

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO-  
CERCADO EN AREQUIPA”**

**Tesis presentada por el Bachiller:**

Torres Paredes, Walther

**Para optar el Título Profesional de:**

Ingeniero Civil

**Asesor:**

Ing. Chávez Vega, Oscar Félix

**Arequipa-Perú  
2022**

# DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA CIVIL**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 11 de Mayo del 2022

**Dictamen: 001080-C-EPIC-2022**

Visto el borrador del expediente 001080, presentado por:

**1999223201 - TORRES PAREDES WALTHER**

Titulado:

**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB  
JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1732 - CHAVEZ VEGA OSCAR FELIX  
DICTAMINADOR**



**1887 - GUILLEN MALAGA MILAGROS SOCORRO  
DICTAMINADOR**



**2766 - ROSAS ESPINOZA JORGE  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIA



**A Dios, a mis padres, esposa y mi hijo, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y por la confianza puesta en mí.**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios, porque todo se mueve bajo su voluntad, a mis padres, por confiar en mi, por los valores y principios que me han inculcado, a toda mi familia por darme ánimo durante este proceso, a mis docentes que me guiaron en el proceso para obtener mi título universitario. A mis amigos de toda la vida que me acompañan desde siempre.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito.



## RESUMEN

La presente tesis consiste en el análisis y diseño estructural de una edificación de cinco pisos en concreto armado. La edificación está destinada a una vivienda multifamiliar, ubicada en la Urb. Juan el Bueno, Cercado de Arequipa. El proyecto tiene un total de nueve departamentos. El primer nivel consta de cinco estacionamientos y un departamento, y del segundo al quinto nivel consta de 2 departamentos por piso. La circulación vertical se realizará mediante escaleras y un ascensor.

El edificio presenta un sistema estructural de muros estructurales en una dirección y dual en la otra. La estructura está conformada por pórticos y placas de concreto armado, que otorgan rigidez ante fuerzas laterales. Los techos de cada piso forman un diafragma rígido. Para los techos se usaron losas aligeradas armadas en una dirección y losas macizas armadas, en pasadizos a la llegada de la escalera.

Para validar la estructuración y el predimensionamiento se realizaron iteraciones del análisis sísmico hasta lograr una estructura con un comportamiento adecuado, donde las derivas máximas fueron inferiores a las permisibles y exigidas por la norma E.030. La estructura presenta irregularidad en planta en ambas direcciones.

Se realizó el modelamiento 3D del edificio con la ayuda del programa ETABS, con la finalidad de realizar el análisis sísmico y verificar que se cumpla con los requerimientos de la norma E-0.30 del RNE, y de esta manera obtener las cargas sobre los elementos.

Finalmente se realizó el diseño de los elementos estructurales de concreto armado: vigas, losas aligeradas, losas macizas, columnas, placas, caja de ascensor, escalera, zapatas; y de elementos no estructurales como la tabiquería, siguiendo los requerimientos de la norma E-0.60 “Concreto Armado” del RNE.

**Palabras clave:** Edificio multifamiliar, Análisis sísmico, diseño estructural, elementos estructurales, losas aligeradas, losa maciza, cimentación.

## ABSTRAC

This thesis consists of the analysis and structural design of a five-story building in reinforced concrete. The building is intended for a multi-family dwelling, located in Urb. Juan el Bueno, Cercado de Arequipa. The project has a total of nine departments. The first level consists of five parking spaces and one apartment, and from the second to the fifth level there are 2 apartments per floor. Vertical circulation will be carried out by stairs and an elevator.

The building presents a structural system of structural walls in one direction and dual in the other. The structure is made up of frames and reinforced concrete plates, which provide rigidity against lateral forces. The ceilings of each floor form a rigid diaphragm. For the ceilings, reinforced lightened slabs were used in one direction and reinforced solid slabs, in past at the arrival of the stairs.

To validate the structuring and pre-sizing, iterations of the seismic analysis were carried out until a structure with adequate behavior was achieved, where the maximum drifts were lower than those permissible and required by the E.030 standard. The structure presents irregularity in plan in both directions.

The 3D modeling of the building was carried out with the help of the ETABS program, in order to carry out the seismic analysis and verify that the requirements of the E-0.30 standard of the RNE are met, and in this way obtain the loads on the elements.

Finally, the design of the reinforced concrete structural elements was carried out: beams, lightened slabs, solid slabs, columns, plates, elevator box, stairs, footings; and non-structural elements such as partition walls, following the requirements of standard E-0.60 “Reinforced Concrete” of the RNE.

**Keywords:** Multi-family building, seismic analysis, structural design, structural elements, lightened slabs, solid slab, foundation.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DICTAMEN APROBATORIO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>1. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>1.1. Diagnostico Situacional.....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>1.2. Descripción del Proyecto .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>1.3. Objetivo del Proyecto .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>2. Fundamento Teórico.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>2.1. Normativa y consideraciones para el análisis y diseño estructural.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>2.1.1 Norma E.030 “Diseño Sismorresistente” .....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>2.2. Análisis estructural .....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>2.2.1.1. Fuerza Cortante en la Base .....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>2.2.1.2. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura .....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>2.5. Criterios de Estructuración y Diseño .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>2.6. Predimensionamiento .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>2.7. Metrado de cargas de gravedad .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.8. Diseño en Concreto Armado .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.8.1. Diseño por flexión .....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>2.8.2. Diseño por Cortante.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>2.8.3. Diseño por Flexo compresión.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>3. Metodología .....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>3.1. Filosofía de Diseño .....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>3.2. Técnica e instrumentos para la recopilación de datos.....</b>	<b>- 20 -</b>

3.3. Diseño del proyecto.....	- 21 -
CAPITULO IV .....	- 22 -
4. Estudio de Mecánica De Suelos .....	- 22 -
4.1. Objetivo Del Estudio.....	- 22 -
4.2 Extracción De Muestras De Campo Y Laboratorio .....	- 22 -
4.3 Ensayos De Laboratorio .....	- 22 -
4.4 Calculo de la Capacidad Portante .....	- 23 -
4.5 Cálculo del Asentamiento.....	- 24 -
4.6. Conclusiones y Recomendaciones.....	- 25 -
CAPÍTULO V .....	- 26 -
5. Estructuración y Predimensionamiento .....	- 26 -
5.1. Estructuración .....	- 26 -
5.2. Predimensionamiento de columnas .....	- 31 -
Como primer paso se calculará las áreas tributarias que cargaran cada elemento. ....	- 31 -
5.3. Predimensionamiento de vigas.....	- 33 -
5.4. Predimensionamiento de losas .....	- 35 -
5.5. Predimensionamiento de escaleras .....	- 37 -
CAPÍTULO VI.....	- 38 -
6. Metrado de Cargas .....	- 38 -
6.1. Metrado .....	- 38 -
6.1.1. Metrado de escaleras .....	- 39 -
6.1.2. Metrado de tabiquería.....	- 39 -
CAPÍTULO VII .....	- 40 -
7. Análisis Sísmico.....	- 40 -
7.1. Modelamiento Computacional para el Análisis .....	- 40 -
7.1.1. Modelo para el análisis.....	- 40 -
7.2. Parámetros sísmicos .....	- 41 -
7.2.1. Periodo de la estructura .....	- 41 -
7.2.2. Factor de zona .....	- 42 -
7.2.3. Parámetros de sitio .....	- 42 -
7.2.4. Factor de importancia .....	- 42 -
7.2.5. Factor de amplificación sísmica.....	- 42 -
7.2.6. Sistema estructural .....	- 43 -
7.3. Irregularidades Estructurales .....	- 44 -
7.3.1. Irregularidades en Altura .....	- 44 -

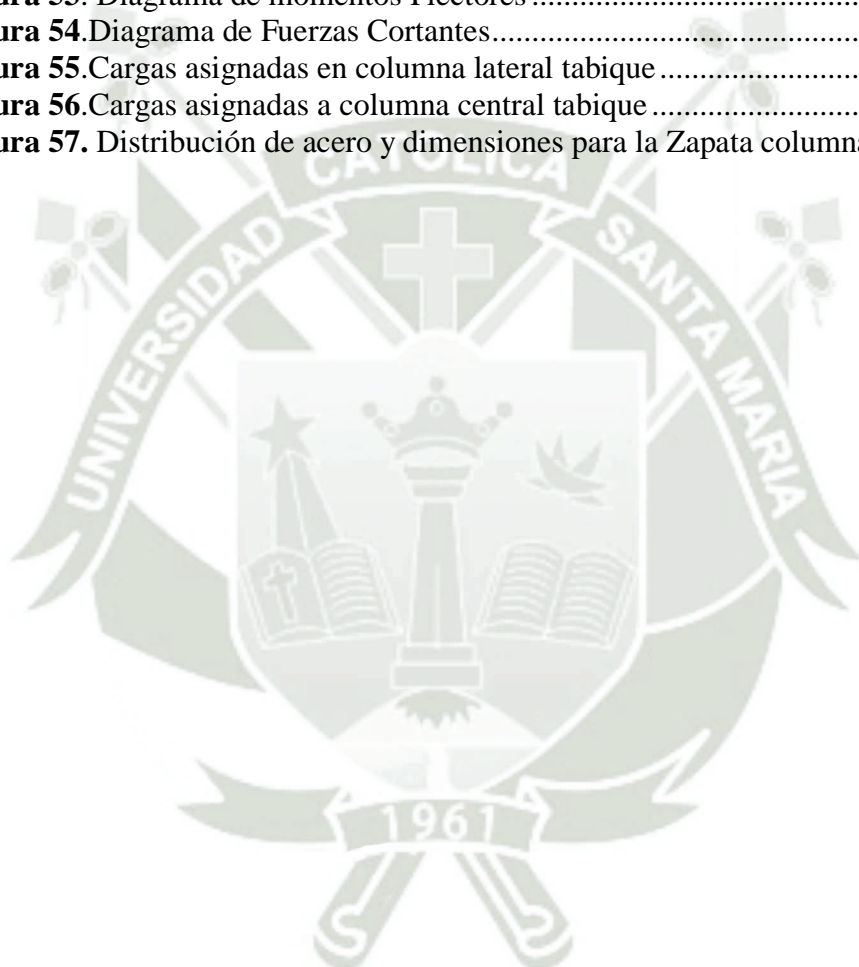
7.3.2.	Irregularidades en Planta .....	47 -
7.4.	Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.....	51 -
7.5.	Análisis estático .....	52 -
7.5.1.	Fuerza cortante en la base.....	52 -
7.5.2.	Distribución de la fuerza sísmica en altura .....	53 -
7.6.	Análisis dinámico .....	53 -
7.6.1.	Aceleración espectral.....	54 -
7.6.2.	Masas participativas y periodos .....	58 -
7.6.3.	Control de desplazamientos .....	60 -
7.7.	Fuerza cortante mínima .....	61 -
7.8.	Junta Sísmica.....	61 -
CAPÍTULO VIII.....		63 -
8.	Diseño Estructural .....	63 -
8.1.	Diseño de vigas.....	63 -
8.1.1.	Diseño por flexión .....	64 -
8.1.2.	Diseño por fuerza cortante.....	67 -
8.1.3.	Control de deflexiones .....	69 -
8.2.	Diseño de losas aligeradas .....	71 -
8.2.1.	Diseño por flexión .....	72 -
8.2.2.	Control de deflexiones .....	74 -
8.2.3.	Verificación por corte .....	74 -
8.2.4.	Acero por temperatura.....	75 -
8.3.	Diseño de losa maciza.....	75 -
8.4.	Diseño de columnas .....	77 -
8.4.1.	Verificación de la esbeltez .....	77 -
8.4.2.	Diseño por flexo compresión.....	79 -
8.4.3.	Diseño del refuerzo transversal .....	83 -
8.5.	Diseño de muros .....	86 -
8.5.1.	Diseño de núcleos por flexo compresión .....	87 -
8.5.2.	Diseño por corte .....	89 -
8.6.	Diseño de caja de ascensor .....	92 -
8.7.	Diseño de Escaleras .....	96 -
8.7.1.	Diseño por Flexión.....	96 -
8.7.1.1.	Cálculo de acero de temperatura .....	97 -
8.8.	Diseño de tabiquería .....	98 -
8.8.1.	Predimensionamiento .....	98 -

.....	- 98 -
8.8.2. Diseño de la viga solera .....	- 100 -
8.8.3. Diseño columna lateral tabiquería .....	- 102 -
8.8.4. Diseño columna central tabiquería .....	- 104 -
8.9. Diseño de cimentación.....	- 106 -
8.9.1. Dimensionamiento .....	- 106 -
8.9.2. Calculamos el peso de la zapata y del suelo encima de esta:.....	- 107 -
8.9.3. Verificación del esfuerzo máximo por cargas de gravedad sin amplificar y sea menor a la capacidad portante. ....	- 107 -
8.9.4. Cálculo del esfuerzo ultimo por cargas de gravedad y sismo amplificadas.....	- 108 -
8.9.5. Verificación por cortante en 1 dirección.....	- 108 -
8.9.6. Verificación por punzonamiento .....	- 110 -
8.9.7. Diseño por flexión .....	- 111 -
8.10. Programación De Obra.....	- 113 -
CONCLUSIONES .....	- 115 -
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	- 118 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del Perú con los factores de zona. ....	- 6 -
<b>Figura 2.</b> <i>Factores de zona.</i> .....	- 6 -
<b>Figura 3.</b> Cuadro de clasificación de los perfiles de suelo.....	- 6 -
<b>Figura 4.</b> <i>Tabla de los Factores de Suelo</i> .....	- 7 -
<b>Figura 5.</b> <i>Tabla de los periodos <math>T_P</math> y <math>T_L</math></i> .....	- 7 -
<b>Figura 6.</b> <i>Espectro de aceleración</i> .....	- 10 -
<b>Figura 7.</b> <i>Cuadro de tipos de Sistema Estructural</i> .....	- 11 -
<b>Figura 8.</b> <i>Diagrama de esfuerzo-deformación y bloque de compresión de concreto</i> -	15 -
<b>Figura 9.</b> <i>Diagrama de interacción de una columna de concreto</i> .....	- 19 -
<b>Figura 10.</b> Planta arquitectura simplificada del primer nivel. ....	- 26 -
<b>Figura 11.</b> Planta arquitectura simplificada del segundo al quinto nivel.....	- 27 -
<b>Figura 12.</b> Planta arquitectura simplificada de la azotea. ....	- 28 -
<b>Figura 13.</b> Ejes estructurales de la edificación .....	- 29 -
<b>Figura 14.</b> Estructuración utilizada.....	- 30 -
<b>Figura 15.</b> Área tributaria de columnas .....	- 31 -
<b>Figura 16.</b> Vigas principales (celeste) y secundarias (magenta).....	- 34 -
<b>Figura 17.</b> Sentido de los aligerados y losas macizas.....	- 36 -
<b>Figura 18.</b> Planta escalera .....	- 37 -
<b>Figura 19.</b> Planta escalera un tramo.....	- 39 -
<b>Figura 20.</b> Metro lineal de tabiquería .....	- 39 -
<b>Figura 21.</b> Modelo de análisis en el programa computacional ETABS.....	- 40 -
<b>Figura 22.</b> Modelo de análisis, vista en planta.....	- 41 -
<b>Figura 23.</b> Dimensiones de esquinas entrantes en X .....	- 49 -
<b>Figura 24.</b> Dimensiones de esquinas entrantes en Y .....	- 49 -
<b>Figura 25.</b> Área bruta diafragmas .....	- 50 -
<b>Figura 26.</b> Espectro de respuesta X-X .....	- 55 -
<b>Figura 27.</b> Espectro de respuesta Y-Y .....	- 57 -
<b>Figura 28.</b> Primer modo de vibración .....	- 58 -
<b>Figura 29.</b> Segundo modo de vibración.....	- 59 -
<b>Figura 30.</b> Tercer modo de vibración. ....	- 59 -
<b>Figura 31.</b> Secciones de la viga del Eje 2 en el tercer nivel. ....	- 64 -
<b>Figura 32.</b> Envoltente de momentos de las vigas en el Eje 2.....	- 65 -
<b>Figura 33.</b> Envoltente de fuerzas cortantes del eje 2 .....	- 67 -
<b>Figura 34.</b> DMF en condiciones de servicio del eje 2 .....	- 70 -
<b>Figura 35.</b> Aligerado 20cm sección típica .....	- 71 -
<b>Figura 36.</b> Diagrama de momentos flectores ( $T_n.m$ ) y fuerzas cortantes ( $T_n$ ).....	- 73 -
<b>Figura 37.</b> Longitud de los refuerzos en losas aligeradas. ....	- 74 -
<b>Figura 38.</b> DMF y DFC para la losa maciza cercana a la escalera .....	- 76 -
<b>Figura 39.</b> Diagrama de Interacción nominal y de diseño para la columna C4, eje 2.-	82 -
-	-
<b>Figura 40.</b> Diagrama de interacción nominal y de diseño para la columna C4.....	- 83 -
<b>Figura 41.</b> Envoltente de Cortante correspondiente a la columna C4.....	- 84 -
<b>Figura 42.</b> Tipos de refuerzo en placas.....	- 87 -
<b>Figura 43.</b> Distribución de acero en la placa P1 .....	- 90 -

<b>Figura 44.</b> Diagrama de interacción placa P1 .....	- 92 -
<b>Figura 45.</b> Distribución de acero en la caja de ascensor.....	- 93 -
<b>Figura 46.</b> Diagrama de interacción placa P4 en la dirección X-X .....	- 95 -
<b>Figura 47.</b> Diagrama de interacción placa P4 en la dirección X-X .....	- 95 -
<b>Figura 48.</b> Diagrama de momentos flectores del tramo de escalera .....	- 96 -
<b>Figura 49.</b> Detalle acero en escalera.....	- 98 -
<b>Figura 50.</b> Detalle de tabiquería.....	- 98 -
<b>Figura 51.</b> Áreas tributarias en paños de tabiquería.....	- 100 -
<b>Figura 52.</b> cargas asignadas a viga solera (kg/m) .....	- 101 -
<b>Figura 53.</b> Diagrama de momentos Flectores .....	- 101 -
<b>Figura 54.</b> Diagrama de Fuerzas Cortantes.....	- 101 -
<b>Figura 55.</b> Cargas asignadas en columna lateral tabique.....	- 103 -
<b>Figura 56.</b> Cargas asignadas a columna central tabique .....	- 105 -
<b>Figura 57.</b> Distribución de acero y dimensiones para la Zapata columna C4 .....	- 112 -



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Factores de reducción para cada tipo de Resistencia.....	- 14 -
<b>Tabla 2.</b> Tabla de resultados del estudio de mecánica de suelos.....	- 23 -
<b>Tabla 3.</b> Predimensionamiento de columnas más cargadas.....	- 32 -
<b>Tabla 4.</b> Predimensionamiento de columnas exteriores o esquineras.....	- 33 -
<b>Tabla 5.</b> Predimensionamiento de vigas principales.....	- 35 -
<b>Tabla 6.</b> Predimensionamiento de vigas secundarias.....	- 35 -
<b>Tabla 7.</b> Pesos unitarios.....	- 38 -
<b>Tabla 8.</b> Cargas vivas para viviendas.....	- 38 -
<b>Tabla 9.</b> Sistema estructural X-X.....	- 43 -
<b>Tabla 10.</b> Sistema estructural Y-Y.....	- 43 -
<b>Tabla 11.</b> Rigidez lateral en X.....	- 44 -
<b>Tabla 12.</b> Rigidez lateral en Y.....	- 44 -
<b>Tabla 13.</b> Verificación de piso débil en X.....	- 45 -
<b>Tabla 14.</b> Verificación de piso débil en Y.....	- 45 -
<b>Tabla 15.</b> Verificación de irregularidad de masa o peso.....	- 46 -
<b>Tabla 16.</b> Irregularidad de geometría vertical X-X.....	- 46 -
<b>Tabla 17.</b> Irregularidad de geometría vertical Y-Y.....	- 47 -
<b>Tabla 18.</b> Verificación de irregularidad torsional en X.....	- 48 -
<b>Tabla 19.</b> Verificación de irregularidad torsional en Y.....	- 48 -
<b>Tabla 20.</b> Criterio 1 de discontinuidad de diafragma.....	- 50 -
<b>Tabla 21.</b> Criterio 2 de discontinuidad de diafragma.....	- 51 -
<b>Tabla 22.</b> Cálculo de fuerzas inerciales y cortantes por piso para la dirección X-X.....	- 53 -
<b>Tabla 23.</b> Cálculo de fuerzas inerciales y cortantes por piso para la dirección Y-Y.....	- 53 -
<b>Tabla 24.</b> Aceleración espectral en función del periodo X-X.....	- 54 -
<b>Tabla 25.</b> Aceleración espectral en función del periodo Y-Y.....	- 56 -
<b>Tabla 26.</b> Tabla de masas participativas y periodos de vibración.....	- 58 -
<b>Tabla 27.</b> Distorsión de entrepiso X-X.....	- 60 -
<b>Tabla 28.</b> Distorsión de entrepiso Y-Y.....	- 60 -
<b>Tabla 29.</b> Momentos máximos en secciones críticas de la viga del eje 2.....	- 64 -
<b>Tabla 30.</b> Área de acero requerido y acero colocado en la viga del eje 2 en el tercer piso.....	- 66 -
<b>Tabla 31.</b> Parámetro Z.....	- 71 -
<b>Tabla 32.</b> Acero en vigueta.....	- 73 -
<b>Tabla 33.</b> Análisis de esbeltez dirección X-X.....	- 78 -
<b>Tabla 34.</b> Análisis de esbeltez dirección Y-Y.....	- 78 -
<b>Tabla 35.</b> Puntos de verificación primera combinación.....	- 80 -
<b>Tabla 36.</b> Puntos de verificación segunda combinación.....	- 80 -
<b>Tabla 37.</b> Puntos del diagrama de interacción nominal sin $\phi$ para la columna C4, según eje local 2.....	- 81 -
<b>Tabla 38.</b> Puntos del diagrama de interacción de diseño con $\phi$ para la columna C4.....	- 81 -
<b>Tabla 39.</b> Puntos de verificación primera combinación.....	- 82 -
<b>Tabla 40.</b> Puntos de verificación según la combinación.....	- 82 -
<b>Tabla 41.</b> Combinaciones de carga para la placa P1.....	- 91 -
<b>Tabla 42.</b> Puntos del diagrama de interacción de diseño para la placa P1.....	- 91 -

<b>Tabla 43.</b> Cargas de servicio en caja de ascensor .....	- 92 -
<b>Tabla 44.</b> Cargas últimas en Caja de ascensor para todas las combinaciones en la dirección X-X .....	- 92 -
<b>Tabla 45.</b> Cargas últimas en Caja de ascensor para todas las combinaciones en la dirección Y-Y .....	- 93 -
<b>Tabla 46.</b> Puntos del diagrama de interacción nominal para la placa P4.....	- 94 -
<b>Tabla 47.</b> Puntos del diagrama de interacción de diseño para la placa P4.....	- 94 -
<b>Tabla 48.</b> cálculo de acero de la escalera para los momentos positivos. ....	- 97 -
<b>Tabla 49.</b> Cálculo de acero de la escalera para los mometos negativos.....	- 97 -
<b>Tabla 50.</b> Cargas de servicio de la placa C4 .....	- 106 -
<b>Tabla 51.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje A del 1 al 3 nivel, tramo 1-5 .....	- 120 -
<b>Tabla 52.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje A del 4 al 5 nivel, tramo 1-5 .....	- 121 -
<b>Tabla 53.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 1 al 3 nivel, tramo 1-4 .....	- 122 -
<b>Tabla 54.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 4 al 5 nivel, tramo 1-4 .....	- 123 -
<b>Tabla 55.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 1 al 3 nivel, tramo 4-7 .....	- 124 -
<b>Tabla 56.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 4 al 5 nivel, tramo 4-7 .....	- 125 -
<b>Tabla 57.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 1 al 3 nivel, tramo 1-4 .....	- 126 -
<b>Tabla 58.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 4 al 5 nivel, tramo 1-4 .....	- 127 -
<b>Tabla 59.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 1 al 3 nivel, tramo 4-7 .....	- 127 -
<b>Tabla 60.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 4 al 5 nivel, tramo 4-7 .....	- 128 -
<b>Tabla 61.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje D del 1 al 3 nivel, tramo 1-5 .....	- 129 -
<b>Tabla 62.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje D del 4 al 5 nivel, tramo 1-5 .....	- 130 -
<b>Tabla 63.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 1 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 131 -
<b>Tabla 64.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 1 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 132 -
<b>Tabla 65.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 2 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 133 -
<b>Tabla 66.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 2 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 134 -
<b>Tabla 67.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3' del 1 al 3 nivel, tramo A-D .....	- 135 -
<b>Tabla 68.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3' del 4 al 5 nivel, tramo A-D .....	- 136 -
<b>Tabla 69.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3 del 1 al 3 nivel, tramo A-B.....	- 137 -

<b>Tabla 70.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3 del 4 al 5 nivel, tramo A-B.....	- 138 -
<b>Tabla 71.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 4 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 139 -
<b>Tabla 72.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 4 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 140 -
<b>Tabla 73.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 5 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 141 -
<b>Tabla 74.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 5 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 142 -
<b>Tabla 75.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 6 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 143 -
<b>Tabla 76.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 6 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 144 -
<b>Tabla 77.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 7 del 1 al 3 nivel, tramo A-D.....	- 145 -
<b>Tabla 78.</b> Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 7 del 4 al 5 nivel, tramo A-D.....	- 146 -
<b>Tabla 79.</b> Resultados de diseño de las columnas Tipo C1.....	- 147 -
<b>Tabla 80.</b> Resultados de diseño de las columnas Tipo C2.....	- 147 -



## INTRODUCCION

La presente tesis tiene como objetivo fundamental el realizar el análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 niveles en concreto armado. El proyecto obedece a la necesidad básica de poner en práctica lo aprendido en la rama de estructuras a lo largo del pregrado.

Esta tesis consta de los siguientes capítulos:

El CAPITULO I: contiene las generalidades del proyecto, tales como descripción arquitectónica, objetivos.

En el CAPITULO II: contiene el marco teórico referente a los conceptos y definiciones a tratar en el presente proyecto de tesis.

En el CAPITULO III en este capítulo se describe de manera general la metodología que se siguió y utilizó para la realización del presente proyecto de tesis.

En el CAPITULO IV: es este capítulo se realizó el estudio de mecánica de suelos del terreno donde se encuentra ubicada la edificación y donde se determinó parámetros, como la capacidad portante del suelo, necesario para el diseño de cimentaciones.

En el CAPITULO V: se realizó la estructuración y el predimensionamiento de elementos estructurales como vigas, losas, muros de corte, escaleras.

En el CAPITULO VI: en este capítulo se encuentran las cargas a ser aplicadas en este proyecto, así como el metrado de ciertos elementos no estructurales para adicionarlos en el análisis.

El CAPITULO VII: contiene el análisis sísmico de acuerdo a la norma de diseño sismorresistente, se determinaron los parámetros sísmicos, el peso de la edificación, las irregularidades estructurales. Así como el análisis estático y dinámico y la verificación del sistema estructural asignado y del cortante mínimo.

En el CAPITULO VIII: se diseñaron los diferentes elementos estructurales de la edificación, se realizó la verificación por flexión y corte.

## CAPITULO I

### 1. Planteamiento del Problema

#### 1.1. Diagnostico Situacional

El aumento poblacional existente en la ciudad de Arequipa, expandiéndose los terrenos hacia las áreas verdes, haciendo que estas desaparezcan creando un ambiente de desorden y des urbanización en las partes más alejadas de la ciudad y un problema en cuanto a planificación urbana.

Además, la mayoría de personas que adquiere un departamento siempre están con las preguntas ¿Que materiales habrán usado, será resistente a los sismos, habré pagado lo justo, o por ser barato no es de buena calidad? Por esa razón es que se quiere garantizar una estructura de calidad, a un precio asequible. Por eso las características con las que debe contar una estructura adecuada, son las propiedades de impermeabilidad, durabilidad ante la intemperie y el aislamiento térmico y acústico adecuado. Basándonos en estos lineamientos, la necesidad de adquirir viviendas y los escasos terrenos en el Cercado de la ciudad, se decidió hacer un diseño de una torre de departamentos para satisfacer dos tipos de demanda, contando con la estructura adecuada sin inflar los precios a la venta de los departamentos y satisfacer la demanda de vivienda que presenta Arequipa.

Con el incremento de población en Arequipa, cada vez se está haciendo un lujo obtener una casa propia los terrenos son más escasos en la zona céntrica de la ciudad, es la razón por la cual se hacen cada vez más constantes la construcción de edificios multifamiliares para albergar a varias familias generando así el crecimiento vertical de la ciudad y al mismo tiempo tratando de no desplazar áreas verdes existentes que son tan importantes en nuestra ciudad, este tipo de construcciones permite emplear menos superficie de suelo para una misma densidad de ocupación.

## 1.2. Descripción del Proyecto

El presente proyecto de titulación Análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos, en la Urb. Juan el Bueno en el Cercado de Arequipa, abarca el estudio y diseño estructural.

Se basará en un edificio multifamiliar, que consta de 5 departamentos multifamiliares de dos habitaciones, sala, comedor y cocina, y 4 departamentos unipersonales con sala cocina y baño propio.

La capacidad portante debe estar entre 1.5 y 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. Siendo una buena capacidad portante, es por ello que se plantea este edificio en la zona.

La estructura del edificio se realizará con construcción aporticada y los muros en albañilería, con una resistencia antisísmica.

### Ubicación

Ciudad	: Arequipa
Distrito	: Cercado Urb. Juan El Bueno
Provincia	: Arequipa
Región	: Arequipa

### El Proyecto Comprende

1. Primera Planta: Consta de una cochera, departamento 101, 02 habitaciones, 01 estudio, cocina-comedor, 01 sala comedor y 01 hall, 01 baño y 02 patios
2. Segunda Planta: Departamento 201, 02 habitaciones, 01 estudio, cocina-comedor, 01 sala comedor y 01 hall, Departamento unipersonal 202, 01 habitación, 01 cocina comedor, 01 baño.
3. Tercer Planta: Departamento 301, 02 habitaciones, 01 estudio, cocina-comedor, 01 sala comedor y 01 hall, Departamento unipersonal 302, 01 habitación, 01 cocina comedor, 01 baño.
4. Cuarta Planta: Departamento 401, 02 habitaciones, 01 estudio, cocina comedora, 01 sala comedor y 01 hall, Departamento unipersonal 402, 01 habitación, 01 cocina comedor, 01 baño.

5. Quinta Planta: Departamento 501, 02 habitaciones, 01 estudio, cocina comedora, 01 sala comedor y 01 hall, Departamento unipersonal 502, 01 habitación, 01 cocina comedor, 01 baño.
6. Todo el edificio cuenta con un Ascensor

### **1.3. Objetivo del Proyecto**

#### **1.3.1 Objetivo Principal**

1. Elaborar el análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos en la Urb. Juan el Bueno - Cercado de Arequipa, analizando la mejor alternativa de diseño, que logre satisfacer las necesidades requeridas, cumpliendo con las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Realizar el estudio de suelos.
2. Realizar el análisis sismo resistente.
3. Realizar el diseño en Concreto Armado.

## CAPITULO II

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1. Normativa y consideraciones para el análisis y diseño estructural

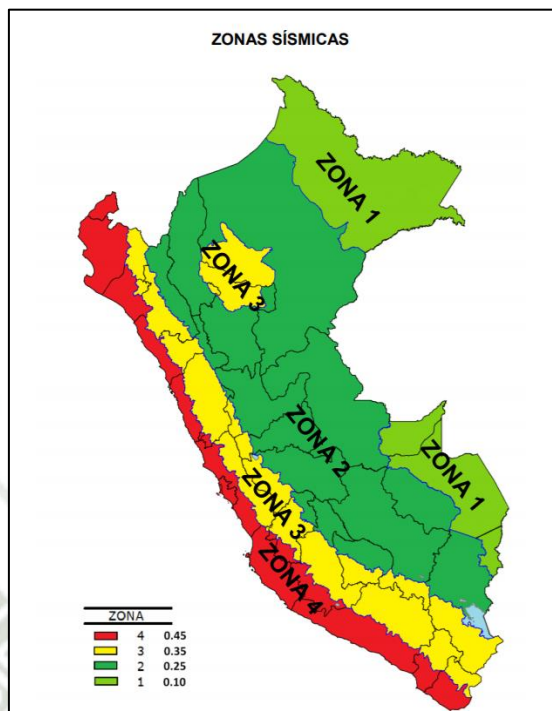
Se usaron las siguientes normas del reglamento Nacional de Edificaciones:

- Norma E-020 Cargas
- Norma E-0.30 Diseño Sismorresistente
- Norma E-0.60 Concreto Armado
- Norma E-0.70 Albañilería
- Norma E-0.50 Suelos y Cimentaciones

##### 2.1.1 Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”

Esta norma publicada en el 2016 y actualizada en 2018, menciona e indica en el capítulo III la categoría y sistema estructural resistente a fuerzas laterales, que las edificaciones de la categoría C, vivienda multifamiliar ubicada en la zona sísmica 3, permite cualquier tipo de sistema estructural, siendo para este proyecto de tesis que se escogió los siguientes sistemas estructurales: dual y de muros estructurales en la otra dirección.

Las disposiciones del capítulo II de la norma se refieren a la zonificación por peligro sísmico, clasificación de los perfiles de suelo, parámetros de sitio tales como el factor de suelo, periodos límite de zona de periodos corto y largo ( $T_p$  y  $T_l$ ) y el factor de amplificación sísmica ( $C_t$ ) que definen el espectro de aceleración de aceleraciones de diseño.



**Figura 1.** Mapa del Perú con los factores de zona.

Fuente: Norma Técnica E 030 “Diseño Sismorresistente, (2020)”

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Figura 2.** Factores de zona.

Fuente: Norma Técnica E 030 “Diseño Sismorresistente, (2020)”

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

**Figura 3.** Cuadro de clasificación de los perfiles de suelo.

Fuente: Norma Técnica E 030 “Diseño Sismorresistente, (2020)”

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Figura 4.** Tabla de los Factores de Suelo

Fuente: Norma Técnica E 030 "Diseño Sismorresistente, (2020)"

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**Figura 5.** Tabla de los periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>

Fuente: Norma Técnica E 030 "Diseño Sismorresistente, (2020)"

Las edificaciones que definen el factor de amplificación sísmica (C), que depende del periodo T son:

$$\begin{aligned}
 \text{Si } T < T_p & \quad C = 2,5 \\
 \text{Si } T_p < T < T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\
 \text{Si } T > T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

## 2.2. Análisis estructural

El análisis estructural se encarga del estudio de las estructuras a través de un modelamiento y método de análisis (análisis estático y análisis dinámico), para la determinación de sus esfuerzos, acciones internas, desplazamientos y deformaciones en los elementos de una estructura, para que posteriormente en base a ciertas condiciones y requisitos que deben cumplir previamente en esta etapa, regida por las normas, pasar a una etapa de Diseño de los diferentes elementos estructurales que conforman la edificación.

### 2.2.1. análisis sísmico estático

El “método de análisis estático o de la fuerza lateral equivalente”, es un método que representa a la fuerza sísmica por una fuerza estática lateral equivalente. Recientemente ha habido una tendencia a utilizar el concepto del cortante sísmico en la base. Por tanto, la estructura debe diseñarse para resistir una fuerza sísmica lateral aplicada sobre la base de la estructura igual a la constante C multiplicada por el peso total de la estructura y que se transmite a cada piso de ella. Esta constante depende de ciertos parámetros definidos en la Norma E.030 “Diseño Sismo resistente”. La fuerza sísmica lateral toma el nombre de Cortante Basal.

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

Este método también representa a las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

La norma E.030 indica también, sobre las limitaciones en cuanto a su aplicación; siendo aplicable a las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede aplicarse este método en estructuras clasificadas como regulares de no más de 30m de altura, y para estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada que no superen los 15m de altura aun cuando sean irregulares (*Reglamento Nacional de Edificaciones*, 2020).

#### 2.2.1.1. Fuerza Cortante en la Base

Está determinada por la siguiente ecuación:

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

Donde C/R no debe ser menor a 0.125

#### 2.2.1.2. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Se determina mediante la siguiente ecuación

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$F_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k} \cdot V$$

- $n$ : Número de pisos de la construcción
- $k$ : Exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ )

Donde:  $k = 1,0$  cuando  $T$  es menor o igual a 0,5 segundos y  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$  cuando  $T$  es mayor que 0,5 segundos:

### 2.2.2. Análisis sísmico dinámico

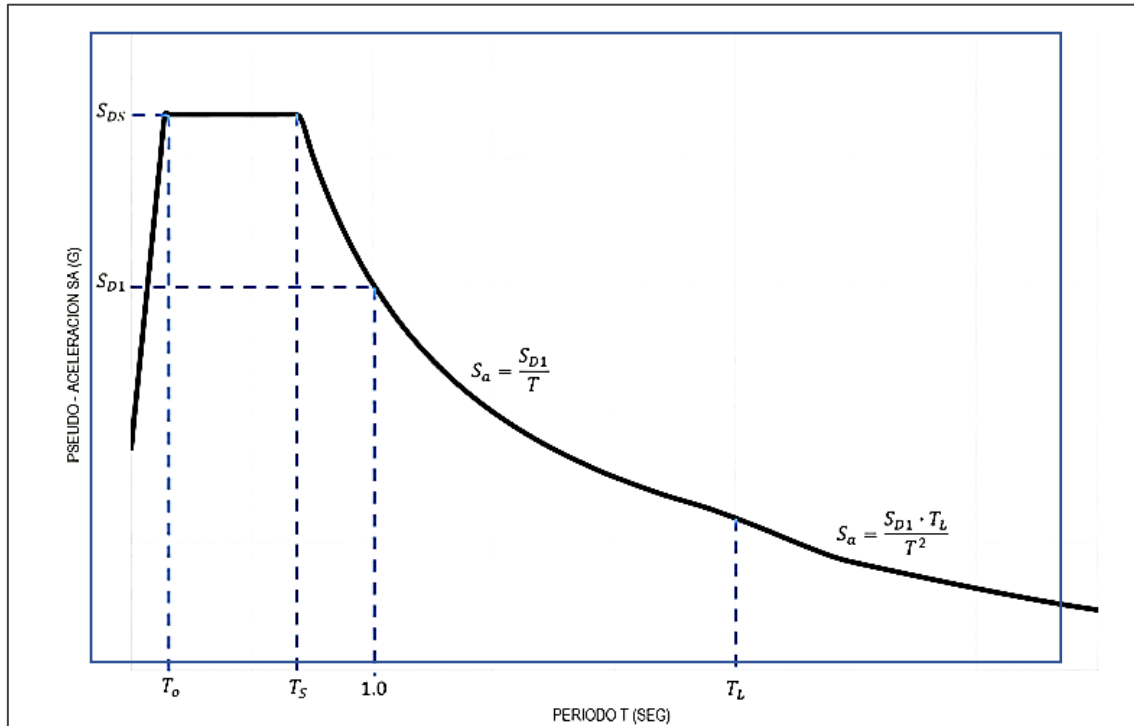
Puesto que la fuerza lateral que actúa durante un sismo no se puede evaluar en forma precisa por el método estático, se adopta el análisis dinámico cuando se requiere una evaluación más acertada de la fuerza sísmica y el comportamiento estructural. El análisis dinámico permite determinar la respuesta de una estructura estáticamente diseñada bajo una fuerza dinámica y valorar la seguridad de la respuesta de la estructura. El análisis dinámico de sistemas estructurales tridimensionales constituye una extensión directa del análisis estático. Las matrices de rigidez elástica son las mismas para el análisis estático y el análisis dinámico (Wakabayashi Minoru, 1988).

La norma E.030 indica, que cualquier estructura puede ser analizada con el “Análisis Dinámico”.

#### 2.2.2.1. Espectro de aceleración

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

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



**Figura 6.** *Espectro de aceleración*

#### 2.2.2.2. Fuerza cortante mínima

La norma indica que la fuerza cortante mínima obtenida por un análisis dinámico no debe ser inferior al 80% de la cortante sísmica obtenida en el análisis estático para una estructura regular, ni menor al 90% para estructuras irregulares.

### 2.3. Tipos de perfiles de suelo

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) en la Noma E.030 diferencia cinco tipos de perfiles de suelo, según ciertas propiedades del suelo, como la velocidad de propagación de ondas de corte. Se clasifican en:

- a. Perfil tipo **S0**: Rocas duras.
- b. Perfil tipo **S1**: Roca o Suelos muy rígidos.
- c. Perfil tipo **S2**: Suelos intermedios.
- d. Perfil tipo **S3**: Suelos blandos.
- e. Perfil tipo **S4**: suelos excepcionalmente flexibles.

El suelo del proyecto presenta características del suelo conformado por arena gruesa a media que corresponde a un suelo intermedio con el perfil Tipo **S2** correspondiente a la Norma E.030.

#### 2.4. Sistema Estructural

Se establecen requisitos de rigidez y resistencia lateral de las edificaciones para garantizar que tenga un comportamiento estructural casi elástico en sismos pequeños y que no supere la ductilidad brindada a la estructura ante sismos severos. Esto quiere decir que la fuerza lateral máxima que resiste un edificio solo es una fracción de la fuerza máxima que recibiría ante un sismo severo. Esta fracción está determinada por el coeficiente de reducción “ $R_o$ ”, el cual depende del sistema estructural del edificio (Pacheco Viza, 2019).

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES EN C°A°</b>	
<i>Pórticos</i>	8
<i>Dual</i>	7
<i>De Muros Estructurales</i>	6
<i>Muros de Ductilidad Limitada</i>	4

**Figura 7.** Cuadro de tipos de Sistema Estructural

Este proyecto de tesis de diseño de un edificio de una vivienda multifamiliar consta de placas y columnas. Se logró determinar, que esta edificación contaba con dos tipos de sistemas estructurales: dual en la dirección X ( $R_o=7$ ) y de muros estructurales en la dirección Y ( $R_o=6$ ).

#### 2.5. Criterios de Estructuración y Diseño

Blanco Blasco (1994) menciona que, mientras una estructura sea más compleja, es aún más difícil predecir su comportamiento. Por esta razón se recomienda que la estructuración de una edificación sea lo más simple y limpia posible, de tal manera que la idealización o modelado para su análisis sísmico se acerque lo más posible a la estructura real.

Debe de tratarse también que los elementos no estructurales (tabiques) distorsionen la distribución de fuerzas consideradas, pues se generan fuerzas en elementos que no fueron diseñadas para esas condiciones.

Los principales criterios de estructuración que se tomaron en cuenta en el presente proyecto de tesis, y que además son necesarios para lograr una estructura sismo-resistente son:

- Simplicidad y Simetría.
- Resistencia y Ductilidad
- Hiperestaticidad y monolitismo
- Uniformidad y Continuidad de la estructura
- Rigidez Lateral
- Existencia de losas que permitan considerar a la estructura como una unidad (diafragma rígido)
- Elementos no estructurales
- Subestructura o cimentación

## 2.6. Predimensionamiento

El predimensionamiento es una característica importante durante el diseño de una edificación, este nos permitirá determinar las dimensiones iniciales de los elementos estructurales, lo que permite que puedan ser analizados y verificados.

Es importante también entender que un predimensionamiento ofrece una idea temprana del buen comportamiento de un elemento estructural, ante las posibilidades de fisuración, pandeo o deflexión excesiva.

Según el reglamento de la norma técnica se hace un estudio de predimensionamiento para los siguientes puntos necesariamente:

- Vigas
- Losas aligeradas.
- Columnas
- Placas

## 2.7. Medrado de cargas de gravedad

Para el presente proyecto de tesis las cargas actuantes y principales son las cargas de gravedad, la cual se clasifica en 2 principales tipos:

- A) **Carga muerta:** se refiere al peso propio de los diferentes elementos estructurales que conforman la edificación, teniendo en cuenta del material que están hechos; también se refiere a los equipos y otros elementos que debe soportar la edificación, considerando que estos son permanentes en cuanto al tiempo.
- B) **Carga viva:** se refiere al peso de todos los materiales, equipos y otros elementos que la edificación soportará eventualmente.

Para el cálculo de la carga muerta se analizan los pesos de los materiales que se utilizaran. El peso de los elementos a utilizar para la construcción se obtiene de la Norma Técnica E.020.

Para el cálculo de la carga viva nos apoyaremos en la Norma E.020, esta nos especifica que los valores dependerán del uso que se dé a la edificación, y para el presente proyecto de tesis que es un edificio de 5 niveles multifamiliar se consideraran cargas vivas de tipo vivienda.

## 2.8. Diseño en Concreto Armado

El diseño en concreto armado se basa en la filosofía del diseño por resistencia, que consiste en que los elementos estructurales lleguen a un estado límite de rotura, agotamiento o falla. Este método requiere que la resistencia de diseño ( $\phi R_n$ ) sea mayor o por lo menos igual a la resistencia demandada o requerida ( $R_u$ ); esto en todos los elementos estructurales (Afuso Muños, 2017, pág. 39).

$$\phi R_n \geq R_u$$

Donde los factores de reducción  $\phi$  para cada tipo de esfuerzo se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.**  
*Factores de reducción para cada tipo de Resistencia*

Solicitaciones	Factor $\phi$
Flexión	0.90
Tracción y tracción- flexión	0.90
Cortante	0.85
Torsión	0.85
Cortante y Torsión	0.85
Compresión y Flexo-compresión	
Elementos con espirales	0.75
Elementos con estribos	0.70

Fuente: elaboración propia

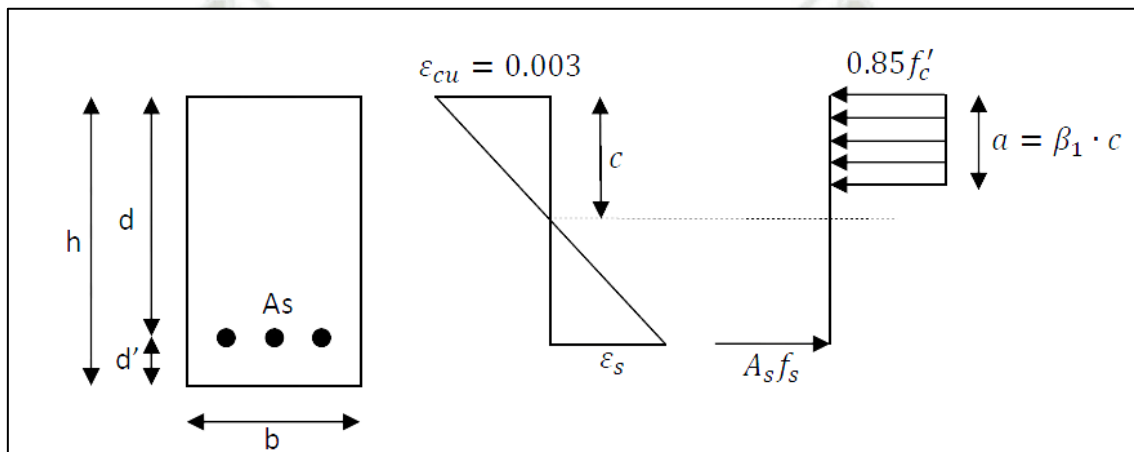
### 2.8.1. Diseño por flexión

Afuso Muños (2017) afirma que, la Norma E.060 establece hipótesis de diseño para elementos sometidos a flexión (pág. 39):

- Las deformaciones del acero y el concreto son directamente proporcionales a la medida desde el eje neutro. Las secciones planas permanecen planas (Hipótesis de Navier) a excepción de las vigas con gran peralte.
- La deformación máxima del concreto, en la fibra al extremo a compresión será de  $\epsilon_{cu} = 0.003$ .
- El diagrama constitutivo del acero de refuerzo se supone elastoplástico. El esfuerzo del acero será  $E_s$  (módulo de elasticidad del acero) veces la deformación unitaria del acero  $\epsilon_s$  hasta que el esfuerzo llegue al  $f$  (resistencia del acero en fluencia).
- Despreciar la resistencia del concreto en compresión. Se permite su uso por aumentar la resistencia del elemento a flexión.
- La relación del esfuerzo del concreto en compresión con la deformación del concreto se puede asumir como rectangular, trapezoidal, parabólica

o cualquier otra forma que prediga la resistencia de los resultados experimentales.

- Se puede reemplazar el diagrama real de la relación del esfuerzo del concreto en compresión con la deformación del concreto con un bloque equivalente de compresiones  $0.85f'_c$  desde el borde de la sección transversal del elemento hasta una distancia  $a = \beta_1 \cdot c$  (para nuestro caso, donde el  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ ,  $\beta_1 = 0.85$ ).



**Figura 8.** Diagrama de esfuerzo-deformación y bloque de compresión de concreto

Fuente: Afuso Muños, (2017)

Haciendo equilibrio de fuerzas en la última parte de la figura se obtiene:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Para las ecuaciones anteriores, se deberá asumir que la deformación unitaria del acero ya sobrepasó su límite en fluencia ( $\epsilon_s = 0.0021$  para un  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$ ) y que el acero colocado es menor al acero balanceado (Afuso Muños, 2017).

Para secciones rectangulares, la cuantía es la relación del área de acero de refuerzo con el producto del ancho de la sección con el peralte efectivo.

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

### Cuantía balanceada, acero máximo y acero mínimo.

Una cuantía balanceada se obtiene en una falla balanceada. Esta falla se da cuando el concreto llega a su deformación de agotamiento  $\epsilon_{cu}$  al mismo tiempo que la deformación de fluencia del acero  $\epsilon_y$ . La Norma E.060 menciona que el acero en tracción no deberá ser mayor que el  $0.75A_{sb}$  (Afuso Muños, 2017).

$$\rho_b = \frac{0.85 * f'c * \beta_1}{f_y} * \frac{\epsilon_{cu} * E_{cu}}{\epsilon_{cu} * E_{cu} + f_y}$$

$$A_{smax} = 0.75 * \rho_b * b * d$$

La Norma E.060 menciona que la resistencia de diseño de cualquier sección de la estructura deberá ser, por lo menos, 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta  $M_{cr}$  (Afuso Muños, 2017).

$$\phi Mn \geq 1.2 M_{cr}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t}$$

$$f_r = 2\sqrt{f'c}$$

El acero mínimo para secciones rectangulares y secciones en T con el ala en compresión será:

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b_w * d$$

## 2.8.2. Diseño por Cortante

Afuso Muños (2017) menciona que, continuando con el método de diseño por resistencia, el diseño de secciones sometidas a fuerzas cortantes (pág. 43), se tiene:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde:

$V_u$ : Fuerza cortante amplificada

$V_n$ : Resistencia nominal al cortante.

$V_n$  es la suma de las resistencias nominales proporcionadas por el concreto  $V_c$  y por el refuerzo  $V_s$  (Afuso Muños, 2017).

La sección crítica para el diseño por cortante en un elemento no presforzado es a una distancia “d” de la cara, por lo que el  $V_u$  se tomara en esa sección (Afuso Muños, 2017).

Para calcular la resistencia nominal proporcionada por el concreto  $V_c$ , nuestra norma peruana E.060 de concreto, nos muestra las siguientes ecuaciones (Afuso Muños, 2017):

- Elementos sometidos a cortante y flexión:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} * b_w * d$$

- Elementos sometidos a compresión axial:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * b_w * d$$

Donde  $b_w$  es el ancho del alma de la sección transversal,  $N_u$  es la carga axial a compresión y  $A_g$  es el área bruta de la sección de concreto.

De igual manera para calcular la resistencia proporcionada por el refuerzo transversal al corte  $V_s$ , la norma E.060 nos muestra la siguiente ecuación (Afuso Muños, 2017):

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

Donde  $A_v$  es el área total de cada estribo que cruza la grieta y  $s$  es la separación que hay entre estribos.

De no cumplirse con la segunda ecuación, se deberá aumentar las dimensiones de la sección o aumentar la resistencia a compresión del concreto (Afuso Muños, 2017).

### 2.8.3. Diseño por Flexo compresión

Todas las columnas están sometidas a un esfuerzo axial y de flexión, por lo que será necesario diseñarlas teniendo en cuenta estas dos solicitaciones. Las columnas se flexionarán bajo la acción de los momentos que aparezcan, lo que producirá esfuerzos de compresión en un lado y de tracción en el otro.

La forma de falla de una columna dependerá mucho de la magnitud del momento y del esfuerzo axial (Afuso Muños, 2017).

#### Diagrama de interacción

Para poder calcular la resistencia de una columna, es imprescindible calcular las resistencias nominales a carga axial  $P_n$  y a la flexión  $M_n$ . Ya que existen diversas e infinitas combinaciones de  $M_n$  y  $P_n$ , pues ambos valores son interdependientes, es necesario realizar un diagrama de interacción. Un diagrama de interacción es una gráfica y lugar geométrico en donde las combinaciones de  $P$  y  $M$  provocan la falla y agotan la capacidad de la sección (Afuso Muños, 2017).

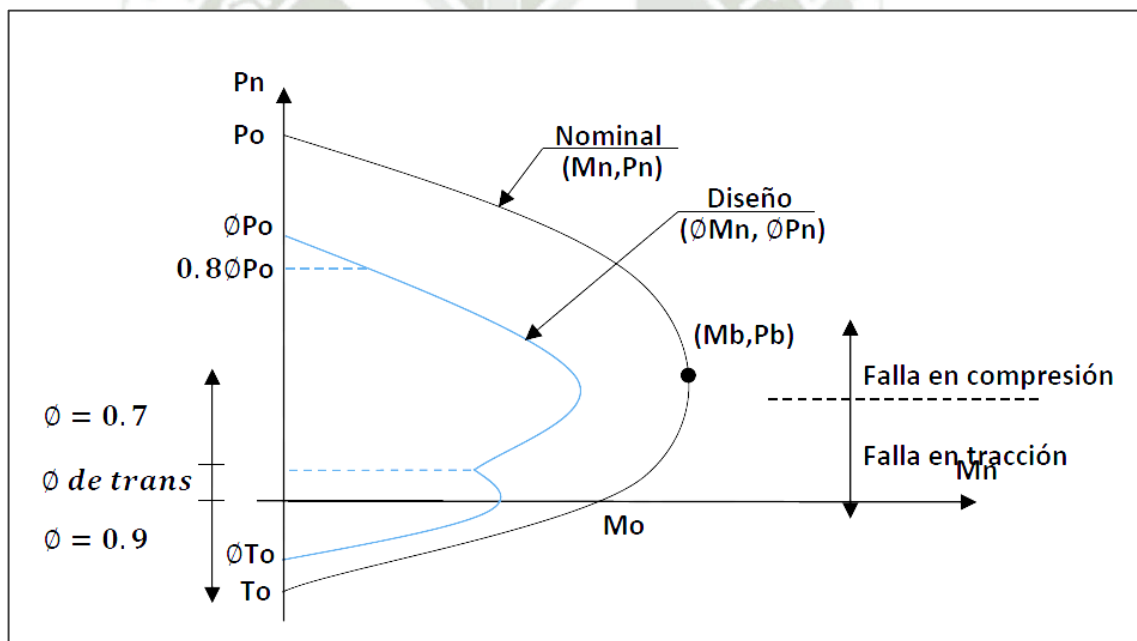
Según Afuso Muños (2017), algunos puntos resaltantes del diagrama de interacción son:

- Punto de falla en compresión pura  
Columnas con estribo:  $\phi=0.70$ ,  $\alpha= 0.80$   
Columnas con espirales:  $\phi=0.75$ ,  $\alpha= 0.85$

$$Pu \text{ máx} = \phi \cdot \alpha \cdot Po = \phi \cdot \alpha \cdot [0.85 \cdot fc' \cdot (Ag - Ast) + fy \cdot Ast]$$

- punto de agrietamiento de la sección  $\epsilon_{cu} = 0.003$ .
- Punto en donde no hay deformación por tracción en refuerzo más alejado del borde de compresión.
- Punto en donde el refuerzo en tracción ha alcanzado un esfuerzo del 50% del esfuerzo de fluencia  $f_y$ .
- Punto de la falla balanceada de la sección.
- Punto de flexión pura, donde la carga axial es cero.
- Punto de tracción pura  $T_o$

$$\phi T_o = 0.9 \cdot Ast \cdot f_y$$



**Figura 9.** Diagrama de interacción de una columna de concreto

Fuente: Afuso Muños, (2017)

## CAPITULO III

### 3. Metodología

#### 3.1. Filosofía de Diseño

La filosofía en el diseño estructural, es el diseño por resistencia, dicho método exige que la resistencia de diseño ( $\phi Rn$ ) sea mayor o igual a la resistencia requerida ( $Ru$ ) en todos los elementos estructurales.

$$\phi Rn \geq Ru$$

El cálculo de la resistencia nominal  $Rn$  esta hecha en base a ala resistencia a compresión del concreto  $f'c$ , la resistencia en fluencia del acero  $fy$ , el acero colocado y las dimensiones de la sección.

El factor de reducción de resistencia  $\phi$  resume los factores que podrían afectar la reducción del desempeño real de las secciones con respecto a las teóricas, estos valores dependen del tipo de sollicitación, estos son:

- para flexión sin carga axial  $\phi=0.90$
- para cortante y torsión  $\phi=0.85$
- para carga axial de compresión con o sin flexión con estribos  $\phi=0.70$

Se utilizará las siguientes combinaciones para el análisis y diseño estructural según la norma E-0.60 de RNE:

- 1.4 CM +1.7 CV
- 1.25 (CM+CV)  $\pm$  CS
- 0.9 CM  $\pm$  CS

#### 3.2. Técnica e instrumentos para la recopilación de datos

Se empleó los siguientes instrumentos para la elaboración del trabajo de investigación.

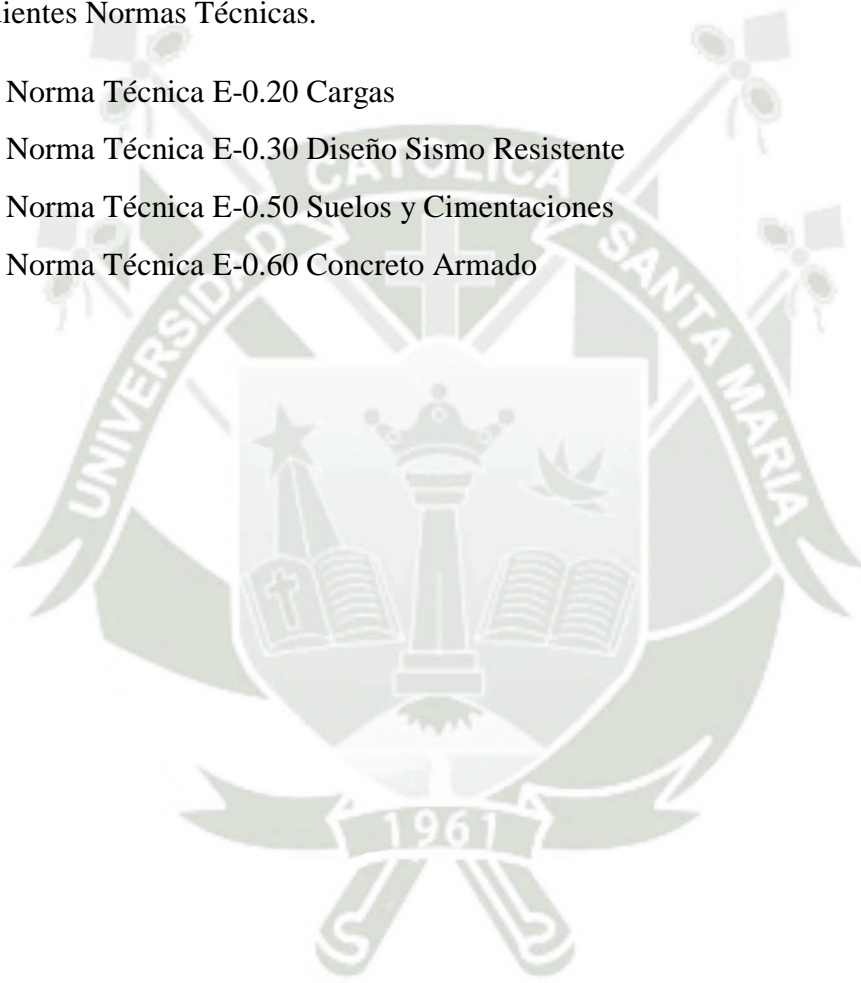
- Software ETABS
- Excel
- AutoCAD

### 3.3. Diseño del proyecto

El diseño del proyecto, de los diferentes elementos estructurales se realizó con la ayuda del programa ETABS, de donde se obtuvo valores de los diagramas de fuerzas; posteriormente los datos obtenidos se procesaron en plantillas de Excel de diseño de elaboración propia.

El diseño está basado en el reglamento Nacional de edificaciones, del cual se usaron las siguientes Normas Técnicas.

- Norma Técnica E-0.20 Cargas
- Norma Técnica E-0.30 Diseño Sismo Resistente
- Norma Técnica E-0.50 Suelos y Cimentaciones
- Norma Técnica E-0.60 Concreto Armado



## CAPITULO IV

### 4. Estudio de Mecánica De Suelos

#### 4.1. Objetivo Del Estudio

El objetivo principal de este capítulo, es determinar las características del terreno, para luego definir el tipo de cimentación apropiada y emitir recomendaciones que garanticen la estabilidad del proyecto.

Para el presente estudio se tomará como referencia la norma técnica peruana E-0.50 suelos y cimentaciones del RNE

#### 4.2 Extracción De Muestras De Campo Y Laboratorio

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio, se efectuaron 03 pozos exploratorios a cielo abierto (Calicatas) ubicadas convenientemente.

Se verifico la uniformidad del terreno efectuando una segunda y tercera calicata en la zona estudiada a una distancia de 8m y 10 m con referencia a la primera. Se tomaron muestras representativas de 03 calicatas efectuadas, para su posterior análisis en el laboratorio.

Hasta la profundidad de excavación de 3.00 m no se encontró evidencia de nivel Freático.

#### 4.3 Ensayos De Laboratorio

Se han realizado los siguientes ensayos estándar:

- Ensayo de caracterización: Granulometría
- Ensayos densimétricos: Peso volumétrico Max. y Min.
- Ensayos de resistencia: Compresión y corte

En el cuadro se presenta un resumen de los resultados de los ensayos estándar realizados.

#### 4.2.2. Resultados de Laboratorio

**Tabla 2.**

*Tabla de resultados del estudio de mecánica de suelos*

<b>Registro De Muestras</b>			
Calicata	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (M)	0.00-3.00	0.00-3.00	0.00-3.00
% Que Pasa Malla N°200	4.5	4.0	4.5
Contenido De Humedad (%)	2.5	3.0	2.5
Límite Líquido (%)	NP	NP	NP
Índice De Plasticidad (%)	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	SP	SP	SP

Fuente: elaboración propia

#### 4.4 Calculo de la Capacidad Portante

Para los cálculos de la capacidad portante admisible el suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones de Meyerhoff.

$$Q_a = (r * Df * Nq * Sq * dp + 0.5 * r * B * Nr * Sr * dr) / FS$$

- Donde:  $r$ : Peso unitario del suelo  
 $Df$ : Profundidad de desplante efectiva  
 $Nq$   $Nr$ : Factor de sobrecarga  
 $Sq$   $Sr$ : Factores de geometría  
 $dp$   $dr$ : Factores de profundidad

Se ha considerado zapata rectangular, apoyados en el estrato II, para un factor de seguridad de 3, las condiciones de la estructura, las mencionadas anteriormente y las ecuaciones de capacidad portante establecidas por Meyerhoff, para ello se tiene que:

Zapata rectangular:

$$B_{\min} = 1.20\text{m}$$

$$L_{\min} = 1.20\text{m}$$

$$Q_{\text{admisible}} = 2.53 \text{ kg/cm}^2$$

- Factor de seguridad:  $(F_s) = 3$

Se tomó 3 por no conocer las condiciones del suelo más abajo.

Los ensayos especiales de resistencia al esfuerzo cortante versus deformación (corte directo) fue aplicado a la matriz predominante, consistente en una arena de grano fino, no plástico.

Los valores a obtenerse con las fórmulas arriba indicadas están en función del ancho (B) y la profundidad de cimentación (Df).

#### 4.5 Cálculo del Asentamiento

El asentamiento tiene importancia por tres razones: aspecto, condiciones de servicio y daños a la estructura.

Los tipos de asentamiento que se pueden producir son:

1. Asentamiento Uniforme
2. Inclinación
3. Asentamiento No-Uniforme

El asentamiento diferencial se caracteriza por distorsión angular.

El asentamiento depende del suelo y la estructura.

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad:

$$S_e = q_0 * B * (1 - \mu_s^2) * I_f / E_s$$

Dónde:

1. Asentamiento en cm  $S_e$ , para Df (mínimo)
2. Presión de trabajo  $q$  (ton/m<sup>2</sup>) = 35
3. Relación de Poisson  $\mu_s = 0.3$
4. Factor de forma  $I_f = 82$

5. Módulo de elasticidad del suelo  $E_s(\text{ton}/\text{m}^2) = 2\,000$
6. Ancho de la cimentación  $B (\text{m}) = 1,20$

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.567 \text{ cm}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2,54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e(0,50\text{cm}) < 1'' (2,54\text{cm})$$

Los valores de asentamiento inmediato están en función del ancho (B), profundidad de cimentación (Df) y consecuentemente, la presión de contacto ( $q_{\text{act}}$ ).

#### 4.6. Conclusiones y Recomendaciones

1. El tipo de cimentación será mediante zapatas armadas aisladas y combinadas.
2. La profundidad mínima recomendada para el desplante de las zapatas armadas es de  $D_f = 1,30\text{m}$ , desde el nivel exterior del terreno, sobre el suelo granular confinado y compactado.
3. El ancho mínimo recomendado para las zapatas armadas de  $B = 1,20 \text{ m}$
4. Bajo las condiciones actuales del terreno, y considerando las recomendaciones arriba expuestas, se calculó una capacidad portante admisible por corte de:

$$Q_{\text{admisible}} = 2,53 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

5. Los asentamientos producidos debido a la sollicitación de las cargas actuantes, sean absorbidos por la cimentación propuesta.
6. En ningún caso la presión de contacto será mayor a la presión admisible del suelo.
7. Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados (piedra y arena).

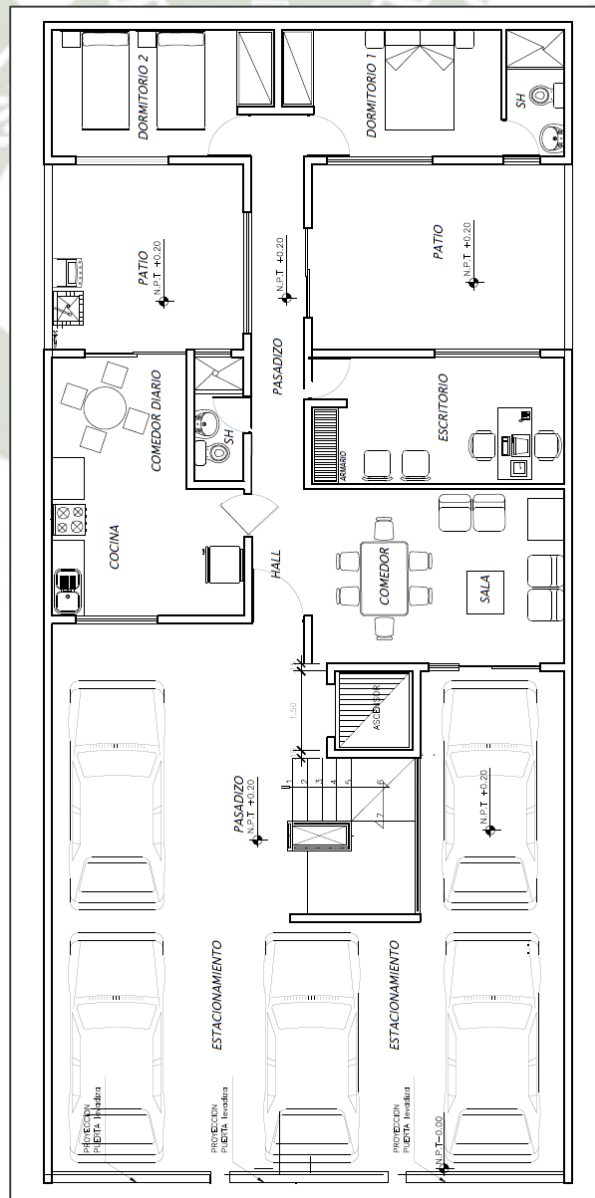
## CAPÍTULO V

### 5. Estructuración y Predimensionamiento

#### 5.1. Estructuración

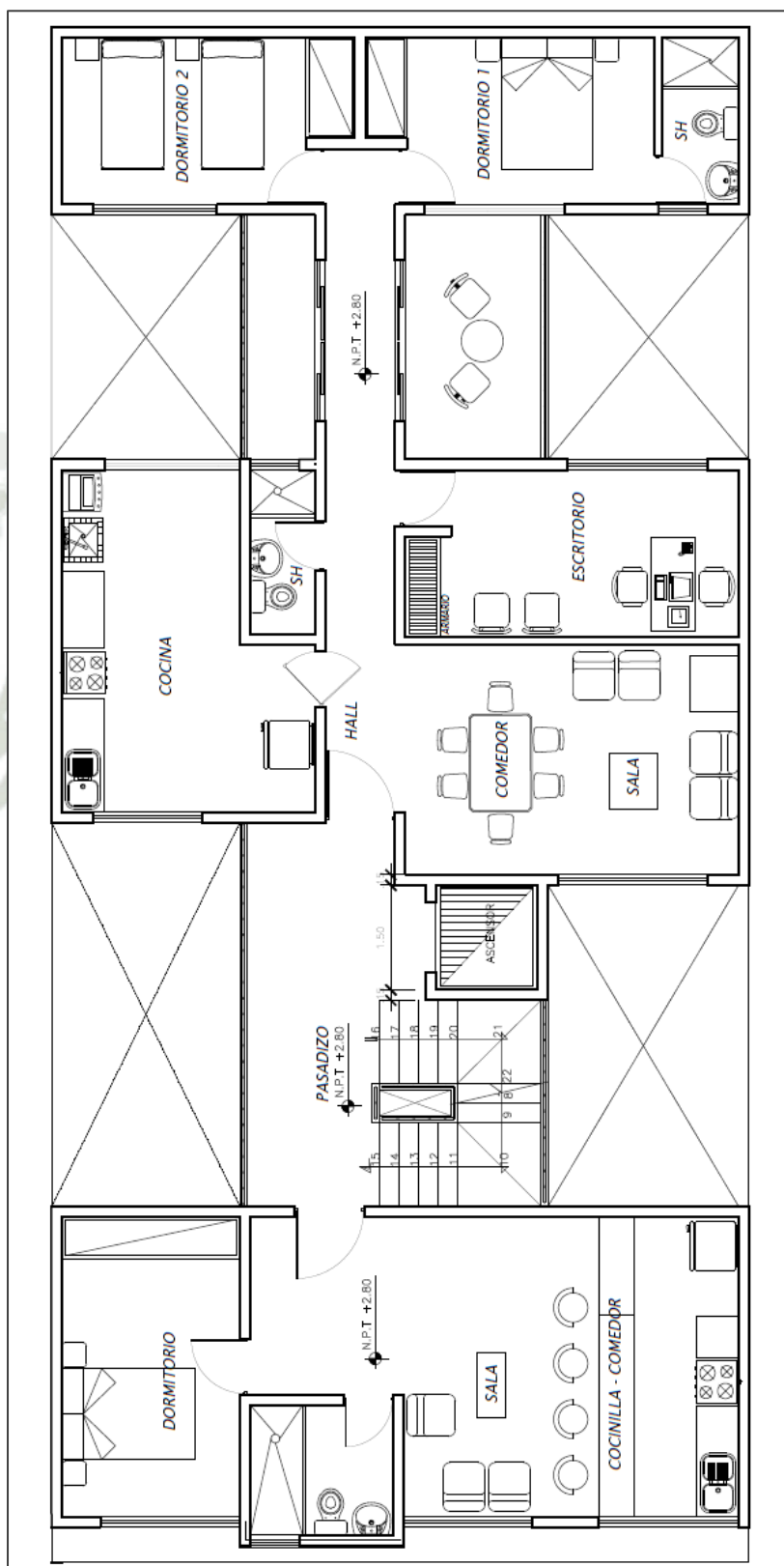
El procedimiento de estructuración se desarrolló de acuerdo a las recomendaciones encontradas en la bibliografía pertinente. Para la definición de los ejes resistentes se ha priorizado la continuidad de la estructura, la uniformidad y la simplicidad.

En las siguientes figuras se muestra la arquitectura simplificada del primer piso, del segundo al quinto (piso típico) y de la azotea.

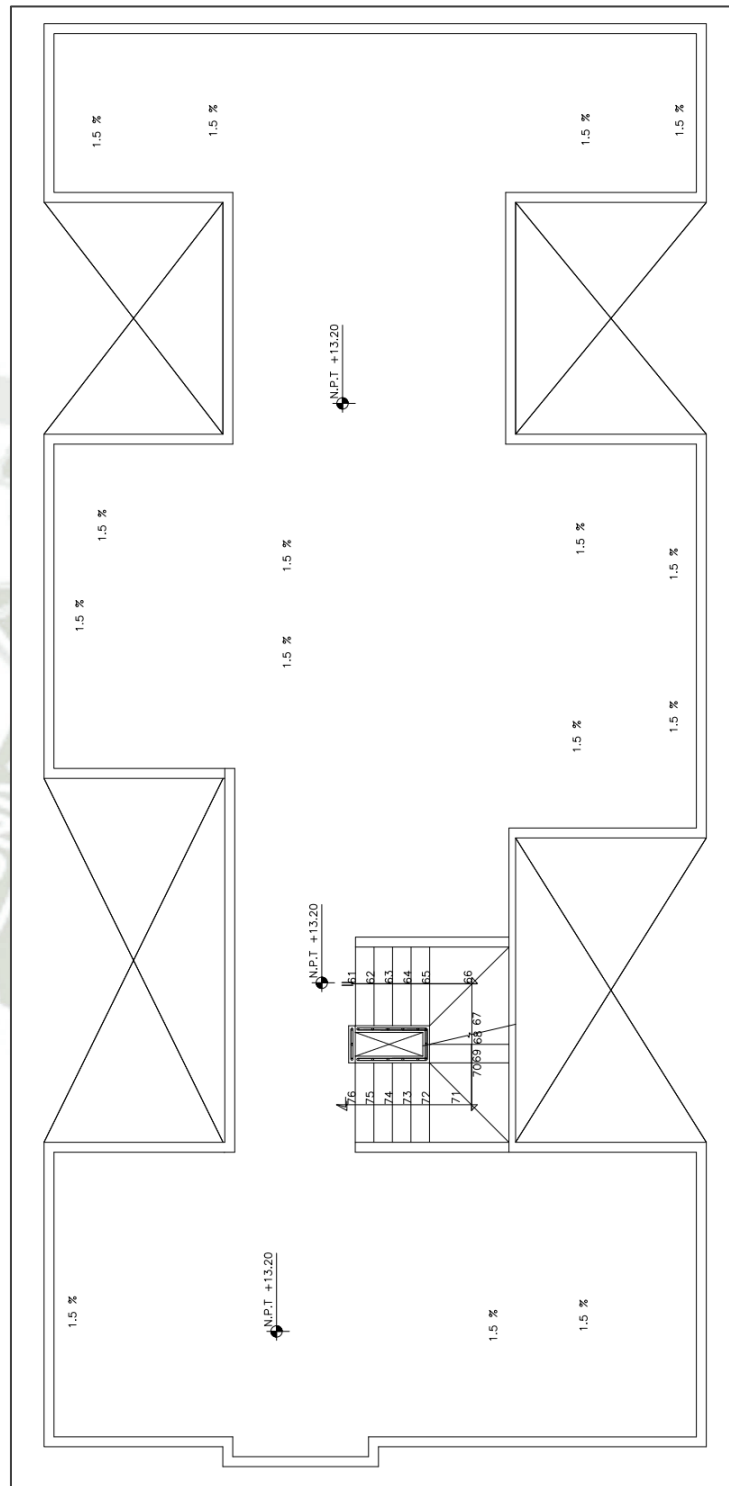


*Figura 10.* Planta arquitectura simplificada del primer nivel.

A partir del segundo al último piso la arquitectura es típica, esto facilitará el proceso de estructuración, ya que los elementos en estos niveles pueden ser continuos en altura.

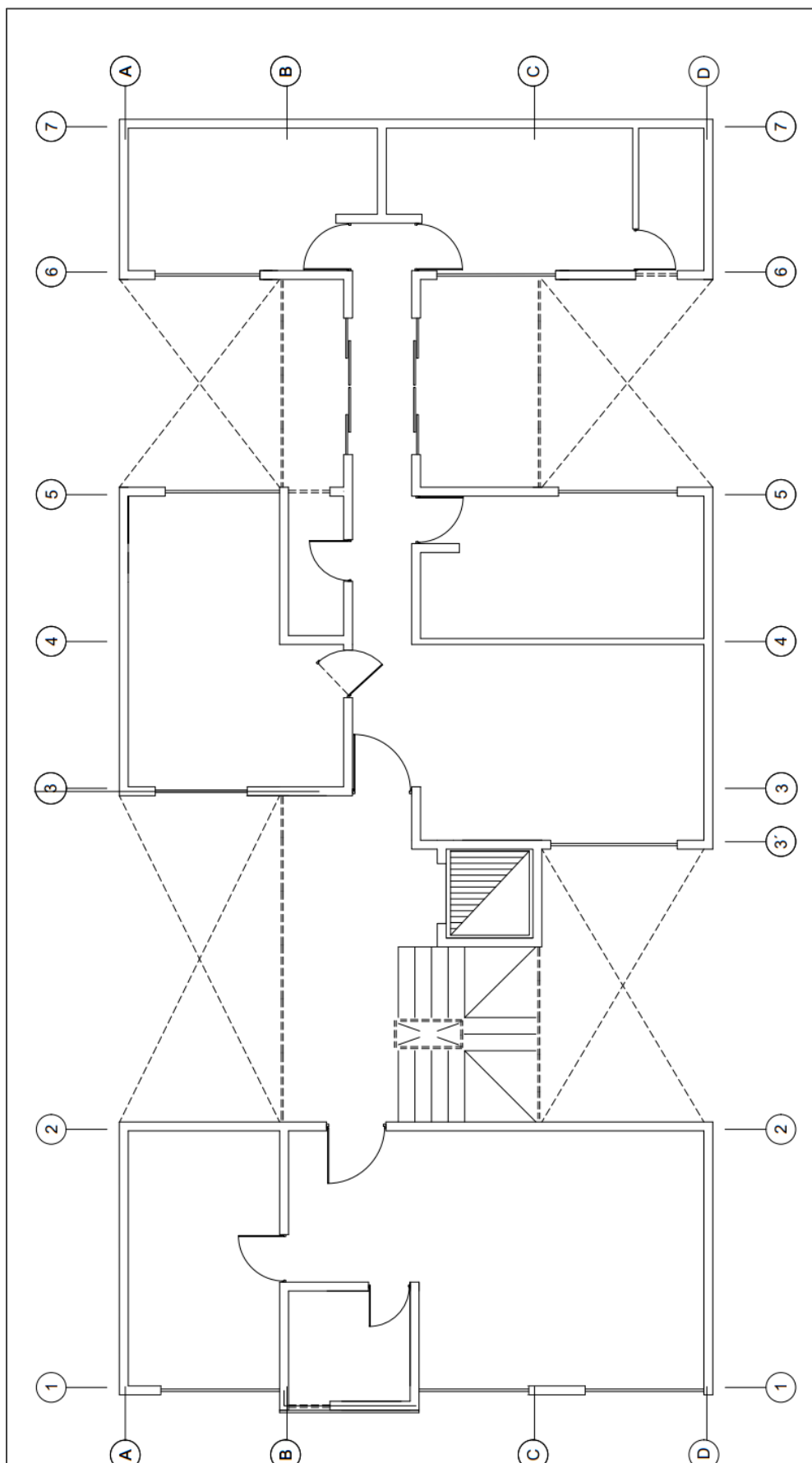


**Figura 11.** Planta arquitectura simplificada del segundo al quinto nivel.



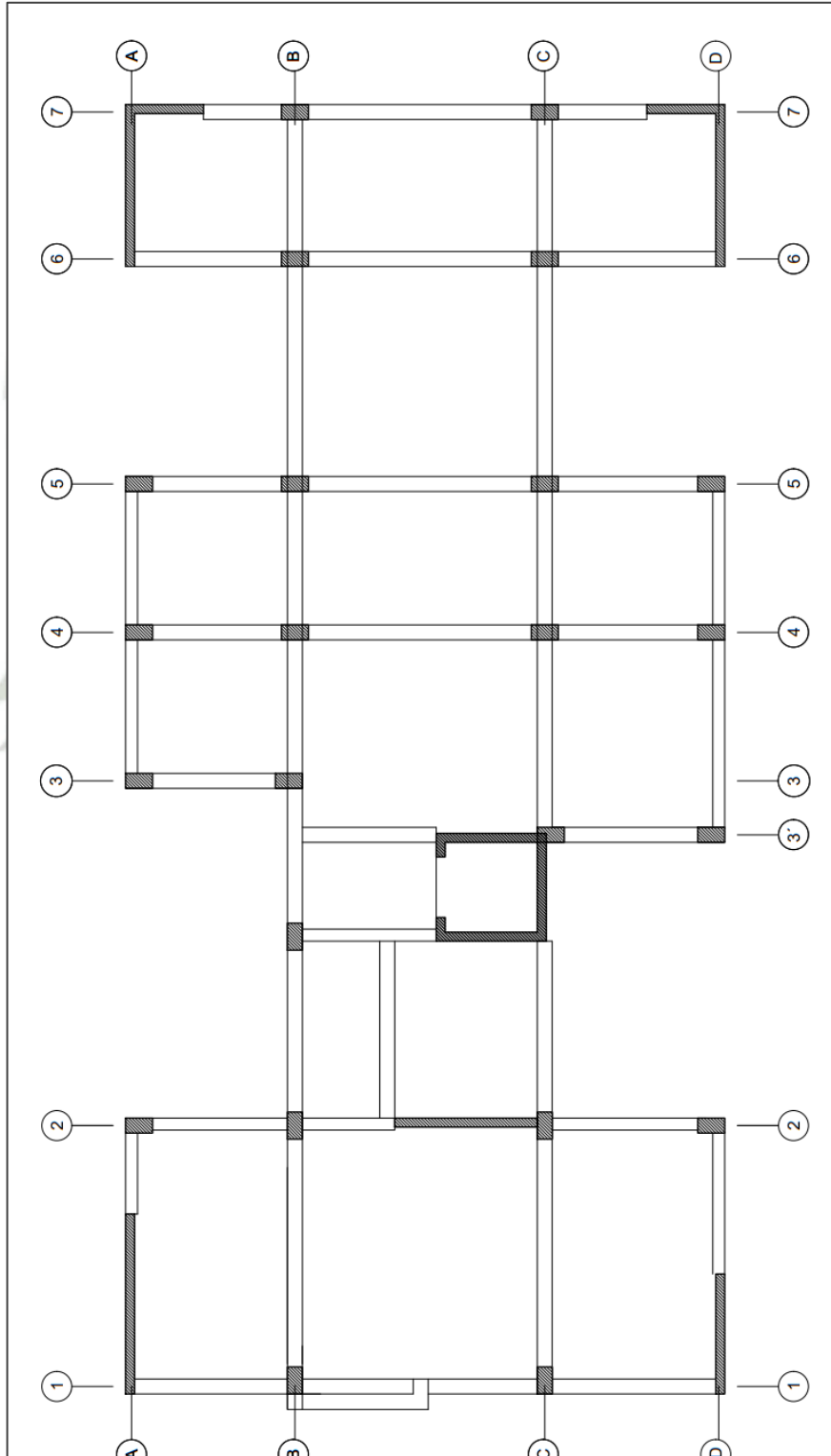
**Figura 12.** Planta arquitectura simplificada de la azotea.

De acuerdo a la arquitectura del proyecto se definieron los posibles ejes estructurales para ubicar en ellos los elementos resistentes. Se ha procurado, en lo posible, no interferir con los ejes arquitectónicos, para preservar la estética de la edificación.



**Figura 13.** Ejes estructurales de la edificación

Siguiendo los criterios de estructuración antes mencionados, se planteó la siguiente estructuración conformada vigas, columnas y muros estructurales, la que se modeló posteriormente en el programa computacional.



**Figura 14.** Estructuración utilizada

## 5.2. Predimensionamiento de columnas

Como primer paso se calculará las áreas tributarias que cargarán cada elemento.

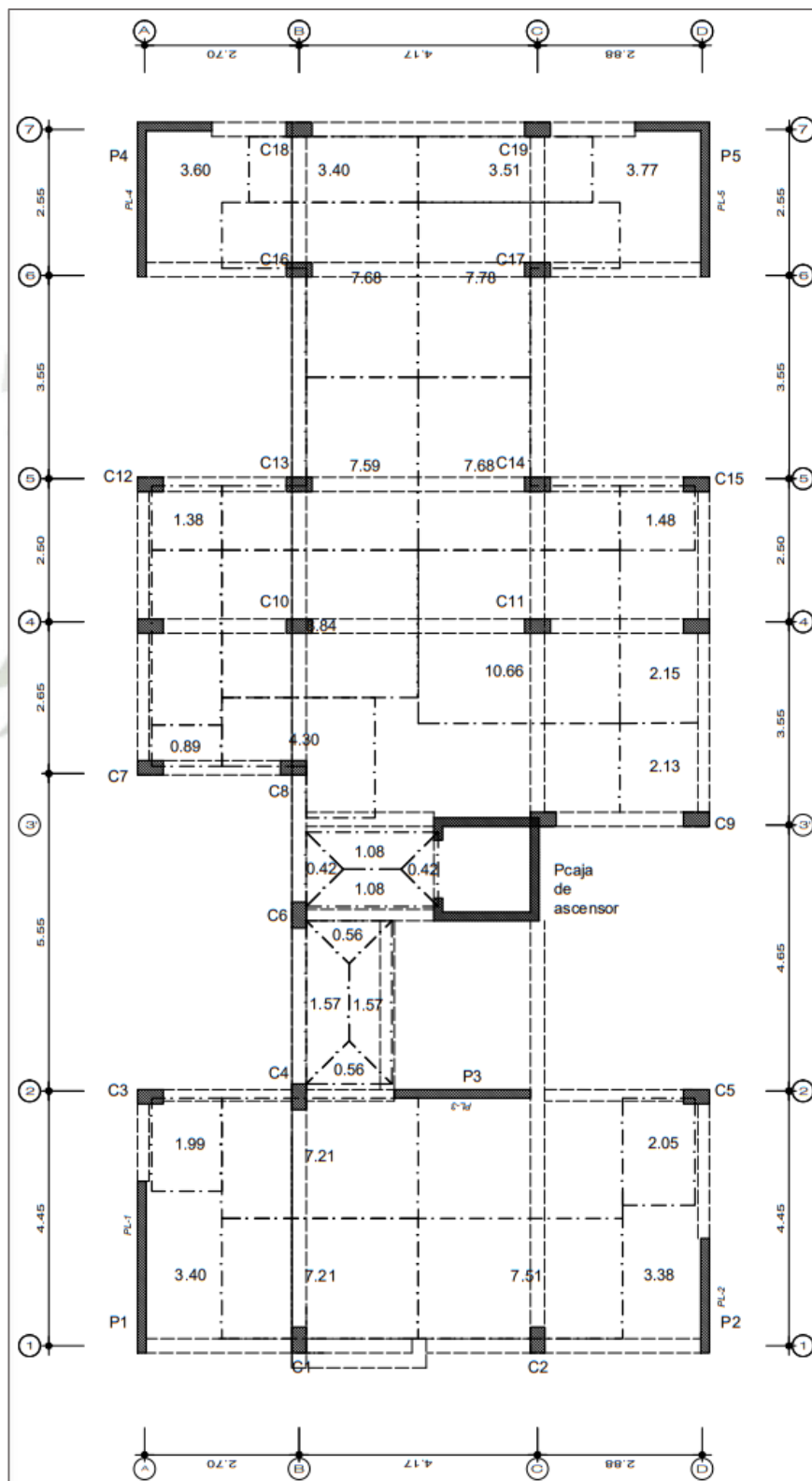


Figura 15. Área tributaria de columnas

Para determinar el área de las columnas más cargadas se empleará la siguiente fórmula:

$$\text{Área de la columna} = \frac{P_{(\text{servicio})}}{0.45 f'_c}$$

En caso de columnas esquineras o exteriores, la fórmula es la que se presenta a continuación:

$$\text{Área de la columna} = \frac{P_{(\text{servicio})}}{0.35 f'_c}$$

Se tomarán valores de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $w_{\text{servicio}} = 1.15 \text{ Tn/m}^2$

El  $P_{\text{servicio}}$  se calculará multiplicando el área tributaria por el  $w_{\text{servicio}}$  y por la cantidad de pisos, siendo este proyecto con un total de 5 niveles.

En la siguiente tabla se muestra el resumen para las columnas más cargadas.

**Tabla 3.**  
*Predimensionamiento de columnas más cargadas.*

Columna	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Área columna (cm <sup>2</sup> )	Lado (cm)
C14	7.68	467.30	21.62
C17	7.78	473.39	21.76
C13	7.59	461.83	21.49
C16	7.68	467.30	21.62
C10	8.84	537.88	23.19
C11	10.66	648.62	25.47

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran las columnas exteriores y esquineras:

**Tabla 4.**

*Predimensionamiento de columnas exteriores o esquineras*

Columna	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Área columna (cm <sup>2</sup> )	Lado (cm)
C19	3.51	213.57	14.61
C12	1.38	83.97	9.16
C15	1.48	90.05	9.49
C7	0.89	54.15	7.36
C3	1.99	121.08	11.00
C5	2.05	124.74	11.17

Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron secciones de columnas de 25x45 para el modelaje, manteniendo el criterio de columna fuerte-viga débil y para aumentar la rigidez lateral de la estructura.

### 5.3. Predimensionamiento de vigas

El predimensionamiento de vigas se desarrolló de acuerdo a las siguientes consideraciones.

$$b_{min} = 25 \text{ cm}$$

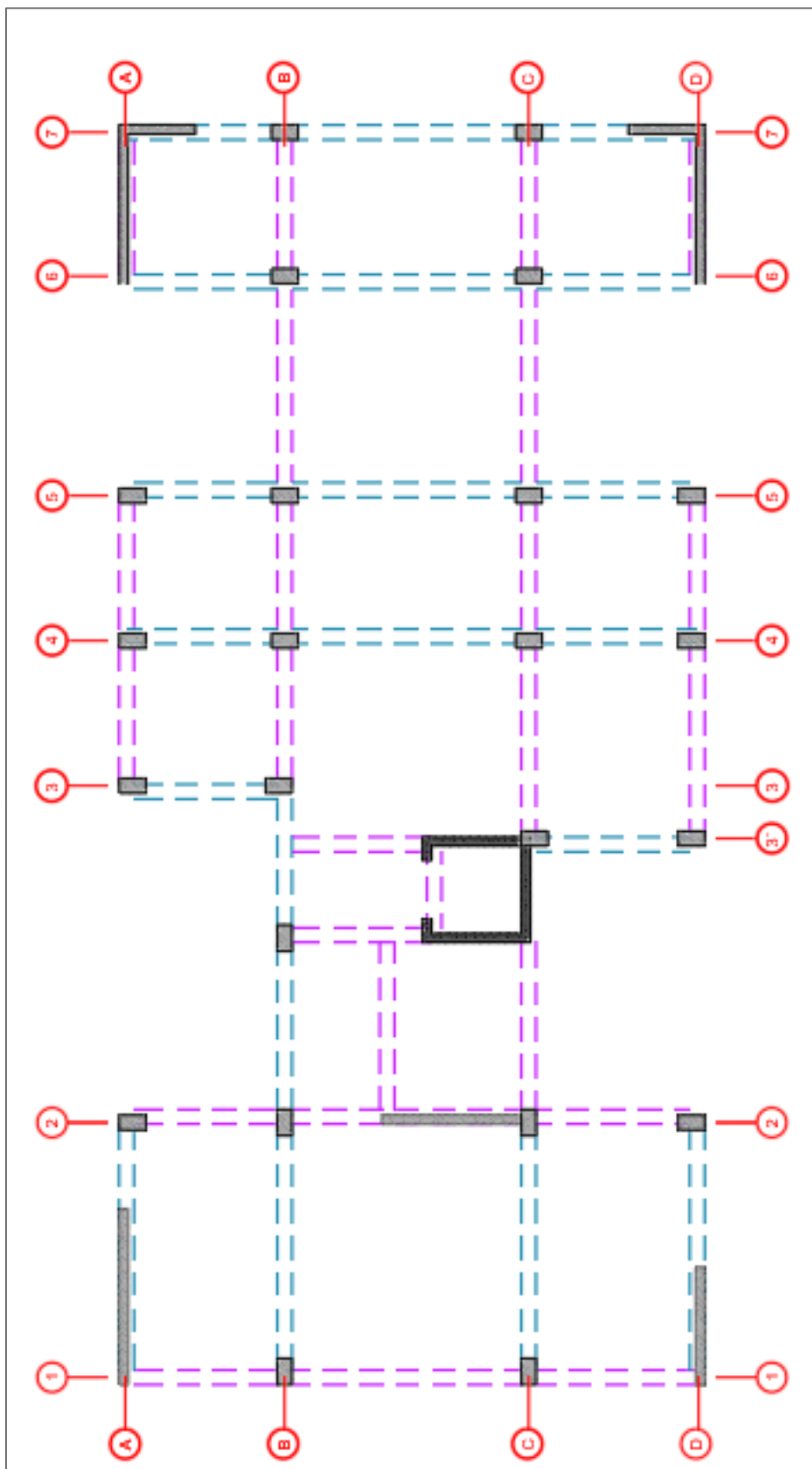
$$h = \left( \frac{1}{10} @ \frac{1}{12} \right) L$$

$$b = \left( \frac{1}{2} @ \frac{2}{3} \right) h$$

En las vigas principales el peralte se predimensionó de manera conservadora tomando la décima parte de la luz libre; el ancho se consideró como la mitad del peralte.

En el caso de las vigas secundarias, el peralte se consideró como  $\frac{3}{4}$  de la altura de la viga principal asociada. El ancho se tomó como  $\frac{2}{3}$  del peralte.

En la figura se muestran las vigas principales en color celeste y las secundarias, en magenta.



**Figura 16.** Vigas principales (celeste) y secundarias (magenta)

**Tabla 5.**  
*Predimensionamiento de vigas principales*

<b>Viga Principal</b>	<b>Luz libre L (m)</b>	<b>Peralte (m) H=L/10</b>	<b>Ancho (m) H/2</b>	<b>Dimensiones</b>
Entre eje 1-2	4.45	0.45	0.22	25x45
Entre eje 2-3	3.10	0.31	0.16	25x30
Entre eje 2-3	2.45	0.25	0.12	25x30
Entre eje A-B	2.70	0.27	0.14	25x30
Entre eje B-C	4.17	0.42	0.21	25x45
Entre eje C-D	2.88	0.29	0.14	25x30

Fuente: Elaboración propia

Todas las vigas principales se dimensionaron con una sección de 25x45.

**Tabla 6.**  
*Predimensionamiento de vigas secundarias*

<b>Viga Secundaria</b>	<b>Peralte (m) h=3H/4</b>	<b>Ancho (m) 2h/3</b>	<b>Dimensiones</b>
Entre eje 2-3	0.23	0.16	25x20
Entre eje 2-3	0.18	0.12	25x20
Entre eje A-B	0.20	0.14	25x20
Entre eje B-C	0.31	0.21	25x30
Entre eje C-D	0.22	0.14	25x20

Fuente: Elaboración propia

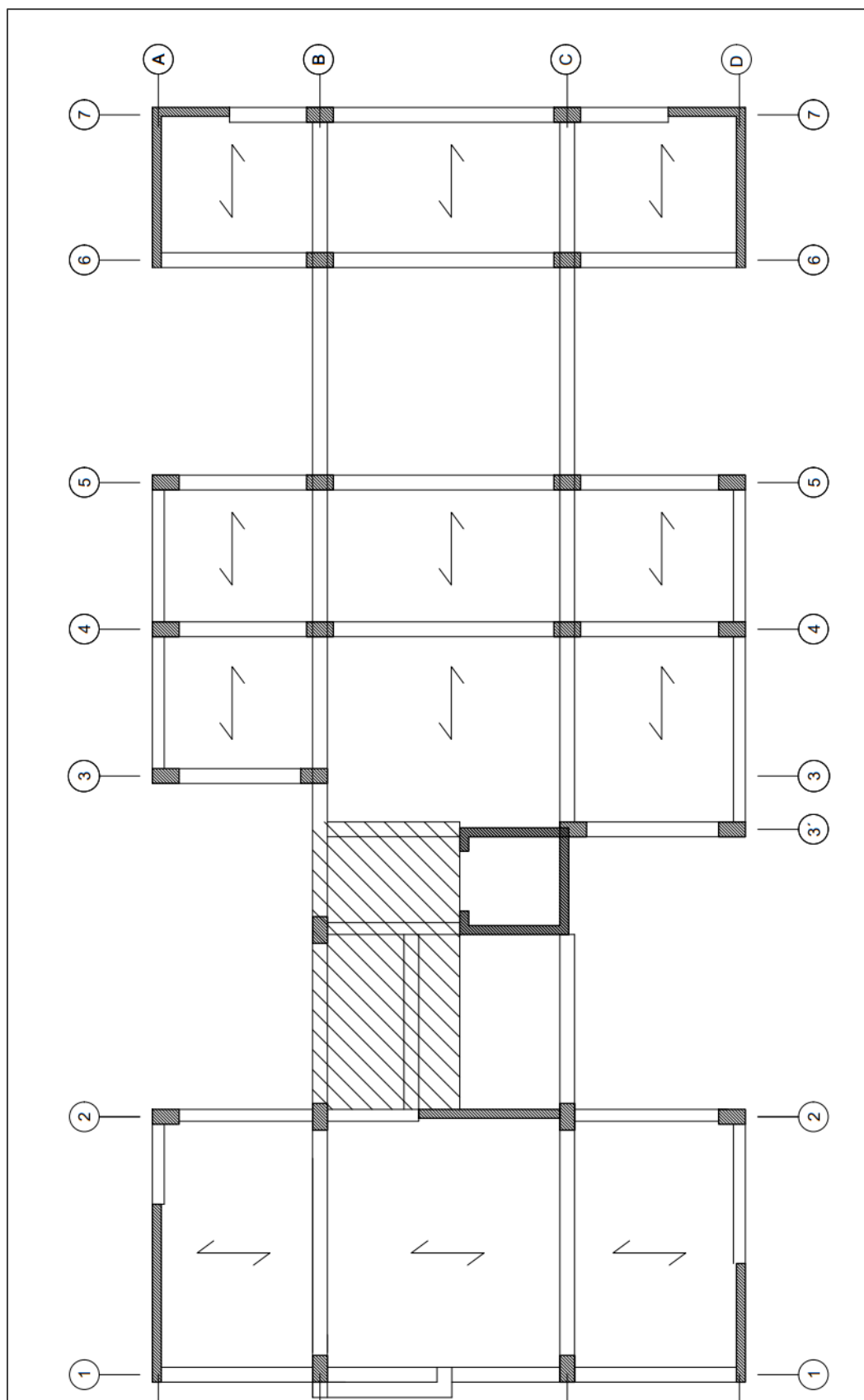
Estas dimensiones de las vigas secundarias se utilizaron para el modelo.

#### **5.4. Predimensionamiento de losas**

En este proyecto se trabajarán con losas aligeradas y macizas.

Al ser las luces menores a 5.50m los aligerados serán de 20.0 cm de altura. Las zonas que requieren de losas macizas presentan luces menores a 4.0 m, por ello la altura se tomará igual a **12.0 cm**.

En la figura se muestran los sentidos de los aligerados y las losas macizas.



**Figura 17.** Sentido de los aligerados y losas macizas.

### 5.5. Predimensionamiento de escaleras

El edificio cuenta con una sola caja de escaleras, la cual sirve de circulación vertical a los departamentos típicos 1 y 2. La escalera se ubica entre placas de concreto, tiene un ancho de 1.20m y presenta descansos de la misma longitud. En cuanto a la garganta se considerará de 15 cm de espesor a lo largo de los pasos y de 20cm en los descansos.

Es importante resaltar que los descansos presentan pasos en diagonal, sin embargo el RNE indica que los mismos son permitidos cuando a 0.30m del inicio del paso, este cuente con mínimo 0.28m medidos perpendicularmente, lo que en este caso se cumple. Adicionalmente la norma exige el cumplimiento de los siguientes puntos.

$$\text{Paso} \geq 25 \text{ cm} \rightarrow \text{mínimo en viviendas}$$

$$60 \text{ cm} \leq 2 \text{ contrapasos} + 1 \text{ paso} \leq 64 \text{ cm}$$

La altura de cada piso es 2.60m y es común para todos los niveles, se considerarán 15 contrapasos.

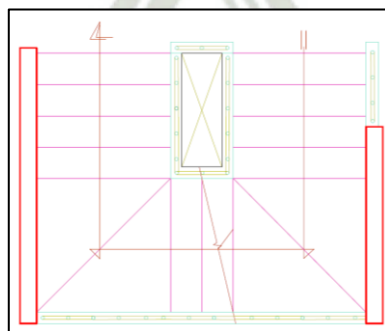
$$h = 2.60 \text{ m}$$

$$\text{Paso} = 0.28 \text{ m}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de contrapasos} = 15$$

$$h_{\text{contrapaso}} = 0.173 \text{ m}$$

$$2cp + 1p = 2 * 0.17 + 1 * 0.28 = 0.63 \rightarrow OK$$



**Figura 18.** *Planta escalera*

## CAPÍTULO VI

### 6. Medrado de Cargas

#### 6.1. Medrado

Se realizó el medrado de cargas para el presente proyecto de tesis, a partir de las cuales se efectuó el análisis y diseño de los elementos estructurales; estas son principalmente la carga muerta CM y la carga viva CV.

En la siguiente tabla se presentan los pesos unitarios de acuerdo a los materiales empleados que servirán para el medrado de carga muerta.

**Tabla 7.**  
*Pesos unitarios*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>
Concreto armado	2400 $Kg_f/m^3$
Tabiquería e=15cm	270 $Kg_f/m^2$
Losa aligerada armada en una dirección h=020m	300 $Kg_f/m^2$
Piso terminado	100 $Kg_f/m^2$

Fuente: Adaptado de la Norma E.020 del RNE

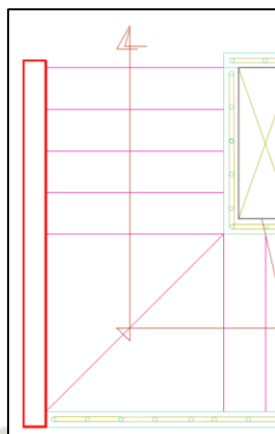
Para el medrado de carga viva se utilizarán los valores dados en la Norma E.020 Cargas.

**Tabla 8**  
*Cargas vivas para viviendas*

<b>Viviendas</b>	<b>Cargas repartidas (<math>Kg_f/m^2</math>)</b>
Ambientes en general	200
Estacionamiento	250
Azotea	100
Corredores y escaleras	200

Fuente: Adaptado de la Norma E.020 del RNE

### 6.1.1. Metrado de escaleras



**Figura 19.** Planta escalera un tramo

Primer tramo 4 pasos  $0.29 \text{ m}^2 * 1.2\text{m} = 0.35\text{m}^3$

2 descansos triangulares  $2((1.2*1.2)/2 * 0.173) = 0.25 \text{ m}^3$

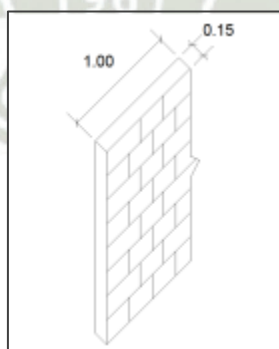
1 paso  $0.074\text{m}^2 * 1.2\text{m} = 0.09\text{m}^3$

Entonces  $= 0.35 + 0.25 + 0.09 = 0.69\text{m}^3$

$0.69\text{m}^3 * 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 1.65 \text{ Tn}$

**Total, peso escalera =  $1.65\text{Tn} * 2 = 3.30 \text{ Tn}$**

### 6.1.2. Metrado de tabiquería



**Figura 20.** Metro lineal de tabiquería

$$\text{Peso} = \gamma * e$$

$$\text{Peso} = 1800 \text{ kg/m}^3 * 0.15\text{m}$$

$$\text{Peso} = 270 \text{ kg/m} = 0.27\text{tn/m}$$

## CAPÍTULO VII

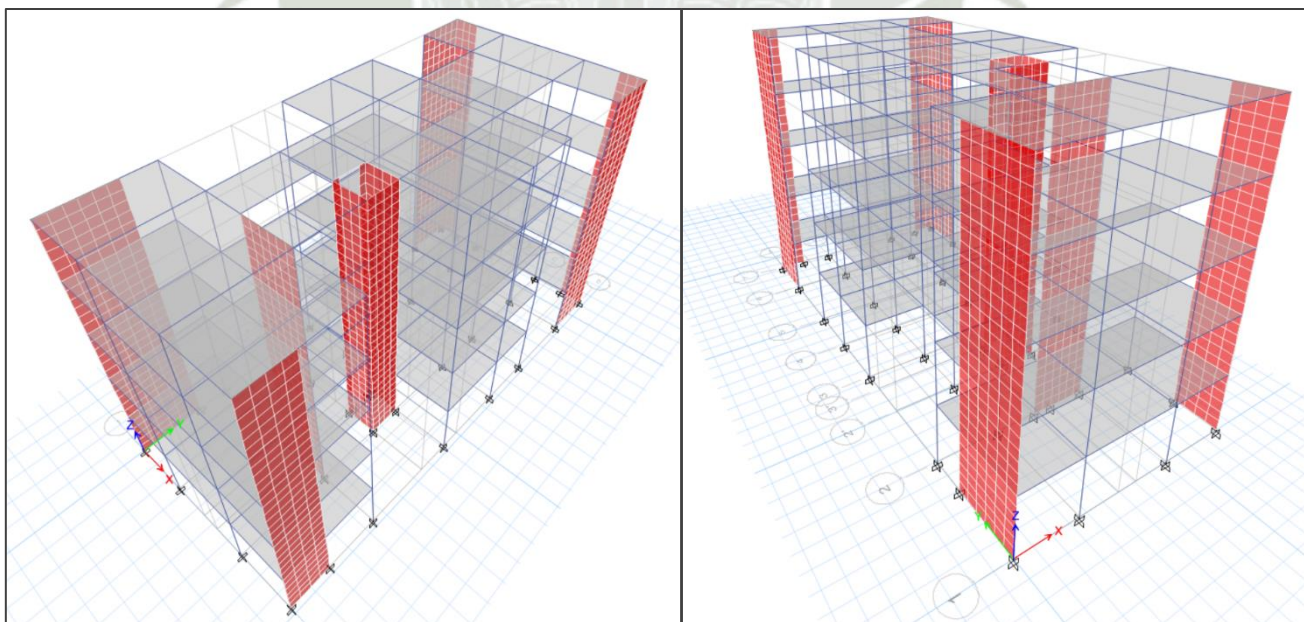
### 7. Análisis Sísmico

#### 7.1. Modelamiento Computacional para el Análisis

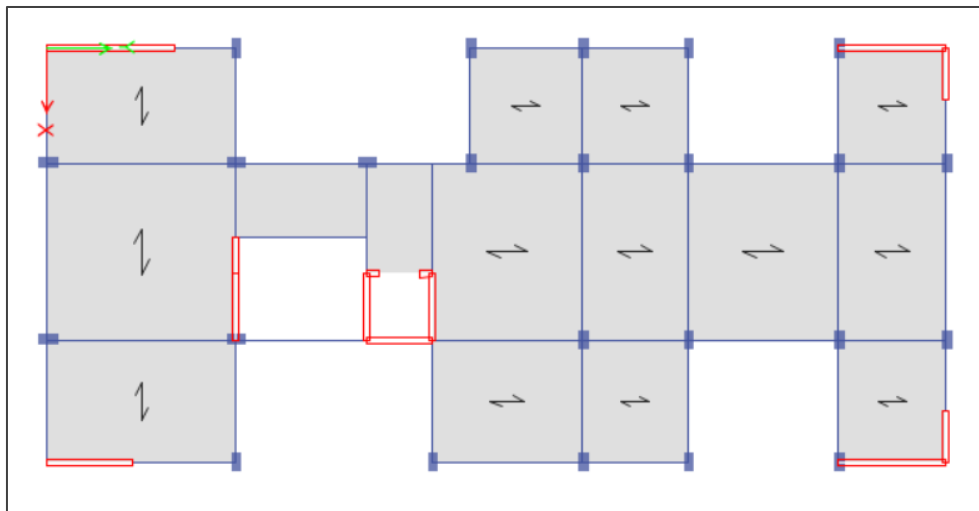
Para analizar la edificación se utilizó el programa computacional ETABS 2019, a partir del cual se obtendrán datos y parámetros importantes, donde además se realizará el análisis estático, dinámico modal espectral y finalmente obtener información para el diseño de los diferentes elementos estructurales.

##### 7.1.1. Modelo para el análisis

A continuación, se muestra el modelo que se realizó en ETABS, teniendo en cuenta los criterios de estructuración, predimensionamiento de elementos y metrado de cargas, además del uso correcto uso del programa.



**Figura 21.** Modelo de análisis en el programa computacional ETABS.



**Figura 22.** Modelo de análisis, vista en planta.

## 7.2. Parámetros sísmicos

### 7.2.1. Periodo de la estructura

$C_t$  toma el valor de 60 debido a que es un sistema dual y de muros estructurales en otra edificación; también se calculó el periodo de la estructura con ayuda del programa computacional ETABS.

$$H_n = 13.00 \text{ m}$$

$$C_{tx} = 60$$

$$C_{ty} = 60$$

$$T_x (s) = 0.22$$

$$T_y (s) = 0.22$$

Según Etabs:

$$T_x (s) = 0.33$$

$$T_y (s) = 0.31$$

Por lo que se puede observar que difieren debido a que el periodo  $T = 0.22$  se obtuvo en base a una fórmula general dada por la norma E-0.30, que toma en cuenta el tipo de sistema estructural resistente, y los periodos obtenidos mediante etabs, son más reales debido a un modelamiento en el cual el programa toma en cuenta, las rigideces y otros factores propios del modelo, para este caso se tomarán los valores obtenidos de ETABS.

### 7.2.2. Factor de zona

La edificación se encuentra ubicada en la Urb. Juan el Bueno, distrito Cercado, Provincia y Departamento de Arequipa. De acuerdo al anexo N°01 de la Norma E.030 pertenece a la ZONA 3.

$$Z = 0.35$$

### 7.2.3. Parámetros de sitio

El suelo sobre el cual estará cimentada la estructura presenta un perfil tipo S2, es decir, es un suelo intermedio según los resultados del EMS.

Por lo tanto, el factor de suelo es:

$$S = 1.15$$

El tipo de perfil de suelo define también los parámetros de los periodos  $T_p$  y  $T_L$  para la estructura.

$$T_p = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

### 7.2.4. Factor de importancia

La estructura se encuentra dentro de la categoría C, edificaciones comunes, ya que está destinada a vivienda multifamiliar, por lo tanto, el factor de uso según norma es:

$$U = 1.0$$

### 7.2.5. Factor de amplificación sísmica

Este valor depende del periodo fundamental de la estructura y de los parámetros de sitio como  $T_p$  y  $T_L$  siendo que periodo de la estructura para la dirección X-X es igual a 0.33 y para la dirección Y-Y es igual a 0.31 ambos menores a  $T_p=0.6$ , por lo tanto, el factor de amplificación sísmica para ambas direcciones será:

$$T < T_p$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

### 7.2.6. Sistema estructural

El factor de básico de reducción sísmica se determinó en base al tipo de sistema estructural resistente en cada dirección de análisis. Para la dirección de análisis X-X se determinó que el sistema estructural resistente del edificio, “es un sistema dual”, y para la dirección de análisis Y-Y se determinó un sistema estructural de “muros estructurales”.

- Dirección X-X:

**Tabla 9.**  
*Sistema estructural X-X*

<b>DIRECCION X - X</b>		
Fuerza Cortante V	Porcentaje	Sistema Estructural - C.A.
$V_{\text{basal}} = 142.93$	<b>100%</b>	<b>Sistema Dual</b>
$V_{\text{muros estruc.}} = 93.37$	<b>65%</b>	
$V_{\text{columnas}} = 49.552$	<b>35%</b>	

Fuente: Elaboración propia

$$Ro_x = 7$$

- Dirección Y-Y:

**Tabla 10.**  
*Sistema estructural Y-Y*

Fuente:

<b>DIRECCION Y - Y</b>		
Fuerza Cortante V	Porcentaje	Sistema Estructural - C.A.
$V_{\text{basal}} = 142.93$	<b>100%</b>	<b>Muros Estructurales</b>
$V_{\text{muros estruc.}} = 119.06$	<b>83%</b>	
$V_{\text{columnas}} = 23.87$	<b>17%</b>	

Elaboración propia

$$Ro_y = 6$$

### 7.3. Irregularidades Estructurales

#### 7.3.1. Irregularidades en Altura

##### 7.3.1.1. Irregularidad de Rigidez o Piso blando

Es necesario calcular la rigidez lateral para evaluar esta irregularidad. En las siguientes tablas se presentan los resultados de rigideces laterales para el caso del sismo dinámico en ambas direcciones.

**Tabla 11,**  
*Rigidez lateral en X*

DIRECCION X-X						
Nivel	Cortante del Entrepiso (Tn)	Desplazamiento Relativo (m)	Rigidez Lateral $K_i$ (Tn/m)	70% $K_{i+1}$	80% $\frac{K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3}}{3}$	Verificación
5	31.4903	0.001129	27892.20549	-	-	-
4	67.9428	0.001403	48426.79971	19524.54384	-	Regular
3	95.2821	0.001562	61000.06402	33898.7598	-	Regular
2	113.5084	0.001451	78227.70503	42700.04481	36618.41846	Regular
1	122.5148	0.000837	146373.7157	54759.39352	50041.21834	Regular

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.**  
*Rigidez lateral en Y*

DIRECCION Y-Y						
Nivel	Cortante del Entrepiso (Tn)	Desplazamiento Relativo (m)	Rigidez Lateral $K_i$ (Tn/m)	70% $K_{i+1}$	80% $\frac{K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3}}{3}$	Verificación
5	36.7368	0.001643	22359.58612	-	-	-
4	79.2626	0.00177	44781.12994	15651.71029	-	Regular
3	111.157	0.001733	64141.37334	31346.79096	-	Regular
2	132.4198	0.001439	92022.09868	44898.96134	35008.55718	Regular
1	142.9269	0.000762	187568.1102	64415.46908	53585.22719	Regular

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en los resultados anteriores, la estructura no presenta irregularidad de rigidez o piso blando, ya que ninguno de los niveles o pisos tiene una rigidez menor al 70% de la rigidez del entrepiso inmediato superior. Tampoco se

observa que algún nivel tenga menor rigidez lateral que el 80 % del promedio de 3 pisos superiores al mismo.

### 7.3.1.2. Irregularidad de Piso débil

Esta irregularidad sucede cuando el cortante en cualquiera de los entrepisos es menor al 80% del entrepiso inmediato superior.

**Tabla 13.**  
*Verificación de piso débil en X*

DIRECCION X-X					
Nivel	$V_{n_{muros}}$	$V_{n_{columnas}}$	Resistencia de Entrepiso $V_{n_i}$	80% $V_{n_{i+1}}$	Verificación
5	1.254	2.7	3.954	-	-
4	1.254	2.7	3.954	3.1632	regular
3	1.254	2.7	3.954	3.1632	regular
2	1.254	2.7	3.954	3.1632	regular
1	1.254	2.7	3.954	3.1632	regular

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.**  
*Verificación de piso débil en Y*

DIRECCION Y-Y					
Nivel	$V_{n_{muros}}$	$V_{n_{columnas}}$	Resistencia de Entrepiso $V_{n_i}$	80% $V_{n_{i+1}}$	Verificación
5	1.905	2.7	4.605	-	-
4	1.905	2.7	4.605	3.684	regular
3	1.905	2.7	4.605	3.684	regular
2	1.905	2.7	4.605	3.684	regular
1	1.905	2.7	4.605	3.684	regular

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las tablas, no presenta irregularidad de resistencia o piso débil.

### 7.3.1.3. Irregularidad de Masa o peso

Este tipo de irregularidad se presenta cuando uno de los entrepisos es muy superior en masa a otro adyacente, debe superar en más del 50% para castigar a la estructura con este factor.

**Tabla 15.**  
*Verificación de irregularidad de masa o peso*

DIRECCION XX - YY				
Nivel	Masa o Peso $M_i$ (Tn)	$1.5M_{i+1}$	$1.5M_{i-1}$	Verificación
5	12.83541	-	27.85875	Regular
4	18.5725	19.253115	27.85875	Regular
3	18.5725	27.85875	27.85875	Regular
2	18.5725	27.85875	27.532755	Regular
1	18.35517	27.85875	-	Regular

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, no presenta irregularidad de masa o peso, para ambas direcciones.

#### 7.3.1.4. Irregularidad de geométrica vertical

Se presentará irregularidad de geometría vertical, cuando en cualquiera de las 2 direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente.

**Tabla 16.**  
*Irregularidad de geometría vertical X-X*

DIRECCION X-X				
Nivel	Dimensión en x-x L (m)	$1.3L_{i+1}$	$1.3L_{i-1}$	Verificación
5	10	-	13	Regular
4	10	13	13	Regular
3	10	13	13	Regular
2	10	13	13	Regular
1	10	13	-	Regular

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17.**  
*Irregularidad de geometría vertical Y-Y*

<b>DIRECCION Y-Y</b>					
Nivel	Dimensión en y-y L (m)	$1.3L_{i+1}$	$1.3L_{i-1}$	<b>Verificación</b>	
5	21	-	27.3	Regular	
4	21	27.3	27.3	Regular	
3	21	27.3	27.3	Regular	
2	21	27.3	27.3	Regular	
1	21	27.3	-	Regular	

Fuente: Elaboración propia

La dimensión en planta de la estructura que resiste las cargas es la misma en todos los pisos, en ambas direcciones, por lo que no se presenta esta irregularidad.

#### **7.3.1.5. Irregularidad de discontinuidad de los sistemas resistentes**

La estructura no presenta este tipo de irregularidad, ya que sus elementos estructurales resistentes son continuos desde el primer nivel hasta el último.

### **7.3.2. Irregularidades en Planta**

#### **7.3.2.1. Irregularidad Torsional**

Esta irregularidad se da cuando el desplazamiento relativo máximo de un entrepiso (calculado considerando los efectos de la excentricidad accidental) es 1.3 veces mayor al promedio del desplazamiento relativo en los extremos del entrepiso en cuestión, ambos evaluados para la misma condición de carga.

Este criterio solo será aplicado para edificios que presenten diafragmas rígidos y también que el máximo desplazamiento relativo de entre piso sea mayor al 50 % del desplazamiento máximo admisible.

**Tabla 18.**  
*Verificación de irregularidad torsional en X*

DIRECCION X-X			$\Delta_{max} > 50\% \Delta_{admissible}$	
Entrepiso	Máximo Desplazamiento Relativo $\Delta_{max}$	Desplazamiento Relativo Promedio $\Delta_{prom}$	Material	Concreto
			$\Delta_{admissible}$ 50% $\Delta_{admissible}$	0.007 0.0035
5	0.001527	0.001056	NO APLICA	
4	0.001774	0.001265	NO APLICA	
3	0.001867	0.001366	NO APLICA	
2	0.00164	0.001235	NO APLICA	
1	0.000894	0.000697	NO APLICA	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.**  
*Verificación de irregularidad torsional en Y*

DIRECCION Y-Y			$\Delta_{max} > 50\% \Delta_{admissible}$	
Entrepiso	Máximo Desplazamiento Relativo $\Delta_{max}$	Desplazamiento Relativo Promedio $\Delta_{prom}$	Material	Concreto
			$\Delta_{admissible}$ 50% $\Delta_{admissible}$	0.007 0.0035
5	0.001353	0.005776	NO APLICA	
4	0.001454	0.004466	NO APLICA	
3	0.001413	0.003062	NO APLICA	
2	0.001163	0.001701	NO APLICA	
1	0.00061	0.000584	NO APLICA	

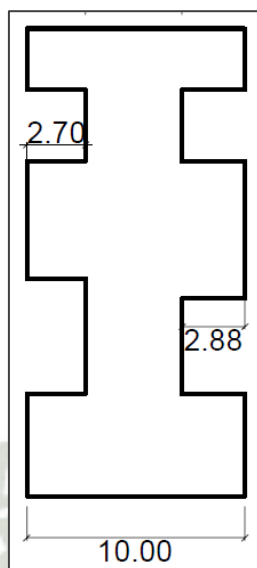
Fuente: Elaboración propia

Tanto en la dirección X y Y No presente irregularidad torsional ya que como se puede apreciar el máximo desplazamiento relativo de cada entrepiso no supera el 50 % del máximo desplazamiento admisible.

### 7.3.2.2. Esquinas entrantes

Cuando las dimensiones de las esquinas entrantes en cada dirección superan al 20% de la dimensión total en planta (para la misma dirección de análisis) se presenta esta irregularidad.

- Verificamos en el eje X-X:



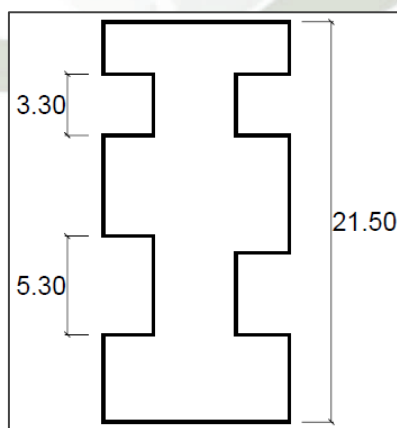
**Figura 23.** Dimensiones de esquinas entrantes en X

$$\frac{(2.70 + 2.88) * 100}{10.00} = 55.8\%$$

Presenta irregularidad por esquinas entrantes en X-X

$$I_{px} = 0.90$$

- Verificamos en el eje Y-Y:



**Figura 24.** Dimensiones de esquinas entrantes en Y

$$\frac{(3.30 + 5.30) * 100}{21.50} = 40.0\%$$

Presenta irregularidad por esquinas entrantes en Y-Y

$$I_{py} = 0.90$$

### 7.3.2.3. Discontinuidad del diafragma

Esta irregularidad se da en base a 2 criterios:

- Criterio 1 Primero se verificará si las aberturas en el diafragma presentan un área mayor al 50% del área bruta del diafragma.

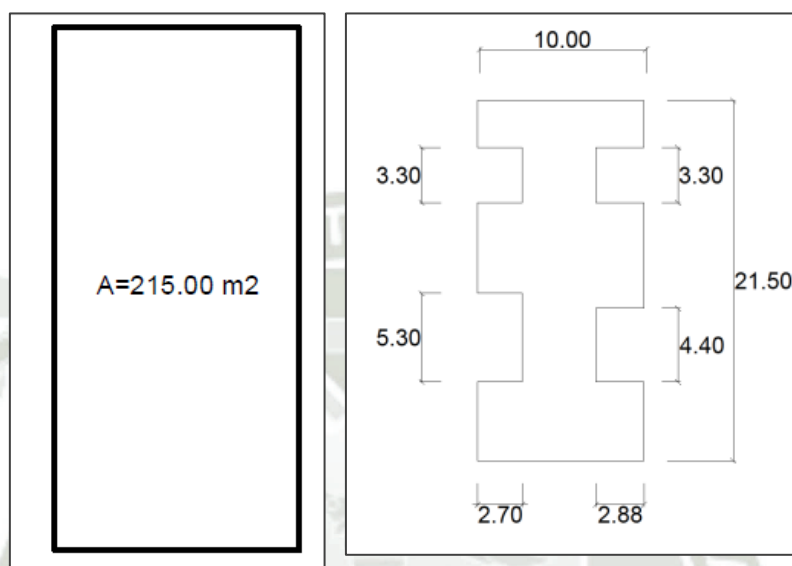


Figura 25. Área bruta diafragmas

Tabla 20.  
Criterio 1 de discontinuidad de diafragma

Entrepiso	Área Total del Piso $A_{total}$	Área de las Aberturas	DIRECCION XX - YY	
			$A_{abertura} > 50\% A_{total}$	Verificación
1	215	45.396	50% $A_{total}$ 107.5	Regular
2	215	45.396	107.5	Regular
3	215	45.396	107.5	Regular
4	215	45.396	107.5	Regular
5	215	45.396	107.5	Regular

Fuente: Elaboración propia

- Criterio 2 cuando en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

**Tabla 21.**  
*Criterio 2 de discontinuidad de diafragma*

Entrepiso	Sección Transversal Total Resistente					Área Resistente Total $A_{RT}$
	Losas Aligeradas		Losas Macizas		Área Resistente	
	espesor de losa (m)	$L_{losa}$ aligerada	Espesor de losa	$L_{losa}$ maciza		
1	0.2	10	0	0		0.8750
1	0.2	4.45	0.12	4.65		0.9474
						-
						-
						-
						$A_R < 25\% A_{RT}$
Sección crítica Transversal Resistente		Losas Macizas		Área Resistente		Verificación
espesor de losa	$L_{losa}$ aligerada	Espesor de losa	$L_{losa}$ maciza	$A_R$	25% $A_{RT}$	
0	0	0.12	1.75	0.2100	0.21875	Irregular
0.2	4.45	0	0	0.3894	0.23648	Regular

Fuente: Elaboración propia

Presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma

$$I_{px} = 0.85$$

$$I_{py} = 0.85$$

#### 7.3.2.4. Irregularidad por sistemas no paralelos

No presenta, porque en este proyecto, todos los ejes son paralelos para ambas direcciones de análisis.

#### 7.4. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Una vez que se han determinado las irregularidades se puede obtener el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas para ambas direcciones. Cabe resaltar que al presentarse más de un tipo de irregularidades se han tomado los siguientes valores según norma.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R_x = 7 * 1.00 * 0.85 = 5.95$$

$$R_y = 6 * 1.00 * 0.85 = 5.10$$

## 7.5. Análisis estático

Este análisis consiste en representar las fuerzas sísmicas actuando en el centro de masas de cada piso. En la zona 3, en estructuras irregulares, este método es válido para edificaciones de muros estructurales de no más de 15 m de altura.

### 7.5.1. Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula de acuerdo a la siguiente expresión.

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

Con los factores de zona, uso, suelo, amplificación sísmica, sistema estructural descritos anteriormente y el peso de la edificación se calcula la fuerza cortante en la base para cada dirección.

#### Dirección XX

$$R_x = 5.95$$

$$C/R_x = 2.5/5.95 = 0.42 \geq 0.11 \text{ OK}$$

$$V_x \text{ (Tn)} = 144.14$$

$$\text{Como periodo } T_x = 0.33 < 0.5 \Rightarrow k_x = 1$$

Se calculará el coeficiente sísmico ( $C_s$ ), el cual se ingresará al programa Etabs para el cálculo del cortante basal estático.

$$C_{sx} = \frac{Z * U * C * S}{R} = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.15}{5.95} = 0.16912$$

#### Dirección YY

$$R_y = 5.10$$

$$C/R_y = 2.5/5.10 = 0.49 \geq 0.11 \text{ OK}$$

$$V_y \text{ (Tn)} = 168.16$$

$$\text{Como periodo } T_y = 0.33 < 0.5 \Rightarrow k_y = 1$$

$$C_{sy} = \frac{Z * U * C * S}{R} = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.15}{5.10} = 0.19730$$

### 7.5.2. Distribución de la fuerza sísmica en altura

- **Dirección X-X**

En la siguiente tabla se muestra los resultados para la dirección X.

**Tabla 22.**

*Cálculo de fuerzas inerciales y cortantes por piso para la dirección X-X*

<b>i</b>	<b>hi (m)</b>	<b>Pi (Tn)</b>	<b>Pi*hi</b>	<b>ai</b>	<b>Fi (Tn)</b>	<b>Vi (Tn)</b>
5	13.00	125.87	1636.35	0.26	37.05	37.05
4	10.40	182.13	1894.20	0.30	42.89	79.93
3	7.80	182.13	1420.65	0.22	32.16	112.10
2	5.20	182.13	947.10	0.15	21.44	133.54
1	2.60	180.00	468.01	0.07	10.60	144.14

Fuente: Elaboración propia

- **Dirección Y-Y**

En la siguiente tabla se muestra los resultados para la dirección Y.

**Tabla 23.**

*Cálculo de fuerzas inerciales y cortantes por piso para la dirección Y-Y*

<b>i</b>	<b>hi (m)</b>	<b>Pi (Tn)</b>	<b>Pi*hi</b>	<b>ai</b>	<b>Fi (Tn)</b>	<b>Vi (Tn)</b>
5	13.00	125.87	1636.35	0.26	43.22	43.22
4	10.40	182.13	1894.20	0.30	50.03	93.26
3	7.80	182.13	1420.65	0.22	37.52	130.78
2	5.20	182.13	947.10	0.15	25.02	155.80
1	2.60	180.00	468.01	0.07	12.36	168.16

Fuente: Elaboración propia

### 7.6. Análisis dinámico

Para realizar el análisis dinámico se usará el software Etabs, la respuesta máxima elástica fue calculada como indica la Norma E.030, artículo 29 (ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL).

#### **Amortiguamiento de la estructura**

Se consideró un amortiguamiento para la estructura del **5%** por ser de concreto armado; este valor es recomendado por normas y bibliografías. Valor que se consideró en el ETABS.

### 7.6.1. Aceleración espectral

El espectro inelástico de pseudo aceleraciones se define por:

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

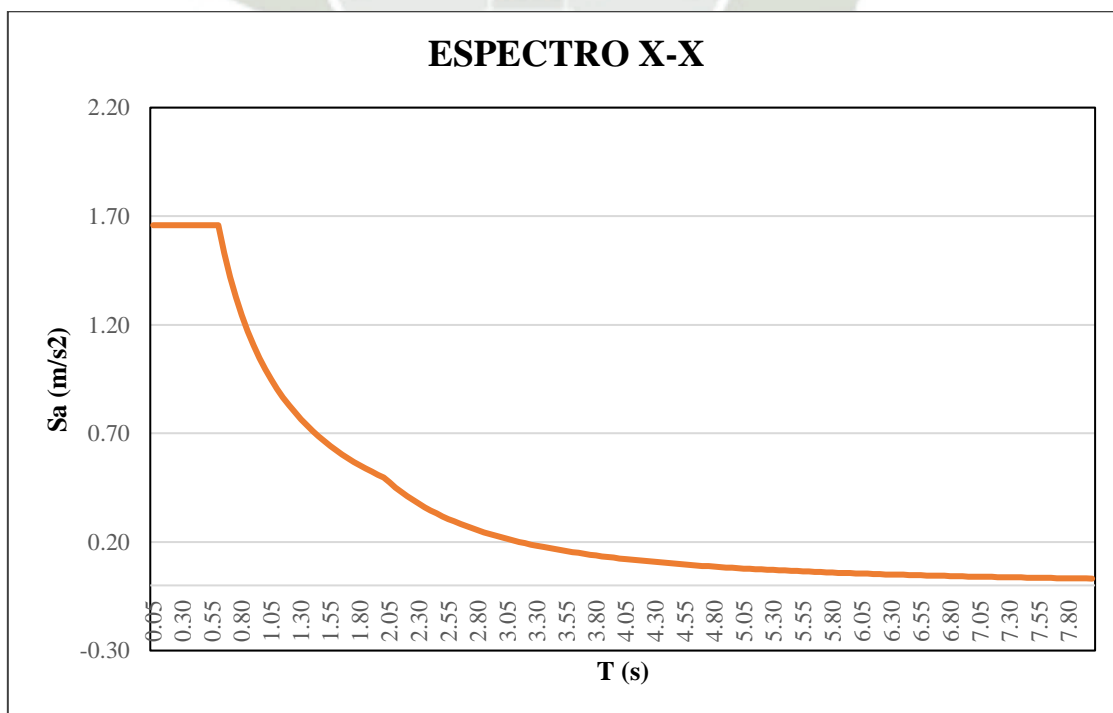
**Tabla 24.**

*Aceleración espectral en función del periodo X-X*

T	C	Sa
0.05	2.500	1.658
0.10	2.500	1.658
0.15	2.500	1.658
0.20	2.500	1.658
0.25	2.500	1.658
0.30	2.500	1.658
0.35	2.500	1.658
0.40	2.500	1.658
0.45	2.500	1.658
0.50	2.500	1.658
0.55	2.500	1.658
0.60	2.500	1.658
0.65	2.308	1.531
0.70	2.143	1.422
0.75	2.000	1.327
0.80	1.875	1.244
0.85	1.765	1.171
0.90	1.667	1.106
0.95	1.579	1.047
1.00	1.500	0.995
1.05	1.429	0.948
1.10	1.364	0.905
1.15	1.304	0.865
1.20	1.250	0.829
1.25	1.200	0.796
1.30	1.154	0.765
1.35	1.111	0.737
1.40	1.071	0.711
1.45	1.034	0.686
1.50	1.000	0.663
1.55	0.968	0.642
1.60	0.938	0.622
1.65	0.909	0.603
1.70	0.882	0.585
1.75	0.857	0.569
1.80	0.833	0.553

1.85	0.811	0.538
1.90	0.789	0.524
1.95	0.769	0.510
2.00	0.750	0.498
2.05	0.714	0.474
2.10	0.680	0.451
2.15	0.649	0.431
2.20	0.620	0.411
2.25	0.593	0.393
2.30	0.567	0.376
2.35	0.543	0.360
2.40	0.521	0.346
2.45	0.500	0.332
2.50	0.480	0.318
2.55	0.461	0.306
2.60	0.444	0.294
2.65	0.427	0.283
2.70	0.412	0.273
2.75	0.397	0.263
2.80	0.383	0.254
2.85	0.369	0.245
2.90	0.357	0.237
2.95	0.345	0.229
3.00	0.333	0.221

Fuente: Elaboración propia



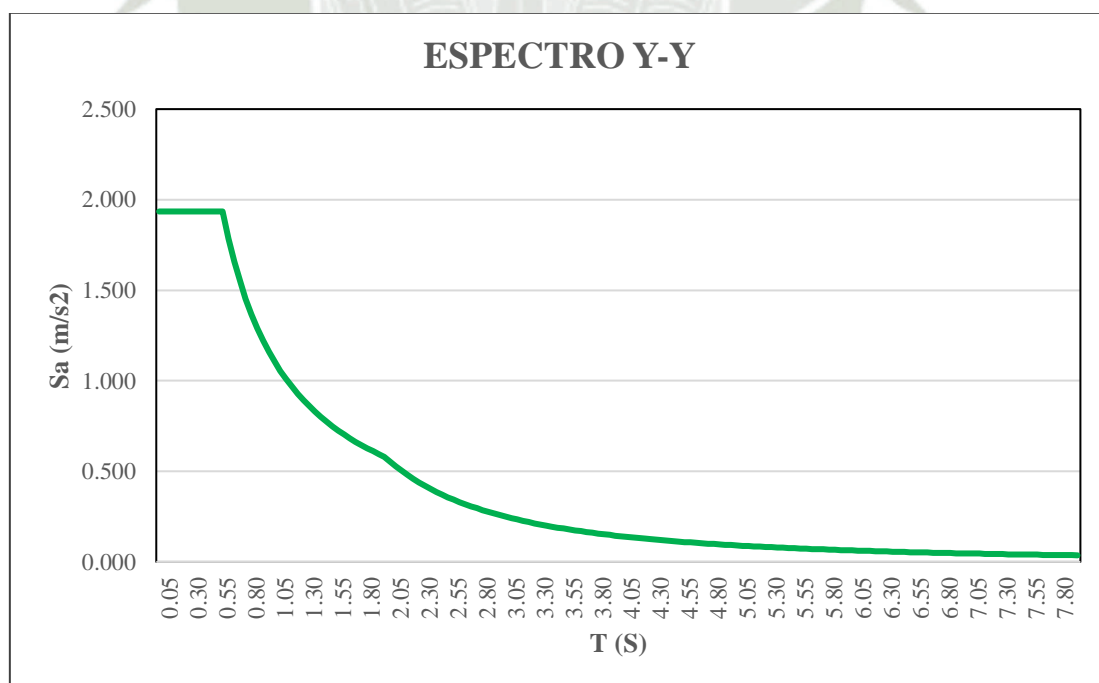
**Figura 26.** Espectro de respuesta X-X

**Tabla 25.**  
*Aceleración espectral en función del periodo Y-Y*

<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Say</b>
0.05	2.500	1.935
0.10	2.500	1.935
0.15	2.500	1.935
0.20	2.500	1.935
0.25	2.500	1.935
0.30	2.500	1.935
0.35	2.500	1.935
0.40	2.500	1.935
0.45	2.500	1.935
0.50	2.500	1.935
0.55	2.500	1.935
0.60	2.500	1.935
0.65	2.308	1.786
0.70	2.143	1.658
0.75	2.000	1.548
0.80	1.875	1.451
0.85	1.765	1.366
0.90	1.667	1.290
0.95	1.579	1.222
1.00	1.500	1.161
1.05	1.429	1.106
1.10	1.364	1.055
1.15	1.304	1.010
1.20	1.250	0.967
1.25	1.200	0.929
1.30	1.154	0.893
1.35	1.111	0.860
1.40	1.071	0.829
1.45	1.034	0.801
1.50	1.000	0.774
1.55	0.968	0.749
1.60	0.938	0.726
1.65	0.909	0.704
1.70	0.882	0.683
1.75	0.857	0.663
1.80	0.833	0.645
1.85	0.811	0.628
1.90	0.789	0.611
1.95	0.769	0.595
2.00	0.750	0.580

2.05	0.714	0.552
2.10	0.680	0.527
2.15	0.649	0.502
2.20	0.620	0.480
2.25	0.593	0.459
2.30	0.567	0.439
2.35	0.543	0.420
2.40	0.521	0.403
2.45	0.500	0.387
2.50	0.480	0.372
2.55	0.461	0.357
2.60	0.444	0.343
2.65	0.427	0.331
2.70	0.412	0.319
2.75	0.397	0.307
2.80	0.383	0.296
2.85	0.369	0.286
2.90	0.357	0.276
2.95	0.345	0.267
3.00	0.333	0.258

Fuente: Elaboración propia



**Figura 27.** Espectro de respuesta Y-Y

### 7.6.2. Masas participativas y periodos

La estructura presenta 15 modos de vibración como mínimo para llegar al 100% de la masa participativa.

**Tabla 26.**

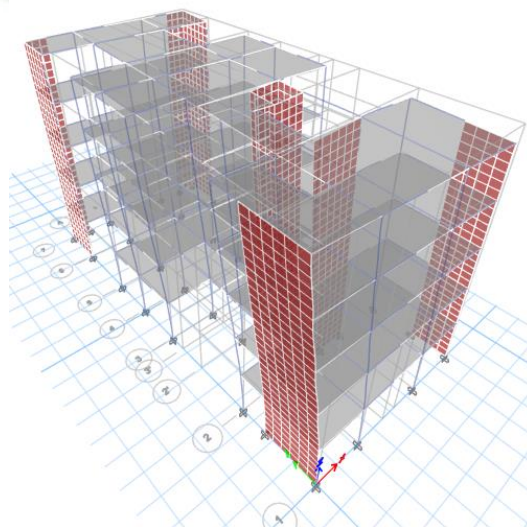
*Tabla de masas participativas y periodos de vibración.*

Mode	Period (s)	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.33	0.61	0.01	0.61	0.01
2	0.32	0.02	0.70	0.63	0.71
3	0.27	0.14	0.01	0.76	0.72
4	0.09	0.14	0.00	0.91	0.72
5	0.08	0.00	0.17	0.91	0.89
6	0.07	0.01	0.03	0.91	0.91
7	0.05	0.05	0.00	0.97	0.91
8	0.04	0.00	0.02	0.97	0.93
9	0.04	0.00	0.04	0.97	0.97
10	0.03	0.02	0.00	0.99	0.97
11	0.03	0.00	0.00	0.99	0.97
12	0.03	0.00	0.00	0.99	0.97
13	0.03	0.00	0.01	0.99	0.98
14	0.03	0.00	0.01	0.99	0.99
15	0.02	0.00	0.00	0.99	0.99

Fuente: Elaboración propia

#### Primer modo de vibración

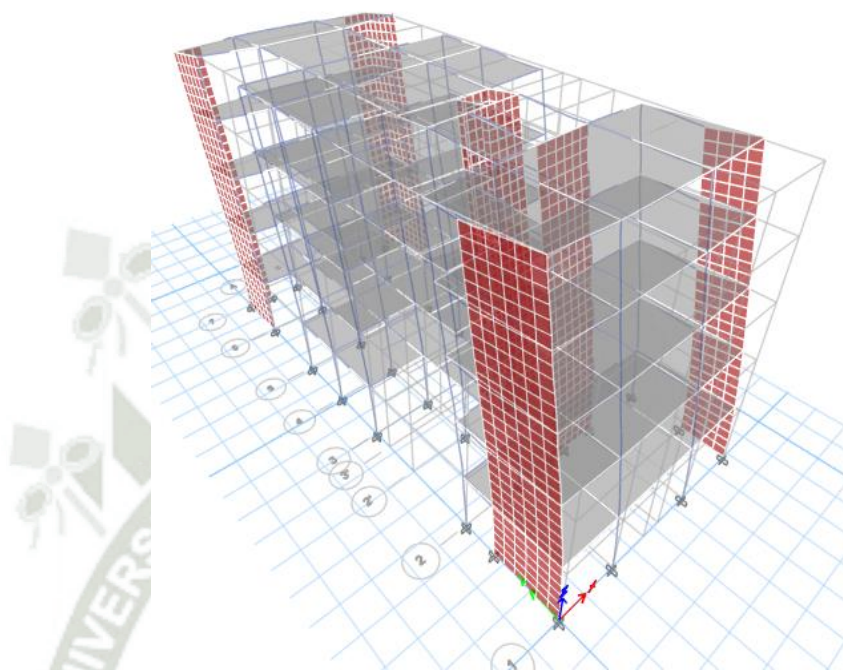
El primer modo de vibración es traslacional y se presenta en el eje X-X.



**Figura 28.** Primer modo de vibración

### Segundo modo de vibración

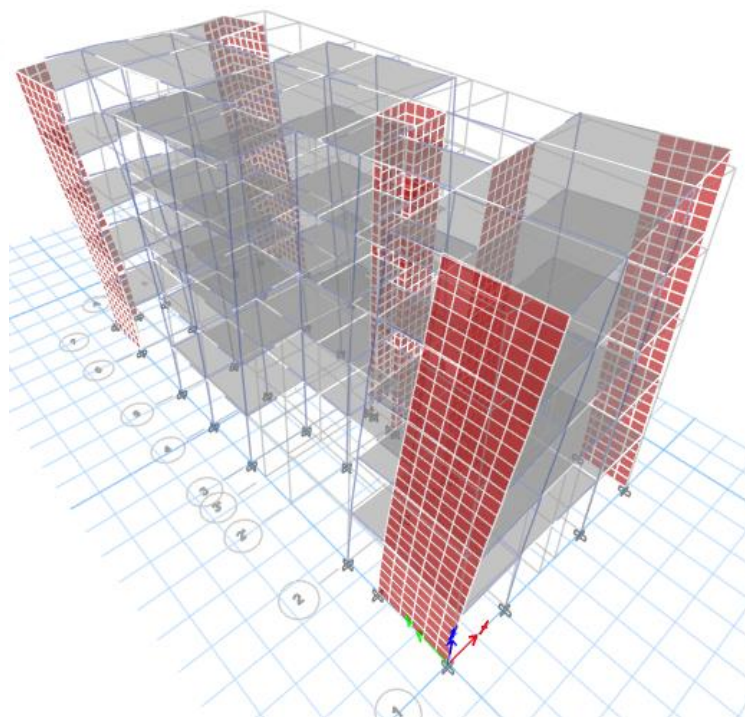
El segundo modo de vibración es traslacional y se presenta en el eje Y-Y.



*Figura 29.* Segundo modo de vibración.

### Tercer modo de vibración

El tercer modo de vibración es rotacional.



*Figura 30.* Tercer modo de vibración.

### 7.6.3. Control de desplazamientos

Para el sistema estructural de muros de concreto armado el límite para la distorsión de entrepiso es **0.007**.

Los desplazamientos mostrados en la siguiente tabla se determinaron multiplicando por **0.85 R**, ya que la estructura es **irregular**, esto según norma E-0.30, artículo 31 (Determinación de Desplazamientos Laterales), y en base a estos desplazamientos se determinó la deriva de entre piso, con el objetivo de verificar, que esta sea menor a la distorsión máxima de entrepiso.

$$0.85R_x = 0.85 * 5.95 = 5.075$$

$$0.85R_y = 0.85 * 5.10 = 4.335$$

**Tabla 27.**  
*Distorsión de entrepiso X-X*

EJE "X"	Entrepiso	desplazamientos	desplazamiento relativo	altura entrepiso	Deriva	limite	verificación
		d	dr	he	dr/he		
	5	0.065892	0.013129	2.6	0.00509	0.007	ok
	4	0.052763	0.015196	2.6	0.005882	0.007	ok
	3	0.037567	0.015948	2.6	0.006154	0.007	ok
	2	0.021619	0.013993	2.6	0.005388	0.007	ok
	1	0.007626	0.007626	2.6	0.002933	0.007	ok

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.**  
*Distorsión de entrepiso Y-Y*

EJE "Y"	Entrepiso	desplazamientos	desplazamiento relativo	altura entrepiso	Deriva	limite	verificación
		d	dr	he	dr/he		
	5	0.050342	0.01124	2.6	0.004343	0.007	ok
	4	0.039102	0.012156	2.6	0.004696	0.007	ok
	3	0.026946	0.011908	2.6	0.004593	0.007	ok
	2	0.015038	0.009856	2.6	0.003796	0.007	ok
	1	0.005182	0.005182	2.6	0.001993	0.007	ok

Fuente: Elaboración propia

### 7.7. Fuerza cortante mínima

Se deben amplificar las solicitaciones de acuerdo a la norma E.030, artículo 29.4 para ello se calcula la relación entre el cortante dinámico y estático del primer entrepiso, el cual no debe ser inferior al 90 % del cortante estático del primer nivel para estructuras irregulares, esta verificación se debe hacer para cada dirección.

- Para la dirección X-X

$$V_{\text{estático}} = 144.14 \text{ Tn}$$

$$90\% V_{\text{estático}} = 0.9 \times 144.14 = 129.72 \text{ Tn}$$

$$V_{\text{dinámico}} = 100.85 \text{ Tn}$$

Finalmente se calcula el factor de amplificación.

$$factor = \frac{90\% V_{est(x)}}{V_{din(x)}} = \mathbf{1.286}$$

- Para la dirección Y-Y

$$V_{\text{estático}} = 168.15 \text{ Tn}$$

$$90\% V_{\text{estático}} = 0.9 \times 168.15 = 151.34 \text{ Tn}$$

$$V_{\text{dinámico}} = 125.07 \text{ Tn}$$

Finalmente se calcula el factor de amplificación.

$$factor = \frac{90\% V_{est(y)}}{V_{din(y)}} = \mathbf{1.21}$$

Las cargas que se muestran en el siguiente capítulo de diseño estructural, ya se encuentran amplificadas por el factor de escalamiento de **1.286** en la dirección “X” y **1.21** en la dirección “Y”.

### 7.8. Junta Sísmica

La junta sísmica se necesita en todo el edificio, para así evitar el contacto entre estructuras vecinas ante un sismo, ya que los edificios tendrán un desplazamiento diferente. La Norma E.0.30 señala que debe existir una distancia “s” mínima:

- Mayor a los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes.

- $S = 0.006h \geq 0.03$  m, donde “h=13m” es la altura del edificio, medida desde el nivel del terreno natural. Este valor se puede reducir a S/2 en caso el otro edificio cuente con junta reglamentaria.

Las edificaciones vecinas a este proyecto son de un piso, con una proyección de 3 niveles.

$$S = 0.006 * 13 = 0.078 \text{ m}$$

Aplicando la reducción por junta reglamentaria en los vecinos “S” se reduce a la mitad:

$$\frac{s}{2} = \frac{0.078}{2} = 0.039 \text{ m}$$

Esta junta deberá ser mayor que 2/3 del desplazamiento máximo de la estructura

$$0.039 \text{ m} \geq \frac{2}{3} * 0.066 \text{ m}$$

$$0.039 \text{ m} \geq 0.043 \text{ m} \text{ No cumple}$$

Por lo tanto, se coloca una junta de **5 cm** en ambas direcciones.

## CAPÍTULO VIII

### 8. Diseño Estructural

En este capítulo se desarrolla el diseño de elementos estructurales por resistencia. Se calculará el refuerzo necesario en las secciones transversales, de modo que se obtenga una resistencia última acorde al cálculo de solicitaciones.

El diseño se realiza bajo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana E.060 (Concreto Armado) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para el diseño en concreto armado las normas actuales se centran en el diseño por resistencia, en donde los elementos estructurales, llegan a un estado límite de rotura, agotamiento o falla. Este método exige que la resistencia de diseño ( $\phi R_n$ ), sea mayor o igual a la resistencia requerida última ( $R_u$ ), en todos los elementos estructurales.

$$\phi R_n \geq R_u$$

#### 8.1. Diseño de vigas

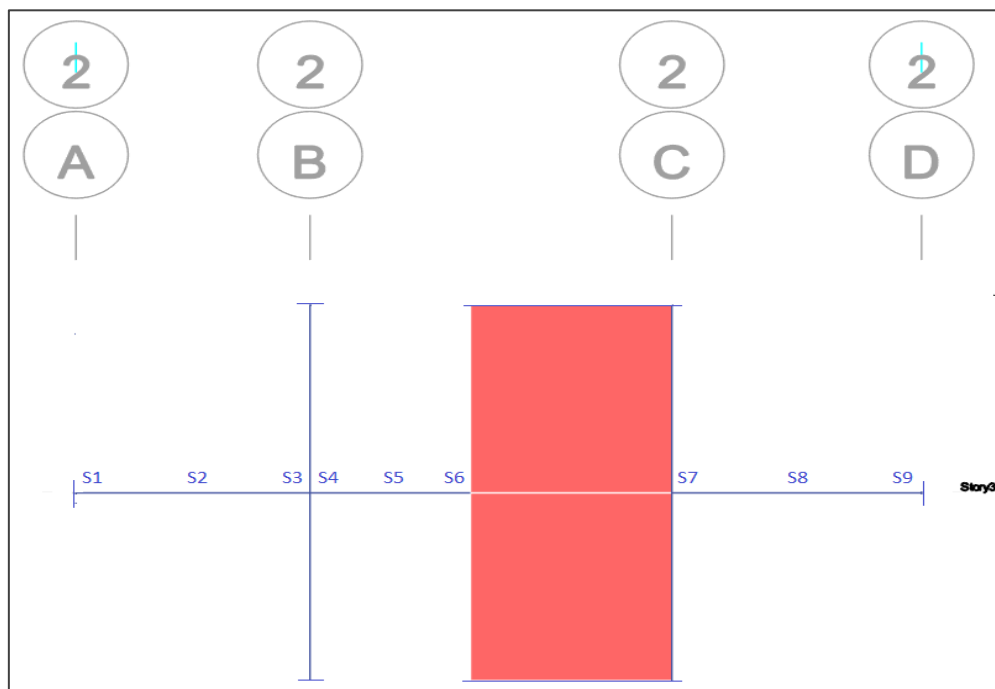
El diseño de vigas considera el metrado realizado por áreas tributarias. Estos elementos tienen gran responsabilidad estructural ya que absorben fuerzas cortantes sísmicas. Las vigas tienen un análisis por flexión y cortante, ya que estas a diferencia de los aligerados sí requieren refuerzo transversal.

El RNE menciona ciertas consideraciones a tener en cuenta para un adecuado diseño de las vigas.

- El refuerzo superior e inferior debe contener como mínimo 2 barras en toda la longitud.
- El área del acero inferior corrido debe ser como mínimo un tercio del acero positivo en la sección crítica.
- El área de acero en el punto de inflexión debe ser como mínimo un tercio del área de acero negativo en el apoyo.
- Los estribos colocados no solo deben resistir las fuerzas cortantes sino adicionalmente deben ser diseñados por capacidad y confinamiento.
- No se deben traslapar los empalmes en las zonas de confinamiento.

### 8.1.1. Diseño por flexión

A modo de ejemplo se diseñará la viga del Eje 2 del tercer piso.



**Figura 31.** Secciones de la viga del Eje 2 en el tercer nivel.

En la siguiente tabla se muestran los máximos momentos en las secciones críticas evaluados en la cara de los apoyos.

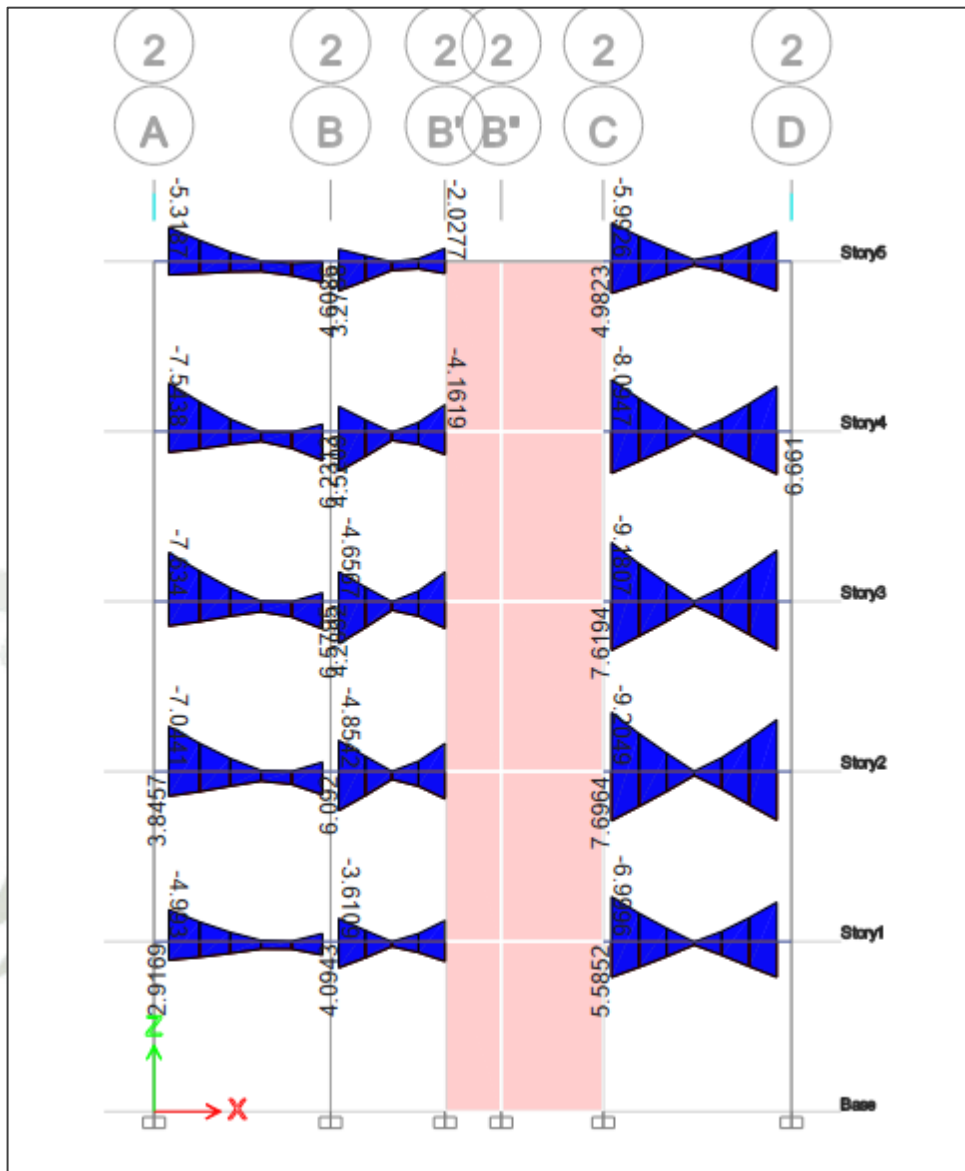
**Tabla 29.**

*Momentos máximos en secciones críticas de la viga del eje 2*

Sección		S1	S3	S4	S6	S7	S8	S9
CM	M (-)	-1.6			-0.13	-0.75		-0.16
	M (+)		0.86	0.55			0.27	
CV	M (-)	-0.26			-0.08			-0.04
	M (+)		0.26	0.26		0.03		
CS	M ( $\pm$ )	5.28	2.41	5.31	4.30	8.29		7.69

Fuente: Elaboración propia

Se deben evaluar las cargas últimas de acuerdo a las combinaciones especificadas en la Norma E.060. Con los resultados se puede obtener la envolvente de momentos.



**Figura 32.** *Envolvente de momentos de las vigas en el Eje 2*

Es importante resaltar que la viga presenta momentos elevados, tantos positivos como negativos, unidos a la placa, por lo que se sobreentiende que el momento sísmico predomina.

En la tabla se observan las cantidades de acero por flexión obtenidos con el momento flector de la envolvente a la cara de los apoyos.

**Tabla 30.**

*Área de acero requerido y acero colocado en la viga del eje 2 en el tercer piso*

Sección	Mu (Tn.m)	As (cm <sup>2</sup> )	Varillas	As colocado (cm <sup>2</sup> )	ΦMn (Tn.m)	Mn (Tn.m)
<b>S1</b>	-7.63	5.55	3Φ5/8"	5.94	8.12	9.02
	3.82	2.68	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
<b>S3</b>	-1.36	2.35	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
	4.29	3.01	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
<b>S4</b>	-4.85	3.42	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
	6.58	4.73	3Φ5/8"	5.94	8.13	9.03
<b>S6</b>	-4.58	3.23	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
	4.26	2.99	2Φ5/8"	3.96	5.56	6.18
<b>S7</b>	-9.21	6.81	2Φ5/8"+1Φ3/4"	7.68	9.21	10.23
	7.70	5.61	3Φ5/8"	5.94	8.13	9.03
<b>S9</b>	-8.06	5.89	2Φ5/8"+1Φ3/4"	7.68	9.21	10.23
	7.58	5.51	3Φ5/8"	5.94	8.13	9.03

Fuente: Elaboración propia

Verificación de condiciones para el diseño sísmico adecuado:

- El momento nominal positivo en la cara del apoyo debe tener una resistencia no menor a 1/3 del momento nominal negativo. Verificaremos para la sección S7, ya que presenta los mayores momentos.

$$Mn (+) > \frac{1}{3} * Mn (-)$$

$$8.13 > \frac{1}{3} * 9.21$$

$$8.13 > 3.07 \rightarrow OK$$

- El momento nominal positivo o negativo debe ser mayor a 1/4 del momento nominal en la cara del apoyo.

$$5.56 > \frac{1}{4} * 9.21$$

$$5.56 > 2.30 \rightarrow OK$$

### 8.1.2. Diseño por fuerza cortante

El diseño se realizará por capacidad de modo que se eviten las fallas frágiles en la viga ya que está sometida a momentos sísmicos importantes.

Las fórmulas que se utilizarán son las siguientes:

$$V_u \leq \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

$$V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

Los estribos serán de  $\Phi 3/8"$ . Donde  $A_v$  es el área de los ramales del estribo, en este caso  $1.42\text{cm}^2$ .

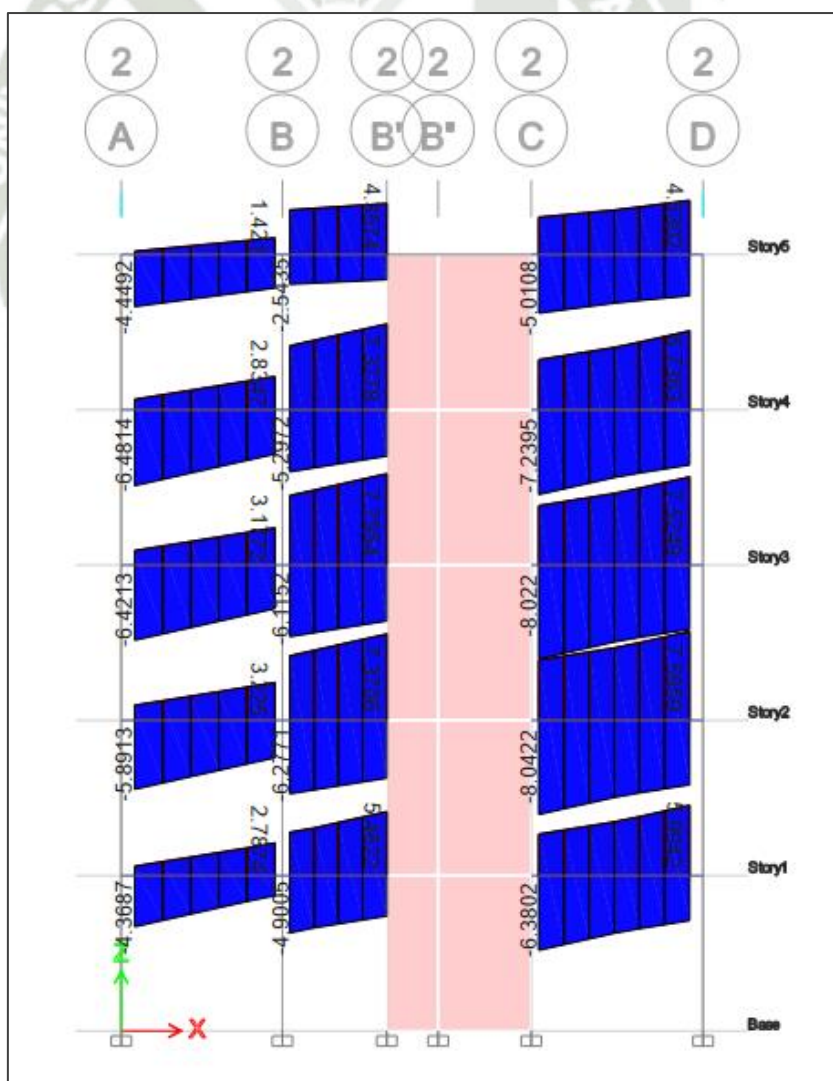


Figura 33. Envolvente de fuerzas cortantes del eje 2

Se calcula la resistencia al corte del concreto:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * bw * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 25 * 39$$

$$V_c = 7.49 \text{ Tn}$$

### Verificación del diseño por capacidad.

Al ser nuestro sistema estructural de muros estructurales y dual de tipo I, acorde a la norma vigente, donde establecen los siguientes requisitos para el diseño por capacidad:

-El cortante ultimo obtenido del análisis, de la viga del tercer nivel del eje 2, en el tercer tramo, no deberá ser menor que el menor valor obtenido de a y b:

a) Cortante por capacidad  $V_{cap.}$

$$V_{cap.} = 8.75 \text{ ton}$$

b) Cortante máximo obtenido de las combinaciones amplificando con un factor de 2.5 a los valores del sismo  $V_{2.5 \text{ sismo.}}$

$$V_{2.5 \text{ sismo.}} = 17.50 \text{ ton}$$

De estos 2 valores se escogerá el menor, que es 8.75 ton, siendo este, superior a  $V_u=8.04$  ton obtenido del análisis, por lo tanto y según norma se trabajara con un cortante ultimo final  $V_u=8.75$  ton, siendo que pasa el diseño por capacidad.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{8.75}{0.85} - 7.49$$

$$V_s = 2.80 \text{ Tn}$$

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$s = \frac{1.42 * 4200 * 39}{2800} = 82.94 \text{ cm}$$

Se obtuvo un espaciamiento de estribos  $s=82.94$  cm, siendo este un valor muy grande por lo que se tomara en cuenta las consideraciones dadas por la norma E.060 para vigas con responsabilidad sísmica:

- El primer estribo se debe colocar a 5 cm de la cara.

La zona de confinamiento debe tener la siguiente longitud:

$$s = 2 * h = 2 * 45 = 0.90 \text{ m}$$

Se debe escoger el menor valor entre los siguientes como espaciamiento en la zona de confinamiento:

$$s \leq d/4 = 9.0 \text{ cm}$$

$$s \leq 10 * \phi_{ac. \text{ long. menor}} = 10 * 1.59 = 15.9 \text{ cm}$$

$$s \leq 24 * \phi_{estribo} = 24 * 0.95 = 22.86 \text{ cm}$$

$$s \leq 30 \text{ cm}$$

El espaciamiento en la zona de confinamiento será 7.5 cm

- Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento será:

$$s \leq d/2 = 36/2 = 18 \text{ cm}$$

El refuerzo por corte se distribuye:

$$\phi 3/8": 1@0.05, 12@0.075, Rto@0.15$$

### 8.1.3. Control de deflexiones

Se verificará el tercer tramo de la viga, ya que es el más largo, según norma E-0.60 capítulo 9.6. al tener una viga en una sola dirección y solo con un extremo continuo, la fórmula de verificación es la siguiente:

$$h_{min} = \frac{l}{18.5}$$

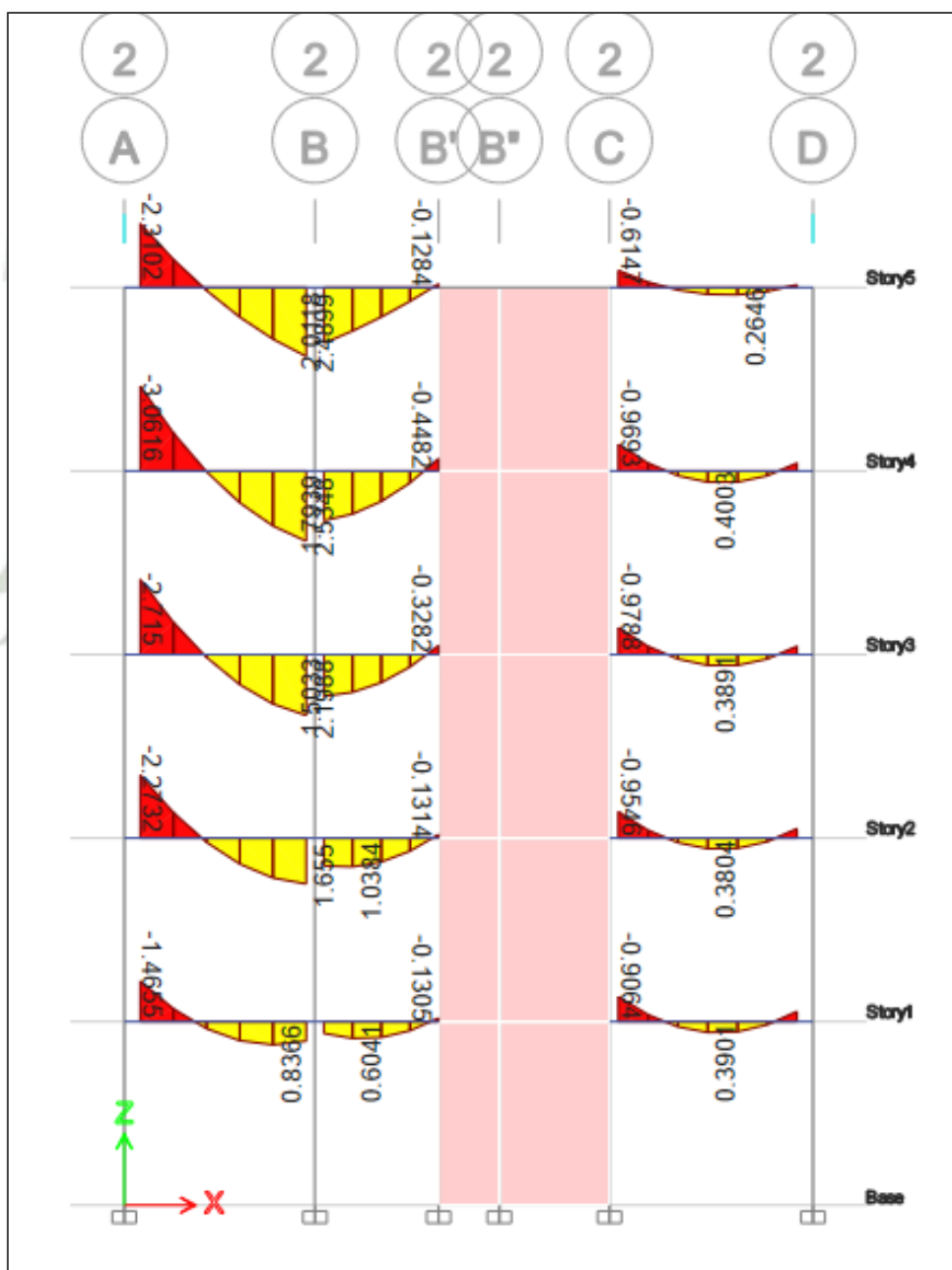
$$h_{min} = \frac{2.88}{18.5} = 16 \text{ cm}$$

El peralte mínimo que deberá tener la viga para no chequear deflexiones es de 16 cm.

La viga tiene un peralte de 45 cm, por ello no es necesario realizar el chequeo.

### 8.1.4. Control de fisuración

A continuación, se muestra el diagrama de momentos flectores para las condiciones de servicio.



**Figura 34.** DMF en condiciones de servicio del eje 2

Fuente: Elaboración propia

Con los valores del diagrama se verifica que las cargas en servicio no producen fisuras apreciables. Para ello se debe calcular  $Z$ . De acuerdo a la norma E-060 Cap.9 inciso 9.9 “Control de fisuración”

**Tabla 31.**  
*Parámetro Z*

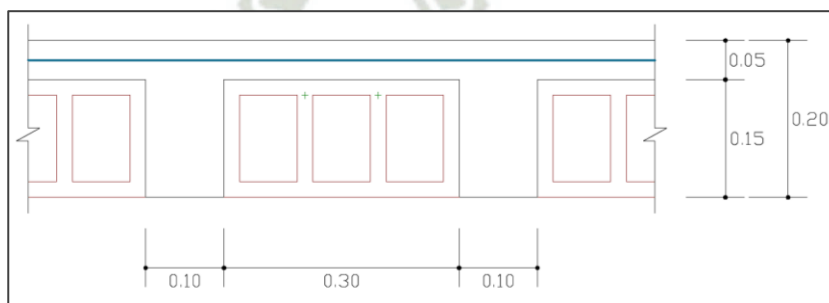
	<b>S1</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>
<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	5.94	3.96	5.94	3.96	7.68	3.98	7.68
<b>Ms (Tn.m)</b>	3.06	2.53	2.01	0.45	0.98	0.4	0.3
<b>N barras</b>	3	2	3	2	3	2	3
<b>fs (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	1467.7	1820.2	964.06	323.75	363.54	286.33	111.29
<b>Act (cm<sup>2</sup>)</b>	100	150	100	225	100	150	100
<b>dc (cm)</b>	6	6	6	6	6	6	6
<b>Z (Kg/cm)</b>	12378.8	17573.8	8131.2	3578.1	3066.3	2764.5	938.6
<b>Z/26000</b>	0.48	0.68	0.31	0.14	0.12	0.11	0.36

Fuente: Elaboración propia

La norma establece un máximo de **26000 Kg/cm** para el parámetro  $Z$ . Como se observa en la tabla anterior ninguna de las secciones supera el valor de  $Z$  establecido en la Norma.

## 8.2. Diseño de losas aligeradas

En el diseño de la edificación se han considerado losas aligeradas unidireccionales de 20 cm. Se analizará una franja de losa típica.



**Figura 35.** Aligerado 20cm sección típica

### 8.2.1. Diseño por flexión

La vigueta tiene forma de T, con un ancho en el ala de 40 cm y 10 cm en el alma. El acero negativo trabaja con el ancho del alma, para el caso del acero positivo se considera el ancho del ala.

El diseño por flexión busca equilibrar los momentos y fuerzas últimas en la sección. Sin embargo, se debe corroborar lo siguiente:

$$Mu \leq \phi Mn$$

$$Mu = 0.9Mn$$

Al analizar el bloque de compresiones se puede hallar el área de acero que garantice una adecuada resistencia:

$$Mn = 0.85 * f'c * b * a * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$fy * As = 0.85 * f'c * b * a$$

Dónde:

$As$  = Área de acero

$b$  = Ancho de la sección

$d$  = Peralte efectivo

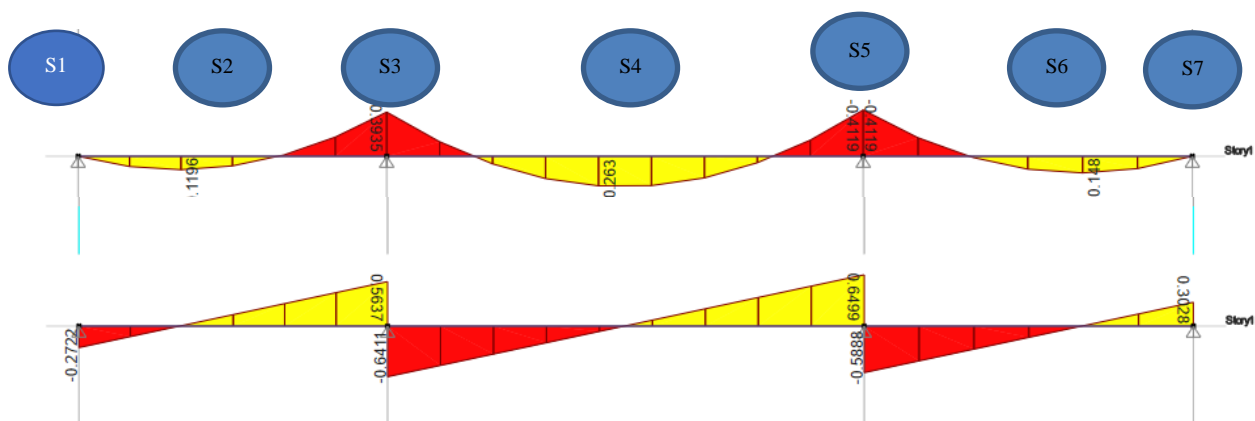
En la ecuación anterior “a” representa la altura idealizada del bloque de compresiones.

Despejando “a” y “As” de las ecuaciones anteriores, se tiene:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.9 * 0.85 * f'c * b}}$$

$$As = \frac{|Mu|}{0.9 * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

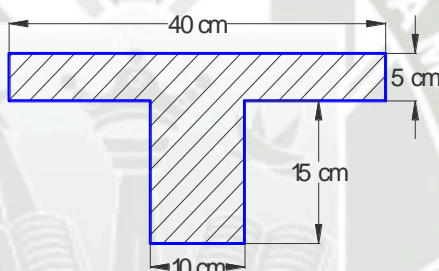
A modo de ejemplo se diseñará el aligerado comprendido entre los ejes 1 y 2. Se analizaron las cargas de gravedad en el programa Etabs, de donde se obtuvieron los diagramas de momentos flectores.



**Figura 36.** Diagrama de momentos flectores (Tn.m) y fuerzas cortantes (Tn)

Es importante definir el acero mínimo que puede tener la vigueta:

$$As_{min} = 0.7 \times \frac{\sqrt{f'c}}{fy} \times b \times d$$



$$As_{min (+)} = 0.7 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} \times 40 \times 17 = 1.64 \text{ cm}^2$$

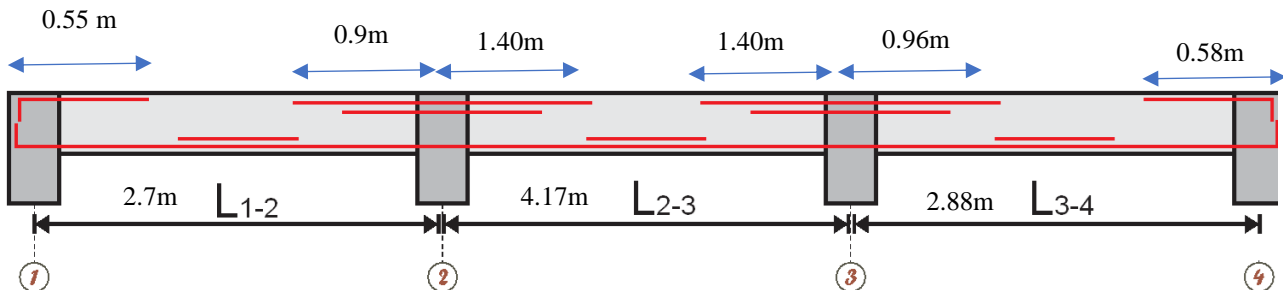
$$As_{min (-)} = 0.7 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} \times 10 \times 17 = 0.41 \text{ cm}^2$$

**Tabla 32.**  
Acero en vigueta

Sección	Mu (Tn.m)	As (cm2)	Varillas	As colocado (cm2)	ΦMn (Tn.m)
S1	-0.13	0.41	1Φ3/8"	0.71	0.44
S2	0.12	1.64	1Φ1/2"+1Φ3/8"	1.98	1.24
S3	-0.39	0.709	1Φ3/8"	0.71	0.43
S4	0.26	1.64	1Φ1/2"+1Φ3/8"	1.98	1.24
S5	-0.41	0.669	1Φ3/8"	0.71	0.44
S6	0.15	1.64	1Φ1/2"+1Φ3/8"	1.98	1.24
S7	-0.13	0.41	1Φ3/8"	0.71	0.44

Fuente: Elaboración propia

La longitud del refuerzo dependerá de la forma del DMF. Para el corte del refuerzo, usaremos en los extremos una longitud igual a  $L/5$ , y en las partes centrales  $L/3$ , donde  $L$  es la longitud de cada paño.



**Figura 37.** Longitud de los refuerzos en losas aligeradas.

### 8.2.2. Control de deflexiones

La losa debe tener la rigidez suficiente para controlar las deflexiones. La norma E.060 brinda peraltes mínimos que evitan el chequeo de deflexiones, estos valores dependen de la condición de apoyo.

Por ser el tramo central con dos extremos continuos:

$$\frac{L}{21} = \frac{4.17}{21} = 0.198 \text{ m}$$

Por ser un aligerado de 20 cm, ya no sería necesario hacer un control de deflexiones.

### 8.2.3. Verificación por corte

$$V_c = 1.1 * (0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d)$$

Donde:

$d$  = peralte efectivo = 17 cm

$bw$  = ancho del alma = 10cm

$$V_c = 1.44 T_n$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.44$$

$$\phi V_c = 1.22 T_n$$

Como se observa del DFC, el cortante último es igual a 0.65 Tn, siendo la resistencia del concreto mayor a este valor no será necesario realizar ensanches en las viguetas.

#### 8.2.4. Acero por temperatura

$$As_{min} = 0.0018 * b * h$$

Donde:

$$b = \text{Ancho de diseño} = 100 \text{ cm}$$

$$h = \text{Espesor de losa} = 5 \text{ cm}$$

La norma E.060 especifica que debe existir un refuerzo en la losa superior formada por las viguetas que controle la contracción debida a los cambios de temperatura o fragua. Este refuerzo se coloca perpendicularmente a la dirección del armado principal.

$$As_{min} = 0.0018 * 100 * 5$$

$$As_{min} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el cálculo del espaciamiento se tomarán varillas de 6 mm de diámetro.

$$s = \frac{\pi * D^2 / 4}{As_{min}}$$

$$s = 0.31 \text{ m} = 31 \text{ cm}$$

Los valores máximos del espaciamiento según norma son:

$$- s_{max} < 5h = 25 \text{ cm}$$

$$- s_{max} < 40 \text{ cm}$$

Para el acero por temperatura se escoge el menor y este será,  $\Phi 6\text{mm} @ 0.25\text{m}$

#### 8.3. Diseño de losa maciza

Como se puede apreciar para el momento más crítico de la gráfica es 0.20 Tn.m para el cual se a calculado una cuantía, inferior a la mínima, por lo que para la losa maciza se utilizara el acero mínimo.

$$Mu = 0.20 \text{ Tn.m} \Rightarrow \rho = 0.00068 < 0.0018$$

$$As_{min} = 0.0018 * 100 * 12 = 2.16 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

$$s = \frac{A_{\text{acero colocado}}}{A_{s \text{ min}}}$$

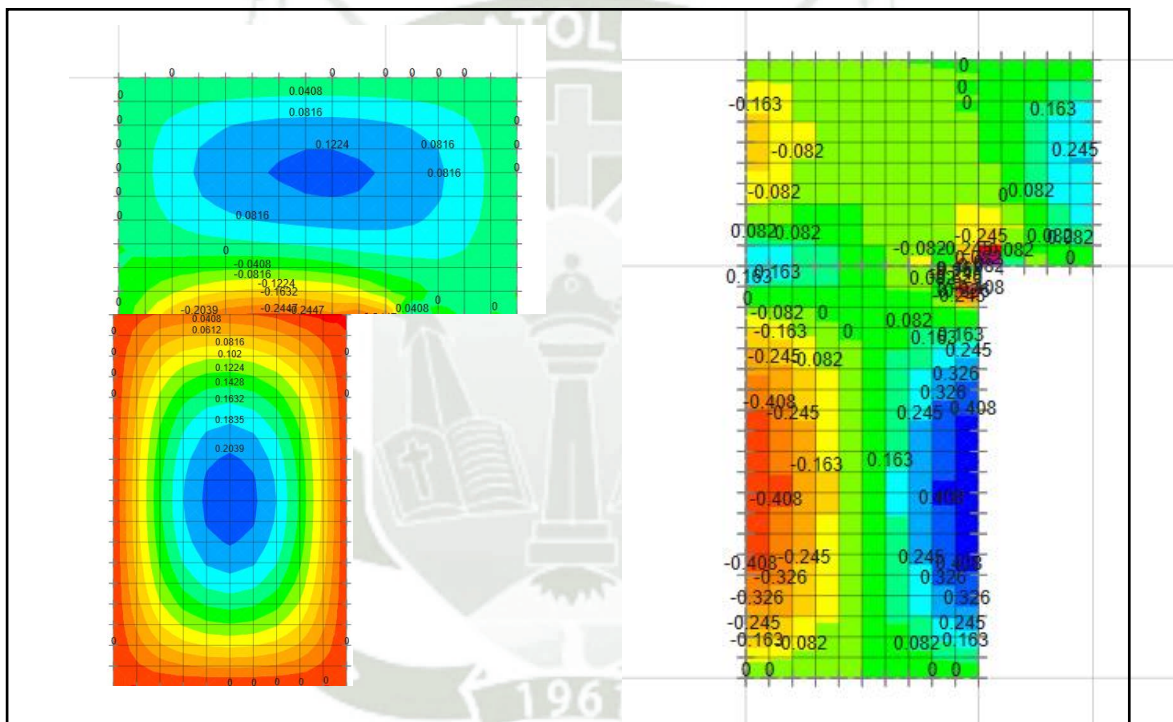
Colocamos acero 3/8"

$$s = \frac{0.71}{2.16} \times 100 = 32.87 \text{ cm}$$

Según la norma el espaciamiento de refuerzo no debe exceder de **2h**

$$\Rightarrow 2 \times 12 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

**Se colocará acero 3/8" @ 20 cm**



**Figura 38.** DMF y DFC para la losa maciza cercana a la escalera

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 9 = 5.86 \text{ Tn}$$

Como se observa en el DFC, los valores de los cortantes últimos son **inferiores** al cortante nominal del concreto, por lo que no es necesario colocar refuerzo transversal ya que fuerza cortante será resistida por el concreto.

#### 8.4. Diseño de columnas

Para modelar el comportamiento de la columna es preciso realizar el diagrama de interacción, en él se representa el estado último para cada par de carga axial nominal y momento.

Cada diagrama de interacción se define para una cantidad definida de acero, es decir para una cuantía de acero específica. A diferencia de las vigas, en las columnas se considera el área de concreto total, sin tener en cuenta el concepto de peralte efectivo, ya que no es válido para este caso. La Norma E.060 establece mínimo y máximo para el valor de la cuantía en columnas, así como su valor:

$$1\% < \rho < 6\%$$

$$\rho = \frac{A_{st}}{b * h}$$

La norma también considera una excentricidad de diseño nominal mínima, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$\phi P_n = 0.56 [0.85 * f'_c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

A manera de ejemplo se diseñará la **Columna C 4**.

##### 8.4.1. Verificación de la esbeltez

Para verificar la esbeltez de la columna es necesario que se calcule el índice de estabilidad **Q**, el cual debe ser menor o igual a 0.06.

$$Q = \frac{\sum P_u * \Delta_o}{V_{us} * h_e}$$

Donde:

$Q$  = Índice de estabilidad para el entrepiso

$\Delta_o$  = Deformación relativa debida a fuerzas laterales amplificadas

$\sum P_u$  = Sumatorio de cargas acumuladas y amplificadas

$h_e$  = Altura de entrepiso

$V_{us}$  = Fuerza cortante de entrepiso amplificada

**Tabla 33.**  
*Análisis de esbeltez dirección X-X*

Dirección X-X							
PISO	$\Sigma P_u$ (Tn)	$\Delta o$ (m)	$\Sigma P_u * \Delta o$	$V_{us}$ (Tn)	$h$ (m)	$Q = \frac{\Sigma P_u * \Delta o}{V_{us} * h_e}$	
5	206.6338	0.01478	3.05	36.998	2.6	0.03	OK
4	501.8734	0.01681	8.44	74.3098	2.6	0.04	OK
3	797.113	0.0174	13.87	101.009	2.6	0.05	OK
2	1092.3526	0.00581	6.35	118.412	2.6	0.02	OK
1	1384.6085	0.00811	11.23	126.287	2.6	0.03	OK

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34.**  
*Análisis de esbeltez dirección Y-Y*

Dirección Y-Y							
PISO	$\Sigma P_u$ (Tn)	$\Delta o$ (m)	$\Sigma P_u * \Delta o$	$V_{us}$ (Tn)	$h$ (m)	$Q = \frac{\Sigma P_u * \Delta o}{V_{us} * h_e}$	
5	206.6338	0.01248	2.58	46.7246	2.6	0.02	OK
4	501.8734	0.01335	6.70	91.8682	2.6	0.03	OK
3	797.113	0.01298	10.35	122.471	2.6	0.03	OK
2	1092.3526	0.01067	11.66	142.014	2.6	0.03	OK
1	1384.6085	0.00551	7.63	150.86	2.6	0.02	OK

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las tablas anteriores los valores para el índice de estabilidad de cada entrepiso son menores a **0.06**, por este motivo la estructura se puede considerar como arriostrada,

Para despreciar los efectos de la esbeltez queda un chequeo adicional:

$$lu/r \leq 34$$

Donde:

$lu$  = longitud no arriostrada de elemento en compresión

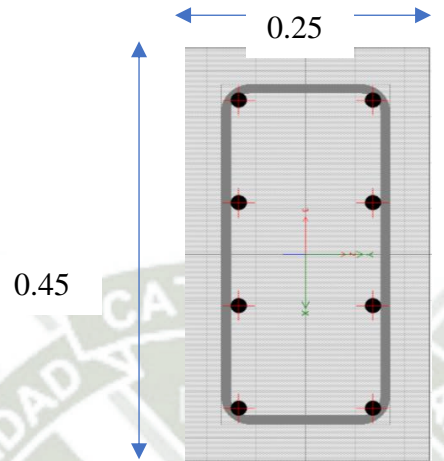
$r$  = radio de giro de la sección transversal

Para secciones de forma rectangular el radio de giro se puede asumir como igual a  $0.30h$ .

Cálculo de la longitud no arriostrada de la columna:

$$l_u = 2.60 - 0.45 = 2.15 \text{ m} \quad (\text{Donde } 0.45 \text{ es el peralte de la viga})$$

Cálculo de los radios de giro de la columna para ambas direcciones:



$$r_x = 0.30 * 0.45 = 0.135$$

$$r_y = 0.30 * 0.25 = 0.075$$

Para obtener los valores de  $l_u/r$  reemplazamos y verificamos si cumple:

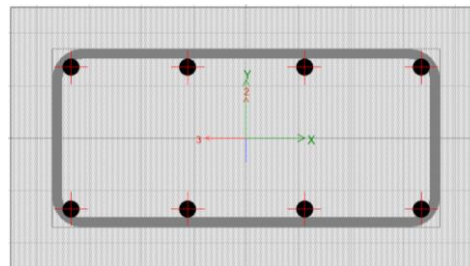
$$\frac{l_u}{r_x} = \frac{2.15}{0.135} = 15.93 < 34 \text{ OK}$$

$$\frac{l_u}{r_y} = \frac{2.15}{0.075} = 28.67 < 34 \text{ OK}$$

De acuerdo a los chequeos realizados, la columna no presenta problemas por esbeltez.

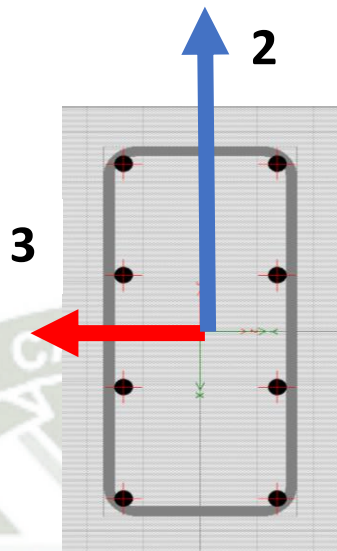
#### 8.4.2. Diseño por flexo compresión

El diagrama de interacción nominal y de diseño se generó en el software ETABS, para ello se eligió colocar 8 varillas de 5/8", de la siguiente manera:



$$\rho = \frac{8 * 1.98}{25 * 45} * 100\% = 1.41\%$$

En esta grafica se observa a la columna C4 y sus respectivos ejes locales:



La verificación se realiza para las primeras combinaciones de carga dadas en la Norma E.060, por ser las más críticas, para el eje local 2.

**Tabla 35.** *Puntos de verificación primera combinación*

<b>1.4CM+1.7CV</b>		
<b>Piso</b>	<b>Mu</b>	<b>Pu</b>
1	0.012	69.87
2	0.055	53.56
3	0.116	38.01
4	0.146	22.84
5	0.197	7.91

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36.** *Puntos de verificación segunda combinación*

<b>1.25(CM+CV)+S</b>		
<b>Piso</b>	<b>Mu</b>	<b>Pu</b>
1	0.72	61.27
2	0.92	47.02
3	1.11	33.36
4	1.07	20.04
5	1.45	6.99

Fuente: Elaboración propia

Para esta cuantía de acero se grafica el diagrama nominal y de diseño según los puntos dados:

**Tabla 37.**

*Puntos del diagrama de interacción nominal sin  $\phi$  para la columna C4, según eje local 2*

<b>Diagrama Nominal</b>		
<b>Punto</b>	<b>P (Tn)</b>	<b>M2 (Tn.m)</b>
1	212.1251	0
2	212.1251	4.1254
3	190.355	6.3725
4	157.5791	8.1186
5	117.4776	9.1493
6	67.2138	9.7753
7	45.4678	8.7722
8	19.6164	7.1893
9	-15.0703	4.7071
10	-51.6118	1.7973
11	-67.1999	0

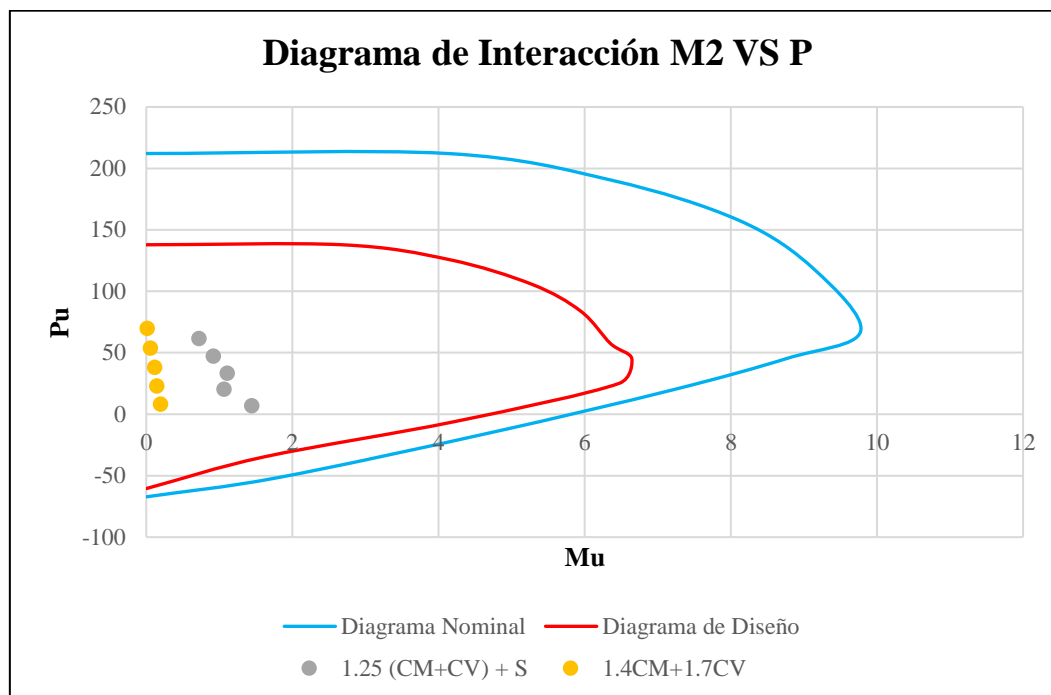
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.**

*Puntos del diagrama de interacción de diseño con  $\phi$  para la columna C4*

<b>Diagrama de diseño</b>		
<b>Punto</b>	<b>P (Tn)</b>	<b>M2 (Tn.m)</b>
1	137.8813	0
2	137.8813	2.6815
3	125.8851	4.1421
4	105.7473	5.2771
5	83.8355	5.947
6	57.5096	6.3539
7	45.2324	6.6455
8	25.0923	6.4703
9	-5.7942	4.2364
10	-34.6339	1.6175
11	-60.4799	0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 39.** Diagrama de Interacción nominal y de diseño para la columna C4, eje 2

La verificación para el eje local 3 se realiza de manera similar con las primeras combinaciones de carga dadas en la Norma E.060, por ser las más críticas:

**Tabla 39.** Puntos de verificación primera combinación

1.4CM+1.7CV		
Piso	Mu	Pu
1	1.33	69.87
2	1.74	53.56
3	1.82	38.01
4	2.01	22.84
5	1.8	7.91

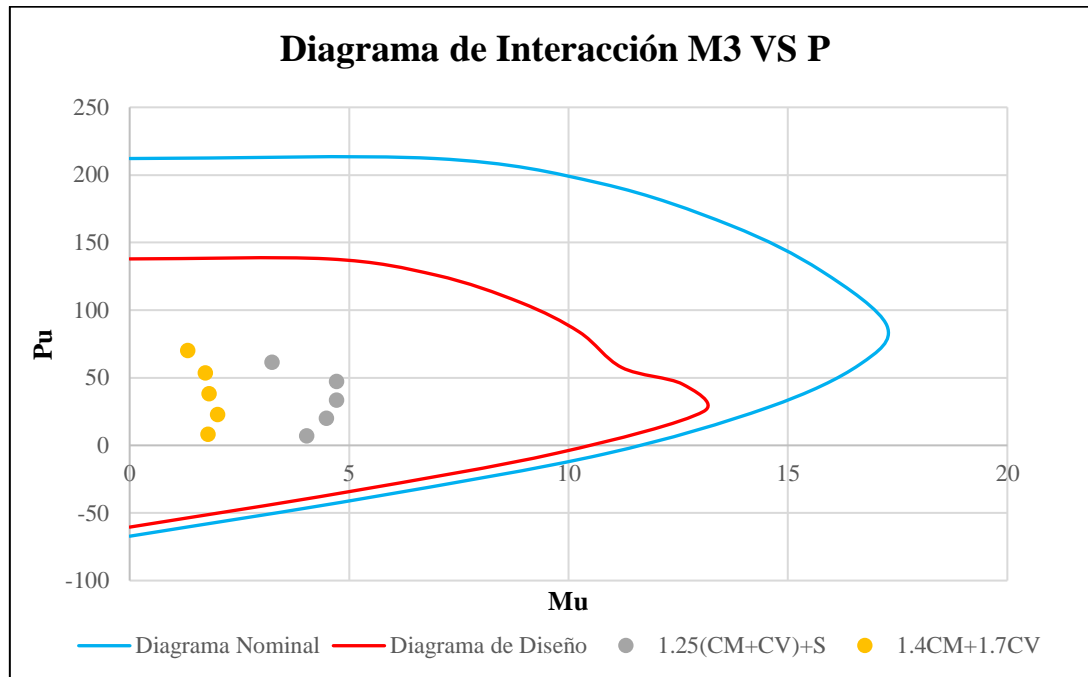
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40.**

Puntos de verificación según la combinación

1.25(CM+CV) +S		
Piso	Mu	Pu
1	3.25	61.27
2	4.73	47.02
3	4.73	33.36
4	4.49	20.04
5	4.05	6.99

Fuente: Elaboración propia



**Figura 40.** Diagrama de interacción nominal y de diseño para la columna C4

Como se puede apreciar en los diagramas de interacción, los puntos para los 5 niveles están dentro del diagrama de interacción de diseño, para cada eje de la columna, entonces la distribución de 8 varillas de 5/8", satisface las solicitaciones dadas.

#### 8.4.3. Diseño del refuerzo transversal

En las columnas las fuerzas laterales por cortante son resistidas por el concreto y los estribos.

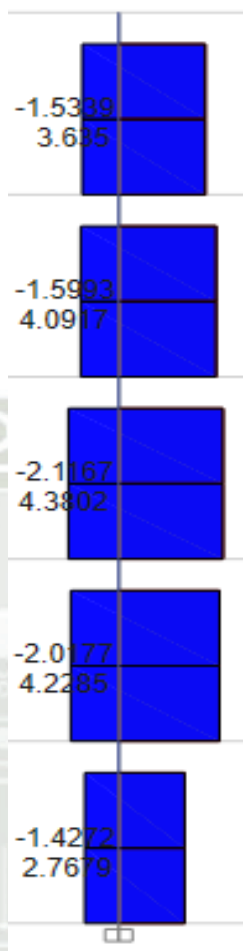
El aporte del concreto al cortante se calcula con la siguiente formula:

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 39$$

$$V_c = 7.49 Tn$$

La columna C4 presenta una cortante ultimo máximo en el tercer piso.



**Figura 41.** *Envolvente de Cortante correspondiente a la columna C4*

$$V_u = 4.38 \text{ Tn}$$

La resistencia ultima tiene que ser mayor al 50 % de la resistencia al corte que aporta el concreto según la norma E.060

$$V_u > 0.5 * \phi V_c$$

$$V_u > 0.5 * 7.34$$

4.38 > 3.67 Tn ... Ok → Colocar refuerzo mínimo de cortante

$$A_{v_{\min}} = 0.2 * \sqrt{f'_c} \frac{bw * s}{f_{yt}}$$

Los límites para el espaciamiento del refuerzo se indican en la norma como  $d/2$ , en este caso 19.5 cm.

$$A_{v_{\min}} = 0.2 * \sqrt{210} * \frac{25 * 19.5}{4200} = 0.336 \text{ cm}^2$$

Se escogerá un estribo de 3/8" con una sección de 0.71 cm<sup>2</sup>, por ende  $A_v = 1.42$  cm<sup>2</sup>, superior al mínimo necesitado, por lo tanto se estaría cumpliendo con lo que nos dice la norma.

### Verificación del diseño por capacidad.

Al ser nuestro sistema estructural de muros estructurales y dual de tipo I, acorde a la norma vigente, donde nos establecen los siguientes requisitos para el diseño por capacidad:

-El cortante último obtenido del análisis, de la columna C4, no deberá ser menor que el menor valor obtenido de a y b:

c) Cortante por capacidad  $V_{\text{cap}}$ .

$$V_{\text{cap}} = 14.21 \text{ ton}$$

d) Cortante máximo obtenido de las combinaciones aplicando con un factor de 2.5 a los valores del sismo  $V_{2.5 \text{ sismo}}$

$$V_{2.5 \text{ sismo}} = 8.80 \text{ ton}$$

De estos 2 valores se escogerá el menor, que es 8.80 ton, siendo este, superior a  $V_u = 4.38$  ton obtenido del análisis, por lo tanto y según norma se trabajara con un cortante último final  $V_u = 8.80$  ton.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{8.80}{0.85} - 7.49$$

$$V_s = 2.86 \text{ Tn}$$

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$s = \frac{1.42 * 4200 * 39}{2860} = 81.32 \text{ cm}$$

Se obtuvo un espaciamiento de estribos  $s=81.32$  cm, siendo este un valor muy grande por lo que se tomara en cuenta las consideraciones dadas por la norma E.060 para columnas con responsabilidad sísmica:

Se establece la longitud de confinamiento  $L_o$ , su valor no deberá ser menor que el mayor valor de:

- $\frac{\text{Luz libre}}{6} = \frac{2.40}{6} = 0.40$  m
- *Mayor dimensión de la sección* = 0.45 m
- 0.50 m

La longitud de confinamiento es 0.50m, por ser la **mayor**.

Se definirá el espaciamiento de estribos en la zona de confinamiento, donde el valor no deberá ser mayor al menor de los siguientes:

- $8 * D_b = 8 * 1.59 = 12.72$  cm ( $D_b$ : acero de 5/8")
- $\frac{\text{Menor dimensión de la sección}}{2} = \frac{0.25}{2} = 13$  cm
- 10 cm

Por lo tanto, el valor del espaciamiento en la zona de confinamiento no deberá ser mayor a **10cm**.

Fuera de la longitud de confinamiento, la separación máxima no será mayor a estos 2 valores:

- 30 cm
- $d/2 = 39/2 = 19.5$

Finalmente, el refuerzo por corte queda de la siguiente manera:

**$\emptyset 3/8$ : 1@0.05, 5@0.10 Rto. @0.175**

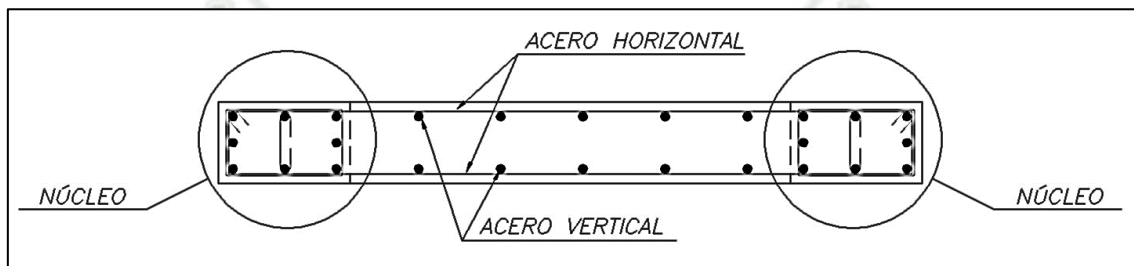
### 8.5. Diseño de muros

Existen requisitos básicos para el diseño de placas, ya que estos elementos cumplen un rol importante en la sismorresistencia de la edificación. A continuación, se detallan los requisitos para el diseño de placas:

- Ancho no menos a la altura total del muro (H) entre 25 o 15cm.

- Para el ancho efectivo de muros con alas se considera el menor valor de la mitad de la longitud del muro adyacente o el 10% de H.
- Los núcleos exteriores de la placa se deben confinar en toda su altura.
- En el armado vertical se considerarán cuantías mínimas que luego serán verificadas por corte.

Se define el refuerzo con distribución horizontal, vertical y concentrado (núcleos).



**Figura 42.** Tipos de refuerzo en placas

Para ejemplificar se diseñará la placa P1 de espesor 15cm en ambas direcciones.

Primero se hará la verificación de requerimientos de elementos de borde.

### 8.5.1. Diseño de núcleos por flexo compresión

Para ejemplificar se diseñará la placa P1 de espesor 15cm.

Primero se hará la verificación de requerimiento de elementos de borde.

$$\sigma_{comp.max} = \frac{P}{A} \pm \frac{M_c}{I} > 0.20 f'c$$

Donde las solicitaciones ultimas para:

$$P_u = 73750 \text{ kg}$$

$$M_u = 16215000 \text{ kg/cm}$$

El momento de inercia para la placa P1 será:

$$I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{15 * 300^3}{12} = 33750000.0 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{comp.max} = \frac{73750}{15 * 300} \pm \frac{16215000}{33750000} > 0.20 * 210$$

$$\sigma_{comp.max} = 80.46 \frac{kg}{cm^2} > 42kg/cm^2$$

Por lo tanto, se requerirá elementos de borde para la placa P1

La longitud del elemento de borde está dada por estas 2 ecuaciones:

$$2t = 30$$

$$0.1 L_m = 30$$

Asumimos una longitud de borde de **40 cm**.

Seguidamente asumiremos una cuantía para los elementos de borde del 2%

$$A_s = \rho * b * h$$

$$A_s = 0.02 * 15 * 40 = 12 \text{ cm}^2$$

Se colocará **6 varillas de 3/4"** en los elementos de borde dando un área de acero igual a 17.1 cm<sup>2</sup>

$$P_{conf} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{L}$$

Donde L es la longitud efectiva de la placa, se puede determinar mediante esta ecuación:

$$L = L_m - 2t = 270 \text{ cm}$$

$$P_{conf} = 96930.56 \text{ kg}$$

La resistencia de diseño a la compresión del elemento de borde del muro se calculará con la siguiente ecuación:

$$\phi P_n = \phi \{ \phi_e (0.85 f'c (A_c - A_s) + f_y A_s) \}$$

$$\phi = \text{factor de reducción} = 0.7$$

$$\phi_e = 0.8 \text{ por ser estribo}$$

$$\phi P_n = 98485.88 \text{ kg}$$

$$P_{conf} < \phi P_n$$

$$96930.56 \text{ kg} < 98485.88 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

### 8.5.2. Diseño por corte

Seguidamente se diseñará por corte la placa P1:

La resistencia nominal al cortante del concreto se calculará con la siguiente ecuación:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * A_{C \text{ muro}}$$

$$V_c = 34561.93 \text{ kg} = 34.56 \text{ ton}$$

### Verificación del diseño por capacidad.

Para el diseño por capacidad, haremos uso de la siguiente formula indicada en la norma E-0.60:

$$V_u = V_{ua} \left( \frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Para la carga axial máxima de la placa de la envolvente, obtenida del análisis  $P_u=73750 \text{ kg}$ , se determina en el diagrama de interacción su momento nominal correspondiente:

$$M_n=432 \text{ Ton.m}$$

Los valores de  $V_{ua}= 29.66 \text{ ton}$  y  $M_{ua}= 162.15 \text{ ton.m}$  se obtuvieron de la envolvente.

Por lo tanto:

$$V_u = 29.66 * \left( \frac{432}{162.15} \right) = 79.02 \text{ ton.m}$$

Calculamos el cortante que tomara el acero:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = 58400 \text{ kg}$$

Determinación de la cuantía de refuerzo transversal:

$$\rho_h = \frac{V_s}{A_{cw} f_y} =$$

$$\rho_h = 0.0031$$

$$\rho_{\min} = 0.0025$$

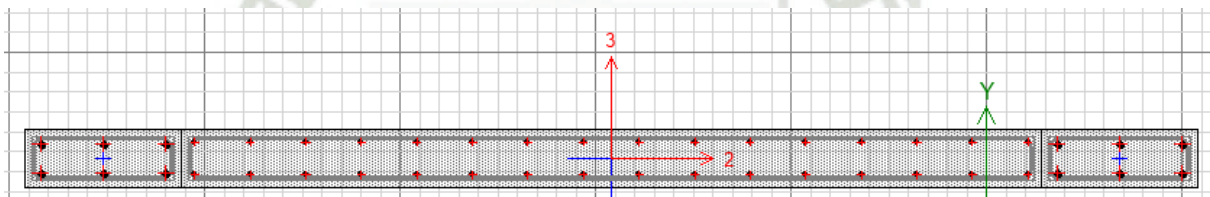
Por lo tanto, se usará la cuantía  $\rho_h = 0.0031$ , usaremos 2 varillas de 3/8" @ 30 cm.

Calculo e refuerzo vertical

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{H_m}{L_m} \right) (\rho_h - 0.0025)$$

$$\rho_v = 0.0019 < \rho_{\min}$$

Por lo tanto, se usará la cuantía mínima, 2 varillas de 3/8" @ 30 cm



**Figura 43.** Distribución de acero en la placa P1

Para el armado de acero en la placa se graficará el diagrama nominal de diseño según los puntos dados.

La verificación para la placa P1 se realizará con las combinaciones de carga dadas en la Norma E.060.

**Tabla 41.**  
*Combinaciones de carga para la placa P1*

	COMBINACIONES	PU	MUY
	1.4CM+1.7CV	56.19675	2.03094
<b>SISYY POSITIVO</b>	1.25*(CM+CV) + SISYY	73.747525	162.206325
	1.25*(CM+CV)-SISYY	23.910725	-158.841075
	0.9CM+SISYY	55.55098	161.29599
	0.9CM-SISYY	5.71418	-159.75141
<b>SISYY NEGATIVO</b>	1.25*(CM+CV) + SISYY	73.747525	-162.206325
	1.25*(CM+CV)-SISYY	23.910725	158.841075
	0.9CM+SISYY	55.55098	-161.29599
	0.9CM-SISYY	5.71418	159.75141

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42.**  
*Puntos del diagrama de interacción de diseño para la placa P1*

Diagrama de Diseño		
Punto	P (Tn)	M3 (Tn.m)
1	559.8902	-1.05E-06
2	559.8902	136.1562
3	518.3393	203.0859
4	447.1198	258.7314
5	369.1419	304.1128
6	280.3082	342.4909
7	228.9628	405.6568
8	163.1111	446.717
9	49.8561	369.7108
10	-77.5952	239.2278
11	-257.04	1.52E-06

Fuente: Elaboración propia

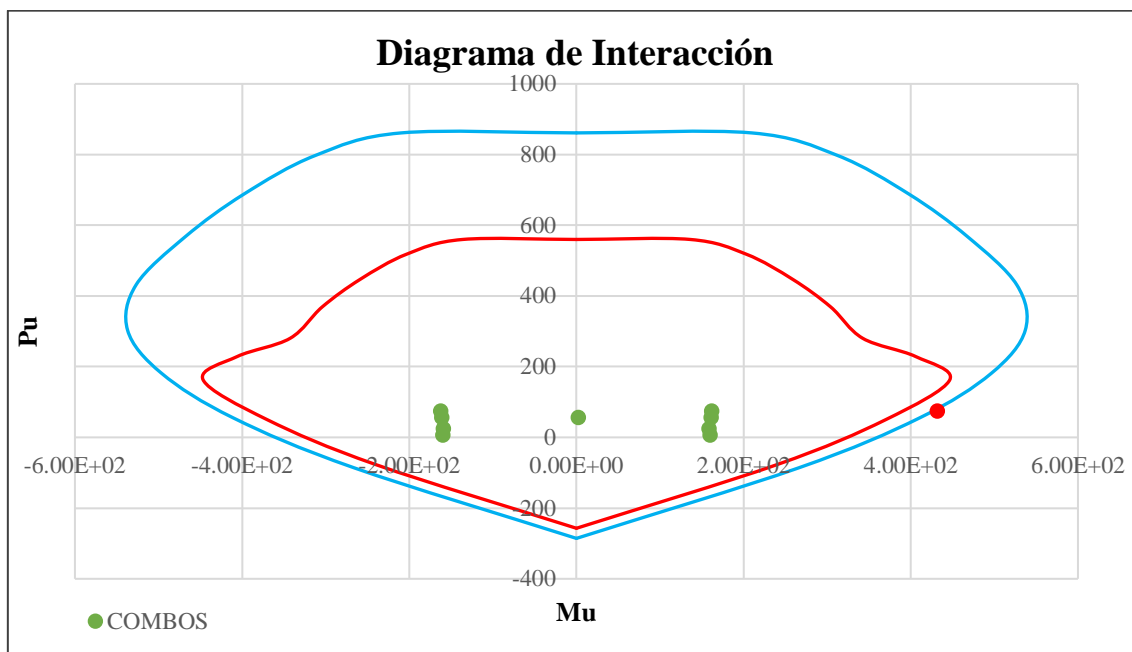


Figura 44. Diagrama de interacción placa P1

### 8.6. Diseño de caja de ascensor

El diseño de la caja de ascensor se realiza de acuerdo a lo señalado para el diseño de placas.

Tabla 43.  
Cargas de servicio en caja de ascensor

Piso	Pcm (Tn)	Pcv (Tn)	Msx (Tn.m)	Msy (Tn.m)
5	13.90	2.60	-39.40	-7.50
4	30.60	7.70	-30.00	-26.90
3	47.10	12.80	-57.80	-58.80
2	63.40	17.90	-136.40	-95.70
1	79.20	23.00	-283.10	-149.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44.  
Cargas últimas en Caja de ascensor para todas las combinaciones en la dirección X-X

	Pu (Tn)	Mux (Tn)
Comb.1	150.00	8.20
Comb.2	130.10	-49.70
Comb.3	135.60	-142.40
Comb.4	73.60	-53.10
Comb.5	79.10	-145.80

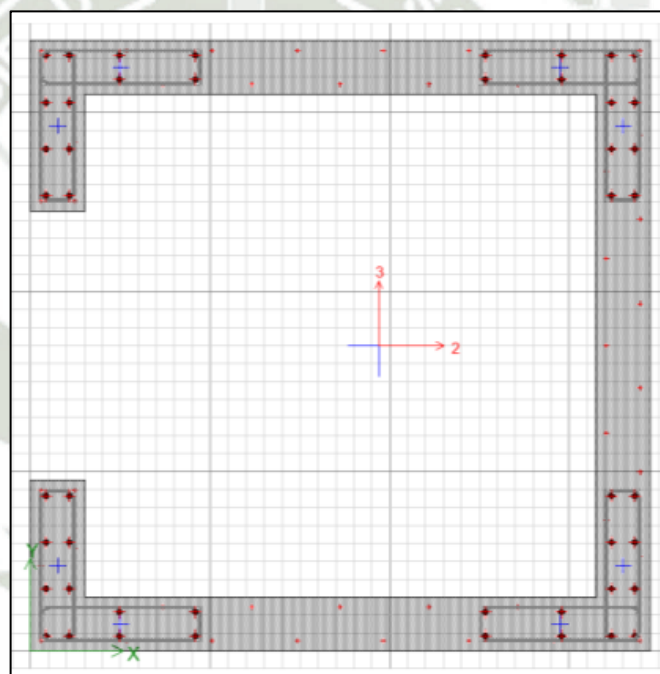
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45.**

*Cargas últimas en Caja de ascensor para todas las combinaciones en la dirección Y-Y*

	<b>Pu (Tn)</b>	<b>Muy (Tn)</b>
Comb.1	150.00	-3.20
Comb.2	130.10	-285.80
Comb.3	135.60	-26.30
Comb.4	73.60	-284.70
Comb.5	79.10	-25.20

Fuente: Elaboración propia



**Figura 45.** *Distribución de acero en la caja de ascensor*

Inicialmente se colocarán 12 varillas de  $\Phi 5/8$ " en los núcleos de la caja de ascensor, dando como resultado una cuantía igual a:

$$\rho = \frac{95.01}{8700} = 1.1\%$$

**Tabla 46.**  
*Puntos del diagrama de interacción nominal para la placa P4*

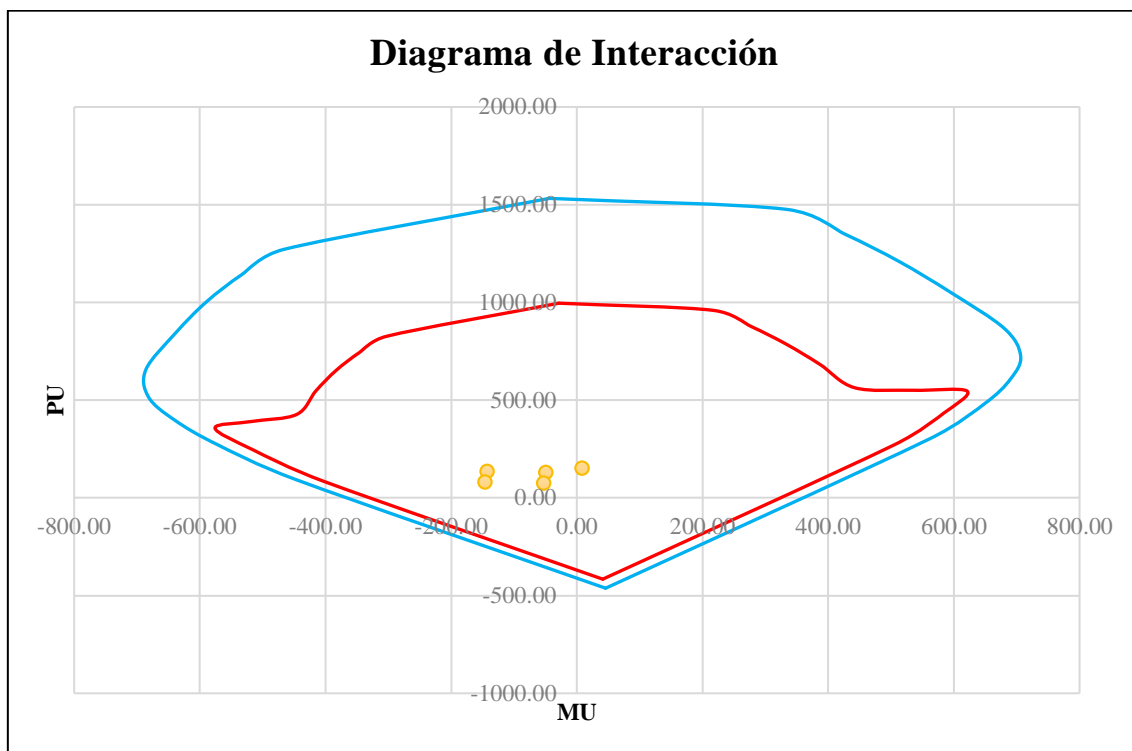
<b>Diagrama Nominal</b>			
<b>Punto</b>	<b>P (Tn)</b>	<b>M2 (Tn.m)</b>	<b>M3 (Tn.m)</b>
1	1532.3	-0.7	-43.8
2	1476.2	-0.1	333.5
3	1348.5	0.1	427.1
4	1209.6	0.2	512.7
5	1051.5	0.4	594.8
6	866.7	0.7	680.3
7	726.1	0.7	706.3
8	607.3	0.7	690
9	481.2	0.7	648.6
10	301.7	0.7	561.3
11	-462.3	0.7	45.8

Fuente: Elaboración propia

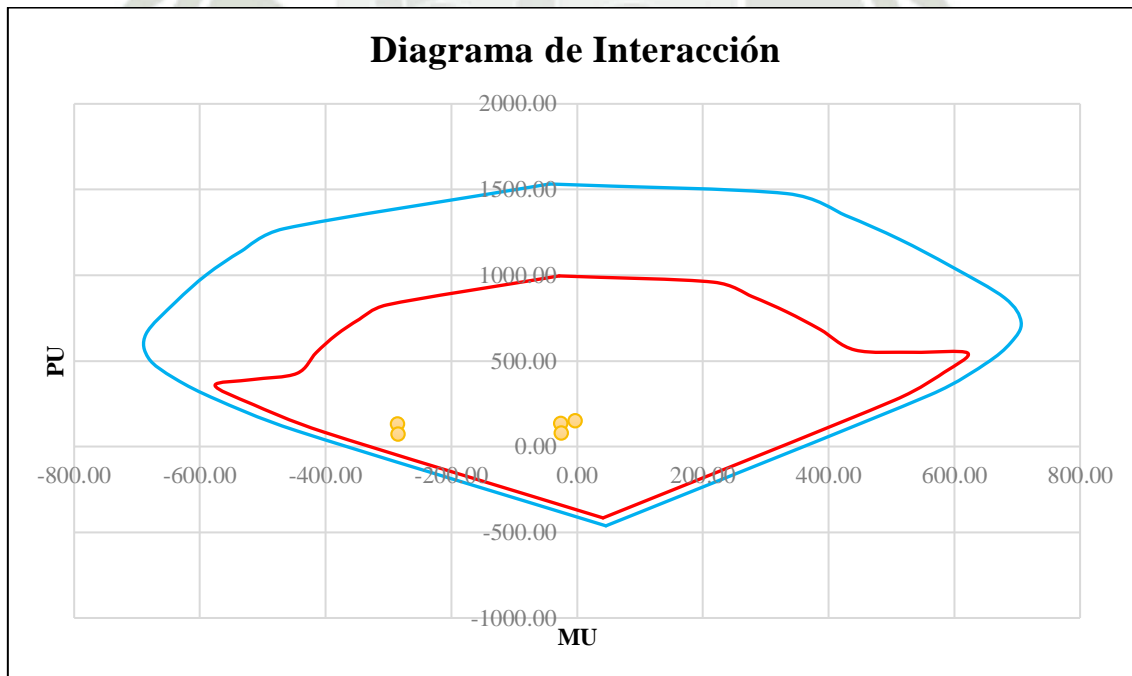
**Tabla 47.**  
*Puntos del diagrama de interacción de diseño para la placa P4*

<b>Diagrama de diseño</b>			
<b>Punto</b>	<b>P (Tn)</b>	<b>M2 (Tn.m)</b>	<b>M3 (Tn.m)</b>
1	996	-0.5	-28.5
2	959.5	-0.04812	216.8
3	876.5	0.03303	277.6
4	786.3	0.1	333.3
5	683.5	0.3	386.6
6	563.4	0.5	442.2
7	550.4	0.6	535.5
8	546.5	0.7	621
9	433.1	0.7	583.7
10	271.5	0.7	505.2
11	-416	0.7	41.2

Fuente: Elaboración propia



**Figura 46.** Diagrama de interacción placa P4 en la dirección X-X



**Figura 47.** Diagrama de interacción placa P4 en la dirección X-X

## 8.7. Diseño de Escaleras

Para el diseño de esta escalera se consideró una s/c de  $200 \text{ kg/cm}^2$  tal como lo establece la norma E-0.20 para el uso de escaleras en viviendas, también se consideró una s/c muerta de  $100 \text{ kg/cm}^2$  correspondiente al piso terminado.

Esta escalera se encuentra apoyada en las vigas del pasadizo cercanas al ascensor, por lo que para su modelamiento se asumirá como simplemente apoyadas en sus extremos. Para su diseño se tomará en los extremos de la escalera  $1/3$  del momento máximo obtenido del análisis.

### 8.7.1. Diseño por Flexión

La escalera se diseñó como una losa apoyada en una dirección. Para la cuantía mínima se utilizó la siguiente formula.

$$A_{s \min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 120 * 22.5 = 4.83 \text{ cm}^2$$

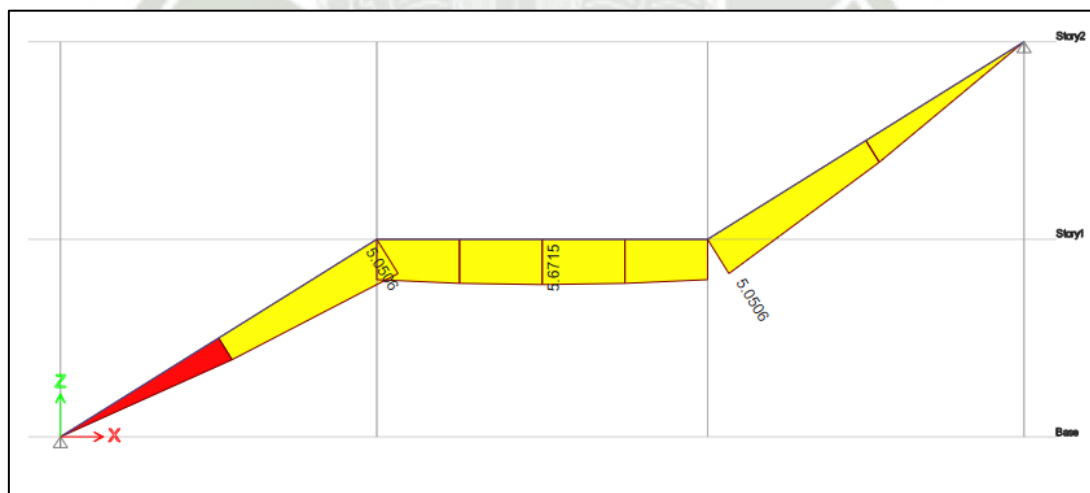


Figura 48. Diagrama de momentos flectores del tramo de escalera

**Tabla 48.**

*cálculo de acero de la escalera para los momentos positivos.*

<b>Cálculo de acero para momento positivo</b>			
Mu (Tn/m)	5.05	5.67	5.05
bw (cm)	120	120	120
d (cm)	12	12	12
As cm <sup>2</sup>	12.38	14.13	12.38
Φ	5/8"	5/8"	5/8"
s	15cm	15cm	15cm
acero colocado	Φ5/8" @ 0.15m	Φ5/8" @ 0.15m	Φ5/8" @ 0.15m

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49.**

*Cálculo de acero de la escalera para los momentos negativos.*

<b>Cálculo de acero para momento Negativo</b>	
Mu (Tn/m)	1.89
bw (cm)	120
d (cm)	12
As cm <sup>2</sup>	16.5
Φ	3/8"
s	15cm
acero colocado	Φ3/8" @ 0.15m

Fuente: Elaboración propia

### 8.7.1.1. Cálculo de acero de temperatura

Para el cálculo del acero de temperatura a lo largo de la escalera, se considerará una franja de 1.

$$A_{s \text{ temp}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 22.5 = 4.05 \text{ cm}^2$$

La distribución de acero de temperatura se realizará en 2 capas, por lo que para el cálculo de la separación de aceros se toma la mitad del acero de temperatura calculado, para esto se consideró un acero de 3/8".

$$A_{s \text{ temp}} 1 \text{ Capa} = \frac{4.05 \text{ cm}^2}{2} = 2.025 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0.71}{2.025} * 100 = 35.06 \text{ cm}$$

=> Se colocará 2 varillas de 3/8" @ 35 cm

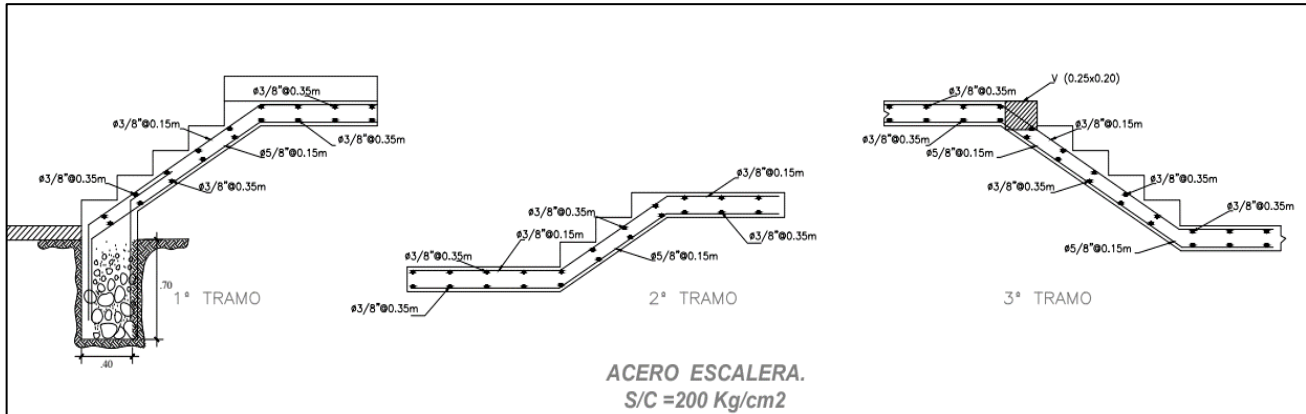


Figura 49. Detalle acero en escalera

## 8.8. Diseño de tabiquería

Se realizó el diseño de tabiquería, para esto se tomó la tabiquería ubicada dentro del pórtico comprendido entre el eje 3'- 4 del eje D. el predimensionamiento y diseño se muestran a continuación:

### 8.8.1. Predimensionamiento

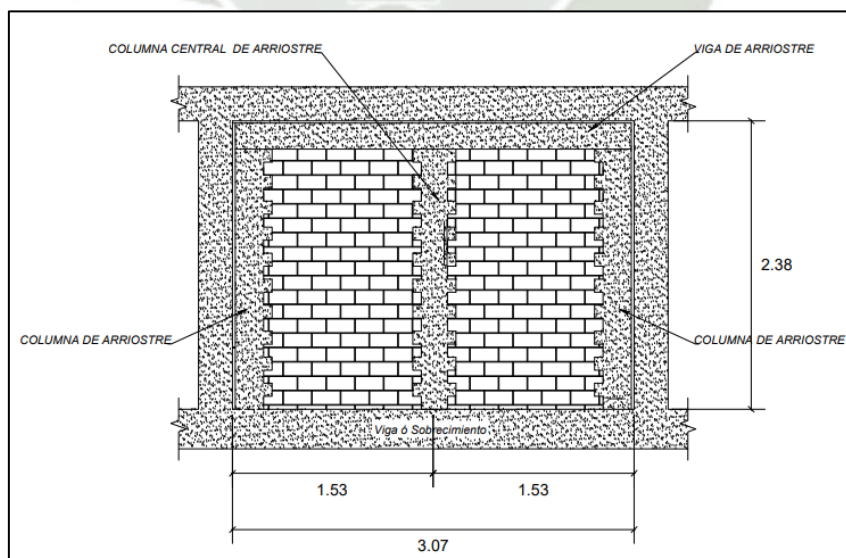


Figura 50. Detalle de tabiquería

Numero de arriostres =4

a = 1.535 m

b =2.375 m

$$\frac{b}{a} = \frac{2.375}{1.535} = 1.55$$

Se interpola en la tabla nos da:

$$m = 0.082$$

El espesor del muro será:

$$t = USma^2$$

$$S = 0.28 * 1.33 \text{ por ser mortero sin cal}$$

$$t = 1 * (0.28 * 1.33) * (0.082) * (1.535)^2$$

$$t = 0.72 \text{ m} = 7.2 \text{ cm}$$

$$t = 14 \text{ cm asentado tipo sogá}$$

$C_1 = 2$  por ser un tabique dentro de la edificación, según norma

Carga distribuida de sismo sobre el muro:

$$w = 0.8 ZUC_1 \gamma_e$$

$$w = 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * (1800 * 0.14)$$

$$w = 141.12 \text{ kg/m}^2$$

Calculamos el momento flector distribuido por unidad de longitud:

$$M_s = m * w * a^2$$

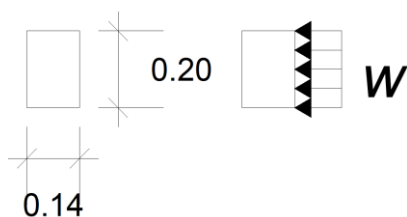
$$M_s = 0.082 * 141.12 * 1.535^2 = 27.26 \text{ kg.m/m}$$

$$f_m = \frac{6M_s}{t^2}$$

$$f_m = \frac{6 * (27.26)}{0.14^2} = 8344 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_m < f'_b = \frac{1.5g}{\text{cm}^2} < 0.83 \text{ kg/cm}^2 \text{ ...OK!}$$

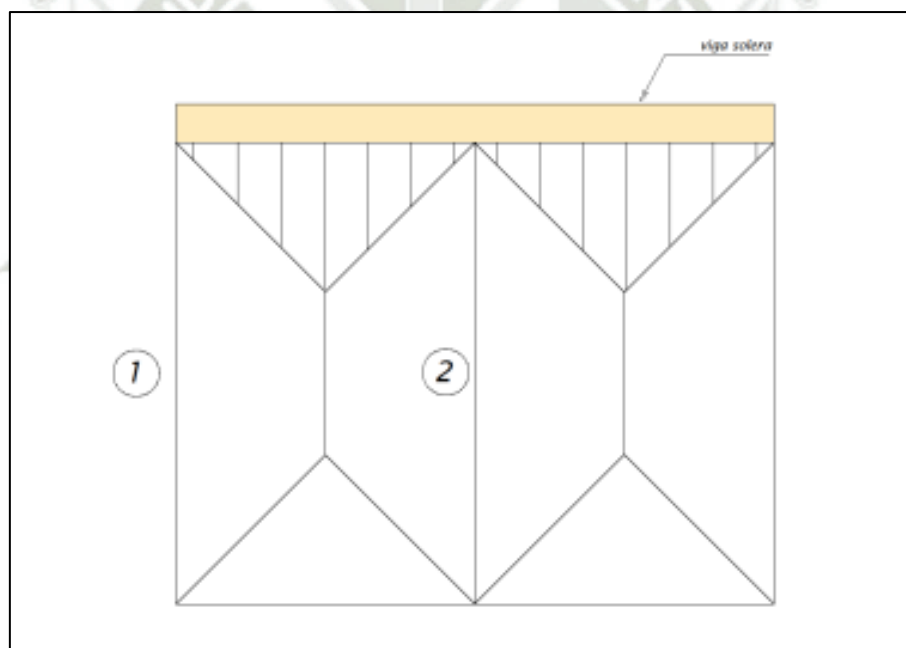
### 8.8.2. Diseño de la viga solera



$$w = 1.25 * 0.8 * Z * U * C_1 * \gamma_{viga} * e_{viga}$$

$$w = 1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * (2400 * 0.14) * 0.20$$

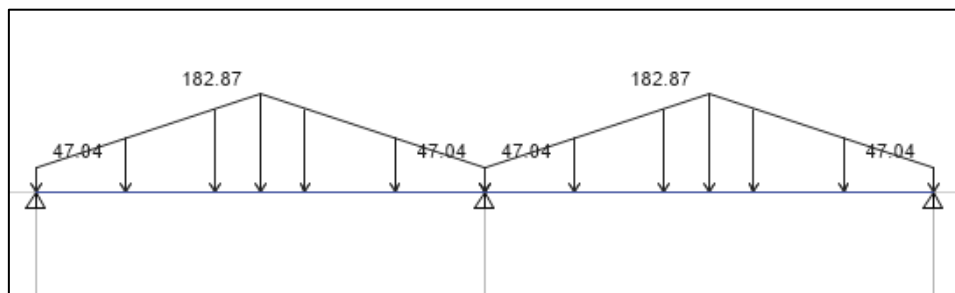
$$w = 47.04 \text{ kg/m}$$



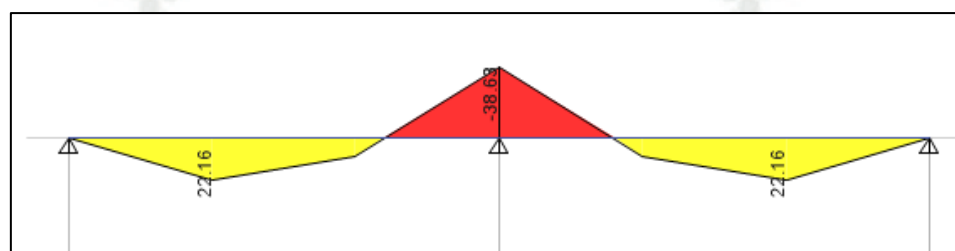
**Figura 51.** Áreas tributarias en paños de tabiquería

$$w = 1.25 * 0.8 * Z * U * C_1 * \gamma_{muro} * e_{muro} * \text{ancho tributario}$$

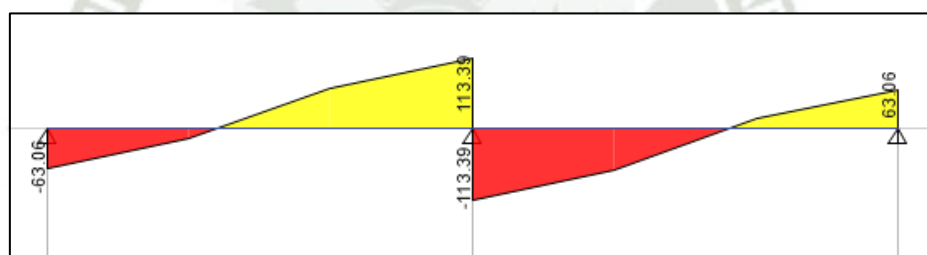
$$w = 1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * 1800 * 0.14 * 0.77 = 135.828 \text{ kg/m}$$



**Figura 52.** cargas asignadas a viga solera (kg/m)



**Figura 53.** Diagrama de momentos Flectores



**Figura 54.** Diagrama de Fuerzas Cortantes

Diseño por flexión

$$M = 3862 \text{ kg. cm}$$

$$A_s = 0.10 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{min} = 1 \text{ cm}^2$$

$$4\phi 8 \text{ mm} = 1.01 \text{ cm}^2$$

Diseño por corte

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

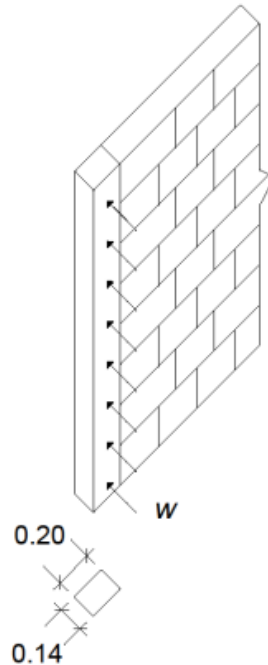
$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * 20 * 10 = 1191.91 \text{ kg}$$

$$V_u = 113.39 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_c = 113.39 < 1191.91 \text{ ...OK!}$$

$\Phi$  6 mm 1@5, 4@10 y Rto. @ 25 cm

### 8.8.3. Diseño columna lateral tabiquería



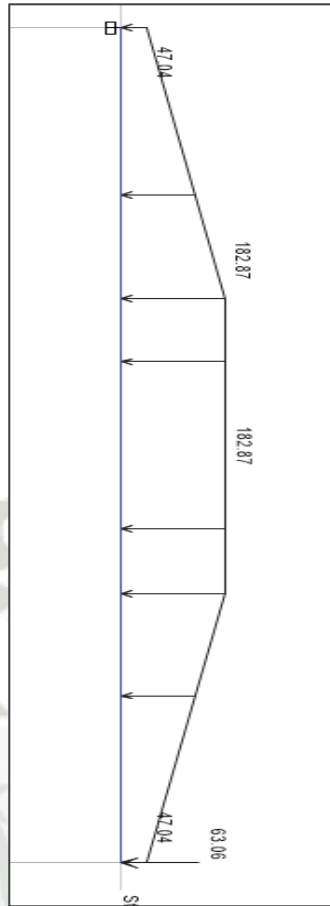
$$W_{columna} = 1.25 * 0.8 * Z * U * C_1 * \gamma_{columna} * e * ancho$$

$$W_{columna} = 1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * 2400 * 0.14 * 0.2$$

$$W_{columna} = 47.04 \text{ kg/m}$$

$$W_{muro} = 1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * 2400 * 0.14 * 0.77$$

$$W_{muro} = 135.83 \text{ kg/m}$$



*Figura 55. Cargas asignadas en columna lateral tabique*

Diseño por flexión

$$M = 54195 \text{ kg.cm}$$

$$A_s = 1.61 \text{ cm}^2$$

$$\phi \ 3/8" = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$4\phi \ 3/8" = 2.85 \text{ cm}^2 \dots \text{ ¡OK!}$$

Diseño por corte

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

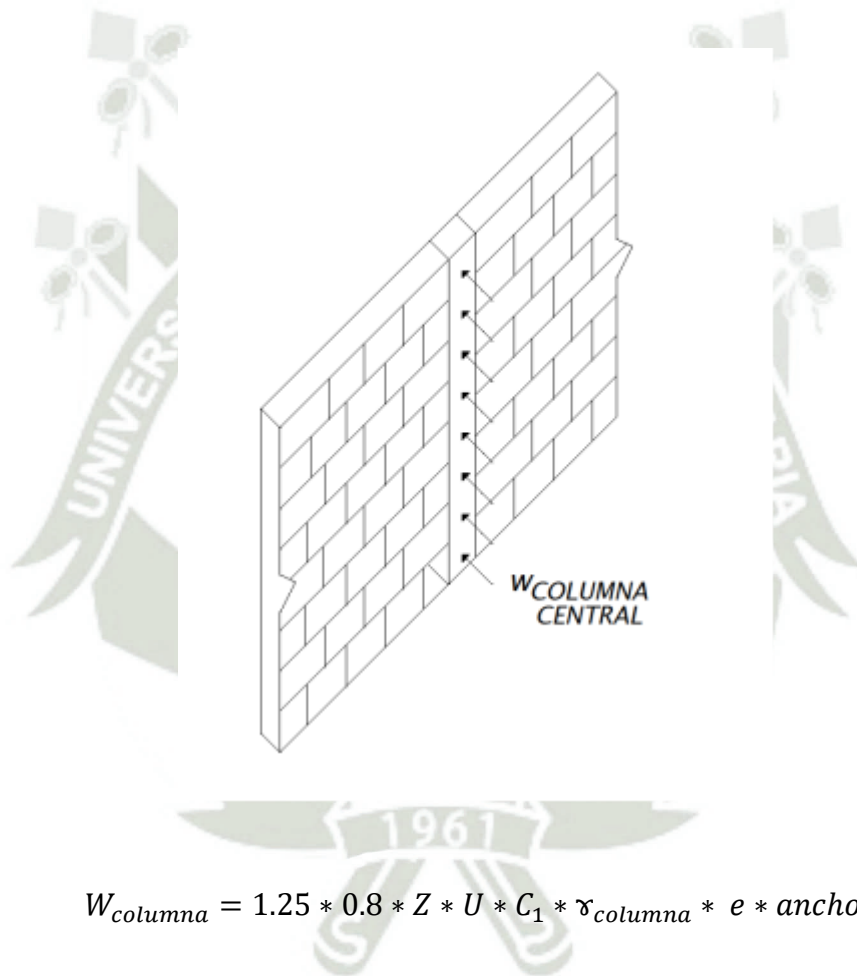
$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * 20 * 10 = 1191.91 \text{ kg}$$

$$V_u = 393.13 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_c = 393.13 < 1191.91 \dots \text{OK!}$$

**Φ 6 mm 1@5, 4@10 y Rto. @ 25 cm**

#### 8.8.4. Diseño columna central tabiquería



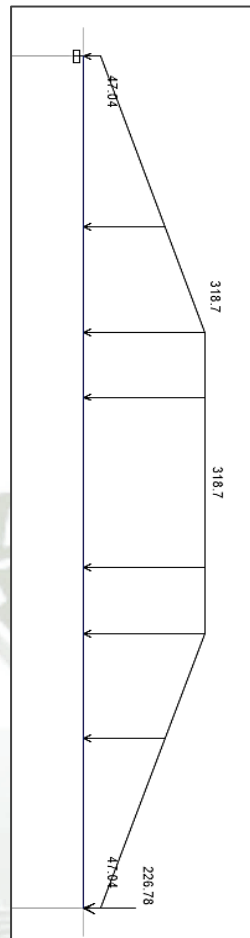
$$W_{columnna} = 1.25 * 0.8 * Z * U * C_1 * \gamma_{columnna} * e * ancho$$

$$W_{columnna} = 1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * 2400 * 0.14 * 0.2$$

$$W_{columnna} = 47.04 \text{ kg/m}$$

$$W_{muro} = 2 * (1.25 * 0.8 * 0.35 * 1 * 2 * 2400 * 0.14 * 0.77)$$

$$W_{muro} = 271.66 \text{ kg/m}$$



*Figura 56. Cargas asignadas a columna central tabique*

Diseño por flexión

$$M = 119030 \text{ kg.cm}$$

$$A_s = 4.72 \text{ cm}^2$$

$$\phi 1/2" = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$4\phi 3/8" = 5.07 \text{ cm}^2 \dots \text{¡OK!}$$

Diseño por corte

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * 20 * 10 = 1191.91 \text{ kg}$$

$$V_u = 775.19 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_c = 775.19 < 1191.91 \dots \text{OK!}$$

**Φ 6 mm 1@5, 4@10 y Rto. @ 25 cm**

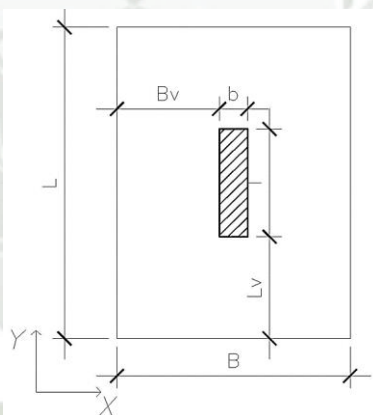
## 8.9. Diseño de cimentación

### 8.9.1. Dimensionamiento

La carga que actúa sobre la cimentación no debe exceder la capacidad portante del suelo, por ello el área requerida se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Area requerida} = \frac{(1 + \%PP) * (P_{cm} + P_{cv})}{\sigma_{adm}}$$

La capacidad portante del suelo es 2.53 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que el porcentaje de la carga puntual que recibe la zapata se tomará igual a 7.5%, según recomienda Blanco (1997).



$$B * L \geq \text{Area requerida}$$

En lo posible se debe tratar que la zapata tenga volados con la misma longitud.

**Tabla 50.**

*Cargas de servicio de la placa C4*

	P serv. (Tn)	M <sub>xx</sub> (Tn. m)	M <sub>yy</sub> (Tn. m)
CM	39.26	0.012	0.434
CV	8.77	0.003	0.09
SX	3.72	0.151	0.594
SY	1.23	0.712	0.33

Fuente. Elaboración propia

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 42000 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_a=2.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_f= 1.30 \text{ m}$$

$$\gamma_s=2.50 \text{ kg/cm}^3$$

$$A_{zapata} = \frac{1.075\% P_{serv}}{q \text{ admisible portante}}$$

$$A_{zapata} = \frac{1.075\% \times (39.26 \text{ Tn} + 8.77 \text{ Tn})}{25.3 \text{ Tn/m}^2}$$

$$A_{zapata} = 2.040 \text{ m}^2$$

$$L = \sqrt{A_{zapata}} + \frac{(C_1 - C_2)}{2} = \sqrt{2.04} + \frac{0.20}{2} = 1.55 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{A_{zapata}} - \frac{(C_1 - C_2)}{2} = \sqrt{2.04} - \frac{0.20}{2} = 1.35 \text{ m}$$

$$h_{zapata} = 25 d_b = 25(1.59 \text{ cm}) = 39.75 \text{ cm} = \mathbf{40 \text{ cm}}$$

### 8.9.2. Calculamos el peso de la zapata y del suelo encima de esta:

$$P_{zapata} = \gamma_{zapata} = 2.4 \text{ Tn/m}^3 \times (1.55 \times 1.35 \times 0.40) = 2.009 \text{ Tn}$$

$$P_{suelo} = \gamma_{suelo} \times (D_f - h_z) \times (A_{zapata} - A_{columna})$$

$$P_{suelo} = 2.5 \text{ Tn/m}^3 \times (1.30 - 0.40) \times (1.55 \times 1.35 - 0.25 \times 0.45) = 4.46 \text{ Tn}$$

### 8.9.3. Verificación del esfuerzo máximo por cargas de gravedad sin amplificar y sea menor a la capacidad portante.

$$\sigma_y = \frac{P}{A} \pm \frac{6 Mx}{LB^2}$$

$$\sigma_y = \frac{(39.26 + 8.77 + 3.72 + 2009 + 4.46)}{(1.55 \times 1.35)} + \frac{6 \times (0.012 + 0.003 + 0.151)}{1.55 \times 1.35^2}$$

$$\sigma_y = 28.17 \text{ Tn/m}^2$$

$$1.3 q_a = 1.3 \times (2.53) = 32.89 \text{ Tn/m}^2$$

$$\sigma_y \leq 1.3 q_a \dots\dots \text{ok!}$$

$$\sigma_x = \frac{P}{A} + \frac{6 My}{BL^2}$$

$$\sigma_x = \frac{(39.26 + 8.77 + 1.23 + 2009 + 4.46)}{(1.55 \times 1.35)} + \frac{6 \times (0.434 + 0.09 + 0.33)}{1.35 \times 1.55^2}$$

$$\sigma_x = 28.06 \text{ Tn/m}^2$$

$$\sigma_x \leq 1.3 q_a \dots\dots \text{ok!}$$

#### 8.9.4. Cálculo del esfuerzo último por cargas de gravedad y sismo amplificadas.

Para ello tomamos la combinación más crítica:

$$1.25 (C_M + C_V) + S_x$$

$$P_u = 1.25 (P_D + P_L) + S_x$$

$$P_u = 1.25(39.26 + 8.77) + 37.2 = 63.76 \text{ Tn}$$

$$M_u = 1.25 (M_D + M_L) + M_{sx}$$

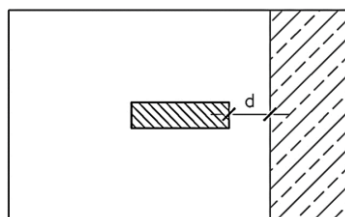
$$M_u = 1.25 (0.012 + 0.003) + 0.151 = 0.17 \text{ Tn.m}$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A} + \frac{6 M_u}{LB^2}$$

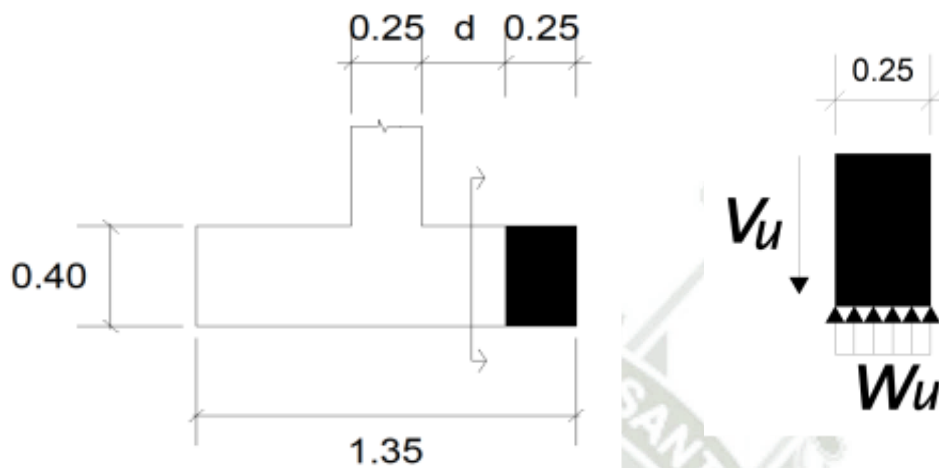
$$\sigma_u = \frac{63.76}{1.55 \times 1.35} + \frac{6 \times 0.17}{1.55 \times 1.35^2}$$

$$\sigma_u = 30.83 \text{ Tn/m}^2$$

#### 8.9.5. Verificación por cortante en 1 dirección



La sección crítica se ubica a una distancia igual al peralte efectivo “d” de la cara de columna.



$$W_u = \sigma_u \times L$$

$$W_u = 30.83 \times 1.55 = 47.78 \text{ Tn/m}$$

$$V_u = W_u \times 0.25 = 11.95 \text{ Tn}$$

La resistencia nominal al cortante del concreto es dada por esta fórmula:

$$V_n = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

El peralte efectivo de la zapata “d, es:

$$d = h - 10 = 30 \text{ cm}$$

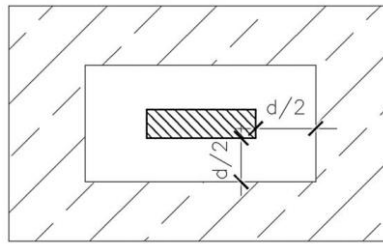
$$V_n = 0.53 \sqrt{210} (155) (30) / 1000 = 35.71 \text{ Tn}$$

$$V_u \leq \phi V_n \dots \text{ok!}$$

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * d$$

Si  $\phi V_c$  no supera a  $V_u$  se debe aumentar el peralte de la zapata. Las fórmulas están dadas por metro de ancho.

### 8.9.6. Verificación por punzonamiento



En el punzonamiento, la cortante produce una falla diagonal en forma de pirámide trunca en torno al elemento de transmisión de cargas vertical y a una distancia igual a  $d/2$ .

La cortante última por punzonamiento es igual a:

$$Vu = \sigma_u * (A_{total} - A_o)$$

Donde  $A_o = (l + d) * (b + d)$

$$Vu = 30.83 * (1.35 * 1.55 - 0.55 * 0.75)$$

$$Vu = 51.79 \text{ Tn}$$

La resistencia del concreto al corte para punzonamiento, se calcula con las siguientes 3 formulas, de las cuales se tomará la de menor valor:

$$Vc = 0.53 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$\beta = \frac{1.55}{1.35} = 1.15$$

$$b_o = 2 * (b + l + 2d)$$

$$b_o = 2 * (0.25 + 0.45 + 0.6)$$

$$b_o = 2.6 \text{ m} = 260 \text{ cm}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$Vc = 0.53 \left( 1 + \frac{2}{1.15} \right) \sqrt{210} * 260 * 30/1000 = \mathbf{164.1 \text{ Tn}}$$

$$V_c = 0.27 \left( \frac{\alpha d}{b_o} + 2 \right) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$\alpha = 40$  zapatas interiores

$\alpha = 30$  zapatas perimetrales

$\alpha = 20$  zapatas esquineras

$$V_c = 0.27 \left( \frac{40 \times 30 d}{260} + 2 \right) \sqrt{210} * 260 * 30 / 1000 = \mathbf{201.89 Tn}$$

$$V_c = 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_c = 1.06 * \sqrt{210} * 260 * 30 / 1000 = \mathbf{119.81 Tn}$$

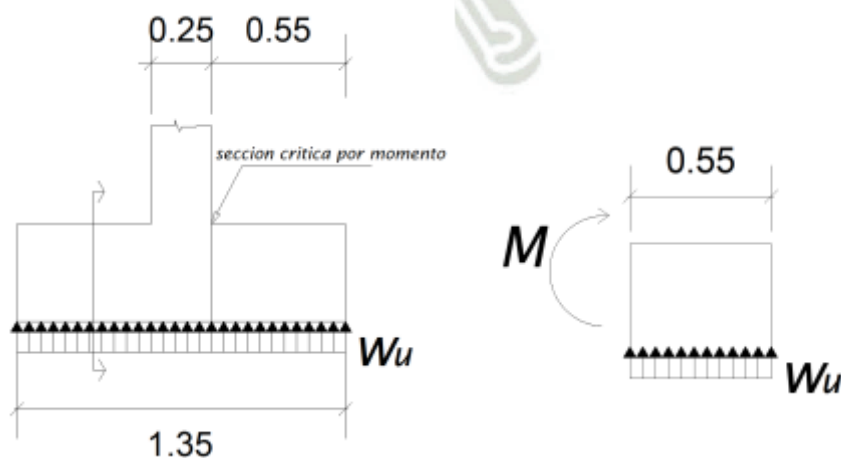
Se escoge el menor = 119.81 Tn

$$\phi V_c = 0.85 * 119.81 = 101.83 Tn$$

$$V_u < \phi V_c \dots \mathbf{OK}$$

### 8.9.7. Diseño por flexión

La zapata es similar a una viga en voladizo, con las cargas distribuidas hacia la parte superior generando tracción en las fibras inferiores de la zapata.



Los momentos últimos por metro de ancho se calculan de la siguiente forma:

$$Wu = \sigma u * 1.55 = 30.83 * 1.55 = 47.79 \text{ Tn/m}$$

$$Mu = \frac{Wu * 0.55 * 0.55}{2}$$

$$Mu = \frac{47.79 * 0.55 * 0.55^2}{2}$$

$$\mathbf{Mu = 7.26 \text{ Tn. m}}$$

$$A_s = \frac{0.85 f'c b d}{fy} - \sqrt{\frac{1.7 f'c b}{fy^2} * \left(\frac{0.85 f'c b d^2}{2}\right) - \frac{Mu}{\phi}}$$

$$\mathbf{A_s = 0.6 \text{ cm}^2}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 b * h$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 155 * 40$$

$$\mathbf{A_{s \text{ min}} = 11.16 \text{ cm}^2}$$

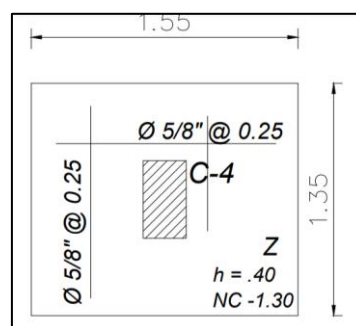
$$\phi 5/8" \Rightarrow a_s = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$S = \left(\frac{a_s * 100}{A_s}\right) * b_w$$

$$S = \left(\frac{1.98 * 100}{11.16}\right) * 1.55$$

$$S = 27.5 \text{ cm} \Rightarrow \mathbf{25 \text{ cm}}$$

Como la cuantía mínima de refuerzo inferior en la zapata es de 0.0018, por otro lado, la separación del acero no se puede considerar mayor a 40cm.



**Figura 57.** Distribución de acero y dimensiones para la Zapata columna C4

### 8.10. Programación De Obra

La programación del proyecto empieza con la revisión de los planos, esto sirve para la elaboración del presupuesto en base al metrado de las partidas también se elabora el cronograma de obra para fijar el comienzo y el fin de obra. Se determina con que proveedores se trabajará la obra, teniendo en cuenta los precios, la calidad de los materiales, y la prontitud del servicio. La ejecución del proyecto comenzará con la delimitación de la zona de trabajo, seguido del trazo de las cimentaciones, luego se realizan los movimientos de tierras.

Una vez realizados la cimentación, se procede a plantar las columnas; para las columnas se utilizó una resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , que serán vaciadas después de las cimentaciones y previo encofrado de estas. Las losa y vigas también son de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Seguidamente se continuará con el encofrado de las vigas y aligerados efectuándolo de manera segura ya que son los elementos estructurales que transmitirán la carga a las columnas. Una vez terminado el encofrado de techo se hace una revisión general del encofrado verificando antes del vaciado algunos puntos importantes. Los pies derechos o puntales, si tenían el correcto espaciamiento para el vaciado, verificando que cada uno esté bien colocado y que no falte ninguno. Luego verificar la correcta distribución del acero y sus refuerzos que las viguetas estén bien colocadas, las vigas también deberían estar perfectamente alineadas. Una vez verificado todo el encofrado se procederá al vaciado de concreto en conjunto y de manera monolítica las vigas y losas, con la recomendación que el vaciado se realice en los horarios de la mañana o en la tarde, evitando el vaciado a medio día por el calor excesivo que puede hacer fraguar aceleradamente el concreto produciéndose fisuras y alguna que otra junta fría; se realizara una correcto vibrado para evitar las cangrejas; al día siguiente de haber vaciado el concreto se deberá curar las vigas y losas con el método de arroceras; este procedimiento se realizara para todos los niveles.

Una vez terminado el vaciado de columnas, placas, vigas y losas, se procederá al levantado de tabiques con sus respectivos arriostres. Todo esto se realizará siguiendo fielmente los planos estructurales.

Después se hará la colocación de las instalaciones de tuberías de agua y luz, en base a los planos de instalaciones tanto eléctricas como sanitarias.

**Acabados:** Se continua con el tarrajeo de muros y techos de toda la edificación, además de tarrajeo de vigas columnas y vanos. Para el tarrajeo se empieza con la colocación de los puntos en los muros. Esto para poder tarrajar sin ningún problema. Posteriormente se dará comienzo al vaciado de los contrapisos de 2” Seguidamente se empiezan los trabajos de colocación de mayólicas y pisos de baños patios y terrazas.

**Instalaciones:** Luego se procederá con el cableado de todos los departamentos y la colocación de los tableros generales para cada uno. También se colocan por otro lado los aparatos sanitarios.

Una vez que los muros tienen un secado de más o menos un mes, se procede con la imprimación empaste lijado y pintado para dejarlos en primera mano de pintura.

Es momento de colocar las puertas chapas y bisagras, además de los vidrios de toda la edificación una vez realizado este proceso y terminados los enchapes, procedemos al pintado final de toda la edificación tanto exteriormente como interiormente.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que, para la elaboración de un proyecto de este tipo, es necesario contar con los conocimientos básicos, que se obtiene en la carrera de ingeniería civil, además, que en las asignaturas que se dictan en la carrera de ingeniería civil, se tome en cuenta la aportación de las experiencias vividas por parte de los maestros y de los mismos alumnos, lo cual indudablemente será de gran contribución en el desarrollo y progreso profesional del ing. Civil, logrando ser un profesional exitoso y competitivo.
- El edificio fue analizado y diseñado bajo las normas vigentes del Reglamento Nacional de edificaciones. Se logró una adecuada rigidez lateral en ambas direcciones, estas cumpliendo siempre con la arquitectura.
- El periodo fundamental de la estructura para la dirección X-X, según el análisis dinámico modal espectral, es 0.333s. Para la dirección Y-Y, 0.317s. De ello podemos afirmar que la estructura es más rígida en la dirección Y-Y, ya que presenta mayor longitud de muros de corte en este sentido.
- Las derivas de entrepiso obtenidas del análisis dinámico son 0.006 en la dirección X-X y 0.005 para la dirección Y-Y, estos resultados son menores a la deriva máxima, **0.007**, establecida en la norma E.030.
- Se determinó que el sistema resistente a fuerzas laterales en la dirección XX es un sistema dual ( $R_0=6$ ), mientras que para la dirección YY se determinó un sistema resistente de muros estructurales ( $R_0=7$ )
- Se hizo el control de irregularidades y este presento que la arquitectura presentaba irregularidades en planta, asimismo, se concluye que nuestra estructura no llega a presentar irregularidades extremas, por lo que se afectó el coeficiente de reducción R, obteniendo un  $R_x=5.1$  y  $R_y=5.95$
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos donde se obtuvo una capacidad portante de 2.53 kg/cm<sup>2</sup>, el cual utilizamos para el diseño de cimentaciones.

- Se efectuó el diseño estructural de los elementos estructurales, respetando los requerimientos de la norma E-0.60
- Se realizó el diseño por flexión de vigas, controlado por las combinaciones de diseño por sismo, siendo las vigas que conectan placas las que más soportan momentos y cortantes en los extremos de cada viga; en este diseño se tomó en cuenta las consideraciones de diseño por capacidad.
- Se realizó el diseño de la columna C4 por ser la más cargada, que estuvo controlado por las combinaciones de diseño por sismo, asimismo también se tomó en cuenta las consideraciones de diseño por capacidad, se realizó el chequeo de esbeltez y se demostró que todas las columnas son arriostradas y también se despreció los efectos de 2do orden.
- Se realizó el diseño de placas que estuvo controlado por las combinaciones de diseño por sismo, se calculó las distancias de elementos de borde, también se tuvo cuenta para este diseño las consideraciones de diseño por capacidad.
- Se realizó el diseño de Tabiques (elemento no estructural), determinando su espesor y armado de acero en sus elementos de confinamiento (columna y viga solera).
- Se realizó el diseño de la zapata de la columna C4 por ser la más cargada.

## RECOMENDACIONES

- Es importante que la estructuración pueda primar sobre el aspecto arquitectónico, o en todo caso llevarse a cabo de manera coordinada entre ambas especialidades. Las irregularidades que la arquitectura del proyecto genera en la estructura, encarecen la misma y acrecientan el riesgo de sufrir daños y pérdidas frente a un evento sísmico de magnitud considerable.
- Se deben tener en cuenta los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones sin dejar de lado la bibliografía básica que puede ayudar a mejorar el proceso de diseño cotejando ambos lineamientos.
- La edificación que presenta aberturas en el diafragma genera gran inestabilidad en la estructura y resultan en modelos torsionales, es importante evitarlos ya sea dividiendo la estructura en bloques rectangulares o ensanchando el ancho del pasillo hasta que sea manejable.
- Se debe tener especial cuidado al momento de estructurar, para evitar la torsión en planta, para ello es recomendable realizar varias iteraciones del análisis sísmico, los softwares de diseño permiten realizar estas iteraciones de manera más rápida y sencilla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cabrera E. (2003). “Diseño *estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura*”. Universidad de Piura. Piura.
- Crespo C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México. Limusa Noriega Editores.
- Espino L. y Gallo G. (2016) “Diseño por flexión de vigas de concreto reforzado”. México
- Afuso Muños, M. A. (2017). Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y tres sótanos ubicado en el distrito de Barranco.
- Blanco Blasco, A. (1994). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Edificaciones, R. N. (2020). Norma E.030 Diseño Sismoresistente.
- Pacheco Viza, J. A. (2019). Diseño de un edificio de concreto armado de cinco niveles y un semisótano con muros cortina.
- Wakabayashi Minoru, M. E. (1988). Diseño de Estructuras Sismoresistentes.
- Norma Técnica E020 (2016). Cargas. Perú
- Norma Técnica E030 (2016). Diseño Sismorresistente. Perú
- Norma Técnica E050(2018). Suelos y Cimentaciones. Perú
- Norma Técnica E060(2009). Concreto Armado. Perú
- Ortiz A. (2001). “Diseño Biaxial para columnas rectangulares”. Ecuador
- Pantoja A. (2013). “Concreto Armado”. Universidad Peruana de los Andes. Huancayo. Perú.
- Sanz J. (1975) “Mecánica de Suelos”. España.

# ANEXO 1

## TABLAS RESULTADOS DE DISEÑO EN VIGAS Y COLUMNAS

**Tabla 51.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje A del 1 al 3 nivel, tramo 1-5*

Eje A		VA 1 (25X45)			VA1 (25X20) 3-4			VA1 (25X20) 4-5			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	1.68	0.84	1.70	1.64	0.84	1.61
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.61	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.89	2.35	3.28	2.16"	0.84	2.07	1.98	0.84	2.09
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.89	0.84	0.84	0.84"	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.14	2.35	3.42	2.38	0.84	2.20	2.38	0.84	2.20
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	4.30	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 52.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje A del 4 al 5 nivel, tramo 1-5*

Eje A			VA 1 (25X45)			VA1 (25X30) 3-4			VA1 (25X20) 4-5		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.01	2.35	3.17	2.43	0.84	2.23	2.43	0.84	2.22
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	4.23	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	1.68	0.84	1.40	1.68	0.84	1.40
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.61	2.20	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 53.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 1 al 3 nivel, tramo 1-4*

Eje B		VB 1 (25X45) 1-2			VB 1 (25X30) 2-3			VB1 (25X20) 3-4			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.57	2.35	4.95	1.88	1.44	1.68	0.99	0.84	0.84
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.36	2.35	1.44	1.44	1.44	0.84	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	6.81	3.96	6.81	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	5.34	2.35	5.84	3.39	1.44	2.54	1.47	0.84	1.01
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	1.44	1.44	1.57	0.84	0.84	1.26
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	6.81	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	5.51	2.35	6.15	2.70	1.44	2.95	1.76	0.84	1.13
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.09	1.44	1.87	0.84	0.84	1.55
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	6.81	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 54.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 4 al 5 nivel, tramo 1-4*

Eje B		VB 1 (25X45) 1-2			VB 1 (25X30) 2-3			VB1 (25X20) 3-4			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
4	As Requerido	As - ( $cm^2$ )	5.45	2.35	6.22	2.81	1.44	3.10	1.87	0.84	1.17
		As + ( $cm^2$ )	2.35	2.35	2.35	2.23	1.44	1.98	0.84	0.84	1.66
	As Proporcionado	As - ( $cm^2$ )	6.81	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + ( $cm^2$ )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2 $\phi$ 5/8"+1 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"+1 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"
		As +	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"
5	As Requerido	As - ( $cm^2$ )	3.23	2.35	3.83	2.15	1.44	2.60	1.70	0.84	0.87
		As + ( $cm^2$ )	2.35	2.35	2.35	1.68	1.44	1.44	0.84	0.84	1.47
	As Proporcionado	As - ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + ( $cm^2$ )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"
		As +	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 55.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 1 al 3 nivel, tramo 4-7

Eje B		VB 1 (25X20) 4-5			VB1 (25X30) 5-6			VB1 (25X30) 6-7			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	1.51	0.84	1.61	1.47	1.44	1.50	1.44	1.44	1.44
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.84	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	1.89	0.84	2.00	1.91	1.44	2.09	1.44	1.44	1.69
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.84	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.05	0.84	2.18	2.07	1.44	2.35	1.44	1.44	1.86
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.84	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 56.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje B del 4 al 5 nivel, tramo 4-7*

Eje B		VB 1 (25X20) 4-5			VB1 (25X30) 5-6			VB1 (25X30) 6-7			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.09	0.84	2.20	2.17	1.44	2.46	1.44	1.44	1.87
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.84	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	1.03	0.84	1.17	1.63	1.44	2.04	1.44	1.44	1.44
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.95	0.84	0.84	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2""

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 57.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 1 al 3 nivel, tramo 1-4

Eje C			VC 1 (25X45) 1-2			VC1 (25X45) 2-3'			VC1 (25X30) 3'-4		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.77	2.35	4.46	2.73	2.35	2.35	1.44	1.44	1.44
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2""
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.45	2.35	5.43	3.61	2.35	2.35	2.17	1.44	1.48
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.85	2.35	2.35	2.17	1.44	1.80
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2""
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.56	2.35	5.86	4.05	2.35	2.84	2.53	1.44	1.61
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	3.29	2.35	2.58	1.44	1.44	2.18
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2""	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2""

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 58.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 4 al 5 nivel, tramo 1-4

Eje C		VC 1 (25X45) 1-2			VC1 (25X45) 2-3'			VC1 (25X30) 3'-4			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.50	2.35	6.02	4.07	2.35	2.92	2.67	1.44	1.61
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	3.44	2.35	2.6	1.44	1.44	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	6.81	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.02	2.35	4.33	3.09	2.35	2.35	2.11	1.44	1.44
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	1.44	1.44	1.8
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	2.53	5.94	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 59.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 1 al 3 nivel, tramo 4-7

Eje C		VC 1 (25X30) 4-5			VC1 (25X30) 5-6			VC1 (25X30) 6-7		
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C

1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.99	2.68	1.44	1.53	1.44	1.44	1.44	
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.84	1.46	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	1.40	1.94	1.44	2.09	1.44	1.44	1.71	
		As + (cm <sup>2</sup> )	0.84	0.84	0.93	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	1.24	0.84	1.59	2.13	1.44	2.34	1.44	1.44	1.87	
		As + (cm <sup>2</sup> )	1.32	0.84	1.05	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 60.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje C del 4 al 5 nivel, tramo 4-7*

Eje C		VC 1 (25X20) 4-5			VC1 (25X30) 5-6			VC1 (25X30) 6-7		
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C
4	As - (cm <sup>2</sup> )	1.28	0.84	1.64	2.21	1.44	2.45	1.44	1.44	1.87

	<b>As Requerido</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	1.38	0.84	1.09	1.46	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	
		As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	0.87	0.84	1.30	1.76	1.44	1.96	1.44	1.44	1.44	
		As + (cm <sup>2</sup> )	1.03	0.84	0.84	1.44	1.44	1.94	1.44	1.44	1.44	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 61.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje D del 1 al 3 nivel, tramo 1-5*

<b>Eje D</b>		<b>VD 1 (25X45) 1-2</b>			<b>VD1 (25X20) 3'-4</b>			<b>VD1 (25X20) 4-5</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
1	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.43	0.84	2.40	1.74	0.84	1.74
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	

	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.70	2.35	3.14	2.44	0.84	2.45	2.05	0.84	2.29	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.70	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	
3	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.95	2.35	3.35	2.48	0.84	2.79	2.16	0.84	2.52	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.03	0.84	0.84	0.84	0.91	0.84	0.84	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 62.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje D del 4 al 5 nivel, tramo 1-5*

<b>Eje D</b>		<b>VD 1 (25X45) 1-2</b>			<b>VD1 (25X20) 3'-4</b>			<b>VD1 (25X20) 4-5</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.89	2.35	3.28	2.48	0.84	2.68	2.16	0.84	2.52
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.01	0.84	0.84	0.84	0.95	0.84	0.84
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53

		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	0.84	0.84	1.61	1.32	0.84	1.81
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	0.84	0.84	0.84	0.93	0.84	0.84
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 63.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 1 del 1 al 3 nivel, tramo A-D*

Eje 1		V101 (25X45) A-B			V101 (25X45) B-C			V101 (25X45) C-D			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.41	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.79	2.35	3.04	2.41	2.35	2.35	

	<b>As Requerido</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
		As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.84	2.35	3.13	2.41	2.35	2.35	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.76	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 64.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 1 del 4 al 5 nivel, tramo A-D*

Eje 1		V101 (25X45) A-B			V101 (25X45) B-C			V101 (25X45) C-D			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.79	2.35	3.04	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As - (cm <sup>2</sup> )	2.95	2.35	2.35	2.84	2.35	3.13	2.35	2.35	2.35	

	<b>As Requerido</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
		As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 65.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 2 del 1 al 3 nivel, tramo A-D*

<b>Eje 2</b>		<b>V201 (25X45) A-B</b>			<b>V201 (25X45) B-C</b>			<b>V201 (25X45) C-D</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
1	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.53	2.35	2.35	2.52	2.35	2.35	5.05	2.35	4.38
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.87	2.35	2.35	3.97	2.35	3.96
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	6.81	3.96	6.81
		As + (cm <sup>2</sup> )	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"
		As +	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"
2	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.09	2.35	2.35	3.42	2.35	3.07	6.75	2.35	5.89
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.68	2.35	2.53	4.36	2.35	2.98	5.56	2.35	5.51
		As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	6.81	3.96	6.81

	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"
		As +	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"
3	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.55	2.35	2.35	3.28	2.35	3.22	6.78	2.35	5.80	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.67	2.35	3.00	4.72	2.35	2.94	5.53	2.35	5.49	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	6.81	3.96	6.81	
		As + (cm <sup>2</sup> )	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"
		As +	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 66.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 2 del 4 al 5 nivel, tramo A-D*

<b>Eje 2</b>		<b>V201 (25X45) A-B</b>			<b>V201 (25X45) B-C</b>			<b>V201 (25X45) C-D</b>				
<b>Nivel</b>	<b>Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.48	2.35	2.35	2.73	2.35	2.92	5.91	2.35	5.06	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.17	4.46	2.35	2.51	4.69	2.35	4.78	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	6.81	3.96	6.81	
		As + (cm <sup>2</sup> )	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	
		As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"
		As +	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"
5	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.77	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	4.28	2.35	3.30	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	3.24	2.35	2.35	3.52	2.35	3.22	
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	5.94	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	6.81	3.96	6.81	
		As + (cm <sup>2</sup> )	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	

	As -	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"	2φ5/8"	2φ5/8"+1φ3/4"
	As +	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"	3φ5/8"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 67.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3' del 1 al 3 nivel, tramo A-D*

Eje 3'		V301 (25X45) B-C			V301 (25X45) C-D			
Nivel	Ítem	A	B	C	A	B	C	
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.99	2.66	2.35	3.20
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As -	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
		As +	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.57	2.35	3.94	3.42	2.35	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.36	2.35	2.74	2.35	2.35	3.17
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As -	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
		As +	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
3	As - (cm <sup>2</sup> )	2.54	2.35	4.05	3.51	2.35	3.79	

	<b>As Requerido</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	2.43	2.35	2.70	2.35	2.35	3.24
		As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
	<b>As Proporcionado</b>	As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 68.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3' del 4 al 5 nivel, tramo A-D*

<b>Eje 3'</b>		<b>V301 (25X45) B-C</b>			<b>V301 (25X45) C-D</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.78	3.21	2.35	3.26
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.85
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As -	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
		As +	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8	2φ5/8
5	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 69.**  
Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3 del 1 al 3 nivel, tramo A-B

Eje 3			V401 (25X45) A-B		
Nivel	Ítem		A	B	C
1	<b>As Requerido</b>	As - ( $cm^2$ )	3.03	2.35	2.75
		As + ( $cm^2$ )	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96
		As + ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96
		As -	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"
		As +	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"
2	<b>As Requerido</b>	As - ( $cm^2$ )	3.86	2.35	3.31
		As + ( $cm^2$ )	2.65	2.35	2.86
	<b>As Proporcionado</b>	As - ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96
		As + ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96
		As -	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"
		As +	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"
3	<b>As Requerido</b>	As - ( $cm^2$ )	3.74	2.35	3.03
		As + ( $cm^2$ )	2.43	2.35	2.73
	<b>As Proporcionado</b>	As - ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96
		As + ( $cm^2$ )	3.96	3.96	3.96

		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 70.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 3 del 4 al 5 nivel, tramo A-B*

Eje 3			V401 (25X45) A-B		
Nivel	Ítem		A	B	C
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.26	2.35	2.44
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
5	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 71.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 4 del 1 al 3 nivel, tramo A-D*

Eje 4			V501 (25X45) A-B			V501 (25X45) B-C			V501 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.75	2.35	2.73	4.49	2.35	4.53	3.25	2.35	2.97
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.74	2.35	2.63	5.16	2.35	5.09	3.28	2.35	3.91
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.77	2.35	2.35	5.26	2.35	5.10	2.90	2.35	3.92
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 72.**

*Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 4 del 4 al 5 nivel, tramo A-D*

Eje 4			V501 (25X45) A-B			V501 (25X45) B-C			V501 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
4	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.43	2.35	2.35	5.07	2.89	4.89	2.36	2.35	3.57
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	<b>As Requerido</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.80	2.35	2.57	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	<b>As Proporcionado</b>	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 73.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 5 del 1 al 3 nivel, tramo A-D

Eje 5			V601 (25X45) A-B			V601 (25X45) B-C			V601 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.77	2.35	2.46	4.04	2.35	4.14	2.61	2.35	2.70
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.76	2.35	2.35	4.62	2.35	4.69	3.61	2.35	3.61
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.82	2.35	2.35	4.65	2.35	4.71	2.35	2.35	3.66
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 74.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 5 del 4 al 5 nivel, tramo A-D

Eje 5			V601 (25X45) A-B			V601 (25X45) B-C			V601 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.51	2.35	2.35	4.44	2.35	4.50	2.35	2.35	3.38
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.47	2.35	2.52	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	5.94	3.96	5.94	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	3φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 75.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 6 del 1 al 3 nivel, tramo A-D

Eje 6			V701 (25X45) A-B			V701 (25X45) B-C			V701 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.00	2.35	2.35	3.28	2.35	3.28	2.35	2.35	3.07
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.05	2.35	2.35	3.79	2.35	3.72	2.35	2.35	4.11
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.46	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.23	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	5.23
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1 φ1/2	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ1/2
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.21	2.35	2.35	3.80	2.35	3.71	2.35	2.35	4.28
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.60	2.35	2.35	2.35	2.37	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.23	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	5.23
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1 φ1/2	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ1/2
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 76.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 6 del 4 al 5 nivel, tramo A-D

Eje 6			V701 (25X45) A-B			V701 (25X45) B-C			V701 (25X45) C-D			
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C	
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	4.23	2.35	2.35	3.62	2.35	3.52	2.35	2.35	4.11	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.83	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	5.23	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	5.23
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"+1 φ1/2	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"+1 φ1/2
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	3.03	2.35	2.35	2.42	2.35	2.35	2.35	2.35	2.75	
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 77.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 7 del 1 al 3 nivel, tramo A-D

Eje 7			V801 (25X45) A-B			V801 (25X45) B-C			V801 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.92	2.88	2.35	2.87	2.80	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.74	2.35	2.35	2.35	2.57	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
2	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.45	2.35	3.01	2.47	2.35	3.42	2.96	2.35	2.52
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.83	2.35	2.35	2.35	3.64	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	3.80	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	3φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"
3	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.41	2.35	2.39	3.62	2.35	3.54	2.41	2.35	2.53
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.72	2.35	2.35	2.35	3.65	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	3.80	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	3φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 78.**

Resultados de diseño a flexión de las vigas del eje 7 del 4 al 5 nivel, tramo A-D

Eje 7			V801 (25X45) A-B			V801 (25X45) B-C			V801 (25X45) C-D		
Nivel	Ítem		A	B	C	A	B	C	A	B	C
4	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.41	2.35	2.39	3.58	2.35	3.49	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	3.72	2.35	2.35	2.35	3.25	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	3.80	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	3φ1/2"	2φ1/2"
5	As Requerido	As - (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	As Proporcionado	As - (cm <sup>2</sup> )	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
		As + (cm <sup>2</sup> )	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
		As -	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"	2φ5/8"
		As +	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"	2φ1/2"

Fuente. Elaboración propia

COLUMNA TIPO C1

Columnas										
Nivel	CB2	CC2	CB2'	CB3	CB4	CC4	CB5	CC5	CB6	CC6
1	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"
2	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"
3	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"
4	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"
5	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"	8 φ 5/8"

**Tabla 79.**

*Resultados de diseño de las columnas Tipo C1.*

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 80.**

*Resultados de diseño de las columnas Tipo C2.*

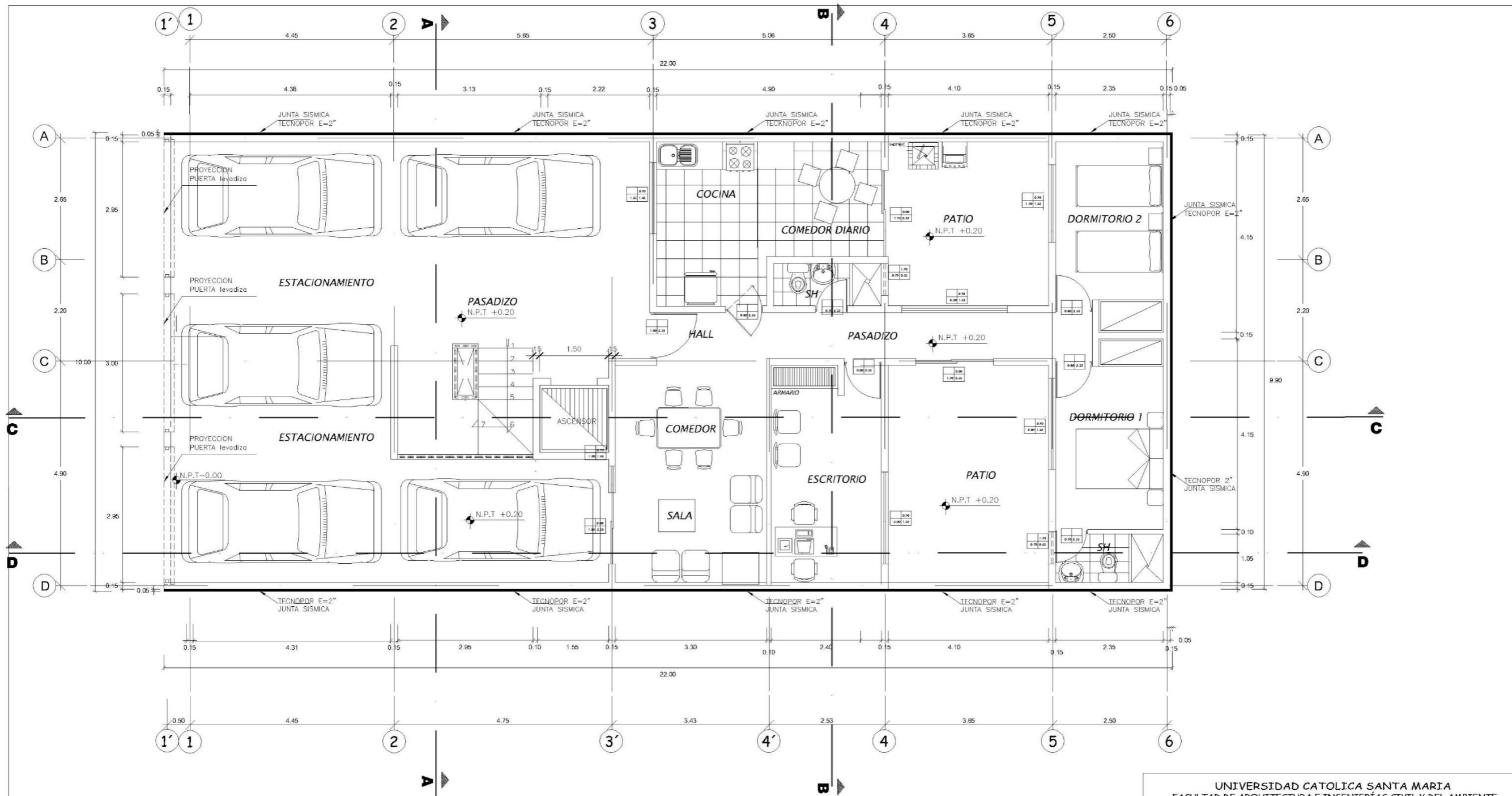
Fuente. Elaboración propia

COLUMNA TIPO C2												
Columnas												
Nivel	CB1	CC1	CA2	CD2	CA3	CA3'	CA4	CD4	CA5	CD5	CB7	CC7
1	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"
2	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"
3	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"
4	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"
5	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"	6 φ 5/8"



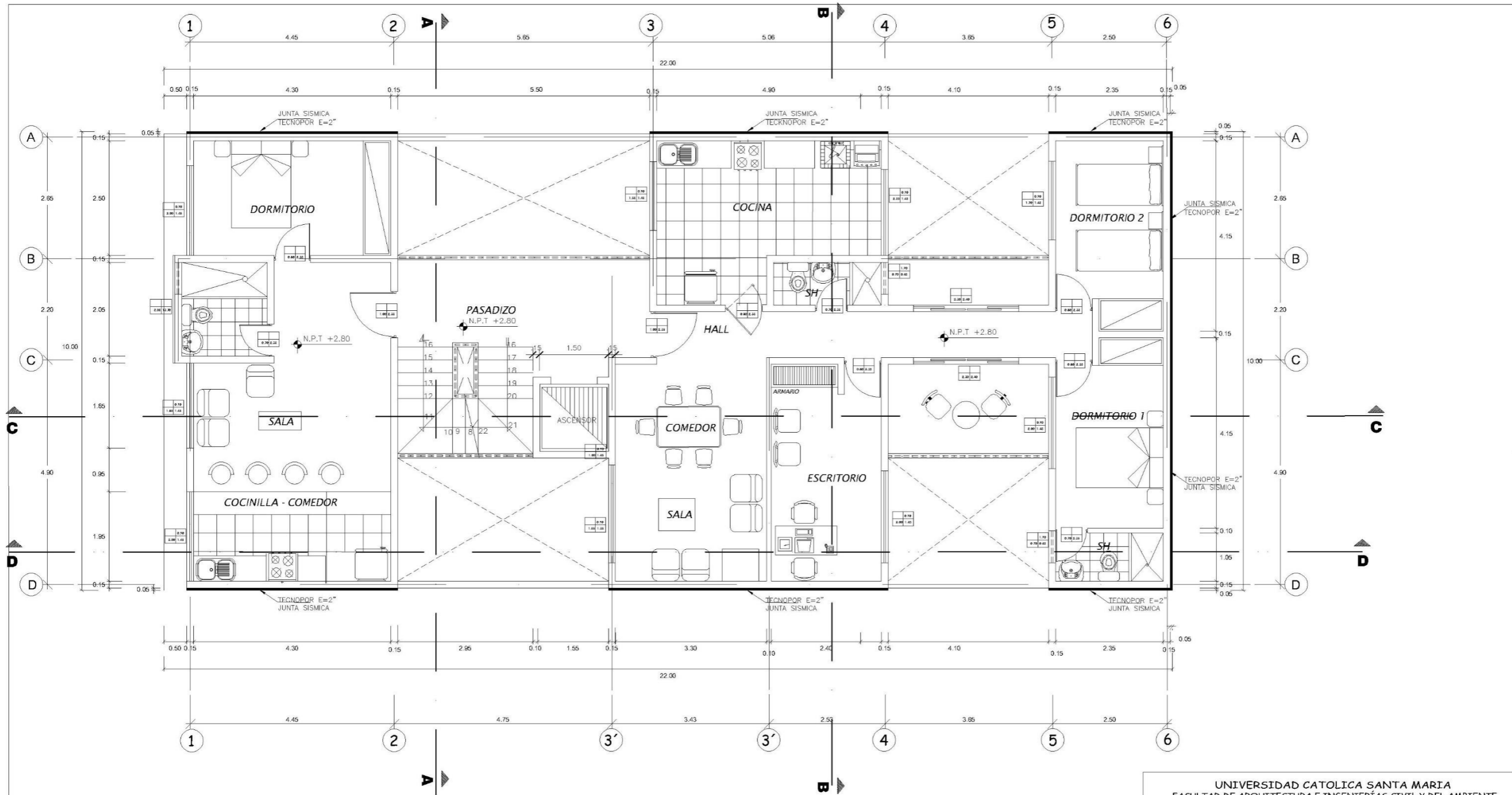
## **ANEXO 2**

# **PLANOS**



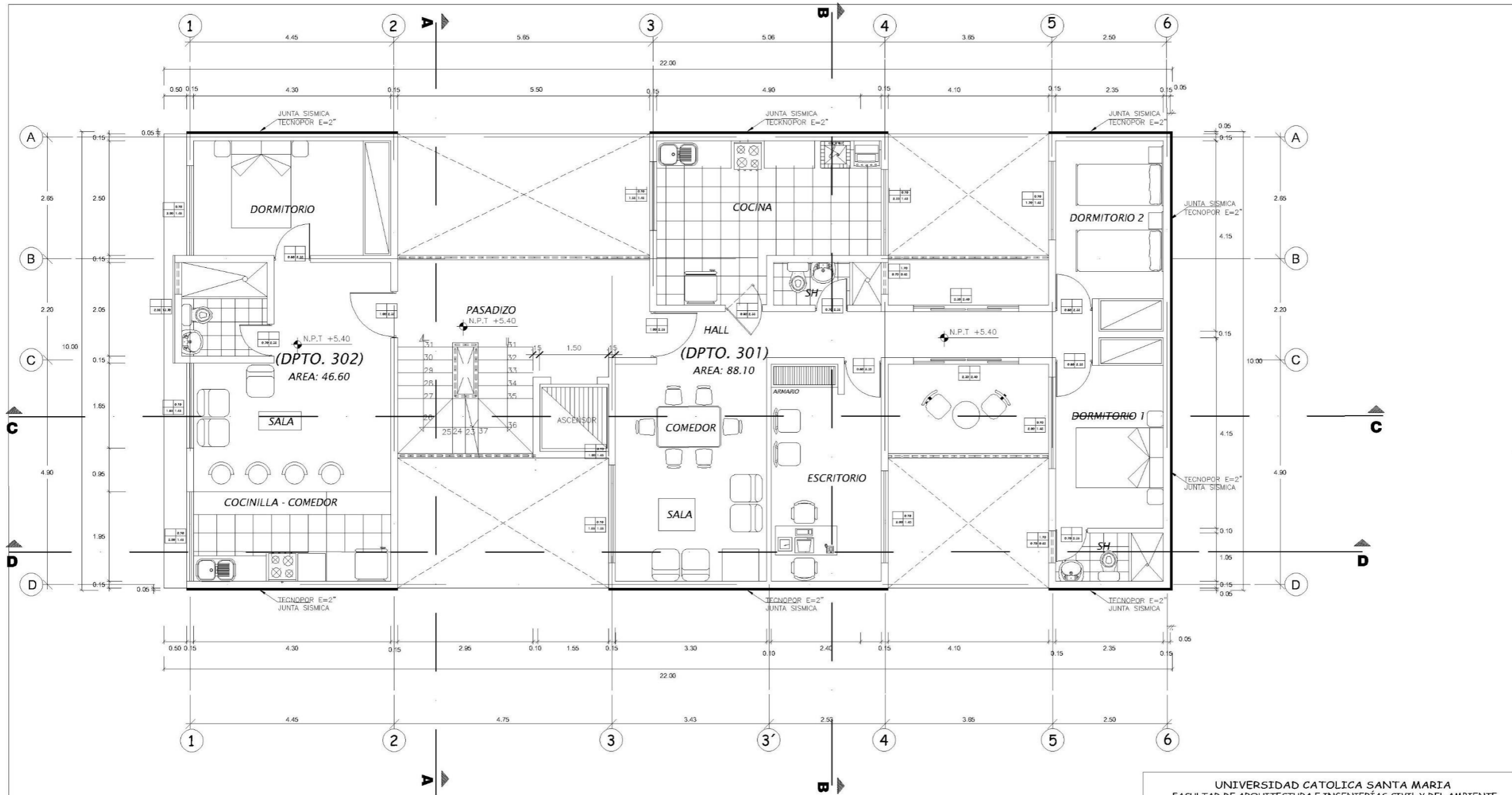
**PRIMER NIVEL**

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO:	ARQUITECTURA-PLANTA 01	LAMINA N°:
	ASESOR:	OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA	<b>A-01</b>
DISENYO:	WALTHER TORRES PAREDES	ESCALA:	FECHA:
		1/50	MAYO 2022




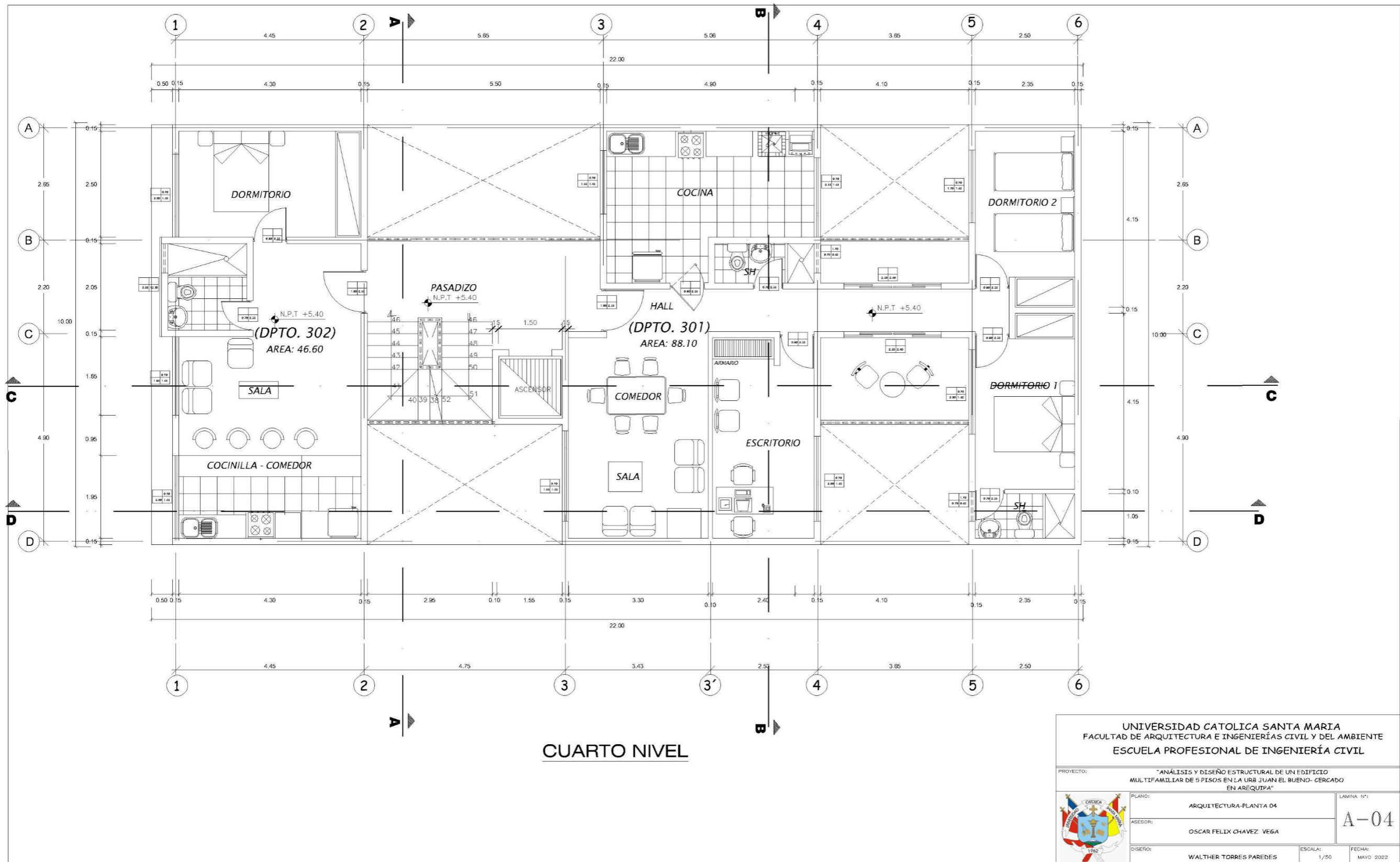
**SEGUNDO NIVEL**


<b>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA 02	LAMINA N°: <b>A-02</b>	
	ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2022	

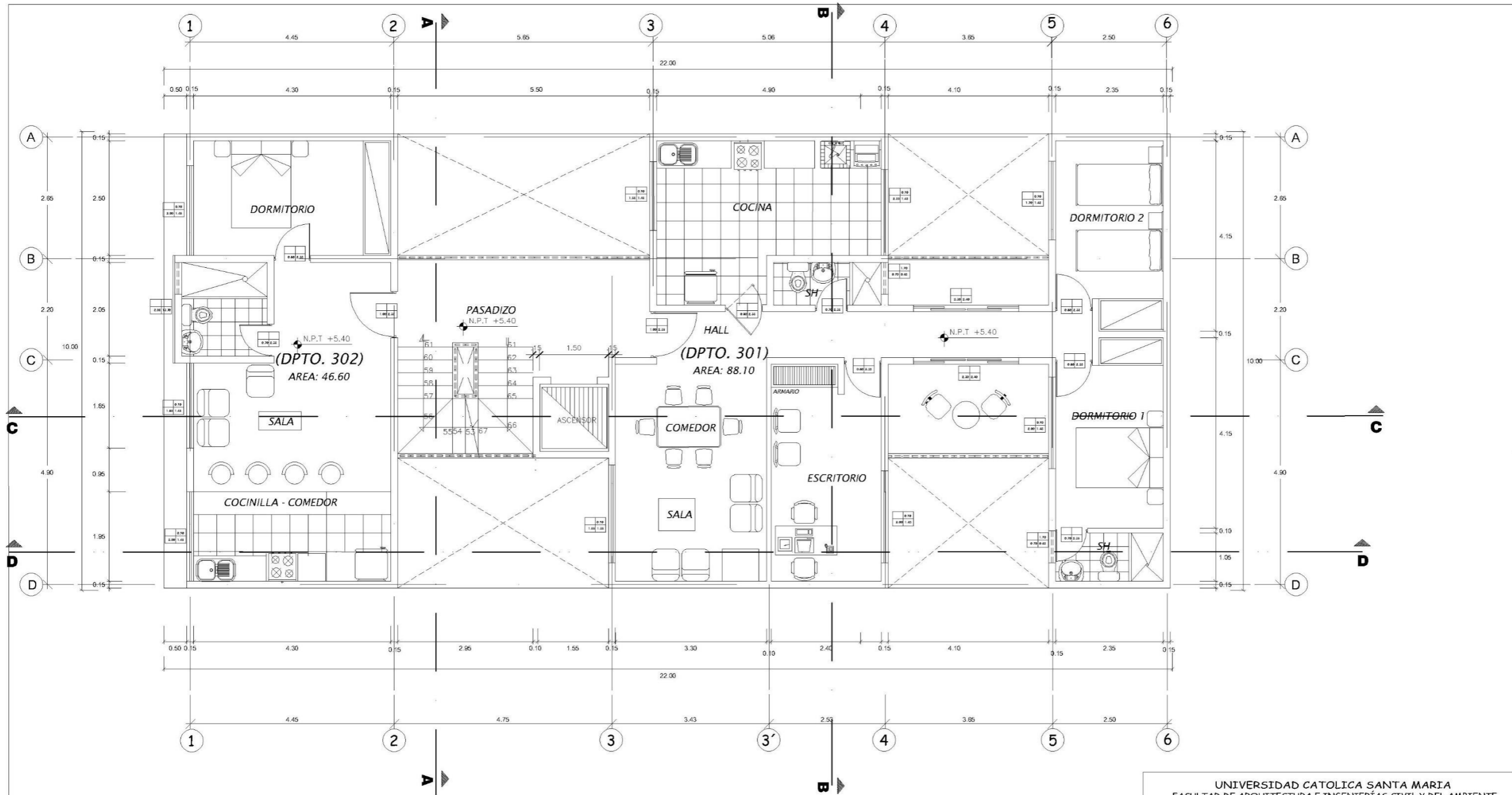


**TERCER NIVEL**

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA 03	LAMINA N°: <b>A-03</b>	
	ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2022	

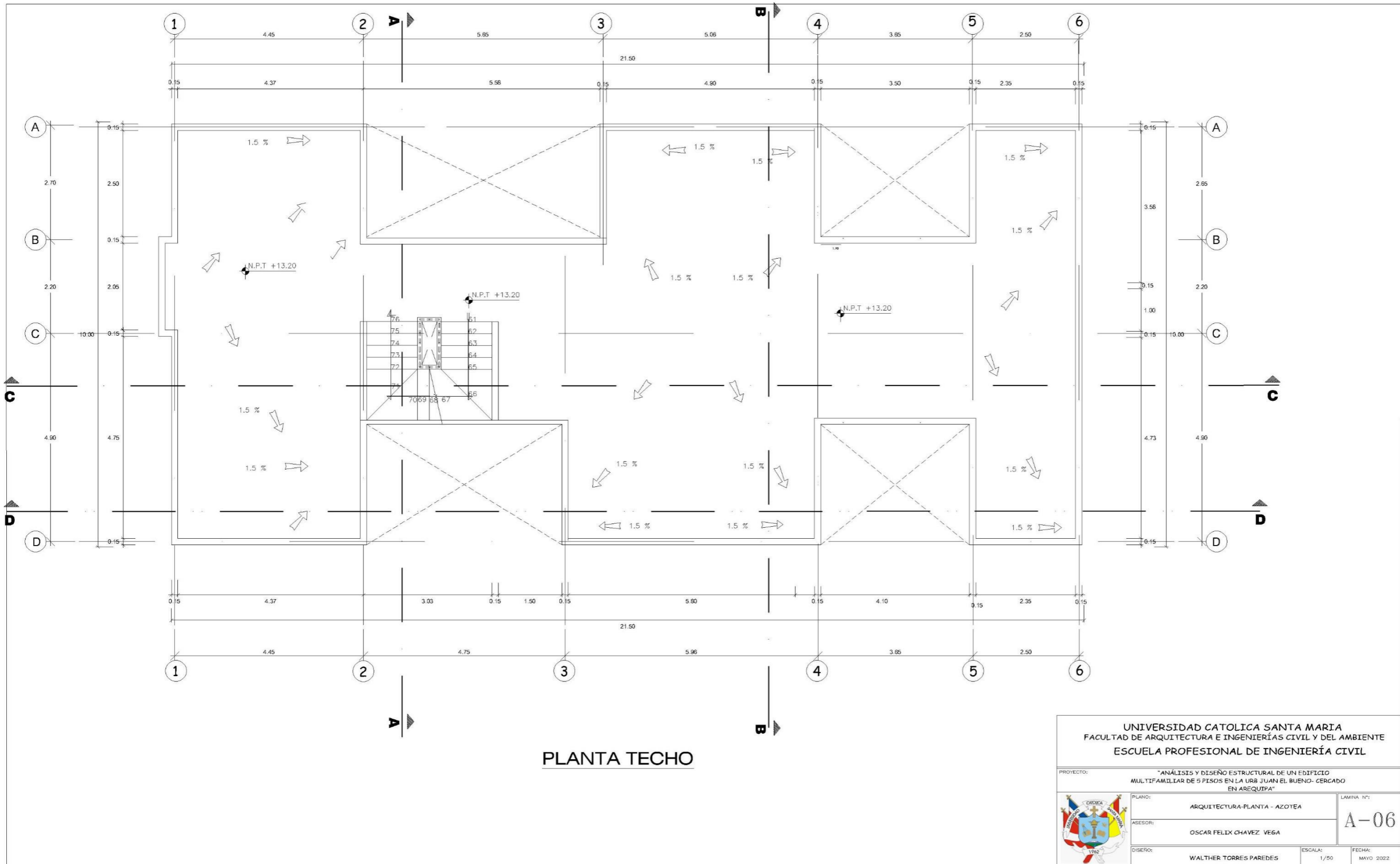


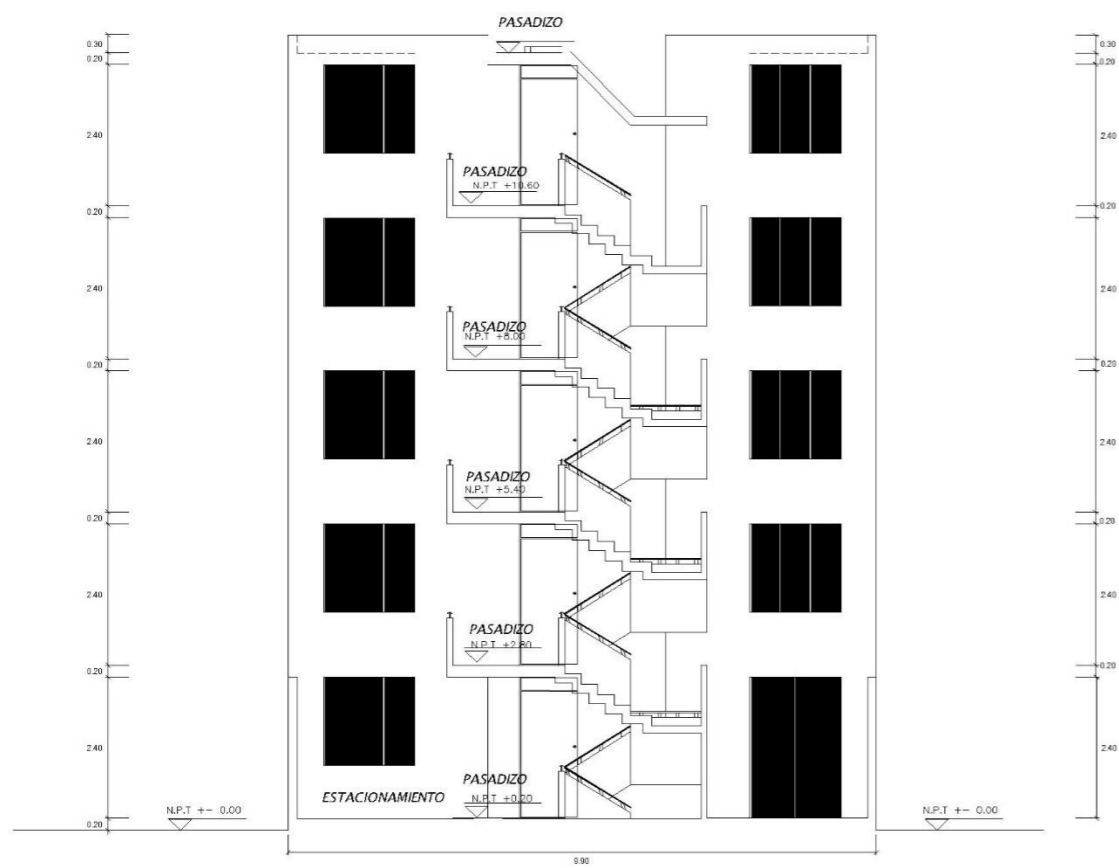
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA 04	LAMINA N°: <b>A-04</b>	
	ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
	DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2022



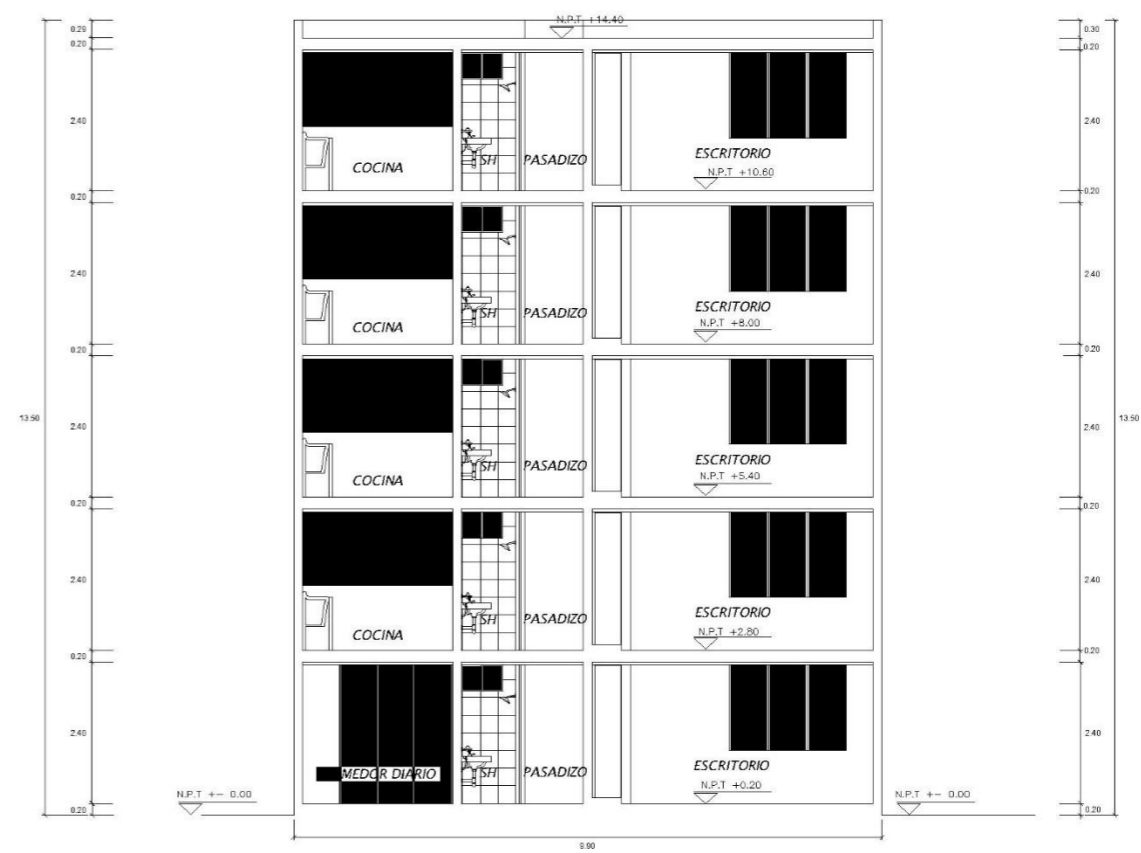
**QUINTO NIVEL**

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA 05	LAMINA N°: A-05	
	ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
	DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2022



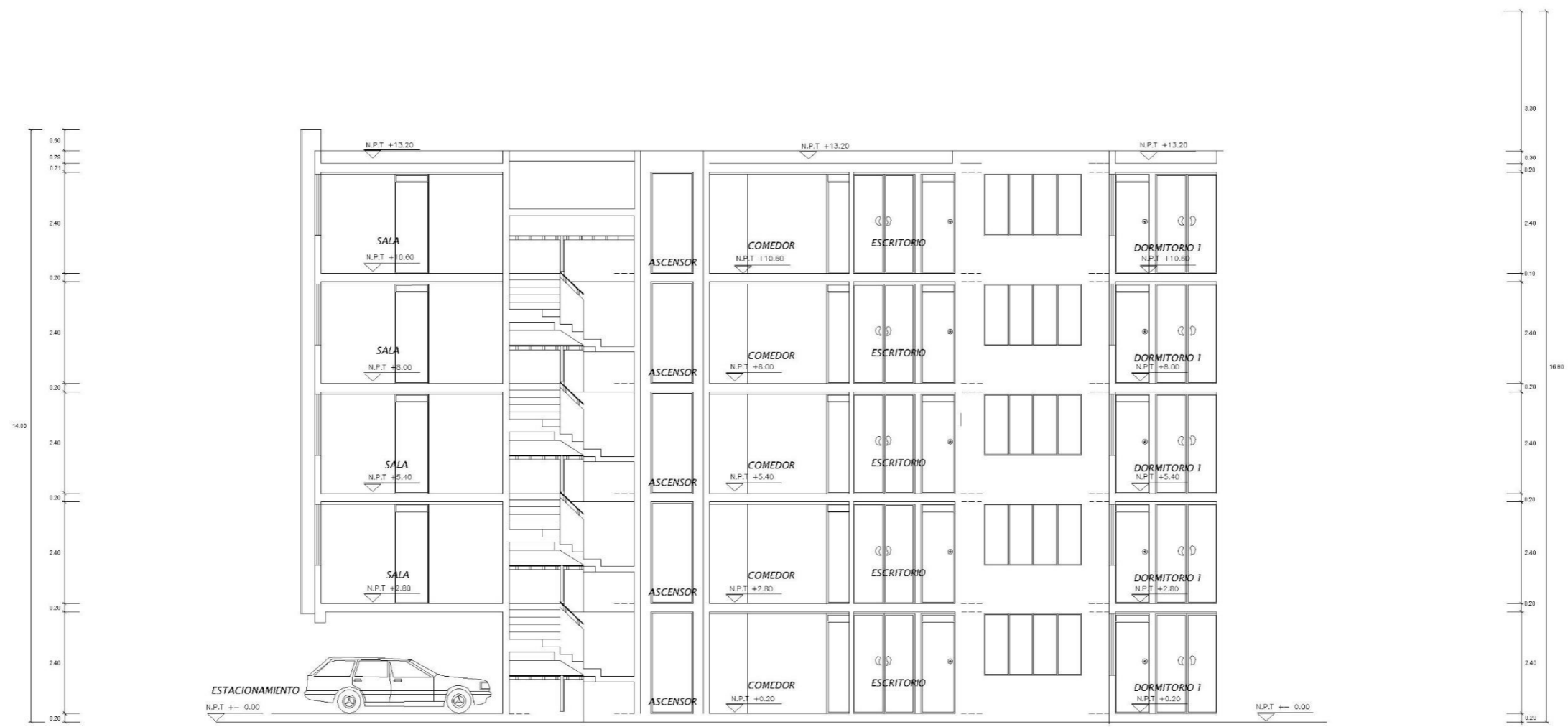


CORTE A - A



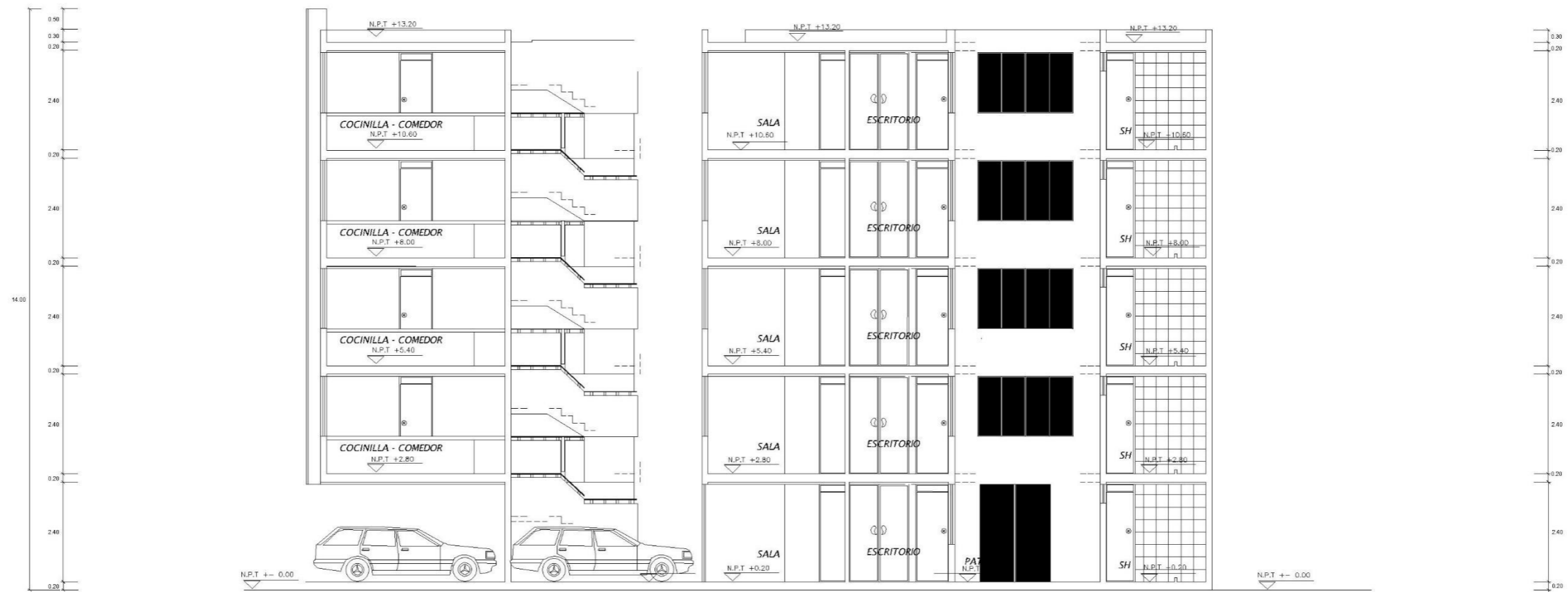
CORTE B - B

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO, CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-CORTES	LÁMINA N.º:	
	AUTOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA	<b>A-07</b>	
	DISEÑO: WALTER TORRES FAREDES	ESCALA: 1/20	FECHA: MAYO 2022



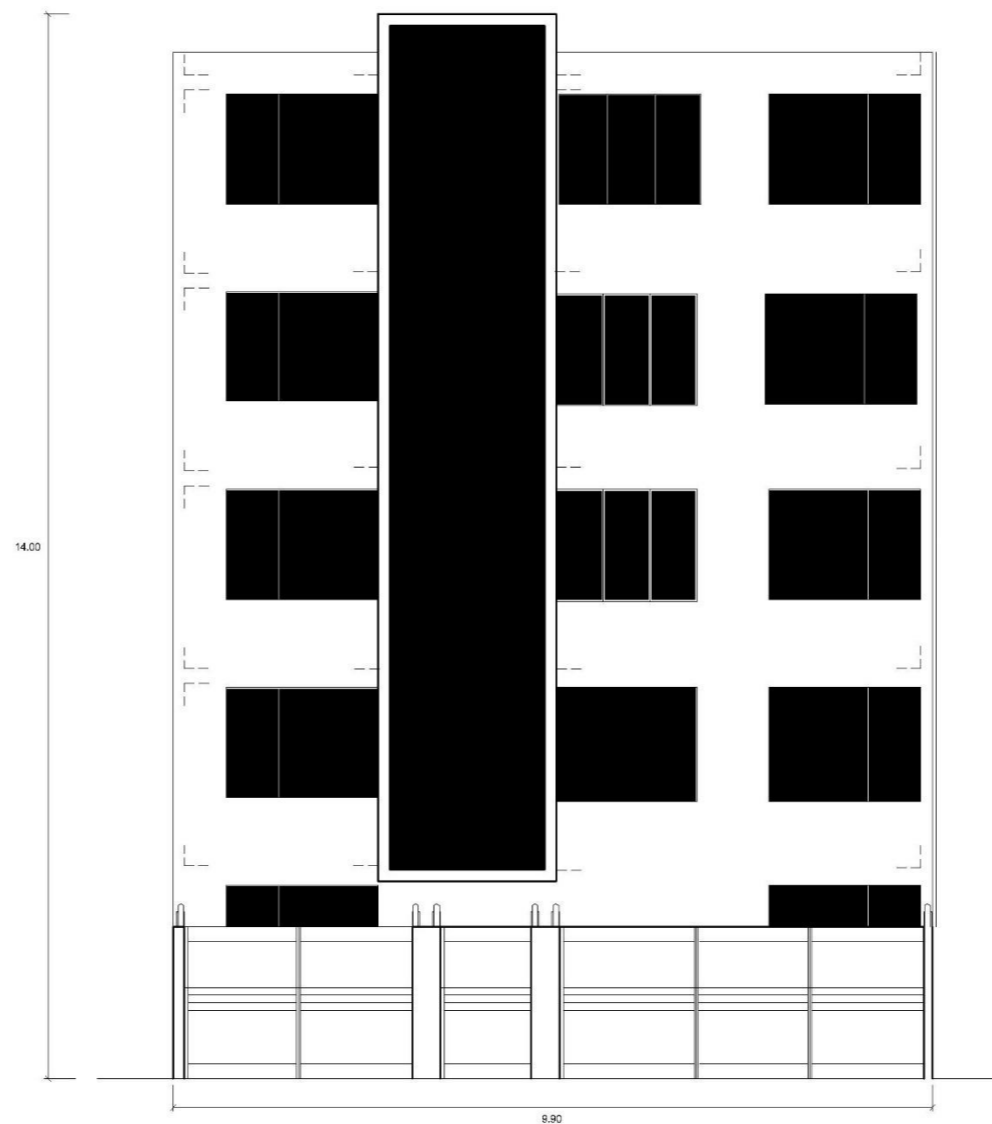
CORTE C - C

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO, CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-CORTES	LÁMINA N.º:	
	AUTOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA	<b>A-08</b>	
	DISEÑO: WALTER TORRES FAREDES	ESCALA: 1/20	FECHA:



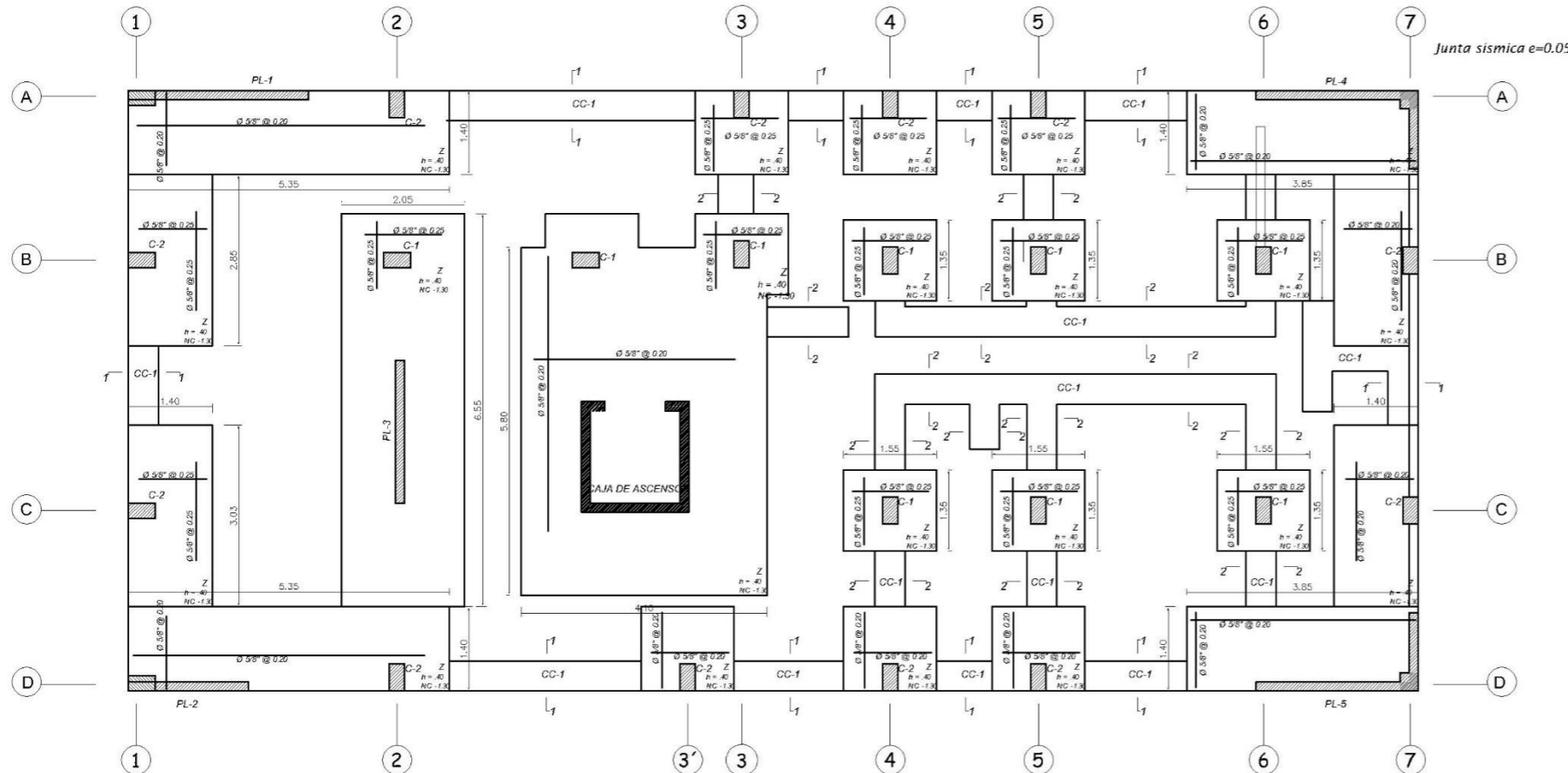
**CORTE D - D**

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB LUIS JUAN EL BUENO- CERCADO S/1-ARQUITECTA			
	PUNTO:	ARQUITECTURA-CORTES	LÁMINA N.º:
	ASESOR:	OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA	A-09
DISEÑO:	WALTER TORRES PAREDES	ESCALA:	FECHA:
		1/50	MAYO 2022



ELEVACION PRINCIPAL

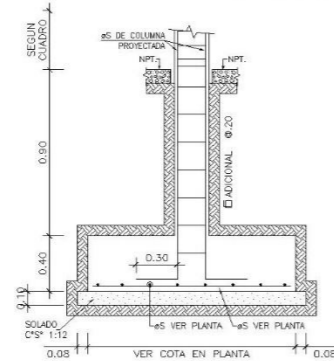
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"			
	PLANO: ARQUITECTURA-ELEVACION	LAMINA N°: A-10	
	ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
DISEÑO: WALTHER TORRES PAREDES	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2022	



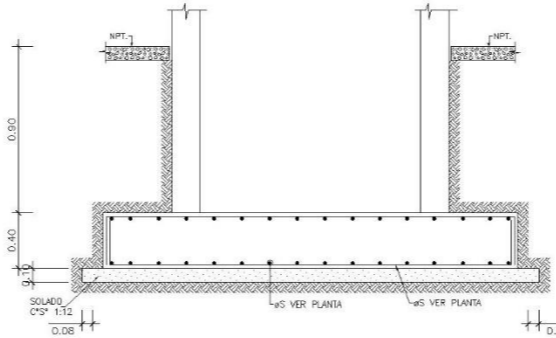
**CIMENTACION**

ESC: 1/50

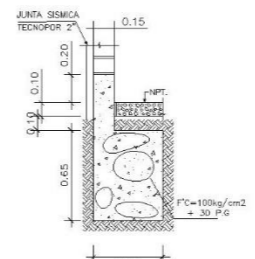
LEYENDA	
CIMENTACION	



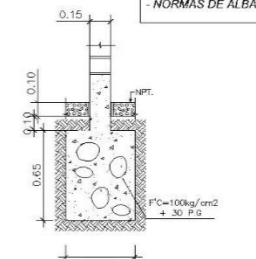
**DETALLE DE ZAPATA Tip.**



**DETALLE DE ZAPATA EN FOSA DE ASCENSOR.**



**CORTE 1 - 1**



**CORTE 2 - 2**

PARAMETROS SISMICOS		
Factor de zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T=0.333	
	T <sub>1</sub> =0.317	
Desplazamiento relativo máximo según Norma E-630		
Delta/altura = 0.007		

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.

Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$

Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.

Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.

Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agrietados arena y piedras.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>CONCRETO</b>	
Concreto simple	
Cimentos corridos	Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)
Sobrecimentos	Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)
Concreto armado	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	
Varilla corrugada, grado 60	$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
Capacidad portante admisible del suelo	$q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$
Albañilería	$f'm = 65 \text{ Kg/cm}^2$
Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,	$f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$
Porcentaje máximo de vacíos = 30%	
Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4	
Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.	
Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.	
Cargas permanentes	
Peso propio aligerado (h = .20)	300 Kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso y cicloraso	100 Kg/m <sup>2</sup>
Cobertura de ladrillos pasteleros	100 Kg/m <sup>2</sup>
Muros de albañilería	1,800 Kg/m <sup>2</sup>
Concreto armado	2,400 Kg/m <sup>2</sup>
Recubrimientos libres	
Zapatas	7 cm
Losas aligeradas	2 cm
Placas, escaleras	2 cm
Vigas y columnas	4 cm

NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO	
-	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
-	NORMAS DE CONCRETO ARMADO E-080
-	NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
-	NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E-080
-	NORMAS DE ALBAÑILERIA E-070

**NOTA :**

a. No empalmar mas del 50% del, area total en una misma sección

b. En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista

c. Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" o 5/8"

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

PLANO: CIMENTACION

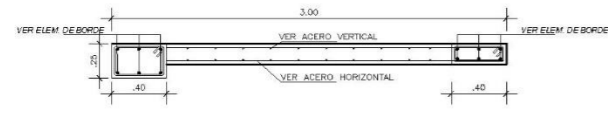
ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA

DISERO: WALTER TORRES PAREDES

ESCALA: 1/50

FECHA: MAYO 2022

LAMINA Nº: E-01



PLACA PL1

PISO	Ø
1	6 ø3/4"
2	6 ø3/4"
3	6 ø3/4"
4	6 ø3/4"
5	6 ø3/4"

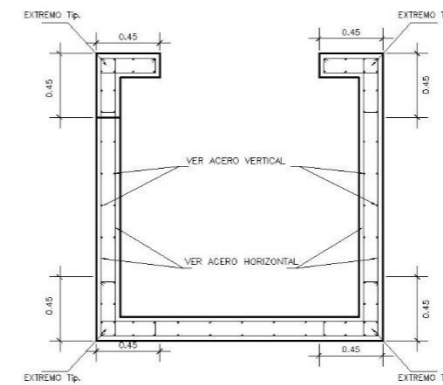
PISO	Ø VERTICAL	Ø HORIZONTAL
1	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
2	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
3	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
4	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
5	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30



PLACA PL3

PISO	Ø
1	6 ø3/4"
2	6 ø3/4"
3	6 ø3/4"
4	6 ø3/4"
5	6 ø3/4"

PISO	Ø VERTICAL	Ø HORIZONTAL
1	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
2	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
3	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
4	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
5	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30



PISO	Ø
Tip. 1	12 ø5/8"
Tip. 2	12 ø5/8"
Tip. 3	12 ø5/8"
Tip. 4	12 ø5/8"
Tip. 5	12 ø5/8"

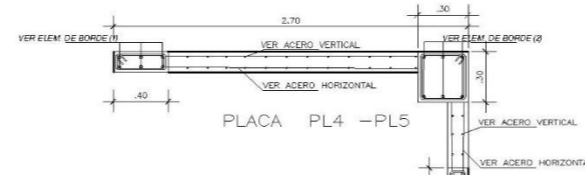
PISO	Ø VERTICAL	Ø VERTICAL
1	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
2	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
3	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
4	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
5	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30



PLACA PL2

PISO	Ø
1	6 ø3/4"
2	6 ø3/4"
3	6 ø3/4"
4	6 ø3/4"
5	6 ø3/4"

PISO	Ø VERTICAL	Ø HORIZONTAL
1	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
2	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
3	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
4	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
5	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30

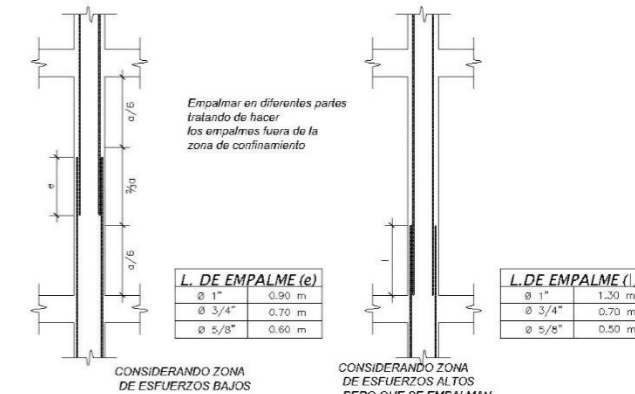


PLACA PL4 - PL5

PISO	Ø	Ø	Ø
1	6 ø3/4"	8 ø3/4"	6 ø3/4"
2	6 ø3/4"	8 ø3/4"	6 ø3/4"
3	6 ø3/4"	8 ø3/4"	6 ø3/4"
4	6 ø3/4"	8 ø3/4"	6 ø3/4"
5	6 ø3/4"	8 ø3/4"	6 ø3/4"

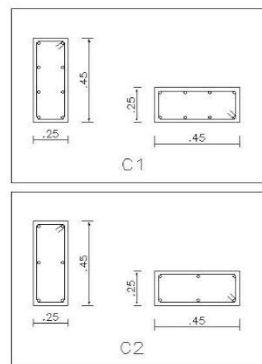
PISO	Ø VERTICAL	Ø HORIZONTAL
1	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
2	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
3	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
4	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30
5	ø3/8" @ 0.30	ø3/8" @ 0.30

ACERO EN CAJA DE ASCENSOR.



L. DE EMPALME (e)	Ø
Ø 1"	0.90 m
Ø 3/4"	0.70 m
Ø 5/8"	0.60 m

L. DE EMPALME (l)	Ø
Ø 1"	1.30 m
Ø 3/4"	0.70 m
Ø 5/8"	0.50 m

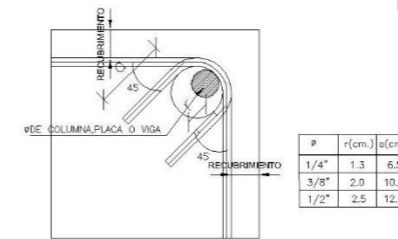


CUADRO DE COLUMNAS		C1	C2
5	Ø		
4	Ø		
3	Ø		
2	Ø		
1	Ø	8 ø5/8"	6 ø5/8"
		Ext. 3/8" Tip. 1"	Ext. 3/8" Tip. 1"
		45X25	

Ø	MUROS (cm)
Esquina	L
6mm	35
8mm	40
3/8"	40
1/2"	45
5/8"	60
3/4"	70
1"	125



GANCHOS BARRAS LONGITUDINALES



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS ESCALA S/E

NOTA :  
 a.- No empalmar mas del 50% del, area total en una misma seccion  
 b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista  
 c.- Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" o 5/8"

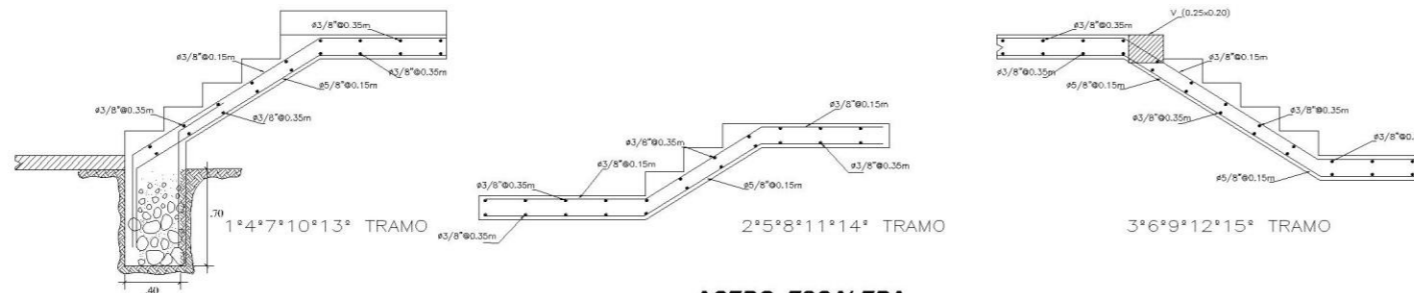
TIPO	Ø	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	ø3/8"	10,05, 50,10,Re.Ø.175 en c/e

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

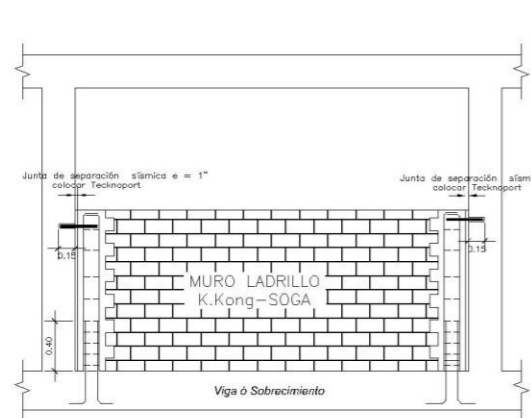
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

PLANO: PLACAS Y COLUMNAS  
 ASesor: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA  
 DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES

LABORA. Nº: E-02  
 ESCALA: 1/50  
 FECHA: MAYO 2022



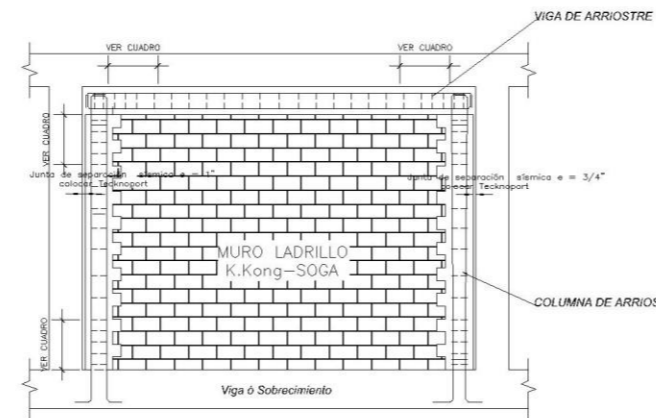
**ACERO ESCALERA.**  
S/C = 200 Kg/cm<sup>2</sup>



**DETALLE DE ARRIOSTRAMIENTO DE TABIQUERIA EN VANOS**

**CUADRO DE COLUMNAS DE ARRIOSTRE EN TABIQUERIA C-T.**

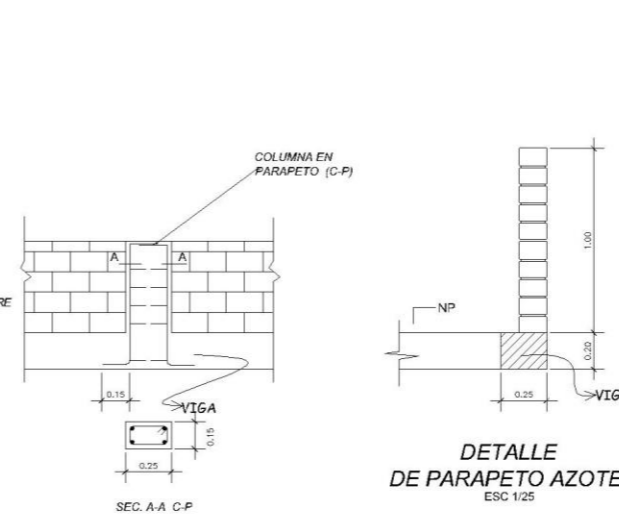
C-T	
b x t	0.20 x 0.20
As	4Ø3/8"
Tipo	2



**DETALLE DE ARRIOSTRAMIENTO DE TABIQUERIA EN VIGA EN TABIQUERIA (V-T)**

**CUADRO DE ESTRIBOS DE ARRIOSTRE EN VIGA EN TABIQUERIA (V-T)**

V-T	
b x t	0.20 x 0.20
As	4Ø3/8"
Tipo	1



**CUADRO DE COLUMNAS DE ARRIOSTRE EN TABIQUERIA C-P**

C-P	
b x t	0.25 x 0.15
As	4Ø3/8"
Tipo	2

**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T <sub>e</sub> = 0.333	
	T <sub>1</sub> = 0.317	
Desplazamiento máximo según Norma E-030		
Delta/altura = 0.007		

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.  
Capacidad portante de: q ad = 2.53 Kg/cm<sup>2</sup>  
Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.  
Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.  
Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados arena y piedras.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**

**Concreto simple**

Cimientos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
Sobrecimientos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)

**Concreto armado**

f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Acero**

Varilla corrugadas, grado 60 fy = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>

**Capacidad portante admisible del suelo**

q<sub>ad</sub> = 2.53 Kg/cm<sup>2</sup>

**Albañilería**

Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09, f'b = 145 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje máximo de vacíos = 30%  
Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4  
Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.  
Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.

**Cargas permanentes**

Peso propio aligerado (h = .20) 300 Kg/m<sup>2</sup>  
Contrapiso y cieloraso 100 Kg/m<sup>2</sup>  
Cobertura de ladrillos pasteleros 100 Kg/m<sup>2</sup>  
Muros de albañilería 1,800 Kg/m<sup>2</sup>  
Concreto armado 2,400 Kg/m<sup>2</sup>

**Recubrimientos libres**

Zapatas 7 cm  
Losas aligeradas 2 cm  
Placas, escaleras 2 cm  
Vigas y columnas 4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E-060
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E-050
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E-070

NOTA:  
a.- No empalmar mas del 50% del area total en una misma sección  
b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista  
c.- Para aligerados y vigas challas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" ó 5/8"

TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	α6 mm	19.05, 49.10, Rto.0.25 en c/e

TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	α6 mm	19.05, 49.10, Rto.0.25 en c/e

TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	α6 mm	19.05, 49.10, Rto.0.25 en c/e

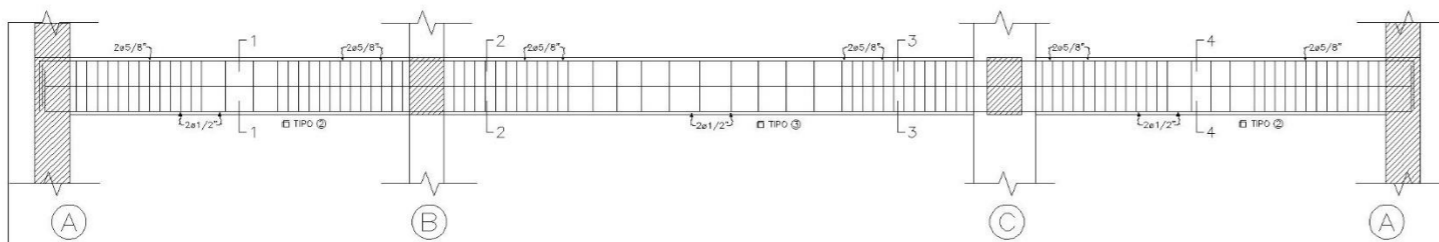
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

PLANO: ESCALERA Y TABIQUERIA  
ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA  
DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES  
ESCALA: 1/50  
FECHA: MAYO 2022

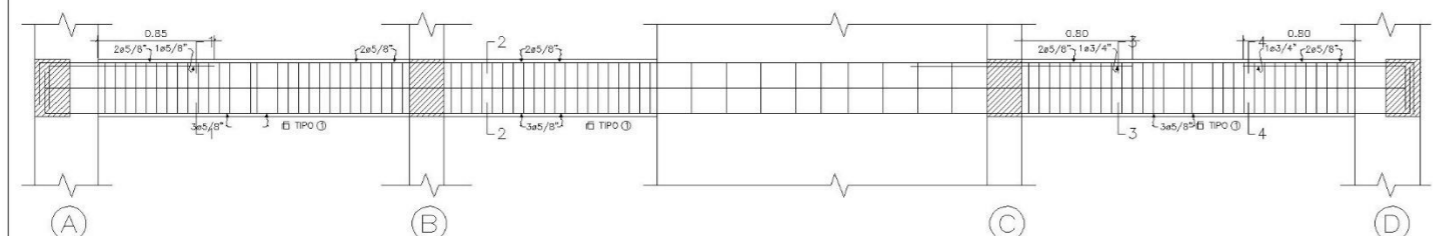
LAMINA Nº: E-03





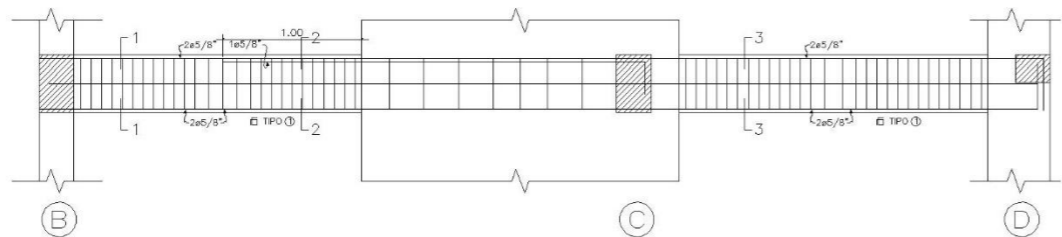
**V-101 Tip. 1er al 5to nivel**

ESC: 1/50



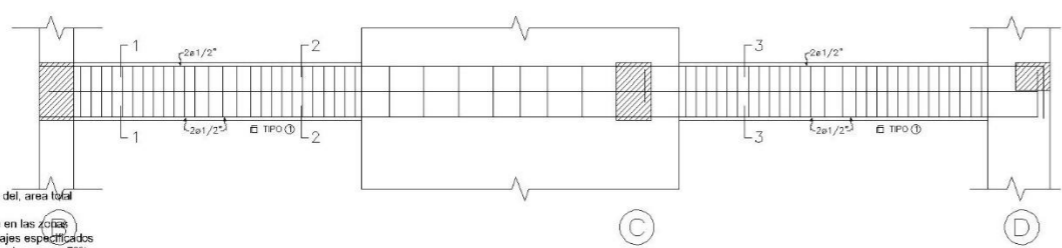
**V-201 Tip. 1er al 5to nivel**

ESC: 1/50



**V-301 Tip. 1er a 4to nivel**

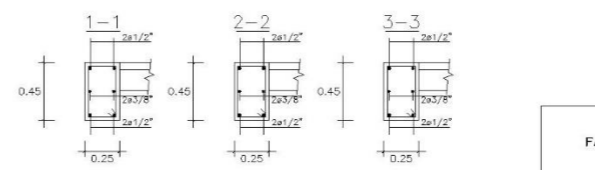
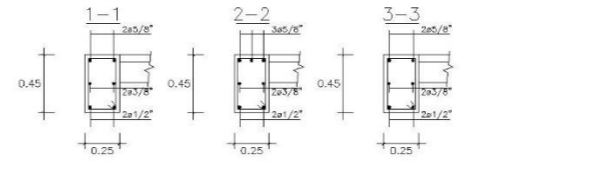
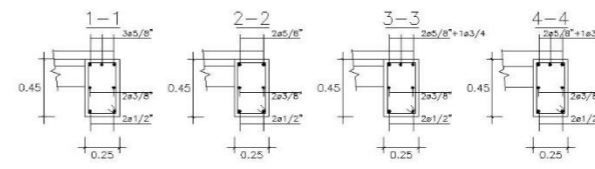
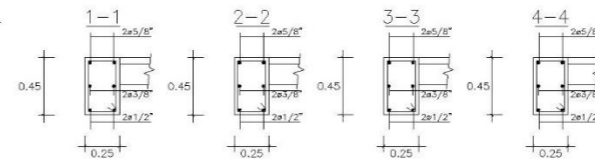
ESC: 1/50



**V-301 5to nivel**

ESC: 1/50

NOTA:  
 a. No empalmar mas del 50% del area total en una misma seccion  
 b. En caso de no empalmarse en las dobles indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista  
 c. Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" o 5/8"



TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.15 en c/e
2	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.175 en c/e
3	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.20 en c/e

**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de Zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoria C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T=0.333	Ts=0.317
Desplazamiento relativo máximo según Norma E-630	Delta/altura = 0.007	

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.  
 Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
 Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.  
 Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.  
 Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agitados arena y piedras.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

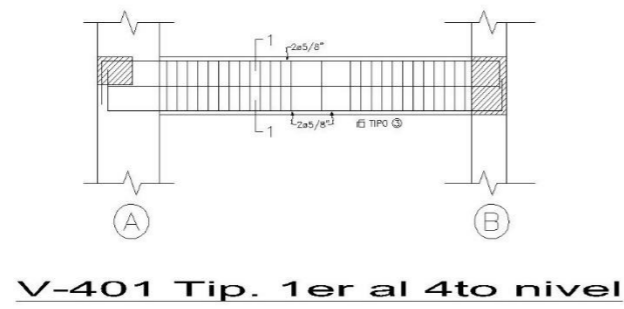
**CONCRETO**  
**Concreto simple**  
 Cementos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
 Sobrecimentos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)  
**Concreto armado**  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**Acero**  
 Varilla corrugadas, grado 60  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$   
**Capacidad portante admisible del suelo**  
 $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_m = 65 \text{ Kg/cm}^2$   
**Albañilería**  
 Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,  $f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$   
 Porcentaje máximo de vacíos = 30%  
 Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4  
 Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.  
 Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.  
**Cargas permanentes**  
 Peso propio aligerado (h = .20) 300 Kg/m<sup>2</sup>  
 Contrapiso y cieloraso 100 Kg/m<sup>2</sup>  
 Cobertura de ladrillos pasteleros 100 Kg/m<sup>2</sup>  
 Muros de albañilería 1,800 Kg/m<sup>2</sup>  
 Concreto armado 2,400 Kg/m<sup>2</sup>  
**Recubrimientos libres**  
 Zapatas 7 cm  
 Losas aligeradas 2 cm  
 Placas, escaleras 2 cm  
 Vigas y columnas 4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

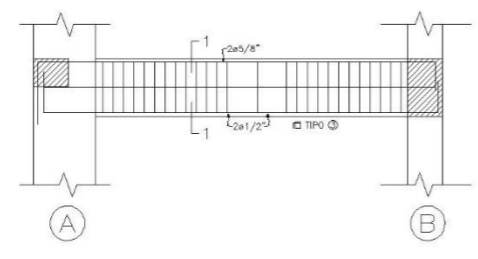
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Ultima Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E- 080
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E- 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E- 080
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E- 070

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

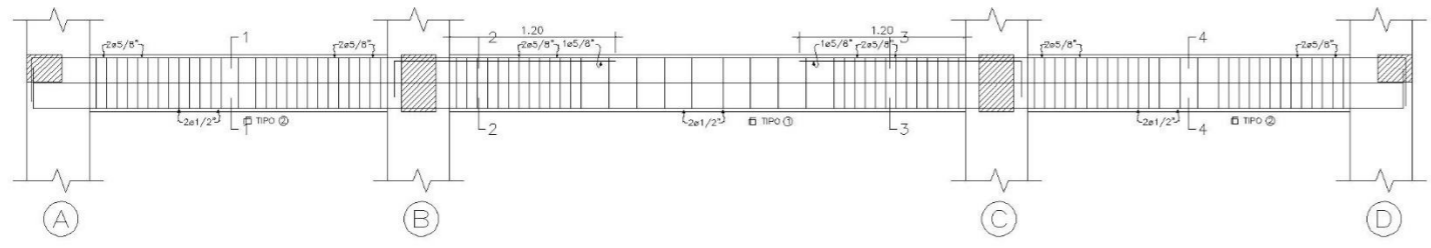
PROYECTO:	"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"		
PLANO:	VIGAS EN ELEVACION	LAMINA Nº:	E-05
ASESOR:	OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA		
DISERO:	WALTER TORRES PAREDES	ESCALA:	1/50
		FECHA:	MAYO 2022



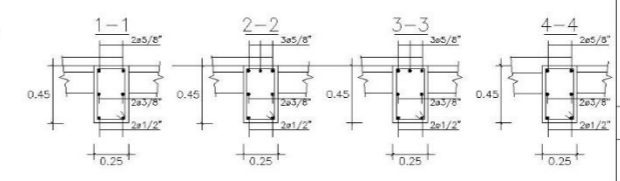
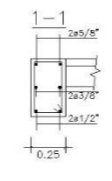
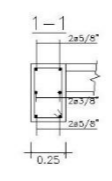
**V-401 Tip. 1er al 4to nivel**  
ESC: 1/50



**V-401 5to nivel**  
ESC: 1/50



**V-501 Tip. 1er al 5to nivel**  
ESC: 1/50



**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de Zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T=0.333	Ts=0.317
Desplazamiento máximo según Norma E-630		
Delta/altura = 0.007		

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y plantadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.  
Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.  
Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.  
Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agitados arena y piedras.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**  
**Concreto simple**  
Cimientos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
Sobrecimientos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)  
**Concreto armado**  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**Acero**  
Varilla corrugada, grado 60  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$   
**Capacidad portante admisible del suelo**  
 $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
**Albañilería**  
 $f'm = 65 \text{ Kg/cm}^2$   
Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,  $f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$   
Porcentaje máximo de vacíos = 30%  
Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4  
Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.  
Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.  
**Cargas permanentes**  
Peso propio aligerado (h = .20) 300 Kg/m<sup>2</sup>  
Contrapiso y cieloraso 100 Kg/m<sup>2</sup>  
Cobertura de ladrillos pasteleros 100 Kg/m<sup>2</sup>  
Muros de albañilería 1,800 Kg/m<sup>2</sup>  
Concreto armado 2,400 Kg/m<sup>2</sup>  
**Recubrimientos libres**  
Zapatas 7 cm  
Losas aligeradas 2 cm  
Placas, escaleras 2 cm  
Vigas y columnas 4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E- 080
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E - 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E- 080
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E- 070

NOTA :  
a.- No empalmar más del 50% del área total en una misma sección.  
b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista.  
c.- Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" o 5/8"

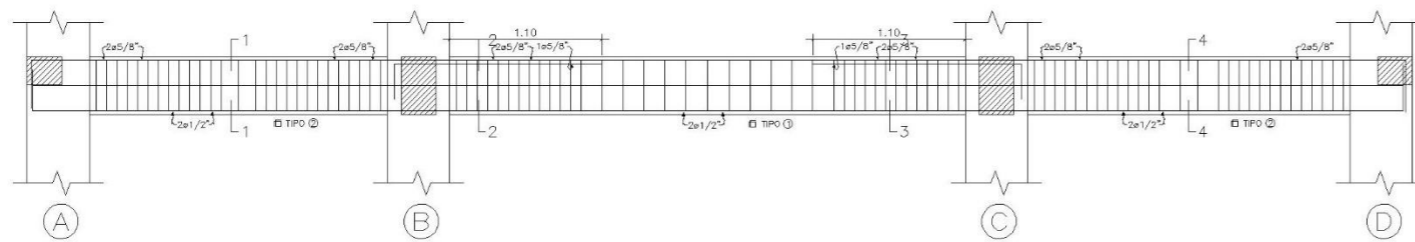
TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.15 en c/e
2	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.175 en c/e
3	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto.0.20 en c/e

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

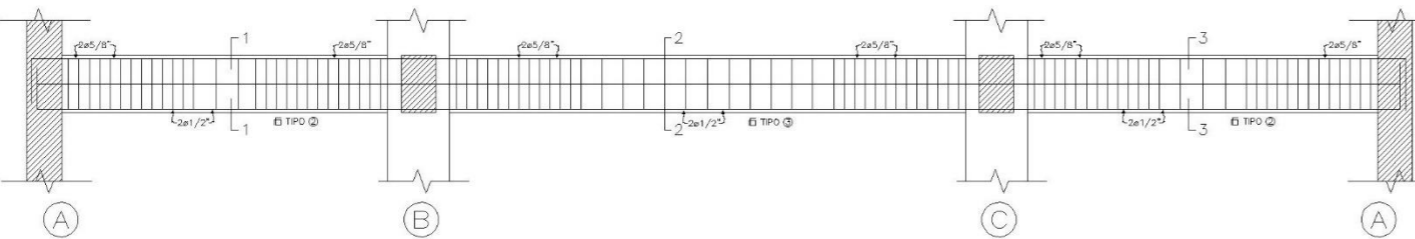
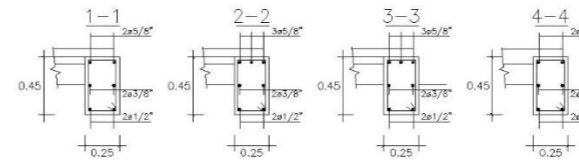
PLANO: VIGAS EN ELEVACION  
ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA  
DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES  
ESCALA: 1/50  
FECHA: MAYO 2022

LÁMINA Nº: **E-06**



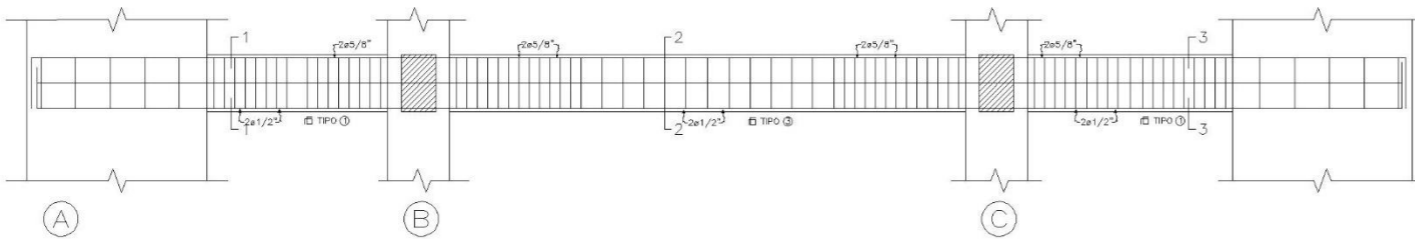
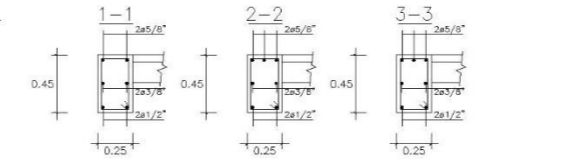
**V-601 Tip. 1er al 5to nivel**

ESC: 1/50



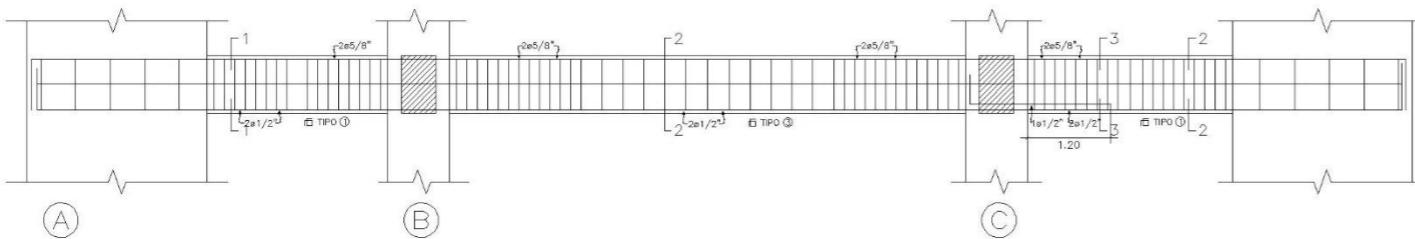
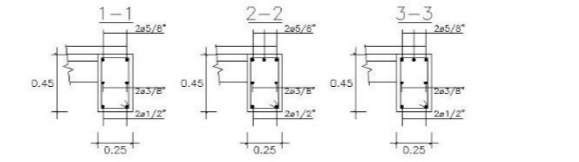
**V-701 Tip. 1er al 5to nivel**

ESC: 1/50



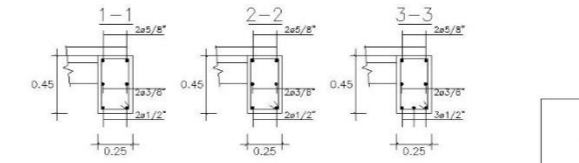
**V-801 Tip. 1er y 5to nivel**

ESC: 1/50



**V-801 Tip. 2do, 3er y 4to nivel**

ESC: 1/50



TIPO	β	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.15 en c/e
2	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.175 en c/e
3	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.20 en c/e

**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de Zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T <sub>e</sub>	0.333
	T <sub>v</sub>	0.217
Desplazamiento máximo según Norma E-630		
Delta/altura = 0.007		

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.  
 Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
 Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.  
 Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.  
 Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agrietados arena y piedras.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**

**Concreto simple**

Cimentos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
 Sobrecimentos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)

**Concreto armado**

$f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Acero**

Varilla corrugada, grado 60  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

**Capacidad portante admisible del suelo**

$q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$

**Albañilería**

Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,  $f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$

Porcentaje máximo de vacíos = 30%

Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4

Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.

Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.

**Cargas permanentes**

Peso propio aligerado ( $h = .20$ )	300 Kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso y cielo raso	100 Kg/m <sup>2</sup>
Cobertura de ladrillos pasteleros	100 Kg/m <sup>2</sup>
Muros de albañilería	1,800 Kg/m <sup>2</sup>
Concreto armado	2,400 Kg/m <sup>2</sup>

**Recubrimientos libres**

Zapatas	7 cm
Losas aligeradas	2 cm
Placas, escaleras	2 cm
Vigas y columnas	4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E- 060
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E- 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E- 060
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E- 070

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

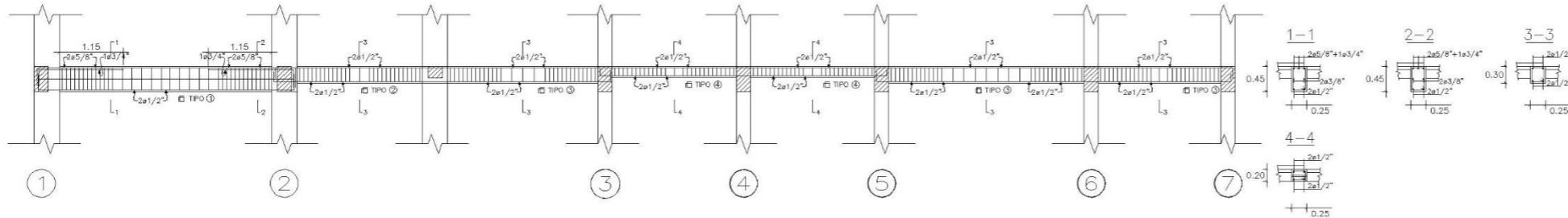
PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

PLANO: VIGAS EN ELEVACION  
 ASesor: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA  
 DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES

LÁMINA N.º:

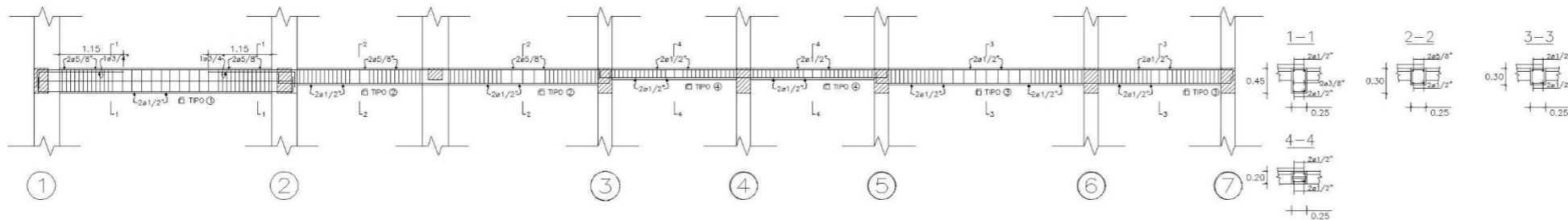
**E-07**

ESCALA: 1/50  
 FECHA: MAYO 2022



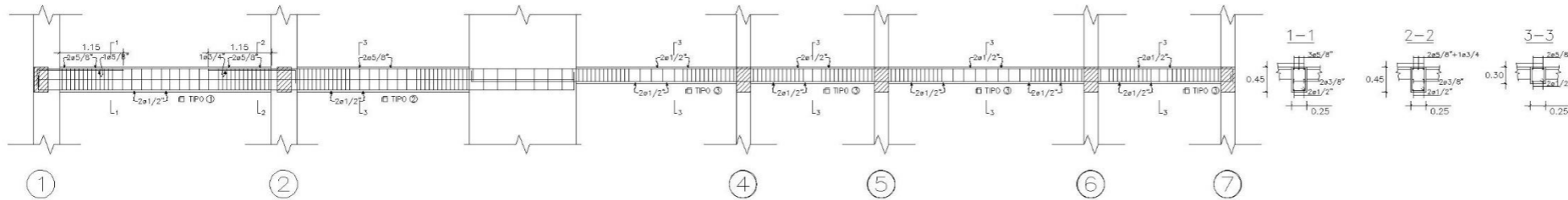
**VB.1 (0.25x0.45) 1er nivel**

ESC: 1/50



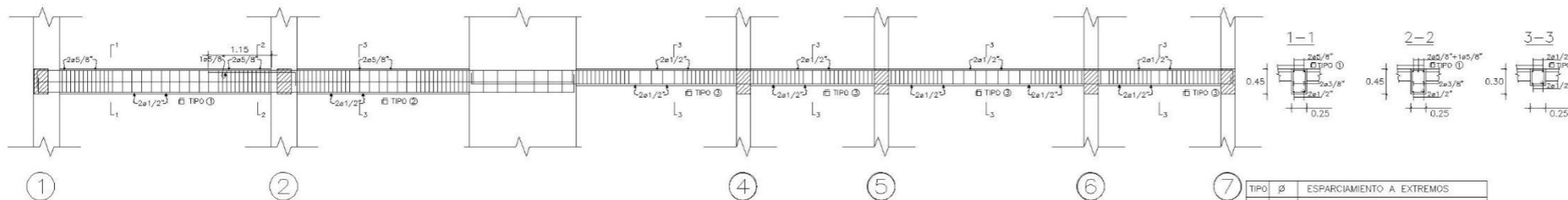
**VB.1 (0.25x0.45) 2do al 5to nivel**

ESC: 1/50



**VC.1 (0.25X0.45) Tip. 1er al 4to nivel**

ESC: 1/50



**VC.1 (0.25X0.45) 5to nivel**

ESC: 1/50

TIPO	β	ESPACIAMIENTO A EXTREMOS
1	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.15 en c/e
2	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.175 en c/e
3	a3/8"	10.05, 12@.075, Rto. 0.20 en c/e
4	a3/8"	10.05, 4@.10, 4@.15, Rto. 0.20 en c/e

**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T=0.333	7% 0.317
Desplazamiento máximo según Norma E-630	Delta/altura = 0.007	

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso

Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$

Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta

Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados

Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agrietados arena y piedras

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**

Concreto simple  
Cimentos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
Sobrecimentos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)

Concreto armado  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Acero  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$   
Varilla corrugadas, grado 60

Capacidad portante admisible del suelo  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$

Albañilería  $f'm = 65 \text{ Kg/cm}^2$   
Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,  $f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$   
Porcentaje máximo de vacíos = 30%  
Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4  
Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.  
Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.

**Cargas permanentes**

Peso propio aligerado (h = .20)	300 Kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso y cielo raso	100 Kg/m <sup>2</sup>
Cobertura de ladrillos pasteleros	100 Kg/m <sup>2</sup>
Muros de albañilería	1,800 Kg/m <sup>2</sup>
Concreto armado	2,400 Kg/m <sup>2</sup>

**Recubrimientos libres**

Zapatas	7 cm
Losas aligeradas	2 cm
Placas, escaleras	2 cm
Vigas y columnas	4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E- 060
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E - 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E- 060
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E- 070

- NOTA :
- No empalmar más del 50% del área total en una misma sección
  - En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista
  - Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" ó 5/8"

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB. JUAN EL BUENO- CERCADO EN AREQUIPA"

PLANO: VIGAS EN ELEVACION

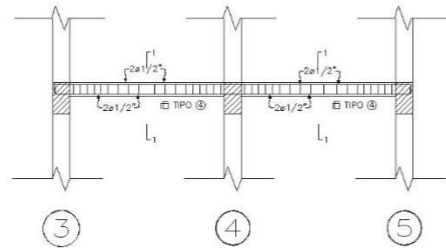
ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA

DISERNO: WALTER TORRES PAREDES

ESCALA: 1/50

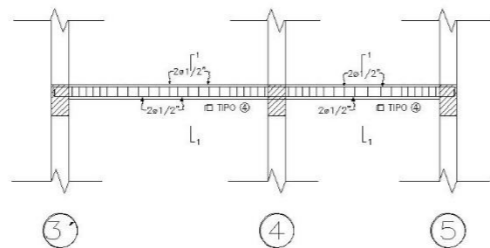
FECHA: MAYO 2022

LÁMINA N°: E-08



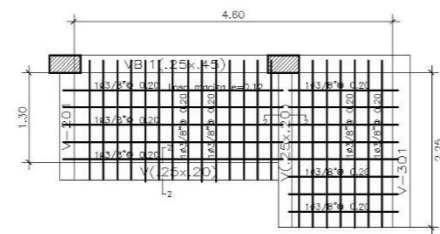
**VA.1 Tip. 1er al 5to nivel (0.25x0.20)**

ESC: 1/50



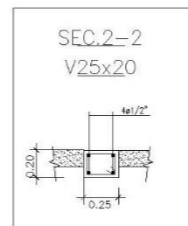
**VD.1 Tip. 1er al 5to nivel (0.25x0.20)**

ESC: 1/50

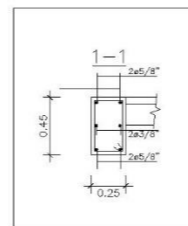


**LOSA MACIZA 1er al 5to nivel**

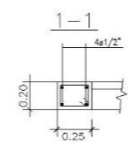
ESC: 1/50



**LOSA MACIZA**

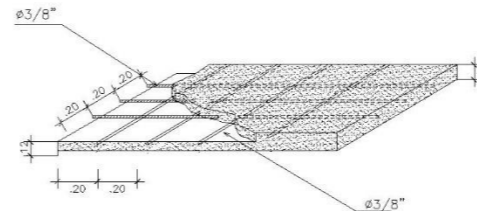


**VA.1-VD.1 (0.25x0.45) 1er al 5to nivel**



**DET. DE LOSA MACIZA H=0.12 m**

ESCALA S/E



**PARAMETROS SISMICOS**

Factor de Zona	Zona 3	0.35
Factor de uso	Categoría C	1.00
Factor de suelo	Tipo S2	1.15
Periodo de la estructura	T=0.333	Ts=0.317
Desplazamiento máximo según Norma E-630	Delta/altura = 0.007	

**CONDICIONES DEL SUELO**

El tipo de cimentación será mediante zapatas aisladas de concreto armado y desplazadas a una profundidad de 1.30 m por debajo del nivel del piso.  
 Capacidad portante de:  $q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$   
 Los asentamientos producidos debido a las sollicitaciones de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.  
 Se utilizará cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, el no existir evidencias de presencia de sales en los suelos encontrados.  
 Se recomienda realizar un control de todos los materiales a utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agrietados arena y piedras.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**

**Concreto simple**

Cimientos corridos Cemento : hormigón = 1 : 10 + 30% piedra grande (Ø 8" máx.)  
 Sobrecimientos Cemento : hormigón = 1 : 8 + 25% piedra mediana (Ø 4" máx.)

**Concreto armado**

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Acero**

Varilla corrugada, grado 60  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

**Capacidad portante admisible del suelo**

$q_{ad} = 2.53 \text{ Kg/cm}^2$

**Albañilería**

Ladrillos perforados de arcilla, tipo IV de .14 x .24 x .09,  $f_b = 145 \text{ Kg/cm}^2$

Porcentaje máximo de vacíos = 30%

Mortero tipo P1-C, cemento : cal : arena = 1:1:4

Espesor de junta de mortero: 1.00 mínimo y 1.50 cm máximo.

Humedecer previamente el ladrillo antes de asentarse en el muro.

**Cargas permanentes**

Peso propio aligerado (h = .20) 300 Kg/m<sup>2</sup>

Contrapiso y cieloraso 100 Kg/m<sup>2</sup>

Cobertura de ladrillos pasteleros 100 Kg/m<sup>2</sup>

Muros de albañilería 1,800 Kg/m<sup>2</sup>

Concreto armado 2,400 Kg/m<sup>2</sup>

**Recubrimientos libres**

Zapatas 7 cm

Losas aligeradas 2 cm

Placas, escaleras 2 cm

Vigas y columnas 4 cm

**NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO**

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (R.N.E. Última Edición)
- NORMAS DE CONCRETO ARMADO E-080
- NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-030 DISEÑO SISMO RESISTENTE
- NORMAS DE SUELOS Y CIMENTACIONES E-080
- NORMAS DE ALBAÑILERIA E-070

**NOTA :**

- No empalmar mas del 50% del area total en una misma sección
- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista
- Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" ó 5/8"

- NOTA :**
- No empalmar mas del 50% del area total en una misma sección
  - En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista
  - Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 30 cm para Fe de Ø 3/8" y 40 cm para Ø 1/2" ó 5/8"

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS EN LA URB JUAN EL BUENO- CERCADO EN ARQUELPA"

PLANO: VIGAS EN ELEVACION Y LOSA MACIZA

ASESOR: OSCAR FELIX CHAVEZ VEGA

LABOR: Nº: E-09

DISEÑO: WALTER TORRES PAREDES

ESCALA: 1/50

FECHA: MAYO 2022

TIPO	Ø	ESPARCIAMIENTO A EXTREMOS
1	a3/8"	1Ø.05, 12Ø.075, Rto.Ø.15 en c/e
2	a3/8"	1Ø.05, 12Ø.075, Rto.Ø.175 en c/e
3	a3/8"	1Ø.05, 12Ø.075, Rto.Ø.20 en c/e
4	a3/8"	1Ø.05, 5Ø.10, 4Ø.15, Rto.Ø.20 en c/e