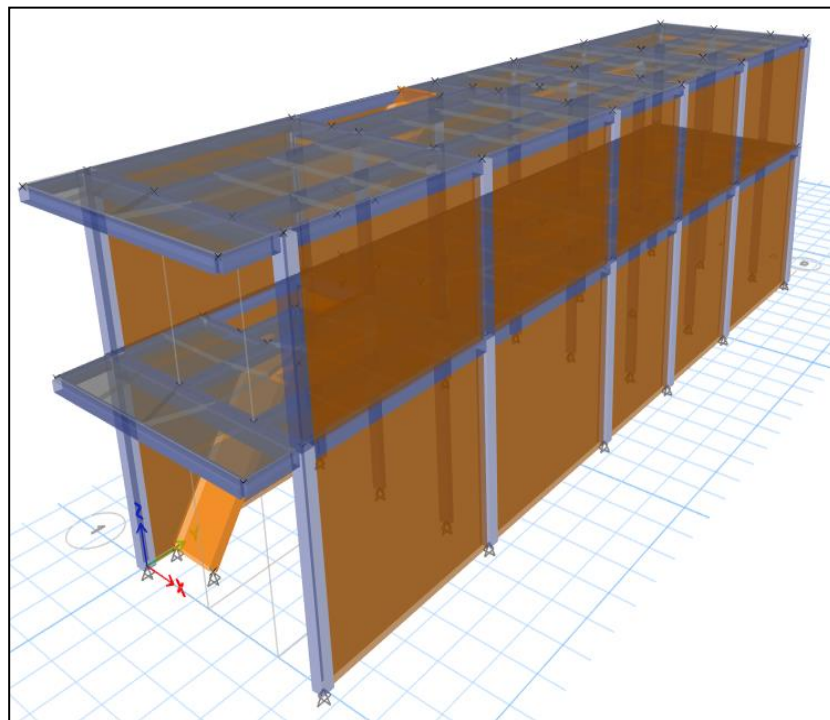


Figura 4. Visualización 3D generado en ETABS de la vivienda 2

Fuente: Elaboración propia

2.7.5. Densidad de muros

La norma E.070 indica que una estructura debe contener una mínima densidad de muros en ambas direcciones (x,y), en vista a ello, se evaluó mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum (L \times T)}{A_p} \geq \frac{Z \times U \times S \times N}{56}$$

Donde:

- Z, U y S : Factor de zona, importancia y de suelo
N : Número de pisos
L : Longitud del muro (incluye columnas)
T : Espesor efectivo del muro
A_p : Área de la planta típica

2.7.6. Análisis sísmico

En la presente investigación se realizó un análisis estático y dinámico teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma E.030. Para la realización del análisis se determinó primeramente las cargas de diseño y los parámetros sísmicos.

Cargas de Diseño

- Cargas Muerta (CM)

Las cargas muertas son cargas permanentes que resultan del peso de los elementos que participan en su construcción.

- Losa aligerada : 300 kg/m²
- Tabiquería (Inc. Tarrajeo) : (1350)(0.13) + (2000)(0.02) : 215.50 kg/m²

- Cargas Vivas (CV)

Las cargas vivas son el peso extra a la estructura, estas son: los habitantes, el mobiliario, herramientas, partes de equipos desmontables y otros elementos móviles. A continuación, se adjuntan las siguientes cargas vivas previstas para las viviendas.

- Sobrecarga vivienda : 200 kg/m²
- Sobrecarga escalera : 200 kg/m²
- Sobrecarga azotea : 100 kg/m²

- Cargas de Sismo (S)

Las cargas sísmicas se adquirirán a través de los límites sísmicos establecidos en la norma E.030.

Parámetros Sísmicos

- Factor Zona (Z)

Las viviendas en estudio se ubicaron en el departamento de Amazonas, por consiguiente, el factor zona le corresponde $Z = 0.25$, por estar en zona 2 según la tabla 3.

Tabla 3. Factor de zona

FACTORE DE ZONA "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030-2016

- Factor de Uso o Importancia (U)

Haciendo uso de la tabla 4 observamos que las viviendas en estudio pertenecen a la categoría C de edificios comunes por ende lo corresponde un factor de $U = 1.0$.

Tabla 4. Factor de uso o de importancia

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
Categoría	Descripción	Factor U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030-2016

▪ Factor de Amplificación del Suelo (S)

El terreno donde se encuentra ubicado las viviendas presenta un suelo intermedio, por lo que el factor y los periodos del suelo resultaron de $S_2 = 1.20$, $T_P = 0.6$ y $T_L = 2.0$ según las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Factor de suelo

FACTOR DE SUELO “S”				
Zona	Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030-2016

Tabla 6. Periodos T_P y T_L

PERÍODOS “T _P ” Y “T _L ”				
	Perfil de Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
$T_P(S)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(S)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030-2016

- Factor de Amplificación Sísmica (C)

Con los periodos fundamentales de las dos viviendas determinadas en el ítem 2.7.6.2.1 y habiendo resultados menor que T_P , el factor que lo correspondió fue de $C = 2.5$, según las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 (T_P/T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 (T_P \cdot T_L/T)$$

Donde,

T : Periodo fundamental de vibración

T_P y T_L : Periodos específicos del suelo

- Factor de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_P$$

Donde:

R_0 : Coeficiente básico de reducción

I_a y I_P : Factores de irregularidad en altura y planta

En primer lugar, se definió el coeficiente que según la tabla 7 indica que para un sistema estructural de albañilería confinada le correspondió un factor de $R_0 = 3$. Seguidamente se estableció los factores de irregularidad. En el ítem 2.7.6.1 se determinó que ambas viviendas presentaron irregularidad de peso por ende se trabajó con un factor en altura (I_a) igual a 1 y un factor de planta (I_P) igual a 0.90. Por tanto, el factor que le correspondió a ambas viviendas fue de 2.70

Tabla 7. Factor de reducción de fuerzas sísmicas

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030-2016

- **Peso Sísmico (P)**

El peso sísmico se determinó adicionando a la carga permanente un 25 % de la carga viva por ser edificaciones que se encuentran en la categoría C. Por lo tanto, haciendo uso de estos datos y del programa Etabs se definió el peso sísmico.

Tabla 8. Peso sísmico

PESO SÍSMICO (TON)		
Nivel	Vivienda 1	Vivienda 2
1	73.062	92.485
2	119.996	147.618
Total	193.058	240.103

Fuente: Elaboración propia

2.7.6.1. Regularidad estructural

Para la evaluación de la regularidad estructural se siguió las indicaciones de la norma E.030, en ella se determinó si las viviendas presentaban irregularidades estructurales tanto en planta

como en altura. A través del programa ETABS, se definió los valores requeridos para el análisis.

2.7.6.2. Análisis sísmico estático

2.7.6.2.1. Periodo fundamental de vibración

Se determinó debido que es necesario para obtener el factor de amplificación sísmica (C), la cortante basal y las fuerzas sísmicas por nivel.

2.7.6.2.2. Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante en la base de la estructura causado por el sismo estático se determinó con la siguiente formula:

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

Donde:

- Z : Factor zona
- U : Factor de uso
- C : Factor de amplificación sísmica
- S : Factor de amplificación del suelo
- R : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- P : Peso sísmico

Pero antes se verificó que la condición C/R sea mayor que 0.11:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

2.7.6.2.3. Fuerzas sísmicas por nivel

Las fuerzas inerciales en cada nivel se determinaron mediante la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha = \frac{P_i \cdot H_i^k}{\sum P_i \cdot H_i^k}$$

Donde:

- V : Fuerza cortante basal
P_i : Peso por nivel
H_i : Altura de cada nivel
k : Exponente que depende del periodo fundamental de vibración (T), se determinó según la siguiente expresión:

- a. Para $T < 0.5$ seg, $k = 1.0$
- b. Para $T > 0.5$ seg, $k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$

2.7.6.3. Análisis sísmico dinámico

2.7.6.3.1. Verificación de la fuerza cortante mínima

Se verificó que la fuerza cortante dinámica en el primer entrepiso del edificio no sea menor que el 80% de la cortante estática para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares, en caso contrario se escalara la cortante para llegar al cortante mínimo.

2.7.7. Verificación del estado actual de los muros de albañilería confinada

Se analizó el comportamiento de los muros ante sismo moderado y severo en el nivel más crítico, el cual correspondió a los muros del primer nivel por estar sometido a mayores cargas.

La norma E.070 indica que los muros no se fisuraran ante sismo moderado si se cumple la siguiente la expresión:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

Donde:

- V_e* : Fuerza cortante producto del sismo moderado
V_m : Resistencia al corte o al agrietamiento diagonal

Al ser las unidades de arcilla, la resistencia al corte (V_m) se calculó de la siguiente fórmula:

$$V_m = 0,5 \cdot v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 \cdot P_g$$

Donde:

- v'_m : Resistencia de la albañilería al corte
- P_g : Peso sísmico
- t : Espesor del muro
- L : Longitud del muro, se incluye los elementos de confinamiento
- α : Factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez, calculada de la siguiente manera:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

Luego de realizarse el análisis de los muros ante sismo moderado, se analizaron ante sismo severo. Según la norma E. 070 los muros no se agrietarán ante sismo severo si cumple la siguiente expresión:

$$V_m > V_u$$

Donde:

- V_m : Resistencia al corte
- V_u : Fuerza cortante producto del sismo severo

Las fuerzas internas que resultaron del sismo severo (V_{ui} , M_{ui}), se obtuvieron amplificando los valores obtenidos del sismo moderado (V_{ei} , M_{ei}) por el factor de amplificación, ambos en el primer nivel. A

continuación, se muestra las fórmulas para la obtención de las fuerzas internas producidas por el sismo severo.

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \qquad M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

El factor de amplificación es la relación entre la resistencia al corte (V_{m1}) y la fuerza cortante producido por el sismo moderado (V_{e1}), según muestra la siguiente expresión:

$$2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$$

2.7.8. Reforzamiento de los muros de albañilería confinada usando malla electrosoldada

Debido que el Reglamento Nacional de Edificaciones en sus normas no detalla el método de análisis de reforzamiento con mallas electrosoldadas y en vista que la norma E.030 en su artículo 49.3 señala que para reparación o reforzamiento sísmico de edificaciones se puede valerse de criterios y procedimientos de otras normas, se vio previsto determinar de manera numérica la capacidad de recuperación de la resistencia de los muros al usarse malla electrosoldada con la Norma para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de México. Esta norma determina de forma independiente la resistencia al corte de la albañilería y de la malla electrosoldada, de manera que, la resistencia del muro reforzado con malla electrosoldada es la suma de ambos:

$$V_R = V_{MR} + V_{SR}$$

Donde:

V_{MR} : Resistencia al corte de la albañilería

V_{SR} : Resistencia al corte de las mallas electrosoldadas

La resistencia al corte de la albañilería (V_{MR}) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$V_{MR} = F_R (0.5 \times v_m \times A_T + 0.3P)$$

Donde:

- F_R : Factor de resistencia
- v_m : Resistencia de la albañilería al corte
- A_T : Área bruta de la sección transversal del muro
- P : Carga axial total

Y la resistencia corte de la malla electrosoldada (V_{SR}) se calculó con la siguiente ecuación:

$$V_{SR} = F_R \times \eta \times \rho_h \times f_{yh} \times A_T$$

Donde:

- F_R : Factor de resistencia
- A_T : Área bruta de la sección transversal del muro
- ρ_h : Cuantía del acero horizontal de la malla electrosoldada, se determina mediante la siguiente expresión:

$$\rho_h = \frac{A_{sh}}{S_h \times t}$$

Donde

- A_{sh} : Área del acero de la malla electrosoldada
- S_h : Separación del acero de la malla electrosoldada
- t : Espesor de la albañilería
- f_{yh} : Esfuerzo de fluencia de la malla electrosoldada

η : Factor de eficiencia, se determina con el siguiente criterio:

$$\eta = \begin{cases} 0.6; & \text{si } \rho_h f_{yh} \leq 0.6 \text{ MPa (6 kg/cm}^2\text{)} \\ 0.2; & \text{si } \rho_h f_{yh} \geq 0.9 \text{ MPa (9 kg/cm}^2\text{)} \end{cases}$$

En mi caso se trabajará con un factor de 0.6, debido que $\rho_h f_{yh}$ es menor a 0.6 MPa.

Malla Electrosoldada

La malla electrosoldada conformada por varillas lisas o corrugadas de acero, espaciadas de forma rectangular y soldadas en sus intersecciones, son usadas principalmente para incrementar la resistencia de los muros a la fuerza cortante sísmica (Carrasco, 2019).



Figura 5. Malla electrosoldada QE-106

Fuente: www.siderperu.com.pe

En la presente investigación se implementó la malla electrosoldada QE-106 (Figura 6), el cual es una estructura plana elaborada a partir de alambrión laminado en caliente y fundados en frío su diámetro, ofrece una alta resistencia a la severidad del clima, la corrosión, la oxidación y conserva su calidad (SIDERPERU, 2021). Además, esta malla y el acero empleado en la fabricación de éste cumplen con las Normas ASTM

A497/A 497M-05a y ASTM A496/A 496M-05a. A continuación, se detalla las características de la malla electrosoldada QE-106:

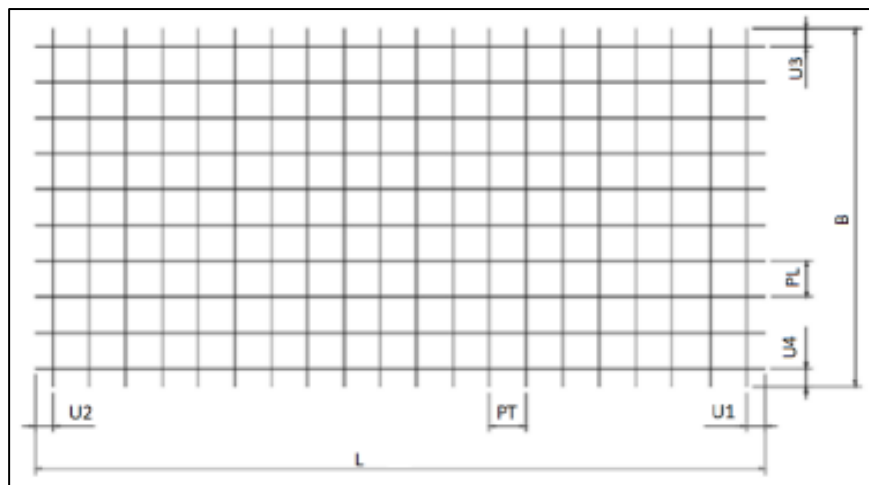


Figura 6. Denotaciones de la malla electrosoldada QE-196

Fuente: www.siderperu.com.pe

Tabla 9. Características dimensionales de la malla electrosoldada QE-106

Dimensión de la Malla	Longitudinal (L)	m	6.0
	Transversal (B)	m	2.4
Cocada	Longitudinal (PL)	mm	150
	Transversal (PT)	mm	150
Diámetro del Alambre	Longitudinal (\emptyset L)	mm	4.5
	Transversal (\emptyset B)	mm	4.5
Puntas	Punta Longitudinal U1=U2	cm	7.5
	Punta Transversal U3=U4	cm	7.5

Fuente: www.siderperu.com.pe

III. RESULTADOS

3.1. Densidad de Muros

Con la formula del ítem 2.7.5 se realizó el análisis de densidad de muros. Se consideraron aquellos muros que tengan continuidad desde la cimentación hasta el resto de los niveles, una longitud mayor o igual a 1.20 m y estar confinado en sus bordes. En la figura 7 y 8 muestran los muros de ambas viviendas considerados en el análisis.

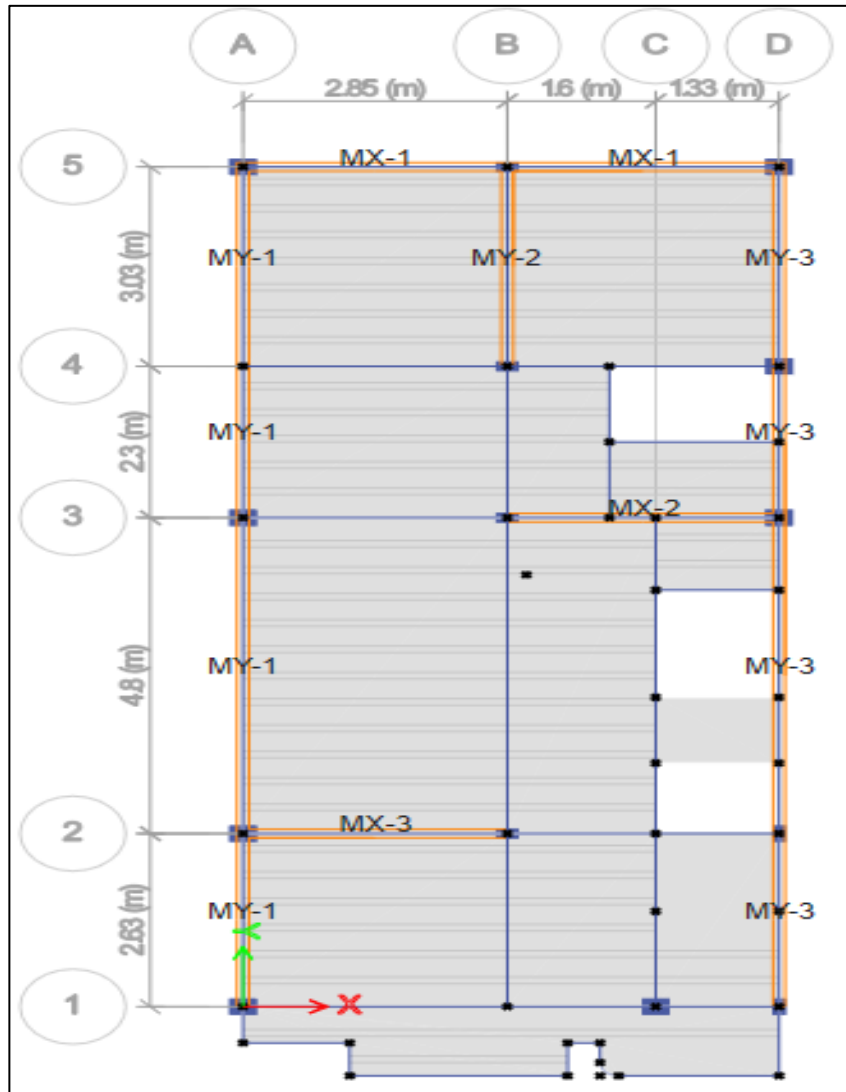


Figura 7. Muros portantes de la vivienda 1

Fuente: Elaboración propia

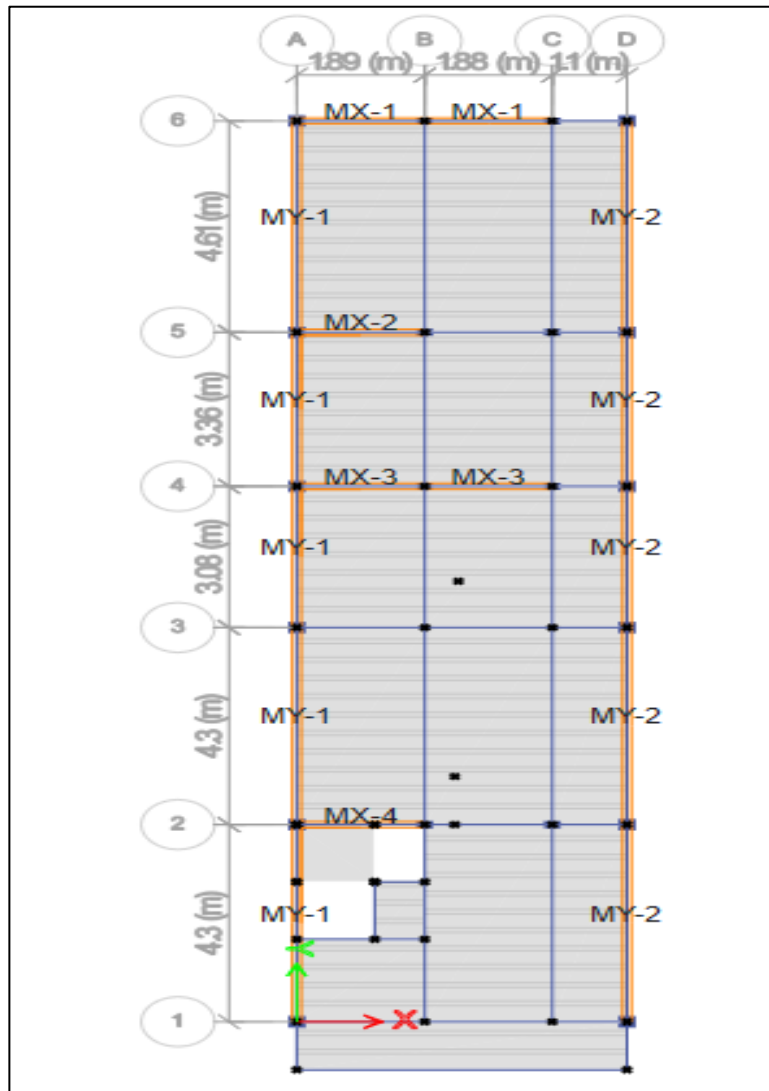


Figura 8. Muros portantes de la vivienda 2

Fuente: Elaboración propia

En ambas viviendas se identificó que la dirección X-X fue la más crítica por tener una menor cantidad de muros, a pesar de ello, el cálculo de densidad de muros determinó ser mayor que el mínimo establecido de 0.01071. Por otro lado, la dirección Y-Y al tener una mayor cantidad de muros que la dirección perpendicular el cálculo de densidad de muros simplemente determinó ser mayor que el mínimo establecido de 0.01071.

Vivienda 1

Tabla 10. Densidad de muros en la dirección X-X de la vivienda 1

DIRECCIÓN X-X			
Muro	Longitud (m)	Espesor (m)	Longitud x Espesor (m²)
MX-1	6.00	0.13	0.78
MX-2	3.12	0.13	0.41
MX-3	3.12	0.13	0.41
$\sum L x T$			1.60

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto:

$$\frac{\sum(L x T)}{A_p} \geq \frac{Z x U x S x N}{56}$$
$$\frac{1.60}{78.00} \geq \frac{0.25 x 1.00 x 1.20 x 2}{56}$$
$$0.02051 \geq 0.01071$$

Tabla 11. Densidad de muros en la dirección Y-Y de la vivienda 1

DIRECCIÓN Y-Y			
Muro	Longitud (m)	Espesor (m)	Longitud x Espesor (m²)
MY-1	13.00	0.13	1.69
MY-2	3.28	0.13	0.43
MY-3	13.00	0.13	1.69
$\sum L x T$			3.81

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto:

$$\frac{\sum(L x T)}{A_p} \geq \frac{Z x U x S x N}{56}$$
$$\frac{3.81}{78.00} \geq \frac{0.25 x 1.00 x 1.20 x 2}{56}$$
$$0.04885 \geq 0.01071$$

Vivienda 2

Tabla 12. Densidad de muros en la dirección X-X de la vivienda 2

DIRECCIÓN X-X			
Muro	Longitud (m)	Espesor (m)	Longitud x Espesor (m²)
MX-1	4.02	0.13	0.52
MX-2	2.13	0.13	0.28
MX-3	4.02	0.13	0.52
MX-4	2.13	0.13	0.28
$\sum L x T$			1.60

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto:

$$\frac{\sum(L x T)}{A_p} \geq \frac{Z x U x S x N}{56}$$
$$\frac{1.60}{102.00} \geq \frac{0.25 x 1.00 x 1.20 x 2}{56}$$
$$0.01569 \geq 0.01071$$

Tabla 13. Densidad de muros en la dirección Y-Y de la vivienda 2

DIRECCIÓN Y-Y			
Muro	Longitud (m)	Espesor (m)	Longitud x Espesor (m²)
MY-1	19.90	0.13	2.47
MY-2	19.90	0.13	2.47
$\sum L x T$			4.94

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto:

$$\frac{\sum(L x T)}{A_p} \geq \frac{Z x U x S x N}{56}$$
$$\frac{4.94}{102.00} \geq \frac{0.25 x 1.00 x 1.20 x 2}{56}$$
$$0.04843 \geq 0.01071$$

3.2. Análisis Sísmico

3.2.1. Regularidad estructural

3.2.1.1. Irregularidades en altura (Ia)

- Irregularidad de Rigidez (Piso Blando)

En este caso, las viviendas no presentaron irregularidad de rigidez en las direcciones X-Y, debido que la rigidez lateral del primer nivel fue mayor que el 70 % de la rigidez lateral del nivel superior.

Vivienda 1

Tabla 14. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección X-X de la vivienda 1

Nivel	Rigidez (K) Ton/m	0.70 K(i + 1) Ton/m	Ki < 0.70 K(i + 1)
2	13818.681	9673.0767	Regular
1	24275.618		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y de la vivienda 1

Nivel	Rigidez (K) Ton/m	0.70 K(i + 1) Ton/m	Ki < 0.70 K(i + 1)
2	59729.845	41810.8915	Regular
1	93103.668		

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 16. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección X-X de la vivienda 2

Nivel	Rigidez (K) Ton/m	0.70 K(i + 1) Ton/m	Ki < 0.70 K(i + 1)
2	13026.606	9118.6242	Regular
1	23762.107		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Verificación de irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y de la vivienda 2

Nivel	Rigidez (K) Ton/m	0.70 K(i + 1) Ton/m	Ki < 0.70 K(i + 1)
2	81754.116	57227.8812	Regular
1	143471.875		

Fuente: Elaboración propia

▪ Irregularidad de Resistencia (Piso Débil)

Las viviendas no presentaron irregularidad de resistencia en las direcciones X-Y, debido que la fuerza cortante del primer nivel fue mayor que el 80 % de la fuerza cortante del nivel superior.

Vivienda 1

Tabla 18. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección X-X de la vivienda 1

Nivel	Fuerza Cortante (V) Ton	0.80 V(i + 1) Ton	Vi < 0.80 V(i + 1)
2	17.0308	13.6246	Regular
1	33.0731		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección Y-Y de la vivienda 1

Nivel	Fuerza Cortante (V) Ton	0.80 V(i + 1) Ton	Vi < 0.80 V(i + 1)
2	18.0446	14.4357	Regular
1	36.3253		

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 20. Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección X-X de la vivienda 2

Nivel	Fuerza Cortante (V) Ton	0.80 V(i + 1) Ton	Vi < 0.80 V(i + 1)
2	20.5738	16.4590	Regular
1	39.3523		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Verificación de irregularidad de resistencia en la dirección Y-Y de la vivienda 2

Nivel	Fuerza Cortante (V) Ton	0.80 V(i + 1) Ton	Vi < 0.80 V(i + 1)
2	22.4352	17.9482	Regular
1	43.5389		

Fuente: Elaboración propia

▪ Irregularidad de Peso

Las viviendas presentaron irregularidad de peso, debido que el peso del primer nivel fue mayor que 1.5 veces el peso del piso adyacente.

Vivienda 1

Tabla 22. Verificación de irregularidad de peso de la vivienda 1

Nivel	Peso Ton	1.5 P(i + 1) Ton	Pi > 1.5P(i + 1)
2	73.062	109.593	Irregular
1	119.996		

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 23. Verificación de irregularidad de peso de la vivienda 2

Nivel	Peso Ton	1.5 P(i + 1) Ton	Pi > 1.5P(i + 1)
2	92.485	138.728	Irregular
1	147.618		

Fuente: Elaboración propia

- Irregularidad de Geometría Vertical

Las viviendas no presentaron irregularidad debido a que sus dimensiones en planta del primer nivel fueron menores a del piso adyacente.

- Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Las viviendas no presentaron discontinuidad en los sistemas resistentes, debido que sus muros portantes del primer nivel presentaron continuidad al nivel superior.

3.2.1.2. Irregularidades en planta (Ip)

- Irregularidad Torsional

Las viviendas no presentaron irregularidad torsional en las direcciones X-Y, debido que las derivas de entrepiso fueron menores al 50% de la deriva máxima.

Vivienda 1

Tabla 24. Verificación de irregularidad torsional en la dirección X-X de la vivienda 1

Nivel	Altura	Desplazamiento	Deriva	50% Deriva Máxima
2	2.975	0.00995	0.0016	0.0025
1	4.325	0.00519	0.0012	0.0025

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Verificación de irregularidad torsional en la dirección Y-Y de la vivienda 1

Nivel	Altura	Desplazamiento	Deriva	50% Deriva Máxima
2	2.975	0.00134	0.00027	0.0025
1	4.325	0.00104	0.00024	0.0025

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 26 Verificación de irregularidad torsional en la dirección X-X de la vivienda 2

Nivel	Altura	Desplazamiento	Deriva	50% Deriva Máxima
2	2.975	0.0126	0.0021	0.0025
1	3.975	0.00676	0.0017	0.0025

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Verificación de irregularidad torsional en la dirección Y-Y de la vivienda 2

Nivel	Altura	Desplazamiento	Deriva	50% Deriva Máxima
2	2.975	0.00158	0.00027	0.0025
1	3.975	0.00083	0.00021	0.0025

Fuente: Elaboración propia

- Esquinas Entrantes
Las viviendas no presentaron irregularidad debido que no tuvieron esquinas entrantes.
- Discontinuidad del Diafragma
Las viviendas no presentaron irregularidad debido que no presentaron aberturas mayores del 50% del área total del piso.

- **Sistemas no Paralelos**

Los elementos resistentes a fuerzas laterales ubicados en los ejes horizontales y verticales fueron totalmente paralelos, por lo tanto, no presentaron irregularidad las viviendas.

3.2.2. Análisis sísmico estático

3.2.2.1. Periodo fundamental de vibración

Las tablas 28 y 29 muestran el periodo de cada modo y el porcentaje de masa participativa. Se consideraron 3 grados de libertad por cada nivel: 2 traslacionales (X, Y) y 1 rotacional (Z), obteniéndose un total de 6 modos de vibración con sus respectivos periodos.

Vivienda 1

En la vivienda 1, su periodo fundamental mayor es 0.185 y se encuentra en la dirección X-X debido que el 77 % de su masa participativa es traslacional en X.

Tabla 28. Modos y periodos fundamentales de la vivienda 1.

MODO	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
1	0.185	0.7747	0.0007	0.1324
2	0.099	0.109	0.1224	0.6783
3	0.093	0.0106	0.7787	0.1096
4	0.072	0.0832	0.0004	0.0093
5	0.045	0.0023	0.0333	0.0049
6	0.045	0.0101	0.0003	0.0537

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

En la vivienda 2, su periodo fundamental mayor es 0.204 y se encuentra en la dirección X-X debido que el 71 % de su masa participativa es traslacional en X.

Tabla 29. Modos y periodos fundamentales de la vivienda 2.

MODO	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
1	0.204	0.7146	4.013E-05	0.1954
2	0.123	0.1841	0.0008	0.7044
3	0.088	0.007	0.7775	0.0066
4	0.074	0.071	0.139	0.0148
5	0.053	0.0231	0.0019	0.0784
6	0.039	3.08E-05	0.0803	0.0001

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Fuerza cortante en la base

Se determinó que la condición C/R fue mayor al mínimo establecido en el artículo 28.2 de la norma E.030:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.50}{2.70} \geq 0.11$$

$$0.92 \geq 0.11$$

Empleando la formula del ítem 2.7.6.2.2. se determinó la fuerza cortante basal de las viviendas, estas fuerzas determinadas fueran las mismas en sus direcciones debido que presentaron irregularidades tanto en “X” como en “Y”.

Vivienda 1

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

$$V = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.2}{3 \times 0.9 \times 1} \times 193.058$$

$$V = 53.627$$

Vivienda 2

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

$$V = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.2}{3 \times 0.9 \times 1} \times 240.103$$

$$V = 66.695$$

3.2.2.3. Fuerzas sísmicas por nivel

Con la formula del ítem 2.7.6.2.3 se determinó las fuerzas sísmicas por nivel de cada vivienda. En las tablas 30 y 31 se detalla que, aunque el piso del primer nivel tiene mayor peso, el segundo nivel es el que presenta mayor fuerza sísmica, esto debido al brazo de momento, entre más largo sea éste, le otorga un coeficiente de participación mayor que los otros niveles inferiores.

Vivienda 1

Tabla 30. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 1

Nivel	Pi (Ton)	Hi (m)	Pi . Hi ^k (Ton.m)	$\alpha = \frac{Pi . Hi^k}{\sum Pi . Hi^k}$	V (Ton)	Fi (Ton)
2	73.062	7.300	533.3526	0.506828	53.627	27.17976
1	119.996	4.325	518.9827	0.493172	53.627	26.44746
	193.058		1052.335			53.62722

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 31. Fuerzas sísmicas por nivel de la vivienda 2

Nivel	Pi (Ton)	Hi (m)	Pi . Hi ^k (Ton.m)	$\alpha = \frac{Pi . Hi^k}{\sum Pi . Hi^k}$	V (Ton)	Fi (Ton)
2	92.485	6.950	642.7708	0.522768	66.695	34.86617
1	147.618	3.975	586.7816	0.477232	66.695	31.82911
	240.103		1229.552			66.69528

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 9 y 10 se observa que en ambas viviendas las fuerzas sísmicas del segundo nivel fueron mayores que del primer nivel. Esto es consecuencia de la altura, entre más alto es una vivienda el sismo atacara con mayor fuerza en los últimos niveles.

Vivienda 1

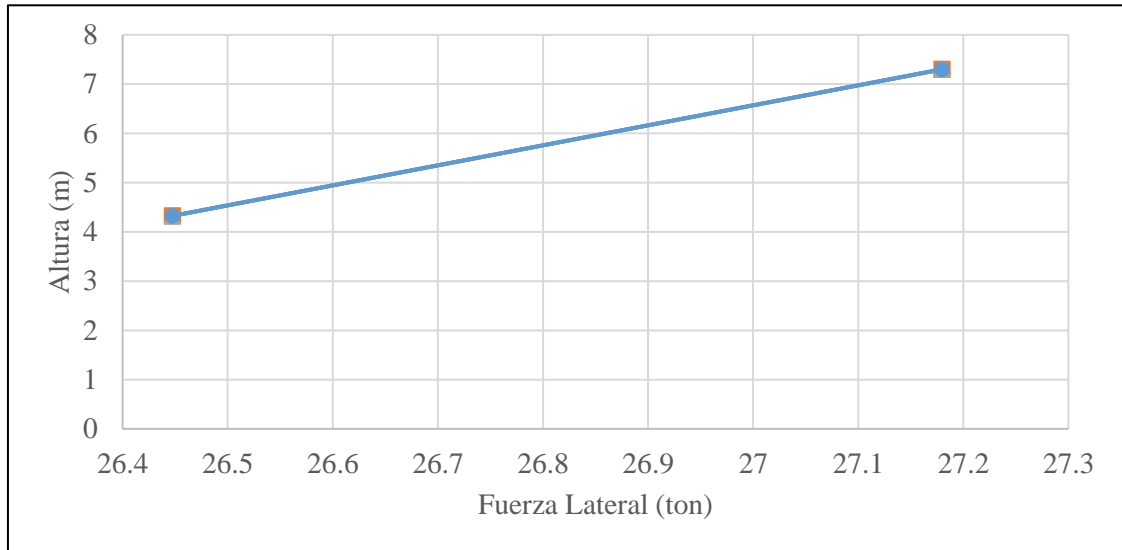


Figura 9. Fuerza sísmica por nivel de la vivienda 1

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

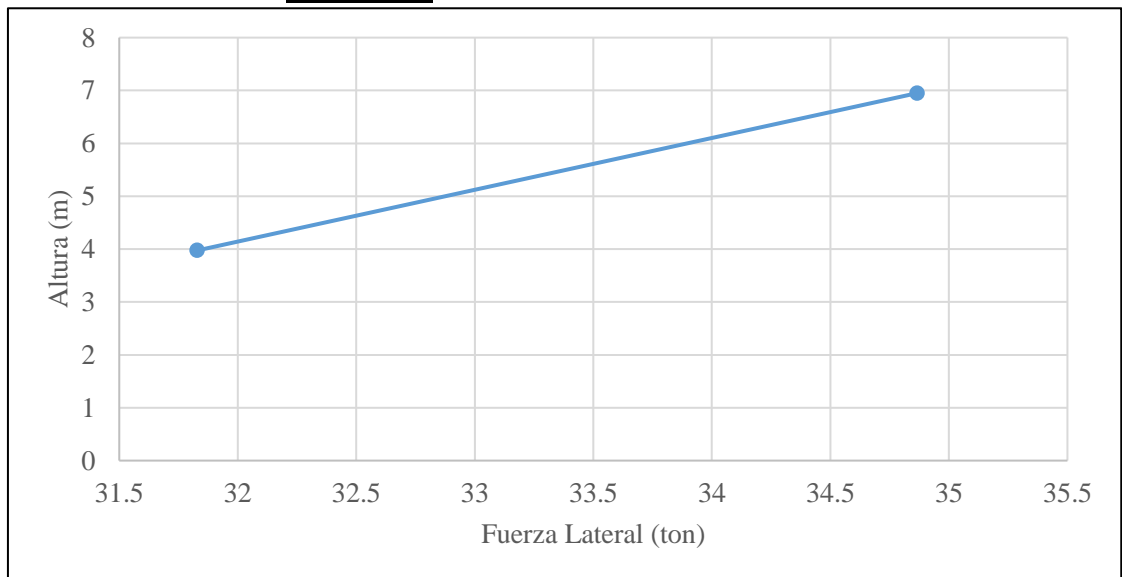


Figura 10. Fuerza sísmica por nivel de la vivienda 2

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Análisis sísmico dinámico

3.2.3.1. Verificación de la fuerza cortante mínima

En las tablas 32 y 33 se muestra las fuerzas cortantes estáticas y dinámicas de ambas viviendas, en ellas se determinó que las fuerzas cortante dinámicas fueron menores que el 90 % de las fuerzas cortantes estáticas, por ende, se tuvo que escalar para llegar al cortante mínimo.

Vivienda 1

Tabla 32. Verificación de la fuerza cortante mínima de la vivienda 1

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO X - Y				
Dirección	V. Estático	V. Dinámico	90%V. Est.	Factor de
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	escala
Dirección X-X	53.627	36.75	48.26	1.3134
Dirección Y-Y	53.627	40.36	48.26	1.1958

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 33. Verificación de la fuerza cortante mínima de la vivienda 2

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO X - Y				
Dirección	V. Estático	V. Dinámico	90%V. Est.	Factor de
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	escala
Dirección X-X	66.695	43.72	60.03	1.3728
Dirección Y-Y	66.695	48.38	60.03	1.2408

Fuente: Elaboración propia

3.3. Verificación del Estado Actual de los Muros de Albañilería Confinada

Con la formula del ítem 2.7.7 se evaluó los muros ante sismo moderado. El análisis se realizó en el nivel más crítico, el cual correspondió a los muros del primer nivel por estar sometidos a mayores cargas.

En la tabla 34 se muestra el análisis ante sismo moderado de la vivienda 1, en ella se verificó que los muros (MX-1, MX-2, MY-1, MY-2 y MY-3) no presentaron problemas, sin embargo, en el muro (MX-3), la fuerza cortante producida por el sismo moderado (V_e) que actuó sobre éste fue mayor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m) provocando que presente problema de fisuración.

Del mismo modo en la tabla 35 se muestra el análisis ante sismo moderado de la vivienda 2, en ella se verificó que los muros (MX-1, MX-2, MX-3, MY-1 y MY-2) no presentaron problemas ante fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado, sin embargo, el muro (MX-4) presentó problemas de fisuración debido que la fuerza cortante (V_e) que actuó sobre éste fue mayor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m).

Vivienda 1

Tabla 34. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo moderado de la vivienda 1

Muro	L (m)	t (m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	v_m (Kg-cm²)	$\frac{Ve \cdot L}{Me}$	α	Pg (Kg)	Vm (Kg)	Ve \leq 0.55Vm
MX-1	6.00	0.13	8112.99	23055.46	6.885	2.11	1.00	11215.56	29431.08	No Fisurado
MX-2	3.12	0.13	5973.75	15186.54	6.885	1.23	1.00	9422.33	16129.92	No Fisurado
MX-3	3.12	0.13	9110.56	22435.24	6.885	1.27	1.00	9321.94	16106.83	Fisurado
MY-1	13.00	0.13	10323.81	30466.05	6.885	4.41	1.00	30543.78	65203.32	No Fisurado
MY-2	3.28	0.13	1811.23	4627.99	6.885	1.28	1.00	9072.53	16765.50	No Fisurado
MY-3	13.00	0.13	9183.07	28205.53	6.885	4.23	1.00	29565.49	64978.31	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 35. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo moderado de la vivienda 2

Muro	L (m)	t (m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	v_m (Kg-cm²)	$\frac{Ve \cdot L}{Me}$	α	Pg (Kg)	Vm (Kg)	Ve \leq 0.55Vm
MX-1	4.02	0.13	5836.89	14026.01	6.885	1.673	1.000	7731.57	19768.77	No Fisurado
MX-2	2.13	0.13	3195.70	6974.70	6.885	0.976	0.976	5464.91	10559.80	No Fisurado
MX-3	4.02	0.13	10882.14	25422.39	6.885	1.721	1.000	10104.27	20314.49	No Fisurado
MX-4	2.13	0.13	6559.19	14861.04	6.885	0.940	0.940	6168.33	10380.15	Fisurado
MY-1	19.90	0.13	18264.96	37848.96	6.885	9.603	1.000	42370.74	98802.75	No Fisurado
MY-2	19.90	0.13	16048.47	51651.06	6.885	6.183	1.000	43441.25	99048.96	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizado los muros ante sismo moderado, se evaluaron ante sismo severo, con el objetivo de determinar si el reforzamiento de los muros con mallas electrosoldadas no solo mejora la resistencia ante sismo moderado sino también ante sismo severo. Para ello se empleó la formula del ítem 2.7.7

En la tabla 36 se muestra el análisis ante sismo severo de la vivienda 1, en ella se corroboró que el muro (MX-3) fisurado ante un sismo moderado también fallaría ante un sismo severo. Así mismo, se evidencio un nuevo muro (MX-2), que fallaría debido que su resistencia al corte (V_m) no fue mayor a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_u).

Por otro lado, en la tabla 37 se muestra el análisis ante sismo severo de la vivienda 2, al igual que en el anterior análisis se demostró que el muro (MX-4) fisurado ante sismo moderado también fallaría ante un sismo severo. Así mismo, se evidencio el fallo de un nuevo muro (MX-3) debido que su resistencia al corte (V_m) no fue mayor a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_u).

Vivienda 1

Tabla 36. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo severo de la vivienda 1

Muro	L (m)	t (m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	Vm (Kg)	$\frac{Vm1}{Ve1}$	$2 \leq \frac{Vm1}{Ve1} \leq 3$	Vu (Kg)	Mu (Kg-m)	Vm > Vu
MX-1	6.00	0.13	8112.99	23055.46	29431.08	3.63	3.00	24338.97	69166.38	No Agrietado
MX-2	3.12	0.13	5973.75	15186.54	16129.92	2.70	2.70	16129.92	41005.67	Agrietado
MX-3	3.12	0.13	9110.56	22435.24	16106.83	1.77	1.77	16106.83	39663.92	Agrietado
MY-1	13.00	0.13	10323.81	30466.05	65203.32	6.32	3.00	30971.43	91398.15	No Agrietado
MY-2	3.28	0.13	1811.23	4627.99	16765.50	9.26	3.00	5433.69	13883.97	No Agrietado
MY-3	13.00	0.13	9183.07	28205.53	64978.31	7.08	3.00	27549.21	84616.59	No Agrietado

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 37. Verificación del estado actual de los muros frente un sismo severo de la vivienda 2

Muro	L (m)	t (m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	Vm (Kg)	$\frac{Vm1}{Ve1}$	$2 \leq \frac{Vm1}{Ve1} \leq 3$	Vu (Kg)	Mu (Kg-m)	Vm > Vu
MX-1	4.02	0.13	5836.89	14026.01	19768.77	3.39	3.00	17510.67	42078.03	No Agrietado
MX-2	2.13	0.13	3195.70	6974.70	10559.80	3.30	3.00	9587.10	20924.10	No Agrietado
MX-3	4.02	0.13	10882.14	25422.39	20314.49	1.87	1.87	20314.49	47457.84	Agrietado
MX-4	2.13	0.13	6559.19	14861.04	10380.15	1.58	1.58	10380.15	23518.12	Agrietado
MY-1	19.90	0.13	18264.96	37848.96	98802.75	5.41	3.00	54794.88	113546.88	No Agrietado
MY-2	19.90	0.13	16048.47	51651.06	99048.96	6.17	3.00	48145.41	154953.18	No Agrietado

Fuente: Elaboración propia

Del análisis realizado tanto para sismo moderado como severo a ambas viviendas, se demostró que los muros fallaron debido que:

- Ambas estructuras presentaban irregularidades
- Tenían baja resistencia a las fuerzas cortantes sísmicas
- No eran simétricas lo que generaba problemas torsión.
- Poca rigidez lateral en la dirección X-X
- Y la autoconstrucción

3.4. Reforzamiento de los Muros de Albañilería Confinada Usando Mallas Electrosoldadas

La resistencia al corte de los muros reforzados con mallas electrosoldadas se determinó mediante la formula del ítem 2.7.8. Para el análisis se eligió como reforzamiento la malla electrosoldada QE-106.

Con ella se analizó el incremento de la resistencia del muro reforzado respecto de la resistencia original del muro. Los muros ubicados en límites con viviendas colindantes se evaluaron con un reforzamiento en una sola cara, mientras que los muros interiores se evaluaron con un reforzamiento en sus dos caras.

En las tablas 38 y 39 se presenta el análisis de reforzamiento de los muros con malla electrosoldada, en ellas se verifico que los muros reforzados con la malla electrosoldada QE-106 logro incrementar la resistencia al corte (V_R), haciendo que estos no fallen a las fuerzas cortante producidas por el sismo severo (V_u).

Vivienda 1

Tabla 38. Verificación de la resistencia de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 1

Muro	Vu (Kg)	FR	v_m (Kg/cm ²)	P (Kg)	V _{MR} (Kg)	η	ρ_h (cm ²)	f_{yh} (Kg/cm ²)	N° Caras	V _{SR} (Kg)	V _R (Kg)	V _R > Vu
MX-1	24338.97	0.7	6.885	11882.42	21291.36	0.6	0.0008156	5000.00	1	13359.63	34650.98	Cumple
MX-2	16129.92	0.7	6.885	10468.31	11972.29	0.6	0.0008156	5000.00	2	13894.01	25866.30	Cumple
MX-3	16106.83	0.7	6.885	10321.98	11941.56	0.6	0.0008156	5000.00	2	13894.01	25835.57	Cumple
MY-1	30971.43	0.7	6.885	32923.03	47638.61	0.6	0.0008156	5000.00	1	28945.86	76584.47	Cumple
MY-2	5433.69	0.7	6.885	9999.96	12375.17	0.6	0.0008156	5000.00	1	14606.52	26981.69	Cumple
MY-3	27549.21	0.7	6.885	32116.90	47469.32	0.6	0.0008156	5000.00	1	28945.86	76415.18	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

Tabla 39. Verificación de la resistencia de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 2

Muro	Vu (Kg)	FR	v_m (Kg/cm ²)	P (Kg)	V _{MR} (Kg)	η	ρ_h (cm ²)	f_{yh} (Kg/cm ²)	N° Caras	V _{SR} (Kg)	V _R (Kg)	V _R > Vu
MX-1	17510.67	0.7	6.885	8338.17	14344.37	0.6	0.0008156	5000.00	1	8950.95	23295.32	Cumple
MX-2	9587.10	0.7	6.885	6036.38	7940.24	0.6	0.0008156	5000.00	2	9485.33	17425.57	Cumple
MX-3	20314.49	0.7	6.885	11098.52	14924.04	0.6	0.0008156	5000.00	2	17901.90	32825.94	Cumple
MX-4	10380.15	0.7	6.885	6829.22	8106.73	0.6	0.0008156	5000.00	2	9485.33	17592.07	Cumple
MY-1	54794.88	0.7	6.885	45553.04	71906.37	0.6	0.0008156	5000.00	1	44309.43	116215.80	Cumple
MY-2	48145.41	0.7	6.885	46736.30	72154.86	0.6	0.0008156	5000.00	1	44309.43	116464.28	Cumple

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se muestra el incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados en la vivienda 1, en ella se determinó que en muros de ladrillo clase IV industrial (ladrillo King Kong) al aplicarle reforzamiento en una sola cara, su resistencia al corte se incrementó en un promedio de 17.60 %, sin embargo, en los muros reforzados en sus dos caras su resistencia al corte se incrementó en un promedio de 60.57 %.

Del mismo modo en la figura 12 se muestra el incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados en la vivienda 2, en ella se determinó que en muros de ladrillo clase IV industrial (ladrillo King Kong) al aplicarle reforzamiento en una sola cara, su resistencia al corte se incrementó en un promedio de 17.68 %, sin embargo, en los muros reforzados en sus dos caras su resistencia al corte se incrementó en un promedio de 65.36 %.

Vivienda 1

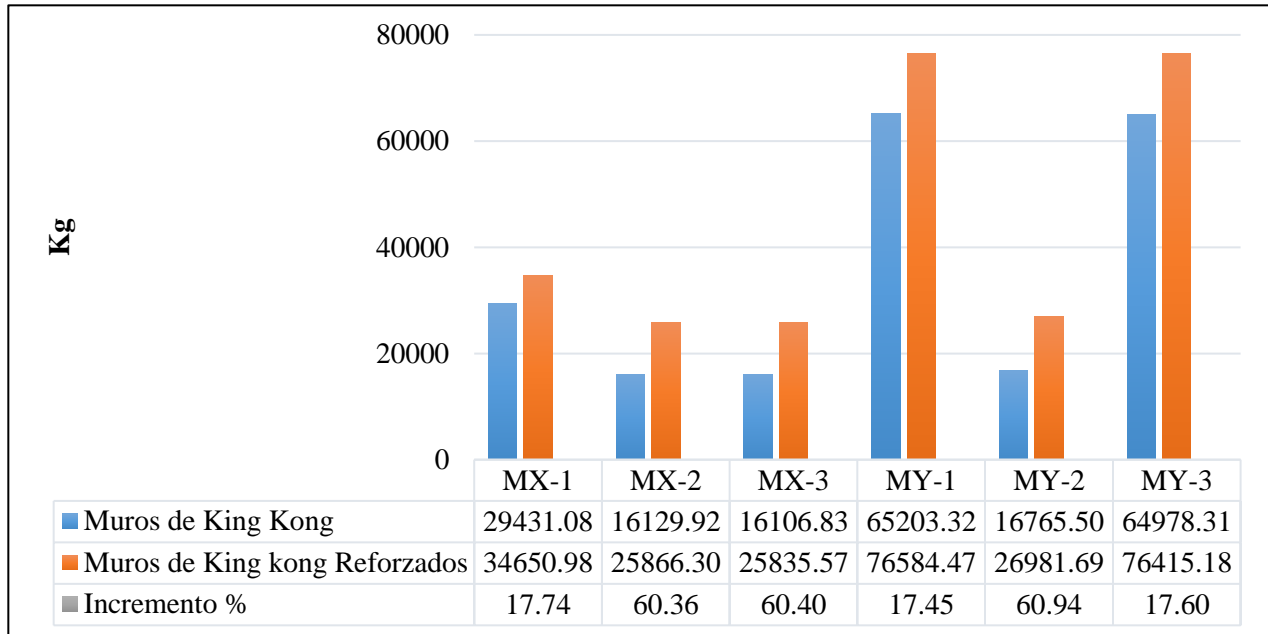


Figura 11. Incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados con malla electrosoldada

Fuente: Elaboración propia

Vivienda 2

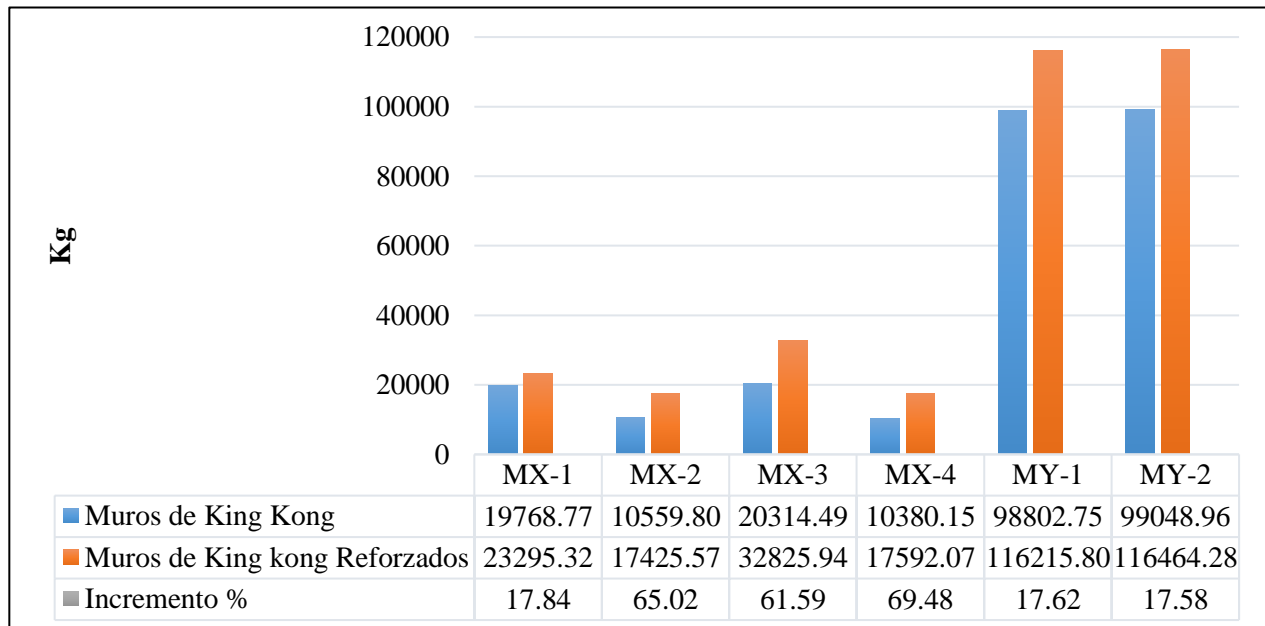


Figura 12. Incremento porcentual de la resistencia al corte de los muros reforzados con malla electrosoldada de la vivienda 2

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

Esta investigación está centrada en analizar el comportamiento sísmico de los muros y su capacidad de recuperación de su resistencia al usarse mallas electrosoldadas. Las variables empleadas en este estudio tienen como indicadores: irregularidades, periodos fundamentales de vibración, cortantes en la base, fuerzas sísmicas horizontales y resistencia al corte, que dependen mucho de otros datos predecesores, como son: zonificación, importancia, amplificación del suelo, amplificación sísmica, reducción de fuerzas sísmicas, peso sísmico, cargas, dimensiones de la estructura y materiales. Es por ello, que al comparar con otras investigaciones se hará de forma general, debido que, cada estructura tiene características propias que hacen que los datos varíen entre una y otra edificación.

Huancas (2020), en su tesis de pregrado “Evaluación del comportamiento sísmico de dos edificaciones de concreto armado sobre suelo flexible” determinó que, al analizarse la fuerza sísmica de la vivienda, el segundo nivel es el que tuvo mayor fuerza sísmica. Comparándolo con la presente investigación los resultados son similares, al analizarse la fuerza sísmica a ambas viviendas se determinó que en la vivienda 1 la fuerza sísmica del segundo nivel fue de 27.87 Ton mayor que el de primer nivel que fue de 26.45 Ton, mientras que en la vivienda 2 la fuerza sísmica del segundo nivel fue de 34.87 Ton mayor que el de primer nivel que fue de 31.83 Ton, esto debido al brazo de momento, entre más largo sea éste, le otorga un coeficiente de participación mayor que los otros niveles inferiores.

Farje (2020), en su tesis de pregrado “Propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada en el Distrito de Villa María del Triunfo” concluyó que, las dos viviendas elegidas para su estudio al ser analizadas ante sismo moderado la fuerza cortante (V_e) que actuó sobre los muros en la dirección Y-Y fue mayor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m), mientras que al analizarlo ante sismo severo la resistencia al corte (V_m) de los muros de la vivienda 1 que fallaron ante sismo moderado y los muros ubicados en la dirección X-X de ambas viviendas fue menor que la fuerza cortante última (V_u) esto debido a la poca rigidez lateral y a la irregularidad de resistencia que presentaban, dado que al analizarse la regularidad estructural de ambas

viviendas determinó que la fuerza cortante del primer nivel fue menor que el 80 % de la fuerza cortante del nivel superior. Al compararlo con la presente investigación resulta que las causas que originaron el fallo resultaron ser similares, al analizarse ante sismo moderado y severo, los muros que fallaron se ubicaron en la dirección X-X esto debido a la poca rigidez lateral y la irregularidad de peso que presentaban, ya que su análisis de regularidad estructural determinó que el peso del primer nivel fue mayor que 1.5 veces el peso del nivel adyacente.

Con respecto al reforzamiento de los muros con malla electrosoldada, el autor en su tesis concluyó que en muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong) al reforzarse en una sola cara, su resistencia al corte incremento en un orden de 10 %, mientras que al reforzarse en sus dos caras su resistencia al corte incremento en un 60 %. Comparando con la presente investigación, resultó que, el incremento de la resistencia al corte fue de 17.60 % en la vivienda 1 y de 17.68 % en la vivienda 2 en muros reforzados en una sola cara, mientras que los muros reforzados en sus dos caras el incremento fue de 60.57 % para la vivienda 1 y de 65.36 % para la vivienda 2.

Cueto y Vilca (2018) en su tesis de pregrado “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada”, concluyó que luego de realizarse el control de fisuración, los muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong Hércules) ubicados en la dirección X-X se agrietaron ante sismo moderado, esto debido a la poca rigidez lateral y a las fuerzas cortantes producidas por el sismo (V_e) que resultaron ser mayores que el 55 % de su resistencia al corte (V_m). Comparando con la presente investigación, se determinó de igual forma, que los muros al ser analizado por sismo moderado, el muro (MX-3) de la vivienda 1 y el muro (MX-4) de la vivienda 2 presentaron problemas de fisuración debido que las fuerzas cortantes (9110.56 kg y 6559.19 kg) fueron mayores que el 55 % de su resistencia al corte.

Con respecto al reforzamiento de los muros con mallas electrosoldadas, el autor en su tesis concluyó que en muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong Hércules) al reforzarse en sus dos caras, su resistencia al corte incremento en un promedio de 88.1 %, mientras que, en la presente investigación, el incremento fue de 60.57 % para la vivienda 1 y de 65.36 % para la vivienda 2 en muros reforzados en sus dos caras.

Carrasco (2019), en su tesis de pregrado “Implementación de malla electrosoldada en muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares Los Olivos 2019”, concluyó que, al realizar el análisis ante sismo moderado a la vivienda unifamiliar, la fuerza cortante (V_e) que actuó sobre el muro (MX-1) del segundo nivel ubicado en la dirección X-X fue menor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m), mientras que ante un análisis severo pese que su resistencia al corte (V_m) fue mayor a la fuerza cortante (V_u) sufrió mayores esfuerzos esto debido que no contaban con rigidez lateral en la dirección X-X y presentaban irregularidad de esquinas entrantes. Comparándolo con la presente investigación, los muros (MX-3) de la vivienda 1 y (MX-4) de la vivienda 2 al ser analizados ante sismo moderado fueron los que estuvieron sometidos a mayores esfuerzos presentando problemas de fisuración debido que la fuerza cortante (V_e) fue mayor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m), mientras que ante sismo severo estas fallaron a causa de que su resistencia al corte (V_m) fue menor que las fuerzas cortantes producidas por sismo severo (V_u).

Con respecto al reforzamiento de los muros con mallas electrosoldadas, el autor en su tesis concluyó que en muros de ladrillo tubular (ladrillo pandereta) al reforzarse en una sola cara, su resistencia al corte incremento en un 15.77 %, mientras que, en la presente investigación, el incremento fue de 17.60 % para la vivienda 1 y de 17.68 % para la vivienda 2 en muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong) reforzados en una sola cara.

V. CONCLUSIONES

- Con la aplicación de ciertos criterios, las viviendas estudiadas se seleccionaron:
 - En el Sector de Pueblo Viejo por ser zona de viviendas informales vulnerables ante un sismo.
 - Estar conformadas de ladrillos clase IV (ladrillo King Kong) en el primer nivel, ladrillos pandereta (ladrillos tubulares) en el segundo nivel y estar confinados en sus extremos con columnas-vigas de concreto armado.
 - Y, por último, por presentar fallas estructurales (grietas) en los muros del primer nivel.
- El ensayo para el análisis por sismo moderado indicó que el muro (MX-3) de la vivienda 1 y el muro (MX-4) de la vivienda 2 ambos de ladrillo King Kong ubicados en la dirección X-X presentó problemas de fisuración debido que la fuerza cortante producida por el sismo moderado (V_e) fue mayor que el 55 % de su resistencia al corte (V_m).
- El ensayo para el análisis por sismo severo corroboró la conclusión llegada con el análisis moderado, los muros que no cumplieron el control de fisuración ante sismo moderado fallaron ante sismo severo. Sin embargo, además de estos muros, se evidencio que el muro (MX-2) de la vivienda 1 y el muro (MX-3) de la vivienda 2 ambos de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong) ubicados en la dirección X-X también fallaron debido que sus resistencias al corte (V_m) no fue mayor a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_u).
- El análisis de reforzamiento de los muros de ambas viviendas determinó que los muros reforzados con la malla electrosoldada QE-106 resistieron las fuerzas cortantes producidas por el sismo severo debido al incremento de su resistencia al corte. En muros de ladrillo clase IV (ladrillo King Kong) reforzados en una sola cara, su resistencia al corte se incrementó en un promedio de 17.60 % en la vivienda 1 y de 17.68 % en la vivienda 2, mientras que en los muros reforzados en sus dos caras el incremento fue de un promedio de 60.57 % en la vivienda 1 y de 65.36 % en la vivienda 2.

VI. RECOMENDACIONES

- Dirigidos a los estudiantes que pretendan desarrollar el mismo tema de tesis:

La presente investigación sirva de referencia para realizar estudios relacionados al reforzamiento de los muros con mallas electrosoldadas. Al momento de hacerlo se debe de tener en cuenta que, cada estructura tiene características propias que hacen que el comportamiento sísmico entre una y otra edificación sea diferente.

- Dirigidos a los propietarios de las viviendas del Sector Visalot Alto:

Es importante que todas las viviendas se construyan con el asesoramiento técnico de profesionales (Ingenieros civiles y/o arquitectos) en las diferentes etapas del proceso constructivo para que sean seguras y no presenten problemas estructurales ante un evento sísmico.

Las viviendas que cuenten con muros portantes fisurados y/o agrietados por el peligro que representan para sus ocupantes, deben ser necesariamente reforzados, para ellos es necesario de una asesoría técnica por parte de profesionales hacia los propietarios.

- A la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones (CPARNE):

Implementar en la norma E.070 de Albañilería Confinada la técnica de reforzamiento con mallas electrosoldadas. Esto reduciría el posible colapso de las viviendas ante un sismo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araoz, T., & Velezmoro, J. (2012). *Reforzamiento de viviendas existentes hechas con ladrillos pandereta* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1203>
- Carrasco Rojas, P.R. (2019). *Implementación de malla electrosoldada en muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares Los Olivos 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47818>
- Cueto, P., & Vilca, R. (2018). *Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6473>
- Farje, K., & Yabuta, H. (2020). *Propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada en el distrito de Villa María del Triunfo* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15947>
- Goñi, W., Maquin, N., Rodriguez, J., & Moran, E. (2019). Analysis of constructive errors in masonry confined in highly seismic countries and reinforcement of walls with galvanized Mesh. *EDP Sciences*, 303, 1 – 6. Doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201930304001>
- Huancas Huamán, D. (2020). *Evaluación del comportamiento sísmico de dos edificaciones de concreto armado sobre suelo flexible* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2185>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2011). Impacto socioeconómico y ambiental del sismo del 15 de agosto de 2007. Lima, Perú.

- Maravi, R., & Pareja, C. (2021). *Rehabilitación y reparación sísmica de viviendas de albañilería confinada usando malla electrosoldada en el distrito de Ventanilla* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/655219>
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación – 1ra edición*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones 2020: Norma E.020 – Cargas* (Décima cuarta edición). Lima, Perú: Editorial Megabyte.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones 2020: Norma E.030 – Diseño Sismoresistente* (Decima cuarta edición). Lima, Perú: Editorial Megabyte.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones 2020: Norma E.060 – Concreto Armado* (Decima cuarta edición). Lima, Perú: Editorial Megabyte.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones 2020: Norma E.070 – Albañilería* (Decima cuarta edición). Lima, Perú: Editorial Megabyte.
- Sáenz Correa, M.C. (2016). *Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.
<https://hdl.handle.net/11537/7242>
- Sáenz Tenorio, L.E. (2016). *Comportamiento sísmico de tabiques contruidos con ladrillo pandereta* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/6861>

Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (2017). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería. Recuperado de. <https://www.smie.org.mx/publicaciones-reglamento>

Terán Gilmore, A. (2019). Evaluación estructural basado en desplazamiento para edificaciones de mampostería confinada, el desarrollo mexicano. Recuperado de. <http://www.cismid.uni.edu.pe/evaluacion-estructural-basada-en-desplazamientos-para-edificaciones-de-mamposteria-confinada-el-desarrollo-mexicano/>

ANEXOS

ANEXO 01. Declaración Jurada de los Propietarios de las Viviendas

DECLARACIÓN JURADA

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellidos y Nombres : FLORES MARIN, JACKIE CANDY
D.N.I. : 33674850
Correo Electrónico : Jackie.flores@gmail.com
Domicilio Bagua Grande : Jr. Lloque Yupanqui N° 201 – Sector Pueblo Viejo
Bagua Grande – Utcubamba – Amazonas
Celulares : Claro - 996387048

II. DECLARO BAJO JURAMENTO

Dar consentimiento que mi vivienda ubicada en el Jr. Lloque Yupanqui – Sector Pueblo Viejo sea estudiada por el Tesista ANTHONY ALVITES TRIGOSO estudiante de la UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.

Bagua Grande, diciembre del 2022



JACKIE CANDY FLORES MARIN
DNI: 33675840
PROPIETARIA DE LA VIVIENDA

DECLARACIÓN JURADA

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellidos y Nombres : CUEVA ESPINOZA, Lucila
D.N.I. : 33457618
Correo Electrónico : espinoza.8@gmail.com
Domicilio Bagua Grande* : Jr. Amazonas N° 101 – Sector Pueblo Viejo
Bagua Grande – Utcubamba – Amazonas
Celulares : Movistar - 961340961

II. DECLARO BAJO JURAMENTO

Dar consentimiento que mi vivienda ubicada en el Jr. Amazonas – Sector Pueblo Viejo sea estudiada por el Tesista ANTHONY ALVITES TRIGOSO estudiante de la UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.

Bagua Grande, diciembre del 2022



LUCILA CUEVA ESPINOZA
DNI: 33457618
PROPIETARIA DE LA VIVIENDA

ANEXO 02. Geometría de la Viviendas

1. Geometría en Planta de la vivienda 1

E Grid System Data

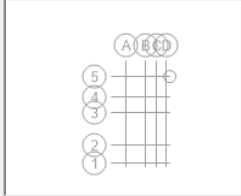
Grid System Name:

System Origin
 Global X: m
 Global Y: m
 Rotation: deg

Story Range Option
 Default - All Stories
 User Specified
 Top Story:
 Bottom Story:

Click to Modify/Show:

Options
 Bubble Size: m
 Grid Color:



Rectangular Grids
 Display Grid Data as Ordinates
 Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	2.85	Yes	End
C	4.45	Yes	End
D	5.78	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	2.63	Yes	Start
3	7.43	Yes	Start
4	9.73	Yes	Start
5	12.76	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc

2. Geometría en elevación de la vivienda 1

E Story Data

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
NIVEL 2	2.975	7.3	Yes	None	No	0	Yellow
NIVEL 1	4.325	4.325	No	NIVEL 2	No	0	Grey
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

3. Geometría en planta de la vivienda 2

Grid System Data

Grid System Name:

System Origin: Global X: m, Global Y: m, Rotation: deg

Story Range Option: Default - All Stories, User Specified

User Specified: Top Story: ; Bottom Story:

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: m, Grid Color:

Rectangular Grids: Display Grid Data as Ordinates, Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

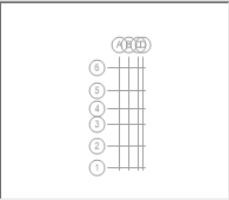
Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	1.89	Yes	End
C	3.77	Yes	End
D	4.87	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	4.3	Yes	Start
3	8.6	Yes	Start
4	11.68	Yes	Start
5	15.04	Yes	Start
6	19.65	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc



4. Geometria en elevacion de la vivienda 2

Story Data

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story2	2.975	6.95	Yes	None	No	0	Yellow
Story1	3.975	3.975	No	Story2	No	0	Grey
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

ANEXO 03. Propiedad de los Materiales

1. Resistencia a la compresión axial de la albañilería solida

The dialog box 'Material Property Data' is shown for the material 'Albañilería KingKong'. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name: Albañilería KingKong fm = 55.25 kg/c; Material Type: Masonry; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: (magenta square); Material Notes: (button).
- Material Weight and Mass:** Specify Weight Density; Specify Mass Density; Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m³; Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 276250 tonf/m²; Poisson's Ratio, U: 0.25; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C; Shear Modulus, G: 110500 tonf/m².
- Design Property Data:** (button: Modify/Show Material Property Design Data...)
- Advanced Material Property Data:** (buttons: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...)

Buttons at the bottom: OK, Cancel.

2. Resistencia a la compresión axial de la albañilería tubular

The dialog box 'Material Property Data' is shown for the material 'Albañilería Pandereta'. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name: Albañilería Pandereta fm = 23 kg/cm²; Material Type: Masonry; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: (magenta square); Material Notes: (button).
- Material Weight and Mass:** Specify Weight Density; Specify Mass Density; Weight per Unit Volume: 1.35 tonf/m³; Mass per Unit Volume: 0.137662 tonf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 115000 tonf/m²; Poisson's Ratio, U: 0.25; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C; Shear Modulus, G: 46000 tonf/m².
- Design Property Data:** (button: Modify/Show Material Property Design Data...)
- Advanced Material Property Data:** (buttons: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...)

Buttons at the bottom: OK, Cancel.

3. Resistencia a la compresión del concreto

E Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

4. Esfuerzo de fluencia del acero

E Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

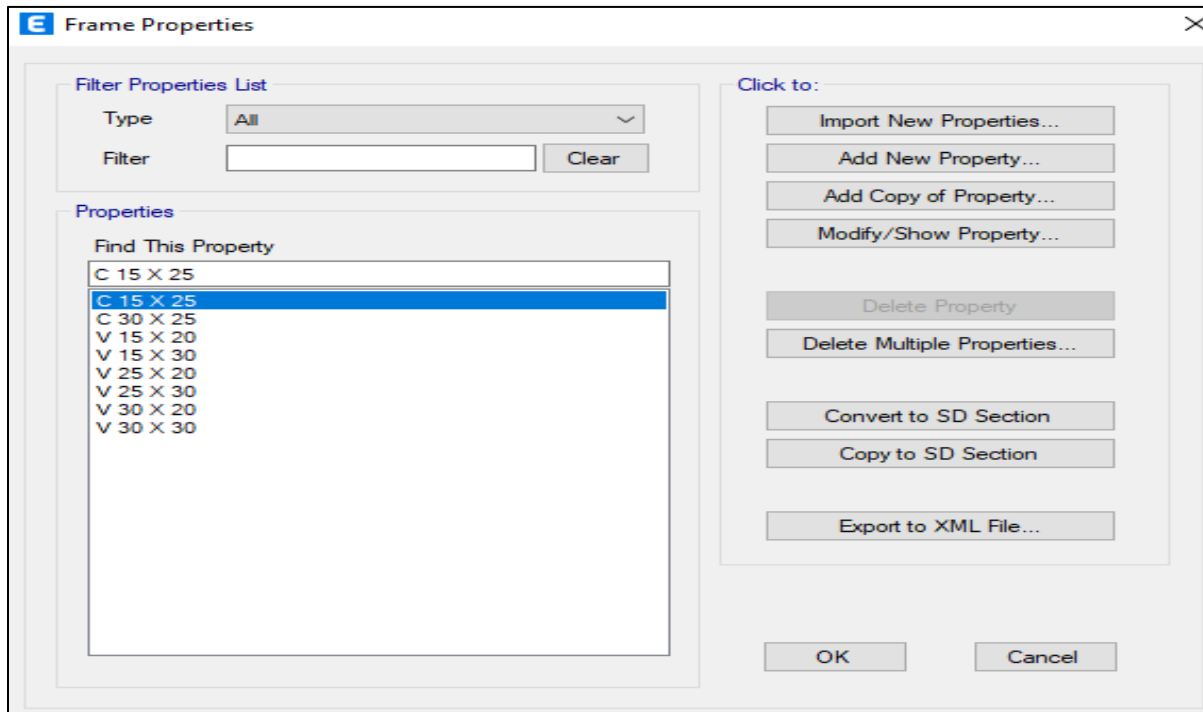
Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

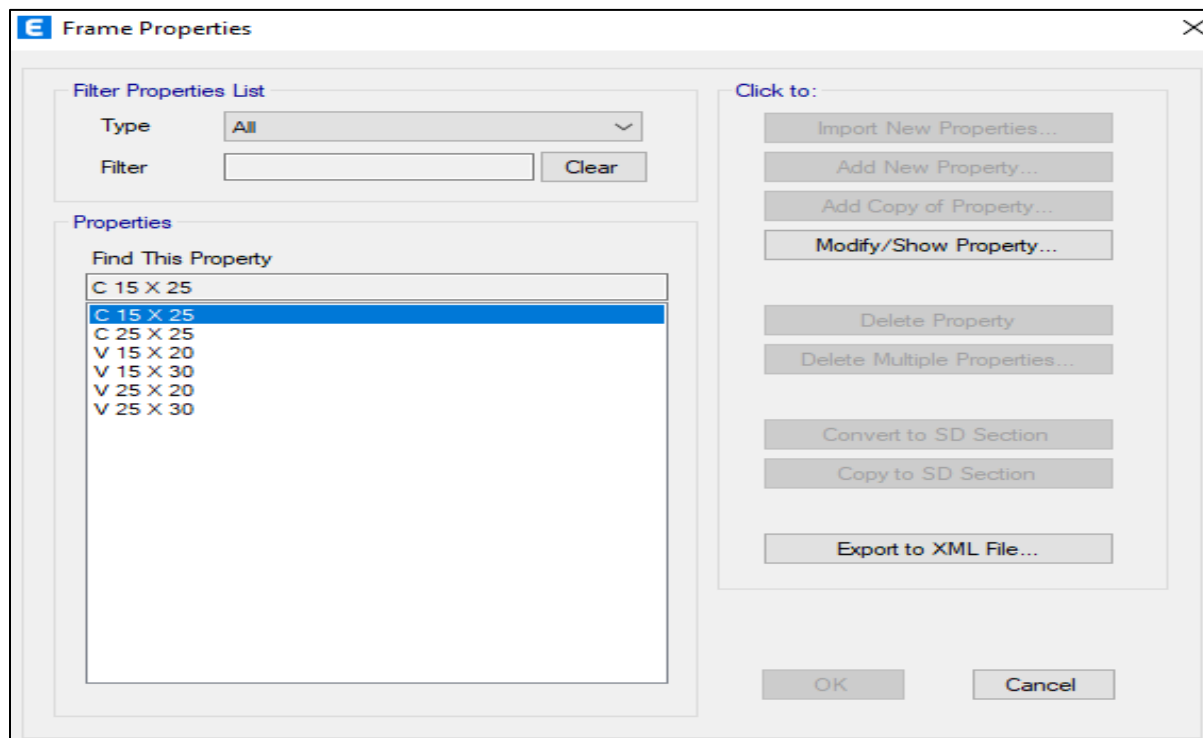
Advanced Material Property Data

ANEXO 04. Secciones de los Elementos Estructurales

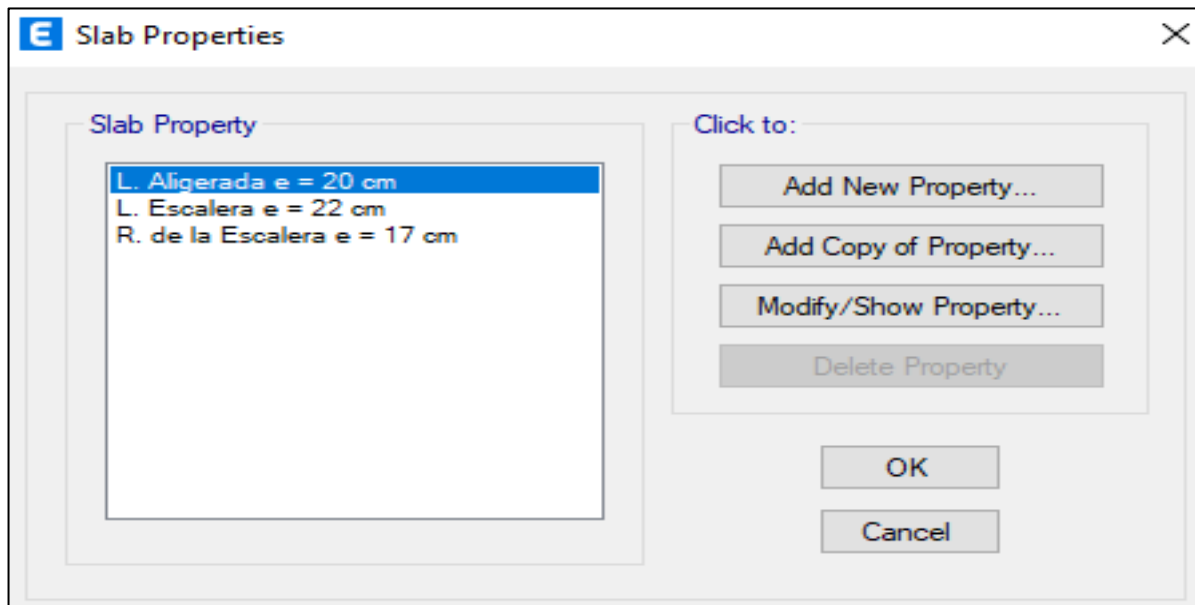
1. Sección de las vigas y columnas de la vivienda 1



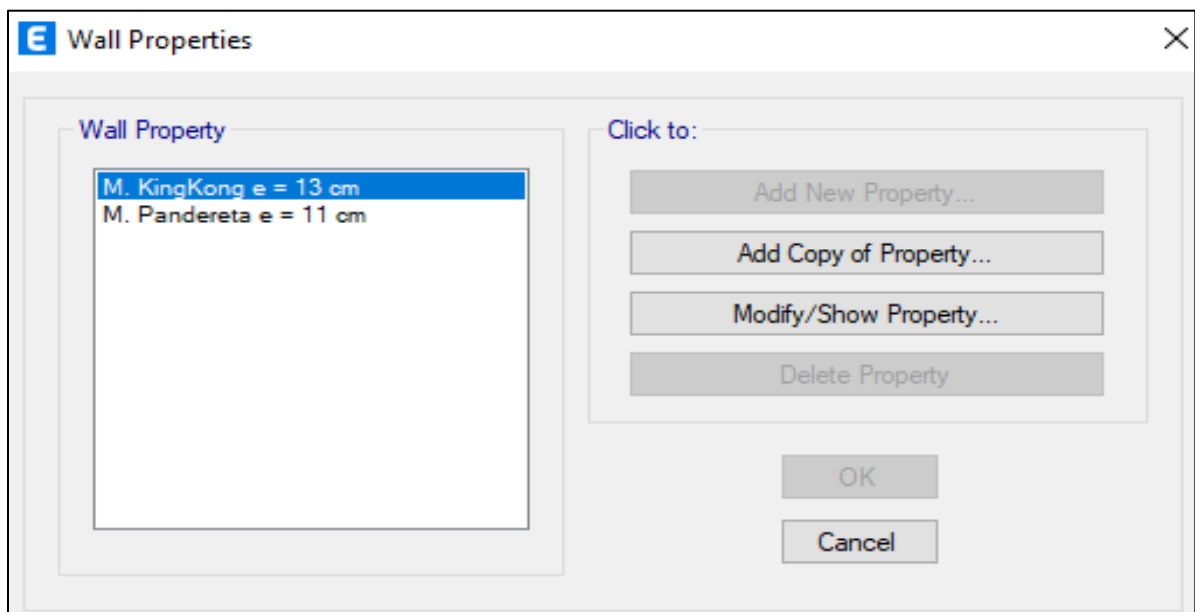
2. Sección de las vigas y columnas de la vivienda 2



3. Sección de la losa aligerada y escalera de ambas viviendas

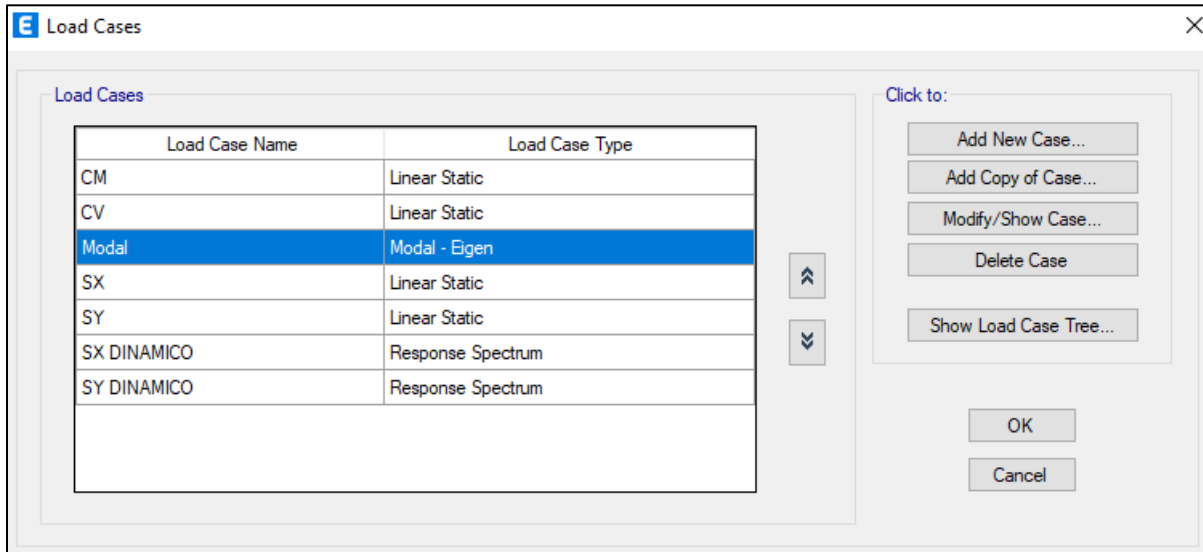


4. Sección de los muros de albañilería de ambas viviendas

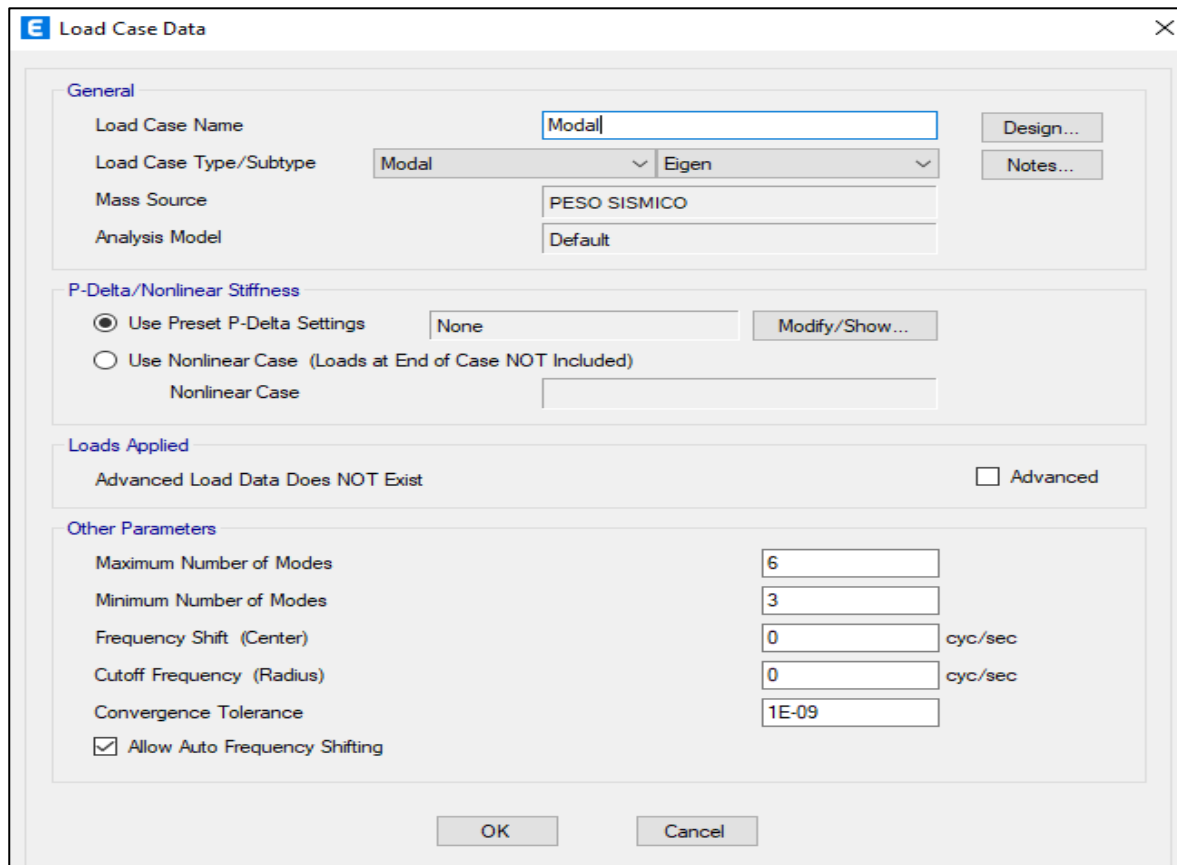


ANEXO 05. Modos de Vibración

1. Caso modal de ambas viviendas

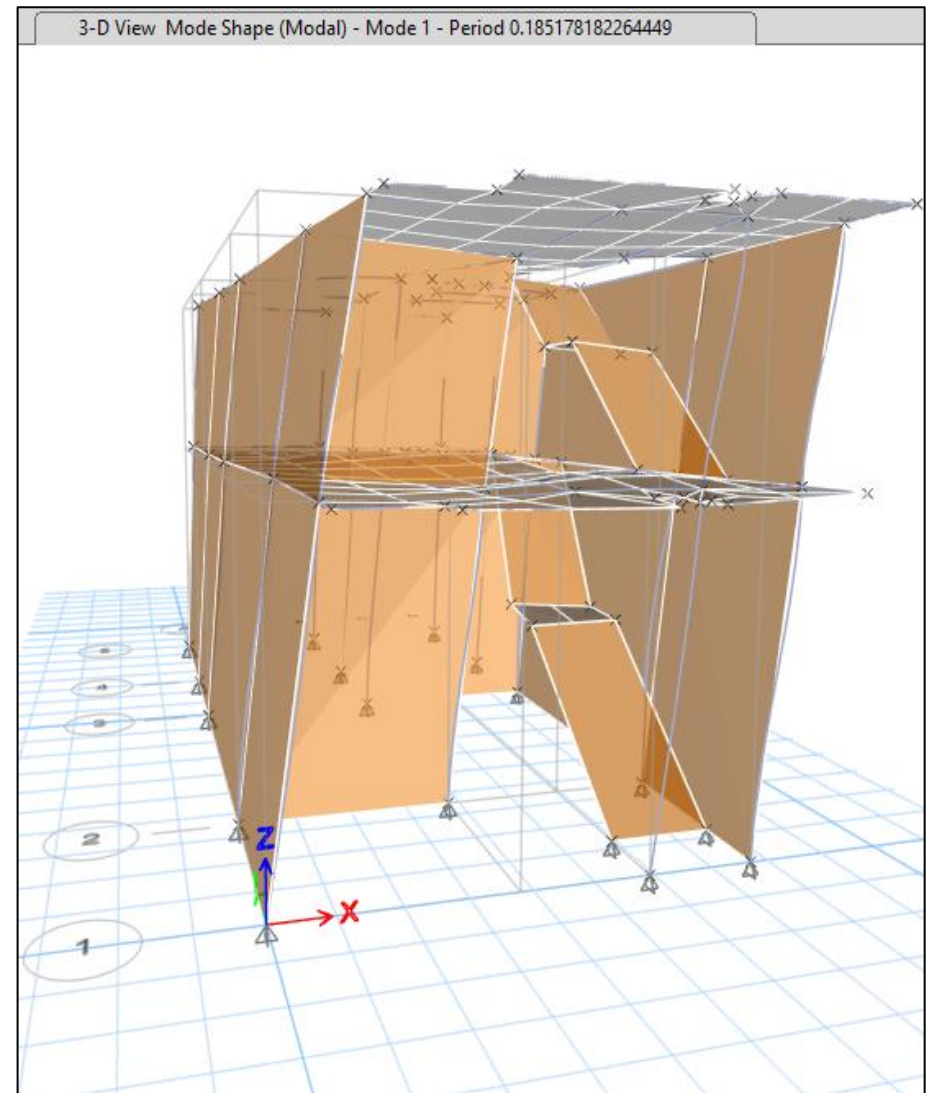


2. Modo de vibracion de ambas viviendas

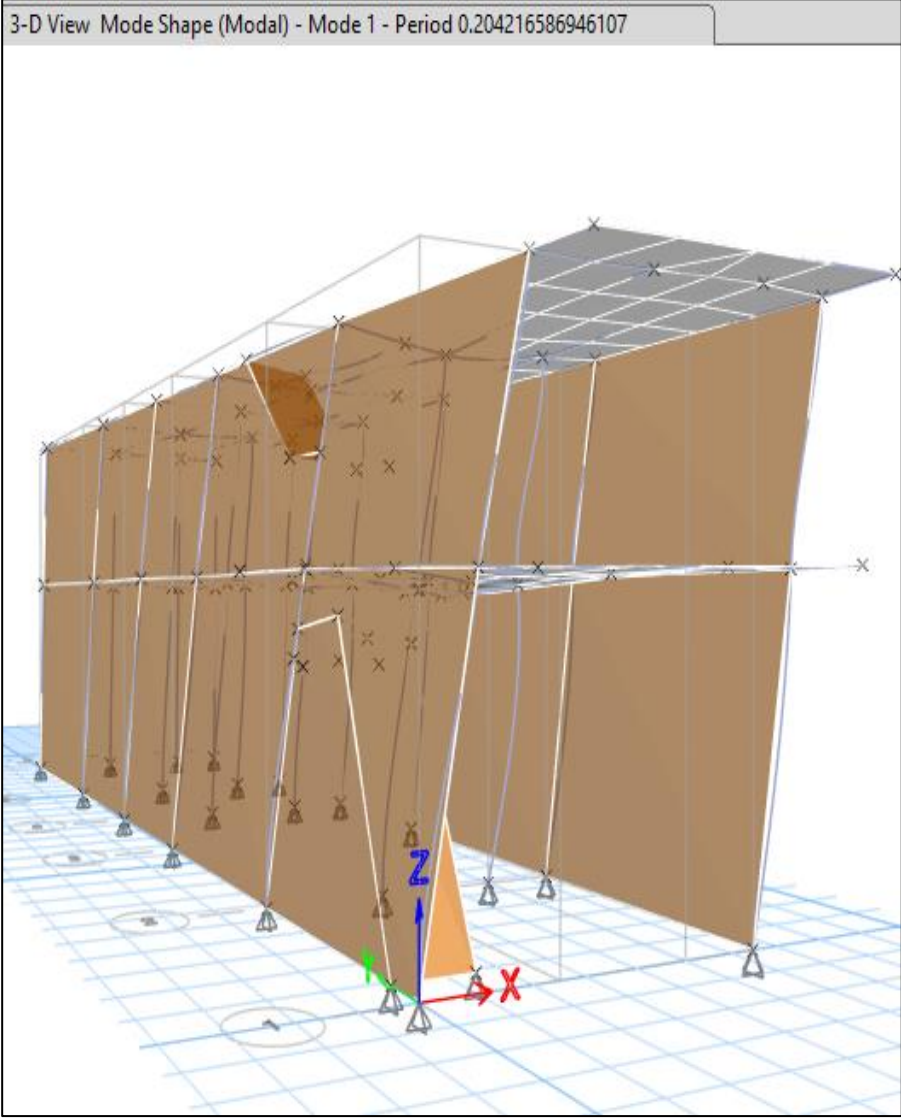
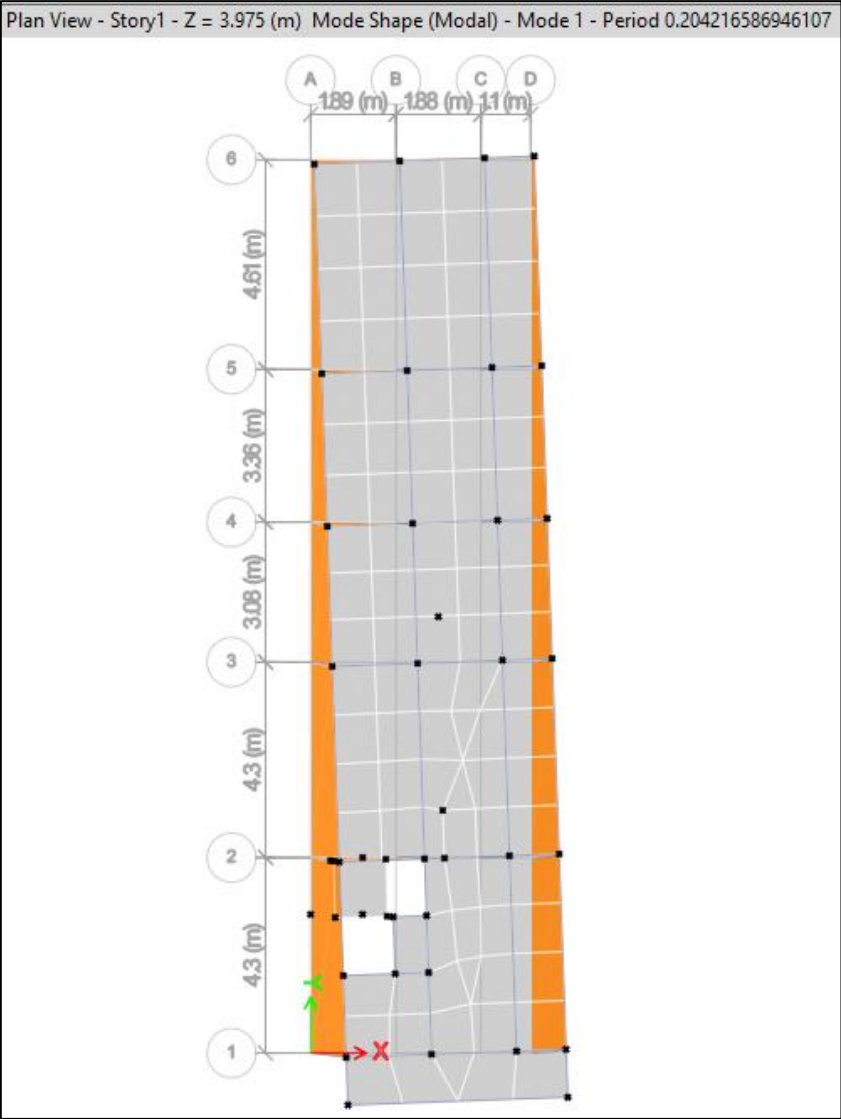


ANEXO 06. Periodo Fundamental de Vibración

1. Periodo fundamental de vibración en el modo 1 de la vivienda 1



2. Periodo fundamental de vibración en el modo 1 de la vivienda 2



ANEXO 07. Peso Sísmico

1. Peso sísmico de ambas viviendas

Mass Source Data

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CM	1
CV	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

ANEXO 08. Patrones de carga

1. Patrones de carga de ambas viviendas

Define Load Patterns

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CM	Dead	1	
CV	Live	0	
SEX	Seismic	0	User Coefficient
SEY	Seismic	0	User Coefficient

Click To:

- Add New Load
- Modify Load
- Modify Lateral Load...
- Delete Load

OK Cancel

ANEXO 09. Caso de Carga Estático

1. Caso de carga sismo X-X de ambas viviendas

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: SX
 - Load Case Type: Linear Static
 - Mass Source: PESO SISMICO
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings: None
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 - Nonlinear Case: (empty field)
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SEX	1

 - Buttons: Add, Delete

Buttons at the bottom: OK, Cancel.

2. Caso de carga sismo Y-Y de ambas viviendas

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: SY
 - Load Case Type: Linear Static
 - Mass Source: PESO SISMICO
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings: None
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 - Nonlinear Case: (empty field)
- Loads Applied:**

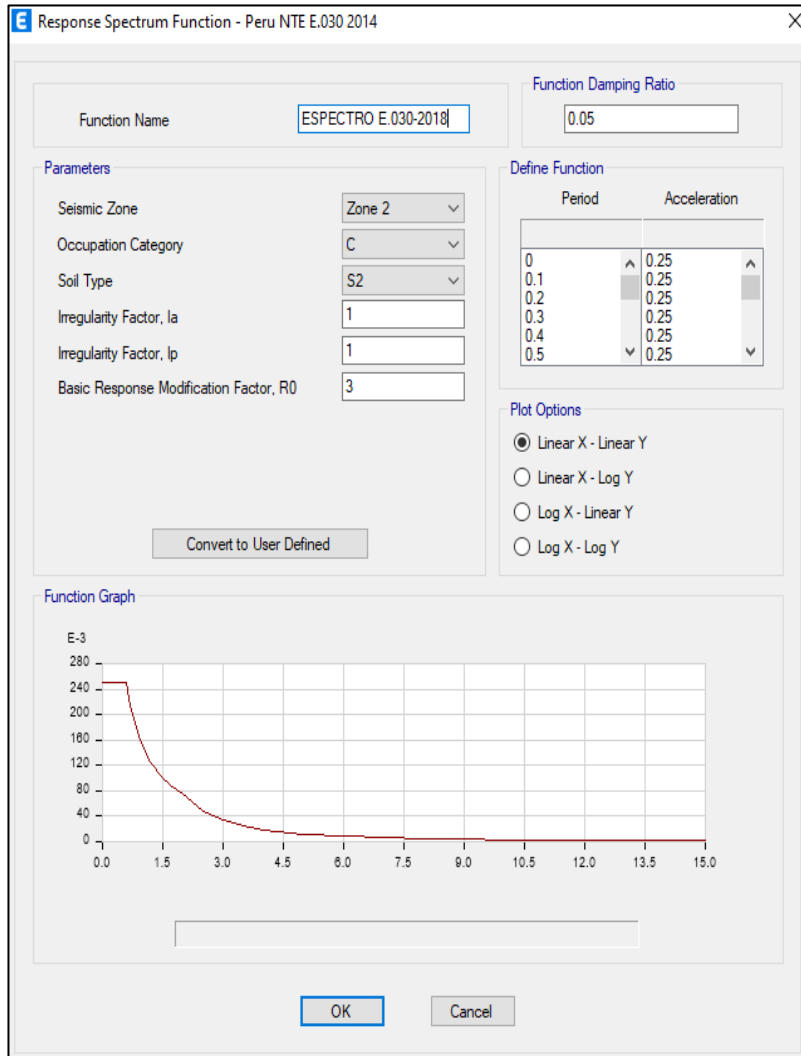
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SEY	1

 - Buttons: Add, Delete

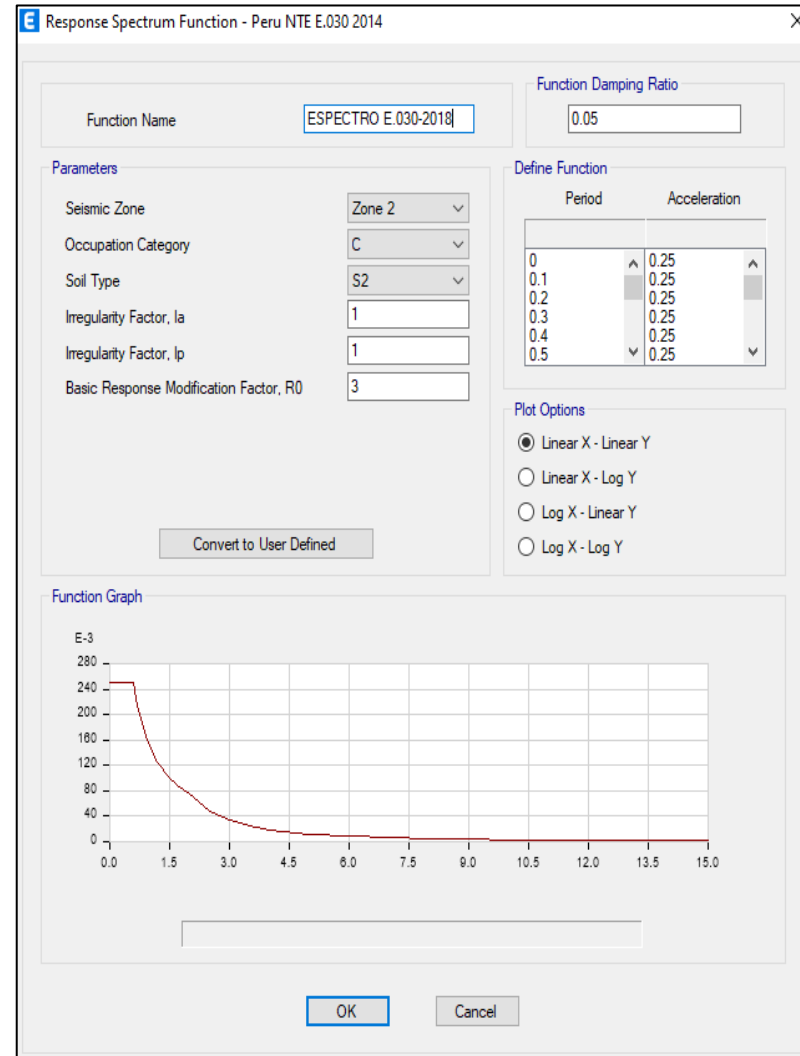
Buttons at the bottom: OK, Cancel.

ANEXO 10. Espectro de Respuesta

1. Espectro de respuesta de la vivienda 1



2. Espectro de respuesta de la vivienda 2



ANEXO 11. Caso de Carga Dinámico

1. Caso de carga sismo dinámico “X” de ambas viviendas

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for case 'SX DINAMICO'. The 'General' section includes: Load Case Name: SX DINAMICO; Load Case Type: Response Spectrum; Mass Source: Previous (PESO SISMICO); Analysis Model: Default. The 'Loads Applied' table contains one entry: Acceleration, U1, ESPECTRO E.030-2..., 9.8067. The 'Other Parameters' section includes: Modal Load Case: Modal; Modal Combination Method: CQC; Include Rigid Response: unchecked; Rigid Frequency, f1: empty; Rigid Frequency, f2: empty; Periodic + Rigid Type: empty; Earthquake Duration, td: empty; Directional Combination Type: SRSS; Absolute Directional Combination Scale Factor: empty; Modal Damping: Constant at 0.05; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO E.030-2...	9.8067

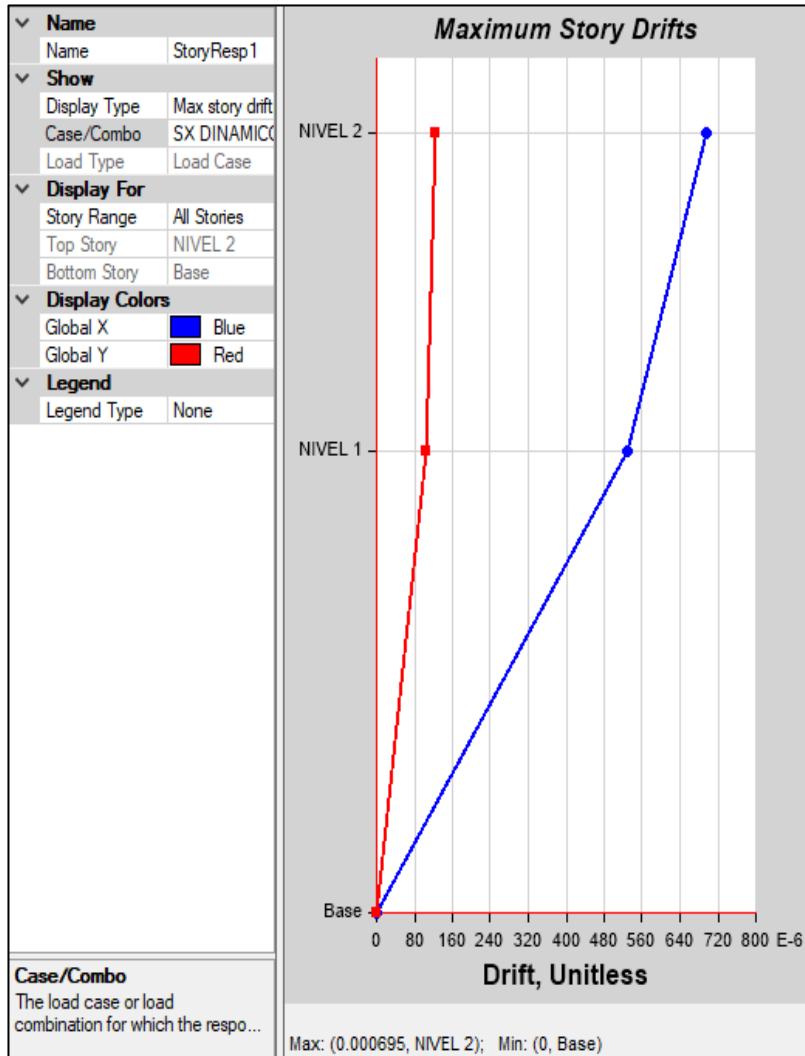
2. Caso de carga sismo dinámico “Y” de ambas viviendas

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for case 'SY DINAMICO'. The 'General' section includes: Load Case Name: SY DINAMICO; Load Case Type: Response Spectrum; Mass Source: Previous (PESO SISMICO); Analysis Model: Default. The 'Loads Applied' table contains one entry: Acceleration, U2, ESPECTRO E.030-2..., 9.8067. The 'Other Parameters' section includes: Modal Load Case: Modal; Modal Combination Method: CQC; Include Rigid Response: unchecked; Rigid Frequency, f1: empty; Rigid Frequency, f2: empty; Periodic + Rigid Type: empty; Earthquake Duration, td: empty; Directional Combination Type: SRSS; Absolute Directional Combination Scale Factor: empty; Modal Damping: Constant at 0.05; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

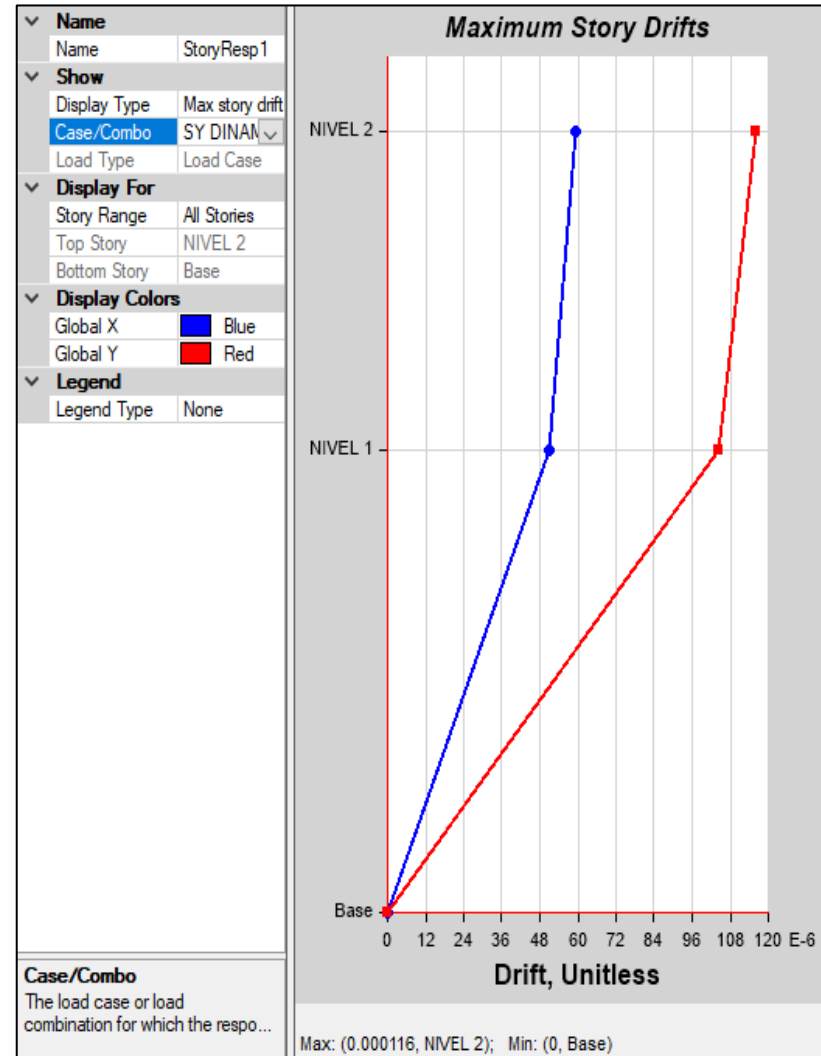
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	ESPECTRO E.030-2...	9.8067

ANEXO 12. Distorsión de Entrepiso

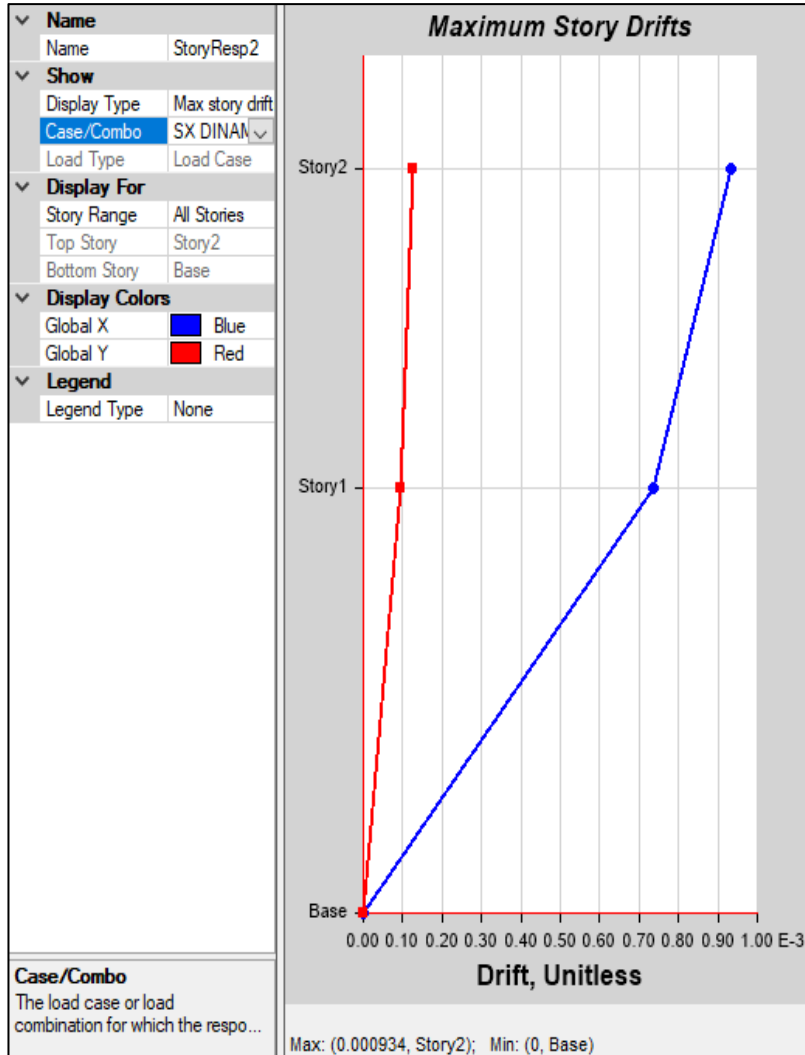
1. Distorsión de entrepiso en la dirección X-X de la vivienda 1



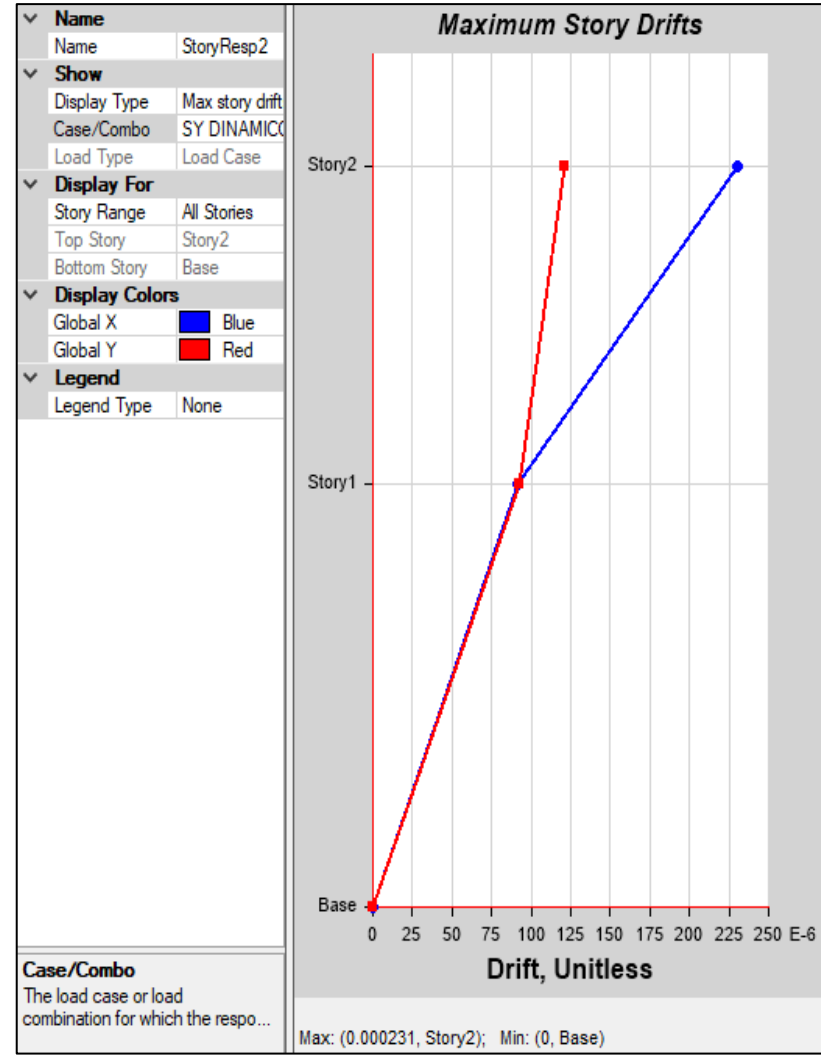
2. Distorsión de entrepiso en la dirección Y-Y de la vivienda 1



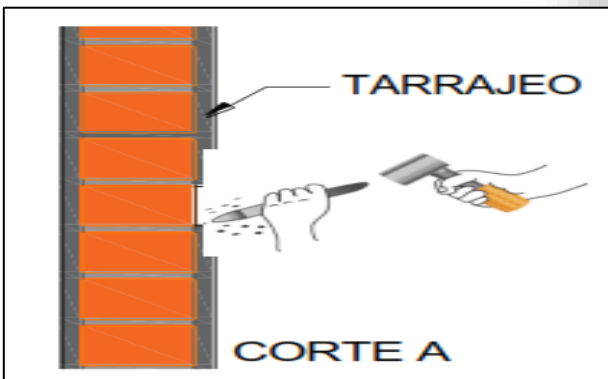
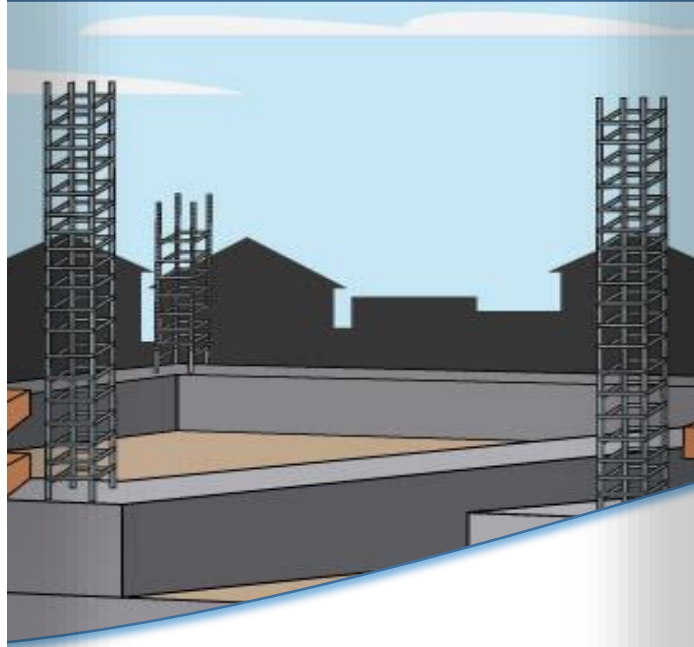
3. Distorsión de entrepiso en la dirección X-X de la vivienda 2



4. Distorsión de entrepiso en la dirección Y-Y de la vivienda 2



ANEXO 13. Manual del Proceso Constructivo de Muros Portantes Reforzados con Mallas Electrosoldadas



1^{er} PASO. Identificar los muros que requieran reforzar

Identificar aquellos muros que presenten grietas o fisuración y se encuentren en la dirección de poca densidad de muros, que en su mayoría son aquellos muros paralelos a su fachada (Cueto & Vilca, 2018).

2^{do} PASO. Remoción del acabado

Se removerá el acabado de las viviendas empleando cincel y martillo como se muestra en la figura, esto con la finalidad de colocar la malla electrosoldada directamente al muro y lograr una adecuada interacción de muro-malla (Cueto & Vilca, 2018).



REFORZAMIENTOS DE MUROS PORTANTES CON MALLAS ELECTROSOLDADAS

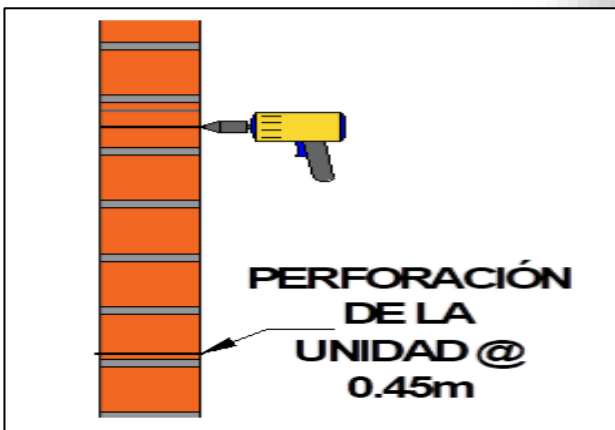
3^o PASO. Limpieza del muro

Después de remover el acabado del muro, éste deberá ser limpiado empleando una escobilla, esta limpieza se hará debido que al colocarse la malla electrosoldada al muro se volverá hacerse su acabado (Cueto & Vilca, 2018).



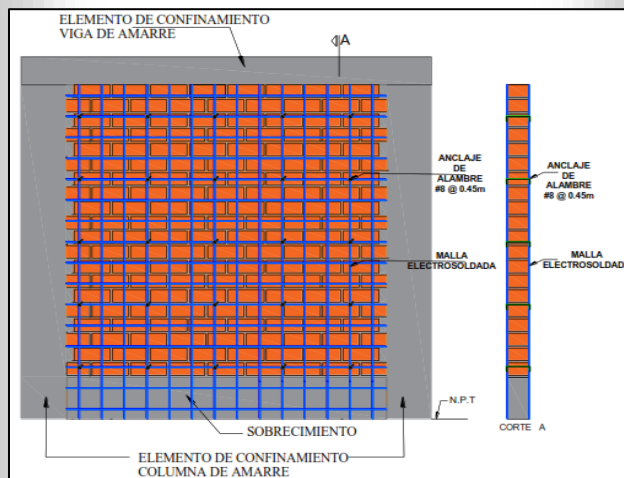
4º PASO. Perforación del muro para los anclajes

Se realizará perforaciones al muro de aproximadamente 1/4" de diámetro, esto con la intención de poder colocar los anclajes de alambre recocido # 8, para que de esta manera esté, conjuntamente con la malla, ser amarrados con alambre recocido # 16. Estas perforaciones se harán cada 45 cm o cada tres cocadas de la malla (Cueto & Vilca, 2018).



5º PASO. Habilitación, colocación y anclaje de la malla electrosoldada

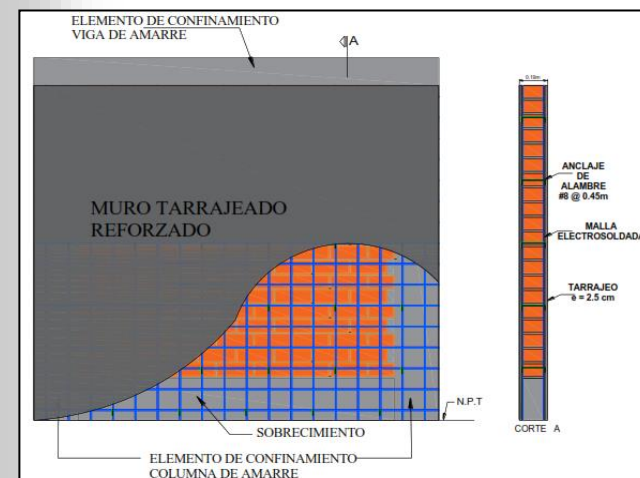
Teniendo habilitada la malla electrosoldada según las dimensiones del muro, se procederá a colocar la malla. Por medio de las perforaciones de la unidad se introducirá el anclaje de alambre recocido # 8 y con ayuda de un alicante se lo realizara un doblé de 90° esto con el objetivo de fijar la malla en el muro, así mismo para un mejor anclaje se les amarrará esté alambre y la malla electrosoldada con el alambre recocido # 16 (Cueto & Vilca, 2018).



Recomendación: Se recomienda colocar las mallas electrosoldadas hasta las columnas de confinamiento, para que de esta manera poder controlar las grietas en las columnas y evitar que el muro portante se comporte como tabique (Cueto & Vilca, 2018).

6º PASO. Realización del acabado del muro reforzado

Después de colocarse la malla electrosoldada al muro, se procede hacerse su acabado, el cual se realizará con un mortero 1:5 (cemento: arena fina). El espesor del muro en ambas caras será de 2.5 cm, esto con la finalidad de evitar la corrosión en el acero y se vea estéticamente mejor (Cueto & Vilca, 2018).



ANEXO 14. Panel Fotográfico

VIVIENDA 1

Foto 1. Frontis de la vivienda



Foto 2. Escalera de la vivienda



Foto 3. Muros de ladrillo pandereta en el segundo piso



Foto 4. Elemento estructural de la vivienda



VIVIENDA 2

Foto 1. Frontis de la vivienda



Foto 2. Escalera de la vivienda



Foto 3. Elemento estructural de la vivienda

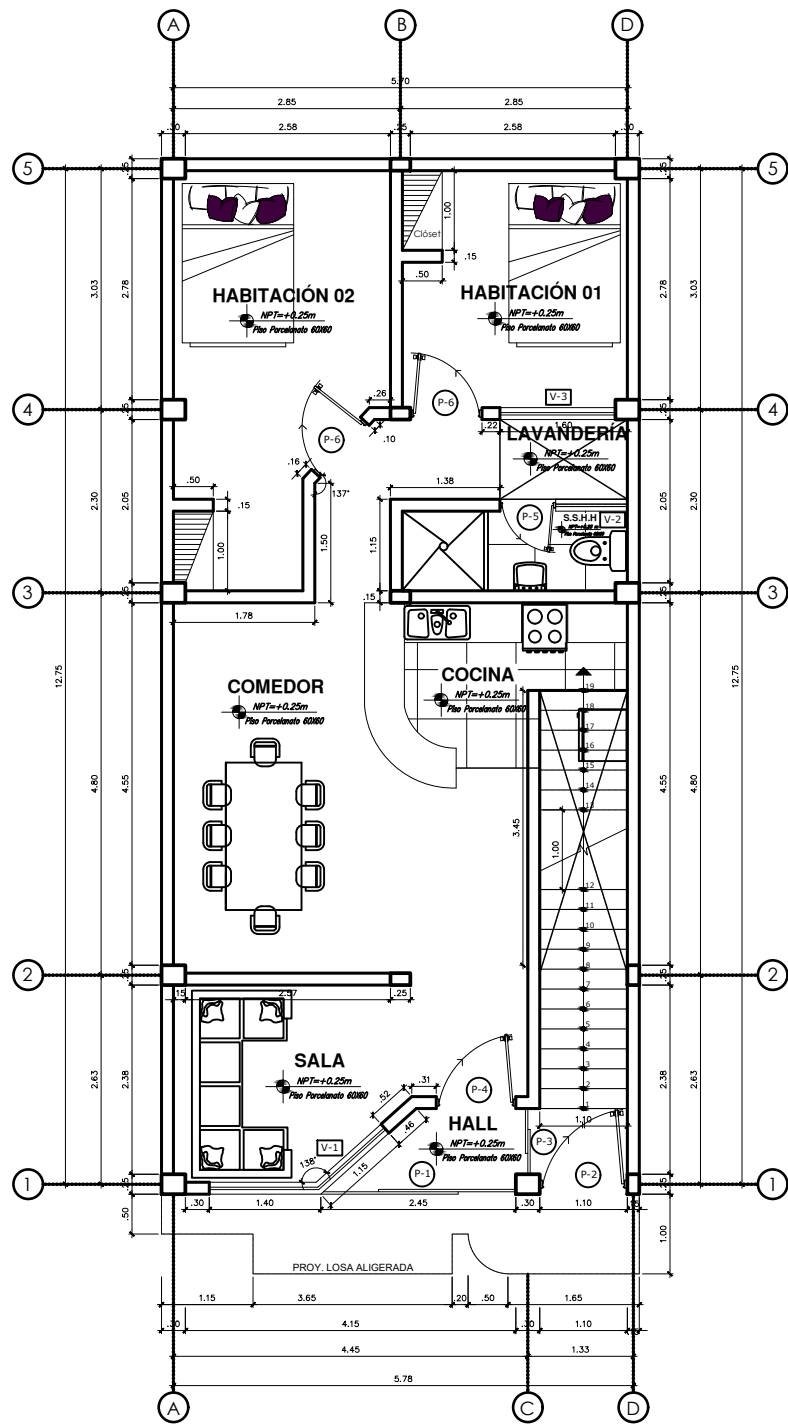


Foto 3. Muro de ladrillo King Kong agrietado del primer piso

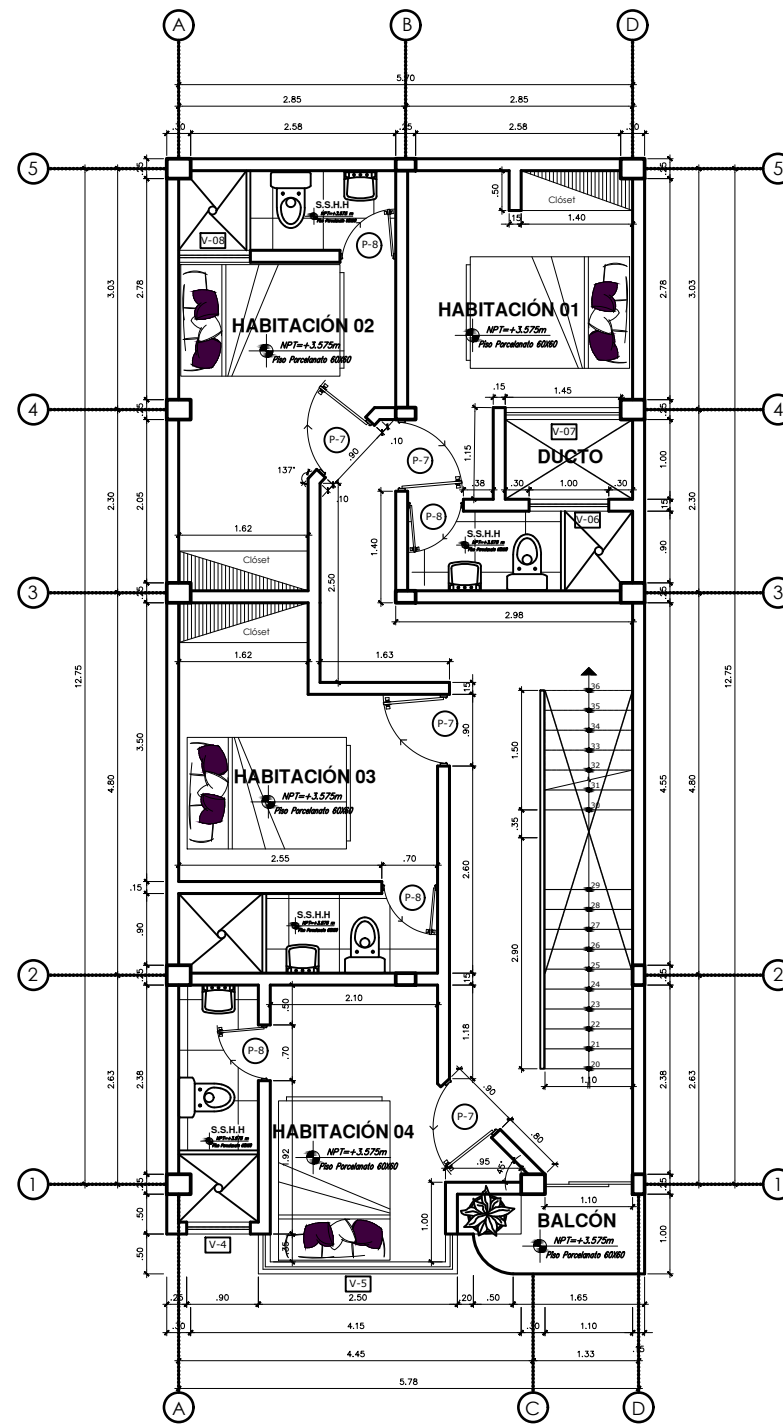


ANEXO 15. Conjunto de Planos Arquitectónicos

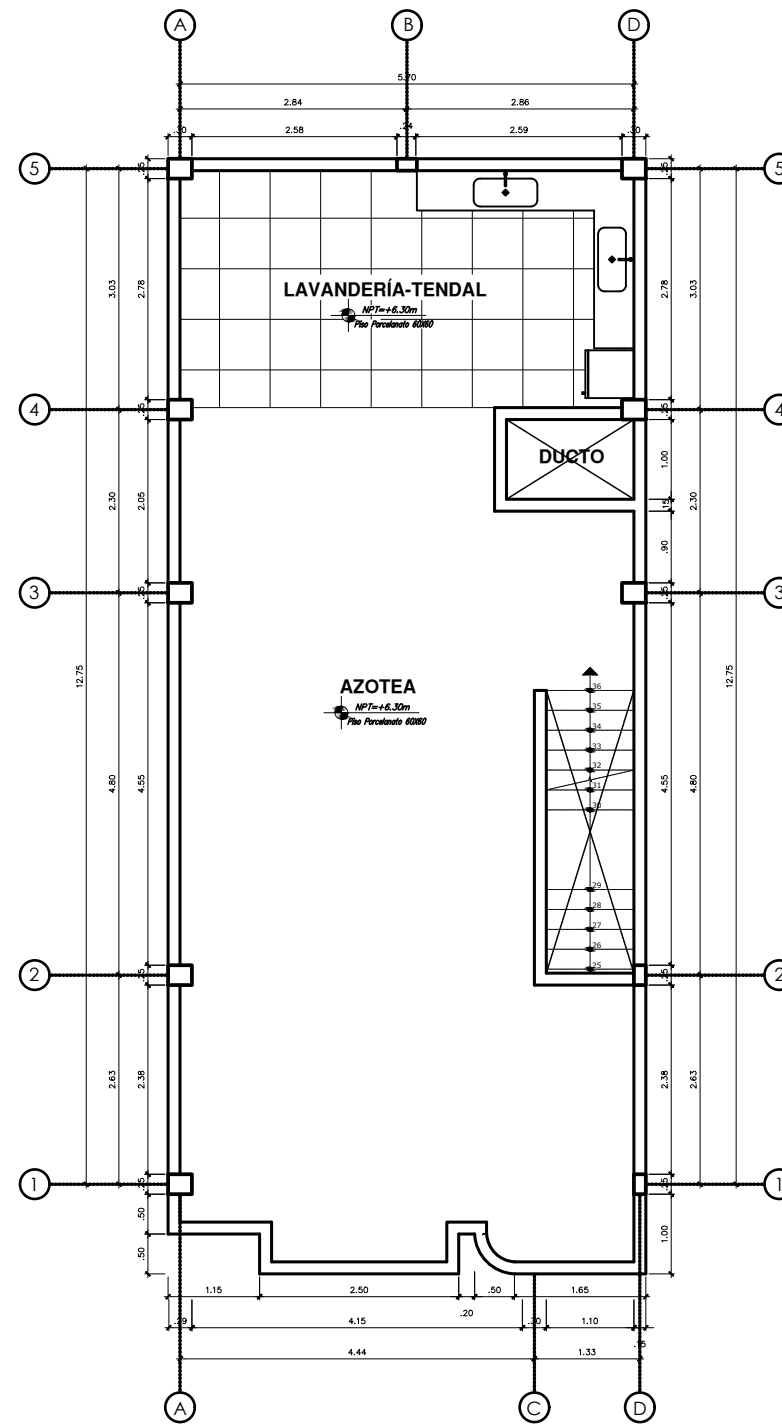
1. Plano arquitectónico de la vivienda 1
2. Plano arquitectónico de la vivienda 2



PRIMERA PLANTA
ESCALA: 1/50



SEGUNDO PLANTA
ESCALA: 1/50

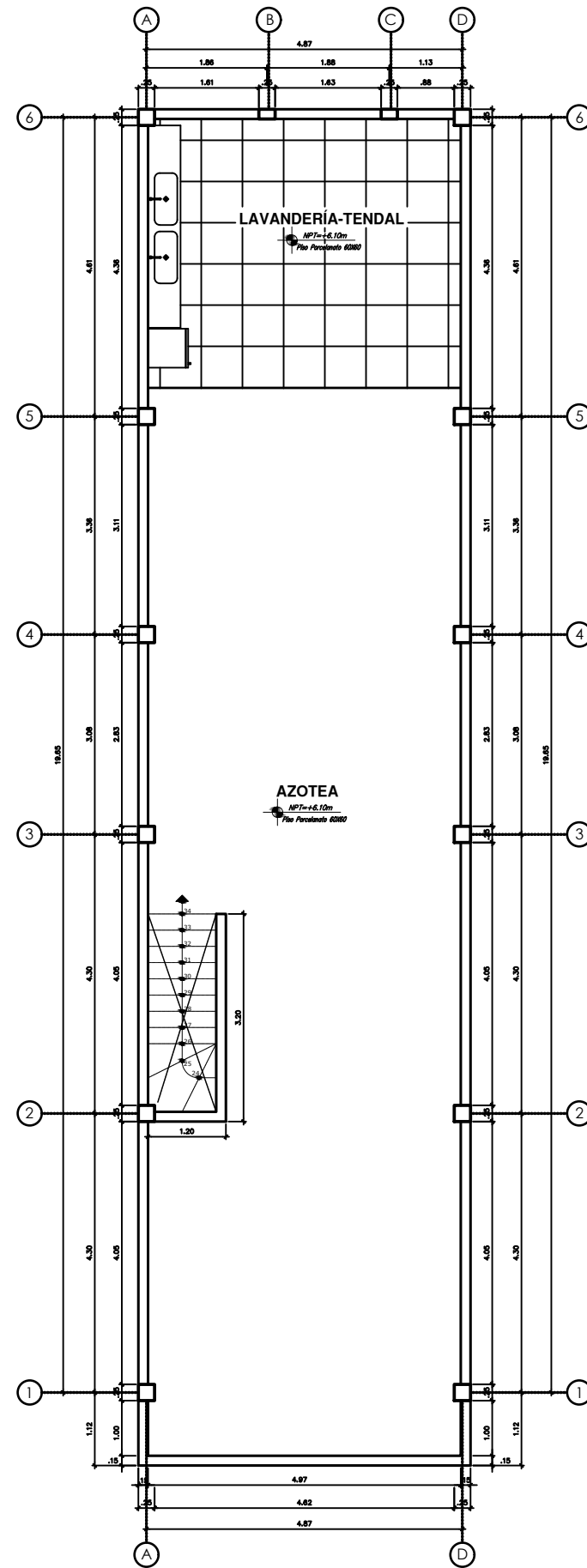
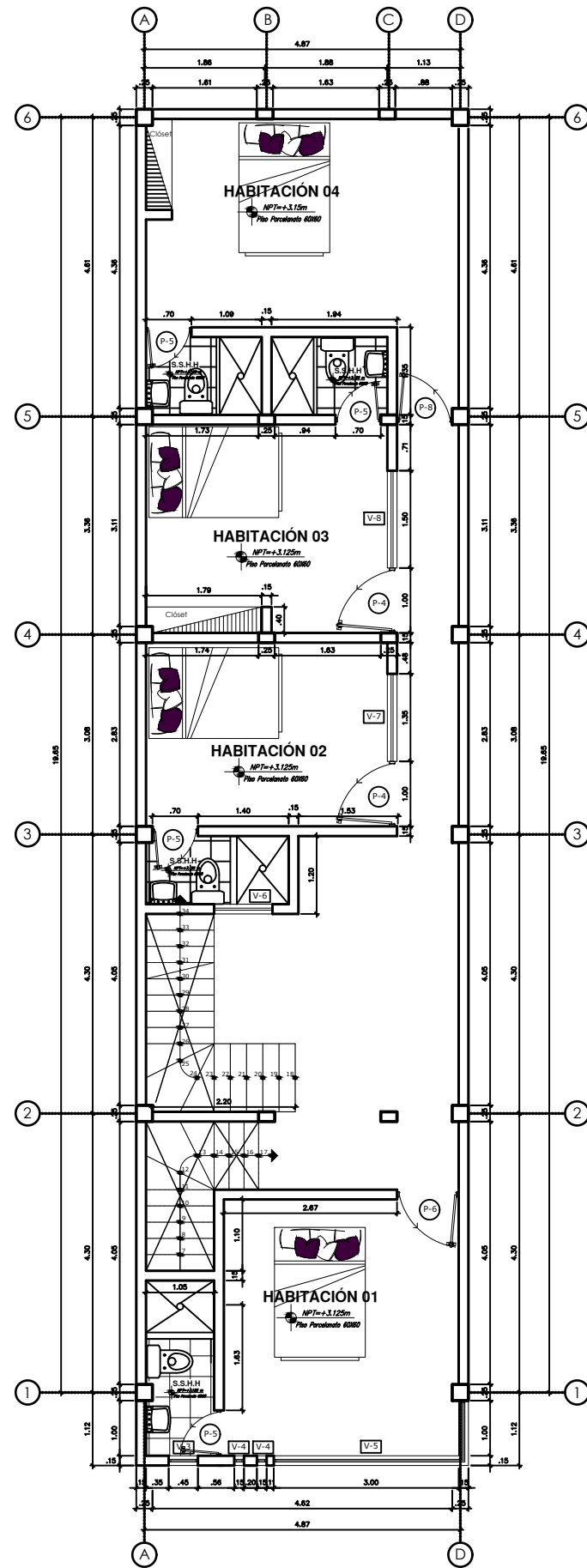
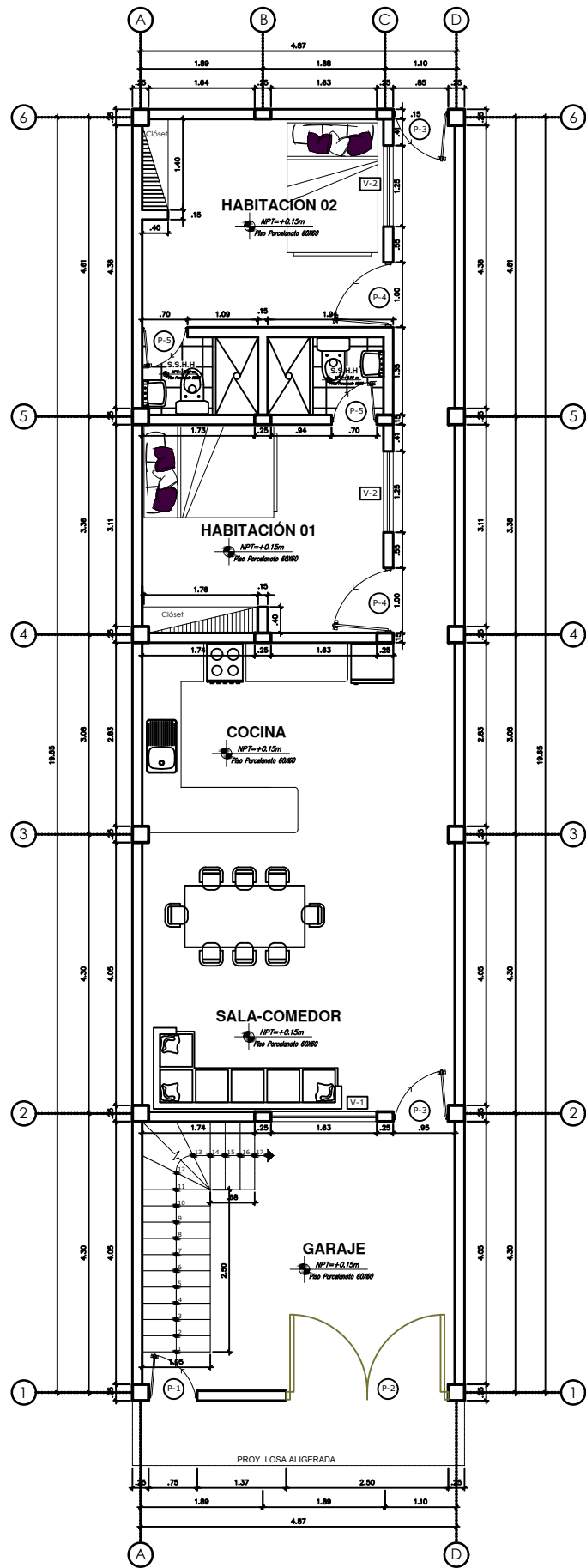


AZOTEA
ESCALA: 1/50

CUADRO DE VANOS				
PUERTAS				
TIPO	ANCHO (METROS)	ALTURA (METROS)	ALFEIZ (METROS)	OBSERVACIONES
P-1	2.45	2.40	-	Puerta Metálica de rejas 02 hojas, E=3.5cm, ángulo de abertura 0°, corrediza
P-2	1.10	2.40	-	Puerta Metálica 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°
P-3	0.82	2.40	-	Puerta Metálica de rejas 02 hojas, E=3.5cm, ángulo de abertura 0°, corrediza
P-4	1.00	2.30	-	Puerta Metálica 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°
P-5	0.70	2.50	-	Puerta de madera contraplacada con triplay 4mm, 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°
P-6	0.90	2.50	-	Puerta de madera apanelada, 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°
P-7	0.90	2.85	-	Puerta de madera apanelada, 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°
P-8	0.70	2.85	-	Puerta de madera contraplacada con triplay 4mm, 01 hoja, E=3.5cm, ángulo de abertura 90°

CUADRO DE VANOS				
VENTANAS				
TIPO	ANCHO (METROS)	ALTURA (METROS)	ALFEIZ (METROS)	OBSERVACIONES
V-1	2.55	1.30	1.10	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-2	0.90	0.50	2.70	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-3	1.45	1.85	1.10	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-4	0.80	0.50	2.35	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-5	3.50	1.75	1.10	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-6	1.00	0.50	2.35	Ventana baja - Vidrio cristal TEMPLADO, e=1cm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-7	1.45	1.50	1.10	Ventana baja - Vidrio cristal TEMPLADO, e=1cm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-8	0.90	0.50	2.35	Ventana baja - Vidrio cristal TEMPLADO, e=1cm con protector de aluminio cuadrado de 1" x 1".

	UNIVERSIDAD NACIONAL	
	TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	
TESIS : EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA REFORZADOS CON MALLAS ELECTROSOLDADAS, SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS, 2021		
PLANO : ARQUITECTURA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	PROPIETARIOS : SR. HELBER E. GALVEZ RODAS SRA. JACKIE C. FLORES MARIN	Nº DE LAMINA : <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">A-03</div>
ESCALA : 1 : 50	TESISTA : ANTHONY ALVITES TRIGOSO	FECHA : FEBRERO - 2022



CUADRO DE VANOS

PUERTAS

TIPO	ANCHO (METROS)	ALTURA (METROS)	ALFEIZ (METROS)	OBSERVACIONES
P-1	0.75	2.60	-	Puerta Metálica de rejas 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°
P-2	2.50	2.60	-	Puerta Metálica de rejas 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°
P-3	0.85	2.60	-	Puerta Metálica 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°
P-4	1.00	2.80	-	Puerta de madera 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°
P-5	0.70	2.80	-	Puerta de madera contraplacada con triplay 4mm, 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°
P-6	0.80	2.60	-	Puerta de madera 01 hoja, E=3.5cm, angulo de abertura 90°

CUADRO DE VANOS

VENTANAS

TIPO	ANCHO (METROS)	ALTURA (METROS)	ALFEIZ (METROS)	OBSERVACIONES
V-1	1.63	1.50	1.10	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-2	1.25	1.50	1.10	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-3	Diámetro=0.45	2.35	-	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-4	0.15	0.60	2.20	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-5	4.00	1.70	1.10	Ventana alta - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm tejido con aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-6	0.90	0.40	2.40	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con ptector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-7	1.35	1.70	1.10	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con ptector de aluminio cuadrado de 1" x 1".
V-8	1.50	1.70	1.10	Ventana baja - Vidrio SIMPLE incoloro, e=2mm con ptector de aluminio cuadrado de 1" x 1".



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

TESIS : EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA REFORZADOS CON MALLAS ELECTROSOLDADAS, SECTOR PUEBLO VIEJO, BAGUA GRANDE, AMAZONAS, 2021

PLANO : ARQUITECTURA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	PROPIETARIOS : SRA. LUCILA CUEVA ESPINOZA	Nº DE LAMINA :
ESCALA : 1 : 50	TESISTA : ANTHONY ALVITES TRIGOSO	FECHA : FEBRERO - 2022

A-03