

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración
de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Nicole Alexandra Herrera Campos

ASESOR

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

<https://orcid.org/0000-0002-5321-8500>

Chiclayo, 2024

**Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la
restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de
Lambayeque**

PRESENTADA POR

Nicole Alexandra Herrera Campos

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Jose Alberto Acero Martinez

PRESIDENTE

Jose Alfredo Rolando Cespedes

SECRETARIO

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

VOCAL

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres que con mucho esfuerzo me brindaron la oportunidad de una educación de calidad para ser una excelente profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la sabiduría para afrontar todas las situaciones que han hecho que me convierta en una persona más fuerte.

A mis padres por siempre creer en mi e impulsarme a dar lo mejor de mí, que jamás dejaron que me rinda y sobre todo me dieron mucho amor y comprensión.

A mis hermanos por su tolerancia y alegrías en mis momentos difíciles.

A toda mi familia por siempre alentarme a ser mejor y creer en mí.

A mi Canelita por siempre cuidarme, acompañarme y darme mucho amor.

A mis amigos de la universidad por su apoyo incondicional y su amistad verdadera.

TESIS - NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	7%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	15
Abstract	16
Introducción	17
Revisión de literatura	20
Materiales y métodos	32
Resultados y discusión	37
Identificación de las fallas estructurales presentes en la casona	37
Tipos de reforzamiento estructural en adobe más adecuados para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia	41
Estudio del nivel freático en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque	46
Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, mediante ensayos de laboratorio	48
Modelo de la estructura de adobe sin reforzamiento, empleando el software SAP2000	54
Modelado de la estructura de adobe con reforzamiento, empleando el software SAP2000	62
Análisis de los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura de adobe con y sin reforzamiento	67
Análisis de los resultados de desplazamientos	67
Análisis de los resultados de esfuerzos	68
Análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado	69

Conclusiones	95
Recomendaciones	98
Referencias	99
Anexos	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
Tabla 2: Matriz de consistencia.....	36
Tabla 3: Cuadro comparativo de tipos de reforzamiento en estructuras de adobe.....	42
Tabla 4: Dimensiones de los bloques de adobe.....	51
Tabla 5. Resultados del ensayo de compresión de bloques de adobe	53
Tabla 6: Rangos para las propiedades mecánicas de mampostería de adobe y tapia pisada....	53
Tabla 7: Definición de materiales en SAP2000	55
Tabla 8: Metrado de cargas para paños1, 2, 3 y 5 del primer piso.....	55
Tabla 9: Metrado de cargas para paños 4,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 del primer piso, y paños 1, 2, 3 y 5 del segundo piso	55
Tabla 10: Parámetros sísmicos para la fuerza sísmica horizontal	56
Tabla 11. Desplazamientos máximos en dirección “X” y “Y” en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en “X” y “Y”	58
Tabla 12. Esfuerzos en los muros de adobe sin reforzar, aplicando sismo dinámico en dirección “X” y “Y”	62
Tabla 13. Desplazamientos máximos en dirección “X” y “Y” en la estructura de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en “X” y “Y”	64
Tabla 14. Esfuerzos máximos en los muros de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección “X” y “Y”.....	67
Tabla 15: Cuadro comparativo de esfuerzos máximos distribuidos en muros de adobe sin reforzar y con reforzamiento	69
Tabla 16: Espesor o peralte mínimo en losas	70
Tabla 17. Predimensionamiento de losa aligerada en primer piso	71
Tabla 18: Predimensionamiento de losa aligerada en segundo piso	71
Tabla 19: Predimensionamiento de losa maciza en primer piso	71
Tabla 20: Predimensionamiento de columnas de primer piso.....	73
Tabla 21: Predimensionamiento de columnas de primer piso.....	74
Tabla 22: Predimensionamiento de columnas de segundo piso	74
Tabla 23: Predimensionamiento de vigas en "X" del primer y segundo piso	75

Tabla 24: Predimensionamiento de vigas en "Y" del primer y segundo piso	75
Tabla 25: Periodo fundamental de vibración	76
Tabla 26: Periodos "TP" y "TL"	77
Tabla 27: Sistemas estructurales	77
Tabla 28: Verificaciones por participación modal	78
Tabla 29: Verificaciones de derivas en dirección "X"	78
Tabla 30: Verificaciones de derivas en dirección "Y"	79
Tabla 31: Metrado de cargas para paños 1,2,3,4,5 y 8 del primer nivel	81
Tabla 32: Metrado de cargas para paños 6,7,9,10,11,12,13,14,15,16, y 7 del primer nivel	81
Tabla 33: Metrado de cargas para losa maciza en primer nivel	81
Tabla 34: Metrado de cargas para paños 1,2, 3,4,5,6 y 7 del segundo nivel	81
Tabla 35: Diseño de acero en losa aligerada con $\mu(+)$ para primer piso.....	82
Tabla 36: Diseño de acero de temperatura en losa aligerada de primer piso	82
Tabla 37: Verificación de cortante en vigueta de losa aligerada del primer piso	83
Tabla 38: Diseño de acero en losa aligerada con $\mu(-)$ para primer piso.....	83
Tabla 39: Diseño de acero en losa aligerada con $\mu(+)$ para segundo piso	84
Tabla 40: Diseño de acero de temperatura en losa aligerada de segundo piso.....	84
Tabla 41: Verificación de cortante en vigueta de losa aligerada del segundo piso.....	85
Tabla 42: Diseño de acero en losa aligerada con $\mu(-)$ para segundo piso	85
Tabla 43: Diseño de losa maciza en el paño 1' del primer piso.....	86
Tabla 44: Verificación por cortante de losa maciza en el paño 1' del primer piso.....	86
Tabla 45: Verificación de cortante en tramo 1 de escalera	91
Tabla 46: Verificación de cortante en tramo 2 de escalera	92
Tabla 47: Resumen de metrados de estructuras del nuevo diseño de concreto armado.....	93
Tabla 48: Metrados de propuesta de reforzamiento estructural con mallas de sogas sintéticas en muros de adobe.....	93
Tabla 49: Comparativa de costos	94
Tabla 50: Diseño por flexión de vigas en "X" del primer piso	112

Tabla 51: Diseño de acero en vigas en "X" del primer piso.....	113
Tabla 52: Diseño por flexión de vigas en "X" del segundo piso.....	114
Tabla 53: Diseño de acero en vigas en "X" del segundo piso.....	114
Tabla 54 Diseño por flexión de vigas en "Y" del primer piso	115
Tabla 55: Diseño de acero en vigas en "Y" del primer piso.....	116
Tabla 56: Diseño por flexión de vigas en "Y" del segundo piso.....	117
Tabla 57: Diseño de acero en vigas en "Y" del segundo piso.....	117
Tabla 58: Diseño por cortante de vigas en "X" del primer piso.....	118
Tabla 59: Diseño por cortante de vigas en "X" del primer piso.....	119
Tabla 60: Diseño por cortante de vigas en "X" del segundo piso	119
Tabla 61: Diseño por cortante de vigas en "Y" del primer piso.....	120
Tabla 62: Diseño por cortante de vigas en "Y" del primer piso.....	121
Tabla 63: Diseño por cortante de vigas en "Y" del segundo piso	122
Tabla 64: Diseño de columnas por cortante	123
Tabla 65: Diseño por flexocompresión de placa en L.....	124
Tabla 66: Capacidad resistente de placa en L " ΦR_n "	125
Tabla 67: Combinaciones generales del sismo - diseño "Ru"	125
Tabla 68: Diseño de placa por corte.....	126
Tabla 69: Metrados del nuevo diseño con concreto armado.....	129
Tabla 70: Metrados de reforzamiento en casona de adobe	131
Tabla 71: Análisis de costos unitarios para el nuevo diseño con concreto armado	131
Tabla 72: Análisis de costos unitarios del reforzamiento en adobe	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del daño observable en elementos estructurales	40
Figura 2. Clasificación del daño medio.....	41
Figura 3: Distribución de paños en losa del primer piso	56
Figura 4: Distribución de paños en losa del segundo piso	56
Figura 5: Espectro de diseño del modelamiento de la casona de adobe.....	57
Figura 6: Load Cases del modelamiento de la casona de adobe	57
Figura 7: Combinaciones de carga del modelamiento de la casona de adobe.....	58
Figura 8: Desplazamientos en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "X"	59
Figura 9: Desplazamientos en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "Y"	59
Figura 10: Distribución de esfuerzos principales aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe sin reforzar. Esfuerzos S11 y S22 (Ton/m ²)	60
Figura 11: Distribución de esfuerzos cortantes aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe sin reforzar. Esfuerzos S12 (Ton/m ²).....	61
Figura 12: Modelo de muros de adobe con elementos "link"	63
Figura 13: Desplazamientos en la estructura de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y"	64
Figura 14: Distribución de esfuerzos principales aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe con reforzamiento. Esfuerzos S11 y S22 (Ton/m ²)	65
Figura 15: Distribución de esfuerzos cortantes aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe con reforzamiento. Esfuerzos S12 (Ton/m ²).....	66
Figura 16: Estructuración de primer y segundo piso.....	70
Figura 17: Áreas tributarias del primer y segundo piso	73
Figura 18: Requisitos para las vigas.....	74
Figura 19: Distribución de varillas de acero longitudinales en Eje F, tramo 3-4.....	80
Figura 20: Distribución de estribos en eje 9, tramo A-B.....	80
Figura 21: Distribución de acero en columnas de 30 cm x 25 cm / 25 cm x 25 cm	87
Figura 22: Diagrama de interacción de la columna de 30 cm x 25cm, en el eje "X".....	87

Figura 23: Diagrama de interacción de la columna de 30 cm x 25cm, en el eje "Y"	88
Figura 24: Diseño de acero en placa L del primer y segundo piso	89
Figura 25: Diagrama de interacción de la placa L en el eje "X"	89
Figura 26: Diagrama de interacción de la placa L en el eje "Y"	90
Figura 27: Distribución de acero en tramo 1 de escalera	91
Figura 28: Distribución de acero en tramo 2 de escalera	92

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Grieta vertical de 4 mm en encuentro de muros	37
Fotografía 2. Grieta de 3mm de espesor, ubicada en la esquina de ventana	38
Fotografía 3: Grieta vertical de 4 mm sobre el muro.	38
Fotografía 4. Grietas diagonales de 3mm de espesor sobre muro	39
Fotografía 5. Grieta diagonal de 3mm de espesor, ubicada en esquina de ventana	39
Fotografía 6. Excavación de calicata de 1m x 1m.....	46
Fotografía 7. Verificación del nivel freático	46
Fotografía 8. Profundidad en cual se encuentra el nivel freático	47
Fotografía 9. Extracción de muestra que indica que se llegó al nivel freático del suelo.....	47
Fotografía 10. Muestra seca de unidad de adobe	48
Fotografía 11. Muestra húmeda de unidad de adobe.....	48
Fotografía 12. Muestra de adobe siendo colocada dentro del horno	49
Fotografía 13. Herramienta con la cual se trituró la unidad de adobe.....	49
Fotografía 14. Trituración de la unidad de adobe	49
Fotografía 15. Peso de la muestra de adobe + fiola + agua.....	50
Fotografía 16. Muestra saturada para determinar el % de absorción	50
Fotografía 17. Unidad de adobe siendo cortado con amoladora para obtener 3 bloques de adobe	51
Fotografía 18. Ancho del bloque 01	51
Fotografía 19. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del Bloque 03	52
Fotografía 20. Resistencia a la compresión del Bloque 02	52
Fotografía 21: Fachada de casona	104
Fotografía 22: Desprendimiento de muro en fachada de casona.....	104
Fotografía 23: Grieta sobre muro de fachada de casona	105
Fotografía 24: Grieta de 1.5 cm sobre alfeizar	105
Fotografía 25: Grieta horizontal sobre muro	106

Resumen

Ante la importancia de preservar los patrimonios históricos y culturales de nuestro país, surge la necesidad de reforzar sus estructuras, para el mejor desempeño estructural de las mismas durante el tiempo y ante cualquier evento sísmico. A partir de esta problemática, nace esta investigación, la cual tiene por objetivo general, evaluar y proponer los más adecuados tipos de reforzamiento estructural en adobe para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque. El trabajo consistió en la evaluación visual de la casona, a partir de la cual se anotaron las fallas presentes en una ficha de inspección visual, para posteriormente proponer diferentes soluciones de reforzamiento de acuerdo con la gravedad de los daños, después se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del material, estos resultados se introdujeron al software SAP2000 para poder modelar la estructura sin y con reforzamiento, luego se realizó la comparación de las mismas a partir del análisis de cada una de ellas. De los resultados obtenidos del modelamiento de la casona con los muros reforzados con malla de sogas sintéticas, se concluye que el reforzamiento mejora el comportamiento sísmico disminuyendo los desplazamientos y esfuerzos principales y cortantes en los muros de adobe.

Palabras clave: Reforzamiento estructural, malla de sogas sintéticas, evaluación estructural, adobe.

Abstract

Given the importance of preserving the historical and cultural heritage of our country, the need arises to reinforce its structures, for the best structural performance of the same over time and in the event of any seismic event. From this problem, this research was born, which has the general objective of evaluating and proposing the most appropriate types of structural reinforcement in adobe for the restoration of the mansion of the charitable society, Lambayeque district. The work consisted of the visual evaluation of the house, from which the failures present in a visual inspection sheet were noted, to later propose different reinforcement solutions according to the severity of the damage, then laboratory tests were carried out. To determine the physical and mechanical properties of the material, these results were entered into the SAP2000 software to be able to model the structure without and with reinforcement, then they were compared from the analysis of each one of them. From the results obtained from the modeling of the house with the walls reinforced with synthetic ropes, it is concluded that the reinforcement improves the seismic behavior by reducing the displacements and main and shear stresses in the adobe walls.

Keywords: Structural reinforcement, synthetic rope mesh, structural evaluation, adobe.

Introducción

En la actualidad, mundialmente los patrimonios históricos de muros de adobe, están sujetos a sufrir daños severos y en muchos casos hasta el colapso parcial y total de la estructura ante un evento sísmico de considerable magnitud, ocasionando considerables pérdidas económicas y lamentables pérdidas de vidas humanas, su vulnerabilidad enraíza en la carencia de refuerzos necesarios en los muros de adobe, que muchas veces son de baja calidad, dimensionados y asentados de manera incorrecta, entre otras más causas por las que estas viviendas llegan a presentar fallas estructurales que comprometen a la estructura de manera grave ante un evento sísmico.

Lambayeque es uno de los distritos que posee muchas casonas de adobe [1] que son consideradas patrimonio por su valor histórico y cultural, de ahí parte la importancia de conservarlas a pesar de las fallas que estén presentes en su estructura. Además, cuenta con 76 inmuebles declarados monumentos [2], de los cuales el 30% se encuentra en ineludible riesgo de colapsar [3], se ha estimado que en el centro histórico de Lambayeque ya han desaparecido aproximadamente 20 inmuebles declarados monumentos, debido a que representaban un peligro para la población del distrito de Lambayeque.

La casona perteneciente a la beneficencia, declarada también como patrimonio cultural colonial [4], se encuentra en muy mal estado de conservación, presentando diversas fallas y daños severos en su estructura, causados por la falta de mantenimiento por parte de sus propietarios y la falta de su reforzamiento para resistir las fuerzas del sismo, necesita del reforzamiento de su estructura, para su mejor desempeño estructural durante el tiempo y ante cualquier evento sísmico, debido a la importancia de preservar los patrimonios históricos y culturales de nuestro país.

Esta investigación benefició a toda la población del distrito de Lambayeque, ya que, al pertenecer esta casona a la sociedad de la beneficencia, esta se acondicionó como comedor público, permitiendo de esta manera que personas necesitadas que lo requieran pudieran ocuparla, además se adecuó un espacio como biblioteca y cabinas de internet, que permitió que jóvenes puedan estudiar ahí.

De igual manera, proporcionó seguridad no solo para los ocupantes sino también para toda la población en general que a diario transitan por fuera de la casona, evitando de esta manera pérdidas de vidas humanas o lesiones graves, ya que corrían el riesgo de que esta pueda colapsar en cualquier momento.

Debido a que la casona perteneciente a la sociedad de la beneficencia es declarada Monumento Histórico del Perú, por ser de tipo “Arquitectura civil declarada” según el Ministerio de Cultura en su Relación de inmuebles declarados patrimonio en la ciudad de Lambayeque, es de gran importancia su conservación, por ello se propuso el reforzamiento de la misma para evitar la pérdida de este inmueble con gran valor cultural, debido a que con el transcurso del tiempo, varios de los patrimonios que se encuentran en el centro histórico de Lambayeque han desaparecido por la falta de un reforzamiento adecuado para poder resistir eventos sísmicos y del escaso mantenimiento de estos inmuebles.

Esta investigación aportará a futuras investigaciones que decidan enfocarse en la restauración de casonas o patrimonios históricos de adobe a través de su reforzamiento estructural, permitiendo de esta manera, poder inspirar a reforzar las demás casonas que lo necesiten, proporcionándoles mayor rigidez a estas estructuras de adobe, volviéndolas menos vulnerables frente a las fuerzas sísmicas, reduciendo así el riesgo que representan para la población del distrito de Lambayeque.

Por otro lado, también servirá de guía metodológica para futuras investigaciones, dando a conocer la técnica de reforzamiento empleada de acuerdo con los daños presentes en la estructura de adobe, aumentando de esta manera la información sobre el tema. Ya que esta investigación permite conocer y comparar el comportamiento de una edificación de adobe antes y después de ser reforzada, independientemente de la técnica que se emplee, los reforzamientos proporcionan mayor resistencia ante eventos sísmicos, mayor estabilidad y rigidez en las edificaciones de adobe.

Condor y Molina en su tesis “ Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – patrimonio cultural Lima – Perú”, realizaron el reforzamiento estructural a la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – Lima – Perú; debido a que es un patrimonio cultural y debe conservarse, ante ello plantearon como objetivo general determinar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influyen en el comportamiento estructural de sus muros de adobe. Para ello se usó el software ETABS versión 2017 para el modelamiento de la estructura y poder obtener los desplazamientos, esfuerzos principales y esfuerzos cortantes de los muros de la estructura. Ante ello, se plantearon dos opciones de refuerzo: la geomalla biaxial y la malla electrosoldada, para determinar un solo tipo de reforzamiento, ambos refuerzos se compararon no solo por su comportamiento estructural, sino también de manera económica a través de un presupuesto, a partir de ello se elige la geomalla biaxial como técnica de reforzamiento. Los resultados obtenidos de derivas, aplicando un sismo con aceleración de

0.175g a los muros reforzados con geomalla biaxial, cumplen con el valor máximo de distorsión de entrepiso la cual se indica en la Norma E030 que debe ser 0.005. Como resultados se obtiene que los esfuerzos al corte y los esfuerzos de tracción disminuyen considerablemente, optimizando sus valores en un promedio del 70%. El reforzamiento empleando geomalla biaxial en muros de adobe controla los esfuerzos por corte mejorando la ductilidad de la estructura y manteniendo su capacidad de deformación en el rango elástico; proporcionando también mayor durabilidad ante los agentes externos climáticos.

Al igual que esa investigación existen diversas que han sido revisadas y han servido de apoyo para la presente investigación, ya que el procedimiento también consta de realizar ensayos para determinar propiedades físicas y mecánicas de los materiales, para luego modelar la estructura con el software de apoyo SAP2000, donde a partir del modelamiento se determina de manera más eficaz los puntos críticos y con ello la técnica de reforzamiento más adecuada, ya sea con geomallas, mallas electrosoldadas, sogas sintéticas, entre otras más técnicas de reforzamiento para muros de adobe.

Se definió como objetivo general evaluar y proponer el reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, para alcanzar dicho objetivo, se establecieron los siguientes objetivos específicos: identificar las fallas estructurales presentes en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque a un estado de colapso; establecer los tipos de reforzamiento estructural en adobe más adecuados para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque; realizar el estudio del nivel freático en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque; determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, mediante ensayos de laboratorio; modelar la estructura de adobe con y sin reforzamiento, empleando el software SAP2000; analizar los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura de adobe con y sin reforzamiento; realizar un análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Torres, Jorquera [5], a partir del terremoto de Maule de 8.8Mw de magnitud suscitado en el 2010, se reconstruyeron, a través de un programa gubernamental, muchos de los patrimonios culturales que sufrieron daños severos, sin embargo, estas restauraciones no fueron basadas en normas específicas, ya que para ese entonces eran escasas. Tomando esta problemática, nace esta investigación que pretende analizar y comparar las diferentes técnicas de reforzamiento que se ejecutaron en las distintas edificaciones dañadas. Por medio de análisis, se llegó a la conclusión que muchas de las técnicas empleadas se basaron en estudios, investigaciones, normas, ensayos o manuales de otros países como Perú y Colombia, y que si bien estas técnicas funcionan en estos países, nada puede cerciorar que los confinamientos con madera, armaduras horizontales de madera, tabiques estructurales, refuerzos con mallas electrosoldada o geomalla, entre otras técnicas, sean seguras y fiables en Chile, puesto que no se encuentran bajo las mismas condiciones locales y tipologías constructivas, ello implica un riesgo para toda la población ante un evento sísmico, así pues es de vital importancia que en Chile se desarrollen estudios científicos que permitan obtener resultados respecto a las condiciones de mejoramiento de resistencia con los refuerzos presentados, para que de esta manera la aplicación de distintos sistemas de refuerzo se desempeñen de mejor manera ante futuros sismos.

Escamirosa, Arroyo, Peralta [6], México, particularmente la ciudad de Chiapa de Corzo, resalta por la arquitectura colonial y los tipos de viviendas tradicionales que poseen, consideradas muchas de estas como patrimonio histórico y cultural de México y del mundo; sin embargo, muchas de ellas se encuentran en abandono y expuestas a factores del clima como la lluvia y el viento, además de no contar con un mantenimiento gradual que permita la conservación de las mismas. Ante esta problemática surge esta investigación, que tuvo como objetivo evaluar la capacidad sismorresistente de las viviendas de adobe reforzadas estructuralmente a través de membranas de concreto reforzado con malla de alambre electrosoldada y fijada en ambas caras de los muros de adobe. Para ello se empleó una técnica de reforzamiento con mallas electrosoldadas y mortero, a fin de preservar el patrimonio, ofreciendo mayor seguridad a los habitantes. La capacidad sismorresistente fue medida in situ con ayuda de acelerógrafos, antes y después de reforzar la vivienda, obteniendo como resultados la disminución del valor máximo del período fundamental de vibración, afirmando de esta manera el incremento de la capacidad sismorresistente de los muros. También se elaboró un modelo analítico tridimensional representativo para analizar cómo se comportaría la vivienda ante eventos sísmicos, aplicando el método de elementos finitos. Los resultados

comprueban que existe similitud con los análisis realizados en campo, disminuyendo el periodo de vibración en un 13%; así como también la disminución de los desplazamientos laterales en un 45%.

Pico, Ruiz [7], confirman que la ciudad de Bogotá contaba con muchas edificaciones consideradas patrimonio cultural, histórico y arquitectónico, sin embargo, debido a su construcción en épocas muy antiguas donde no se contaban con requerimientos estructurales como normas sismorresistentes, nace la necesidad de solucionar esa problemática, mediante reforzamientos estructurales a fin de cumplir con las normas actuales, garantizando la resistencia y seguridad en dichas estructuras. Es así como esta investigación plantea realizar el estado del arte de las construcciones de patrimonio cultural en Bogotá D.C., comparando diferentes tipos de reforzamiento estructural, donde principalmente se identificarán los sistemas constructivos empleados, sus características, su eficacia y limitaciones de los diferentes tipos de de reforzamiento, así como también, las fallas estructurales típicas presentes en las edificaciones de patrimonio cultural. A partir de ello, se concluye que las principales técnicas de refuerzo en construcciones de adobe y tapia son: el reforzamiento con madera, reforzamiento metálico y vigas de coronación, si bien es cierto que la implementación de cualquiera de estos reforzamientos dependerá del criterio del ingeniero estructural a cargo, no es suficiente solo una identificación a partir de investigaciones, sino que es necesario conocer las propiedades y comportamientos de los materiales, y ello se hace a partir de ensayos físico – mecánicos realizados en laboratorio, obteniendo estos resultados ya se puede definir más adecuadamente un tipo de reforzamiento.

Quispe [8], en Puno existen diversos patrimonios culturales que necesitan ser conservados por su valor histórico, así como lo es la Capilla “Cristo Pobre” que presenta en su infraestructura grietas, degradación de sus muros, además de tener apuntalamientos provisionales. Todas estas fallas causadas por diversos factores como el tiempo, lluvias, heladas, falta de mantenimiento, etc. Ante esta problemática, se planteó la propuesta de su reforzamiento estructural, a partir de su análisis estructural y ensayos de laboratorio que determinen las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados. De acuerdo a los ensayos de contenido de humedad, gravedad específica, densidad de masa, límites de consistencia, composición granulométrica, clasificación de suelos, se obtuvieron resultados que no cumplen con el rango establecido en la norma técnica. En los ensayos mecánicos, se obtuvo una resistencia a la compresión de 6.12 Kg/cm², que es el 51.00% de 12 kg/cm² de resistencia a la compresión mínima según la Norma Técnica E-080 Adobe. Por último, con todos esos datos obtenidos, se propusieron diferentes soluciones como el refuerzo externo con viga collar de madera, refuerzo en esquinas con

madera, reconstrucción de los muros de adobe y construcción de contrafuertes, de acuerdo con el modelamiento realizado en el programa SAP2000, estos refuerzos evidencian el mejor desempeño de la estructura ante un evento sísmico, ya que los desplazamientos de muros disminuyen y existen menos aparición y propagación de fisuras.

Gómez [9], confirma que en Cajamarca existen en su mayoría, edificaciones de adobe, muchas de estas funcionan como instituciones educativas que albergan una considerable cantidad de personas, que se encuentran en riesgo debido a que estas instituciones presentan problemas estructurales. Ante ello surge esta investigación que pretende determinar y analizar la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones Juan Clemente Vergel y Nuestra Señora de la Merced Instituciones Educativas Públicas de adobe ubicadas en el centro Histórico de Cajamarca. Se empezó por la evaluación de ambas estructuras para determinar el tipo de falla y sus causas ya sean por factores como la humedad, el tiempo y uso que se le ha dado a la edificación. Luego, se realizaron ensayos, donde se obtuvieron resultados muy bajos para la densidad de los muros en ambas edificaciones, como 9.07% y 5.84% - 3.16% y 2.44% siendo inadecuados de acuerdo con el valor mínimo requerido y establecido en la Norma E.080. También se realizaron ensayos a compresión, en 12 cubos de 0.1x0.1x0.1 m de lado del material, de este ensayo se tuvo como resultado una resistencia máxima a compresión de 5.645 Kg/cm², menor al mínimo admisible de 10.2 Kg/cm² según la E.080. Además, su comportamiento ante fuerzas horizontales no es el más adecuado, presentando también inestabilidad en sus muros no portantes y falta de reforzamiento en los elementos estructurales principales, lo que significa que ambas instituciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta y ante un sismo de gran magnitud pueden sufrir severos daños con muy altas probabilidades que llegue al colapso, y de pérdidas de vidas humanas.

Escobar, Rivera [10], afirman que Cusco posee casonas coloniales que tienen gran valor cultural e histórico para nuestro país, sin embargo, con el pasar del tiempo, la falta de mantenimiento, factores como lo son las lluvias y el clima húmedo, han afectado de manera significativa estas estructuras que en su mayor parte son hechas de adobe, lo cual las convierte en un riesgo para la población debido a que es considerado un material altamente vulnerable ante cualquier actividad sísmica. Ante ello, se propone una técnica de reforzamiento estructural que sea capaz de controlar los desplazamientos y esfuerzos de los muros de adobe, proporcionando mayor resistencia y rigidez ante cargas de servicio y sísmicas. Para establecer el más adecuado tipo de reforzamiento, se realizó el análisis sísmico de la zona, luego se determinó la gravedad de los daños estructurales presentes en los muros portantes, después se determinaron las propiedades físico- mecánicas de sus materiales, donde se ensayaron 3 cubos

prismáticos de $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ que arrojaron una resistencia a la compresión promedio baja de 8.47 kg/cm^2 , posteriormente se estimaron los esfuerzos y desplazamientos mediante la aplicación de cargas estáticas y sísmicas, en su estado antes y después de aplicar la técnica de reforzamiento propuesto, la cual fue el sistema de reforzamiento estructural con tensores de acero “diafragma de diamante” aplicable en conjunto con la viga collar, mediante el programa SAP2000. Así es como, mediante una comparación de la estructura antes y después de reforzar, se observó la disminución de las deformaciones generando que la rigidez de los muros no se vea alterada significativamente, y que ahora existe una mejor redistribución de los esfuerzos máximos.

Condor y Molina [11], mencionan la problemática que existe en nuestro país y su patrimonio cultural, el cual se encuentra en peligro de desaparición, debido a la falta de mantenimiento para la conservación del mismo, es por ello que este trabajo de investigación tiene por objetivo general determinar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influyen en el comportamiento estructural de los muros de adobe, es decir, pretende proporcionarle un reforzamiento estructural a la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – patrimonio cultural Lima – Perú; a partir de la aplicación de una geomalla biaxial en sus muros de adobe haciendo uso del software ETABS versión 2017, teniendo en cuenta las propiedades del adobe proporcionadas por la Norma E080, del modelamiento se obtendrán resultados de desplazamientos, esfuerzos de tracción y corte de los muros de la edificación. Se tuvieron dos opciones de refuerzo: la geomalla biaxial y la malla electrosoldada, para determinar un solo tipo de reforzamiento, ambos refuerzos se compararon no solo por su comportamiento estructural, sino también de manera económica a través de un presupuesto, a partir de esta comparación se decide elegir la geomalla biaxial como reforzamiento. Los resultados aplicandoun sismo con aceleración de $0.175g$ sobre los muros reforzados, cumplen con las derivas establecidas en la norma E030. Al igual que los desplazamientos, los esfuerzos por tracción y esfuerzos cortantes también disminuyeron alrededor de un 70%. De ello, se comprueba que el reforzamiento de muros de adobe con geomalla controla los esfuerzos cortantes mejorando la ductilidad de la estructura, manteniendo su capacidad de deformación dentro del rango elástico, produciendo una falla frágil.

Bases teóricas

Norma E020 – “Cargas”

En el diseño de cualquier edificación, es necesario aplicar esta norma que establece valores de cargas mínimas bajo condiciones de servicio, para que en la estructura no se generen esfuerzos ni deformaciones que se excedan a las ya establecidas, permitiendo que la estructura resista a las cargas que se le aplique de acuerdo con el uso que se le dé. Por ningún motivo, deben emplearse valores menores a los ya establecidos en esta Norma [12].

Norma E030 – “Diseño Sismorresistente”

Esta norma indica las condiciones mínimas que deben aplicarse en el diseño sismorresistente ya sean de edificaciones nuevas, reforzadas o a la reparación de las afectadas por sismos, para que, ante un evento sísmico, no deban colapsar ni presentar daños importantes que la comprometan, evitando pérdidas de vidas humanas [13].

Norma E060 – “Concreto armado”

Esta norma permite realizar el análisis y diseño de estructuras de concreto armado, preesforzado y concreto simple, según los criterios y estándares mínimos que se establecen [14].

Norma E080 – “Diseño y construcción con tierra reforzada”

Esta norma establece los criterios para el diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de adobe y tapial, se establecen las características físicas y mecánicas que deben tener estos materiales, teniendo en cuenta que estas edificaciones, ante un evento sísmico, deban tener un comportamiento estructural adecuado, pudiendo sufrir fisuras y deformaciones en sus muros, pero sin comprometer la vida de los ocupantes, no llegando así a fallas frágiles y colapsos parciales o totales [15].

Ensayo de humedad

Este ensayo está regido por la norma NTP 339.185 “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado” [16].

Esta Norma Técnica Peruana se basa en la norma ASTM C 566-13.

Determina el contenido de humedad que tiene una muestra ya sea de agregado fino o grueso.

La humedad que incluye es la superficial y la que está contenida en los poros del agregado.

Se toma una muestra representativa de la muestra de agregado y se pesa, posteriormente se lleva al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se retira del horno después de transcurridas las 24 horas y se vuelve a pesar, se debe tener en cuenta el peso de la tara, la cual debe restarse. Finalmente se realizan los cálculos correspondientes para determinar el porcentaje de humedad del agregado, a partir de la siguiente ecuación:

$$P = 100(W - D)/D$$

Donde:

P = Contenido total de humedad de la muestra (%)

W = cantidad de muestra húmeda (g)

D = cantidad de muestra seca (g)

Ensayo de densidad relativa o peso específico

Este ensayo está regido por la norma NTP 400.022 “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino” [16], la cual está basada en la norma ASTM C 128-2012.

Este ensayo permite conocer la densidad relativa o gravedad específica de una muestra de agregado fino, permite conocer el volumen que ocupa el agregado en diferentes mezclas en base de un volumen absoluto [17].

La densidad aparente y la gravedad específica aparente hacen referencia al material sólidos que componen las partículas que constituyen el agregado, despreciando el espacio de los vacíos de poros donde pueda acceder el agua [17].

Por otro lado, el ensayo para determinar la cantidad de absorción de una muestra de agregado fino permite conocer el cambio de la masa cuando el agregado absorbe agua gracias a los poros de las partículas que lo permiten [17].

El procedimiento empieza con el llenado con agua de la fiola hasta alcanzar la raya que indica 1ml, seguidamente se pesa la fiola con la cantidad de agua dentro, posteriormente se agregan $55 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$ de muestra de agregado fino seco superficialmente, luego se vuelve a llenar con agua la fiola casi por completo, y se empieza a agitar manualmente para eliminar las burbujas de aire que puedan haber dentro, luego se coloca en baño maría a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ se va retirando parcialmente la fiola y agitándose, hasta que llegue a un estado de ebullición, finalmente se pesa la fiola con el agua y muestra dentro de la misma. Tienen que tomarse datos también solo del peso de la fiola [17].

Para determinar el contenido de absorción, se retira el agregado fino de la fiola y se lleva a secar al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se retira del horno después de transcurridas de 24 horas y se vuelve a pesar la muestra ya seca [17].

Finalmente se realizan todos los cálculos necesarios para obtener la densidad relativa o gravedad específica y el porcentaje de absorción de la muestra, a partir de las siguientes ecuaciones [17]:

$$\text{densidad relativa} = \frac{A}{(A + B - C)}$$

$$\% \text{Absorción} = 100 \times \frac{S - A}{A}$$

Donde:

A = peso de la muestra seca al horno (g)

B = peso de la fiola + agua hasta la raya de calibración (g)

C = peso de la fiola + peso de la muestra + agua hasta la raya de calibración (g)

S = peso de la muestra saturada superficialmente seca

Ensayo de resistencia a la compresión

Este ensayo consiste en la aplicación de una carga axial sobre el ladrillo de adobe, para ello se emplea una compresora, esta resistencia a la compresión se obtendrá a partir de la división de la carga máxima obtenida del ensayo entre el área de la sección transversal de la unidad de adobe, así como se muestra en la siguiente ecuación:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P=Carga axial (kg)

A=área de la sección comprimida del ladrillo de adobe (cm²)

De acuerdo con el artículo 8, especificado en la norma E080 [15], en el cual se habla sobre los ensayos de laboratorio para determinar los esfuerzos de rotura mínimos y la resistencia a compresión del material, estos deben seguir un procedimiento establecido y ciertos requisitos:

El ensayo de compresión del material deberá realizarse en cubos de adobe de 0.1x0.1x0.1 m de lado.

La resistencia última debe ser como mínimo: 10.2 kgf /cm

Deben hacerse 6 muestras, de las cuales se elegirá el promedio de las mejores 4 muestras en cuanto a resistencia.

Definiciones de conceptos relacionados directamente al tema

Adobe

Es un material empleado en la construcción de muros. Consiste en una mezcla de tierra, arcilla, agua y materiales orgánicos como paja, que se moldea en forma de ladrillos o bloques y se deja secar al sol [15].

Edificación de tierra reforzada

Es una edificación, la cual debe tener cimientos y sobrecimientos, muros, entrepisos y techos, arriostres verticales y horizontales, refuerzos y conexiones. Deben ser diseñados de acuerdo con los establecido en la Norma E080 [15].

Fisura o grieta estructural

Son aberturas presentes en muros, provocadas por cargas que sobrepasan la resistencia del material, causadas ya sean por factores como la gravedad, eventos sísmicos, accidentes u otros. La grieta tiene una abertura mayor a un milímetro, por otro lado, la fisura tiene una abertura igual o menor a un milímetro [15].

Evaluación estructural

Son los procesos, como ensayos, inspecciones visuales, análisis, que se realizan para determinar el estado estructural actual de cierta edificación [18].

Reforzamiento

Es un conjunto de actividades que permiten el incremento de la capacidad para resistir cargas, en una estructura.

Refuerzos en adobe

Elementos compatibles con el adobe, hechos de materiales con alta capacidad de resistencia a la tracción capaces de controlar los desplazamientos y esfuerzos del muro de adobe con presencia de fallas estructurales [15].

Vulnerabilidad sísmica

Es la evaluación y determinación de la capacidad de una edificación para resistir y responder de manera adecuada a las fuerzas generadas durante un sismo, con el objetivo de identificar el grado de vulnerabilidad o riesgo de mal comportamiento estructural [19].

Riesgo sísmico

Es el grado de pérdidas económicas y sociales en un sitio determinado, en función de su probabilidad de excedencia para un tiempo de exposición a la acción sísmica dado [19].

Restauración

Son las actividades que se realizan en una estructura para restablecer su apariencia inicial.

Patrimonio cultural

Es todo bien mueble o inmueble, objeto, costumbres, etc que forman parte del legado de la historia e identidad de la nación, es por ello la importancia de ser protegido y mantener su conservación, ya sea por su valor histórico, arquitectónico, religioso, tradicional, etc.

Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra

Dentro de un plan de intervención que desarrolle soluciones técnicas para el reforzamiento, mejoramiento y restauración de edificaciones de adobe consideradas patrimonio cultural de la nación, deberán cumplir con lo siguiente [15]:

Garantizar la vida de los que habiten en estas viviendas

Los bienes culturales que se encuentren adentro no se vean perjudicados

A partir de la aplicación de técnicas modernas y diseños de refuerzo, la durabilidad de la edificación aumente.

Siempre destaque el valor histórico y cultural del patrimonio, manteniendo en lo posible las técnicas y materiales empleados de manera tradicional.

La intervención sea la mínima necesaria para no comprometer la autenticidad original del patrimonio.

El adobe no deberá verse perjudicado por el empleo de refuerzos que no sean compatibles, ya que podrían generar grietas o deformaciones.

En la medida que sea posible siempre deberá mantenerse las condiciones originales del material.

Deberán recibir mantenimiento para su prospera conservación.

Tipos de daños en estructuras de adobe

Grietas y derrumbes

Hace referencia a la concentración de esfuerzos en los muros de adobe causados por el sismo [20].

Grietas diagonales en los muros

Este tipo de grietas se presentan cuando las fuerzas horizontales del sismo actúan en diferentes sentidos sobre el muro, superando su resistencia y, por ende, creando una grieta diagonal, debilitando de esta manera al muro con un nivel de gravedad serio [20].

Grieta vertical en encuentros de muros

Aparecen en los encuentros de los muros que trabajan en conjunto, que durante un evento sísmico importante intentan romperse, separarse, e incluso voltearse hacia afuera, esta grieta

vertical inicia en la parte superior del muro y se extiende hasta abajo del mismo, dejando a la estructura con un nivel de gravedad serio [20].

Grietas verticales en el centro superior de los muros largos

Se trata de fisuras verticales que se desarrollan en la zona superior y central de muros largos como resultado de las fuerzas sísmicas que actúan de manera perpendicular sobre ellos. Estas grietas son causadas por la excesiva esbeltez horizontal de los muros, lo cual provoca desplazamientos transversales significativos en la parte superior. Además, los esfuerzos de tracción por flexión contribuyen a la formación de estas fisuras. Estas grietas indican un nivel de gravedad medio, ya que en futuros eventos sísmicos existe la posibilidad de que la parte superior del muro colapse debido a estos daños [20].

Grieta horizontal en la parte inferior de los muros

Estas grietas se producen cuando la relación entre la altura y el espesor del muro es menor a 8, lo que se conoce como esbeltez vertical. En estas situaciones, cuando los muros son altos y delgados, durante un sismo, las fuerzas perpendiculares al muro pueden hacer que se separe de los muros transversales, generando grietas en las esquinas. Existe el riesgo de que el muro se vuelque hacia el exterior, ya sea desde su base o a mitad de altura. Por lo tanto, el nivel de gravedad de este tipo de grieta es significativo [20].

Grietas verticales en los apoyos de vigas

Este tipo de grietas aparecen debajo de las vigas y se propagan hacia la parte inferior del muro, son causadas por el punzonamiento generado por el sobrepeso del piso superior o el techo, también ocurre cuando las vigas se apoyan sobre el muro, ocasionando un nivel de gravedad serio [20].

Grietas y derrumbes, grietas generalizadas

Estas grietas aparecen en gran cantidad sobre la mayor parte de muros de la vivienda, ocasionando una situación general de daño de nivel serio, estas suelen aparecer debido a la ocurrencia de terremotos en la zona [20].

Agentes atmosféricos

Se refiere a deterioros debidos a la lluvia, la humedad, el viento y la temperatura [20].

Humedad en muros

La humedad en los muros inicia en la parte inferior y va ascendiendo hasta conseguir gran altura, esta se manifiesta como manchas oscuras sobre el muro, deteriorando también la pintura y muchas veces generando afloramiento de sales. Esta se produce cuando el agua del subsuelo sube, por capilaridad y en medios porosos, y busca su evaporación por medio de las caras de muro, debilitando el mismo [20].

Deterioro de enlucido en casas de adobe por uso de materiales incompatibles

El enlucido que se realiza sobre los muros de adobe es de un material incompatible como lo es el cemento y arena, al existir una transferencia de vapor entre los muros de adobe y el medio ambiente, con el enlucido, la humedad se concentra entre el muro de adobe y el enlucido, haciendo que el segundo, posteriormente se separe y se desprenda por pedazos [20].

Técnicas de reforzamiento estructural en adobe

De acuerdo con estudios realizados, estos son algunos de los tipos de reforzamiento que permiten incrementar la resistencia a las fuerzas sísmica, aumentar la capacidad de deformación y rigidez de las edificaciones de adobe, mejorando su comportamiento ante un evento sísmico. Para elegir una técnica adecuada de reforzamiento, debe evaluarse correctamente el tipo de daño frente al que estamos, para poder reforzar teniendo siempre en cuenta la compatibilidad de los materiales, según como lo detalla la norma E080.

Reforzamiento con mallas electrosoldadas

Este reforzamiento de mallas de alambre electrosoldadas sobre los muros de adobe, trabajan como vigas y columnas de confinamiento [21]. Esta malla permite que los muros de adobe sean capaces de soportar las fuerzas del sismo, haciéndolas más resistentes al corte, esta se coloca en hileras sobre todos los muros, posteriormente se tarraja con cemento y arena [22].

Reforzamiento con geomalla

El reforzamiento de muros de adobe con geomalla permite distribuir uniformemente las cargas, brindando rigidez y resistencia a la tensión, esta debe envolver el muro de manera continua, y debe estar sujeta mediante tiras de plástico, haciendo perforaciones que traspasen el muro, con un espacio de entre 30 a 40 centímetros, esto servirá para pasar las tiras de plástico y poder amarrar la geomalla, además de ser fácil trabajar con ella, también es una técnica compatible con las propiedades del adobe, lo cual es importante cuando se elige una técnica de reforzamiento [20].

Reforzamiento con malla de sogas sintéticas

El reforzamiento con sogas sintéticas las cuales son más conocidas como cuerdas de nylon, son un tipo de reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sísmico de las estructuras de adobe, es una alternativa de bajo costo, fácil aplicación y accesibilidad a estas drizas, ya que se encuentran en diversos lugares del Perú [23].

Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe

La construcción de viviendas con muros de adobe, por sus propiedades mecánicas, ante eventos sísmicos, no son capaces de resistir estas cargas, y mucho más si la estructura está sin reforzamiento, por ello suelen presentarse los siguientes tipos de falla [11]:

Falla por corte: son los que se dan en las juntas horizontales causados por los esfuerzos tangenciales.

Falla por flexión: ocurre cuando los esfuerzos de tracción generados por la flexión actúan sobre un muro que se comporta como una losa apoyada en su base y en elementos verticales que lo confinan.

Falla por tracción: generalmente ocurre en encuentros de dos muros, debido a los esfuerzos de tracción directa sobre uno de los dos muros por trabajar como arriostre del otro muro.

Principales causas de las fallas en el adobe

Las principales causantes de fallas en muros de adobe son las siguientes [11]:

Mala calidad de los materiales

Inadecuado dimensionamiento de los muros

Espesores de muros muy pequeños

Muros muy altos y largos

Techos excesivamente pesados

Carencia de una viga solera superior de amarre

Inadecuado amarre en encuentros de muros

Inadecuada colocación y asentamiento de los adobes

Adobe escaso de refuerzo horizontal y vertical [11].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Según [24], este tipo de investigación se enfoca en la solución de una realidad problemática, antes que en el desarrollo de un nuevo conocimiento universal. Por ello, esta investigación es de tipo aplicada, debido a que se planteó mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en el Distrito de Lambayeque, evaluando y proponiendo diferentes técnicas de reforzamiento para la restauración del patrimonio histórico. Para ello, se aplicaron teorías ya existentes, a partir de la búsqueda y procesamiento de información, seleccionando la mejor alternativa para la solución de la problemática.

Según [24], este nivel de investigación se encarga de la investigación y determinación de propiedades y características más importantes y fundamentales del objeto que se está estudiando. Por ello esta investigación es descriptiva, debido a que se seleccionaron características principales del objeto de estudio para ser descritas o clasificadas de forma detallada. Por ello, se determinaron, mediante ensayos de laboratorio, las propiedades y características representativas del adobe en estudio, donde se seleccionaron las técnicas de reforzamiento que mejor se adecuaron a las fallas presentes en la casona, describiendo su comportamiento.

Población

Población: casonas de adobe en el distrito de Lambayeque

Muestra: la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque

Muestreo: no probabilístico, ya que la muestra no fue elegida al azar o dependió de una probabilidad para ser escogida, sino que se eligió con juicio y criterio la muestra, a partir de sus características, las cuales son consideradas perfectas para la finalidad específica del estudio.

Técnicas e instrumentos aplicados

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Recopilación de información	- Planos de la edificación. (Ver Anexo N°5) - Guías, normas, libros, estudios, investigaciones, artículos, tesis, revistas
Análisis de información	- Tesis y artículos acerca del tema
Observación	- Guía de fotos. (Ver Anexo N°4) - Ficha técnica de inspección visual. (Ver anexo N°6)
Pruebas y ensayos de laboratorio	- Materiales y equipos de laboratorio - Fichas de laboratorio
Análisis y procesamiento de datos	- Software SAP2000 para modelar la estructura antes y después del reforzamiento estructural

Fuente: Elaboración propia

Procedimientos

Los procedimientos para lograr todos los objetivos propuestos en esta investigación están compuestos por las siguientes actividades:

1. Recopilación y análisis de información
2. Evaluación visual de la estructura en estudio, identificando las fallas presentes y sus principales causas.
3. Establecer las más adecuadas técnicas de reforzamiento ante los daños observados, a partir de una revisión sistemática de la literatura.
4. Investigar y determinar los ensayos a realizar, como:
 - Ensayos para determinar las propiedades físicas del adobe
 - Ensayo de peso por unidad de volumen
 - Ensayo de humedad
 - Ensayo de absorción
 - Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del adobe
 - Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe
5. Extracción de muestras a ensayar en laboratorio
6. Realizar el estudio del nivel freático en la casona de estudio.

7. Realizar todos los ensayos de laboratorio correspondientes para la obtención de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
8. Modelamiento de la estructura sin reforzamiento, empleando el software SAP2000
9. Verificar si la técnica de reforzamiento escogida con anterioridad a partir de los daños observados es la más adecuada.
10. Modelamiento de la estructura con reforzamiento, empleando el software SAP2000, considerándose los valores de las características de los materiales, obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio, a fin de obtener datos confiables como resultados.
11. Análisis de resultados obtenidos del modelamiento de la estructura con refuerzo y sin refuerzo.
12. Realizar análisis adicionales
13. Análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado.
14. Ordenar todos los resultados obtenidos para representarlos mediante gráficas, tablas, cuadros, etc.
15. Elaborar conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados analizados.

Estrategia de análisis de datos

Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó mediante el programa SAP2000, donde se modeló la estructura para determinar su comportamiento sísmico antes y después del reforzamiento, también se empleó el programa Microsoft Excel, donde se elaboraron cuadros que permitieron observar, comparar y analizar los resultados obtenidos del modelamiento. Además, se empleó Autodesk Autocad 2018 para realizar todos los planos correspondientes de la estructura de adobe y del nuevo diseño de concreto armado.

Análisis de datos

Se interpretaron los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura antes y después del reforzamiento, verificando el mejoramiento de la estructura de adobe después de aplicar el reforzamiento.

Aspectos éticos

Honestidad

Los datos recopilados en campo y los resultados de laboratorio, no han sido modificados y han sido tomados con total transparencia, para obtener resultados 100% verdaderos.

Plagio

En esta investigación no se ha considerado información, ideas y fragmentos de terceros sin haberlos citado o referenciado la información extraída, es decir, no se han violado los derechos de autor ni la propiedad intelectual de terceros.

Consentimiento informado

Debido a que en esta investigación ha sido necesaria la participación de la Sociedad de Beneficencia del distrito de Lambayeque, se ha contado con todos los documentos que respalden su consentimiento para la ejecución de este proyecto de investigación.

Originalidad

Si bien es cierto que existen otras investigaciones parecidas a la presente, y la metodología a emplear para lograr los objetivos es similar, no podemos decir que es igual o que es considerada plagio, porque el lugar en el que se realiza la investigación y la situación problemática que se aborda es completamente diferente para cada investigación. Además, la recopilación de la información y así como también, los análisis e interpretación de los resultados son diferentes, ya que cada investigador tiene un criterio y perspectiva diferente para poder solucionar el problema presente. Ello no significa que la investigación carezca de originalidad, sino por el contrario permite conocer nuevos enfoques basados en los hallazgos de los demás, permitiendo ampliar el tema a tratar y las soluciones ante una misma realidad problemática.

Matriz de consistencia

Tabla de operacionalización de variables u otros aspectos que sean metodológicamente necesarios para el campo de conocimiento.

Tabla 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Lambayeque es uno de los distritos que posee muchas casonas de adobe que son consideradas patrimonio por su valor histórico y cultural, de ahí parte la importancia de conservarlas a pesar de las fallas que estén presentes en su estructura. Existen 76 inmuebles declarados monumentos de los cuales el 30% se encuentra en ineludible riesgo de colapsar, se ha estimado que en el centro histórico de Lambayeque ya han desaparecido aproximadamente 20 inmuebles declarados monumentos, debido a que representaban un peligro para la población del distrito de Lambayeque, ya que se encontraban al borde del colapso. La casona perteneciente a la beneficencia, declarada como patrimonio cultural colonial, se encuentra en muy mal estado de conservación, presentando diversas fallas y daños severos en su estructura, causados por la falta de mantenimiento por parte de sus propietarios, por ello surge la necesidad de reforzar sus estructuras, para el mejor desempeño estructural de las mismas durante el tiempo y ante cualquier evento sísmico, debido a la importancia de preservar los patrimonios históricos y culturales de nuestro país.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar y proponer el reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> •Identificar las fallas estructurales presentes en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque a un estado de colapso. •Establecer los tipos de reforzamiento estructural en adobe más adecuados para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque. •Realizar el estudio del nivel freático en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque. •Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, mediante ensayos de laboratorio. •Modelar la estructura de adobe con y sin reforzamiento, empleando el software SAP2000. •Analizar los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura de adobe con y sin reforzamiento. •Realizar un análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado. 	<p>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Tipo aplicada, porque se enfoca en la solución de una realidad problemática, antes que en el desarrollo de un nuevo conocimiento universal. Nivel descriptivo, ya que se encarga de la investigación y determinación de propiedades y características más importantes y fundamentales del objeto que se está estudiando.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Tipo de diseño preexperimental, debido a que no existe la manipulación o control de variables, dentro de este tipo podemos decir que es un diseño de un caso único</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN: Planos de la edificación; Guías, normas, libros, estudios, investigaciones, artículos, tesis, revistas - ANÁLISIS DE INFORMACIÓN: Fichas de análisis en excel para tesis y artículos - OBSERVACIÓN: Guía de fotos; Ficha de inspección técnica en la cual se anoten todas las fallas presentes en la estructura - PRUEBAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO: Materiales y equipos de laboratorio; Fichas de laboratorio ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS: Software SAP2000 para modelar la estructura antes y después del reforzamiento estructural 	<p>POBLACIÓN: casonas de adobe en el distrito de Lambayeque</p> <p>MUESTRA: la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque</p> <p>MUESTREO: no probabilístico, ya que la muestra no fue elegida al azar o dependió de una probabilidad para ser escogida, sino que se eligió con juicio y criterio la muestra, a partir de sus características, las cuales son consideradas perfectas para la finalidad específica del estudio.</p>

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Identificación de las fallas estructurales presentes en la casona

El reforzamiento de la casona empieza con la evaluación visual de daños, la cual implica la identificación de fallas estructurales presentes, así como su nivel de gravedad y de su ubicación.

Para ello se realizaron fichas técnicas de inspección visual las cuales se llenaron según los daños observados dentro de la casona (Ver Anexo N°7). En la toma de datos se midieron los espesores de grietas, esto permitió clasificar el daño de la casona.

Las fallas presentes más observadas fueron las grietas verticales y diagonales en los muros, las cuales tuvieron un promedio de espesor de entre 3mm y 4mm.

En la Fotografía 1, se observa una grieta vertical de 4mm de espesor que se ubica a lo largo del encuentro entre dos muros.

Fotografía 1: Grieta vertical de 4 mm en encuentro de muros



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Esta grieta es originada en el encuentro entre los dos muros y causada por la mala transferencia de fuerzas sísmicas que actúan en dirección perpendicular al plano de los muros, esto se debe a que no existen vigas o columnas de confinamiento capaces de absorber las tracciones que se desarrollan en el encuentro entre dos muros, por ello es que son sumamente

peligrosas, ya que disminuyen la acción de arriostramiento, lo que hace que el muro quede como un elemento en voladizo, es decir, en una situación isostática.

Según Zegarra, San Bartolomé, Quiun, y Giesecke [25], mencionan que este tipo de grietas verticales, durante el movimiento sísmico, pueden ocasionar que el muro termine derrumbándose hacia el exterior, debido al rebote que experimenta al chocar con el muro transversal que funciona como arriostre, lo cual es sumamente peligroso.

En la Fotografía 2 se aprecia una grieta vertical de 4mm que inicia en la parte inferior de la losa y va bajando verticalmente por el muro y se une con otra grieta ubicada en la esquina de la ventana, esto ocurre porque no existe una distribución uniforme de las cargas generadas por la losa, lo que ocasiona el punzonamiento sobre un punto específico del muro, es decir una sobrecarga puntual, es por ello que aparecen fisuras o grietas que inician en la losa y luego se direccionan hacia las zonas débiles, que son las esquinas superiores de los huecos de las ventanas o puertas [26]. Este tipo de grieta también se puede observar en la Fotografía 2.

Fotografía 3: Grieta vertical de 4 mm sobre el muro.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2. Grieta de 3mm de espesor, ubicada en la esquina de ventana



Fuente: Elaboración propia

Se observaron también grietas diagonales de 3mm – 4mm de espesor, sobre los muros, así como se muestra en la Fotografía 4 y *Fotografía 5*, estas son fácilmente de percibir ya que forman aproximadamente ángulos de 45°, este tipo de grietas reflejan que los muros están sometidos a la acción de fuerzas cortantes importantes.

Fotografía 4. Grietas diagonales de 3mm de espesor sobre muro



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5. Grieta diagonal de 3mm de espesor, ubicada en esquina de ventana



Fuente: Elaboración propia

Discusión

De acuerdo con los daños observados y las fichas técnicas de inspección visual, se realizó la clasificación de daño con la ayuda del Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural de edificaciones de vivienda [27]. Este manual clasifica del uno al cinco en números romanos y de menor a mayor daño respectivamente. De esta manera resulta de gran importancia la medición del espesor de las grietas en los muros del entrepiso más crítico ya que es el parámetro que más se utiliza para realizar esta clasificación.

Figura 1. Clasificación del daño observable en elementos estructurales

Clasificación	Daño observable en elementos estructurales
I	Grietas pequeñas en muros o en castillos < 0.2 mm
II	Grietas de 0.2 a 1 mm
III	Agrietamiento diagonal en muro confinado, 1 a 3 mm
IV	Mucho agrietamiento diagonal en muro confinado, grietas \geq 3 mm Inicio de grieta en muro con refuerzo interior
V	Aplastamiento local de mampostería. Desprendimiento de piezas Agrietamiento diagonal > 5 mm La grieta inclinada penetra castillos, ancho > 1 mm. Agrietamiento diagonal en muros con refuerzo interior. Deformación o inclinación del muro

Fuente: Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural de edificaciones de vivienda [27].

Siguiendo los parámetros de la Figura 1, nos encontramos en una clasificación tipo IV, ya que la mayor parte de las grietas sobre los muros fueron diagonales y tuvieron un espesor mayor a 3mm, pero menor a 5mm.

Además, el nivel de daño es medio y está en un nivel III con más del 50% de daño entre medio y alto, sin embargo, el acceso no es restringido, ya que los daños aún son reparables y no representan un riesgo en la vida de los ocupantes, y la casona aún contiene una resistencia que le permite permanecer en pie. Ver Figura 2.

Figura 2. Clasificación del daño medio

Daño medio	
Daño nivel III en menos del 50%	Edificación habitable con acceso con restricción en las zonas de la vecindad de los elementos dañados
Daño nivel III en más del 50%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción
Daño nivel IV en menos del 25%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción

Fuente: Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural de edificaciones de vivienda [27].

Tipos de reforzamiento estructural en adobe más adecuados para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia

Para determinar el tipo de reforzamiento a emplear para la restauración de la casona, primero se realizó una revisión sistemática de tesis y artículos, en la cual se escogieron tres tipos de reforzamiento en estructuras de adobe más empleadas, confiables y sobre todo que cumplen con los principios universales de conservación los cuales son la intervención mínima, la compatibilidad del refuerzo y su reversibilidad. Para ello se realizó un cuadro comparativo de los tres tipos de reforzamiento los cuales fueron el reforzamiento con mallas electrosoldadas, reforzamiento con mallas de sogas sintéticas y reforzamiento con geomalla biaxial.

Tabla 3: Cuadro comparativo de tipos de reforzamiento en estructuras de adobe

CUADRO COMPARATIVO DE TIPOS DE REFORZAMIENTOS EN ESTRUCTURAS DE ADOBE			
Tipo de reforzamiento	MALLAS ELECTROSOLDADAS	MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS	GEOMALLA BIAxIAL
Descripción del reforzamiento	Son alambres de acero generalmente de 1mm de diámetro, los cuales se colocan sobre los muros para simular el confinamiento que proporcionan las vigas y columnas de confinamiento. Las mallas son diseñadas para resistir las fuerzas sísmicas transversales al plano de los muros de adobe, estas presentan una resistencia a la rotura de 2,5 kN/m [21].	Son drizas, más conocidas como cuerdas de nylon, las cuales son generalmente de 1/8” de diámetro, estas evitan el colapso parcial y total de los muros, también controlan los desplazamientos durante un evento sísmico de alta intensidad. Este tipo de mallas tienen una resistencia última de 2 kN [23].	Son mallas de polímero y se ubican en espacios de separación menores en comparación con las mallas electrosoldadas, por lo que su confinamiento es superior. Tienen alta resistencia a la tracción.
Compatibilidad con el adobe	La compatibilidad entre el acero y el adobe es controversial, ya que existe una alta probabilidad de que los aceros se oxiden con la humedad que proporcionan los adobes, generándose de esta manera la corrosión de estos.	Son bastante compatibles y no se observan inconvenientes en su uso.	Tienen compatibilidad con el suelo La geomalla es un material flexible, por lo que tiene un comportamiento dúctil Durabilidad frente a los agentes climáticos

<p>Tipo de intervención</p>	<p>No necesitan anclarse en la cimentación ni techo, sin embargo, se requiere realizar perforaciones, sobre los muros, donde van ubicados los conectores de alambre.</p>	<p>Se envuelve el muro con las sogas sintéticas de manera horizontal y vertical, para ello se realizan pequeños orificios para atravesar el muro.</p>	<p>Se instalan a nivel del sobrecimiento Cruzan las vigas soleras Requiere de ganchos de anclaje en cimientos, por lo que se necesita perforarlos.</p>
<p>Condición económica</p>	<p>Es uno de los reforzamientos en adobe más costosos, no solo por el material que lo compone, sino también por los equipos y maquinaria que deben emplearse; también por la complejidad de su colocación, ya que debe ser por un especialista.</p>	<p>Es un tipo de reforzamiento de bajo costo, ya que las cuerdas de nylon son baratas y de fácil accesibilidad a ellas en cualquier lugar del país, sin embargo, presenta el inconveniente de lo trabajoso que es la colocación de estas cuerdas.</p>	<p>Es un tipo de reforzamiento de bajo costo, en comparación con las mallas electrosoldadas, esta geomalla es más económica.</p>
<p>Investigaciones que utilizaron este tipo de reforzamiento</p>	<p>Este tipo de refuerzo ya ha sido aplicado en viviendas de adobe en el año 1998 en el Perú, las cuales demostraron un buen comportamiento frente a los terremotos suscitados en los años 2001 y 2007, en comparación con las viviendas aledañas que no se encontraban reforzadas [20]. En la investigación de San Bartolomé y Quiun, se propuso el reforzamiento de</p>	<p>Existen artículos y trabajos de investigación en los cuales se realizaron ensayos de laboratorio en la mesa vibratoria de módulos de viviendas de adobe a escala, donde se evaluaron los desplazamientos y esfuerzos en los muros antes y después del reforzamiento, aplicando un diseño de sismo, estos ensayos fueron posteriormente</p>	<p>En la investigación de Condor y Molina [10], se obtuvieron como resultados que los esfuerzos al corte y tracción disminuyeron considerablemente, optimizando sus valores en un promedio del 70%, mejorando también la ductilidad de la</p>

	<p>esquinas y a lo largo del muro, obteniéndose como resultados la resistencia a las fuerzas sísmicas transversales al plano de los muros.</p>	<p>comparados con modelamientos matemáticos realizados en Software como SAP2000, obteniéndose resultados confiables que pueden ser empleados en otras investigaciones, es el caso de la investigación de Romero [27] y la del Ing. Blondet [22], donde se comprueban que este tipo de reforzamiento disminuyen los desplazamientos y los esfuerzos sobre muros.</p>	<p>estructura manteniendo así su capacidad de deformación en el rango elástico.</p>
--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Se establecieron los tipos de reforzamiento estructural en adobe a partir de una revisión de investigaciones como tesis y artículos, en los cuales se obtuvieron resultados confiables y óptimos aplicando el reforzamiento, teniendo en cuenta que cumplieran con los principios universales de conservación los cuales son la intervención mínima, la compatibilidad del refuerzo y su reversibilidad. Se realizó la comparación entre los tres tipos de reforzamiento por su compatibilidad con el adobe, el tipo de intervención, la condición económica y las investigaciones donde se aplicaron.

De acuerdo con la compatibilidad con el adobe se eligen las mallas de sogas sintéticas ya que no se observaron inconvenientes respecto a su uso.

Comparando el tipo de intervención, la geomalla biaxial con respecto a los otros dos tipos de reforzamiento es la que más afecta a la estructura, ya que se necesitan realizar perforaciones en las cimentaciones, así como también en las vigas, a diferencia de las otras dos donde también se hacen perforaciones, pero son mínimas y sobre los muros.

Respecto al otro punto de comparación la cual es la condición económica, las mallas electrosoldadas son el tipo de reforzamiento más costoso, en segundo lugar, se encuentra la geomalla biaxial y, por último, las malla con sogas sintéticas, siendo estas la alternativa más económica, comparando solamente el costo del material. Entrando a detalle del costo del reforzamiento, las sogas sintéticas son más baratas ya que no necesitan de equipos o maquinaria costosa como con el reforzamiento con mallas electrosoldadas y son fácilmente de encontrar, por lo que no necesita de costos elevados en el transporte del material al lugar.

Finalmente realizando la comparación respecto a las investigaciones donde se aplicaron este tipo de reforzamiento, de las tres alternativas, las mallas con sogas sintéticas son un tipo de reforzamiento que ha sido estudiada hace varios años atrás donde no solamente se ha comprobado su eficacia mediante ensayos en laboratorios en la mesa vibratoria aplicando el sismo, sino que también se han comprobado los resultados mediante software, por lo cual fue la mejor opción de reforzamiento a emplear en esta investigación porque se pudieron aplicar los resultados, valores y datos dentro del modelamiento, como los datos de módulo de elasticidad y rigidez a utilizar para definir las características de la soga sintética dentro del modelamiento.

Estudio del nivel freático en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque

Para determinar el nivel freático, se realizó una calicata de 1mx1m, el procedimiento que se realizó fue la excavación hasta llegar a una profundidad en la cual ya se encontraba agua.

Fotografía 6. Excavación de calicata de 1m x 1m



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 7. Verificación del nivel freático



Fuente: Elaboración propia

El nivel freático en la casona se encuentra a una profundidad de 2.75 m, así como se muestra en la Fotografía 8 y Fotografía 9. Este dato podría ser útil posteriormente para un posible refuerzo en el cual intervenga la adición de columnas o placas dentro de la vivienda.

Fotografía 8. Profundidad en cual se encuentra el nivel freático



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 9. Extracción de muestra que indica que se llegó al nivel freático del suelo



Fuente: Elaboración propia

Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, mediante ensayos de laboratorio

Ensayos para determinar las propiedades físicas del adobe

Para determinar las propiedades físicas del adobe se realizaron los ensayos para determinar el peso específico, el porcentaje de humedad y absorción del adobe, para ello se tomó de guía las normas estipuladas para realizar los ensayos de manera correcta. En el Anexo N°8, se pueden apreciar los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados.

El contenido de humedad se determinó a partir de una muestra pequeña de la unidad de adobe, la cual fue pesada y llevada al horno por 24 horas, posteriormente se retiró del horno y se pesó, de esta manera se calculó el porcentaje de humedad, los procedimientos fueron realizados según lo estipulado en la NTP. 339.185 [29].

Fotografía 11. Muestra húmeda de unidad de adobe



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10. Muestra seca de unidad de adobe



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 12. Muestra de adobe siendo colocada dentro del horno



Fuente: Elaboración propia

Para determinar el peso específico, se trituró la unidad de adobe, para obtener la muestra a ensayar, posteriormente se realizaron los procedimientos de acuerdo con la norma NTP 400.022 [30].

Fotografía 13. Herramienta con la cual se trituró la unidad de adobe



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 14. Trituración de la unidad de adobe



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 15. Peso de la muestra de adobe + fiola + agua



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 16. Muestra saturada para determinar el % de absorción



Fuente: Elaboración propia

Para determinar el porcentaje de absorción, se realizaron los procedimientos estipulados en la NTP 400.022, la muestra que se empleó fue la del ensayo de peso específico, la cual fue saturada y posteriormente fue llevada al horno por 24 horas para luego ser pesada y realizar los cálculos correspondientes.

Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del adobe

Si bien es cierto que la norma estipula cierto procedimiento a seguir para determinar la resistencia última del adobe, se realizó otro procedimiento, ya que lo estipulado es para construcciones nuevas de adobe, debido a que se necesitan conocer las propiedades del adobe de una casona con las características que presenta en la actualidad, se optó por extraer una unidad de adobe de dimensiones 30 cm x 55 cm x 9 cm, la cual se cortó en 3 bloques de adobe con la ayuda de una amoladora para poder tener una forma uniforme en las aristas, se realizó este procedimiento ya que al tener la unidad de adobe de dimensiones muy grandes, no cabía en la compresora. El ensayo fue acorde a lo estipulado en la norma colombiana NTC 4017 [31], donde se indica ensayar la unidad de mampostería de adobe tal cual como se usa en el muro, teniendo en cuenta que la longitud deberá ser la mitad de la longitud del bloque entero.

En la Tabla 4, se muestran las medidas de los 3 bloques que se obtuvieron de la unidad de adobe extraída de la casona.

Tabla 4: Dimensiones de los bloques de adobe

Muestra	Dimensiones (cm)	
	ancho	largo
Bloque 01	14.20	28.50
Bloque 02	13.40	29.00
Bloque 03	15.50	27.05

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 17. Unidad de adobe siendo cortado con amoladora para obtener 3 bloques de adobe



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 18. Ancho del bloque 01



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 20. Resistencia a la compresión del Bloque 02



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 19. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del Bloque 03



Fuente: Elaboración propia

Las propiedades físicas del adobe, obtenidas de los resultados de ensayos de laboratorio, fueron las siguientes:

Peso por unidad de volumen: 2.32 g/cm³

Humedad de la unidad de adobe: 3.13%.

Porcentaje de absorción: 4.5%.

La *Tabla 5* muestra los resultados del ensayo de resistencia a compresión de los bloques de adobe.

Tabla 5. Resultados del ensayo de compresión de bloques de adobe

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm ²)	Carga (kg)	fo (kg/cm ²)
	ancho	largo			
Bloque 01	14.20	28.50	404.7	3860	9.54
Bloque 02	13.40	29.00	388.6	3670	9.44
Bloque 03	15.50	27.05	419.3	3840	9.16
Resistencia promedio (fo prom)					9.38

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El peso específico o peso unitario del adobe, según la norma E020 indica que es de 1.6 Tn/m³. Por otro lado, en la investigación de Rivera [32] el peso específico obtenido del adobe fue de 1.77 Tn/m³, comparando ambos valores que se encuentran en un mismo rango, con el peso específico obtenido del ensayo de laboratorio del adobe de estudio que fue de 2.32 Tn/m³, resulta evidente que los bloques de adobe que conforman los muros de la casona son pesados y de gran densidad.

Haciendo otra comparación, con la norma colombiana AIS-610-EP-2017 [33] la cual indica que el valor máximo del peso específico del adobe es 19 kN/m³ = 1.9 Ton/m³ así como se muestra en la *Tabla 6*, se aprecia que el valor del peso específico obtenido se acerca más a este valor máximo, sin embargo sigue siendo aun un valor muy alto.

Tabla 6: Rangos para las propiedades mecánicas de mampostería de adobe y tapia pisada

Propiedad	Valor mínimo	Valor máximo	Procedimiento de ensayo
γ para adobe (kN/m ³)	15	19	NTC 5653
γ para tapia pisada (kN/m ³)	19	20	NTC 5653
E para adobe (MPa)	70	200	NTC 3495
E para tapia pisada (MPa)	70	110	NTC 3495
G para adobe (MPa)	20	45	-
G para tapia pisada (MPa)	20	45	-

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica [33]

En la norma E080 no se indica el porcentaje de humedad de una unidad de adobe que no sea nueva, por ello se comparó el resultado con otra investigación [32] en la cual también se realizó la caracterización de las unidades de adobe donde se obtuvo un porcentaje de humedad de 3.30%, comparando este valor con el obtenido de los ensayos de laboratorio, se dice que si está en relación con este dato por lo que se comprueba su confiabilidad ya que el porcentaje de humedad fue de 3.13%.

Sin embargo, si se considera un porcentaje de humedad bajo, comparado con el porcentaje de humedad inicial que deben tener las muestras de 20 % a 25 % para control de adobes [15].

La resistencia a la compresión promedio obtenida de los ensayos de compresión es de 9.38 kg/cm² la cual, comparada con la resistencia a la compresión de la unidad de adobe establecida según la Norma E080 que es $f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$ [15], se observa que no cumple con el requerimiento mínimo, lo cual indica que la estructura no es capaz de soportar los esfuerzos de compresión generados sobre los muros. Debe tomarse en cuenta también que la resistencia del adobe en estudio es un adobe que tiene muchos años y por ende ha estado expuesto a agentes externos que han podido alterar esta resistencia.

Modelo de la estructura de adobe sin reforzamiento, empleando el software SAP2000

Para obtener los valores de desplazamientos y esfuerzos en los muros de adobe, se realizó el modelo matemático en el programa SAP2000, con la finalidad de determinar las zonas más críticas para posteriormente reforzarlas.

Los muros, están compuestos por bloques de adobe, los cuales fueron modelados como membranas tipo “Shell Thin”, con los espesores de muro correspondientes de 0.25 m, 0.40 m, 0.45 m, 0.55 m, 0.60 m y 1 m, según los planos (Ver Anexo N°5). La losa fue modelada como “Shell Thick” y con un espesor de 0.30.

A los muros se le asignaron Automatic Area Mesh, para que fueran divididos cada 30 cm simulando el ancho de los muros de adobe, de igual manera se le asignó el Automatic Area Mesh a la losa, para que se divida cada 20 cm, esto se realizó con la finalidad de obtener esfuerzos más reales.

Se empezó el modelado con la definición de los materiales, se crearon 2 tipos, uno asignado para los muros de adobe y otro para la losa, la cual también fue de adobe.

Tabla 7: Definición de materiales en SAP2000

Materiales	Módulo de elasticidad (Tn/m²)	Peso unitario (Ton/m³)	Coefficiente de Piosson
Adobe Muros	20400	2.32	0.2
Adobe Losa		0	

Fuente: Elaboración propia

El módulo de elasticidad se consideró según la norma E080 y demás investigaciones [23].

El peso unitario considerado para los muros de adobe fue el obtenido de los ensayos de laboratorio, por otro lado, el peso unitario para el material de la losa de adobe se consideró 0 Ton/m², ya que se aplicó sobre la losa las cargas muertas y vivas, donde se consideró también el peso de las viguetas de madera de algarrobo.

El metrado de cargas se muestra en la Tabla 8 y Tabla 9.

Tabla 8: Metrado de cargas para paños 1, 2, 3 y 5 del primer piso

ANCHO TRIBUTARIO	1.00 m
CARGA MUERTA	
PESO PROPIO DE LOSA	2.32 Ton/m ²
PESO DE ACABADOS	0.15 Ton/m ²
PESO DE VIGUETAS DE MADERA	0.70 Ton/m ²
CM	3.17 Ton/m²
CARGA VIVA	
SOBRECARGA	0.20 Ton/m ²
CV	0.20 Ton/m²

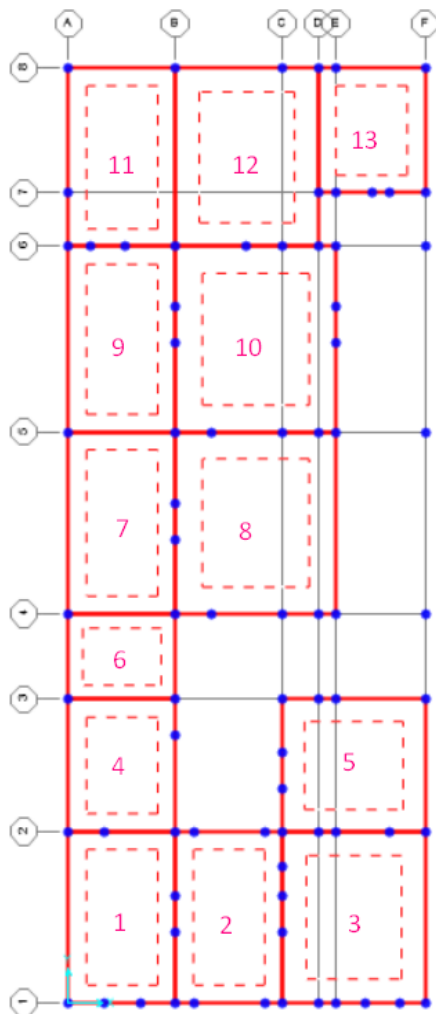
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Metrado de cargas para paños 4,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 del primer piso, y paños 1, 2, 3 y 5 del segundo piso

ANCHO TRIBUTARIO	1.00 m
CARGA MUERTA	
PESO PROPIO DE LOSA	2.32 Ton/m ²
PESO DE ACABADOS	0.12 Ton/m ²
PESO DE VIGUETAS DE MADERA	0.70 Ton/m ²
CM	3.14 Ton/m²
CARGA VIVA	
SOBRECARGA	0.20 Ton/m ²
CV	0.20 Ton/m²

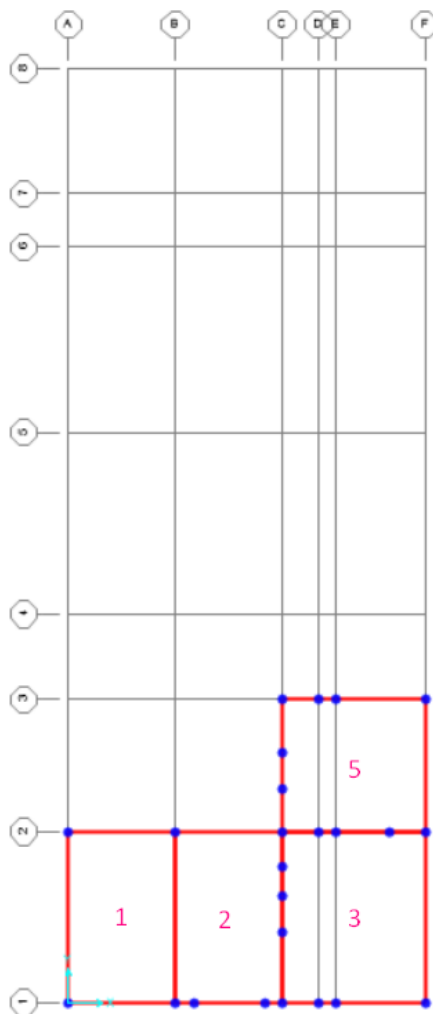
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Distribución de paños en losa del primer piso



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Distribución de paños en losa del segundo piso



Fuente: Elaboración propia

El diseño sísmico se realizó de acuerdo con lo establecido en la norma E080, los parámetros sísmicos adoptados fueron los siguientes:

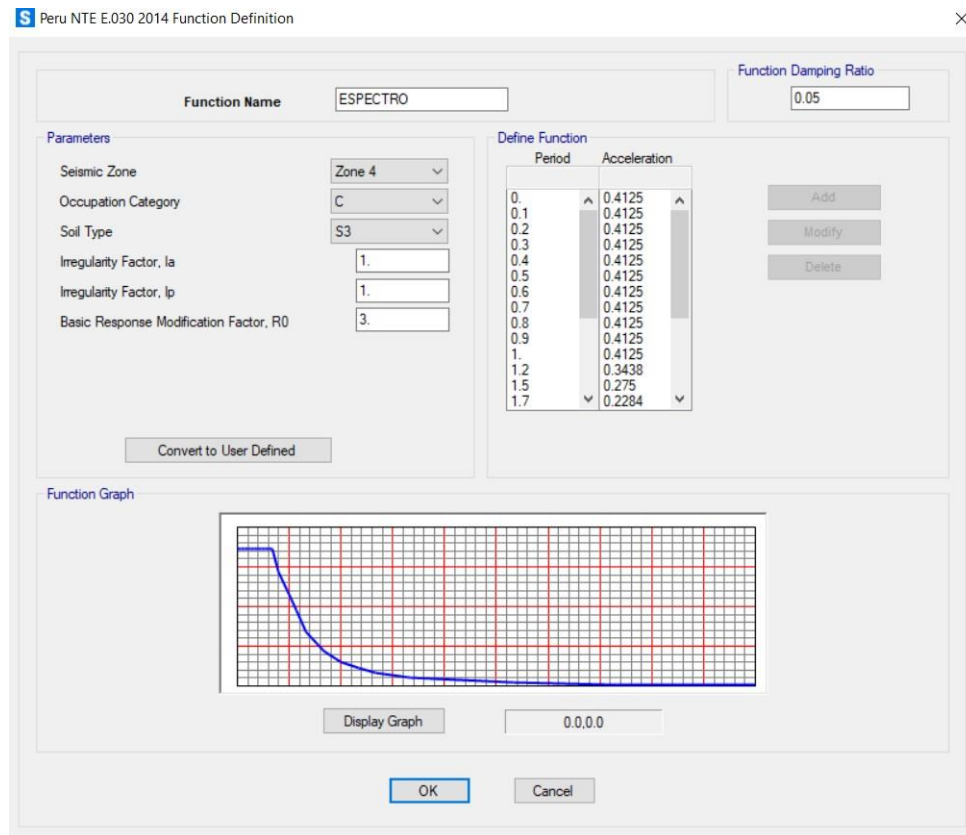
Tabla 10: Parámetros sísmicos para la fuerza sísmica horizontal

Parámetros sísmicos	
Factor suelo (S)	1.4
Factor Uso (U)	1
Zona sísmica	4
Coficiente sísmico (C)	0.25
Peso total de edificación (P)	CM+0.5CV

Fuente: Elaboración propia

Se insertó el espectro de diseño dentro del programa SAP2000

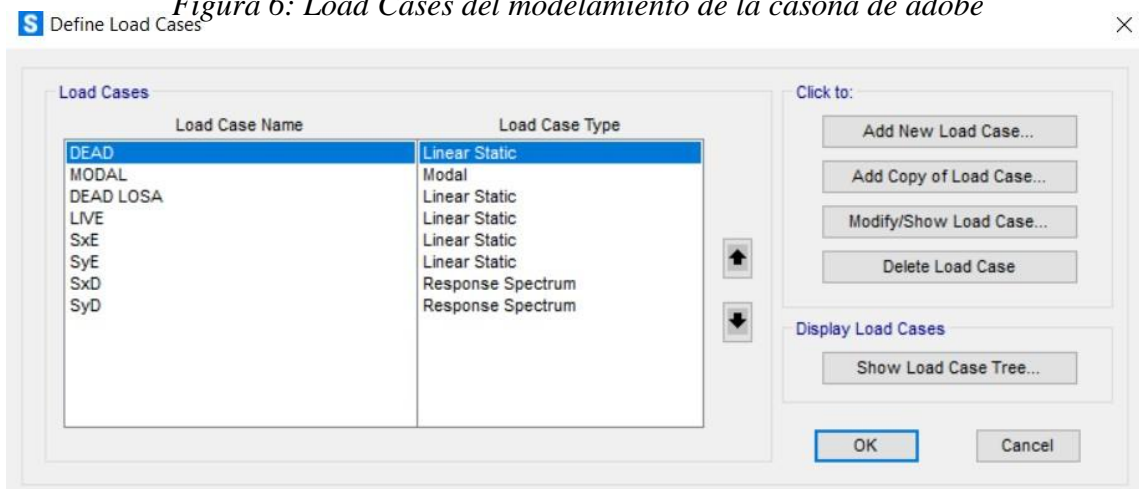
Figura 5: Espectro de diseño del modelamiento de la casona de adobe



Fuente: Elaboración propia mediante Software SAP2000

También se definieron las cargas

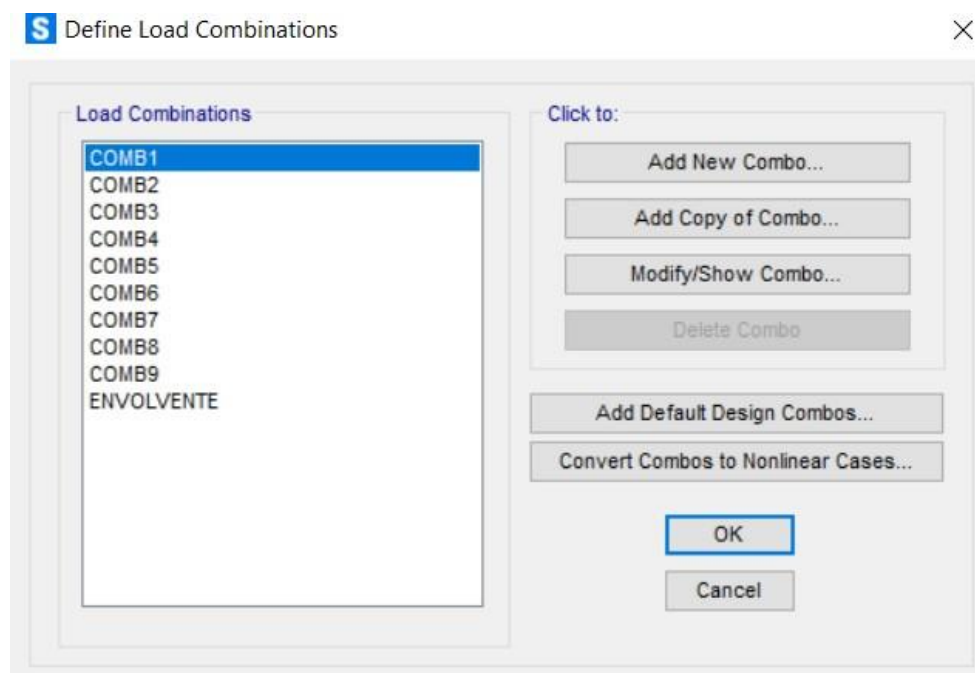
Figura 6: Load Cases del modelamiento de la casona de adobe



Fuente: Elaboración propia

Así como también las combinaciones de cargas según el método LRFD

Figura 7: Combinaciones de carga del modelamiento de la casona de adobe



Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar todas las configuraciones necesarias, se corrió el programa para obtener los resultados de esfuerzos y desplazamientos de la estructura de adobe sin reforzar.

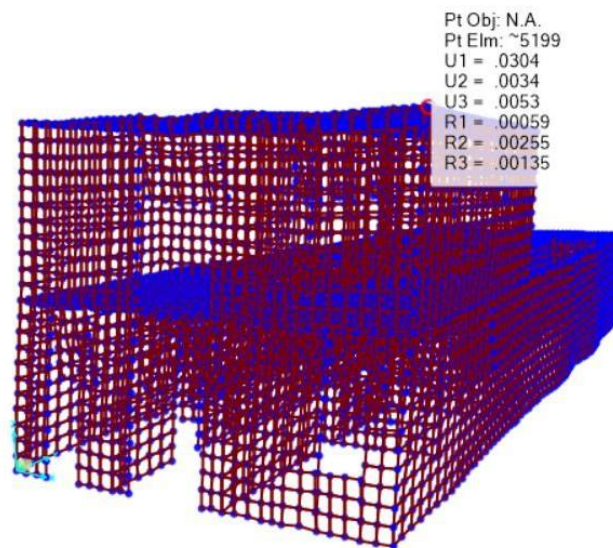
Aplicando los sismos dinámicos en cada dirección “X” y “Y”, se obtuvieron los desplazamientos que se observan en la Tabla 11.

Tabla 11. Desplazamientos máximos en dirección “X” y “Y” en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en “X” y “Y”

Desplazamientos máximos	SxD (m)	SyD (m)
Dirección “X”	0.060009	0.008485
Dirección “Y”	0.009005	0.082796

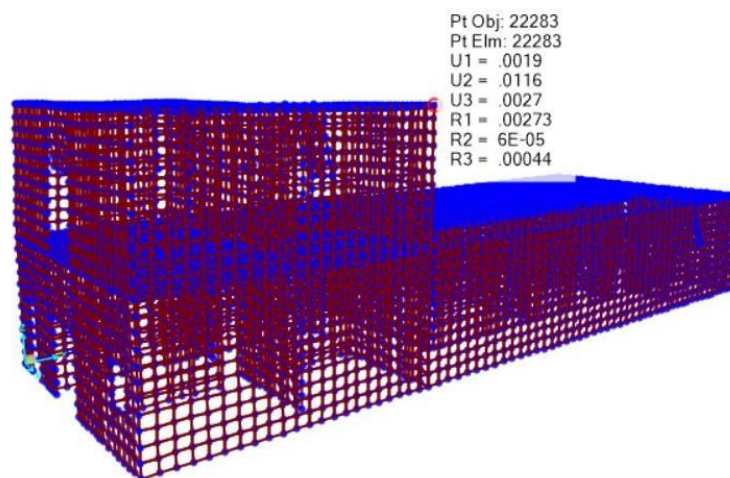
Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Desplazamientos en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "X"



Fuente: Elaboración propia

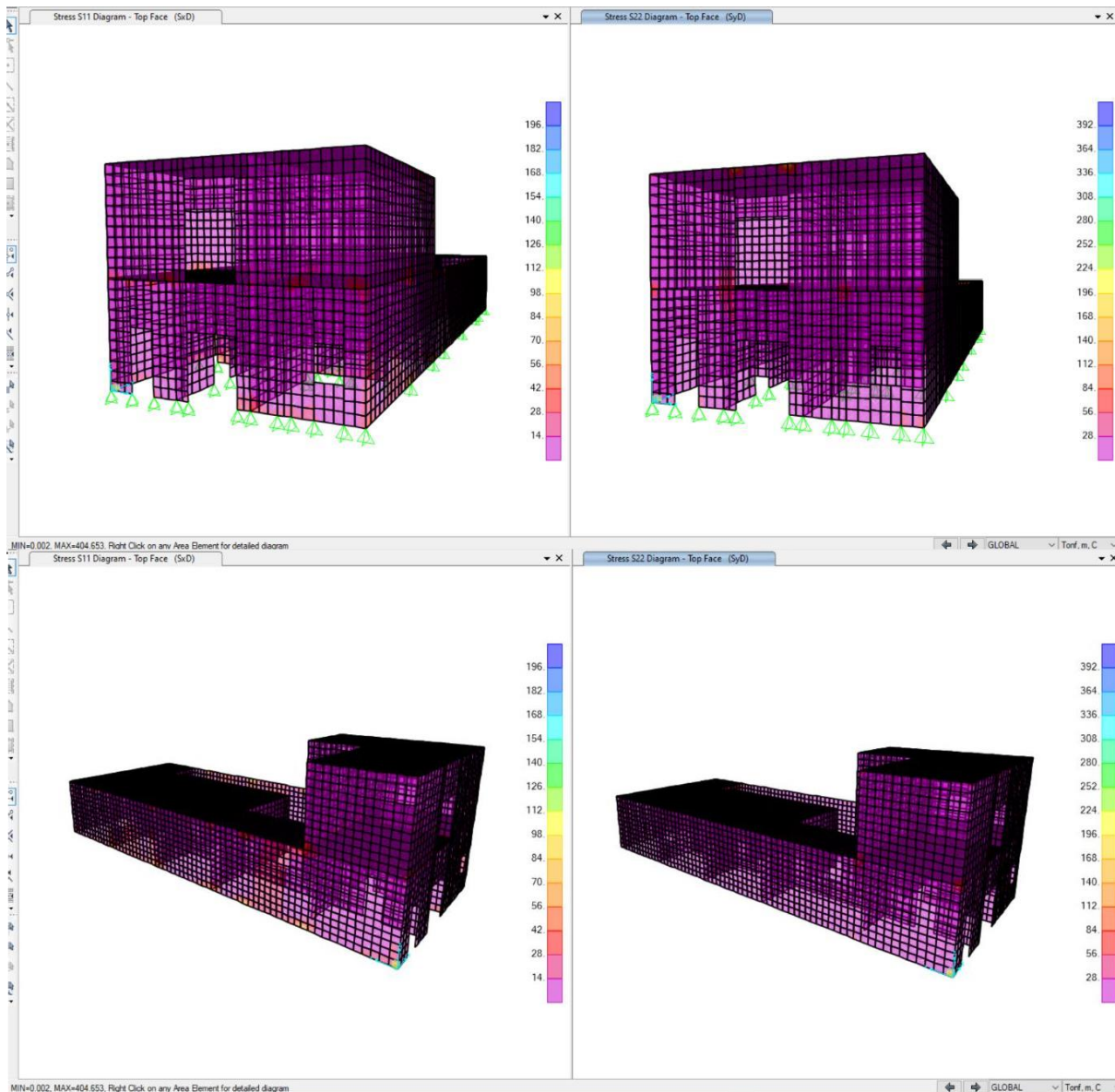
Figura 9: Desplazamientos en la estructura de adobe sin reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "Y"



Fuente: Elaboración propia

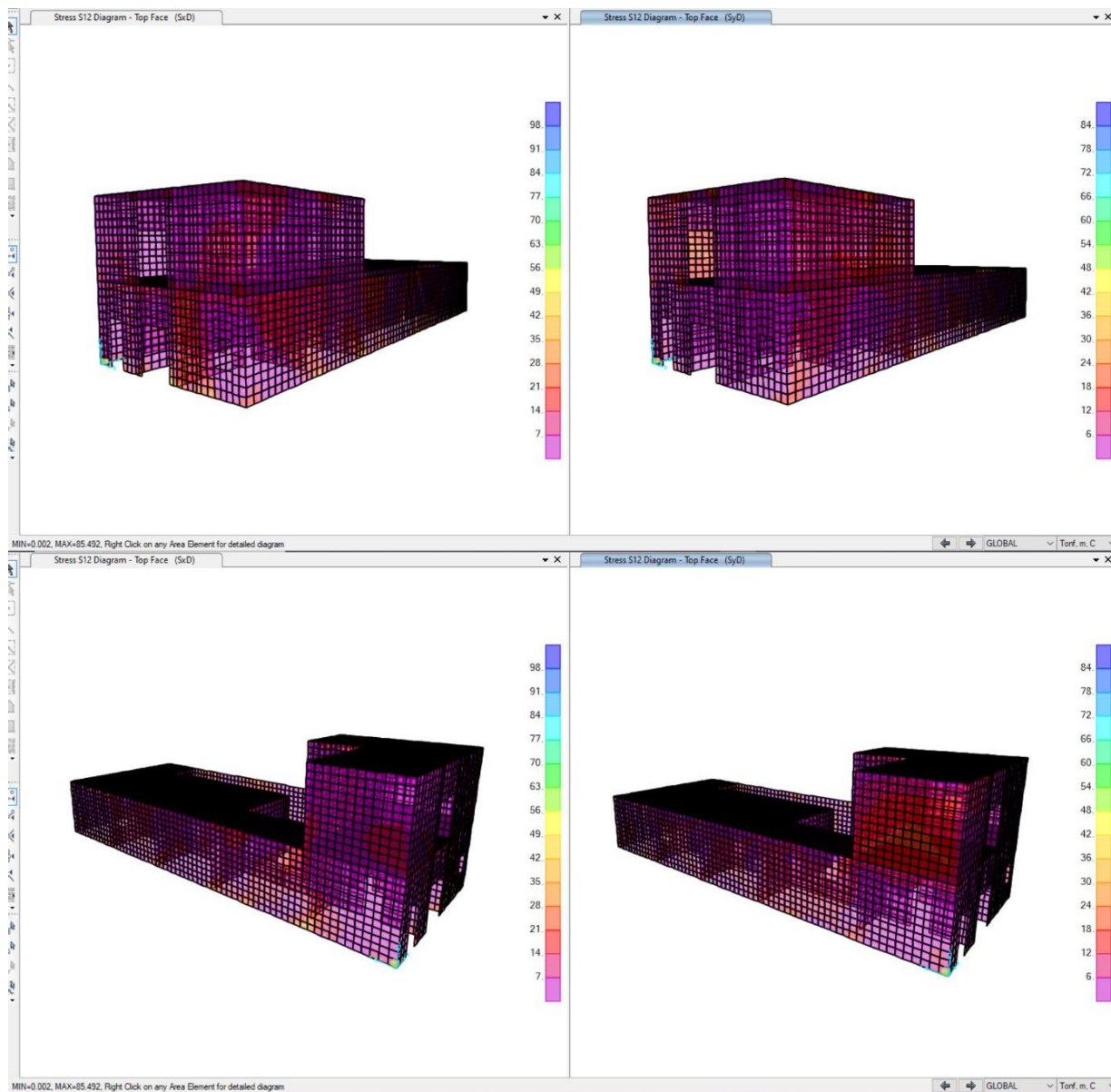
Se aplicaron los sismos dinámicos en dirección "X" y "Y" para obtener la distribución de esfuerzos principales y esfuerzos cortantes en los muros, así como se muestra en la Figura 10, y Figura 11.

Figura 10: Distribución de esfuerzos principales aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe sin reforzar. Esfuerzos S11 y S22 (Ton/m²)



Fuente: Elaboración propia en SAP2000 v.20.0.0

Figura 11: Distribución de esfuerzos cortantes aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe sin reforzar. Esfuerzos S12 (Ton/m²)



Fuente: Elaboración propia en SAP2000 v.20.0.0

Los resultados de esfuerzos principales y esfuerzos cortantes de los muros de adobe sin reforzar se muestran en la

Tabla 12.

Tabla 12. Esfuerzos en los muros de adobe sin reforzar, aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y"

Esfuerzos	SxD (Ton/m2)	SyD (Ton/m2)
Principales	15.328088	26.500407
Cortantes	21.754767	18.387726

Fuente: Elaboración propia

Modelado de la estructura de adobe con reforzamiento, empleando el software SAP2000

Para implementar el reforzamiento en la estructura de adobe, primero se evaluó su comportamiento ante el diseño de sismo aplicado según la norma E030 [13].

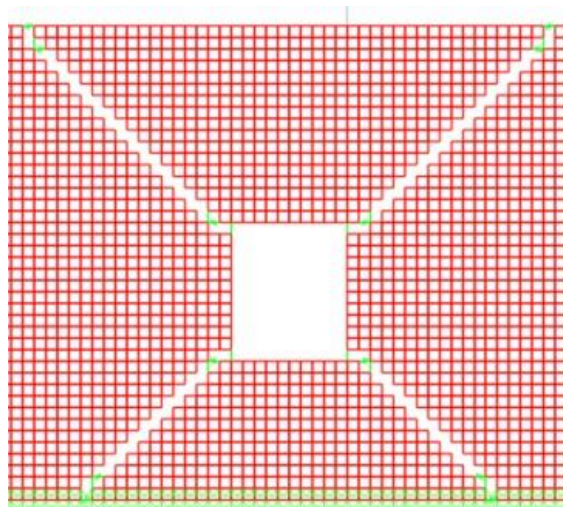
La propuesta de reforzamiento se basó en la técnica de malla de sogas sintéticas, este tipo de reforzamiento ya ha sido verificado, donde se observó que el reforzamiento con sogas en las viviendas de 1 y 2 pisos permite tener un mejor comportamiento frente a la simulación de un sismo, a partir de ensayos de laboratorio en la mesa vibratoria, se obtuvieron como resultados que no hubo colapso parcial ni total de la estructura [34].

Para el modelo de la estructura reforzada, se utilizaron elementos "link", los cuales simularon el reforzamiento con sogas sintéticas. Se emplearon elementos "link" del tipo "friction isolator", se optó por este tipo de link ya que se puede colocar distintas rigideces para cada grado de libertad, ya que estos elementos trabajan a tracción y no a compresión. La rigidez que se consideró fue la misma que la de la soga, además se multiplicó por 2, ya que el refuerzo es por ambas caras del muro. Para este caso, el valor de la rigidez fue de 5.32 Tn/m2 para ambas caras de muro [28].

El modelo que se realizó presenta en los muros las configuraciones de los patrones de agrietamiento que se observaron en la inspección visual de la casona de adobe, que son iguales a los que usualmente se presentan en diversas investigaciones.

Al crear estas grietas en el modelo, significa que los muros se comportarán como bloques, según la grieta que los separe, es ahí donde los elementos “Shell”, que simulan los bloques rígidos, se unen entre sí a través de los extremos de los elementos “link”, así como se muestra en la Figura 12.

Figura 12: Modelo de muros de adobe con elementos “link”



Fuente: Elaboración propia en SAP2000 v.20.0.0

Deben también tenerse algunas consideraciones del modelo, las sogas trabajan en conjunto como una malla, sin embargo, este efecto no ha sido considerado en el modelo, al igual que la carga inicial de tensado que se genera antes de colocar la malla, tampoco fue considerada, ya que se obtienen fuerzas mayores cuando se consideran las sogas con fases previas, por lo tanto, es más adecuado considerar la condición más crítica que sería sin la carga inicial de tensado [28].

Otros valores importantes que deben tenerse en cuenta en las propiedades de los elementos “link”, y que han sido tomados de investigaciones que obtuvieron resultados confiables [28]: la longitud de la soga de 0.675 m, el módulo de elasticidad de la soga $E=610 \text{ N/mm}^2$, área de cada soga $A=7.37 \text{ mm}^2$.

Usualmente las fallas se producen cuando los esfuerzos de corte por cargas en el plano igualan y sobrepasan los esfuerzos verticales promedio [35] y es lo que se comprueba en el modelamiento sin refuerzo, en el cual se ve que la distribución de esfuerzos por corte sobrepasa por bastante los esfuerzos últimos según la norma E080.

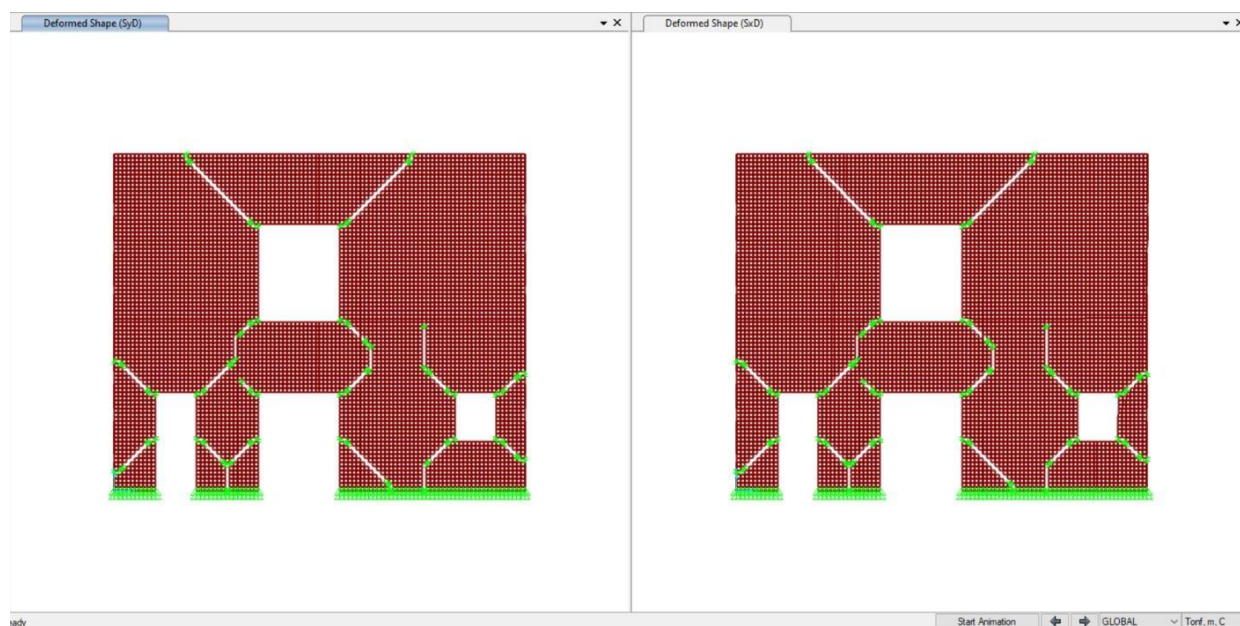
Aplicando los sismos dinámicos en cada dirección "X" y "Y", se obtuvieron los desplazamientos que se observan en la Tabla 13.

Tabla 13. Desplazamientos máximos en dirección "X" y "Y" en la estructura de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en "X" y "Y"

Desplazamientos máximos	SxD (m)	SyD (m)
Dirección "X"	0.010239	0.006734
Dirección "Y"	0.006202	0.016421

Fuente: Elaboración propia

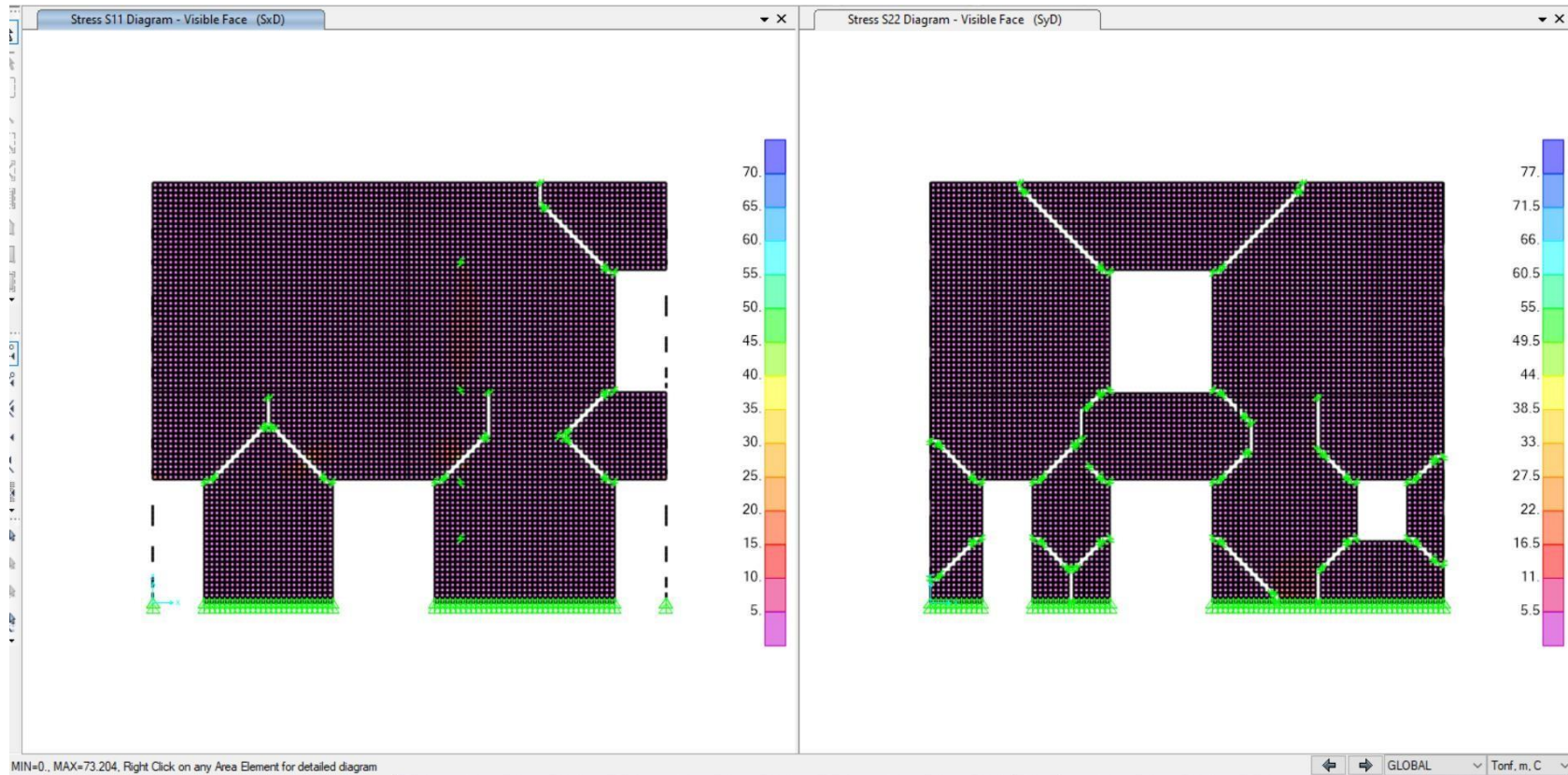
Figura 13: Desplazamientos en la estructura de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y"



Fuente: Elaboración propia

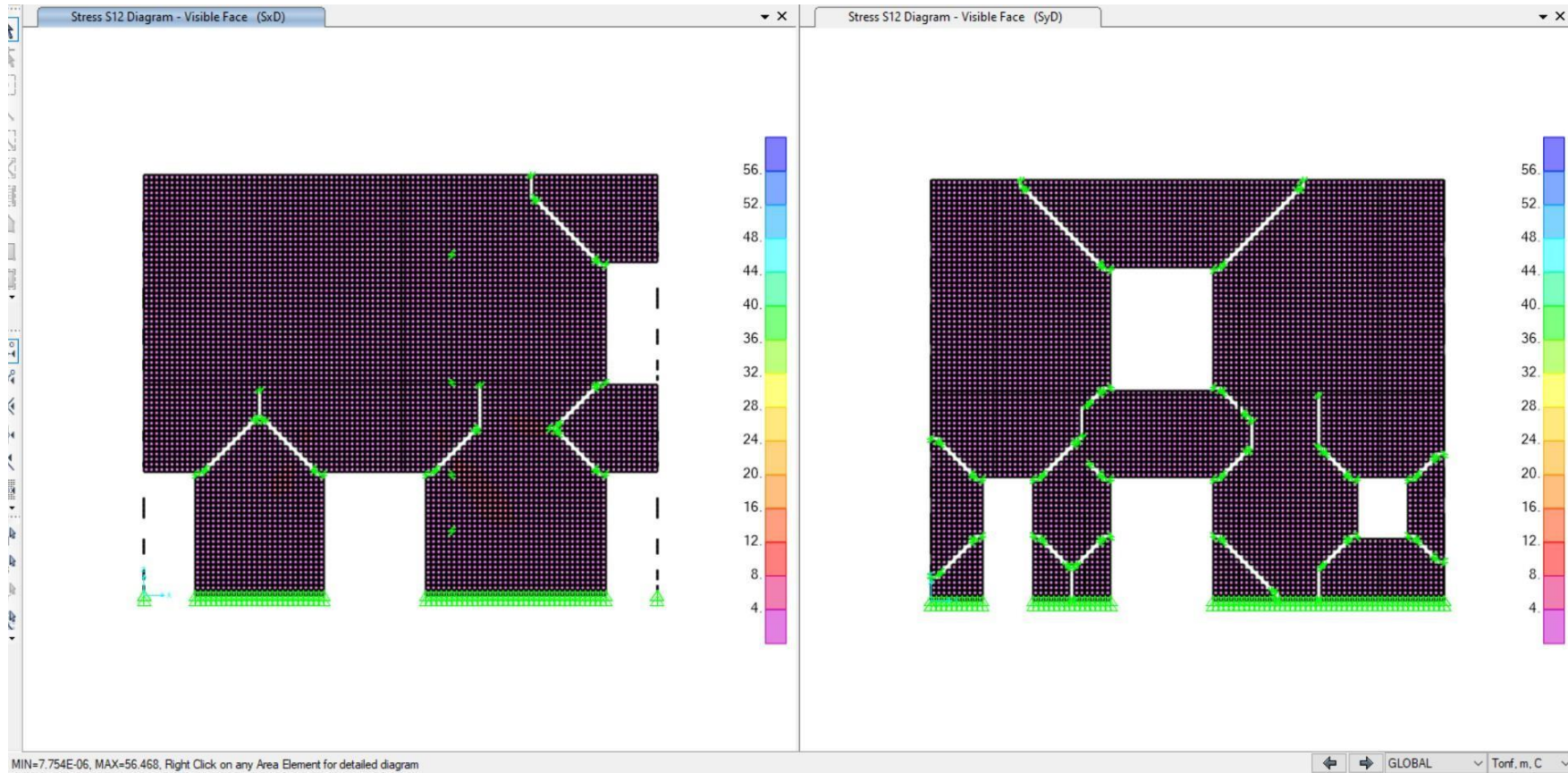
Se aplicaron los sismos dinámicos en dirección “X” y “Y” para obtener la distribución de esfuerzos principales y esfuerzos cortantes en los muros, así como se muestra en la Figura 14 y Figura 15.

Figura 14: Distribución de esfuerzos principales aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe con reforzamiento. Esfuerzos S11 y S22 (Ton/m²)



Fuente: Elaboración propia en SAP2000 v.20.0.0

Figura 15: Distribución de esfuerzos cortantes aplicando sismo dinámico en dirección "X" y "Y", sobre muros de adobe con reforzamiento. Esfuerzos S12 (Ton/m²)



Fuente: Elaboración propia en SAP2000 v.20.0.0

Los resultados de esfuerzos principales y esfuerzos cortantes distribuidos sobre los muros de adobe con reforzamiento se muestran en la *Tabla 14. Esfuerzos máximos en los muros de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección “X” y “Y”*Tabla 14

Tabla 12.

Tabla 14. *Esfuerzos máximos en los muros de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en dirección “X” y “Y”*

Esfuerzos	SxD (Ton/m2)	SyD (Ton/m2)
Principales	6.481312	11.812231
Cortantes	9.081836	5.053089

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura de adobe con y sin reforzamiento

Análisis de los resultados de desplazamientos

A partir de los resultados de desplazamientos en la estructura de adobe sin reforzar por efectos del sismo dinámico en “X” y en “Y”, los cuales fueron 0.0600 m y 0.0828 m respectivamente, así como se muestra en la Tabla 11, se intentaron verificar si estos desplazamientos se encontraban en los límites permisibles de distorsión de piso, sin embargo, todavía no existe una norma peruana que especifique las derivas máximas en estructuras de adobe.

A partir de lo anterior, se optó por tomar como referencia el desplazamiento máximo de un sistema de albañilería la cual es el sistema que más se asemeja a la de adobe, ya que también distintas investigaciones optaron por tomar de referencia el sistema de albañilería para estimar sus rangos permisibles de desplazamientos. Entonces, según la norma E030 [13], la cual estipula que la deriva no debe ser mayor a 0.005, es evidente que los desplazamientos de la estructura de adobe sin reforzar superan los límites máximos de desplazamiento, cuando se aplica el diseño de sismo.

Haciendo otra comparativa, respecto a otra investigación, donde también se analizó el comportamiento sísmico de estructuras de adobe sin reforzamiento [36] a partir del modelamiento obtuvieron desplazamientos máximos de 0.030 m para la dirección en “X” y 0.034 m en “Y”, aplicando sismo en ambas direcciones respectivamente, con estos datos se demuestra que el modelamiento matemático es correcto y que las estructuras de adobe sin refuerzo no son capaces de comportarse adecuadamente frente a un evento sísmico.

Ahora, observando los resultados de la estructura con reforzamiento, donde los desplazamientos fueron de 0.010239 y 0.016421 m en “X” y “Y”, respectivamente; y comparándolos con los desplazamientos de la estructura de adobe sin reforzar, se demuestra que el reforzamiento con sogas sintéticas mejora el comportamiento sísmico de la estructura disminuyendo los desplazamientos tanto en “X” como en “Y” en un 84% y 75% respectivamente.

Análisis de los resultados de esfuerzos

Iniciando el análisis, respecto a los resultados obtenidos del modelamiento, se observa que los esfuerzos en los muros sin reforzar, cuando se aplica sismo en dirección “X” y “Y”, superan los esfuerzos últimos en más del 50% de lo que estipula la norma E080 [15]:

Tracción: $0.81 \text{ kg/cm}^2 = 8.1 \text{ ton/m}^2$

Compresión: $6.12 \text{ kg/cm}^2 = 61.20 \text{ ton/m}^2$

Corte: $0.25 \text{ kg/cm}^2 = 2.5 \text{ ton/m}^2$

Se apreciaron que los resultados obtenidos de esfuerzos son valores altos, sin embargo, es necesario hacer una comparativa con otras investigaciones para saber si el modelamiento está arrojando valores correctos, observando la tesis de título “Reforzamiento Estructural de muros de adobe y la Aplicación de la geomalla biaxial en la edificación Cultural hotel comercio “el Cordano” – Patrimonio cultural Lima - Perú” [11], donde se modeló una estructura de adobe de dos pisos, se observan también valores altos que superan los esfuerzos últimos de corte teniendo esfuerzos de aproximadamente 33 Ton/m², lo cual si comparamos con el resultado obtenido, si podemos decir que los resultados están siendo confiables.

De la Tabla 15, se evidencia que los esfuerzos principales y los esfuerzos cortantes, disminuyen considerablemente cuando a los muros se les aplica el reforzamiento en el modelamiento, observando una disminución del 55%.

Tabla 15: Cuadro comparativo de esfuerzos máximos distribuidos en muros de adobe sin reforzar y con reforzamiento

Esfuerzos	SxD (ton/m ²)		SyD (ton/m ²)	
	<i>Sin reforzar</i>	<i>Con reforzamiento</i>	<i>Sin reforzar</i>	<i>Con reforzamiento</i>
Principales	15.33	6.48	26.50	11.81
Cortantes	21.75	9.08	18.39	5.05

Fuente: Elaboración propia

Comparando el aporte estructural de las sogas sintéticas con otra investigación en la cual también se aplicó el mismo tipo de reforzamiento. Blondet, et al. [23], demuestra que el reforzamiento con sogas de mallas sintéticas mejora el comportamiento sísmico de los muros de adobe, aportándoles rigidez en un 70% y por ende disminuyendo los esfuerzos en la cortante basal.

Análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado.

Para realizar la comparación entre el costo del reforzamiento con malla de sogas sintéticas en los muros de adobe; y un nuevo diseño con concreto armado, fue necesario primero realizar el diseño nuevo de concreto armado, para ello se consideraron los elementos estructurales de columnas, vigas, losas, placa y escalera.

Estructuración

Del plano de estructuración se tuvo lo siguiente:

Columnas: 25cm x 25 cm / 30 cm x 25 cm

Vigas en "X": 25 cm x 30 cm.

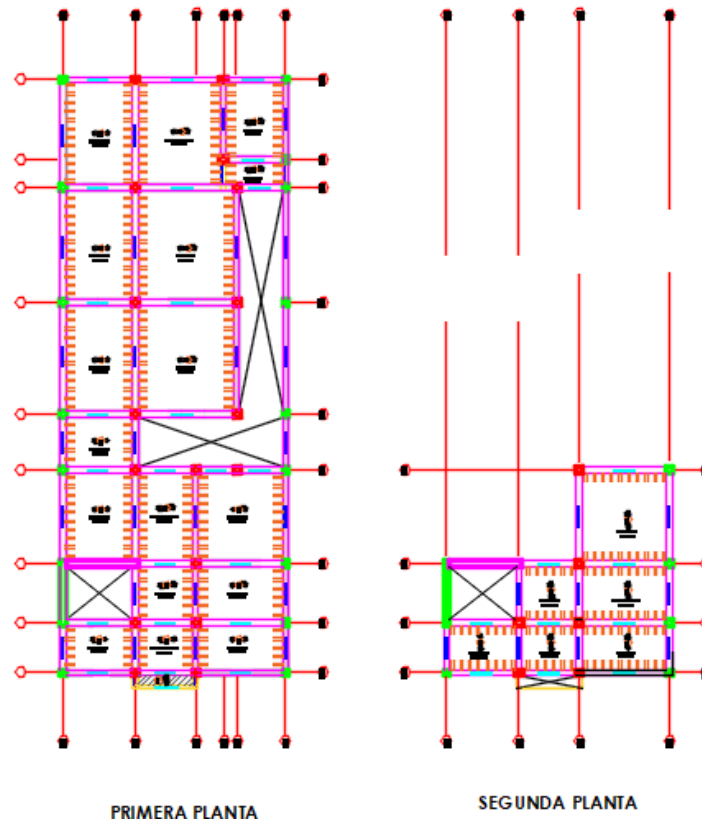
Vigas en "Y": 25 cm x 35 cm.

Losa:

Primer nivel: losa aligerada en una dirección en "x" y losa maciza en una dirección en "y".

Segundo nivel: losa aligerada en una dirección en "y".

Figura 16: Estructuración de primer y segundo piso



Fuente: Elaboración propia

Predimensionamiento de losa aligerada y maciza

Para determinar el sentido de la losa, este debe ser paralelo a la luz más corta del paño. El peralte de la losa fue determinado según la NTP E060 “Concreto Armado” del Reglamento Nacional de edificaciones [14].

Tabla 16: Espesor o peralte mínimo en losas

	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla 17. Predimensionamiento de losa aligerada en primer piso

PRIMER PISO - LOSA ALIGERADA									
PAÑO	LONGITUD DE VIGUETA (m)	LONGITUD DEL PAÑO		L1/L2	SENTIDO DE LOSA	De una dirección			PERALTE UNIFORMIZADO (m)
		L1	L2			TIPO DE LOSA	FACTOR	ESPESOR (m)	
1	1.99	3.00	1.99	1.51	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.108	0.20
2	2.45	2.45	1.99	1.23	Una dirección	Ambos extremos continuos	21.0	0.117	0.20
3	3.80	3.80	1.99	1.91	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.205	0.20
4	2.45	2.45	2.40	1.02	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.132	0.20
5	3.80	3.80	2.40	1.58	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.205	0.20
6	3.00	3.95	3.00	1.32	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.162	0.20
7	2.45	3.95	2.45	1.61	Una dirección	Ambos extremos continuos	21.0	0.117	0.20
8	3.80	3.95	3.80	1.04	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.205	0.20
9	3.00	3.00	2.28	1.32	Una dirección	Simplemente apoyados	16.0	0.188	0.20
10	3.00	4.77	3.00	1.59	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.162	0.20
11	4.30	4.77	4.30	1.11	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.232	0.20
12	3.00	4.90	3.00	1.63	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.162	0.20
13	4.30	4.90	4.30	1.14	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.232	0.20
14	3.00	4.60	3.00	1.53	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.162	0.20
15	3.70	4.60	3.70	1.24	Una dirección	Ambos extremos continuos	21.0	0.176	0.20
16	2.55	2.55	1.00	2.55	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.138	0.20
17	2.55	3.35	2.55	1.31	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.138	0.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Predimensionamiento de losa aligerada en segundo piso

LOSA ALIGERADA 2do piso									
PAÑO	LONGITUD DE VIGUETA (m)	LONGITUD DEL PAÑO		L1/L2	SENTIDO DE LOSA	De una dirección			PERALTE UNIFORMIZADO (m)
		L1	L2			TIPO DE LOSA	FACTOR	ESPESOR (m)	
1	1.99	3.00	1.99	1.51	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.108	0.20
2	1.99	2.45	1.99	1.23	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.108	0.20
3	1.99	3.80	1.99	1.91	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.108	0.20
4	2.45	2.45	2.40	1.02	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.132	0.20
5	2.40	3.80	2.40	1.58	Una dirección	Ambos extremos continuos	21.0	0.114	0.20
6	3.95	3.95	3.80	1.04	Una dirección	Un extremo continuo	18.5	0.214	0.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Predimensionamiento de losa maciza en primer piso

LOSA MACIZA - PRIMER PISO									
1	0.45	2.45	0.45	5.44	Una dirección	En voladizo	10.0	0.045	0.20

Fuente: Elaboración propia

Predimensionamiento de columnas

El predimensionamiento de columnas se realizó de acuerdo con lo estipulado en el libro Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado del ingeniero Antonio Blanco Blasco [27], en el cual se indica que debe considerarse la carga axial y el área tributaria, según la ubicación de las columnas se obtiene el área de sección de la columna.

Columnas céntricas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'c}$$

Columnas esquinadas o excéntricas:

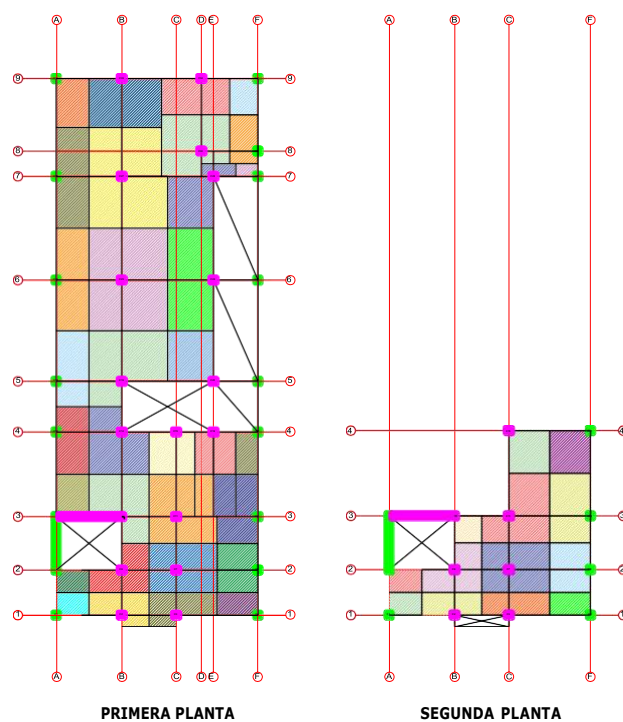
$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.35f'c}$$

Para la carga de servicio se consideró el peso unitario de 1 Tn/m² ya que es una edificación común, la resistencia del concreto se consideró de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, la carga de servicio se determinó aplicando la siguiente ecuación:

$$P(\text{servicio}) = Pu * At * N^{\circ} \text{ de pisos}$$

Teniendo las áreas tributarias que se muestran en la Figura 17.

Figura 17: Áreas tributarias del primer y segundo piso



Fuente: Elaboración propia

Se verificó la sección pre dimensionada de las columnas.

Tabla 20: Predimensionamiento de columnas de primer piso

PRIMER PISO							
EJE	Columna	Ubicación	Área Tributaria (m ²)	P _s (kg)	A. PROPUESTA (cm ²)	A. OBTENIDA (cm ²)	VERIFICACIÓN
1	C1	Col.Esquinada	1.8	3600.00	625	48.98	CUMPLE
	C2	Col.Esquinada	4.05	8100.00	750	110.20	CUMPLE
	C3	Col.Esquinada	4.5	9000.00	750	122.45	CUMPLE
	C4	Col.Esquinada	2.25	4500.00	625	61.22	CUMPLE
2	C6	Col.Céntrica	5.06	10120.00	750	107.09	CUMPLE
	C7	Col.Céntrica	8.18	16360.00	750	173.12	CUMPLE
	C8	Col.Esquinada	4.92	9840.00	625	133.88	CUMPLE
3	C11	Col.Céntrica	11.11	22220.00	750	235.13	CUMPLE
	C12	Col.Esquinada	7.27	14540.00	625	197.82	CUMPLE
4	C13	Col.Esquinada	5.42	10840.00	625	147.48	CUMPLE
	C14	Col.Céntrica	8.23	16460.00	750	174.18	CUMPLE
	C15	Col.Céntrica	4.73	9460.00	750	100.11	CUMPLE
	C16	Col.Céntrica	4.21	8420.00	750	89.10	CUMPLE
	C17	Col.Esquinada	2.29	4580.00	625	62.31	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Predimensionamiento de columnas de primer piso

PRIMER PISO							
EJE	Columna	Ubicación	Área Tributaria (m ²)	Ps (kg)	A. PROPUESTA (cm ²)	A. OBTENIDA (cm ²)	VERIFICACIÓN
5	C18	Col.Esquinada	6.09	12180.00	625	165.71	CUMPLE
	C19	Col.Céntrica	11.78	23560.00	750	249.31	CUMPLE
	C20	Col.Céntrica	5.69	11380.00	750	120.42	CUMPLE
	C21	Col.Esquinada	0	0.00	625	0.00	CUMPLE
6	C22	Col.Esquinada	8.23	16460.00	625	223.95	CUMPLE
	C23	Col.Céntrica	19.75	39500.00	750	417.99	CUMPLE
	C24	Col.Céntrica	11.53	23060.00	750	244.02	CUMPLE
	C25	Col.Esquinada	0	0.00	625	0.00	CUMPLE
7	C26	Col.Esquinada	8.09	16180.00	625	220.14	CUMPLE
	C27	Col.Céntrica	18.7	37400.00	750	395.77	CUMPLE
	C28	Col.Céntrica	6.86	13720.00	750	145.19	CUMPLE
8	C29	Col.Esquinada	0.67	1340.00	625	18.23	CUMPLE
	C30	Col.Céntrica	9.34	18680.00	750	197.67	CUMPLE
9	C31	Col.Esquinada	3.36	6720.00	625	91.43	CUMPLE
	C32	Col.Esquinada	3.93	7860.00	625	106.94	CUMPLE
	C33	Col.Esquinada	8.69	17380.00	750	236.46	CUMPLE
	C34	Col.Esquinada	6.04	12080.00	750	164.35	CUMPLE
	C35	Col.Esquinada	2.5	5000.00	625	68.03	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Predimensionamiento de columnas de segundo piso

SEGUNDO PISO							
EJE	Columna	Ubicación	Área Tributaria (m ²)	Ps (kg)	A. PROPUESTA (cm ²)	A. OBTENIDA (cm ²)	REQUISITO
1	C1	Col.Esquinada	1.8	3600.00	625	48.98	CUMPLE
	C2	Col.Esquinada	3.29	6580.00	750	89.52	CUMPLE
	C3	Col.Esquinada	3.74	7480.00	750	101.77	CUMPLE
	C4	Col.Esquinada	2.25	4500.00	625	61.22	CUMPLE
2	C6	Col.Céntrica	5.06	10120.00	750	107.09	CUMPLE
	C7	Col.Céntrica	8.18	16360.00	750	173.12	CUMPLE
	C8	Col.Esquinada	4.92	9840.00	625	133.88	CUMPLE
3	C11	Col.Esquinada	8.67	17340.00	750	235.92	CUMPLE
	C12	Col.Esquinada	6.9	13800.00	625	187.76	CUMPLE
4	C15	Col.Esquinada	4.23	8460.00	750	115.10	CUMPLE
	C17	Col.Esquinada	4.23	8460.00	625	115.10	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Predimensionamiento de vigas

Se realizó el predimensionamiento de vigas en “x” y “y”, siguiendo las consideraciones propuestas en el capítulo 21 de la norma E.060 de Concreto armado.

Figura 18: Requisitos para las vigas

21.5.1.2	La luz libre del elemento ℓ_n no debe ser menor que cuatro veces su peralte.
21.5.1.3	El ancho del elemento, b_w , no debe ser menor de 0,25 veces el peralte ni de 250 mm.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla 23: Predimensionamiento de vigas en "X" del primer y segundo piso

PRIMER PISO									
	VIGAS X	L (m)	h=L/12	bw=h/2	h	bw	COMPROBACIÓN		
							bw>=0.25*h	L>4h	h>L/16
EJE 1 Y 2	ENTRE A-B	2.980	0.248	0.124	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE B-C	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE C-F	3.770	0.314	0.157	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 3	ENTRE B-C	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE C-F	3.770	0.314	0.157	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 4	ENTRE A-B	2.980	0.248	0.124	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE B-C	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE C-E	1.550	0.129	0.065	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE E-F	1.920	0.160	0.080	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 5, 6 Y 7	ENTRE A-B	2.980	0.248	0.124	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE B-E	4.250	0.354	0.177	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 7	ENTRE E-F	1.920	0.160	0.080	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 8	ENTRE D-F	2.520	0.210	0.105	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 9	ENTRE A-B	2.980	0.248	0.124	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE B-D	3.650	0.304	0.152	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE D-F	2.520	0.210	0.105	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 1' - VC	ENTRE B-C	2.950	0.246	0.123	0.20	0.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

SEGUNDO PISO									
	VIGAS X	L (m)	h=L/12	bw=h/2	h	bw	COMPROBACIÓN		
							bw>=0.25*h	L>4h	h>L/16
EJE 1 Y 2	ENTRE A-B	2.980	0.248	0.124	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE B-C	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE C-F	3.770	0.314	0.157	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 3	ENTRE B-C	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE C-F	3.770	0.314	0.157	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE 4	ENTRE C-F	3.770	0.314	0.157	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Predimensionamiento de vigas en "Y" del primer y segundo piso

PRIMER PISO									
	VIGAS X	L (m)	h=L/12	bw=h/2	h	bw	COMPROBACIÓN		
							bw>=0.25*h	L>4h	h>L/16
EJE A Y B	ENTRE 1-2	1.990	0.166	0.083	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 2-3	2.400	0.200	0.100	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 3-4	3.950	0.329	0.165	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 4-5	2.260	0.188	0.094	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 5-6	4.770	0.398	0.199	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 6-7	4.900	0.408	0.204	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 7-9	4.600	0.383	0.192	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE C	ENTRE 1-2	1.990	0.166	0.083	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 2-3	2.400	0.200	0.100	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 3-4	3.950	0.329	0.165	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE D	ENTRE 8-9	3.350	0.279	0.140	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE E	ENTRE 5-6	4.770	0.398	0.199	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 6-7	4.900	0.408	0.204	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE F	ENTRE 1-2	1.990	0.166	0.083	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 2-3	2.400	0.200	0.100	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 3-4	3.950	0.329	0.165	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 4-5	2.260	0.188	0.094	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 5-6	4.770	0.398	0.199	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 6-7	4.900	0.408	0.204	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 7-8	1.000	0.083	0.042	0.35	0.25	CUMPLE	ERROR	CUMPLE
ENTRE 8-9	3.350	0.279	0.140	0.35	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
EJE D - VC	ENTRE 7-8	1.000	0.083	0.042	0.20	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE B Y C - VC	ENTRE 1-2	0.450	0.038	0.019	0.20	0.25	CUMPLE	NO SE VERIFICA	CUMPLE

SEGUNDO PISO									
	VIGAS X	L (m)	h=L/12	bw=h/2	h	bw	COMPROBACIÓN		
							bw>=0.25*h	L>4h	h>L/16
EJE A	ENTRE 1-2	1.990	0.166	0.083	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE B, C Y F	ENTRE 1-2	1.990	0.166	0.083	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	ENTRE 2-3	2.400	0.200	0.100	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
EJE C Y F	ENTRE 3-4	3.950	0.329	0.165	0.30	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Predimensionamiento de escalera

En el predimensionamiento de la escalera se calculó el espesor de la garganta de 15 cm y la altura media la cual fue de 27 cm, además se determinó el paso de 25 cm y un contrapaso de 17 cm, lo cual cumple con las consideraciones del Artículo 29 de la norma A-010 del Reglamento Nacional de Edificaciones [38].

Predimensionamiento de placa

No existe una manera específica para determinar las dimensiones de placa, sin embargo, según el ingeniero Blanco Blasco [37], el espesor mínimo de las placas es de 10 cm. En este caso la placa se consideró de 25 cm de espesor, el cual se verificó posteriormente con el modelamiento.

Diseño sísmico

Espectro de diseño

Para el espectro de diseño se siguieron los lineamientos establecidos en la norma E030 [13], y se tomaron los siguientes valores:

Factor de zona (Z): 0.45

Factor de uso (U): 1

Factor suelo (S): 1.05

Periodo fundamental de vibración: 0.08

Tabla 25: Periodo fundamental de vibración

Altura de la edificación	hn =	4.80 m
Coefficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio	CT =	60
Periodo fundamental de vibración	T =	0.08

Fuente: Elaboración propia

Se tomó CT=60 porque es el coeficiente para los edificios de concreto armado duales.

Parámetros de sitio:

Los valores TP = 0.60 y TL = 2, según la Tabla N°4 de la norma E030.

Tabla 26: Periodos "TP" y "TL"

	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

Factor de amplificación sísmica (C): 2.5

Según los periodos y las características establecidas en la norma E030:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Se tiene $\rightarrow T = 0.08 < T_p = 0.60$

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R0):

Tabla 27: Sistemas estructurales

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R0(*)
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos(SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos(IMF)	5
Pórticos Ordinarios resistentes a momentos(OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente ariostrados(SCBF)	7
Pórticos Ordinarios concéntricamente ariostrados(OCBF)	4
Pórticos excéntricamente ariostrados(EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductibilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Para "x": Ro=7

Para "y": Ro=7

Irregularidad en planta: 1

Irregularidad en altura: 1

ZUCS para eje “x” y “y”:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{7 \times 1}$$

Patrones de carga

Verificación de participación modal

Tabla 28: Verificaciones por participación modal

TABLE: Modal Load Participation Ratios					
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic	Verificación
Text	Text	Text	Percent	Percent	
MODAL	Acceleration	UX	100	99.97	CUMPLE
MODAL	Acceleration	UY	100	99.99	CUMPLE
MODAL	Acceleration	UZ	100.00	99.97	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Verificación de derivas

Tabla 29: Verificaciones de derivas en dirección "X"

DIRECCIÓN X						
R=	7					
PISO	EJE	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO		DERIVA	VERIFICACIÓN
			ABSOLUTOS	RELATIVOS		
PISO 2	G-10	2.40		-0.013717	-0.005715	CUMPLE
	A-10	2.40		-0.013717	-0.005715	CUMPLE
	G-1	2.40	0.009330	0.006034	0.002514	CUMPLE
	A-1	2.40	0.009330	0.006034	0.002514	CUMPLE
PISO 1	G-10	2.40	0.013717	0.013717	0.005715	CUMPLE
	A-10	2.40	0.013717	0.013717	0.005715	CUMPLE
	G-1	2.40	0.003296	0.003296	0.001373	CUMPLE
	A-1	2.40	0.003296	0.003296	0.001373	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Verificaciones de derivas en dirección "Y"

DIRECCIÓN Y							
R=	7						
PISO	EJE	ALTURA (cm)	DESPLAZAMIENTO		DERIVA	VERIFICACIÓN	
			ABSOLUTO	RELATIVO			
PISO 2	G-10	2.40		-0.006727	-0.002803	CUMPLE	
	A-10	2.40		-0.001550	-0.000646	CUMPLE	
	G-1	2.40	0.018907	0.012180	0.005075	CUMPLE	
	A-1	2.40	0.003270	0.001720	0.000717	CUMPLE	
PISO 1	G-10	2.40	0.006727	0.006727	0.002803	CUMPLE	
	A-10	2.40	0.001550	0.001550	0.000646	CUMPLE	
	G-1	2.40	0.006727	0.006727	0.002803	CUMPLE	
	A-1	2.40	0.001550	0.001550	0.000646	CUMPLE	

Fuente: Elaboración propia

Diseño de elementos estructurales

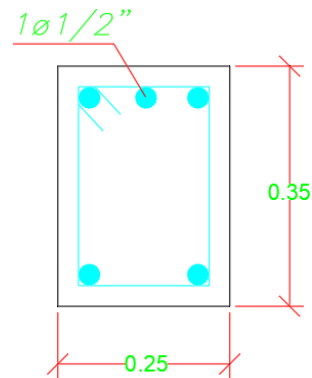
Diseño de vigas en "X" y "Y"

Las vigas fueron diseñadas de acuerdo con lo establecido en la norma E060 Concreto Armado, los momentos y cortantes se obtuvieron a partir de la envolvente la cual tiene las combinaciones de carga según el método LRFD. El diseño de vigas se observa en el Anexo N°9.

Para las vigas en el eje "X" del primer piso se tuvieron varillas de $\emptyset 3/8$, $\emptyset 1/2$ y $\emptyset 5/8$, en las vigas del segundo piso se tuvieron varillas de $\emptyset 1/2$, $\emptyset 5/8$ y $\emptyset 3/4$.

Para las vigas en el eje "Y" del primer piso se tuvieron varillas de $\emptyset 1/2$, $\emptyset 5/8$ y $\emptyset 3/4$, en las vigas del segundo piso se tuvieron varillas de $\emptyset 1/2$ y $\emptyset 5/8$.

Figura 19: Distribución de varillas de acero longitudinales en Eje F, tramo 3-4

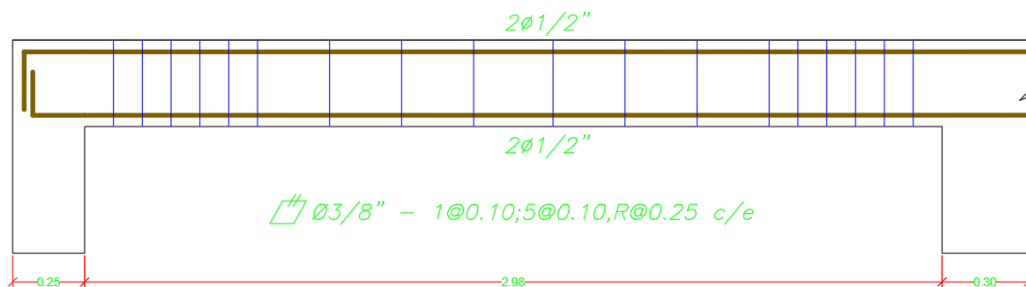


$4\phi 5/8 + 1\phi 1/2$
 $\square 3/8 \phi: 1@.10,$
 $5@.10, Rto.@.25$

Fuente: Elaboración propia

También se realizó la verificación por cortante, para la cual se cumplió con lo estipulado en el capítulo 21.4.4.4 de la norma E060 Concreto Armado [14]. La distribución de los estribos en todas las vigas en “X” y “Y”, fue la mínima: $\phi 3/8 - 1@0.10$; [5@0.10,R@0.25](#).

Figura 20: Distribución de estribos en eje 9, tramo A-B



Fuente: Elaboración propia

Diseño de losa aligerada

El diseño de la losa aligerada se realizó en base a lo estipulado en la norma E060 Concreto Armado. Se tomó el tramo más cargado y el diseño se uniformizó para todos los paños según ese diseño.

Para obtener los momentos, se modeló la vigueta en el programa SAP2000, se aplicaron las cargas amplificadas obtenidas del metrado de cargas de la losa para los diferentes paños:

PRIMER NIVEL

Tabla 31: Metrado de cargas para paños 1,2,3,4,5 y 8 del primer nivel

LOSA ALIGERADA 20 cm		
CMU =	240.8	kg.m
CVU =	136	kg.m
	376.80	kg.m
C. SERVICIO	0.3768	tn-m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Metrado de cargas para paños 6,7,9,10,11,12,13,14,15,16, y 7 del primer nivel

LOSA ALIGERADA 20 cm		
CMU =	224	kg.m
CVU =	136	kg.m
	360.00	kg.m
C. SERVICIO	0.36	tn-m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Metrado de cargas para losa maciza en primer nivel

LOSA MACIZA e=0.20m	
CARGAS AMPLIFICADAS	
CM	0.85 tn/m ²
CV	0.34 tn/m ²
CU	1.19 tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

SEGUNDO NIVEL

Tabla 34: Metrado de cargas para paños 1,2, 3,4,5,6 y 7 del segundo nivel

LOSA ALIGERADA 20 cm		
CMU =	224	kg.m
CVU =	136	kg.m
	360.00	kg.m
C. SERVICIO	0.36	tn-m

Fuente: Elaboración propia

Se modeló la vigueta ubicada entre el eje 3-4, y se obtuvieron los momentos positivos, negativos y las cortantes, que también fueron verificadas. De igual manera se realizó el diseño para la losa maciza ubicada en el paño 1'.

Tabla 35: Diseño de acero en losa aligerada con $Mu(+)$ para primer piso

FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA		
Tramo B-C			Tramo C-D			Tramo D-E		
Mu+	0.38812	tn.m	Mu+	0	tn.m	Mu+	0.591	tn.m
b	40	cm	b	40	cm	b	40	cm
d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm
f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²
f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²
a calculado	0.36	cm	a calculado	0.00	cm	a calculado	0.55	cm
As calculado	0.610	cm ²	As calculado	0.000	cm ²	As calculado	1.215	cm ²
c calculado	0.422	cm	c calculado	0.000	cm	c calculado	0.647	cm
es	0.054		es	0.054		es	0.054	
ey	25.775		ey	25.775		ey	25.775	
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
FLUYE			FLUYE			FLUYE		
VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES		
Usar	1Ø 1/2"		Usar	1Ø 1/2"		Usar	1Ø 1/2"	
As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²
As min+	0.41	cm	As min+	0.41	cm	As min+	0.41	cm
a real	0.76	cm	a real	0.76	cm	a real	0.76	cm
c real	0.89	cm	c real	0.89	cm	c real	0.89	cm
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Diseño de acero de temperatura en losa aligerada de primer piso

ACERO DE TEMPERATURA		
Ancho	100	cm
hf	5	cm
Barra a usar = 1/4"		
As calculado	0.90	cm ²
As usar	0.32	cm ²
S calculado	35.56	cm
St	25	cm
S usar	25	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Verificación de cortante en vigueta de losa aligerada del primer piso

CORTANTE VIGUETA																	
EJE A-B IZQUIERDA			EJE A-B DERECHA			EJE B-C IZQUIERDA			EJE B-C DERECHA			EJE C-F IZQUIERDA			EJE C-F DERECHA		
ØVc	1220.80	kg	ØVc	1220.80	kg	ØVc	1220.80	kg	ØVc	1220.80	kg	ØVc	1220.80	kg	ØVc	1220.80	kg
	1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn
Vc aplicado	0.5628	tn	Vc aplicado	0.7632	tn	Vc aplicado	0.4473	tn	Vc aplicado	0.6543	tn	Vc aplicado	1.0096	tn	Vc aplicado	0.7108	tn
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
SISOPORTA			SISOPORTA			SISOPORTA			SISOPORTA			SISOPORTA			SISOPORTA		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Diseño de acero en losa aligerada con $\mu(-)$ para primer piso

FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA		
EJE A DERECHO			EJE B IZQUIERDO			EJE B DERECHO			EJE C IZQUIERDO			EJE C DERECHO			EJE F IZQUIERDO		
Mu-	0.16583125	tn.m	Mu-	0.32567	tn.m	Mu-	0.32567	tn.m	Mu-	0.60513	tn.m	Mu-	0.60513	tn.m	Mu-	0.25751925	tn.m
bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm
d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm
f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²
f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²
a calculado	0.62	cm	a calculado	1.24	cm	a calculado	1.24	cm	a calculado	2.38	cm	a calculado	2.38	cm	a calculado	0.97	cm
As calculado	0.263	cm ¹	As calculado	0.526	cm ²	As calculado	0.526	cm ²	As calculado	1.013	cm ²	As calculado	1.013	cm ²	As calculado	0.413	cm ²
c calculado	0.728	cm	c calculado	1.456	cm	c calculado	1.456	cm	c calculado	2.803	cm	c calculado	2.803	cm	c calculado	1.142	cm
es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011	
ev	5.37		ev	5.37		ev	5.37		ev	5.37		ev	5.37		ev	5.37	
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE		
VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES		
Usar	1 Ø 1/2"		Usar	1 Ø 1/2"		Usar	1 Ø 1/2"		Usar	1 Ø 1/2"		Usar	1 Ø 1/2"		Usar	1 Ø 1/2"	
As real	1.29	cm ¹	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²
As min-	1.01	cm	As min-	1.01	cm	As min-	1.01	cm	As min-	1.01	cm	As min-	1.01	cm	As min-	1.01	cm
a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm
c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Diseño de acero en losa aligerada con $Mu(+)$ para segundo piso

FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA		
Tramo 1-2			Tramo 2-3			Tramo 3-4		
Mu+	0.38605	tn.m	Mu+	0	tn.m	Mu+	0.5661	tn.m
b	40	cm	b	40	cm	b	40	cm
d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm
fc	210.00	kg/cm ²	fc	210.00	kg/cm ²	fc	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²	fy	4200.00	kg/cm ²	fy	4200.00	kg/cm ²
a calculado	0.36	cm	a calculado	0.00	cm	a calculado	0.53	cm
As calculado	0.607	cm ²	As calculado	0.000	cm ²	As calculado	1.163	cm ²
c calculado	0.420	cm	c calculado	0.000	cm	c calculado	0.619	cm
es	0.054		es	0.054		es	0.054	
ey	25.775		ey	25.775		ey	25.775	
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
FLUYE			FLUYE			FLUYE		
VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES		
Usar	1Ø 1/2"		Usar	1Ø 1/2"		Usar	1Ø 1/2"	
As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²
As min+	0.41	cm	As min+	0.41	cm	As min+	0.41	cm
a real	0.76	cm	a real	0.76	cm	a real	0.76	cm
c real	0.89	cm	c real	0.89	cm	c real	0.89	cm
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Diseño de acero de temperatura en losa aligerada de segundo piso

ACERO DE TEMPERATURA		
Ancho	100	cm
hf	5	cm
Barra a usar = 1/4"		
As calculado	0.90	cm ²
As usar	0.32	cm ²
S calculado	35.56	cm
St	25	cm
S usar	25	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Verificación de cortante en vigueta de losa aligerada del segundo piso

CORTANTE VIGUETA																	
EJE 1-2 IZQUIERDA			EJE 1-2 DERECHA			EJE 2-3 IZQUIERDA			EJE 2-3 DERECHA			EJE 3-4 IZQUIERDA			EJE 3-4 DERECHA		
øVc	1220.80	kg	øVc	1220.80	kg	øVc	1220.80	kg	øVc	1220.80	kg	øVc	1220.80	kg	øVc	1220.80	kg
	1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn		1.2208	tn
Vc aplicado	0.5613	tn	Vc aplicado	0.7647	tn	Vc aplicado	0.4571	tn	Vc aplicado	0.6445	tn	Vc aplicado	0.9703	tn	Vc aplicado	0.6821	tn
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
SI SOPORTA			SI SOPORTA			SI SOPORTA			SI SOPORTA			SI SOPORTA			SI SOPORTA		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Diseño de acero en losa aligerada con $Mu(-)$ para segundo piso

FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA			FLEXION DE VIGUETA		
EJE 1 DERECHO			EJE 2 IZQUIERDO			EJE 2 DERECHO			EJE 3 IZQUIERDO			EJE 3 DERECHO			EJE 4 IZQUIERDO		
Mu-	0.07877632	tn.m	Mu-	0.33051	tn.m	Mu-	0.33051	tn.m	Mu-	0.58356	tn.m	Mu-	0.58356	tn.m	Mu-	0.276948	tn.m
bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm	bw	10	cm
d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm	d	17.00	cm
f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²	f _c	210.00	kg/cm ²
f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²	f _y	4200.00	kg/cm ²
a calculado	0.29	cm	a calculado	1.26	cm	a calculado	1.26	cm	a calculado	2.29	cm	a calculado	2.29	cm	a calculado	1.05	cm
As calculado	0.124	cm ¹	As calculado	0.534	cm ²	As calculado	0.534	cm ²	As calculado	0.974	cm ²	As calculado	0.974	cm ²	As calculado	0.445	cm ²
c calculado	0.342	cm	c calculado	1.478	cm	c calculado	1.478	cm	c calculado	2.695	cm	c calculado	2.695	cm	c calculado	1.231	cm
es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011		es	0.011	
ey	5.37		ey	5.37		ey	5.37		ey	5.37		ey	5.37		ey	5.37	
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE			FLUYE		
VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES			VALORES REALES		
Usar	1 ø 1/2"		Usar	1 ø 1/2"		Usar	1 ø 1/2"		Usar	1 ø 1/2"		Usar	1 ø 1/2"		Usar	1 ø 1/2"	
As real	1.29	cm ¹	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.29	cm ²	As real	1.290	cm ²
As mín-	1.01	cm	As mín-	1.01	cm	As mín-	1.01	cm	As mín-	1.01	cm	As mín-	1.01	cm	As mín-	1.01	cm
a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm	a real	3.04	cm
c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm	c real	3.57	cm
VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN			VERIFICACIÓN		
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Diseño de losa maciza en el paño 1' del primer piso

Paño 1'		
Eje X		
Mu-	1.12 Tn.m	tn.m
b	100	cm
d	17.00	cm
f _c	210.00	kg/cm ²
f _y	4200.00	kg/cm ²
a calculado	0.41	cm
As calculado	2.291	cm ²
c calculado	0.488	cm
es	0.045	
ey	21.241	
VERIFICACIÓN		
FLUYE		
VALORES REALES		
S= 0.42	3 Ø 1/2	
As real	3.87	cm ²
As min+	3.06	cm ²
As a utilizar	3.060	cm ²
a real	0.91	cm
c real	1.07	cm
3 Ø 1/2" @ 0.25		
VERIFICACIÓN		
CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Verificación por cortante de losa maciza en el paño 1' del primer piso

bw	d	f _c
45.00 cm	17 cm	210 kg/cm ²
$\phi V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'_c}(\alpha)(d)$		
V _u	ϕV_c	COMPROBACIÓN $\phi V_c \geq V_u$
0.40 tn	4994.2 kg	4.99 tn
		CUMPLE

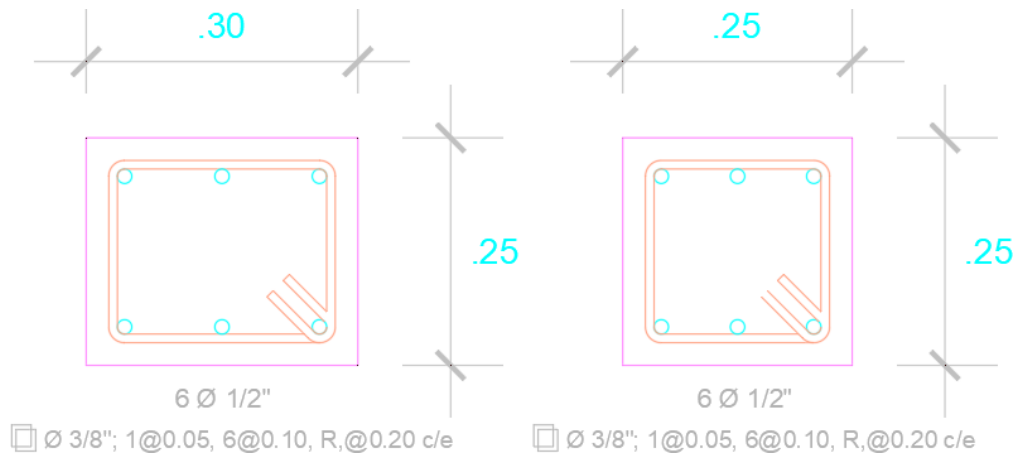
Fuente: 1Elaboración propia

Diseño de columnas estructurales

Se realizó el diseño de columnas por flexo compresión y se verificaron las cortantes, para ello se realizó el diagrama de interacción de la columna más crítica. En base a ello se tomó el mismo diseño para las demás columnas. El área de la sección de las columnas de 30 cm x 25 cm fue 750 cm², por lo tanto, tomando la cuantía de acero del 1% para el As mínimo, la distribución que se colocó fue de 6Ø1/2" repartidas en 3 columnas y dos filas, así como se

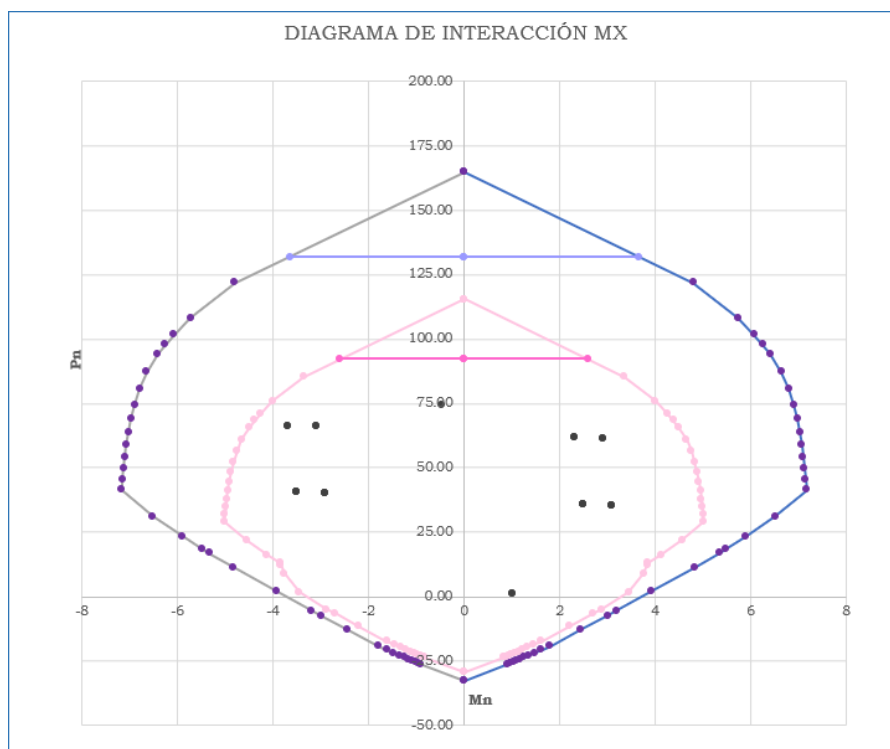
muestra en la Figura 21. Ver Anexo N°10, para ver el diseño de columnas estructurales a más detalles.

Figura 21: Distribución de acero en columnas de 30 cm x 25 cm / 25 cm x 25 cm



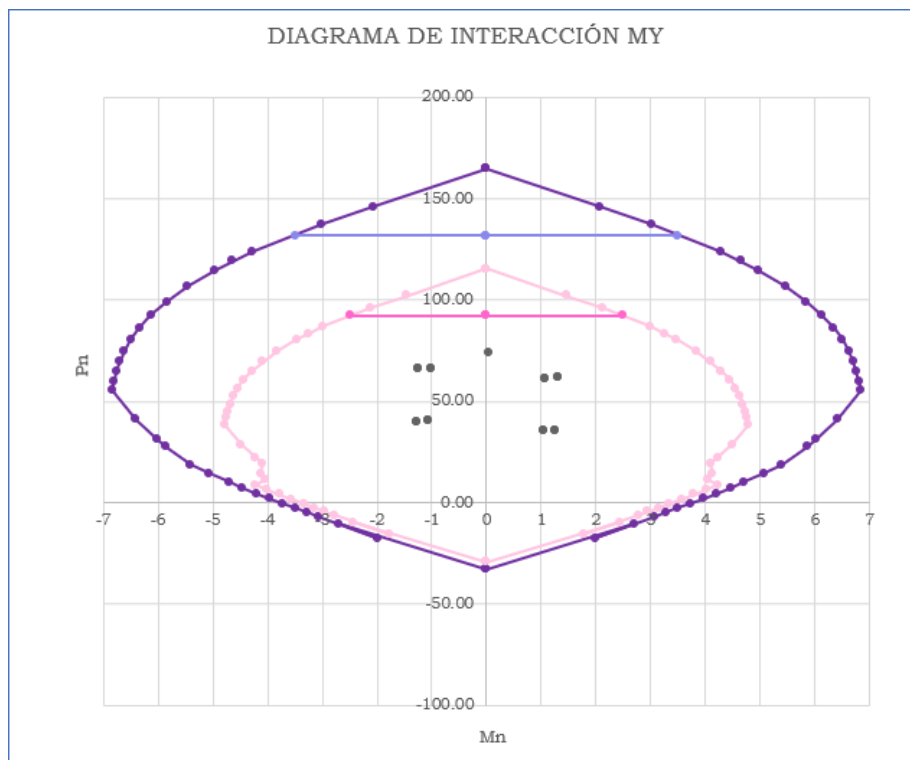
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Diagrama de interacción de la columna de 30 cm x 25cm, en el eje "X"



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Diagrama de interacción de la columna de 30 cm x 25cm, en el eje "Y"



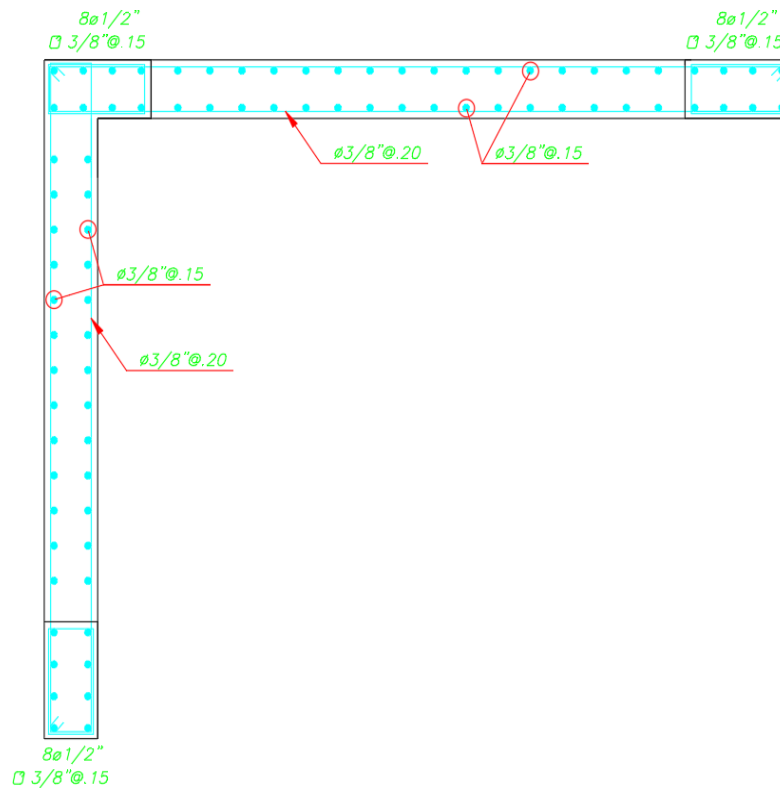
Fuente: Elaboración propia

Diseño de placa en L

La placa en L se diseñó por flexo-compresión, para ello se realizó el diagrama de interacción de la placa para ambos ejes "x" y "y".

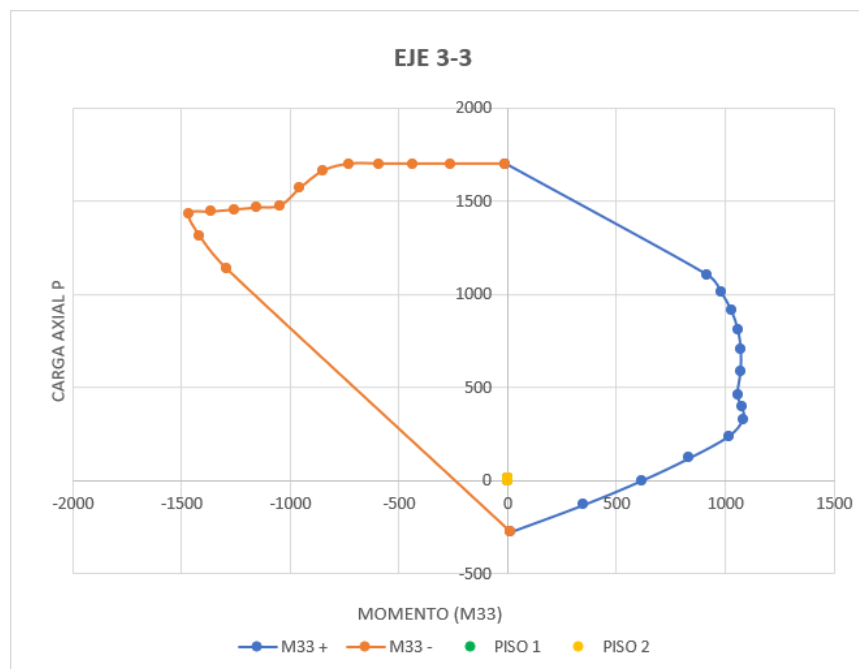
El diseño y distribución de aceros se muestra en la Figura 24. Ver Anexo N°11 para más detalles del diseño de placa.

Figura 24: Diseño de acero en placa L del primer y segundo piso



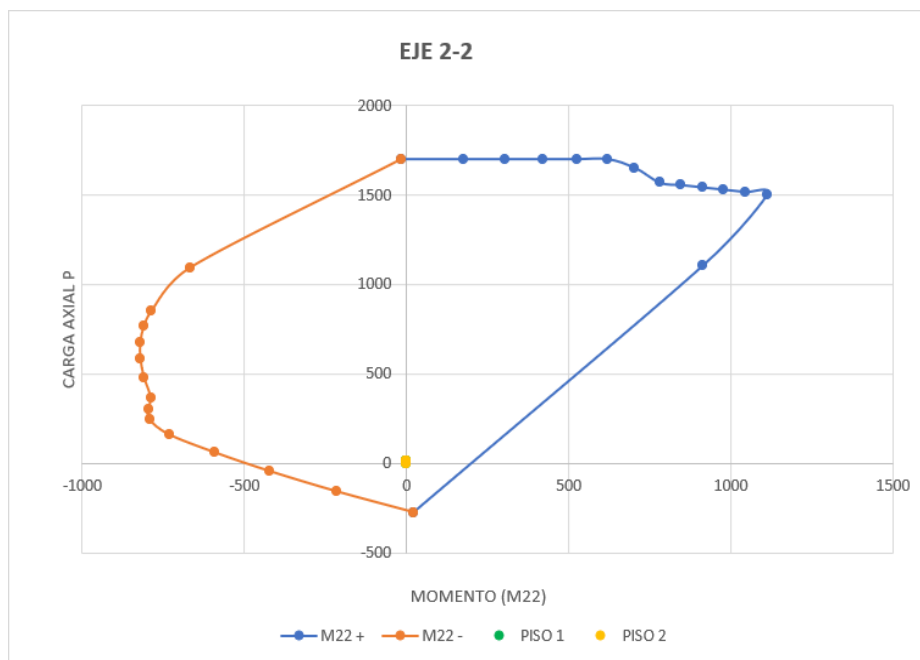
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Diagrama de interacción de la placa L en el eje "X"



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Diagrama de interacción de la placa L en el eje "Y"



Fuente: Elaboración propia

Diseño de escalera

Para el diseño, la escalera estuvo conformada por 2 tramos. Ver Anexo N°12 para más detalles del diseño de la escalera.

Tramo 1

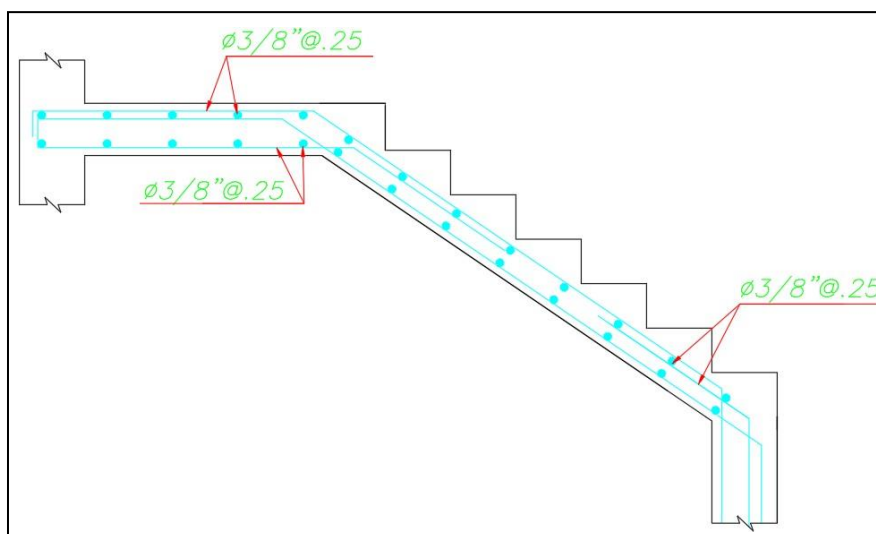
Se consideró el metrado de cargas para el tramo inclinado y el tramo del descanso, las cargas últimas amplificadas son 2062.63kg/m y 1476 kg/m respectivamente.

Para el momento positivo de 1422.0358 kg-m se emplearon varillas de $\varnothing 3/8'' @ 25$ cm.

Para el momento negativo de 711.0179 kg-m se emplearon varillas de $\varnothing 3/8'' @ 25$ cm.

Para el acero de temperatura se emplearon varillas de $\varnothing 3/8'' @ 25$ cm.

Figura 27: Distribución de acero en tramo 1 de escalera



Fuente: Elaboración propia

Se verificó la cortante

Tabla 45: Verificación de cortante en tramo 1 de escalera

V_u	=	2553.05 Kgf
ϕ_c	=	0.85
$\phi_c V_n$	=	11284.69 Kgf
$\phi_c V_n > V_u$		CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tramo 2

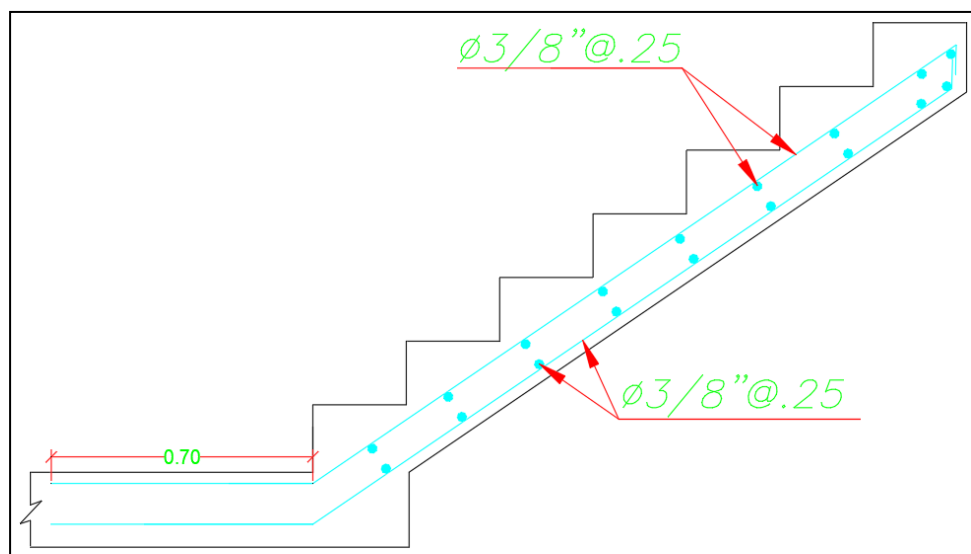
Se consideró el metrado de cargas para el tramo inclinado, la carga última amplificada fue de 1581.35 kg/m.

Para el momento positivo de 475.57 kg-m se emplearon varillas de $\text{Ø } 3/8'' @ 25 \text{ cm}$.

Para el momento negativo de 237.7857 kg-m se emplearon varillas de $\text{Ø } 3/8'' @ 25 \text{ cm}$.

Para el acero de temperatura se emplearon varillas de $\text{Ø } 3/8'' @ 25 \text{ cm}$.

Figura 28: Distribución de acero en tramo 2 de escalera



Fuente: Elaboración propia

Se verificó la cortante

Tabla 46: Verificación de cortante en tramo 2 de escalera

V_u	=	1292.75 Kgf
ϕ_c	=	0.85
$\phi_c V_n$	=	8651.59 Kgf
$\phi_c V_n > V_u$		CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el diseño, se realizó el metrado de las partidas de concreto armado, así como también de las partidas necesarias para el reforzamiento de los muros de adobe utilizando las mallas de sogas sintéticas. Ver Anexo N°13 para ver los metrados desglosados junto con los ACU.

Tabla 47: Resumen de metrados de estructuras del nuevo diseño de concreto armado

METRADOS DE ESTRUCTURAS			
TESIS :	"Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"		
Tesista:	Nicole Alexandra Herrera Campos		
FECHA :	1/06/2023		
PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	UNIDAD
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	DEMOLICIÓN		
01.01.01.01	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE	1442.06	m2
02	ESTRUCTURAS		
02.01	CONCRETO ARMADO		
02.01.01	COLUMNAS		
02.01.01.01	COLUMNAS ESTRUCTURALES		
02.01.01.01.01	COLUMNAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	7.74	m ³
01.01.01.01.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	25.56	m ²
02.01.01.01.02	COLUMNAS - ACERO F'Y= 4200 Kg/cm2	1578.0988	kg
02.01.02	VIGAS		
02.01.02.01	VIGAS ESTRUCTURALES		
02.01.02.01.01	VIGAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	17.72	m ³
02.01.02.01.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	135.03	m ²
02.01.02.01.03	VIGAS - ACERO F'Y=4200 kg/cm2	2428.60	kg
02.01.03	LOSA		
02.01.03.01	LOSA ALIGERADA		
02.01.03.01.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	21.42	m ³
02.01.03.01.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	244.83	m ²
02.01.03.01.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO KING KONG TIPO MAQUINADO 15X30X30	2040.00	und
02.01.03.01.04	LOSA ALIGERADA - ACERO FY=4200 KG/CM2	1413.43	kg
02.01.03.02	LOSA MACIZA		
02.01.03.02.01	LOSA MACIZA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	0.22	m ³
02.01.03.02.02	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	1.10	m ²
02.01.03.02.03	LOSA MACIZA - ACERO FY=4200 KG/CM2	24.35	kg
02.01.04	ESCALERA		
02.01.04.01	ESCALERA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	1.46	m ³
02.01.04.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	17.68	m ²
02.01.04.03	ESCALERA - ACERO FY=4200 KG/CM2	85.93	kg
02.01.05	PLACA		
02.01.05.01	PLACA - CONCRETO f'c = 210kg/cm2	3.48	m ³
02.01.05.02	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	57.84	m ²
02.01.05.03	PLACA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	510.34	kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Metrados de propuesta de reforzamiento estructural con mallas de sogas sintéticas en muros de adobe

METRADOS DE ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA			
TESIS :	"Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"		
TESISTA:	Nicole Alexandra Herrera Campos		
FECHA :	1/06/2023		
PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	UNIDAD
01	ESTRUCTURAS		
01.01	REFORZAMIENTO DE MUROS		
01.01.01	COLOCACIÓN DE DRIZAS DE NYLON HORIZONTAL Y VERTICAL	832.35	m2
02	ARQUITECTURA		
02.01	RETIRO Y COLOCACIÓN DE EMPASTE DE MUROS	4.16	und
02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS	832.35	m2

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto del nuevo diseño en concreto armado fue de S/.179 004.56 y el presupuesto del reforzamiento estructural con malla de sogas sintéticas fue de S/. 98 414.38. Ver Anexo N°14 Para ver detalladamente ambos presupuestos.

Tabla 49: Comparativa de costos

		REFORZAMIENTO CON MALLA DE SOGAS SINTÉTICAS	PRESUPUESTO DE DISEÑO NUEVO DE CONCRETO ARMADO
COSTO DIRECTO		S/. 69,501.68	S/. 126,415.65
GASTOS GENERALES	10%	S/. 6,950.17	S/. 12,641.57
UTILIDAD	10%	S/. 6,950.17	S/. 12,641.57
SUB-TOTAL		S/. 83,402.02	S/. 151,698.78
IGV	18%	S/. 15,012.36	S/. 27,305.78
PRESUPUESTO TOTAL		S/. 98,414.38	S/. 179,004.56
DIFERENCIA		S/. 80,590.18	

Fuente: Elaboración propia

Análisis de costos

La elaboración de un presupuesto permite conocer y elegir la alternativa más viable y factible económicamente, ya que para tomar una decisión respecto al reforzamiento o diseño de una nueva edificación no solo se debe tomar en cuenta la parte estructural, sino también la parte económica.

Es por eso que se desarrollaron dos presupuestos, uno de un diseño nuevo con concreto armado y el otro presupuesto de la técnica de reforzamiento con la malla de sogas sintéticas, como se observa en la Tabla 49, el reforzamiento estructural con malla de sogas sintéticas en los muros de adobe resulta evidentemente mucho más económico que demoler la casona y construir una nueva edificación con concreto armado, la gran diferencia entre ambos presupuestos es de S/. 80 590.18, lo cual es aproximadamente el 50% de diferencia entre ambos.

Un punto para tener en cuenta dentro de esta comparación es que el reforzamiento se aplicó sobre los muros internos de la casona, más no los que se ubican al costado de las viviendas colindantes, ya que el refuerzo debe ir por ambas caras del muro, por lo cual no podrían ser reforzados.

Por otro lado, los costos que se muestran de la propuesta del nuevo diseño con concreto no incluyen las partidas de cimentaciones, las cuales se sabe que son las que tienen mayor costo en la construcción de una nueva edificación.

Conclusiones

Se evaluó y propuso el reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, el cual consistió en la aplicación de mallas de sogas sintéticas sobre los muros de adobe, confirmando su mejoramiento en el comportamiento sísmico de la casona.

Se identificaron las fallas estructurales presentes en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque a un estado de colapso, las cuales fueron entre las más reiterativas las grietas verticales y diagonales sobre los muros, ubicadas en encuentros de muros, así como también en la parte inferior de losa y en las esquinas de las aberturas de las puertas y ventanas, estas tuvieron un espesor de entre 3 mm y 4 mm, con ello se clasificaron los muros con un daño tipo IV según el Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural de edificaciones de vivienda, ya que las grietas en su mayoría fueron diagonales y no mayores a 5 mm, además, el nivel de daño es tipo III y está entre medio y alto con más del 50% de daño en la casona, sin embargo aun el acceso no es restringido, ya que los daños aún son reparables.

Se establecieron los tipos de reforzamiento estructural en adobe más adecuados para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque; a partir de una revisión sistemática de investigaciones como tesis y artículos, en los cuales se obtuvieron resultados confiables y óptimos aplicando el reforzamiento, teniendo en cuenta que cumplieran con los principios universales de conservación los cuales son la intervención mínima, la compatibilidad del refuerzo y su reversibilidad. Para ello se realizó un cuadro comparativo de los tres tipos de reforzamiento elegidos, los cuales fueron el reforzamiento con mallas electrosoldadas, reforzamiento con mallas de sogas sintéticas y reforzamiento con geomalla biaxial. Se realizó la comparación entre los tres tipos de reforzamiento por su compatibilidad con el adobe, el tipo de intervención, la condición económica y las investigaciones donde se aplicaron el tipo de reforzamiento, a partir de esta comparativa se optó por utilizar como tipo de reforzamiento la malla de sogas sintéticas ya que se pudieron aplicar los resultados confiables de investigaciones anteriores, valores y datos dentro del modelamiento, como lo son los datos de módulo de elasticidad para determinar la rigidez a definir en las características de la soga dentro del modelamiento.

Se realizó el estudio del nivel freático en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque; a partir de la excavación de una calicata en la cual a una profundidad de 2.75m se encontró el nivel del agua.

Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque, mediante ensayos de laboratorio, donde se obtuvieron resultados de 2.32 Tn/m^3 para el peso específico del adobe, valor que no se encuentra dentro del rango por lo que se concluye que este material tiene el doble de peso usual que es de 1.6 Tn/m^3 ; por otro lado, el porcentaje de humedad del adobe fue de 3.13%, concluyendo que es un valor bajo respecto al porcentaje de humedad inicial de un adobe nuevo, pero si se encuentra en los rangos de otras investigaciones donde también se obtuvieron porcentajes similares de humedad en adobes extraídos también de casonas antiguas de adobe; el porcentaje de absorción fue de 4.5% y finalmente la resistencia a la compresión simple promedio del ensayo de tres bloques de adobe fue de 9.38 kg/cm^2 , evidenciando que no cumple con la resistencia última requerida de compresión según la norma que debe ser 12 kg/cm^2 .

Se modeló la estructura de adobe sin reforzamiento, empleando el software SAP2000; donde se obtuvieron resultados de desplazamientos de 0.0600 m en "X" y 0.009 en "Y", estos desplazamientos ocurren cuando se aplica sismo dinámico en "X". Por otro lado, aplicando sismo dinámico en "Y", se obtuvieron desplazamientos en "X" y "Y" de 0.0085 m y 0.082796 m respectivamente.

Del modelo de la estructura de adobe con reforzamiento, aplicando sismo dinámico en "X", se obtuvieron desplazamientos de 0.0102 m en "X" y 0.0062 en "Y". Por otro lado, aplicando sismo dinámico en "Y", se obtuvieron desplazamientos en "X" y "Y" de 0.0067 m y 0.0164 m respectivamente.

En el modelo de la estructura de adobe sin reforzamiento, se obtuvieron esfuerzos principales de 15.33 Ton/m^2 aplicando sismo dinámico en "X" y 26.50 Ton/m^2 , aplicando sismo dinámico en "Y". Los esfuerzos cortantes fueron de 21.75 Ton/m^2 en sismo dinámico en "X" y 18.39 Ton/m^2 en sismo dinámico en "Y".

Los esfuerzos principales del modelo de la estructura de adobe con reforzamiento fueron de 6.48 Ton/m² aplicando sismo dinámico en “X” y 11.81 Ton/m², en sismo dinámico en “Y”. Los esfuerzos cortantes aplicando sismo dinámico en “X” y “Y” fueron 9.08 Ton/m² y 5.05 Ton/m² respectivamente.

Los desplazamientos en la casona antes de ser reforzada no cumplen con lo estipulado en la norma E030, sin embargo, cuando se aplica el reforzamiento con malla de sogas sintéticas los desplazamientos disminuyen un 84% en “X” y en 75% en dirección “Y”. De esto se concluye que, el reforzamiento con malla de sogas sintéticas mejora el comportamiento de la estructura ante un evento sísmico, cumpliendo con las derivas máximas antes mencionadas.

Los esfuerzos principales en la casona antes y después de aplicar el reforzamiento no cumplen con los esfuerzos máximos estipulados en la norma E080, donde se indica que la resistencia última debe ser 2.5 Ton/m² para los esfuerzos cortantes, 61.20 Ton/m² para esfuerzos de compresión y 8.10 Ton/m² para esfuerzos de tracción, sin embargo, se evidencia que el refuerzo en los muros de adobe disminuye considerablemente los esfuerzos en más del 60% sobre todo en los esfuerzos cortantes. Con esto se concluye que la aplicación de mallas con sogas sintéticas en los muros proporciona un mejor comportamiento respecto a las cargas que se aplican sobre los muros, lo que reduce los esfuerzos por corte concentrados en puntos críticos. Esto ayuda a evitar la concentración de tensiones y a prevenir la aparición de grietas y fisuras, y también el desprendimiento parcial o total de los bloques que conforman los muros.

lo que aumenta la capacidad de carga y la resistencia de la estructura.

Se realizó un análisis comparativo de costos entre el reforzamiento estructural con adobe y un nuevo diseño con concreto armado, para ello se desarrollaron los presupuestos de cada alternativa, el presupuesto obtenido del nuevo diseño en concreto armado fue de S/.179 004.56 y el presupuesto del reforzamiento estructural con malla de sogas sintéticas fue de S/. 98 414.38. Es notable la gran diferencia que existe entre ambos presupuestos, la cual es de S/. 80 590.18, que es aproximadamente el 50% de diferencia entre ambos. A partir de esta comparativa se concluye evidentemente que el reforzamiento resulta ser la opción más económica, observando una gran diferencia entre ambos presupuestos. Siendo la mejor alternativa el reforzamiento de la casona de beneficencia y no su demolición, ya que se debe tener en cuenta la parte cultural y la importancia de su conservación ya que es declarada patrimonio histórico cultural y, por ende, no puede ser demolida por el valor histórico que tiene por ser patrimonio.

Recomendaciones

Se recomienda reforzar la casona de adobe en estudio aplicando mallas de sogas sintéticas para mejorar su comportamiento estructural y frente a un evento sísmico, ya que debe recordarse que esta casona es declarada patrimonio histórico cultural y de ahí parte la importancia de preservarla en el tiempo.

Se recomienda realizar un análisis tiempo historia, para la obtención de resultados más acordes al verdadero comportamiento de la estructura de adobe.

Se recomienda a futuras investigaciones que se cuente con la información necesaria de la estructura, como los planos y especificaciones de los materiales, para realizar un modelamiento que arroje resultados que se asemejen más a la realidad.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística e Informática, “Resultados definitivos de los censos nacionales en el departamento de Lambayeque”, Lima, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1560/
- [2] Ministerio de Cultura, “Relación de los Monumentos Históricos del Perú”, Sub-Gerencia de Promoción y Desarrollo Turístico de la MPL, Perú, Informe, 2021.
- [3] RPP Noticias, “Lambayeque: Casona con el balcón colonial más largo de Sudamérica a punto de desplomarse”, 4 febrero 2019. [En línea]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/lambayeque-casona-con-el-balcon-colonial-mas-largo-de-sudamerica-a-punto-de-desplomarse-noticia-1178940>
- [4] Ministerio de Cultura, «Situación de los inmuebles declarados patrimonio en la ciudad de Lambayeque», 2021.
- [5] L. Escamiroso Montalvo, R. Arroyo Matus, M. Ocampo García y H. Peralta Gálvez, “Mejoramiento estructural de la vivienda tradicional de adobe de Chiapa de Corzo, Chiapas”, Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas: RICSH, vol. 8, n°15, pp. 104-135, jun. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6920477>. Acceso: Mayo 2021.
- [6] L. Escamiroso Montalvo, R. Arroyo Matus, M. Ocampo García y H. Peralta Gálvez, “Mejoramiento estructural de la vivienda tradicional de adobe de Chiapa de Corzo, Chiapas”, Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas: RICSH, vol. 8, n°15, pp. 104-135, jun. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6920477>. Acceso: Mayo 2021.
- [7] C. Pico Rodríguez y C. Ruiz Tulandé, “ESTADO DEL ARTE DE METODOLOGÍAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES DE PATRIMONIO CULTURAL CASO BOGOTÁ D.C.”, Proyecto fin de carrera, Dpto. de Ingeniería Civil; Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/7821>
- [8] M. Quispe Tito, “Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla Cristo Pobre de la beneficencia de Puno”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3886>
- [9] L. Gómez Ramírez, “Análisis de vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas públicas de adobe en el centro histórico de Cajamarca”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1989>

- [10] B. Escobar Chauca Y E. Rivera Chambi, “Propuesta de técnica de reforzamiento estructural para controlar esfuerzos y deformaciones de la casona colonial del centro histórico Cusco – 2020”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Callao, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59423>
- [11] E. Condor Reyes, G. Molina Gómez, “Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – patrimonio cultural Lima – Perú”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5615/condor%20molina%208%20abierto%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [12] Norma E.020 Cargas, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017.
- [13] Norma E.030 Diseño Sismorresistente, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019.
- [14] Norma E.060 Concreto Armado, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019.
- [15] Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017.
- [16] AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI NTP 339.185-2013.
- [17] AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI NTP 400.022-2013
- [18] G. Nunilo, Moreno, Luis, M. Alvarez, M. Cordero, J. Peralta, C. Zavala, B. Baque y D. Carvajal, Conservación de edificaciones, Primera edición. Ecuador: Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2018. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/IngyTec.2018.30>
- [19] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica NSR-10 - 2010
- [20] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Fichas para la reparación de viviendas de adobe, 1ra ed. Lima: Dirección Nacional de Construcción, 2014. [En línea]. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/FICHAS-PARA-REPARACION-DE-VIVIENDAS-DE-ADOBE.pdf
- [21] A. San Bartolomé y D. Quiun, “Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe típicas del Perú”, Rev. Fac. Ing. UCV, vol. 30, n°1, mar. 2015.
- [22] E. Huamán Misari y C. Neyra Moreyra, “Propuesta de reforzamiento en adobe para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia 2018”, Tesis para optar el título

- profesional de Ingeniero civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34495>
- [23] M. Blondet, J. Vargas, N. Tarque y C. Iwaki, “Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú”, Informes de la construcción, vol. 63, n° 523, pp. 41-50, septiembre 2011. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.017> . Acceso: mayo 2023.
- [24] M. Borja Suárez, “Metodología de la investigación científica para ingenieros”, 2da ed. Chiclayo, 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- [25] L. Zegarra, A. San Bartolomé, D. Quiun y A. Giesecke, “Manual técnico para el reforzamiento de las viviendas de adobe existentes en la Costa y la Sierra”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, Manual técnico, 1997. [En línea]. Disponible en: https://www.preventionweb.net/files/7630_manualtecnico.pdf
- [26] F. Gómez, C. Mileto, F. Vegas y L. García, “Procesos patológicos en muros de adobe”, Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca de Campos, pp. 169-180, 2017.
- [27] J. Díaz, L. Flores, J. Aragón y O. López, “Manual del formato breve de captura de datos para evaluación estructural”, Sistema Nacional de Protección Civil Centro Nacional de Prevención de Desastres, Perú, Manual, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/687467/210913_VE_Manual_Formato_Breve_Captura_de_Datos_N1.pdf.
- [28] J. Romero Leceta, “Análisis sísmico utilizando bloques rígidos de modelos de vivienda de adobe de 2 pisos”, Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14624>.
- [29] AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI NTP 339.185-2013.
- [30] AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI NTP 400.022-2013
- [31] Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla, ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 4017 – 2005.
- [32] J. C. Rivera Torres, “El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales”, Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies, vol. 25, n° 2, 2012.

- [33] Evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de uno y dos pisos de adobe y tapia pisada, Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica AIS-610-EP-2017 - 2019
- [34] M. Blondet, J. Vargas, N. Tarque, J. Soto, C. Sosa y J. Sarmiento, “Seismic protection of earthen vernacular and historical constructions”, en *Structural Analysis of Historical Constructions*, London: Taylor & Francis Group, 2016, 3-14.
- [35] C. López, D. Ruiz, S. Jérez, Quiroga, Pedro, J. Uribe y E. Muñoz, “Rehabilitación sísmica de muros de adobe de edificaciones monumentales mediante tensores de acero”, *Apuntes*, vol. 20, n° 2, pp. 304-317, 2007.
- [36] M. Reyes y Y. Alegre, “Análisis estructural de la iglesia de San Pedro de Carabaylo - Lima/Perú”, Tesis pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2184>
- [37] A. Blanco Blasco, *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*, Capítulo de Ingeniería Civil. Consejo Departamental de Lima, 1994.
- [38] Norma A-010 Condiciones generales de diseño, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009.

Anexos

Anexo N° 1: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas, según Provincia, Distrito, Área Urbana y Rural, Tipo de vivienda y total de ocupantes presentes.

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda								
	Total	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, tornillo, etc.)	Triplay / calamina / estera
Casa independiente									
Viviendas particulares	33 941	4 849	24	24 459	42	3 322	12	344	888
Ocupantes presentes	141 881	20 635	95	103 682	200	12 878	36	1 224	3 128
Choza o cabaña									
Viviendas particulares	275	-	-	32	-	174	1	10	58
Ocupantes presentes	944	-	-	99	-	594	4	38	209
Local no dest. para hab. humana									
Viviendas particulares	5	2	-	3	-	-	-	-	-
Ocupantes presentes	15	10	-	5	-	-	-	-	-
DISTRITO LAMBAYEQUE									
Viviendas particulares	17 178	8 158	16	8 291	17	93	10	42	551
Ocupantes presentes	70 240	33 543	68	34 640	82	322	42	128	1 415

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática [1].

Anexo N° 2. Relación de inmuebles declarados Monumentos Históricos en Lambayeque

Tipo	Abreviatura	Cantidad	Total
Arquitectura Civil Declarada	ACD	65	76
Arquitectura Civil Patrimonial	ACP	4	
Arquitectura Militar	AMI	1	
Arquitectura Religiosa	ARE	4	
Ambiente Urbano Monumental	AUM	1	
Zona Monumental	ZM	1	

Fuente: Ministerio de Cultura [2]

Anexo N° 3. Patrimonio cultural colonial y republicano del Distrito de Lambayeque

PATRIMONIO CULTURAL COLONIAL Y REPUBLICANO DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE									
	N°	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	Mza.	NORMA LEGAL	PROMUL.	PÚBLICA	OBSERVACIONES
21	2847	ACD		8 de Octubre 460	46	R.J. n°009-1989-INC/J	12/01/1989	26/04/189	En mal estado segundo piso

Fuente. Ministerio de cultura [4].

Anexo N° 4. Fotografías de casona

Fotografía 21: Fachada de casona



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 22: Desprendimiento de muro en fachada de casona



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 23: Grieta sobre muro de fachada de casona



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 24: Grieta de 1.5 cm sobre alfeizar



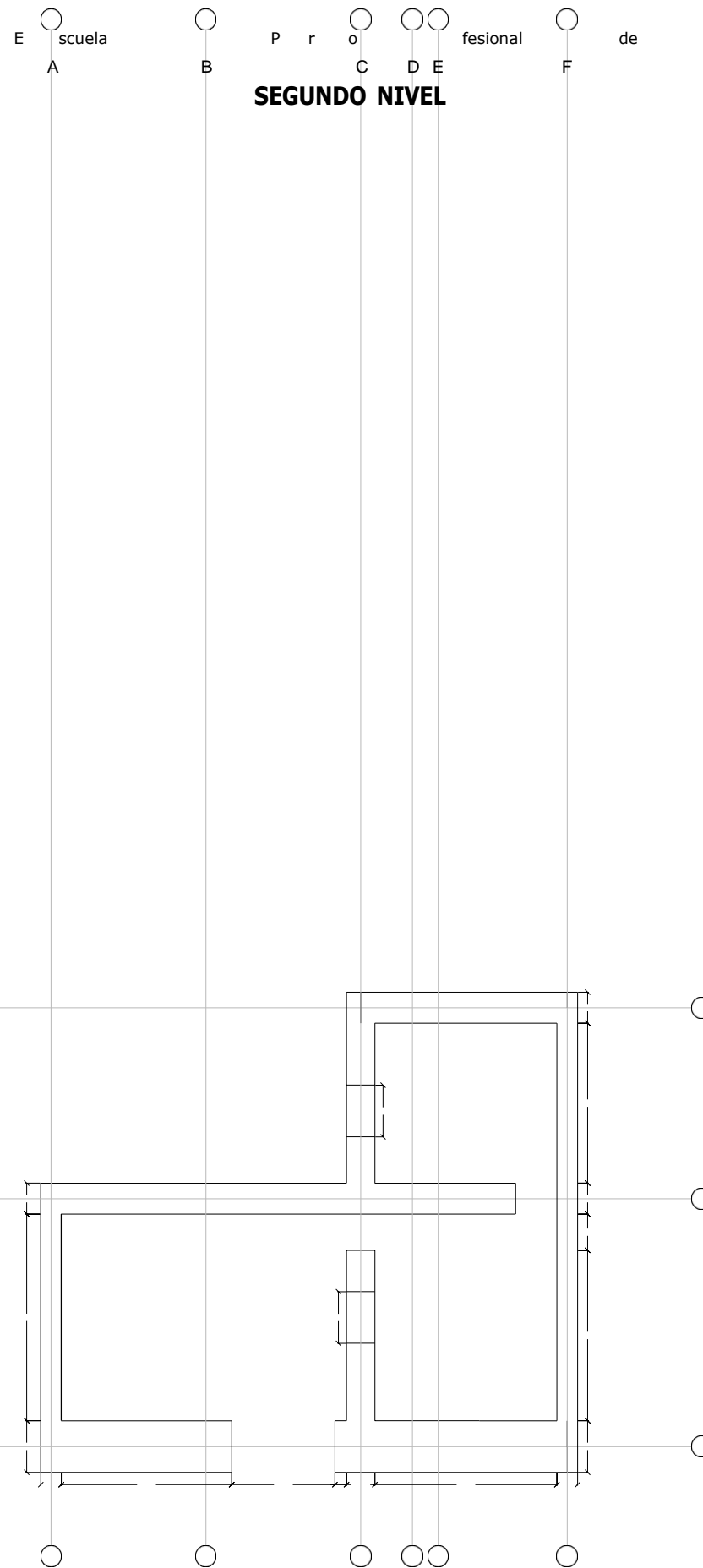
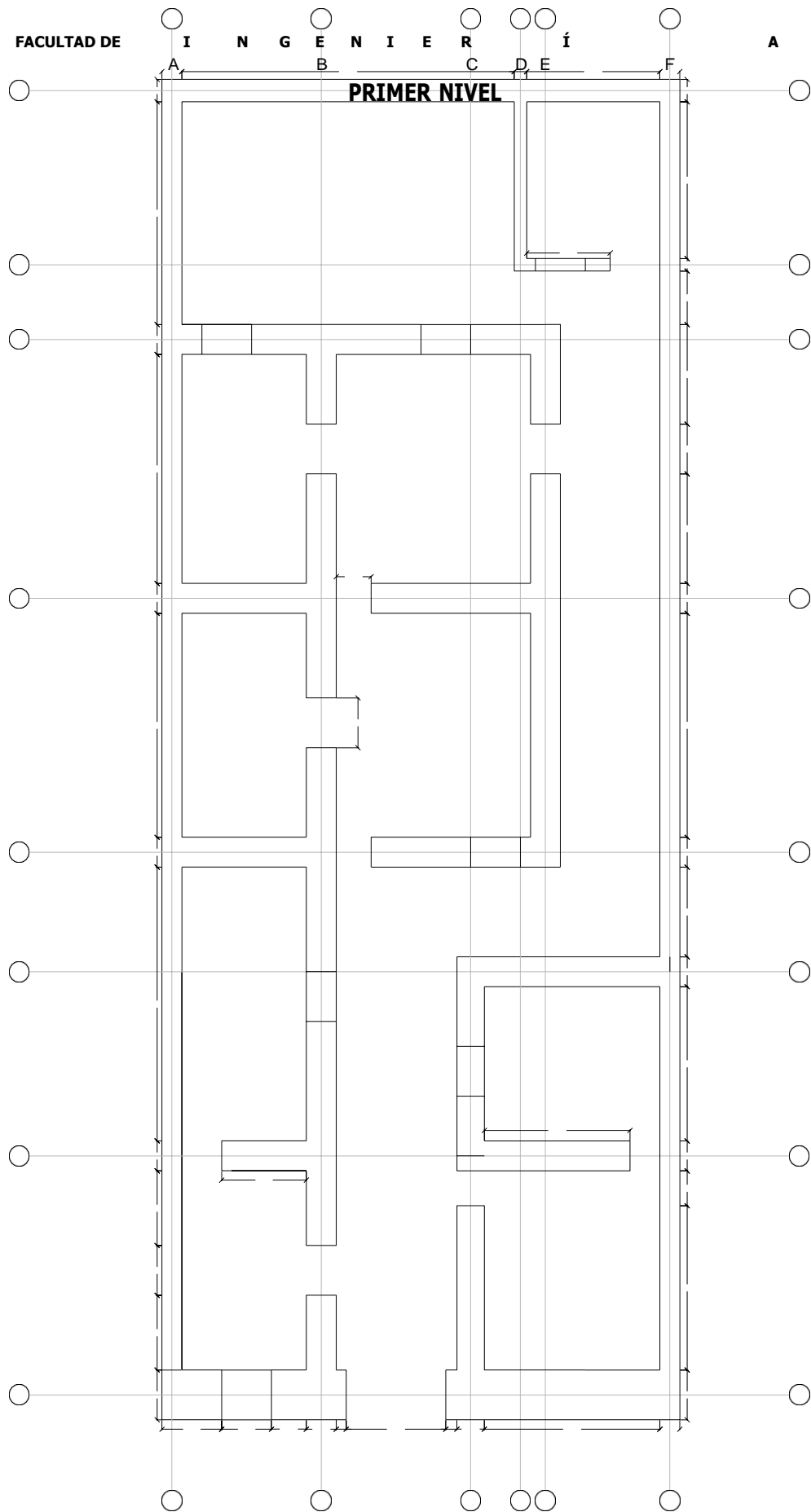
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 25: Grieta horizontal sobre muro



Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 5. Planos de casona



Ingeniería Civil y Ambiental

PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE

PLANO: PLANO PLANTA DE CASONA

LÁMINA:

ELABORADO POR:
NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS

FECHA: 2023
ESCALA: INDICADA

P-02



Anexo N° 6. Fichas de inspección visual

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador: _____

Fecha: _____

<input type="checkbox"/>	Ingeniero civil o arquitecto
<input type="checkbox"/>	Estudiante Ing/Arq
<input type="checkbox"/>	Otro

INFORMACIÓN GENERAL

Propietario: _____

Calle y número: _____

Ciudad: _____

Número total de niveles, n: _____

Número de ocupantes: _____

Dimensiones:

Frente X = _____ m

Fondo Y = _____ m

Altura Planta Baja = _____ m

Altura Planta Alta = _____ m

Año de

construcción: _____

daño severo: _____

rehabilitación: _____

SISTEMA ESTRUCTURAL

MUROS

Adobe

<input type="checkbox"/>	Simple (sin elementos de refuerzo)
<input type="checkbox"/>	Confinado con malla y mortero

Dimensiones

t = _____ cm	t = _____ cm
t = _____ cm	t = _____ cm
t = _____ cm	t = _____ cm
t = _____ cm	t = _____ cm

TECHOS

Flexible

<input type="checkbox"/>	Material de desecho
<input type="checkbox"/>	Enramado cubierto de palma
<input type="checkbox"/>	Madera
<input type="checkbox"/>	Lámina de cartón asfáltico
<input type="checkbox"/>	Lámina de plásticos o fibra de vidrio
<input type="checkbox"/>	Lámina metálica (zinc)
<input type="checkbox"/>	Lámina de asbesto
<input type="checkbox"/>	Teja de barro

Rígido

<input type="checkbox"/>	Vigas de acero con bóveda de tabique
<input type="checkbox"/>	Vigas con capa delgada de tabique (bóveda catalana)
<input type="checkbox"/>	Losa de concreto reforzado
<input type="checkbox"/>	Prefabricados (vigueta-bovedilla u otros)

Geometría

<input type="checkbox"/>	Plano (Horizontal)
<input type="checkbox"/>	A una agua
<input type="checkbox"/>	A dos aguas
<input type="checkbox"/>	Otro : _____

SISTEMA DE PISO

<input type="checkbox"/>	Losa maciza
<input type="checkbox"/>	Losa reticular
<input type="checkbox"/>	Vigueta y bovedilla
<input type="checkbox"/>	No se sabe

CIMENTACIÓN

<input type="checkbox"/>	Zapatas aisladas
<input type="checkbox"/>	Zapatas corridas
<input type="checkbox"/>	Cimiento de piedra
<input type="checkbox"/>	Losa de cimentación
<input type="checkbox"/>	No se sabe

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador: _____

Fecha: _____

	Ingeniero civil o arquitecto
	Estudiante Ing/Arq
	Otro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

GEOTÉCNICOS

	Grietas en el terreno
	Hundimientos: _____ cm
	No presenta

MUROS - ADOBE

Eje	Nivel de daño	Tipo de grieta	Ubicación	Unión	Ancho de grieta (mm)	Fisuras

Nivel de daño
 Colapso total
 Colapso parcial
 Daño severo
 Daño medio
 Daño ligero

Tipo de grieta
 Grietas cortante
 Grietas flexión
 Grieta horizontal
 Grieta diagonal
 Grieta vertical

Otros daños: _____

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador: _____

Fecha: _____

	Ingeniero civil o arquitecto
	Estudiante Ing/Arq
	Otro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

GEOTÉCNICOS

	Grietas en el terreno
	Hundimientos: _____cm
	No presenta

TECHOS/LOSAS

Eje	Nivel de daño	Tipo de grieta	Ubicación	Unión	Ancho de grieta (mm)	Flecha máxima (cm)

Nivel de daño

Colapso total
 Colapso parcial
 Daño severo
 Daño medio
 Daño ligero

Tipo de grieta

Grietas cortante
 Grietas flexión
 Grieta horizontal
 Grieta diagonal
 Grieta vertical

Otros daños: _____

Anexo N° 7. Fichas de inspección visual llenas

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador: Nicole Herrera Campos

Fecha: 09/09/2022

<input type="checkbox"/>	Ingeniero civil o arquitecto
<input checked="" type="checkbox"/>	Estudiante Ing/Arq
<input type="checkbox"/>	Otro

INFORMACIÓN GENERAL

Propietario: Sociedad de la Beneficencia Pública de Lombayque

Calle y número: 9 de Octubre #460

Ciudad: LO

Número total de niveles, n: 2

Número de ocupantes: 4

Dimensiones:

Frente X = 10.30 m

Fondo Y = 26.74 m

Altura Planta Baja = 4.10 m

Altura Planta Alta = 3.30 m

Año de

construcción: 1800-1816

daño severo: 1992

rehabilitación: 2013

SISTEMA ESTRUCTURAL

MUROS

Adobe

<input checked="" type="checkbox"/>	Simple (sin elementos de refuerzo)
<input type="checkbox"/>	Confinado con malla y mortero

Dimensiones

t = 40 cm t = _____ cm

t = 25 cm t = _____ cm

t = 60 cm t = _____ cm

t = 100 cm t = _____ cm

TECHOS

Flexible

<input type="checkbox"/>	Material de desecho
<input type="checkbox"/>	Enramado cubierto de palma
<input checked="" type="checkbox"/>	Madera
<input type="checkbox"/>	Lámina de cartón asfáltico
<input type="checkbox"/>	Lámina de plásticos o fibra de vidrio
<input type="checkbox"/>	Lámina metálica (zinc)
<input type="checkbox"/>	Lámina de asbesto
<input type="checkbox"/>	Teja de barro

Rígido

<input type="checkbox"/>	Vigas de acero con bóveda de tabique
<input type="checkbox"/>	Vigas con capa delgada de tabique (bóveda catalana)
<input type="checkbox"/>	Losa de concreto reforzado
<input type="checkbox"/>	Prefabricados (vigüeta-bovedilla u otros)

Geometría

<input checked="" type="checkbox"/>	Plano (Horizontal)
<input type="checkbox"/>	A una agua
<input type="checkbox"/>	A dos aguas
<input type="checkbox"/>	Otro : _____

SISTEMA DE PISO

<input type="checkbox"/>	Losa maciza
<input type="checkbox"/>	Losa reticular
<input type="checkbox"/>	Vigüeta y bovedilla
<input checked="" type="checkbox"/>	No se sabe

CIMENTACIÓN

<input type="checkbox"/>	Zapatas aisladas
<input type="checkbox"/>	Zapatas corridas
<input type="checkbox"/>	Cimiento de piedra
<input type="checkbox"/>	Losa de cimentación
<input checked="" type="checkbox"/>	No se sabe

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador:

Nicole Herrera (campo)

Fecha:

09/09/2022

<input type="checkbox"/>	Ingeniero civil o arquitecto
<input checked="" type="checkbox"/>	Estudiante Ing/Arq
<input type="checkbox"/>	Otro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

GEOTÉCNICOS

<input type="checkbox"/>	Grietas en el terreno
<input type="checkbox"/>	Hundimientos: _____ cm
<input checked="" type="checkbox"/>	No presenta

TECHOS/LOSAS

Eje	Nivel de daño	Tipo de grieta	Ubicación	Unión	Ancho de grieta (mm)	Flexión máxima (cm)
INTE 1-27 H+G	Daño Muro	• Vertical	• CILINDRO UBICADO EN el baño del 1er piso • debajo de la escalera	losa - muro	3	
INTE G+H	Daño	• horizontal	• grietas que siguen a contorno de la vigueta, sobre el muro o viga.	losa - viga muro - vigueta	3	
INTE 4-G F.G.H	Daño Muro	• Vertical	• grietas que siguen todo el largo de las viguetas	losa - muro losa - vigueta	5	
		• Vertical, también a oblicua fondo de la losa	• losa debajo de la escalera	losa - muro	3	

Nivel de daño
Colapso total
Colapso parcial
Daño severo
Daño medio
Daño ligero

Tipo de grieta
Grietas cortante
Grietas flexión
Grieta horizontal
Grieta diagonal
Grieta vertical

Otros daños: _____

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador: Nicol Herrera Campos
 Fecha: 09/10/2022

Ingeniero civil o arquitecto
 Estudiante Ing/Arq
 Otro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

GEOTÉCNICOS

Grietas en el terreno
 Hundimientos: _____ cm
 No presenta

MUROS - ADOBE

Eje	Nivel de daño	Tipo de grieta	Ubicación	Unión	Ancho de grieta (mm)	Fisuras
	daño xtro	• Grietas a cortante • Forman un ángulo de 45°	• Se presentan este tipo de grietas en la mayoría de muros.	viga - muro	3-5	
	daño xtro	• Verticales	• Debajo de la escalera	uniones de muro	4	
X	daño medio	• Verticales	• En la mayoría de muros • La grieta empieza en la viga y se une al vano de la ventana	viga - muro	5	
	daño xtro	• Verticales		unión de muros	8	
	daño ligero	• diagonales	sobre muros		1	
2 y 3	daño medio	• Verticales	se ubican al borde del arco que se encuentra en la entrada principal	muros	3	
	daño medio	• Verticales y diagonales	se ubican sobre los muros y se unen con los vanos de las ventanas	muros	4	
Y	daño xtro	horizontales por flexión	se ubican en la parte inferior de los muros	muros	4	
X	daño xtro	verticales y diagonales	inicia en las vigas y se separa en los muros, incrementando el tamaño de la grieta	viga - muro	2 a 4	

Nivel de daño
 Colapso total
 Colapso parcial
 Daño severo
 Daño medio
 Daño ligero

Tipo de grieta
 Grietas cortante
 Grietas flexión
 Grieta horizontal
 Grieta diagonal
 Grieta vertical

Otros daños: _____

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Nombre del evaluador:

Nicole Herrera Campos

Fecha:

09/10/2022

<input type="checkbox"/>	Ingeniero civil o arquitecto
<input checked="" type="checkbox"/>	Estudiante Ing/Arq
<input type="checkbox"/>	Otro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

GEOTÉCNICOS

<input type="checkbox"/>	Grietas en el terreno
<input type="checkbox"/>	Hundimientos: _____ cm
<input checked="" type="checkbox"/>	No presenta

MUROS - ADOBE

Eje	Nivel de daño	Tipo de grieta	Ubicación	Unión	Ancho de grieta (mm)	Fisuras
D	Daño medio	diagonal	• inician en la parte superior del muro y terminan en el vano de la	muro	2	
D + MTC 2-5	Daño leve	vertical	ventana • sobre alféizar		7	
	Daño ligero	diagonales	• son varias figuras que empiezan desde el mismo punto y se separan	muro	2	
	Daño medio	verticales y horizontales		muros	4	
	Daño leve	diagonales	Fachada, muro	muro	8	

Nivel de daño
 Colapso total
 Colapso parcial
 Daño severo
 Daño medio
 Daño ligero

Tipo de grieta
 Grietas cortante
 Grietas flexión
 Grieta horizontal
 Grieta diagonal
 Grieta vertical

Otros daños: ✓ presencia de humedad en la parte inferior de los muros
 ✓ Desperdicio de material de cemento sobre muro de fachada.

Anexo N° 8. Ensayos de laboratorio



Tesista : Herrera Campos Nicole Alexandra
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"
Lugar : Distrito Lambayeque, Región Lambayeque.
Fecha de emisión : 4/06/2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Contenido de humedad del bloque de adobe

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda + tara	(gr.)	1666
B.- Peso de muestra seca + tara	(gr.)	1620
C.- Peso de tara	(gr.)	152
D.- Contenido de humedad	(%)	3.13

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Contenido de humedad de muestras de suelo extraídas de calicata

I.- Datos

		C-1	C-2	C-3	C-4
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.8	500.69	500.73	500.34
B.- Peso de muestra seca + tara	(gr.)	543.82	553.45	532.25	554.19
C.- Peso de tara	(gr.)	81.9	84.91	87.36	99.65
D.- Contenido de humedad	(%)	8.4	6.9	12.6	10.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	9.48			

Observaciones :

Ninguna



Tesista : Herrera Campos Nicole Alexandra
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"
Lugar : Distrito Lambayeque, Región Lambayeque.
Fecha de emisión : 4/06/2023

ENSAYO : Peso específico y Absorción del agregado fino
REFERENCIA : NTP 400.022 o ASTM C-128

			Bloque de adobe
1. N° de fiola			F-1
2. Peso de la fiola		g.	192.2
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g.	100.0
4. Peso de la muestra de suelo saturado - seco		g.	554.5
5. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g.	292.2
6. Peso de la muestra + Fiola + agua		g.	746.7
7. Peso de la fiola + peso de agua		g.	689.7
8. Peso específico o gravedad específica	$(3)/((3+6)-5)$	g/cm ³	2.32
9. Porcentaje de absorción	$((4-3)/3)*100$	%	4.5

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



Tesista : Herrera Campos Nicole Alexandra
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"
Lugar : Distrito Lambayeque, Región Lambayeque.
Fecha de emisión : 4/06/2023

Ensayo : Resistencia a la compresión de unidad de adobe

Código : ASTM C-39/39M - 2004

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)
	ancho	largo			
Bloque 01	14.20	28.50	404.7	3860	9.54
Bloque 02	13.40	29.00	388.6	3670	9.44
Bloque 03	15.50	27.05	419.3	3840	9.16
Resistencia promedio					9.38

OBSERVACIONES :

Se ha adaptado el ensayo de resistencia a la compresión de una muestra de concreto a una unidad de adobe.

Anexo N° 9. Diseño de vigas

Tabla 50: Diseño por flexión de vigas en "X" del primer piso

PRIMER NIVEL		DIMENSIONES												
VIGA	TRAMO	b	h	d	Mu	ρ	ρ	As	As	As	a	c	As calc	As req.
		(cm)	(cm)	(cm)	(Tn.m)	min	balanceada	balanceada	min	max	cm		(cm ²)	(cm ²)
EJE 1'	VIGA CHATA	25	20	14	0.56456	0.002415	0.021242	7.43	0.85	5.58	1.04	1.23	1.11	1.11
EJE 1	ENTRE A y B	25	30	24	1.01966	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.08	1.27	1.15	1.45
	ENTRE B y C	25	30	24	0.77999	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.82	0.97	0.87	1.45
	ENTRE C y F	25	30	24	1.26121	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.35	1.58	1.43	1.45
EJE 2	ENTRE A y B	25	30	24	0.80756	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.85	1.00	0.91	1.45
	ENTRE B y C	25	30	24	0.61166	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.64	0.76	0.68	1.45
	ENTRE C y F	25	30	24	0.97839	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.04	1.22	1.10	1.45
EJE 3	ENTRE B y C	25	30	24	1.00153	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.06	1.25	1.13	1.45
	ENTRE C y F	25	30	24	0.98246	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.04	1.23	1.11	1.45
EJE 4	ENTRE A y B	25	30	24	0.67451	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.71	0.84	0.75	1.45
	ENTRE B y C	25	30	24	0.60045	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.63	0.74	0.67	1.45
	ENTRE C y E	25	30	24	0.78086	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.82	0.97	0.88	1.45
	ENTRE E y F	25	30	24	1.36315	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.46	1.72	1.55	1.55
EJE 5	ENTRE A y B	25	30	24	0.71455	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.75	0.89	0.80	1.45
	ENTRE B y E	25	30	24	1.20743	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.29	1.51	1.37	1.45
EJE 6	ENTRE A y B	25	30	24	0.76835	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.81	0.95	0.86	1.45
	ENTRE B y E	25	30	24	1.21006	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.29	1.52	1.37	1.45
EJE 7	ENTRE A y B	25	30	24	0.86035	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.91	1.07	0.97	1.45
	ENTRE B y E	25	30	24	3.37129	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	3.80	4.47	4.04	4.04
	ENTRE E y F	25	30	24	0.77185	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.81	0.96	0.87	1.45
EJE 8	ENTRE D y F	25	30	24	1.35986	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.45	1.71	1.55	1.55
EJE 9	ENTRE A y B	25	30	24	0.73327	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	0.77	0.91	0.82	1.45
	ENTRE B y D	25	30	24	1.31162	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.40	1.65	1.49	1.49
	ENTRE D y F	25	30	24	0.94867	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.01	1.18	1.07	1.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Diseño de acero en vigas en "X" del primer piso

N° BARRAS					As prop. (cm ²)	a real	φMn	c real	d real	ρ	ρ min	ρ max	Verificaciones				
0.95 cm 0.71 cm ² 3/8	1.27 cm 1.29 cm ² 1/2	1.59 cm 1.98 cm ² 5/8	1.91 cm 2.85 cm ² 3/4	2.54 cm 5.10 cm ² 1									As	Cuantia	Fluencia	%Fy	Ancho min
2					1.42	1.3364706	0.72	1.57	13.78	0.0041	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	11.09	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2	1			4.56	4.2917647	3.77	5.05	23.78	0.0077	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.30	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Diseño por flexión de vigas en "X" del segundo piso

SEGUNDO NIVEL		DIMENSIONES												
VIGA	TRAMO	b	h	d	Mu	ρ	ρ	As	As	As	a	c	As calc	As req.
		(cm)	(cm)	(cm)	(Tn.m)	min	balanceada	balanceada	min	max	cm		(cm ²)	(cm ²)
EJE 1	ENTRE A y B	25	30	24	1.70689	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.84	2.17	1.96	1.96
	ENTRE B y C	25	30	24	1.4582	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.56	1.84	1.66	1.66
	ENTRE C y F	25	30	24	2.32724	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	2.55	3.00	2.71	2.71
EJE 2	ENTRE A y B	25	30	24	2.58118	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	2.85	3.35	3.02	3.02
	ENTRE B y C	25	30	24	2.07874	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	2.26	2.66	2.40	2.40
	ENTRE C y F	25	30	24	3.9653	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	4.54	5.35	4.83	4.83
EJE 3	ENTRE B y C	25	30	24	1.58269	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	1.70	2.00	1.81	1.81
	ENTRE C y F	25	30	24	5.20264	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	6.20	7.29	6.59	6.59
EJE 4	ENTRE C y F	25	30	24	2.04881	0.002415	0.021242	12.74	1.45	9.56	2.23	2.62	2.37	2.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Diseño de acero en vigas en "X" del segundo piso

N° BARRAS					As prop. (cm ²)	a real	ϕ Mn	c real	d real	ρ	ρ min	ρ max	Verificaciones							
0.95 cm	1.27 cm	1.59 cm	1.91 cm	2.54 cm									0.71 cm ²	1.29 cm ²	1.98 cm ²	2.85 cm ²	5.10 cm ²	3/8	1/2	5/8
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK			
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK			
	3				3.87	3.6423529	3.24	4.29	23.78	0.0065	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	6.50	OK			
		2			3.96	3.7270588	3.31	4.38	23.78	0.0067	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	6.32	OK			
		2			3.96	3.7270588	3.31	4.38	23.78	0.0067	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	6.32	OK			
	1	2			5.25	4.9411765	4.27	5.81	23.78	0.0088	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.42	OK			
		2			3.96	3.7270588	3.31	4.38	23.78	0.0067	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	6.32	OK			
		2	1		6.81	6.4094118	5.35	7.54	23.78	0.0115	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	3.08	OK			
	2				2.58	2.4282353	2.22	2.86	23.78	0.0043	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	10.46	OK			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 Diseño por flexión de vigas en "Y" del primer piso

PRIMER NIVEL		DIMENSIONES												
VIGA	TRAMO	b	h	d	Mu	ρ	ρ	As	As	As	a	c	As calc	As req.
		(cm)	(cm)	(cm)	(Tn.m)	min	balanceada	balanceada	min	max	cm		(cm ²)	(cm ²)
EJE A	ENTRE 1 y 2	25	35	29	4.22444	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	3.89	4.57	4.13	4.13
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	5.80786	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.51	6.48	5.85	5.85
	ENTRE 4 y 5	25	35	29	4.37511	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	4.04	4.75	4.29	4.29
	ENTRE 5 y 6	25	35	29	6.31466	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	6.05	7.12	6.43	6.43
	ENTRE 6 y 7	25	35	29	6.47406	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	6.23	7.33	6.62	6.62
EJE B	VIGA CHATA	25	20	14	0.89607	0.002415	0.021242	7.43	0.85	5.58	1.70	2.00	1.80	1.80
	ENTRE 1 y 2	25	35	29	5.38726	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.07	5.96	5.39	5.39
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	6.14342	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.87	6.90	6.24	6.24
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	6.9194	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	6.72	7.91	7.14	7.14
	ENTRE 4 y 5	25	35	29	5.03561	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	4.71	5.54	5.00	5.00
	ENTRE 5 y 6	25	35	29	9.77843	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	10.18	11.98	10.82	10.82
	ENTRE 6 y 7	25	35	29	10.12213	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	10.64	12.52	11.31	11.31
EJE C	VIGA CHATA	25	20	14	0.90056	0.002415	0.021242	7.43	0.85	5.58	1.71	2.01	1.81	1.81
	ENTRE 1 y 2	25	35	29	5.61093	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.30	6.24	5.63	5.63
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	5.59346	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.28	6.22	5.61	5.61
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	7.52258	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	7.40	8.71	7.87	7.87
EJE D	ENTRE 7 y 8 VC	25	20	14	1.28192	0.002415	0.021242	7.43	0.85	5.58	2.50	2.95	2.66	2.66
	ENTRE 8 y 9	25	35	29	5.67451	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	5.37	6.32	5.70	5.70
EJE E	ENTRE 5 y 6	25	35	29	8.3023	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	8.32	9.79	8.84	8.84
	ENTRE 6 y 7	25	35	29	7.79578	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	7.72	9.08	8.20	8.20
EJE F	ENTRE 1 y 2	25	35	29	2.74829	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.46	2.90	2.62	2.62
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	2.88065	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.59	3.05	2.75	2.75
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	4.722235	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	4.39	5.16	4.66	4.66
	ENTRE 4 y 5	25	35	29	3.03805	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.74	3.22	2.91	2.91
	ENTRE 5 y 6	25	35	29	3.03601	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.74	3.22	2.91	2.91
	ENTRE 6 y 7	25	35	29	3.06462	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.76	3.25	2.94	2.94
	ENTRE 7 y 8	25	35	29	3.02133	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.72	3.20	2.89	2.89
ENTRE 8 y 9	25	35	29	3.05362	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.75	3.24	2.92	2.92	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Diseño de acero en vigas en "Y" del primer piso

N° BARRAS					As prop. (cm ²)	a real	φMn	c real	d real	ρ	ρ min	ρ max	Verificaciones						
0.95 cm	1.27 cm	1.59 cm	1.91 cm	2.54 cm									0.71 cm ²	1.29 cm ²	1.98 cm ²	2.85 cm ²	5.10 cm ²	3/8	1/2
	1	2			5.25	4.9411765	5.26	5.81	28.78	0.0073	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.64	OK		
	2	2			6.54	6.1552941	6.41	7.24	28.78	0.0091	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.25	DOS CAPAS		
	1	2			5.25	4.9411765	5.26	5.81	28.78	0.0073	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.64	OK		
	2	2			6.54	6.1552941	6.41	7.24	28.78	0.0091	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.25	DOS CAPAS		
		2	1		6.81	6.4094118	6.64	7.54	28.78	0.0095	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.02	OK		
		2	1		6.81	6.4094118	6.64	7.54	28.78	0.0095	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.02	OK		
	2				2.58	2.4282353	1.25	2.86	13.78	0.0075	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.46	OK		
			2		5.7	5.3647059	5.67	6.31	28.78	0.0079	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.09	OK		
		1	2		7.68	7.2282353	7.37	8.50	28.78	0.0107	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	3.41	OK		
		1	2		7.68	7.2282353	7.37	8.50	28.78	0.0107	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	3.41	OK		
			2		5.7	5.3647059	5.67	6.31	28.78	0.0079	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.09	OK		
			4		11.4	10.729412	10.18	12.62	28.78	0.0158	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	1.83	DOS CAPAS		
			4		11.4	10.729412	10.18	12.62	28.78	0.0158	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	1.83	DOS CAPAS		
			4		11.4	10.729412	10.18	12.62	28.78	0.0158	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	1.83	DOS CAPAS		
	2				2.58	2.4282353	1.25	2.86	13.78	0.0075	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.46	OK		
		3			5.94	5.5905882	5.88	6.58	28.78	0.0083	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.82	OK		
		3			5.94	5.5905882	5.88	6.58	28.78	0.0083	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.82	OK		
	2	3			8.52	8.0188235	8.05	9.43	28.78	0.0118	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	2.93	DOS CAPAS		
		2			3.96	3.7270588	1.82	4.38	13.78	0.0115	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	3.06	OK		
		3			5.94	5.5905882	5.88	6.58	28.78	0.0083	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	4.82	OK		
		2	2		9.66	9.0917647	8.93	10.70	28.78	0.0134	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	2.42	DOS CAPAS		
		2	2		9.66	9.0917647	8.93	10.70	28.78	0.0134	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	2.42	DOS CAPAS		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
	1	2			5.25	4.9411765	5.26	5.81	28.78	0.0073	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.64	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Diseño por flexión de vigas en "Y" del segundo piso

SEGUNDO NIVEL		DIMENSIONES												
VIGA	TRAMO	b	h	d	Mu	ρ	ρ	As	As	As	a	c	As calc	As req.
		(cm)	(cm)	(cm)	(Tn.m)	min	balanceada	balanceada	min	max	cm		(cm ²)	(cm ²)
EJE A	ENTRE 1 y 2	25	35	29	3.63964	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	3.31	3.90	3.52	3.52
EJE B	ENTRE 1 y 2	25	35	29	3.07965	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.78	3.27	2.95	2.95
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	3.92897	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	3.60	4.23	3.82	3.82
EJE C	ENTRE 1 y 2	25	35	29	2.88756	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.60	3.05	2.76	2.76
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	2.61732	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.34	2.75	2.49	2.49
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	4.33214	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	3.99	4.70	4.24	4.24
EJE F	ENTRE 1 y 2	25	35	29	1.7336	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	1.53	1.80	1.62	1.75
	ENTRE 2 y 3	25	35	29	1.56196	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	1.37	1.62	1.46	1.75
	ENTRE 3 y 4	25	35	29	2.93487	0.002415	0.021242	15.40	1.75	11.55	2.64	3.11	2.80	2.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Diseño de acero en vigas en "Y" del segundo piso

N° BARRAS																		
0.95 cm	1.27 cm	1.59 cm	1.91 cm	2.54 cm	As prop. (cm ²)	a real	ϕ Mn	c real	d real	ρ	ρ min	ρ max	Verificaciones					
0.71 cm ²	1.29 cm ²	1.98 cm ²	2.85 cm ²	5.10 cm ²									As	Cuantía	Fluencia	%Fy	Ancho min	
3/8	1/2	5/8	3/4	1														
	3				3.87	3.6423529	3.98	4.29	28.78	0.0054	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	8.17	OK	
	3				3.87	3.6423529	3.98	4.29	28.78	0.0054	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	8.17	OK	
	3				3.87	3.6423529	3.98	4.29	28.78	0.0054	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	8.17	OK	
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK	
		2			3.96	3.7270588	4.06	4.38	28.78	0.0055	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	7.95	OK	
	1	2			5.25	4.9411765	5.26	5.81	28.78	0.0073	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	5.64	OK	
	2				2.58	2.4282353	2.71	2.86	28.78	0.0036	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	12.96	OK	
	2				2.58	2.4282353	2.71	2.86	28.78	0.0036	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	12.96	OK	
	3				3.87	3.6423529	3.98	4.29	28.78	0.0054	0.0024	0.0159	OK	OK	FLUYE	8.17	OK	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Diseño por cortante de vigas en "X" del primer piso

EJE	TRAMO	DIAGRAMA DE CORTANTE AL INICIO DE LA VIGA		DIAGRAMA DE CORTANTE AL FINAL DE LA VIGA		L (m)	d (m)	Vud (ton)	Vc (ton)	Ø Vc (ton)	ESTRIBOS (Vu > Ø Vc)	VERIFICACIÓN			S max (cm)	S intermedio (cm)	DISTRIBUCIÓN		
		Max	Min	Max	Min							d/4	10 dbl	24 dbe					
		Ton	Ton	Ton	Ton														
1	A-B	Max	0.5951	Ton	Max	1.3567	Ton	2.98	0.2378	1.0839	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.2483	Ton	Min	0.6639	Ton												
	B-C	Max	0.4146	Ton	Max	1.1928	Ton	2.4	0.2378	1.0027	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.1671	Ton	Min	0.4356	Ton												
	C-F	Max	0.9993	Ton	Max	1.4825	Ton	3.77	0.2378	1.4675	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.6516	Ton	Min	0.8961	Ton												
2	A-B	Max	0.3440	Ton	Max	1.0182	Ton	2.98	0.2378	0.8027	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.9172	Ton	Min	0.4107	Ton												
	B-C	Max	0.2331	Ton	Max	0.8850	Ton	2.4	0.2378	0.8677	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8677	Ton	Min	0.2491	Ton												
	C-F	Max	0.6963	Ton	Max	1.0102	Ton	3.77	0.2378	1.0446	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.1727	Ton	Min	0.5971	Ton												
3	B-C	Max	0.8932	Ton	Max	1.7082	Ton	2.4	0.2378	1.4719	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.7391	Ton	Min	1.7391	Ton												
	C-F	Max	0.7028	Ton	Max	1.0043	Ton	3.77	0.2378	1.0505	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.1787	Ton	Min	0.5972	Ton												
4	A-B	Max	0.4715	Ton	Max	0.9239	Ton	2.98	0.2378	0.7023	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8278	Ton	Min	0.5271	Ton												
	B-C	Max	0.2869	Ton	Max	0.8246	Ton	2.4	0.2378	0.7304	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8449	Ton	Min	0.8449	Ton												
	C-E	Max	0.1028	Ton	Max	1.3288	Ton	1.55	0.2378	0.8785	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.0866	Ton	Min	0.2661	Ton												
E-F	Max	0.9080	Ton	Max	0.5310	Ton	1.92	0.2378	1.5577	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e	
	Min	1.7808	Ton	Min	0.1124	Ton													
5	A-B	Max	0.4627	Ton	Max	0.9282	Ton	2.98	0.2378	0.6996	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8236	Ton	Min	0.8236	Ton												
	B-E	Max	0.6701	Ton	Max	1.2013	Ton	4.25	0.2378	1.1502	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.2646	Ton	Min	0.6302	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Diseño por cortante de vigas en "X" del primer piso

6	A-B	Max	0.4422	Ton	Max	0.9454	Ton	4.25	0.2378	0.6883	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8063	Ton	Min	0.8063	Ton												
	B-E	Max	0.6641	Ton	Max	1.2084	Ton	4.25	0.2378	1.1511	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.2655	Ton	Min	0.6282	Ton												
7	A-B	Max	0.4313	Ton	Max	0.9426	Ton	2.98	0.2378	0.7027	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8171	Ton	Min	0.5078	Ton												
	B-E	Max	0.5548	Ton	Max	12.7585	Ton	4.25	0.2378	1.1828	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
Min		1.2973	Ton	Min	6.0901	Ton													
E-F	Max	0.2012	Ton	Max	0.5611	Ton	1.92	0.2378	1.4350	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e	
	Min	1.5494	Ton	Min	0.4906	Ton													
8	D-F	Max	0.0901	Ton	Max	1.0148	Ton	2.52	0.2378	1.1908	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.3053	Ton	Min	0.0924	Ton												
9	A-B	Max	0.4258	Ton	Max	0.9357	Ton	2.98	0.2378	0.7210	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	0.8354	Ton	Min	0.4934	Ton												
	B-D	Max	0.5069	Ton	Max	1.0878	Ton	3.65	0.2378	1.1772	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
Min		1.2916	Ton	Min	0.3833	Ton													
D-F	Max	0.3371	Ton	Max	0.7953	Ton	2.52	0.2378	0.8507	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e	
	Min	0.9651	Ton	Min	0.2202	Ton													
VIGA CHATA VOLADIZO	B-C	Max	0.5763	Ton	Max	1.4626	Ton	2.4	0.1378	1.3061	2.6459	2.2490	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	5.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.4550	Ton	Min	1.4550	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Diseño por cortante de vigas en "X" del segundo piso

SEGUNDO NIVEL																			
EJE	TRAMO	DIAGRAMA DE CORTANTE AL INICIO DE LA VIGA			DIAGRAMA DE CORTANTE AL FINAL DE LA VIGA			L (m)	d (m)	Vud (ton)	Vc (ton)	Ø Vc (ton)	ESTRIBOS	VERIFICACIÓN			S max (cm)	S intermedio (cm)	DISTRIBUCIÓN
		Max	Min	Ton	Max	Min	Ton							d/4	10 dbl	24 dbe			
1	A-B	Max	0.8030	Ton	Max	2.4951	Ton	2.98	0.2378	1.9188	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	2.2506	Ton	Min	0.9185	Ton												
	B-C	Max	0.5650	Ton	Max	2.1538	Ton	2.4	0.2378	1.5198	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
2	C-F	Max	1.4639	Ton	Max	2.7243	Ton	3.77	0.2378	2.8423	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	3.1895	Ton	Min	1.2514	Ton												
	A-B	Max	1.4967	Ton	Max	4.4003	Ton	2.98	0.2378	3.4299	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
3	B-C	Max	1.1745	Ton	Max	3.7092	Ton	2.4	0.2378	2.6918	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	3.3094	Ton	Min	1.3509	Ton												
	C-F	Max	2.3688	Ton	Max	5.0264	Ton	3.77	0.2378	4.8834	4.5660	3.8811	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
4	B-C	Max	0.6897	Ton	Max	2.4479	Ton	2.4	0.2378	1.6246	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	1.9928	Ton	Min	0.8913	Ton												
4	C-F	Max	3.0885	Ton	Max	6.8140	Ton	3.77	0.2378	6.4582	4.5660	3.8811	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	7.2861	Ton	Min	2.8736	Ton												
4	C-F	Max	0.2926	Ton	Max	1.4609	Ton	3.77	0.2378	1.7372	4.5660	3.8811	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	10.00	5.00	Ø3/8" - 1@0.10:5@0.10.R@0.25 c/e
		Min	2.2077	Ton	Min	0.4959	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Diseño por cortante de vigas en "Y" del primer piso

PRIMER NIVEL																			
EJE	TRAMO	DIAGRAMA DE CORTANTE AL INICIO DE LA VIGA			DIAGRAMA DE CORTANTE AL FINAL DE LA VIGA			L (m)	d (m)	Vud (ton)	Vc (ton)	Ø Vc (ton)	ESTRIBOS (Vu > Ø Vc)	VERIFICACIÓN			S max (cm)	S intermedio (cm)	DISTRIBUCIÓN
		Max	Min	Ton	Max	Min	Ton							d4	10 dbl	24 dbe			
A	1-2	Max	0.4085	Ton	Max	4.5555	Ton	1.99	0.2878	3.4776	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	4.1377	Ton	Min	0.1035	Ton												
	3-4	Max	2.4195	Ton	Max	5.1599	Ton	3.95	0.2878	5.2709	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	6.0382	Ton	Min	6.0382	Ton												
	4-5	Max	0.3149	Ton	Max	4.6883	Ton	2.26	0.2878	2.1242	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	2.7843	Ton	Min	1.4163	Ton												
5-6	Max	2.8440	Ton	Max	7.1564	Ton	4.77	0.2878	5.4606	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de	
	Min	6.2279	Ton	Min	3.2882	Ton													
6-7	Max	3.2339	Ton	Max	6.7291	Ton	4.9	0.2878	6.2345	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de	
	Min	7.0018	Ton	Min	7.0018	Ton													
7-9	Max	3.5026	Ton	Max	5.4351	Ton	4.6	0.2878	7.4960	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de	
	Min	7.4960	Ton	Min	2.4884	Ton													
B	VIGA CHATA	Max	0.9339	Ton	Max	0.4956	Ton	0.45	0.1378	1.2832	2.6459	2.2490	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	5.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
	Min	1.9135	Ton	Min	0.2259	Ton													
	1-2	Max	0.3386	Ton	Max	6.2077	Ton	1.99	0.2878	6.0496	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	7.1479	Ton	Min	7.1479	Ton												
	2-3	Max	0.7687	Ton	Max	5.7231	Ton	2.4	0.2878	4.5023	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	5.1030	Ton	Min	5.1030	Ton												
	3-4	Max	3.2546	Ton	Max	7.8732	Ton	3.95	0.2878	7.3108	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	8.4278	Ton	Min	8.4278	Ton												
	4-5	Max	0.4321	Ton	Max	4.5696	Ton	2.26	0.2878	2.0176	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	2.6777	Ton	Min	2.6777	Ton												
	5-6	Max	4.7584	Ton	Max	12.2519	Ton	4.77	0.2878	9.8025	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	11.1438	Ton	Min	5.2906	Ton												
	6-7	Max	5.2728	Ton	Max	11.8112	Ton	4.9	0.2878	10.8491	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	12.1904	Ton	Min	5.0901	Ton												
7-9	Max	5.1320	Ton	Max	9.5957	Ton	4.6	0.2878	10.4347	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de	
	Min	11.6983	Ton	Min	11.6983	Ton													
C	VIGA CHATA	Max	0.2243	Ton	Max	1.9159	Ton	0.45	0.1378	0.2806	2.6459	2.2490	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	5.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
	Min	0.4932	Ton	Min	0.9353	Ton													
	1-2	Max	0.5179	Ton	Max	6.6598	Ton	1.99	0.2878	6.4702	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	7.6764	Ton	Min	0.0678	Ton												
	2-3	Max	1.3992	Ton	Max	7.5877	Ton	2.4	0.2878	5.3075	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	6.5136	Ton	Min	1.9922	Ton												
	3-4	Max	4.3201	Ton	Max	10.1171	Ton	3.95	0.2878	10.4478	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	10.4478	Ton	Min	4.2242	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Diseño por cortante de vigas en "Y" del primer piso

PRIMER NIVEL																			
EJE	TRAMO	DIAGRAMA DE CORTANTE AL INICIO DE LA VIGA			DIAGRAMA DE CORTANTE AL FINAL DE LA VIGA			L (m)	d (m)	Vud (ton)	Vc (ton)	Ø Vc (ton)	ESTRIBOS (Vu > Ø Vc)	VERIFICACIÓN			S max (cm)	S intermedio	DISTRIBUCIÓN
		Max	Min	Unit	Max	Min	Unit							d4	10 dbi	24 dbe			
D	VIGA CHATA 7-8	Max	0.0563	Ton	Max	3.0601	Ton	1	0.1378	0.7732	2.6459	2.2490	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	5.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	1.1431	Ton	Min	1.0455	Ton												
	8-9	Max	2.2344	Ton	Max	7.5961	Ton	3.35	0.2878	6.9547	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	7.9789	Ton	Min	2.0378	Ton												
E	5-6	Max	3.2803	Ton	Max	8.8193	Ton	4.77	0.2878	6.5661	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	7.5018	Ton	Min	3.9211	Ton												
	6-7	Max	3.9056	Ton	Max	8.0190	Ton	4.9	0.2878	7.7890	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	8.7247	Ton	Min	3.5651	Ton												
F	1-2	Max	0.7047	Ton	Max	4.5649	Ton	1.99	0.2878	3.8292	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	4.6846	Ton	Min	0.6798	Ton												
	2-3	Max	1.3789	Ton	Max	5.0118	Ton	2.4	0.2878	3.8929	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	4.7483	Ton	Min	1.4425	Ton												
	3-4	Max	2.9529	Ton	Max	7.4001	Ton	3.95	0.2878	6.0985	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	7.0916	Ton	Min	3.2406	Ton												
	4-5	Max	3.2200	Ton	Max	1.1293	Ton	2.26	0.2878	5.9993	5.5261	4.6972	SE NECESITA ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	5.4659	Ton	Min	2.2243	Ton												
	5-6	Max	3.2200	Ton	Max	1.1293	Ton	4.77	0.2878	1.3510	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	5.4659	Ton	Min	2.2243	Ton												
	6-7	Max	2.5579	Ton	Max	2.5476	Ton	4.9	0.2878	3.7271	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	4.0985	Ton	Min	1.5573	Ton												
	7-8	Max	0.2552	Ton	Max	2.9204	Ton	1	0.2878	0.8332	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	0.5100	Ton	Min	1.1208	Ton												
	8-9	Max	2.3507	Ton	Max	3.7222	Ton	3.35	0.2878	4.4381	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.cde
		Min	5.1472	Ton	Min	1.6682	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Diseño por cortante de vigas en "Y" del segundo piso

SEGUNDO NIVEL																			
EJE	TRAMO	DIAGRAMA DE CORTANTE AL INICIO DE LA VIGA			DIAGRAMA DE CORTANTE AL FINAL DE LA VIGA			L (m)	d (m)	Vud (ton)	Vc (ton)	Ø Vc (ton)	ESTRIBOS (Vu > Ø Vc)	VERIFICACIÓN			S max (cm)	S intermedio (cm)	DISTRIBUCIÓN
		Max	Min	Unit	Max	Min	Unit							d4	10 dbl	24 dbe			
A	1-2	Max	0.5594	Ton	Max	2.9404	Ton	1.99	0.2878	1.6445	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	1.9761	Ton	Min	0.0822	Ton												
B	1-2	Max	0.8225	Ton	Max	2.9597	Ton	1.99	0.2878	2.8226	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	3.1542	Ton	Min	0.8520	Ton												
	2-3	Max	0.9590	Ton	Max	3.4146	Ton	2.4	0.2878	3.8244	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	4.1560	Ton	Min	1.3597	Ton												
C	1-2	Max	1.0735	Ton	Max	3.3220	Ton	1.99	0.2878	2.7968	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	3.1285	Ton	Min	3.1285	Ton												
	2-3	Max	0.3358	Ton	Max	2.9272	Ton	2.4	0.2878	2.6713	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	3.0029	Ton	Min	3.0029	Ton												
	3-4	Max	0.6605	Ton	Max	3.5582	Ton	3.95	0.2878	3.1586	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	3.4902	Ton	Min	0.6149	Ton												
F	1-2	Max	0.0248	Ton	Max	2.0924	Ton	1.99	0.2878	2.1791	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	2.5107	Ton	Min	0.1886	Ton												
	2-3	Max	0.1798	Ton	Max	2.4155	Ton	2.4	0.2878	2.0021	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	2.3338	Ton	Min	0.3228	Ton												
	3-4	Max	0.8678	Ton	Max	3.3806	Ton	3.95	0.2878	2.8719	5.5261	4.6972	REQUIERE CUANTÍA MÍNIMA DE ESTRIBOS	5.00	10.00	30.00	15.00	5.00	Ø38" - 1@0.10.5@0.10.R@0.25.de
		Min	3.2035	Ton	Min	3.2035	Ton												

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 10. Diseño de columnas

Tabla 64: Diseño de columnas por cortante

X	Mn (tn-m)	Pu asociado	Vu calculado (tn)	Vu sismo amplificado (tn)	Vu Menor	Vu a usar (tn)	Vc (tn)	Φ Vc (tn)	REQUISITO
		3.68	66.51	3.07	2.2827	2.28	2.28	7.66	6.51
Y	Mn (tn-m)	Pu asociado	Vu calculado (tn)	Vu sismo amplificado (tn)	Vu Menor	Vu a usar (tn)	Vc (tn)	Φ Vc (tn)	REQUISITO
	1.29	61.94	1.08	7.2898	1.08	3.22	7.45	6.34	REQUIERE ESTRIBOS MÍNIMOS

NORMA E060											DISTRIBUCIÓN	
Av (cm2)	Vs (tn)	S	Ln/6 (cm)	Mayor dimen.	L	Lo	8 dbl (cm)	1/2 Menor dimen.	S	So	Fuera de Lo	
1.42	-4.97	-	40.00	30	50	60.00	20	12.5	10	10	20	f 3/8", 1@0.05, 6@0.10, R.@0.20 c/e
1.42	-3.67	-	40.00	30	50	60.00	20	12.5	10	10	20	f 3/8", 1@0.05, 6@0.10, R.@0.20 c/e

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 11. Diseño de placa

Tabla 65: Diseño por flexocompresión de placa en L

Cálculo de acuerdo al reglamento

SECCIÓN DE BORDE	
B =	25 cm
H =	50 cm

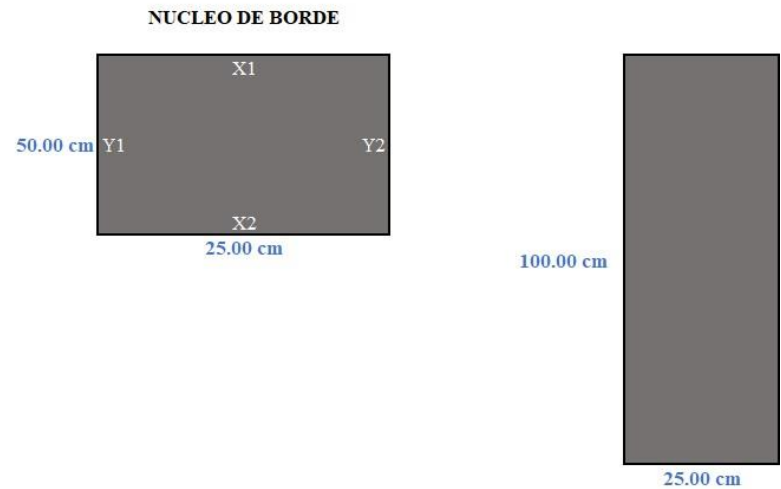
	Área mínima	Área máxima	Área económica	Número de varillas	
	p min 1%	p max 6%	p económica	db	Ab (cm2)
	10.00 cm2	75.00 cm2	17.50 cm2	1/2"	1.29
#Varillas	8 varillas	59 varillas	14 varillas		

	Diametro de acero a elegir		
	Varillas	db	Ab (cm2)
Esquinas	4	1/2"	1.29
Caras	0	1/2"	1.29
	0	1/2"	1.29
	2	1/2"	1.29
	2	1/2"	1.29
	total	Área colocada	p colocada
	8 varillas	10.32 cm2	0.83%

X1
X2
Y1
Y2

CUMPLE

Vertical central		Área mínima	Número de varillas		
Longitud =	100.00 cm	p min = 0.0025	db	Ab (cm2)	S (espac.)
Espesor =	25.00 cm	6.25 cm2	3/8"	0.71	22.72 cm
					20 cm



Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Capacidad resistente de placa en L " ΦRn "

EJE 33					EJE 22				
Puntos	0		180		Puntos	90		270	
	P	M33	P	M33		P	M22	P	M22
1	1700.8337	-9.1067	1700.8337	-9.1067	1	1700.8337	-16.6459	1700.8337	-16.6459
2	1105.3317	918.7594	1700.8337	-262.6317	2	1700.8337	175.6899	1095.0063	-665.6385
3	1010.828	983.0098	1700.8337	-434.8301	3	1700.8337	304.6906	850.425	-785.9334
4	912.7095	1029.8036	1700.8337	-589.7414	4	1700.8337	421.1648	765.6346	-809.1398
5	810.7659	1059.5393	1700.8337	-727.5813	5	1700.8337	526.4384	676.5545	-820.3161
6	703.1679	1073.0029	1664.2765	-848.8492	6	1700.8337	620.4765	581.7951	-819.9421
7	588.1869	1071.731	1572.2546	-954.7687	7	1651.5768	704.7966	479.3848	-808.7962
8	462.3702	1057.5091	1476.385	-1047.1856	8	1568.5013	780.8123	366.1497	-788.3121
9	394.3315	1078.5195	1465.3977	-1152.2306	9	1555.481	846.9591	303.3103	-796.0686
10	329.0256	1083.6632	1454.4104	-1257.2755	10	1542.4606	913.1059	242.801	-791.4472
11	237.6173	1015.4782	1443.4231	-1362.3204	11	1529.4403	979.2527	161.0161	-732.6033
12	120.6767	834.5041	1432.4359	-1467.3654	12	1516.42	1045.3995	59.8692	-591.0778
13	1.1755	618.2965	1310.2276	-1416.3169	13	1503.3997	1111.5463	-44.3087	-422.7236
14	-130.4762	346.6978	1138.1421	-1294.7919	14	1107.9257	914.9394	-157.9634	-216.0055
15	-275.184	12.2283	-275.184	12.2283	15	-275.184	22.3519	-275.184	22.3519

Tabla 67: Combinaciones generales del sismo - diseño "Ru"

PRIMER PISO

SISMO	COMBINACIONES	P	V33	M22	M33
XX	U1 = 1.4CM + 1.7CV	7.22	0.42	0.14	0.00
	U2 = 1.25(CM+CV) + SISXX	11.13	0.63	0.13	0.00
	U3 = 1.25(CM+CV) - SISXX	1.59	0.13	0.13	0.00
	U4 = 0.9CM + SISXX	9.06	0.52	0.09	0.00
	U5 = 0.9CM - SISXX	-0.48	0.02	0.09	0.00
YY	U6 = 1.25(CM+CV) + SISYY	11.13	0.63	0.13	0.00
	U7 = 1.25(CM+CV) - SISYY	1.59	0.13	0.13	0.00
	U8 = 0.9CM + SISYY	9.06	0.52	0.09	0.00
	U9 = 0.9CM - SISYY	-0.48	0.02	0.09	0.00

SEGUNDO PISO

SISMO	COMBINACIONES	P	V33	M22	M33
XX	U1 = 1.4CM + 1.7CV	7.22	0.42	0.14	0.00
	U2 = 1.25(CM+CV) + SISXX	11.13	0.63	0.13	0.00
	U3 = 1.25(CM+CV) - SISXX	1.59	0.13	0.13	0.00
	U4 = 0.9CM + SISXX	9.06	0.52	0.09	0.00
	U5 = 0.9CM - SISXX	-0.48	0.02	0.09	0.00
YY	U6 = 1.25(CM+CV) + SISYY	11.13	0.63	0.13	0.00
	U7 = 1.25(CM+CV) - SISYY	1.59	0.13	0.13	0.00
	U8 = 0.9CM + SISYY	9.06	0.52	0.09	0.00
	U9 = 0.9CM - SISYY	-0.48	0.02	0.09	0.00

Tabla 68: Diseño de placa por corte

a) Hallando cortante última - "Vu"; Momento último "Mu" y Momento Nominal

Piso	Vu abs	Mu abs	Mn (curva)	Mn	Mun/Mua	Coefic.	Vu/@
1	0.63	0.14	260	371.43	2653.06	3.50	2.57
2	0.63	0.14	260	371.43	2653.06	3.50	2.57

R.N.E. E.060 11.10.5

$R_{xx} = R_o * I_a * I_p =$	3.5
$R_{yy} = R_o * I_a * I_p =$	3.5

b) Hallando cortante nominal - "Vn"

$$d = 0.8L_m \quad 21.9.4.5$$

Piso	Hm (m)	Lm	Em (m)	Esbeltez Hm/Lm	α_c	Vc max (ton)	Vc (ton)	Vc < Vc max	Vs (ton)	11.5.7.9		21.9.4.3
										Vs max	Vs < Vs max	Nº hileras
1	4.80	3.5	0.25	1.37	0.8	101.44	53.76	CUMPLE	-51.19	213.02	CUMPLE	2
2	2.40	3.5	0.25	0.69	0.8	101.44	53.76	CUMPLE	-51.19	213.02	CUMPLE	2

RNE - E.060 11.10.5

c) Hallando aceros mínimos

Piso	Vu/@	$0.27 * Raiz(\Gamma_c) * A_{cw}$	Condición	Usar
1	2.57	34.24	Es menor	Usar $\phi_h=0.002$ y $\phi_v=0.0015$
2	2.57	34.24	Es menor	Usar $\phi_h=0.002$ y $\phi_v=0.0015$

RNE E060 - 11.10.7

d) Hallando refuerzo horizontal

Piso	Cuantía horizontal		Vs final (ton)	Vs final < Vs m	As req (cm ² /m)	Diámetro	Área (cm ²)	As colc. (cm ²)	So (m)	S (m)	HORIZONTAL
	ph = Vs/(Acw*fy)										
1	-0.0014		-51.19	CUMPLE	-3.48	3/8"	0.71	1.42	-0.41	0.20	2ø 3/8" @ 0.2
2	-0.0014		-51.19	CUMPLE	-3.48	3/8"	0.71	1.42	-0.41	0.20	2ø 3/8" @ 0.2

e) Filosofía basado en resistencia

Piso	Vn real (ton)	Vn máx (ton)	Vn real < Vn max
1	2.57	329.68	CUMPLE
2	2.57	329.68	CUMPLE

11.10.4

f) Hallando Refuerzo vertical / verificación de cuantía vertical

Piso	Hm/Lm	Cuantía vertical		As req (cm ² /m)	Diámetro	Área (cm ²)	As colc. (cm ²)	So (m)	S (m)	VERTICAL	FLEXOCOMP.
		pv	pv								
1	1.37	0.0003	0.0025	6.25	3/8"	0.71	1.42	0.23	0.20	2ø 3/8" @ 0.2	2ø 3/8" @15cm
2	0.69	-0.0010	0.0025	6.25	3/8"	0.71	1.42	0.23	0.20	2ø 3/8" @ 0.2	

11.10.10.3

g) Hallando confinamiento izquierda

Piso	Columna borde		Estribo	Estribo de confinamiento
	Lx (m)	Ly (m)	ø	
1	0.5	0.25	3/8"	ø3/8" @15 todo longitud
2	0.5	0.25	3/8"	ø3/8" @15 todo longitud

21.9.7.6 d) No existe confinamiento

21.9.7.6 e)		ø	db cm
Requisitos mínimos		1/2"	1.27
10db	12.7	cm	menor diametro longitudinal
T	25	cm	menor dimension de borde
250 mm	25	cm	
S	12.7	15	

g) Hallando confinamiento derecha

Piso	Columna borde		Estribo	Estribo de confinamiento
	Lx (m)	Ly (m)	ø	
1	0.5	0.25	3/8"	ø3/8" @15 todo longitud
2	0.5	0.25	3/8"	ø3/8" @15 todo longitud

21.9.7.6 d) No existe confinamiento

21.9.7.6 e)		ø	db cm
Requisitos mínimos		1/2"	1.27
10db	12.7	cm	menor diametro longitudinal
T	25	cm	menor dimension de borde
250 mm	25	cm	
S	12.7	15	

Anexo N° 12. Diseño de escalera

F. DISEÑO DE ACERO

F.1. Para Momento Positivo

$$\begin{aligned}
 (+)Mu_{dis} &= 142203.58 \text{ Kgf-cm} \\
 \phi &= 0.9 \\
 f_c &= 210.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 f_y &= 4200.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.9525 \\
 d &= 11.524 \text{ cm} \\
 b &= 150.000 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$As (+) = 3.341 \text{ cm}^2$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.2. Para Momento Negativo

$$\begin{aligned}
 \beta &= \mathbf{0.5} \\
 (-)Mu_{dis} &= 71101.79 \text{ Kgf-cm} \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.710 \text{ cm}^2 \\
 As (-) &= 1.651 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.2. Acero Transversal (Temperatura)

$$\begin{aligned}
 As_{min} &= 4.050 \text{ cm}^2 \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.710 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.3. Para Cortante

V_u	=	2553.05 Kgf
ϕ_c	=	0.85
$\phi_c V_n$	=	11284.69 Kgf
$\phi_c V_n > V_u$		CUMPLE

F. DISEÑO DE ACERO

F.1. Para Momento Positivo

$$\begin{aligned}
 (+)Mu_{dis} &= 47557.14 \text{ Kgf-cm} \\
 \phi &= 0.9 \\
 f_c &= 210.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 f_y &= 4200.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.9525 \\
 d &= 11.524 \text{ cm} \\
 b &= 115.000 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$As (+) = 1.103 \text{ cm}^2$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.2. Para Momento Negativo

$$\begin{aligned}
 \beta &= \mathbf{0.5} \\
 (-)Mu_{dis} &= 23778.57 \text{ Kgf-cm} \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.710 \text{ cm}^2 \\
 As (-) &= 0.549 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.2. Acero Transversal (Temperatura)

$$\begin{aligned}
 As_{min} &= 3.105 \text{ cm}^2 \\
 \phi &= \mathbf{3/8''} \\
 As_{\phi} &= 0.710 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Usar ϕ 3/8" @ 25.00 cm

F.3. Para Cortante

V_u	=	1292.75 Kgf
ϕ_c	=	0.85
$\phi_c V_n$	=	8651.59 Kgf
$\phi_c V_n > V_u$		CUMPLE

Anexo N° 13. Metrados y ACU

Tabla 69: Metrados del nuevo diseño con concreto armado

PLANILLA - METRADOS DE ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA								
TESIS : Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque		ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS						
FECHA : 3/06/2023								
PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			CANTIDAD		UNIDAD
			Largo	Ancho	Altura	Parcial	TOTAL	
01	SEGURIDAD Y SALUD							
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	DEMOLICIÓN							
01.01.01.01	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE						1442.06	m²
	EJES EN X							
	1		72.08			72.08		
	2		132.91			132.91		
	3		65.60			65.60		
	4		51.64			51.64		
	5		56.50			56.50		
	6		52.60			52.60		
	7		15.76			15.76		
	8		80.98			80.98		
	EJES EN Y							
	A		246.74			246.74		
	B		149.66			149.66		
	C		130.52			130.52		
	D		27.88			27.88		
	E		77.20			77.20		
	F		282.00			282.00		
02	ESTRUCTURAS							
02.01	CONCRETO ARMADO							
02.01.01	COLUMNAS							
02.01.01.01	COLUMNAS ESTRUCTURALES							
02.01.01.01.01	COLUMNAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.						7.74	m³
	PRIMER PISO							
	COLUMNAS 25X25	15	0.25	0.25	2.6	2.44		
	COLUMNAS 30X25	17	0.3	0.25	2.6	3.32		
	SEGUNDO PISO							
	COLUMNAS 25X25	5	0.25	0.25	2.6	0.81		
	COLUMNAS 30X25	6	0.3	0.25	2.6	1.17		
01.01.01.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						25.56	m²
	PRIMER PISO							
	COLUMNAS 25X25	15	0.25		2.4	3.00		
	COLUMNAS 30X25	17	0.3		2.4	12.24		
	SEGUNDO PISO							
	COLUMNAS 25X25	5	0.25		2.4			
	COLUMNAS 30X25	6	0.3		2.4	4.32		
02.01.01.02	COLUMNAS - ACEPO F'Y= 4200 Kg/cm2						1578.0988	kg
02.01.02	VIGAS							
02.01.02.01	VIGAS ESTRUCTURALES							
02.01.02.01.01	VIGAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.						17.72	m³
	PRIMER PISO							
	VIGAS EN X					0.00		
	V-101	7	2.98	0.25	0.3	1.56		
	V-102	4	2.4	0.25	0.3	0.72		
	V-103	3	4.25	0.25	0.3	0.96		
	V-104	1	3.65	0.25	0.3	0.27		
	V-105	3	3.77	0.25	0.3	0.85		
	V-106	1	1.55	0.25	0.3	0.12		
	V-107	2	1.92	0.25	0.3	0.29		
	V-108	2	2.52	0.25	0.3	0.38		
	VC-101	1	2.95	0.25	0.2	0.15		
	VIGAS EN Y							
	V-201	4	1.99	0.25	0.35	0.70		
	V-202	3	2.4	0.25	0.35	0.63		
	V-203	4	3.95	0.25	0.35	1.38		
	V-204	3	2.26	0.25	0.35	0.59		
	V-205	4	4.77	0.25	0.35	1.67		
	V-206	4	4.9	0.25	0.35	1.72		
	V-207	2	4.6	0.25	0.35	0.81		
	V-208	1	1	0.25	0.35	0.09		
	V-209	2	3.35	0.25	0.35	0.59		
	VC-201	2	0.45	0.25	0.35	0.08		
	VC-202	1	1	0.25	0.2	0.05		
	SEGUNDO PISO							
	VIGAS EN X							
	V-101	2	2.98	0.25	0.3	0.45		
	V-102	3	2.4	0.25	0.3	0.54		
	V-105	4	3.77	0.25	0.3	1.13		
	VIGAS EN Y							
	V-201	4	1.99	0.25	0.35	0.70		
	V-202	3	2.4	0.25	0.35	0.63		
	V-203	2	3.95	0.25	0.35	0.69		

02.01.02.01.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								135.03	m ²
	PRIMER PISO									
	EJE A	1	22.47	0.75				16.85		
	EJE B	1	20.21	0.55				11.12		
		1	2.4	0.75				1.80		
		1	2.26	0.75				1.70		
	EJE C	1	0.45	0.45				0.20		
		1	8.34	0.55				4.53		
		1	0.45	0.45				0.20		
	EJE D	1	3.35	0.55				1.84		
		1	1	0.25				0.25		
	EJE E	1	9.67	0.75				7.25		
	EJE F	1	24.62	0.75				18.47		
	EJE 1	1	6.75	0.65				4.39		
		1	2.4	0.45				1.08		
		1	2.95	0.45				1.33		
	EJE 2	1	2.98	0.65				1.94		
		1	6.17	0.45				2.78		
	EJE 3	1	6.17	0.45				2.78		
	EJE 4	1	2.98	0.45				1.34		
		1	5.87	0.65				3.82		
	EJE 5	1	2.98	0.45				1.34		
		1	4.25	0.65				2.76		
	EJE 6	1	7.23	0.45				3.25		
	EJE 7	1	7.23	0.45				3.25		
		1	1.92	0.65				1.25		
	EJE 8	1	2.52	0.45				1.13		
	EJE 9	1	9.15	0.65				5.95		
	SEGUNDO PISO									
	EJE A	1	1.99	0.75				1.49		
	EJE B	1	1.99	0.55				1.09		
		1	2.4	0.75				1.80		
	EJE C	1	4.39	0.55				2.41		
		1	3.95	0.75				2.96		
	EJE F	1	8.34	0.75				6.26		
	EJE 1	1	9.15	0.65				5.95		
	EJE 2	1	2.98	0.65				1.94		
		1	6.17	0.45				2.78		
	EJE 3	1	2.4	0.65				1.56		
		1	3.77	0.45				1.70		
	EJE 4	1	3.77	0.65				2.45		
02.01.02.01.03	VIGAS - ACERO F'Y=4200 kg/cm ²								2428.60	kg
02.01.03	LOSA									
02.01.03.01	LOSA ALIGERADA									
02.01.03.01.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.								21.42	m ²
	ÁREA TOTAL	1	244.83	0.0875				21.42		
02.01.03.01.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								244.83	m ²
	PRIMER PISO	1						189.22		
	SEGUNDO PISO	1						55.6164		
02.01.03.01.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO KING KONG TIPO MAQUINADO 15X30X30								2040.00	und
	ÁREA ENTRE EJE A Y G	1	244.83	8.33				2039.47		
02.01.03.01.04	LOSA ALIGERADA - ACERO FY=4200 KG/CM2								1413.43	kg
02.01.03.02	LOSA MACIZA									
02.01.03.02.01	LOSA MACIZA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.								0.22	m ²
	ÁREA TOTAL	1	1.10	0.2				0.22		
02.01.03.02.02	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								1.10	m ²
	PRIMER PISO	1						1.1025		
02.01.03.02.03	LOSA MACIZA - ACERO FY=4200 KG/CM2								24.35	kg
02.01.04	ESCALERA									
02.01.04.01	ESCALERA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.								1.46	m ²
	PRIMER TRAMO	1	15	0.6293				0.94		
	SEGUNDO TRAMO	1	1.15	0.45				0.52		
02.01.04.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								17.68	m ²
	PRIMER TRAMO									
	CONTRAPASOS	7	15	0.17				1.785		
	FONDOS	1	2.69	1.5				4.035		
	COSTADOS	1						0.47		
	TRAMO DE LA ESCALERA	1						7.19		
	SEGUNDO TRAMO									
	CONTRAPASOS	7	1.15	0.17				1.37		
	FONDOS	1	2.05	1.15				2.36		
	COSTADOS	1						0.4763		
02.01.04.03	ESCALERA - ACERO FY=4200 KG/CM2								85.93	kg
02.01.05	PLACA									
02.01.05.01	PLACA - CONCRETO f'c = 210kg/cm ²								3.48	m ²
	PLACA X	1	3.25	0.25	4.8					
	PLACA Y	1	2.9	0.25	4.8			3.48		
02.01.05.02	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								57.84	m ²
	PLACA X	2	3.25		4.8			31.20		
	PLACA Y	1	2.9		4.8			13.92		
		1	2.65		4.8			12.72		
	COSTADOS	1		0.5	4.8					
02.01.05.03	PLACA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2								510.34	kg

Tabla 70: Metrados de reforzamiento en casona de adobe

PLANILLA - METRADOS DE ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA								
TESIS: Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque			ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS					
FECHA: 3/06/2023								
PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			CANTIDAD		UNIDAD
			Largo	Ancho	Altura	Parcial	TOTAL	
01	ESTRUCTURAS							
01.01	REFORZAMIENTO DE MUROS							
01.01.01	COLOCACIÓN DE DRIZAS DE NYLON HORIZONTAL Y VERTICAL						832.35	m2
	EJES EN X				ÁREA			
	1	1			72.08	72.08		
	2	1			132.91	132.91		
	3	1			65.6	65.60		
	4	1			51.64	51.64		
	5	1			56.5	56.50		
	6	1			52.6	52.60		
	7	1			15.76	15.76		
	EJES EN Y							
	B	1			149.66	149.66		
	C	1			130.52	130.52		
	D	1			27.88	27.88		
	E	1			77.2	77.20		
02	ARQUITECTURA							
02.01	RETIRO Y COLOCACIÓN DE EMPASTE DE MUROS						4.16	und
	Remoción y colocación de empastes por m2 de muro	1			832.35	832.35		
02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS						832.35	m2
	Tarrajeo de muros acabado con yeso	1			832.35	832.35		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Análisis de costos unitarios para el nuevo diseño con concreto armado

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE			UNIDAD	
	10	m ³ /día		TOTAL	S/ 15.35
RENDIMIENTO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Peón	hh	1	0.8	18.63	14.9
COSTO DE MANO DE OBRA					14.90
MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES					0.00
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	14.90	0.45
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.45
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	COLUMNAS - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.			UNIDAD	
	10	m ³ /día		TOTAL	S/ 572.16
RENDIMIENTO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8	20.60	16.48
Operario	hh	2	1.6	26.19	41.9
Peón	hh	10	8	18.63	149.04
COSTO DE MANO DE OBRA					207.42
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bls		10.3895	26.10	271.18
Árena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES					328.80
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	207.42	6.22
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.8	12.00	9.60
Winche con dos baldes, 3.6 HP	hm	1	0.8	19.02	15.22
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.8	6.13	4.90
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					35.94

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	VIGAS - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	10	m ³ /día		TOTAL	S/ 589.14
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	2	1.6	20.60	32.96
Operario	hh	2	1.6	26.19	41.9
Peón	hh	10	8	18.63	149.04
COSTO DE MANO DE OBRA					223.90
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bis		10.3895	26.10	271.18
Árena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES					328.80
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	223.90	6.72
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.8	12.00	9.60
Winche con dos baldes, 3.8 HP	hm	1	0.8	19.02	15.22
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.8	6.13	4.90
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					36.44
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	VIGAS - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	10	m ² /día		TOTAL	S/ 87.30
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8	20.60	16.48
Operario	hh	1	0.8	26.19	20.95
COSTO DE MANO DE OBRA					37.43
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		8.7836	5.20	45.67
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.2441	4.49	1.1
Alambre negro recocido # 8	kg		0.5604	3.53	1.98
COSTO DE MATERIALES					48.75
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	37.43	1.12
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.12
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	10	m ² /día		TOTAL	S/ 77.11
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8	20.60	16.48
Operario	hh	1	0.8	26.19	20.95
COSTO DE MANO DE OBRA					37.43
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		6.5003	5.20	33.8
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.6292	4.49	2.83
Alambre negro recocido # 8	kg		0.5463	3.53	1.93
COSTO DE MATERIALES					38.56
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	37.43	1.12
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.12

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	VIGAS - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	10	m ² /día		TOTAL	S/ 87.30
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8	20.60	16.48
Operario	hh	1	0.8	26.19	20.95
COSTO DE MANO DE OBRA					37.43
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		8.7836	5.20	45.67
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.2441	4.49	1.1
Alambre negro recocido # 8	kg		0.5604	3.53	1.98
COSTO DE MATERIALES					48.75
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	37.43	1.12
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.12
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	VIGAS - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2			UNIDAD	
				kg	
RENDIMIENTO	250	kg/día		TOTAL	S/ 6.05
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.032	20.60	0.66
Operario	hh	1	0.032	26.19	0.84
COSTO DE MANO DE OBRA					1.50
MATERIALES					
Acero corrugado: fy=4200 kg/cm2 - Grado 60	kg		1.07	3.58	3.83
Alambre negro recocido # 16	kg		0.07	7.54	0.53
COSTO DE MATERIALES					4.36
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.50	0.05
Cizalla	hm	1	0.0320	4.50	0.14
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.19
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	16	m ³ /día		TOTAL	S/ 494.40
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.5	20.60	10.3
Operario	hh	3	1.5	26.19	39.29
Peón	hh	10	5	18.63	93.15
COSTO DE MANO DE OBRA					142.74
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bls		10.3895	26.10	271.18
Arena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES					328.80
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	142.74	4.28
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.5	12.00	6.00
Winche con dos baldes, 3.8 HP	hm	1	0.5	19.02	9.51
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.5	6.13	3.07
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					22.86

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	16	m ² /día		TOTAL	S/ 54.76
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.5	20.60	10.3
Operario	hh	1	0.5	26.19	13.1
COSTO DE MANO DE OBRA					23.40
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		5.7061	5.20	29.67
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0950	4.49	0.43
Alambre negro recocido # 8	kg		0.1595	3.53	0.56
COSTO DE MATERIALES					30.66
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	23.40	0.70
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.70
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA ALIGERADA - LADRILLO KING KONG TIPO MAQUINADO 15X30X30			UNIDAD	
				und	
RENDIMIENTO	1600	und/día		TOTAL	S/ 3.55
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1	0.005	26.19	0.13
Peón	hh	10	0.05	18.63	0.93
COSTO DE MANO DE OBRA					1.06
MATERIALES					
Ladrillo de arcilla para techo 15x30x30 cm 8 huecos	und		1.05	2.34	2.46
COSTO DE MATERIALES					2.46
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.06	0.03
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.03
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA ALIGERADA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2			UNIDAD	
				kg	
RENDIMIENTO	250	kg/día		TOTAL	S/ 6.05
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.032	20.60	0.66
Operario	hh	1	0.032	26.19	0.84
COSTO DE MANO DE OBRA					1.50
MATERIALES					
Acero corrugado: fy=4200 kg/cm ² - Grado 60	kg		1.07	3.58	3.83
Alambre negro recocido # 16	kg		0.07	7.54	0.53
COSTO DE MATERIALES					4.36
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.50	0.05
Cizalla	hm	1	0.0320	4.50	0.14
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.19

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA MACIZA - CONCRETO F'C=175 KG/CM2.			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	12.5	m ³ /día		TOTAL	S/ 523.48
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.64	20.60	13.18
Operario	hh	2	1.28	26.19	33.52
Peón	hh	10	6.4	18.63	119.23
COSTO DE MANO DE OBRA					165.93
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bls		10.3895	26.10	271.18
Arena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES					328.80
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	165.93	4.98
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.6	12.00	7.68
Winche con dos baldes, 3.6 HP	hm	1	0.6	19.02	12.17
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.6	6.13	3.92
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					28.75
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	12	m ² /día		TOTAL	S/ 62.79
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.6667	20.60	13.73
Operario	hh	1	0.6667	26.19	17.46
COSTO DE MANO DE OBRA					31.19
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		5.7061	5.20	29.67
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0950	4.49	0.43
Alambre negro recocido # 8	kg		0.1595	3.53	0.56
COSTO DE MATERIALES					30.66
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	31.19	0.94
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.94
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	LOSA MACIZA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2			UNIDAD	
				kg	
RENDIMIENTO	250	kg/día		TOTAL	S/ 6.05
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.032	20.60	0.66
Operario	hh	1	0.032	26.19	0.84
COSTO DE MANO DE OBRA					1.50
MATERIALES					
Acero corrugado: fy=4200 kg/cm2 - Grado 60	kg		1.07	3.58	3.83
Alambre negro recocido # 16	kg		0.07	7.54	0.53
COSTO DE MATERIALES					4.36
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.50	0.05
Cizalla	hm	1	0.0320	4.50	0.14
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.19
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	ESCALERA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	12	m ³ /día		TOTAL	S/ 454.85
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.6667	20.60	13.73
Operario	hh	2	1.3333	26.19	34.92
Peón	hh	4	2.6667	18.63	49.68
COSTO DE MANO DE OBRA					98.33
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bls		10.3895	26.10	271.18
Arena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES					328.80
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	98.33	2.95
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.7	12.00	8.00
Winche con dos baldes, 3.6 HP	hm	1	0.7	19.02	12.68
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.7	6.13	4.09
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					27.72

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	ESCALERA - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	12	m ² /día		TOTAL	S/ 56.67
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.6667	20.60	13.73
Operario	hh	1	0.6667	26.19	17.46
COSTO DE MANO DE OBRA					31.19
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		4.5688	5.20	23.76
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0573	4.49	0.26
Alambre negro recocido # 8	kg		0.1463	3.53	0.52
COSTO DE MATERIALES					24.54
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	31.19	0.94
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.94

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	ESCALERA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2			UNIDAD	
				kg	
RENDIMIENTO	250	kg/día		TOTAL	S/ 6.05
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.032	20.60	0.66
Operario	hh	1	0.032	26.19	0.84
COSTO DE MANO DE OBRA					1.50
MATERIALES					
Acero corrugado: fy= 4200 kg/cm2 - Grado 60	kg		1.07	3.58	3.83
Alambre negro recocido # 16	kg		0.07	7.54	0.53
COSTO DE MATERIALES					4.36
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.50	0.05
Cizalla	hm	1	0.0320	4.50	0.14
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.19

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2.			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	10	m ³ /día		TOTAL	S/ 572.16
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8	20.60	16.48
Operario	hh	2	1.6	26.19	41.9
Peón	hh	10	8	18.63	149.04
COSTO DE MANO DE OBRA				207.42	
MATERIALES					
Cemento Portland TIPO Ico Pacasmayo (42.5 Kg)	bls		10.3895	26.10	271.18
Árena gruesa	m3		0.5519	38.14	21.05
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.6308	55.08	34.75
Agua	m ³		0.2597	7.00	1.82
COSTO DE MATERIALES				328.80	
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	207.42	6.22
Mezcladora de concreto tambor 23 HP 11-12 p3	hm	1	0.8	12.00	9.60
Winche con dos baldes, 3.6 HP	hm	1	0.8	19.02	15.22
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.8	6.13	4.90
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS				35.94	
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	PLACA - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	12	m ² /día		TOTAL	S/ 69.57
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.6667	20.60	13.73
Operario	hh	1	0.6667	26.19	17.46
Peón	hh	0.5	0.3333	18.63	6.21
COSTO DE MANO DE OBRA				37.40	
MATERIALES					
Madera tornillo	p2		5.6240	5.20	29.24
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1626	4.49	0.73
Alambre negro recocido # 8	kg		0.3059	3.53	1.08
COSTO DE MATERIALES				31.05	
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	37.40	1.12
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS				1.12	
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	PLACA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2			UNIDAD	
				kg	
RENDIMIENTO	250	kg/día		TOTAL	S/ 6.05
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.032	20.60	0.66
Operario	hh	1	0.032	26.19	0.84
COSTO DE MANO DE OBRA				1.50	
MATERIALES					
Acero corrugado: fy=4200 kg/cm2 - Grado 60	kg		1.07	3.58	3.83
Alambre negro recocido # 16	kg		0.07	7.54	0.53
COSTO DE MATERIALES				4.36	
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	1.50	0.05
Cizalla	hm	1	0.0320	4.50	0.14
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS				0.19	

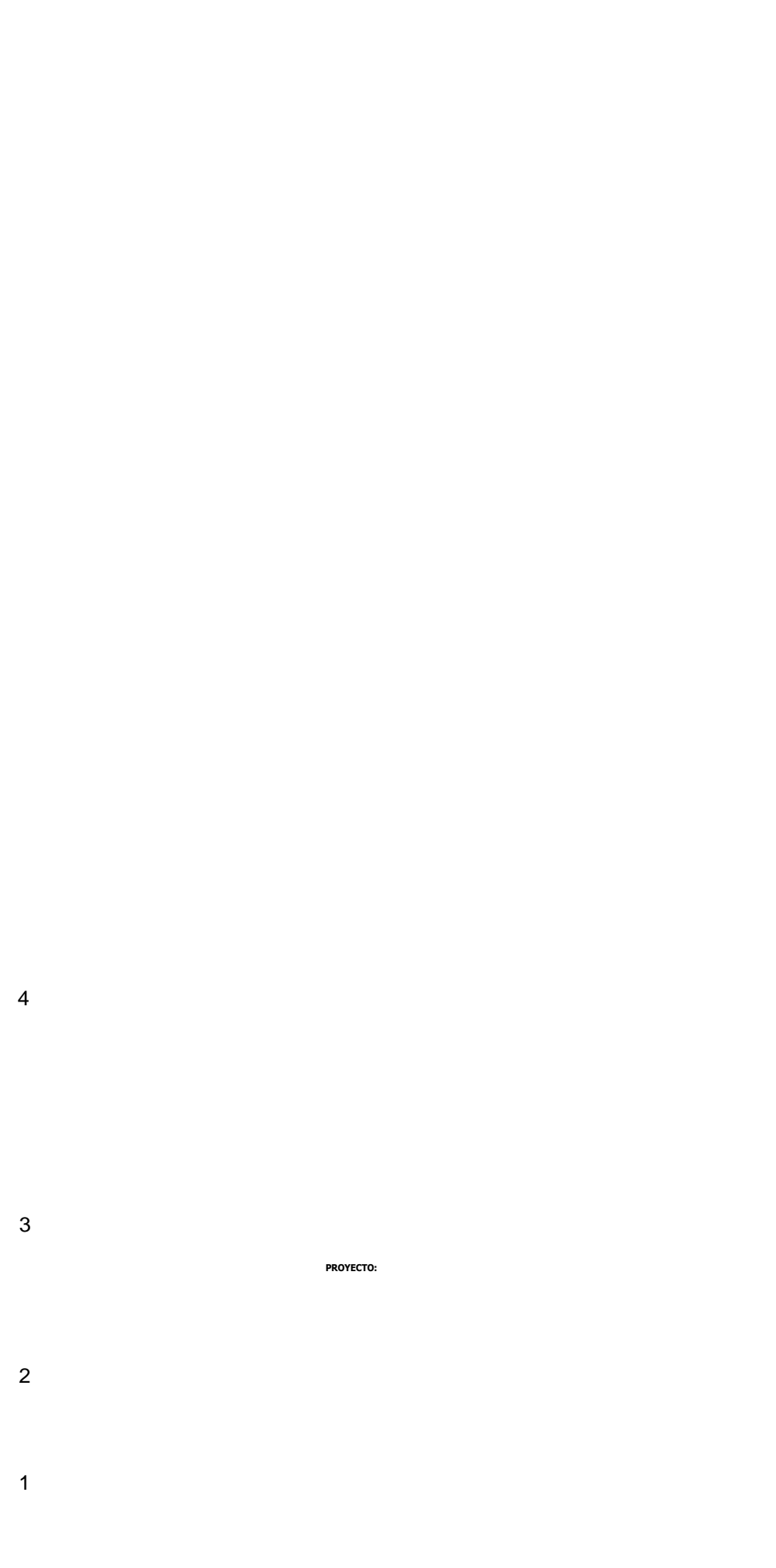
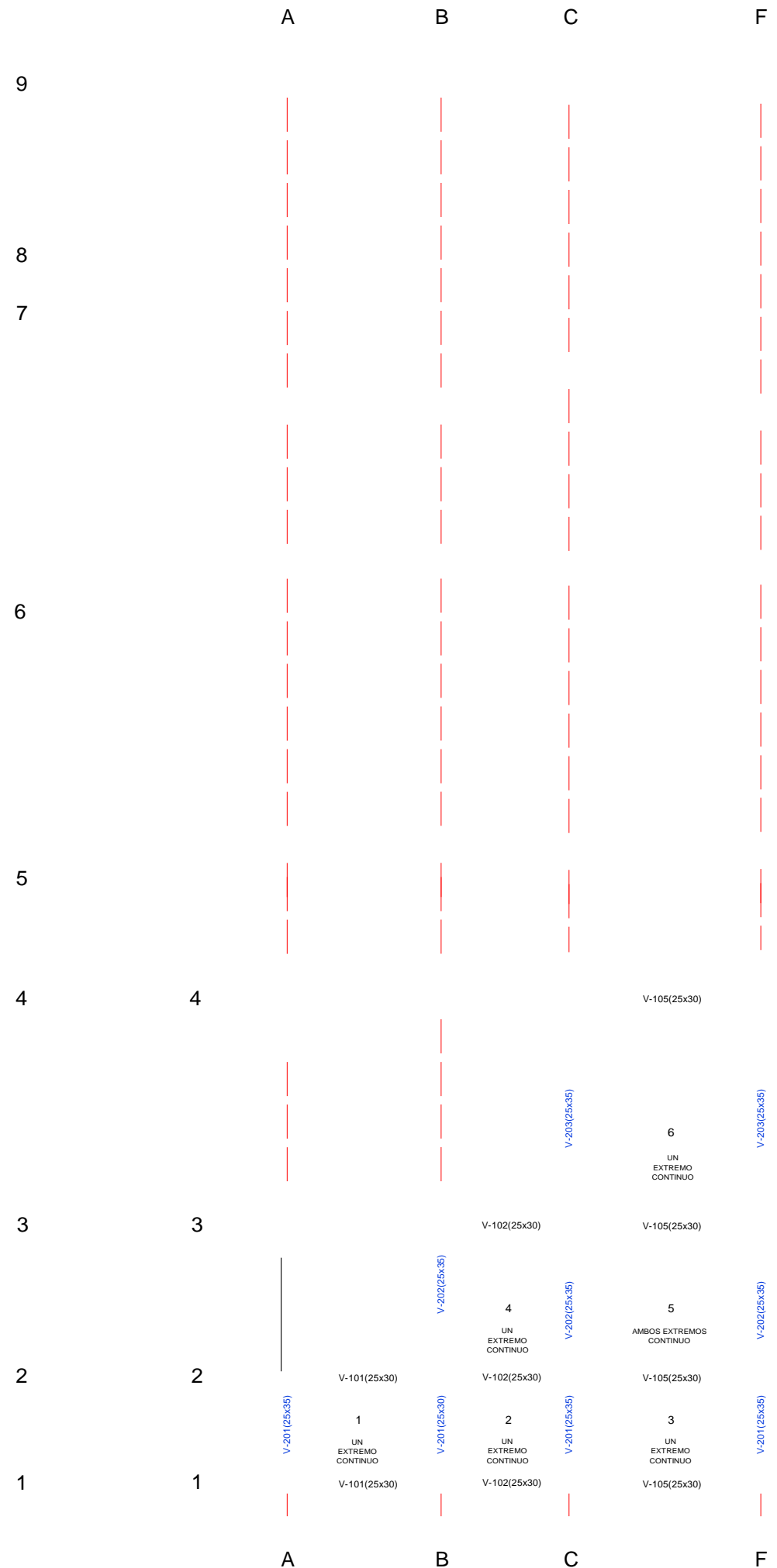
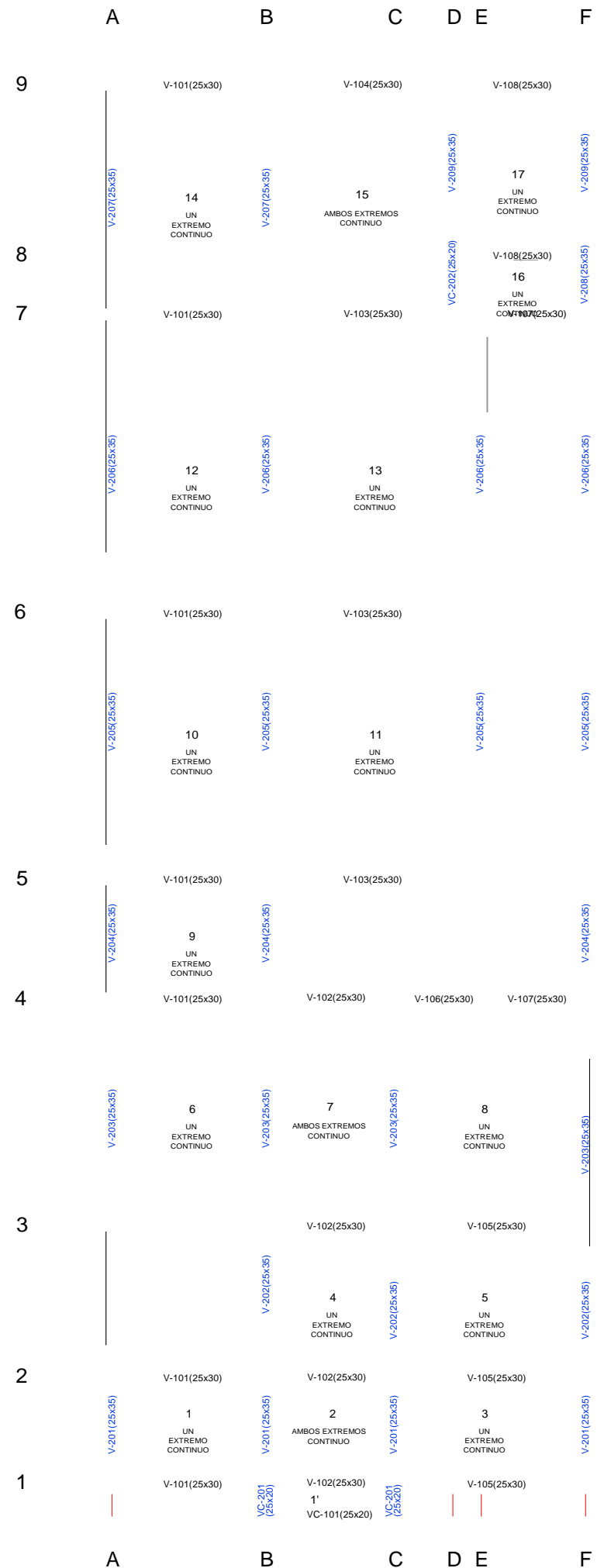
Tabla 72: Análisis de costos unitarios del reforzamiento en adobe

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	COLOCACIÓN DE DRIZAS DE NYLON HORIZONTAL Y VERTICAL			UNIDAD	
				m ³	
RENDIMIENTO	12	m ² /día		TOTAL	S/ 61.20
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	2	1.3333	20.60	27.47
Operario	hh	1	0.6667	26.19	17.46
COSTO DE MANO DE OBRA					44.93
MATERIALES					
Drizas de nylon 1/4"	ml		5.00	2.90	14.5
COSTO DE MATERIALES					14.50
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	44.93	1.35
Andamio	Día	0.125	0.083	5.00	0.42
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.77
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	RETIRO DE EMPASTE DE MUROS			UNIDAD	
				und	
RENDIMIENTO	9	und/día		TOTAL	S/ 70.11
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.8889	20.60	18.31
Operario	hh	1	0.8889	26.19	23.28
Peón	hh	1	0.8889	18.63	16.56
COSTO DE MANO DE OBRA					58.15
MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES					0.00
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	58.15	1.74
Regla de aluminio 1" x 4" x 8"	Und	1	0.2	40.00	8.00
Andamio	Día	0.5	0.4	5.00	2.22
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					11.96
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
PARTIDA	TARRAJEO DE MUROS ACABADO CON YESO			UNIDAD	
				m ²	
RENDIMIENTO	25	m ² /día		TOTAL	S/ 21.95
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MANO DE OBRA					
Oficial	hh	1	0.32	20.60	6.59
Operario	hh	1	0.32	26.19	8.38
COSTO DE MANO DE OBRA					14.97
MATERIALES					
Yeso	Kg		6.9000	0.82	5.68
Agua	m ³		0.007	7.00	0.05
COSTO DE MATERIALES					5.73
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	14.97	0.45
Andamio	Día	0.5	0.16	5.00	0.80
COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.25

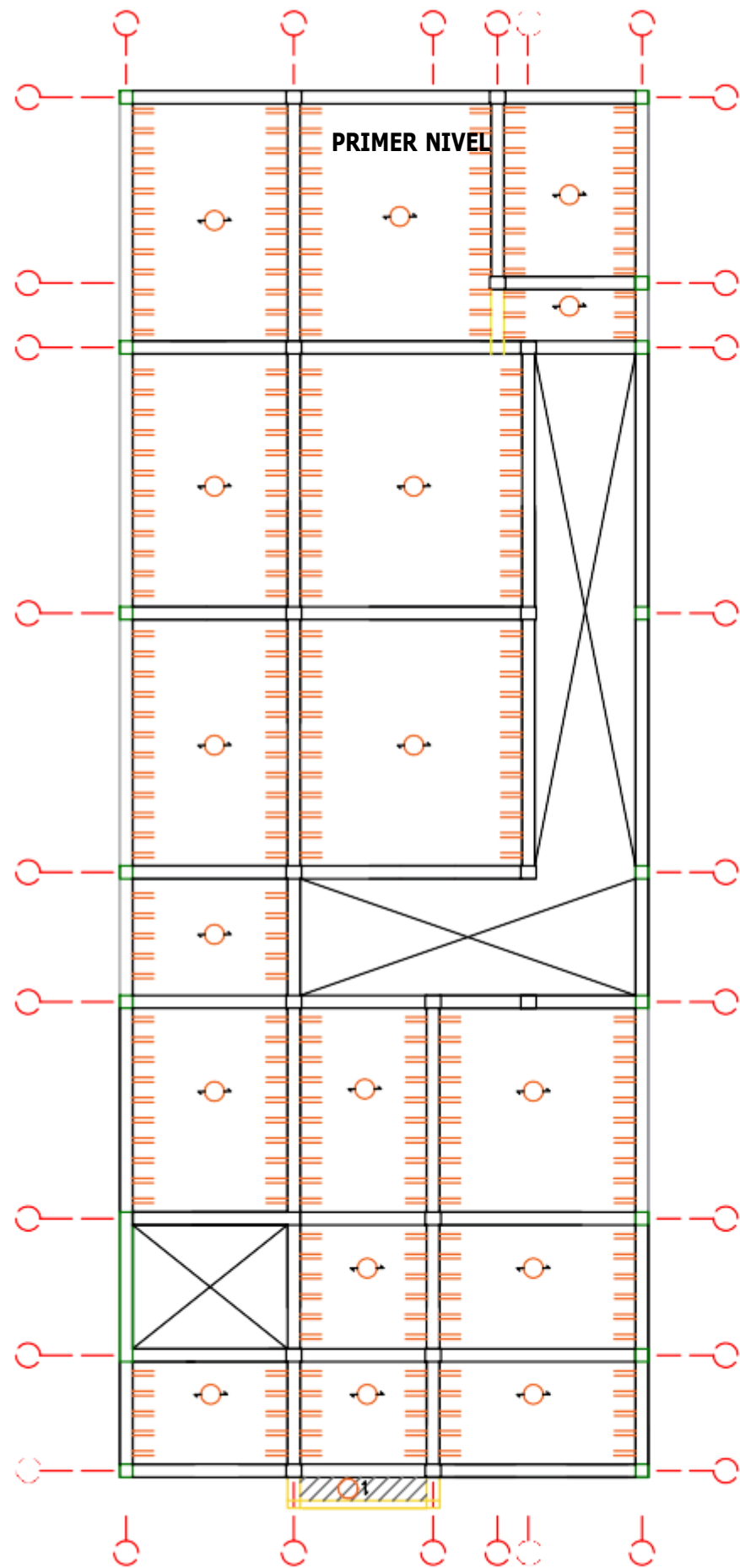
Anexo N° 14. Presupuestos

PRESUPUESTO DE DISEÑO NUEVO DE CONCRETO ARMADO						
TESIS:			"Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"		ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS	
FECHA:			30/8/2023			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO		
				UNITARIO	PARCIAL	
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES,					
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.01	DEMOLICIÓN					
01.01.01.01	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE	m2	1442.06	S/ 15.35	S/ 22,135.61	
02	ESTRUCTURAS					
02.01.01	COLUMNAS					
02.01.01.01	COLUMNAS ESTRUCTURALES					
02.01.01.01.01	COLUMNAS - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.	m3	7.74	S/ 572.16	S/ 4,425.66	
02.01.01.01.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	25.56	S/ 77.11	S/ 1,978.93	
02.01.01.01.02	COLUMNAS - ACERO F'Y= 4200 Kg/cm2	kg	1578.10	S/ 6.05	S/ 9,547.50	
02.01.02	VIGAS					
02.01.02.01	VIGAS ESTRUCTURALES					
02.01.02.01.01	VIGAS - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.	m3	17.72	S/ 589.14	S/ 10,441.03	
02.01.02.01.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	135.03	S/ 87.30	S/ 11,788.42	
02.01.02.01.03	VIGAS - ACERO F'Y=4200 kg/cm2	kg	2428.60	S/ 6.05	S/ 14,693.01	
02.01.03	LOSA					
02.01.03.01.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.	m3	21.42	S/ 494.40	S/ 10,591.56	
02.01.03.01.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	244.83	S/ 54.76	S/ 13,407.16	
02.01.03.01.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO KING KONG TIPO MAQUINADO 15X30X30	und	2040	S/ 3.55	S/ 7,242.00	
02.01.03.01.04	LOSA ALIGERADA - ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	1413.43	S/ 6.05	S/ 8,551.24	
02.01.03.02.01	LOSA MACIZA - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.	m3	0.22	S/ 523.48	S/ 115.43	
02.01.03.02.02	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.10	S/ 62.79	S/ 69.23	
02.01.03.02.03	LOSA MACIZA - ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	24.35	S/ 6.05	S/ 147.34	
02.01.04	ESCALERA					
02.01.04.01	ESCALERA - CONCRETO F'c=210 KG/CM2.	m3	1.46	S/ 454.85	S/ 665.15	
02.01.04.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	17.68	S/ 56.67	S/ 1,001.90	
02.01.04.03	ESCALERA - ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	85.93	S/ 6.05	S/ 519.89	
02.01.05	PLACA					
02.01.05.01	PLACA - CONCRETO F'c = 210kg/cm2	m3	3.48	S/ 572.16	S/ 1,991.12	
02.01.05.02	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	57.84	S/ 69.57	S/ 4,023.93	
02.01.05.03	PLACA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	510.34	S/ 6.05	S/ 3,087.56	
COSTO DIRECTO					S/ 126,415.65	
GASTOS GENERALES				10%	S/ 12,641.57	
UTILIDAD				10%	S/ 12,641.57	
SUB-TOTAL					S/ 151,698.78	
IGV				18%	S/ 27,305.78	
PRESUPUESTO TOTAL					S/ 179,004.56	

PRESUPUESTO DE REFORZAMIENTO CON MALLA DE SOGAS SINTÉTICAS						
TESIS:			"Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural para la restauración de la casona de la sociedad de beneficencia, distrito de Lambayeque"		ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS	
TESISTA:			Nicole Alexandra Herrera Campos			
FECHA:			30/8/2023			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO		
				UNITARIO	PARCIAL	
01	ESTRUCTURAS					
01.01	REFORZAMIENTO DE MUROS					
01.01.01	COLOCACIÓN DE DRIZAS DE NYLON HORIZONTAL Y VERTICAL	m2	832.35	S/ 61.20	S/ 50,939.82	
02.01	RETIRO Y COLOCACIÓN DE EMPASTE DE MUROS					
		und	4.16	S/ 70.11	S/ 291.78	
02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS					
		m2	832.35	S/ 21.95	S/ 18,270.08	
COSTO DIRECTO					S/ 69,501.68	
GASTOS GENERALES				10%	S/ 6,950.17	
UTILIDAD				10%	S/ 6,950.17	
SUB-TOTAL					S/ 83,402.02	
IGV				18%	S/ 15,012.36	
PRESUPUESTO TOTAL					S/ 98,414.38	



PROYECTO:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE MOGROVEJO

FA
CU
LT
SEGUNDO NIVEL

AD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de
Ingeniería Civil y
Ambiental

EVALUACIÓN Y
PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO
ESTRUCTURAL
PARA LA
RESTAURACIÓN
DE LA CASONA

DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE

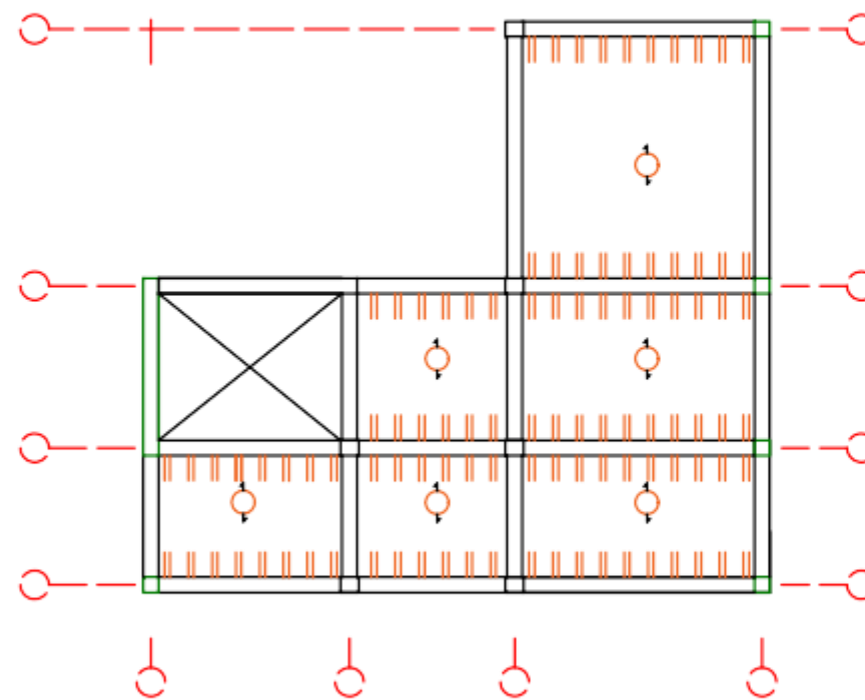
PLANO: PLANO DE ESTRUCTURACIÓN

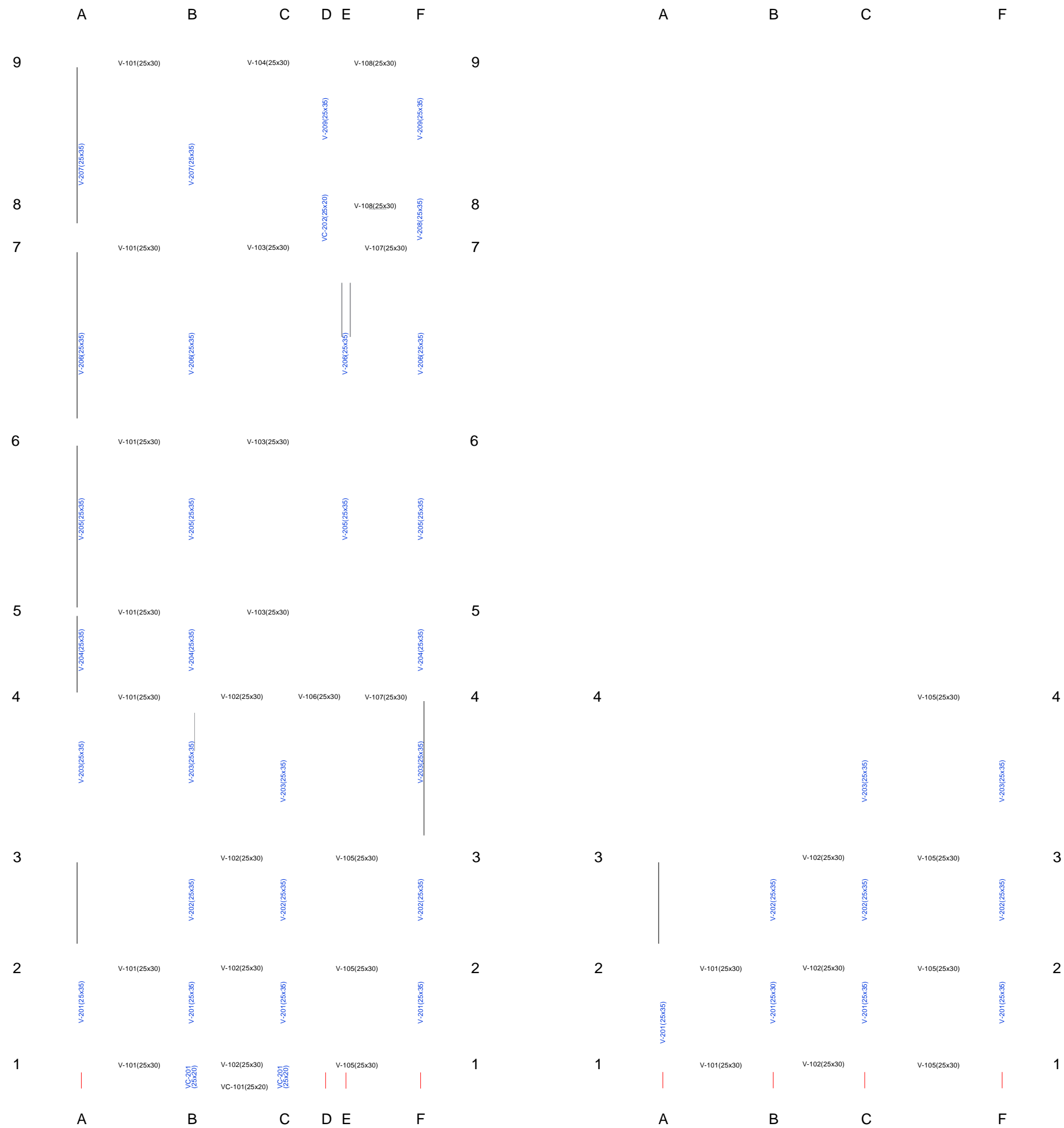
LÁMINA:

ELABORADO POR:
NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS

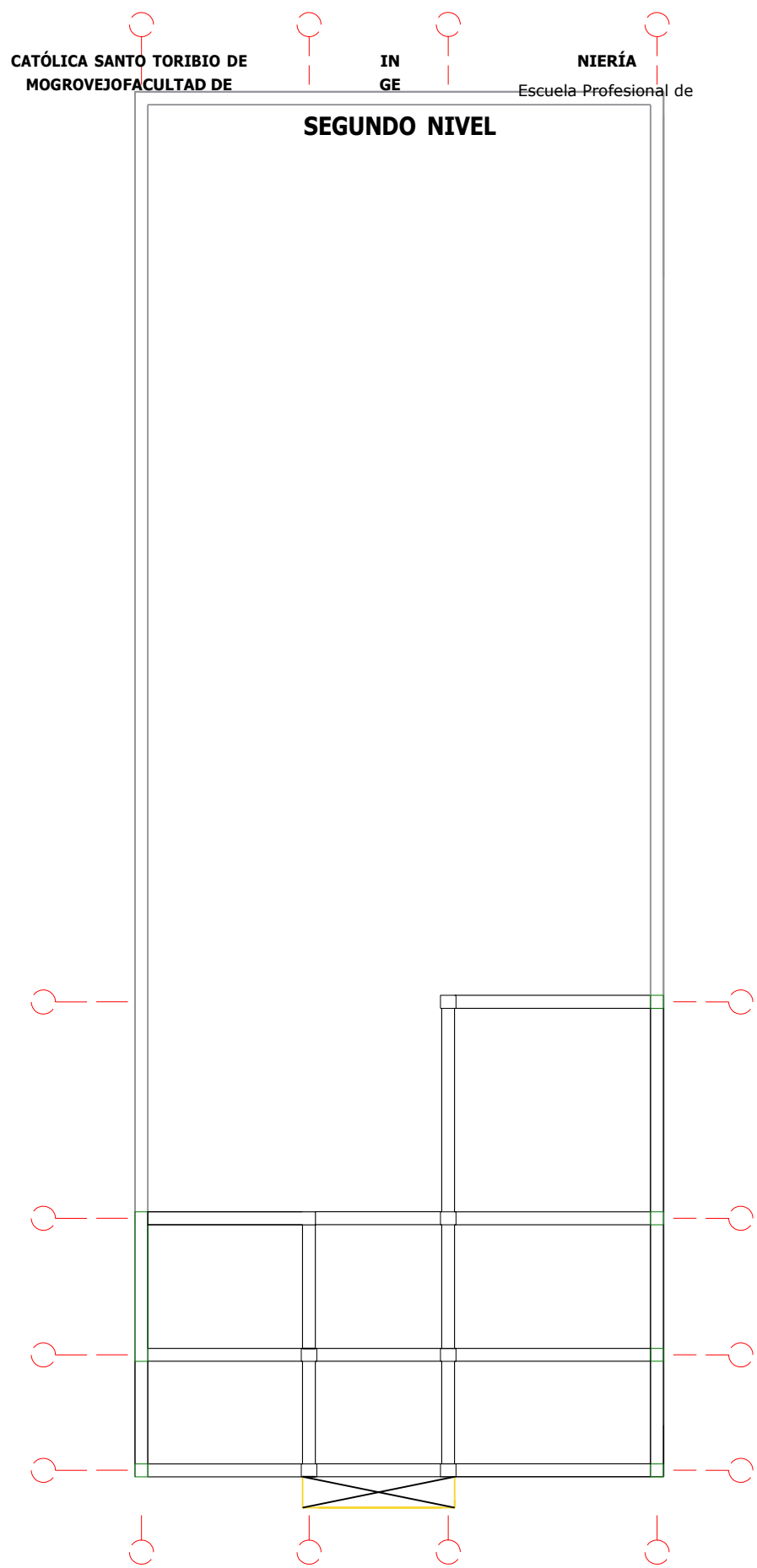
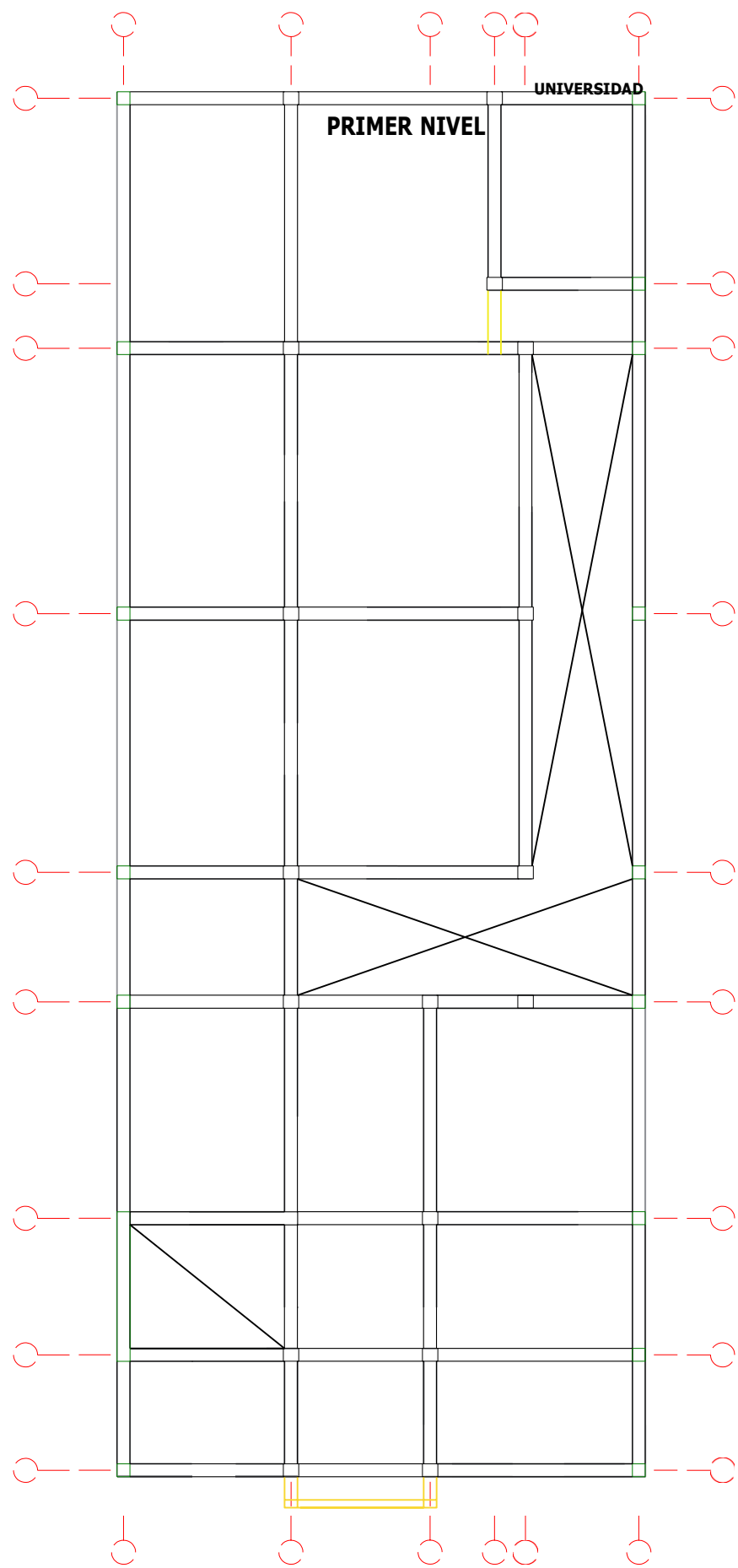
FECHA: 2023
ESCALA: INDICADA

E-01





PROYECTO:



Ingeniería

Civil y Ambiental

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE

PLANO: PLANO PLANTA DE VIGAS

LÁMINA:

ELABORADO POR:
NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS

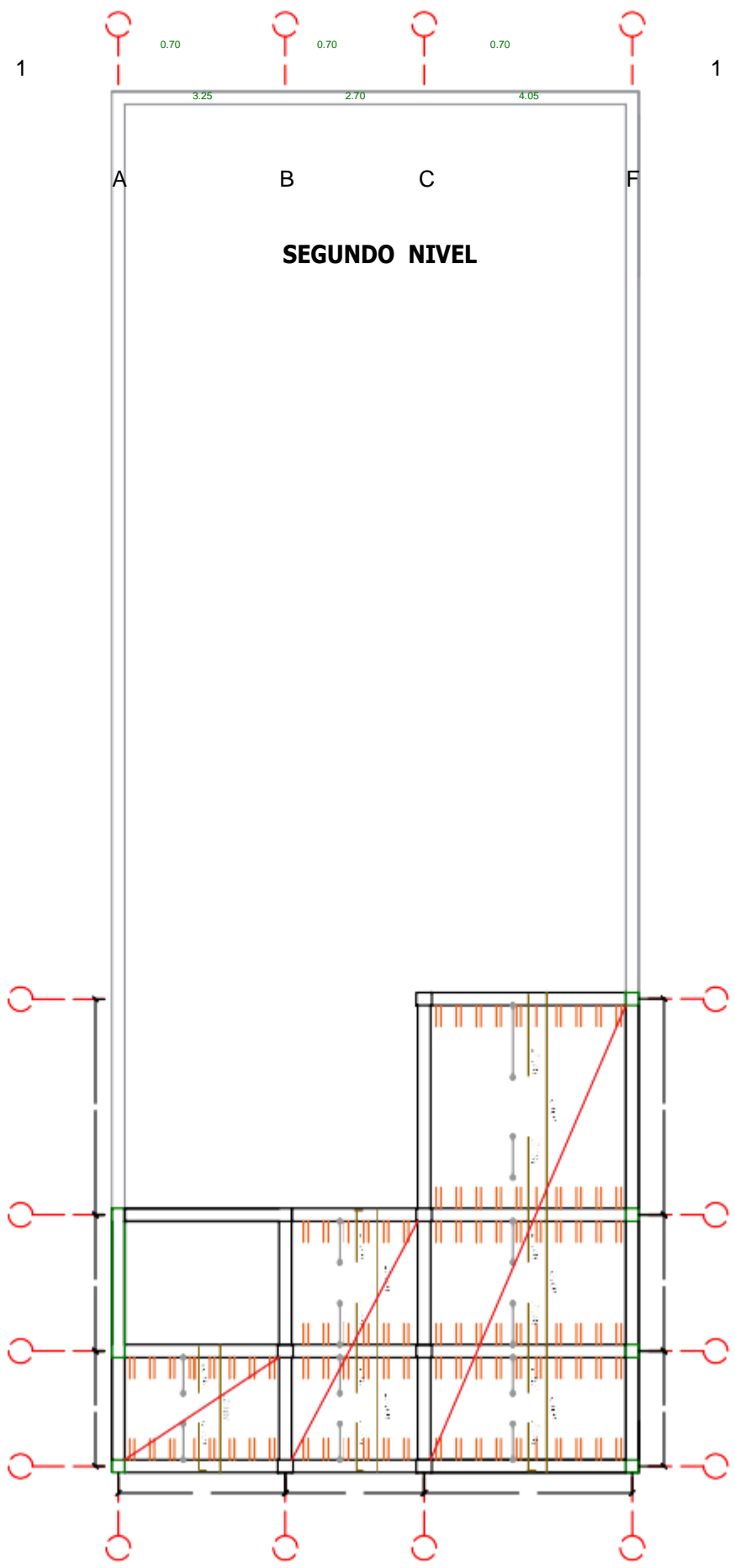
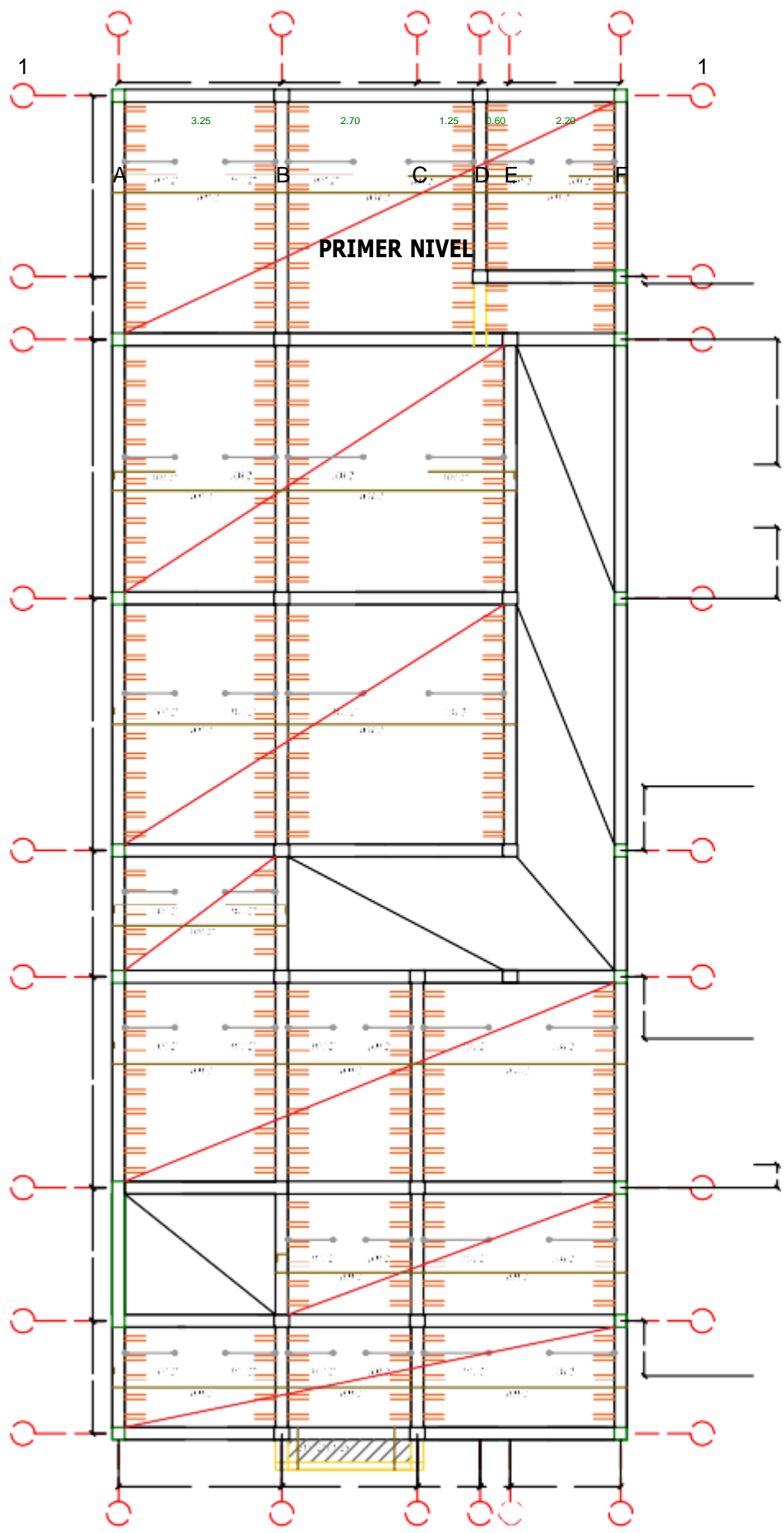
FECHA: 2023
ESCALA: INDICADA

P-01

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	

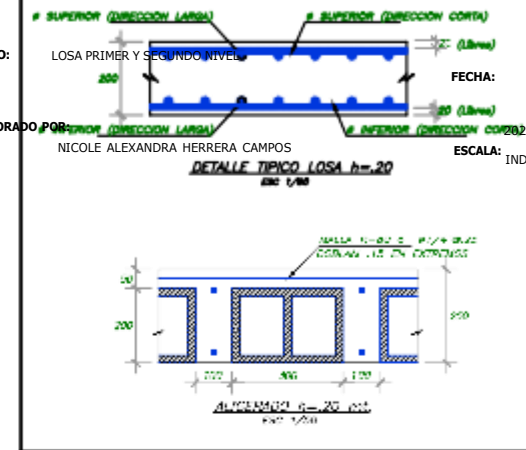
	A	B	C	D	E	F	
9		3.25	2.70	1.25	0.58	2.22	9
	1.00	1.00	1.30	1.30	0.90	0.90	
	3.60						
8						0.14	8
7							7
	1.00	1.00	1.50		1.50		
	5.15						
6							6
	1.00	1.00	1.50		1.50		
	5.02						
5						1.28	5
	1.00	1.00					
	2.52						
4							4
	1.00	1.00	0.90	0.90	1.30	1.30	
						1.23	
	4.20						
3							3
			0.90	0.90	1.30	1.30	
	2.65						
2							2
	1.00	1.00	0.90	0.90	1.30	1.30	
						1.09	
	2.24						

	A	B	C	F	
9					9
8					8
7					7
					2.49
6					6
					1.41
5					5
					1.28
4					4
					1.40
					4.20
3					3
					1.40
					4.21
					0.05
					0.20 0.15
3					3
					0.30 0.10 0.30 0.10 0.30 0.10 0.30
					0.46
					0.80 0.80
					2.65
2					2
					0.80 0.80
					0.70 0.70 0.70
					2.24



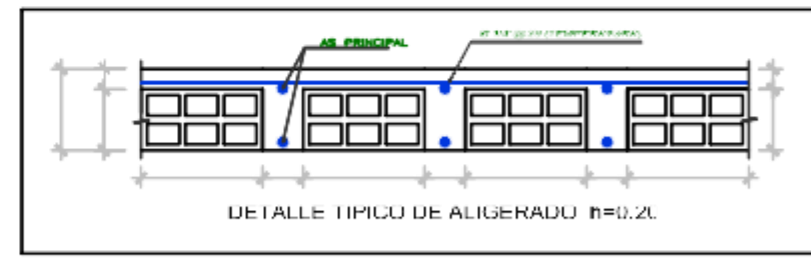
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE
 PLANO: LOSA PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
 ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS
 FECHA:
 ESCALA: INDICADA

LÁMINA: **L-01**



EMPALMES EN LONGITUD			
TIPO DE EMPALME	LONGITUD	ESPACIAMIENTO	APLICADO A
1	40	40	Ø2.5
2	40	40	Ø2.5
3	40	40	Ø2.5
4	40	40	Ø2.5
5	40	40	Ø2.5
6	40	40	Ø2.5
7	40	40	Ø2.5

NOTA: EN LOS CASOS EN QUE SE INDICAN LONGITUDES DIFERENTES, SE DEBE TOMAR LA LONGITUD MAYOR.
 EMPALMES EN LONGITUD
 LOCALIZACIÓN Y LONGITUD
 DETALLES DE EMPALMES



VIGAS Y-Y - PRIMER NIVEL

EJE A

.50 .60 .60 1.20 2.75 2.75

.25 1.99 .25 2.40 .25 3.95 .25 2.26 .25 4.77 .65 .25 4.90 .65 .60 .25 4.60 .60 .25

EJE B

.50 1.35 1.85 1.00 .60 2.05 2.75 2.75 1.20

.30 .30.50 .50 .60 .60 .65 .60 .60

.60 .25 1.99 .25 2.40 .25 3.95 .25 2.26 .25 4.77 .25 4.90 .25 4.60 .25

EJE C

1.85 1.00

.60 .25 1.99 .25 2.40 .25 3.95 .25

EJE D

.251.00 .25 3.35 .25

EJE E

1.20 1.30 1.55

.25 4.77 .25 4.90 .25

EJE F

1.55 1.00 .60

.25 1.99 .25 2.40 .25 3.95 .25 2.26 .25 4.77 .25 4.90 .251.00 3.35 .25

VIGAS Y-Y - SEGUNDO NIVEL

CORTES

EJE A

.50

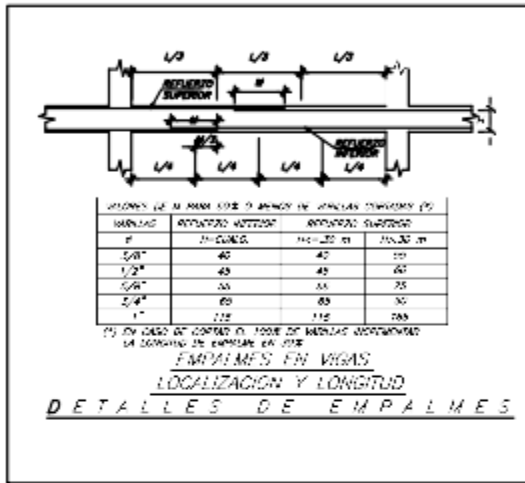
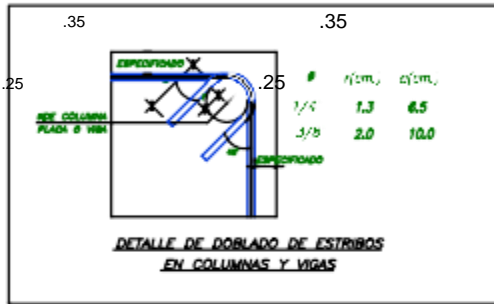
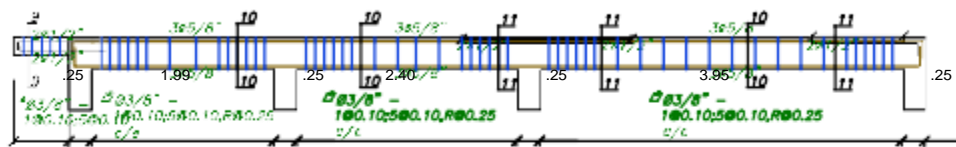
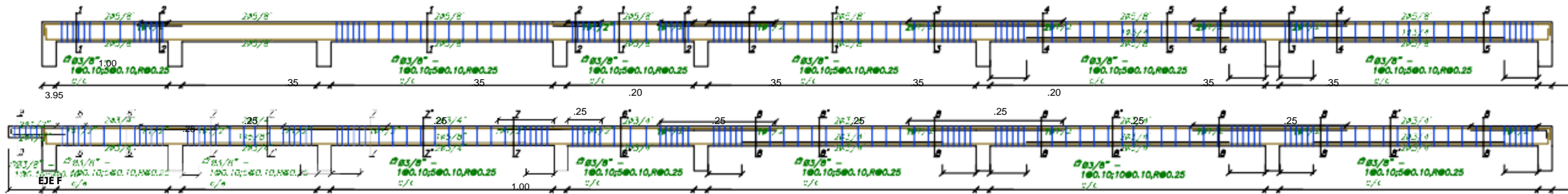
.35 .35 .35 .35 .35 .35 .35 .35 .35 .35 .35 .35

.25 1.99 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25

EJE B

.50 1.35 .60

.25 E J E C .25 1.99 1 .9 9 .25 .25 2 40 .25 2.40 .25 2.00 .25



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Ambiental

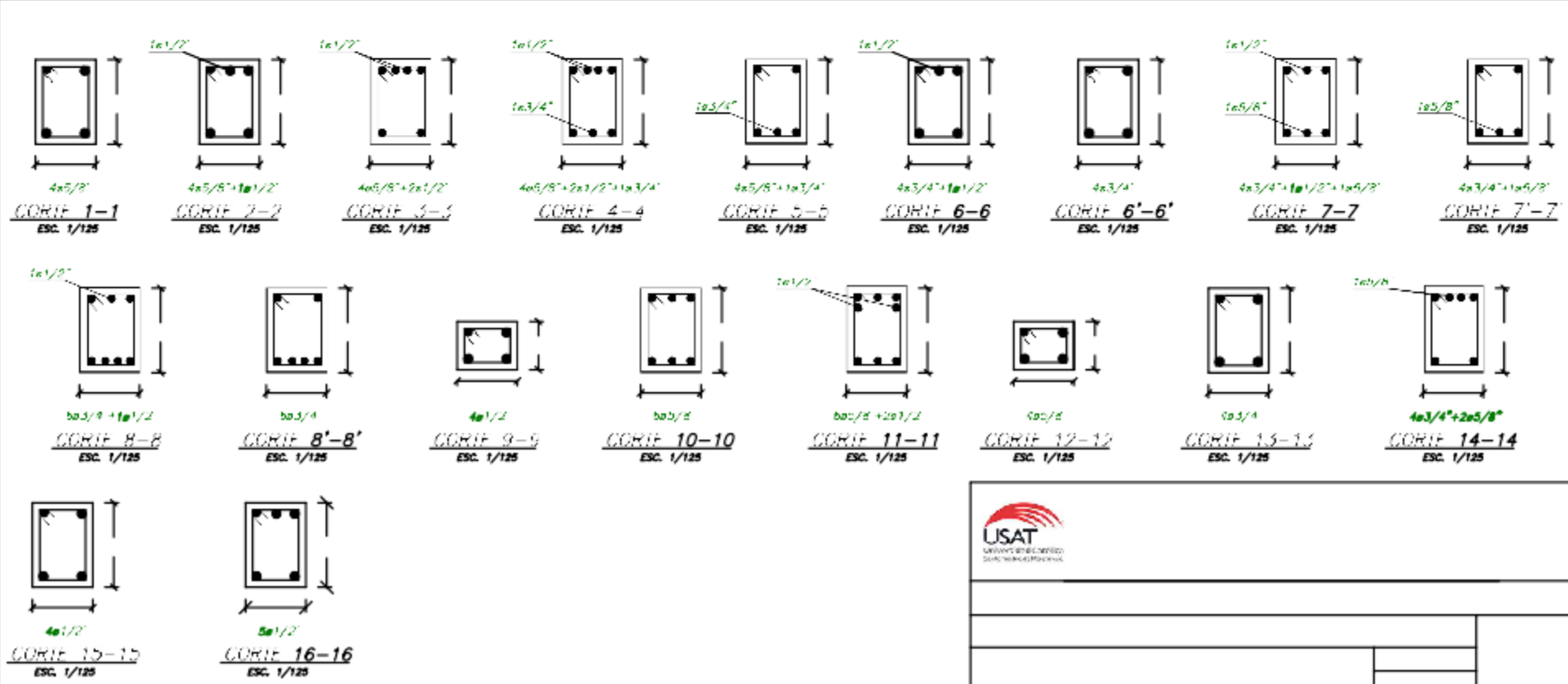
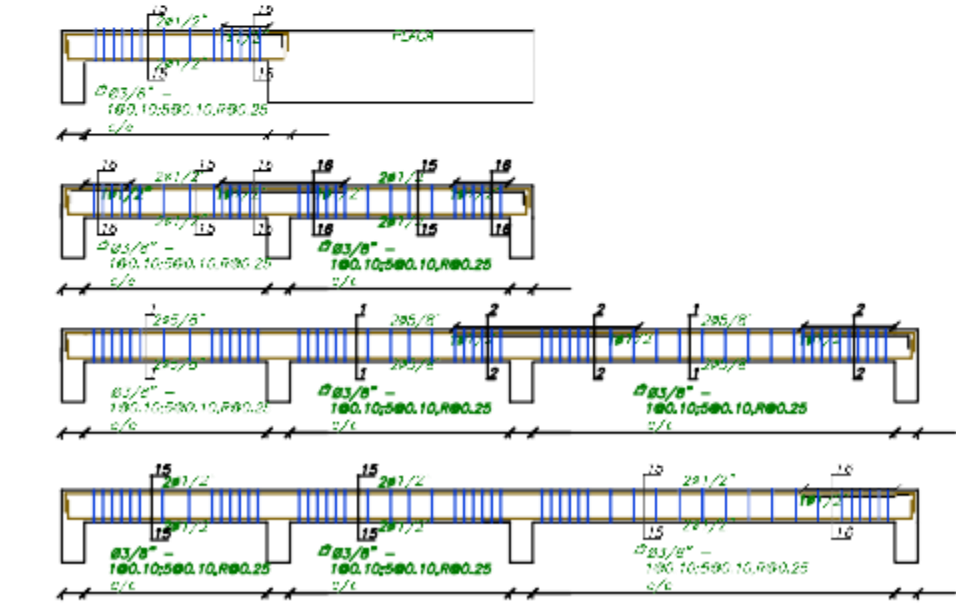
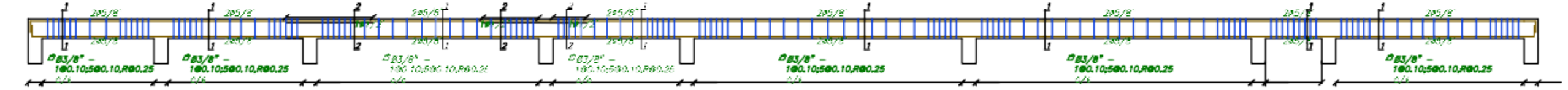
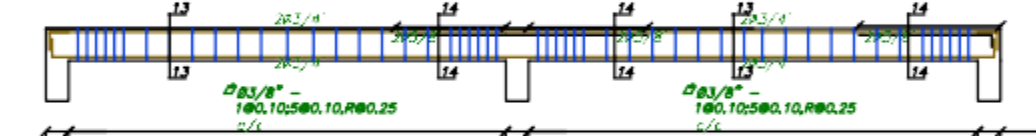
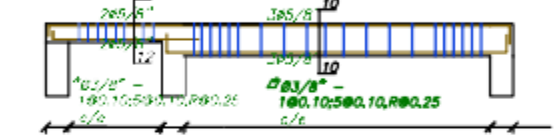
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYOQUE

PLANO: VIGAS Y-Y

	TÍPICO	CASO ESPECIAL
ELABORADO POR:	NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS	
FECHA:	2023	
ESCALA:	INDICADA	

DETALLE DE ANCLAJE

V-01



VIGAS X-X - PRIMER NIVEL
EJE 1 Y 2

.25 2.98 .30 2.40 .30 3.77 .25
EJE 3

.30 2.40 .30 3.77 .25
EJE 4

.25 2.98 .30 2.40 .30 1.55 .30 1.92 .25

EJE 5 Y 6

.25 2.98 .30 4.25 .30
EJE 7
 1.10 .50

.25 2.98 .30 .60 4.25 .60 .30 1.92 .25

EJE 8

.30 2.52 .25

EJE 9

.25 2.98 .30 3.65 .30 2.52 .25

EJE 1

1.87

.25 2.98 .30 2.40 .30 3.77 .25

EJE 2

1.90

1.00

.25 2.98 .30 2.40 .30 3.77 .25

EJE 3

1.90

1.00

.30 2.40 .30 3.77 .25

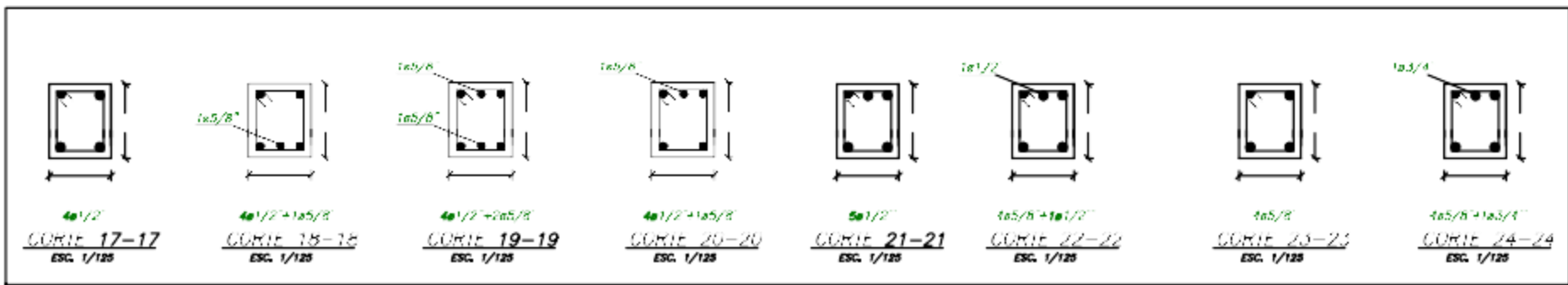
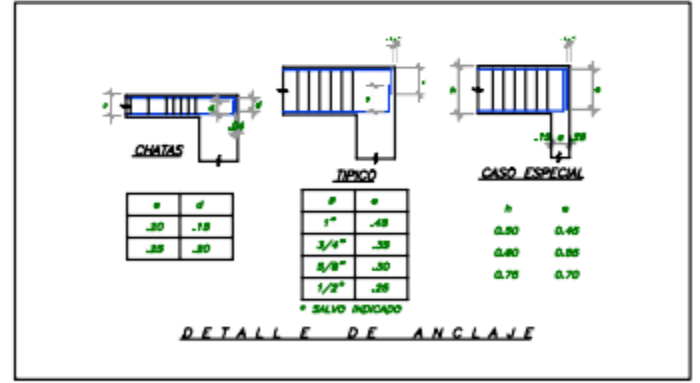
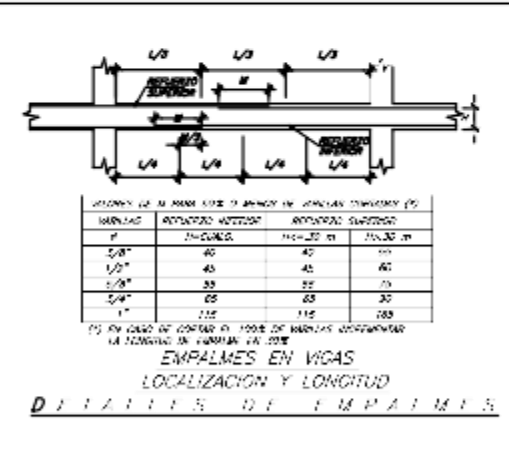
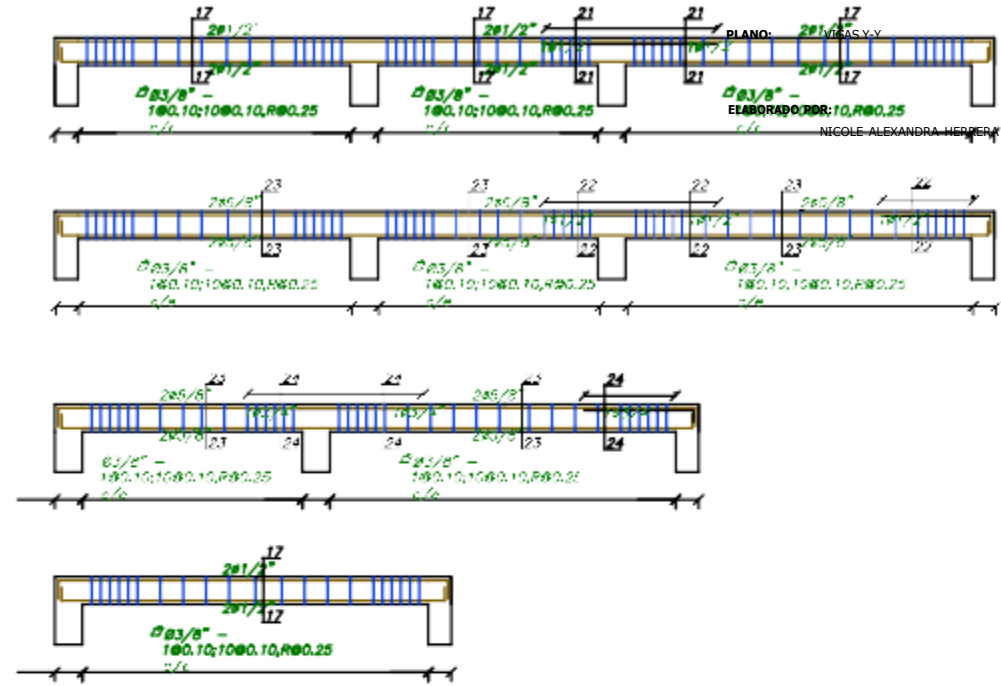
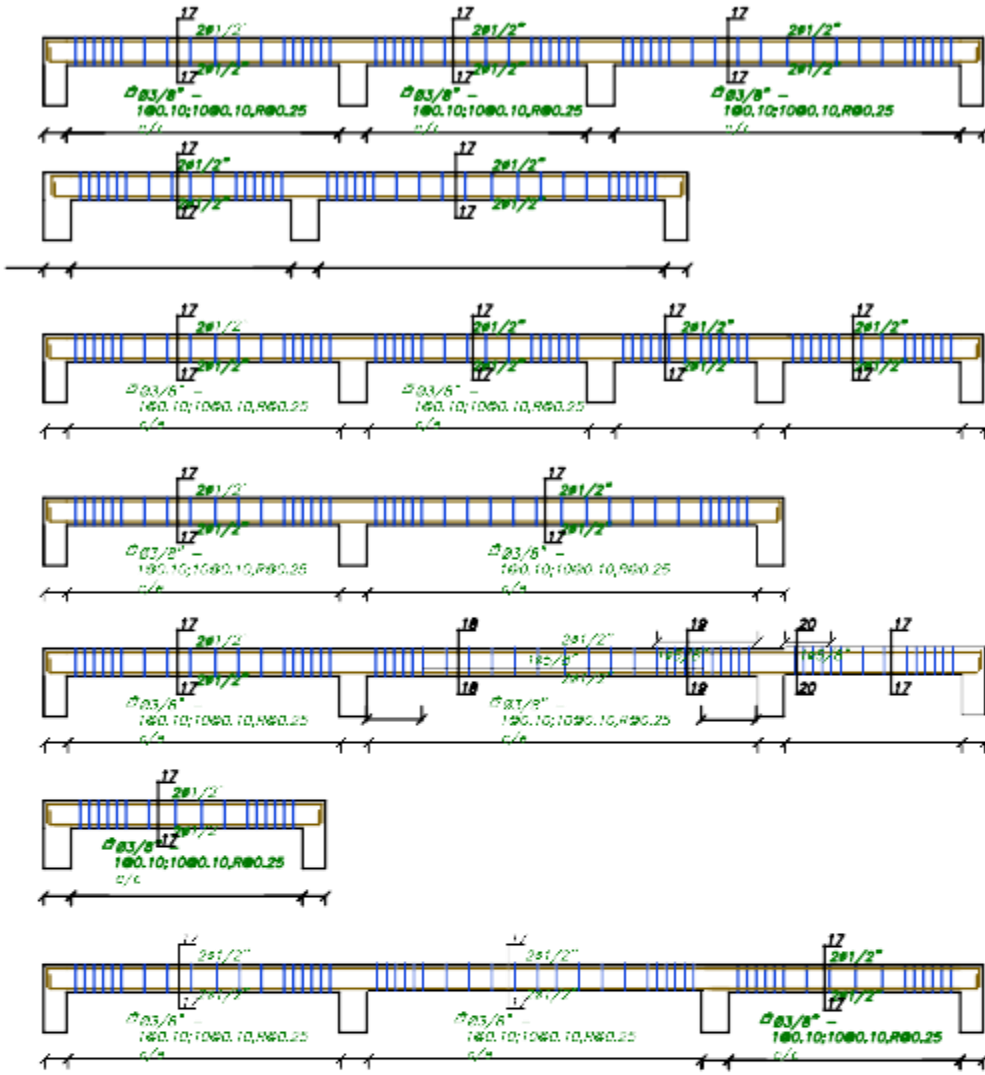
EJE 4

.30 3.77 .25

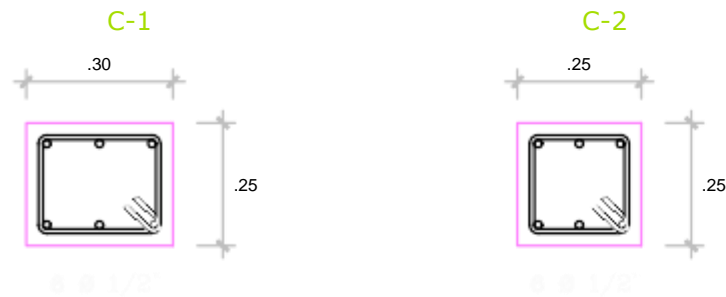
CORTES

.30 .30 .30 .30 .30 .30 .30 .30 .30 .30

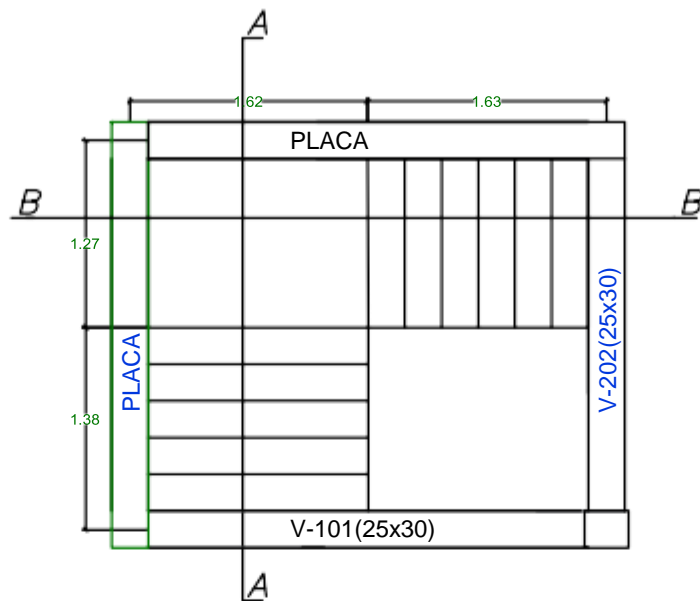
.25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25 .25



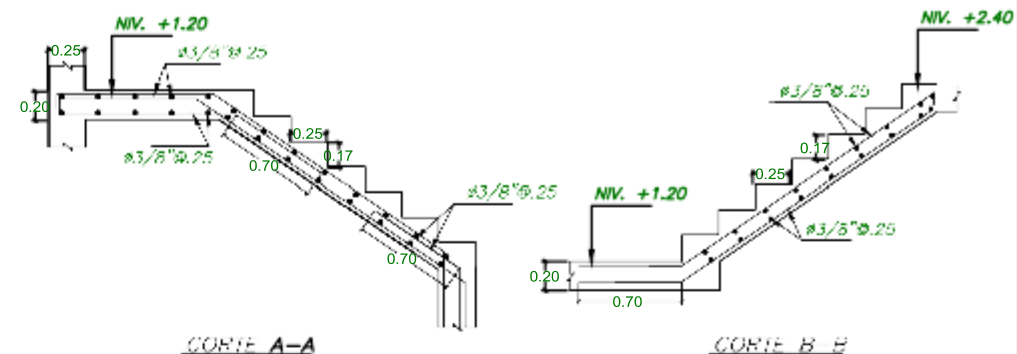
CORTE COLUMNAS



$\square \# 1/2" \text{ @ } 100.00, \text{ @ } 10.00, \text{ @ } 10.00, \text{ @ } 10.00 \text{ @ } 10.00$
 $\square \# 1/2" \text{ @ } 100.00, \text{ @ } 10.00, \text{ @ } 10.00, \text{ @ } 10.00 \text{ @ } 10.00$

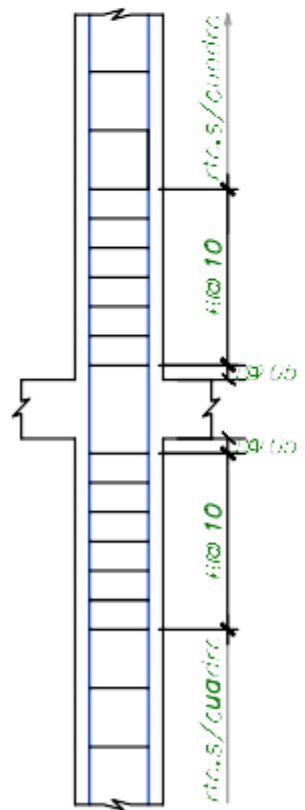


PLANTA DE ESCALERA

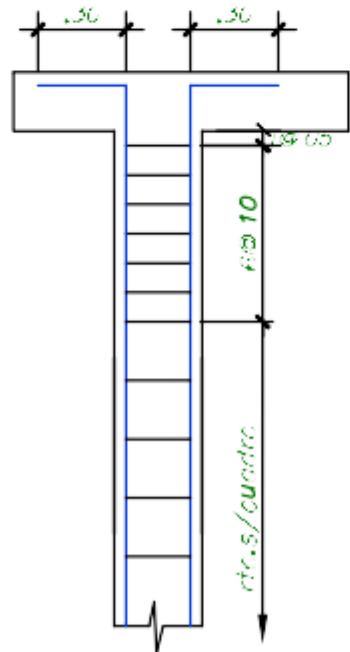


CORTE A-A

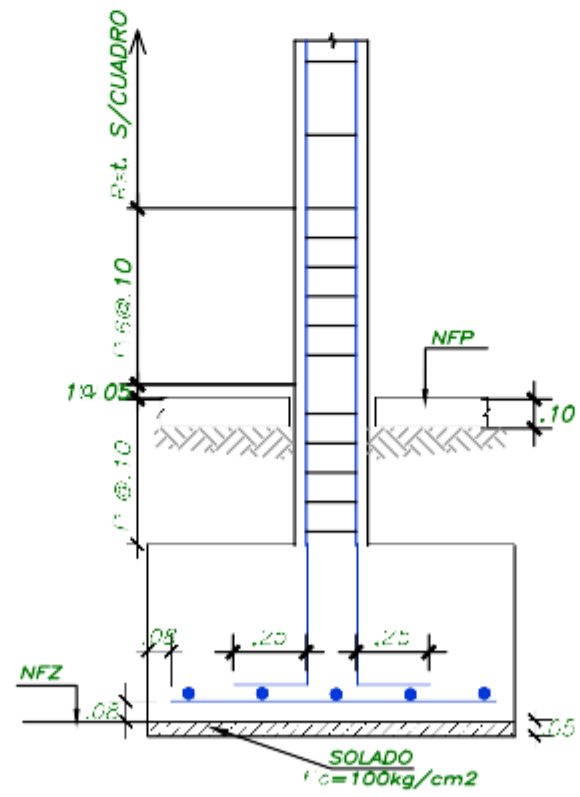
CORTE B-B



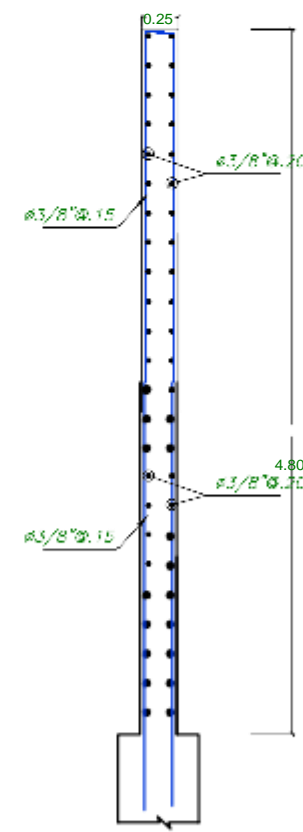
REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS
ESC. 1/25



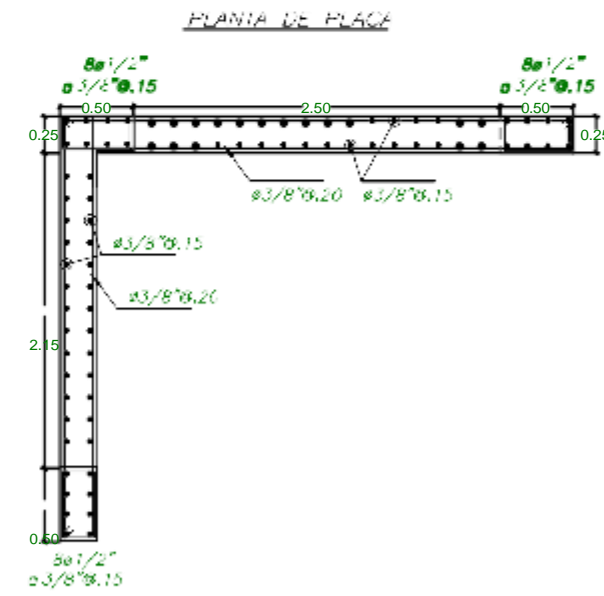
REMAJE DE COLUMNAS
ESC. 1/25



DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNA EN ZAPATA
ESC. 1/25



ELEVACION DE PLACA



PLANTA DE PLACA


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Ambiental
 PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE
 PLANO: ESCALERA, PLACA, COLUMNAS Y DETALLES
 LÁMINA:

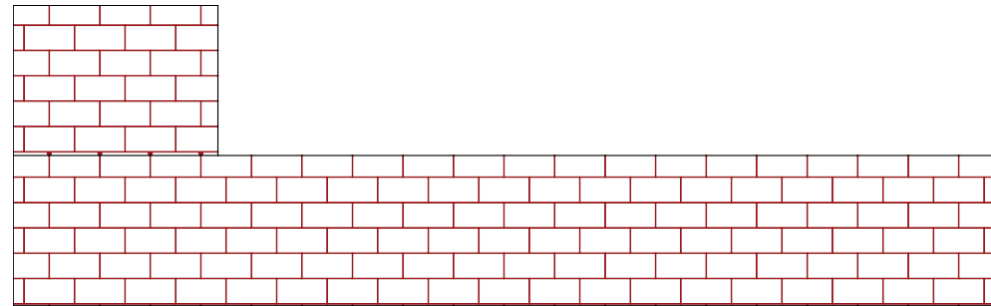
O POR:
NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS

FECHA: 2023
ESCALA: INDICADA

D-01

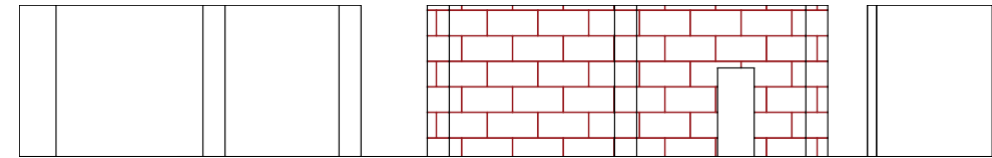
ELEVACIÓN EJE A

ÁREA = 246.738 m²



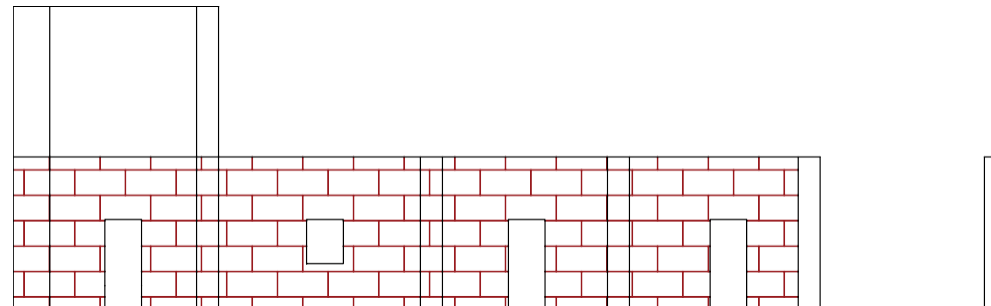
ELEVACIÓN EJE E

ÁREA = 77.20 m²



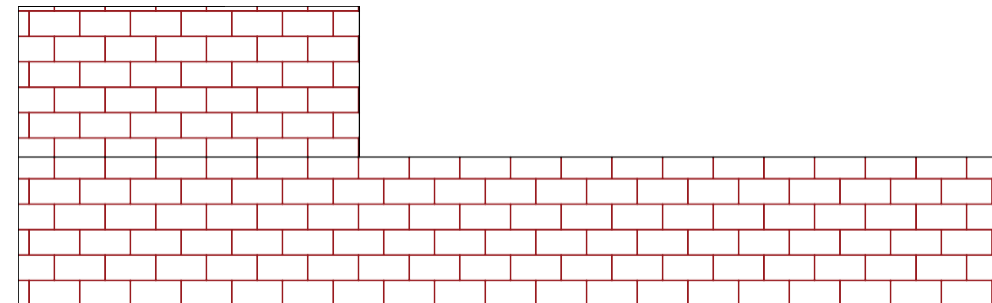
ELEVACIÓN EJE B

ÁREA = 149.66 m²



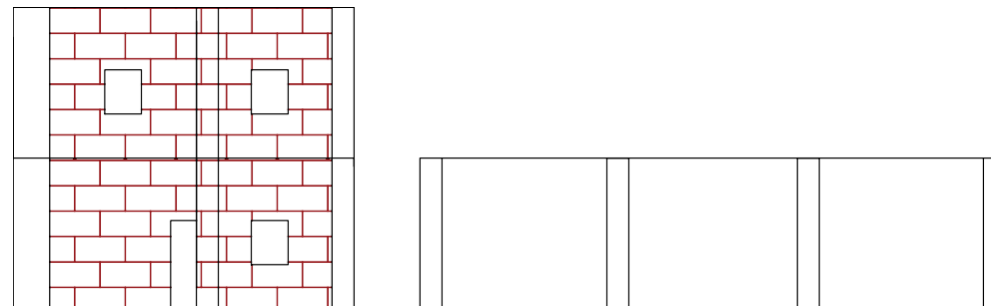
ELEVACIÓN EJE F

ÁREA = 281.998 m²



ELEVACIÓN EJE C

ÁREA = 130.52 m²



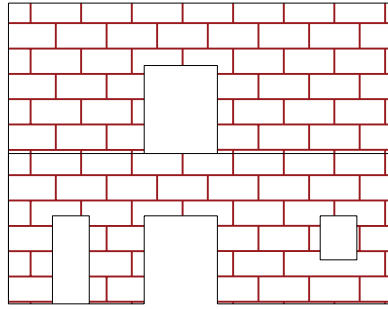
ELEVACIÓN EJE D

ÁREA = 27.88 m²

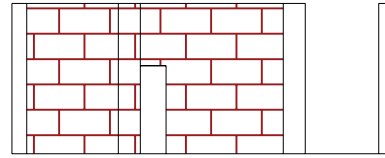


 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Ambiental		LÁMINA:
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE		
PLANO: ELEVACIONES DE MUROS Y-Y		FECHA: 2023
ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS		ESCALA: INDICADA

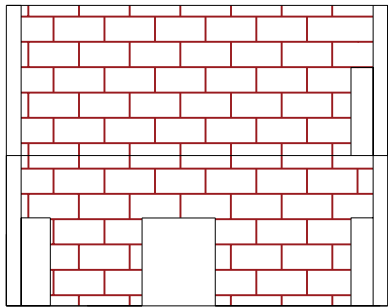
ELEVACIÓN EJE 1 **ÁREA = 72.08 m²**



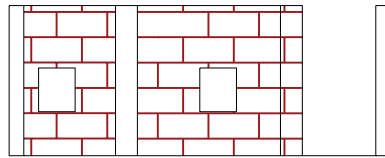
ELEVACIÓN EJE 5 **ÁREA = 56.50 m²**



ELEVACIÓN EJE 2 **ÁREA = 132.91 m²**



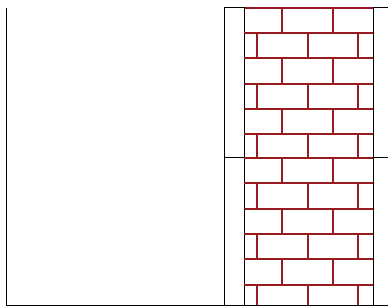
ELEVACIÓN EJE 6 **ÁREA = 52.60 m²**



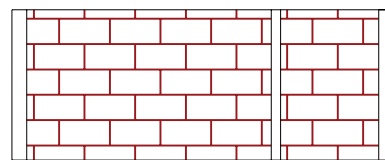
ELEVACIÓN EJE 7 **ÁREA = 15.76 m²**



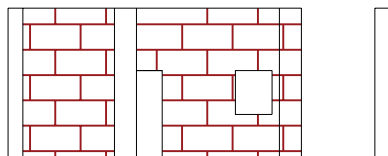
ELEVACIÓN EJE 3 **ÁREA = 65.6 m²**



ELEVACIÓN EJE 8 **ÁREA = 80.975 m²**



ELEVACIÓN EJE 4 **ÁREA = 51.64 m²**



 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Ambiental	PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASONA DE LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE	
	PLANO: ELEVACIONES DE MUROS X-X	LÁMINA:
ELABORADO POR: NICOLE ALEXANDRA HERRERA CAMPOS	FECHA: 2023	E-02
	ESCALA: INDICADA	