

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON  
SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA  
ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE  
POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024**

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

**Autores:** Bach. Dilser Jhoel Carrión Huachez

Bach. Yeral Monteza Carranza

**Asesor:** M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca




Línea de Investigación: LI\_IC\_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Diciembre, 2024

# Dilser J. Carrión Huachez; Yeral Monteza Carranza

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA ...

-  My Files
-  My Files
-  Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::20206:410272239

139 Páginas

Fecha de entrega  
28 nov 2024, 9:00 a.m. GMT-5

34,330 Palabras

Fecha de descarga  
28 nov 2024, 9:04 a.m. GMT-5

165,904 Caracteres

Nombre de archivo  
YERAL MONTEZA CARRANZA-DILSER JHOEL CARRIÓN HUACHEZ-INFORME - YERAL MONTEZA CAR....pdf

Tamaño de archivo  
4.0 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
*Dr. Alexander Huanan Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería




# 11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe



- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

## Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
143 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**  
6364 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



### FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de diciembre del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Secretario : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña  
Vocal : Mg. José Luis Piedra Tineo

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( X ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024", presentado por los bachilleres Dilser Jhoel Carrión Huachez y Yeral Monteza Carranza, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 14 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Miembro del Jurado  
Presidente

Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña  
Miembro del Jurado  
Secretaria

Mg. José Luis Piedra Tineo  
Miembro del Jurado  
Vocal



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	15
ABSTRACT.....	16
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	20
1.3.1 Justificación social .....	20
1.3.2 Justificación metodológica.....	20
1.3.3 Justificación económica.....	20
1.3.4 Justificación practica.....	21
1.4 HIPÓTESIS .....	21
1.5 OBJETIVOS .....	21
1.5.1 Objetivo general.....	21
1.5.2 Objetivos específicos .....	21
1.6 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.6.1 Internacionales .....	22
1.6.2 Nacionales.....	24
1.6.3 Regional y/o Local.....	26
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO I .....	29
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	29
2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	30
2.3.1 Población.....	30

2.3.2	Muestra .....	30
2.3.3	Muestreo .....	31
2.4	MÉTODO .....	31
2.5	ANÁLISIS DE DATOS .....	31
2.6	PROCEDIMIENTO DEL MODELADO DE LA EDIFICACIÓN .....	32
2.6.1	Procedimiento del diagnóstico actual y modelado estructural.....	33
2.6.1.1	Diseño preliminar.....	33
2.6.2	Procedimiento para el cálculo del análisis estático.....	41
2.6.2.1	Cargas en la edificación.....	41
2.6.2.2	Zonificación .....	42
2.6.2.3	Parámetros de sitio (S, TP y TL) .....	43
2.6.2.4	Factor de amplificación sísmica.....	44
2.6.2.5	Categoría de la edificación y factor de uso.....	45
2.6.2.6	Coefficiente básico de reducción $R_o$ .....	45
2.6.2.7	Peso sísmico de la edificación .....	46
2.6.3	Procedimiento para el análisis dinámico.....	47
2.6.3.1	Aceleración espectral .....	47
2.6.3.2	Fuerza cortante mínima.....	48
2.6.3.3	Desplazamientos laterales relativos admisibles .....	48
2.6.4	Procedimiento de la alternativa de solución al sistema estructural del edificio .....	50
2.6.4.1	Inclusión de muro de corte de concreto armado .....	50
III.	RESULTADOS.....	57
3.1	REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO Y MODELAMIENTO EN EL SOFTWARE ETABS. ....	57
3.1.1	Diagnóstico de las columnas.....	57

3.1.2 Diagnóstico de las vigas.....	58
3.1.3 Diagnóstico de las losas aligeradas.....	59
3.1.4 Modelamiento en el software Etabs.....	59
3.2 COMPARAR LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO.....	61
3.2.1 Irregularidad de rigidez – piso blando.....	61
3.2.2 Irregularidad de resistencia.....	63
3.2.3 Irregularidad extrema de rigidez.....	66
3.2.4 Irregularidad extrema de resistencia.....	68
3.2.5 Irregularidad de peso o masa.....	71
3.2.6 Irregularidad geométrica vertical.....	72
3.2.7 Discontinuidad en los sistemas resistentes.....	73
3.2.8 Irregularidad torsional.....	73
3.2.9 Irregularidad torsional extrema.....	77
3.2.10 Esquinas entrantes.....	79
3.2.11 Discontinuidad del diafragma.....	79
3.2.12 Sistemas no paralelos.....	80
3.2.13 Regularidad estructural.....	80
3.2.14 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmica (R).....	81
3.2.15 Estimación del peso.....	81
3.2.16 Periodo fundamental.....	83
3.2.17 Sistema estructural en la dirección X.....	84
3.2.18 Análisis estático en la dirección X-X.....	85
3.2.19 Análisis estático en la dirección Y-Y.....	91
3.3 EVALUAR LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DINÁMICO.....	96
3.3.1 Modos de vibración de la estructura.....	96

3.3.2 Aceleración espectral .....	98
3.3.3 Fuerza cortante mínima.....	99
3.3.4 Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X-X.....	101
3.3.5 Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y-Y.....	103
3.4 PROPONER UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO	106
3.4.1 Verificación de la irregularidad torsional y torsional extrema .....	107
3.4.2 Verificación de los desplazamientos relativos admisibles.....	108
IV. DISCUSIÓN.....	111
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	115
5.1 CONCLUSIONES .....	115
5.2 RECOMENDACIONES.....	117
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
DEDICATORIA .....	123
AGRADECIMIENTO .....	124
ANEXOS .....	125



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Factor de zona “Z” .....	43
<b>Tabla 2</b> Factor suelo “S” .....	43
<b>Tabla 3</b> Periodos TP y TL .....	44
<b>Tabla 4</b> Factor de uso “U” .....	45
<b>Tabla 5</b> Coeficiente de reducción Ro .....	45
<b>Tabla 6</b> Parámetros sísmicos de la edificación. ....	46
<b>Tabla 7</b> Dimensiones de las columnas estructurales .....	58
<b>Tabla 8</b> Dimensiones de las vigas estructurales .....	58
<b>Tabla 9</b> Dimensión de la losa aligerada con ladrillo .....	59
<b>Tabla 10</b> Dimensión de la losa aligerada con poliestireno expandido .....	59
<b>Tabla 11</b> Irregularidad de rigidez en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo. ....	61
<b>Tabla 12</b> Irregularidad de rigidez en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	62
<b>Tabla 13</b> Irregularidad de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo. ....	62
<b>Tabla 14</b> Irregularidad de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	63
<b>Tabla 15</b> Irregularidad de resistencia en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo. ....	64
<b>Tabla 16</b> Irregularidad de resistencia en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	64
<b>Tabla 17</b> Irregularidad de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo. ....	65
<b>Tabla 18</b> Irregularidad de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	65
<b>Tabla 19</b> Irregularidad extrema de rigidez en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo. ..	66

<b>Tabla 20</b> Irregularidad extrema de rigidez en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	67
<b>Tabla 21</b> Irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo. ..	67
<b>Tabla 22</b> Irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	68
<b>Tabla 23</b> Irregularidad extrema de resistencia en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo. .....	69
<b>Tabla 24</b> Irregularidad extrema de resistencia en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	69
<b>Tabla 25</b> Irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo .....	70
<b>Tabla 26</b> Irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	70
<b>Tabla 27</b> Irregularidad de peso o masa, en losa aligerada de ladrillo .....	71
<b>Tabla 28</b> Irregularidad de peso o masa, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	72
<b>Tabla 29</b> Irregularidad torsional en la dirección X-X, en losa aligerada de ladrillo.....	74
<b>Tabla 30</b> Irregularidad torsional en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	74
<b>Tabla 31</b> Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, en losa aligerada de ladrillo.....	75
<b>Tabla 32</b> Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	76
<b>Tabla 33</b> Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X, en losa aligerada de ladrillo.	77
<b>Tabla 34</b> Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	78
<b>Tabla 35</b> Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada de ladrillo.	78

<b>Tabla 36</b> Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	79
<b>Tabla 37</b> Factor de Irregularidad en altura en la dirección X e Y, en ambas losas.....	80
<b>Tabla 38</b> Factor de Irregularidad en planta en la dirección X e Y, en ambas losas .....	81
<b>Tabla 39</b> Peso sísmico por niveles, en losa aligerada de ladrillo.....	82
<b>Tabla 40</b> Peso sísmico por niveles, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	82
<b>Tabla 41</b> Verificación del sistema estructural en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo .....	84
<b>Tabla 42</b> Verificación del sistema estructural en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	84
<b>Tabla 43</b> Verificación del sistema estructural en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo .....	85
<b>Tabla 44</b> Verificación del sistema estructural en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	85
<b>Tabla 45</b> Parámetros sísmicos en la dirección X, con losa aligerada con ladrillo .....	86
<b>Tabla 46</b> Parámetros sísmicos en la dirección X, con losa aligerada con poliestireno expandido .....	87
<b>Tabla 47</b> Fuerzas sísmicas en altura en la dirección X, con losa aligerada con ladrillo .....	89
<b>Tabla 48</b> Fuerzas sísmicas en altura en la dirección X, con losa aligerada con poliestireno expandido.....	90
<b>Tabla 49</b> Parámetros sísmicos en la dirección Y, con losa aligerada con ladrillo .....	91
<b>Tabla 50</b> Parámetros sísmicos en la dirección Y, con losa aligerada con poliestireno expandido .....	92
<b>Tabla 51</b> Fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y, con losa aligerada con ladrillo.....	94

<b>Tabla 52</b> Fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y, con losa aligerada con poliestireno expandido.....	95
<b>Tabla 53</b> Modos de vibración, con losa aligerada con ladrillo .....	96
<b>Tabla 54</b> Modos de vibración, con losa aligerada con poliestireno expandido .....	97
<b>Tabla 55</b> Aceleración espectral.....	98
<b>Tabla 56</b> Fuerza cortante mínima en la dirección X-X, en losa aligerada con ladrillo.....	100
<b>Tabla 57</b> Fuerza cortante mínima en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	100
<b>Tabla 58</b> Fuerza cortante mínima en la dirección Y-Y, en losa aligerada con ladrillo.....	100
<b>Tabla 59</b> Fuerza cortante mínima en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	101
<b>Tabla 60</b> Derivas de entrepiso en la dirección X-X, en losa aligerada con ladrillo.....	101
<b>Tabla 61</b> Derivas de entrepiso en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	102
<b>Tabla 62</b> Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y, en losa aligerada con ladrillo.....	104
<b>Tabla 63</b> Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	105
<b>Tabla 64</b> Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, con incremento del muro de corte en losa aligerada con poliestireno expandido.....	107
<b>Tabla 65</b> Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	108
<b>Tabla 66</b> Derivas de entrepiso en la dirección X-X con incremento de muro de corte, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	109
<b>Tabla 67</b> Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y con incremento de muro de corte, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	110



## INDICE DE FÍGURAS

<b>Figura 1</b> Vista 3D de la estructura de 07 niveles. ....	29
<b>Figura 2</b> Definición de propiedades del concreto. ....	34
<b>Figura 3</b> Definición de propiedades del acero. ....	34
<b>Figura 4</b> Resistencia a compresión del concreto. ....	35
<b>Figura 5</b> Fluencia del acero de refuerzo. ....	35
<b>Figura 6</b> Creación de las secciones de las columnas. ....	36
<b>Figura 7</b> Creación de las secciones de las vigas. ....	36
<b>Figura 8</b> Detalle de la losa aligerada con ladrillo. ....	37
<b>Figura 9</b> Detalle de la losa aligerada de ladrillo. ....	37
<b>Figura 10</b> Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido. ....	38
<b>Figura 11</b> Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido. ....	38
<b>Figura 12</b> Vista en planta de la estructura. ....	39
<b>Figura 13</b> Vista en elevación de la estructura. ....	40
<b>Figura 14</b> Definición de los patrones de carga. ....	41
<b>Figura 15</b> Zonas sísmicas. ....	42
<b>Figura 16</b> Peso sísmico en la edificación. ....	46
<b>Figura 17</b> Espectro en la dirección X-X. ....	47
<b>Figura 18</b> Espectro en la dirección Y-Y. ....	47
<b>Figura 19</b> Definición de los desplazamientos en X e Y. ....	48
<b>Figura 20</b> Definición de los casos de carga de sismos dinámicos. ....	49
<b>Figura 21</b> Definición del sismo dinámico en X. ....	49
<b>Figura 22</b> Definición del sismo dinámico en Y. ....	50
<b>Figura 23</b> Definición de propiedades del concreto. ....	51
<b>Figura 24</b> Definición de propiedades del acero. ....	51

<b>Figura 25</b> Resistencia a compresión del concreto.....	52
<b>Figura 26</b> Fluencia del acero de refuerzo.....	52
<b>Figura 27</b> Creación de las secciones de las columnas .....	53
<b>Figura 28</b> Creación de las secciones de las vigas .....	53
<b>Figura 29</b> Creación del muro de corte .....	54
<b>Figura 30</b> Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido .....	54
<b>Figura 31</b> Vista en planta de la estructura con la inclusión del muro de corte .....	55
<b>Figura 32</b> Vista en elevación de la estructura con la inclusión del muro de corte.....	56
<b>Figura 33</b> Modelamiento de la edificación en el Etabs.....	60
<b>Figura 34</b> Ratios de torsión en el eje x.....	75
<b>Figura 35</b> Ratios de torsión en el eje y.....	76
<b>Figura 36</b> Peso de la edificación.....	83
<b>Figura 37</b> Cortante basal en el eje X.....	88
<b>Figura 38</b> Fuerzas actuantes en el CM, en el eje X.....	90
<b>Figura 39</b> Cortante basal en el eje Y.....	93
<b>Figura 40</b> Fuerzas actuantes en el CM, en el eje Y.....	95
<b>Figura 41</b> Porcentaje de masa efectiva, en el eje X .....	97
<b>Figura 42</b> Porcentaje de masa efectiva, en el eje Y .....	98
<b>Figura 43</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con ladrillo.....	102
<b>Figura 44</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	103
<b>Figura 45</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección Y, en losa aligerada con ladrillo.....	104
<b>Figura 46</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.....	105
<b>Figura 47</b> Vista en planta de la estructura con reforzamiento .....	106

<b>Figura 48</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección X con incremento de placa en el eje Y, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	109
<b>Figura 49</b> Distorsiones de entrepiso en la dirección Y con incremento de placa en el eje Y, en losa aligerada con poliestireno expandido .....	110
<b>Figura 50</b> Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte I.....	130
<b>Figura 51</b> Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte II.....	130

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Solicitud y autorización de permiso .....	126
<b>Anexo 2:</b> Panel fotográfico.....	129
<b>Anexo 3:</b> Planos arquitectonicos de la edificación.....	131
<b>Anexo 4:</b> Planos estructurales de la edificación .....	135
<b>Anexo 5:</b> Planos de la propuesta de reforzamiento .....	140



## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo realizar el análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles, utilizando losa aligerada de ladrillo y bloques de poliestireno expandido. La metodología empleada enlaza lo hipotético con lo deductivo. Entre los resultados se tuvo que, la cortante basal para la losa aligerada con ladrillo y losa aligerada con bloques de poliestireno expandido, en el eje X, tenemos 120.46 tonf y 117.40 tonf; eje Y, tenemos de 137.6 tonf y 134.3 tonf respectivamente; un periodo de 0.725 s en el eje X y 0.846 s en el eje Y para la losa aligerada con ladrillo y un periodo 0.702 s en el eje X y 0.818 s en el eje Y para la losa aligerada con poliestireno expandido, la deriva máxima de 0.005 en el eje X y 0.006 en el eje Y para la losa aligerada con ladrillo y deriva máxima de 0.005 s en el eje X y 0.006 s en el eje Y para la losa aligerada con poliestireno expandido. Se concluyó que la cortante basal de la edificación con aligerada con bloques de poliestireno expandido disminuirá en un 2.5% con respecto a una edificación con losa aligerada con ladrillo.

**Palabras claves:** Comportamiento estructural, cortante basal, losa aligerada con ladrillo y losa aligerada con bloques de poliestireno expandido

## ABSTRACT

The objective of the study was to carry out the structural analysis of a building with a dual system of 07 levels, using a lightened brick slab and expanded polystyrene blocks. The methodology used links the hypothetical with the deductive. Among the results, the basal shear for the slab lightened with brick and slab lightened with expanded polystyrene blocks, in the X axis, we have 120.46 tonf and 117.40 tonf; Y axis, we have 137.6 tonf and 134.3 tonf respectively; a period of 0.725 s in the X axis and 0.846 s in the Y axis for the slab lightened with brick and a period of 0.702 s on the X-axis and 0.818 s on the Y-axis for the slab lightened with expanded polystyrene, the maximum drift of 0.005 on the X-axis and 0.006 on the Y-axis for the slab lightened with brick and maximum drift of 0.005 s on the X-axis and 0.006 s on the Y-axis for the slab lightened with expanded polystyrene. It was concluded that the basal shear of the building with expanded polystyrene blocks will decrease by 2.5% with respect to a building with a slab lightened with brick.

**Keywords:** Structural behavior, basal shear, lightened slab with brick and lightened slab with expanded polystyrene blocks.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción de la realidad Problemática

A nivel internacional, en Nigeria, el uso del poliestireno expandido en la construcción ha ido incrementando debido a las políticas que buscan disminuir la contaminación ambiental producido por residuos que se ocasiona al construir o demoler edificaciones en los métodos tradicionales, ante esto ha surgido la pre fabricación industrial de bloques de poliestireno expandido, material que permite trabajar con componentes de medidas exactas de acuerdo a las solicitudes del proyectista logrando así disminuir la contaminación que normalmente se suele generar en las construcciones, otra ventaja del uso de este material es que es de fácil manipulación en el proceso constructivo lo cual ha generado gran aceptación en el sector construcción (Ogundiran & Olanipekun , 2019). Por otro lado, en España, las construcciones se realizan mayormente con ladrillo de arcilla, esto se debe a su bajo costo y a la resistencia que este material proporciona, el cual al unirse con el concreto forman un complemento idóneo que resulta accesible debido su alta producción y demanda, sin embargo, ante las diversas políticas de cuidado del medio ambiente es momento de innovar en este sector en cuanto a los materiales utilizados a fin de reducir la contaminación que la construcción suele ocasionar (Borja, 2019).

A nivel nacional, en el Perú las técnicas de construcción han ido avanzando en el transcurso del tiempo y con ello se ha implementado la incorporación de nuevos materiales a este sector, uno de ellos es poliestireno expandido el cual es utilizado en el aligerado de las losas, este material ha tenido gran acogida por la población ya que cuenta con buenas características, entre ellas está el alto porcentaje de aligeramiento y bajo peso lo cual hace que sea de fácil manipulación durante las actividades en la construcción(Cosinga & Gómez, 2017). Por otro lado, un porcentaje de la población sigue optando por los métodos tradicionales de construcción ya que en mayoría de proyectos se concentran básicamente en el uso de ladrillo y

concreto armado, si bien estos materiales tienen gran acogida de la población no permiten seguir avanzando en la búsqueda de mejorar en comportamiento de la estructura de una vivienda ya que en la actualidad existen materiales que pueden reemplazar a estos y de manera muy eficiente, sin embargo gran parte de la población sienten una cierta desconfianza hacia los nuevos materiales el poco conocimiento de sus características, esto se evidencia ya que en el Perú el programa de vivienda muestra soluciones en la construcción donde se concentran básicamente en el uso exclusivo del ladrillo y del concreto armado (Wieser & Onnis, 2020).

Al nivel regional, en la región Cajamarca según un estudio realizado por el INEI muestra que en el sector construcción el material predominante es el ladrillo ya que el 22% de las viviendas están construidas con dicho material, el 70.3% construyó con adobe o tapia y el 5.3% con material precario como piedra, quincha, calamina entre otros, (INEI, 2017). Como se evidencia a nivel de la región Cajamarca la construcción se concentran principalmente en el uso del ladrillo, asimismo tenemos que el sistema que predomina es la albañilería confinada el cual en la mayor parte de los casos es realizada de manera informal trayendo consigo como resultado viviendas con sistema estructural débil y vulnerables ante cualquier evento sísmico lo cual sin duda es un problema que genera bastante preocupación (Linares, 2020). Ante ello con el fin reducir problemas de los sistemas estructurales de las viviendas se está implementando el uso de nuevos materiales como el poliestireno expandido el cual posee buenas características como la reducción del peso de la estructura lo cual influye en la resistencia de la estructura, sin embargo, a causa del desconocimiento de las propiedades de estos materiales su uso es limitado.

Al nivel local, en Jaén, el sector construcción ha ido creciendo constantemente en el transcurso del tiempo y ante ello surge la necesidad de implementar nuevos métodos de construcción que sean eficaces y que sobre todo estén alineados en la búsqueda de mejorar los sistemas estructurales de las viviendas ya que este es el principal problema debido a la



construcción informal. Uno de los materiales que se está utilizando recientemente en la construcción, específicamente aligerado de losas es el poliestireno expandido el cual tiene como principal característica la reducción peso, influenciando así favorablemente al sistema estructural de las edificaciones. A pesar de ello la mayor parte de población de Jaén continúa por el método tradicional y muy pocos se atreven a utilizar estos nuevos materiales y si lo hacen lo utilizan con temor de que estos no respondan estructuralmente de manera eficiente ya que no cuentan la información adecuada que les garantice su buen comportamiento estructural (Amasifuen & Ocaño, 2022).

A causa del crecimiento del sector construcción y la búsqueda de alternativas para mejorar el comportamiento estructural de una edificación se está implementando el uso de nuevos materiales en este sector teniendo mayor énfasis en el aligerado, pues se va dejando atrás los sistemas de losas aligeradas convencionales de ladrillo de arcilla para remplazarlo por las losas aligeradas con bloques de poliestireno expandido. Sin embargo, debido al desconocimiento de las características y propiedades de este material que viene incorporándose recientemente en el sector construcción, sería muy poco el porcentaje de las viviendas donde se está utilizando, esto se debería a que gran parte de la población tiene poco conocimiento en el uso de estos materiales.

En efecto esto ocasionaría que la población siga optando por los métodos tradicionales de construcción utilizando losas aligeradas con ladrillos de arcilla, esto dificultaría la innovación en las losas aligeradas que apuestan por utilizar bloques de poliestireno expandido, lo cual sería muy beneficioso para el comportamiento del sistema estructural de las edificaciones ya que estarían enfocadas principalmente en la búsqueda de alternativas de solución para poder obtener mejores resultados.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál será el desempeño al utilizar losa aligerada de ladrillo y bloques de poliestireno expandido, bajo la influencia del análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles, Jaén - 2024?

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Justificación social**

Esta investigación se elaborará debido a que hay una necesidad en la población de mejorar las condiciones y calidad de vida cubriendo la necesidad de contar con una vivienda. Es por ello que con el presente trabajo de investigación se busca brindar conocimiento a la sociedad sobre cuál es el comportamiento estructural de una vivienda utilizando bloques de poliestireno expandido en el aligerado, con lo cual se estará dando respuesta a las diversas incógnitas que tiene la población al utilizar dicho material.

### **1.3.2 Justificación metodológica**

Teniendo en cuenta el enfoque metodológico con esta investigación se busca contribuir con futuros tesis que tengan a bien investigar sobre el comportamiento estructural en las edificaciones que utilicen en las losas bloques de poliestireno expandido sustituyendo a los ladrillos de arcilla utilizados comúnmente.

### **1.3.3 Justificación económica**

El correcto uso de los bloques de poliestireno expandido en el aligerado trae consigo muchos beneficios, al contar con un bajo peso disminuye la carga muerta lo cual permite que en el predimensionamiento y diseño de las estructuras estén disminuyendo sus dimensiones, por ende, esto significa que en la ejecución se utilizará menor cantidad de materiales, siendo esto un ahorro económico para la población que construya con dicho material.

### **1.3.4 Justificación practica**

La presente investigación tiene una justificación práctica dado que se enfoca en hacer una propuesta innovadora que impulsa el uso de los bloques de poliestireno expandido en las losas, así mismo se busca conocer si el sistema de construcción que utiliza poliestireno expandido responde estructuralmente de manera correcta, con lo cual se estará impulsando la práctica de estos nuevos sistemas y que es una alternativa práctica e innovadora.

## **1.4 Hipótesis**

Bajo el análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles con losa aligerada de bloques de poliestireno expandido mostrará un desempeño superior en términos de resistencia y estabilidad en comparación con una losa aligerada de ladrillo, ya que puede disminuir en un 5% de la cortante basal.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Realizar el Análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles utilizando losa aligerada de ladrillo y bloques de poliestireno expandido, Jaén -2024.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico del estado actual del edificio y modelamiento estructural en el Software Etabs.
- Comparar los resultados del análisis estático.
- Evaluar los resultados del análisis dinámico.
- Proponer una alternativa de solución al sistema estructural del edificio.

## 1.6 Antecedentes de la investigación

### 1.6.1 Internacionales

Parrales & León (2022), en su tesis “Diseño de una vivienda construida con materiales no tradicionales (Beton2) en el barrio de Mucho Lote, Guayaquil”. Que tuvo como propósito realizar el cálculo estructural para la determinación de los materiales no convencionales a utilizar. Para ello emplearon una metodología del tipo aplicada y enfoque cuantitativo - cualitativo, de carácter no experimental. Los resultados respaldan los sistemas constructivos hechos de poliestireno, de modo que las viviendas se pueden construir en poco tiempo. En conclusión, es que la calidad de las direcciones X e Y en el tercer modo de vibración es del 100%, lo que supera el estándar del 90% estipulado en la norma.

Echeverria & Sanchez (2021) en su tesis titulada “Análisis comparativo de una vivienda de 7 plantas construida con losa maciza y con losa aligerada implementando el uso del material poliestireno expandido”. Que tuvo como propósito realizar la comparación de un edificio de 7 niveles utilizando losa maciza y losa aligerada de poliestireno expandido. Según su metodología fue del tipo aplicada. Los resultados respaldaron los sistemas constructivos realizados a base de poliestireno expandido obteniendo un periodo fundamental T de 0.647 seg y de 0.67 seg para una losa maciza. En conclusión, la losa de poliestireno expandido tiene mejores sistemas de seguridad estructural con respecto al sistema de losa maciza.

Avecillas & Buruhuán, (2021) en su tesis titulada “La vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mediana altura y la identificación de zonas seguras mediante modelación lineal: caso de estudio - edificio de postgrados de la facultad de arquitectura”. Que tuvo como propósito realizar una identificación a través del análisis modal, la respuesta de la estructura del edificio y definir las zonas de menor riesgo. Según su metodología fue una

investigación de tipo analítico. Concluyendo que luego de realizar el modelamiento en el software se tuvo que las derivas de losas satisfacen el desplazamiento admitido, teniendo un valor máximo de 0.0034 en el eje x y de 0.003 en el eje y, estando muy por debajo del límite de 0.02 según la norma ecuatoriana.

Landi & Nazareno (2019), En su tesis titulada “Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de Poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad Milenio Chinca cantón Esmeraldas.” Cuyo propósito fue evaluar el uso de los bloques EPS como aligerantes en estructuras de cimentación a través del análisis de capacidad de carga y asentamiento. Además, la metodología utilizada fue del tipo aplicada comparativa. Llegando a concluir que al analizar el método convencional y el relleno alivianado, los bloques de EPS tienen mejor características en estabilidad, permitiendo obtener una reducción del 31 % de la capacidad de carga en referencia al sistema convencional.

Dávila, et al. (2018), en su artículo titulado “Análisis experimental de losas de cimentación con modelos a escala realista: losas aligeradas con bloques de EPS y losas rígidas”. La cual tuvo como objetivo el uso de bloques de poliestireno expandido (EPS) como material ligero, lo que confirma el comportamiento diferente de las soluciones tradicionales de panel sólido en comparación con las soluciones ligeras. Para ello la metodología utilizada fue del tipo experimental. Donde concluyeron que hubo una notable similitud entre el modelo computarizado y la escala, y en las pruebas de laboratorio, la reducción del asiento fue ligeramente mayor entre el modelo ligero y el modelo duro. Esta reducción es de un 27% o un 28% si la densidad del EPS no varía mucho.

### 1.6.2 Nacionales

Chipana (2022), en su tesis “Bloquetas de Arcilla o de Poliestireno Expandido en la Eficiencia del Proceso Constructivo de Losas Aligeradas en Edificios Multifamiliares”. Cuyo objetivo es evaluar el efecto del tipo de bloquetas en el proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo. La metodología empleada fue del tipo aplicada, comparativo. El resultado demuestra que el sistema de bloquetas de poliestireno expandido tiene un tiempo de ejecución de 23.27 días, mientras que utilizando bloques de arcilla ha sido de 25.93 días. Concluyendo que al utilizar las bloquetas de poliestireno expandido se tiene una mejor eficiencia en el tiempo de construcción en losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura.

Gómez & Sebastián (2021), en su tesis “Análisis comparativo en un sistema pórtico entre losa aligerada convencional y losa aligerada con bloque de EPS, en una vivienda unifamiliar de dos plantas con terraza, ubicada en la comuna de Nuevo Chimbote 2021”. Donde se propuso aplicar un nuevo sistema constructivo con un panel más liviano con un bloque de EPS para ver cuál tiene más ventajas en el ámbito estructural. Según su metodología utilizada fue un tipo descriptivo. De donde obtuvieron como resultado que no existe irregularidad torsional en la estructura. Concluyendo que se disminuye un 23.33% la carga muerta de la estructura, cuando se utiliza una losa más ligera con poliestireno expandido.

Verde (2021), en su tesis “Evaluación comparativa del comportamiento estructural de una vivienda de 5 niveles con entrepiso de losa aligerada con ladrillo y Tecnopor”. Tuvo como propósito determinar el comportamiento estructural utilizando los diferentes los dos tipos de ladrillo. Según su metodología fue una investigación cuantitativa pero no de carácter experimental. Cuyos resultados obtenidos del programa ETABS que en ningún caso el desfase deberá superar el valor máximo admisible especificado en la norma E.030.

donde concluyeron que Existe una diferencia entre el peso de la tabla normal y el peso de las tablas con bloques de Tecnopor. La mezcla base se modificó con poliestireno a 0, 10, 20, 30 y 40% para ensayar cubos de 10 cm de cada lado bajo presión.

Almonacid (2021), en su tesis “Uso del Poliestireno Expandido e Innovado para Losas Aligeradas en el Distrito de Huancayo 2018”, que tuvo como objetivo proponer el uso de poliestireno expandido, con cajones en diseño de losas aligeradas e innovar el uso de poliestireno expandido. Cuya metodología de investigación fue tecnológico aplicado, de diseño cuasi experimental. Donde su resultado fue que el problema de adherencia de losas aligeradas en el enlucido de viviendas se soluciona con la utilización de canales rellenos de mortero. Donde concluyeron que los aspectos técnicos y económicos se aplican al empleo de bloques de poliestireno con ductos rellenos de concreto.

Quipuscoa & Zuñiga (2020), en su tesis “Análisis comparativo del sistema de pórticos entre paneles ligeros y bloques de EPS en un edificio residencial, Nuevo Chimbote - 2020”. El objetivo era determinar el costo, tiempo y ejecución de la vivienda empleando losas colaborantes y bloques EPS. Cuya metodología empleada fue aplicada, de enfoque cuantitativo-descriptivo-comparativo de diseño no experimental. Obteniendo como resultados del modelamiento de un proyecto multifamiliar de 4 niveles que reduce el costo y cantidad de materiales a emplearse, además de cumplir estructuralmente con el Reglamento Nacional de Edificaciones. Por la que llagaron a la conclusión que las losas aligeradas utilizando bloques EPS son mucho más económicas, ya que demora menos tiempo en ejecutarse, y de tener un mejor comportamiento estructural.

### 1.6.3 Regional y/o Local

Condor (2023), en su tesis titulada “Comparación del Comportamiento Estructural en un Edificio Educativo con Entrepiso de Losa Aligerada con Ladrillo y Poliestireno Expandido”. Que tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural de un edificio educativo utilizando losa aligerada con ladrillo y poliestireno expandido (EPS). La metodología de la investigación realizada es cuantitativa del diseño no experimental. Como resultado del modelado en el software ETABS se obtuvo que la losa aligerada de poliestireno expandido que el periodo de vibración fue de 0.891 segundos. la masa de diafragma rígido de 56.963 (Tnf-s<sup>2</sup>/m), el cortante estático en la base de 55.86 Ton; Mientras que con losas aligeradas de ladrillo el periodo fue de 0.932 segundos, la masa de diafragma rígido de 62.084 (Tnf-s<sup>2</sup>/m), el cortante estático en la base de 60.88 Ton. Por lo tanto, se llegó a concluir que la estructura con losa aligerada de poliestireno expandido tiene una mejor respuesta estructural.

Rosales (2023), en su tesis titulada “Comparación de la Respuesta Sísmica entre las Propuestas de Reforzamiento de Concreto Armado mediante Encamisado de Vigas y Columnas o mediante la Inclusión de Muros de Corte, para los Pabellones Escolares de la I.E. San Fernando”. Que tuvo como propósito determinar cuál de las dos propuestas de reforzamiento genera una respuesta sísmica más favorable. La metodología de la investigación realizada es descriptiva y cuantitativa del diseño no experimental. Concluyendo que al realizar un reforzamiento por encamisado de concreto en vigas y columnas no es tan favorable, ya que al utilizar un reforzamiento por muros de corte esto permite tener periodos fundamentales menores en 0.038 seg, desplazamientos laterales en 1.32 cm menos y las derivas se reducen hasta en 6.11 % a la propuesta anterior.



Amasifuen & Ocaña (2022), en su tesis titulada “Influencia del poliestireno expandido como reductor de cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, Jaén 2022”. Que tuvo como propósito determinar la influencia del poliestireno expandido como reductor de cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, Jaén 2022. Cuya metodología fue del tipo básica y con un diseño no experimental. Cuyo resultado del modelado en el software ETABS utilizando espesores de losas aligeradas de 17cm, 20cm, 25cm y 30cm de espesor, las cuales se realizó el modelamiento con ladrillo y bloques de poliestireno. De donde se obtuvo que con el uso de poliestireno expandido hay mejores resultados en el momento flector en un 13.03%, 13.32%, 13.67% y 9.72%; en la fuerza cortante en 13.12%, 15.54%, 12.75% y 17.21%; la fuerza a la flexión en 12.50%, 17.65%, 75.00% y 2.33%; el peso en 24.29%, 22.50%, 22.86% y 26.79%. Concluyendo que el poliestireno expandido influye reduciendo el peso de las cargas muertas.

Medina (2022), en su tesis sobre la “Evaluación de bloques de concreto adicionando poliestireno, Chota”. Cuyo objetivo fue determinar el porcentaje de reposición parcial del volumen de producción de bloques. Según la metodología se aplicó un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Por lo que aplicaron el procedimiento de mezclas modificadas con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de poliestireno fueron ensayadas por compresión en cubos de 10 cm por página. Como resultado que el poliestireno ocupa el 0%, 10% y 20% del volumen total, su resistencia es de 58.32, 50.10 y 35.71 kg/cm<sup>2</sup>, el porcentaje de absorción de agua es de 1.37%, 5.22% y 10.87% respectivamente. Concluyendo que la construcción de muros de carga se pueden utilizar bloques con un 10% de perlas de poliestireno, pero en muros que no son de carga se pueden utilizar bloques con un 20% de EPS.

Díaz (2019), en su tesis “Eficiencia económica y estructural de un ladrillo de concreto para losa aligerada con la adición de poliestireno en diferentes porcentajes” cuya

finalidad fue evaluar la eficiencia de ladrillos de concreto incorporando diferentes porcentajes de poliestireno. Fue una investigación aplicada, de diseño experimental. Que tuvo como procedimiento la elaboración de losas aligeradas de concreto, adicionando porcentajes de perlas de poliestireno (20%, 40% y 60%). Cuyos resultados obtenidos fueron una resistencia a compresión media de 39.19 kg/cm<sup>2</sup>, 22.63 kg/cm<sup>2</sup> y 12.04 kg/cm<sup>2</sup>, y un peso promedio de 7.66 kg, 7.06 kg y 6.49 kg. Por lo que llego a concluir que, al realizar mayores porcentajes de perlas de poliestireno en la adición del concreto, el metrado de cargas disminuyo, pero pierde resistencia a compresión.

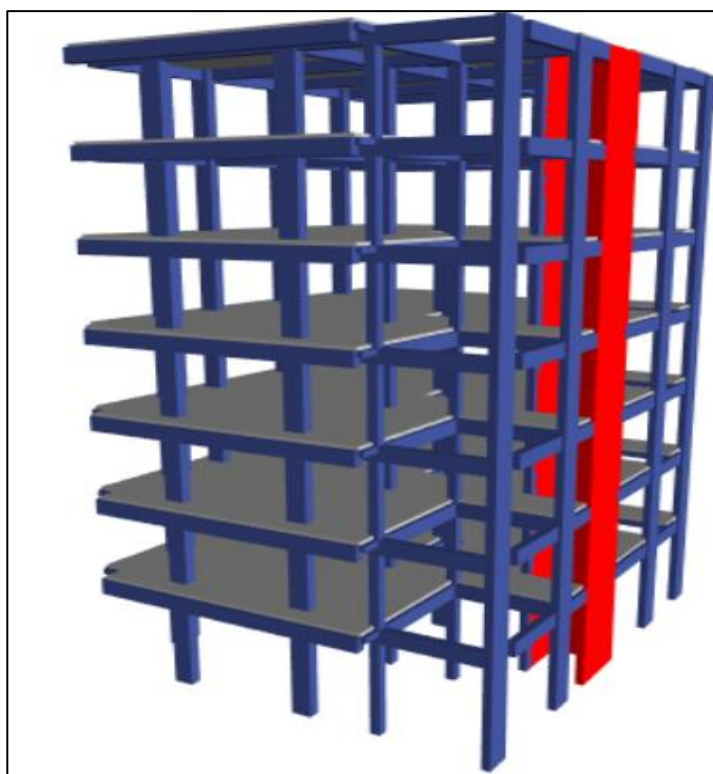
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Descripción del módulo I

La edificación cuenta con 07 niveles, el primer nivel cuenta con una altura de 3.77 m. y el resto de niveles 3.06 m. Su área de construcción es de 166.32 m<sup>2</sup> por nivel, y la estructura fue edificada en el año 2024.

#### Figura 1

*Vista 3D de la estructura de 07 niveles*



*Nota.* vista en 3D de la estructura. Fuente. Etabs V22

### 2.2 Ubicación geográfica

- Departamento de Cajamarca.
- Provincia de Jaén.
- Distrito de Jaén.
- Av. Mesones Muro con la calle Los Laureles; en el sector Morro Solar.

## **2.3 Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1 Población**

“Se refiere a ese grupo ya sea de cosas o personas sobre los cuales se desea investigar y aprender de ello. Esta población o también llamado universo estará conformada por un sinnúmero de sujetos, ya sea lugares, persona, fechas de acontecimientos, ensayos en laboratorios, entre otros” (López, 2004).

La población del proyecto está conformada un edificio de 07 niveles ubicado en la avenida Mesones muro, sector de Morro solar, distrito y provincia de Jaén. Se ha elegido este edificio como punto de nuestra investigación ya que cumple con las características requeridas para esta investigación.

### **2.3.2 Muestra**

Es una fracción de nuestra población que se va a investigar. Se tendrá que revisar el enunciado y tener lógica en definir la cantidad o el número de objetos por el cual estará compuesta la muestra. Asimismo, se debe tener en cuenta que la muestra es una porción que representa las características de su población por ello la importancia se elegirla adecuadamente (López, 2004).

La muestra estará conformada por un edificio de 07 niveles ubicado en la intersección de la calle Los Laureles cuadra N°01 con la avenida Mesones Muro cuadra N°03. En el Sector morro solar, ya que se propondrá realizar el análisis estructural de un edificio de 7 niveles utilizando losas aligeradas con ladrillos de arcilla y bloques de poliestireno expandido que serán modelados estructuralmente usando el software Etabs V22.

### **2.3.3 Muestreo**

El muestreo no probabilístico, aleatorio o secuencial: se basa en incorporar gran cantidad incidentes para así de esa forma tener una muestra de tamaño requerido que nos permita trabajar de forma óptima. Estos incidentes se elegirán al azar en el lugar donde el encargado de realizar la investigación elija o crea conveniente, luego se procederá a seleccionar los sujetos que se van estudiar en la población definida siempre y cuando estos se puedan disponer sin problema alguno (Otzen & Manterola, 2017).

Se aplicará un muestreo no probabilístico, porque no todas las viviendas de la población podrán ser elegidos para el estudio, sino sólo se elegirá una vivienda para realizar el modelamiento en el Software del Etabs del comportamiento del análisis estructural utilizando losas aligeradas de ladrillo de arcilla y poliestireno.

## **2.4 Método**

“Existe un método mixto que enlaza lo hipotético con lo deductivo, éste se caracteriza por emprender desde la hipótesis, con la cual se busca negar o rechazar las hipótesis, para luego a partir de esto se consiga elaborar las conclusiones que deben estar sustentadas con hechos reales (Reyes, et.al, 2022, pág. 4)”.

El procedimiento de la investigación es hipotético deductivo, comenzará con el diseño del edificio y luego se analizará estructuralmente el edificio a través del programa ETABS, a fin de comprobar o refutar la hipótesis, para finalmente mostrar los resultados y conclusiones.

## **2.5 Análisis de datos**

Para efectuar el análisis de datos se empleará a la estadística descriptiva, por lo que se hará uso del software Excel como herramienta para crear tablas y gráficos estadísticos que proporcionen información resumida de los resultados para con ello escribir sus propias conclusiones y recomendaciones para cada objetivo: asimismo se empleará el software Etabs

V22 para modelar el comportamiento del análisis estructural y determinar el cumplimiento de las normas.

## **2.6 Procedimiento del modelado de la edificación**

A continuación, se describe el procedimiento de cómo se calcularon la cortante basal, fuerza cortante mínima, modos de vibración, periodos, distorsiones de entre piso, entre otros; para lo cual se hizo el modelamiento estructural con el software Etabs V22, donde se necesitó acceso a la siguiente información:

### **A. Planos**

Para llevar a cabo el estudio, se revisó la información disponible, para lo cual se tuvo acceso a los planos estructurales y de arquitectura (ver anexo n° 3 y 4). Además, se contó con las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, que están detallados en los planos.

### **B. Normas**

Se emplearon normas del Reglamento Nacional Edificaciones:

- Norma técnica E.020 – Cargas
- Norma técnica E.030 – Diseño Sismorresistente
- Norma técnica E.060 – Concreto Armado

### **C. Especificaciones del concreto**

- Resistencia a la Compresión ( $f'c$ ): 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Elasticidad (E): 217370,66 Kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Poisson ( $\mu$ ): 0,120
- Peso Específico ( $\gamma_c$ ): 2400 Kg/m<sup>3</sup>

### **D. Especificaciones del acero corrugado - ASTM A615 Gr60.**

- fluencia ( $f_y$ ): 4 200 Kg/cm<sup>2</sup>

- Módulo de Elasticidad, E: 2 000 000 Kg/cm<sup>2</sup>

### **E. Metrado De Cargas**

Se estimó las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales que conforman la edificación, para lo cual las cargas muertas, cargas vivas y cargas de sismos en X e Y estuvieron presentes en la estructura.

- Para el cálculo de la CM utilizaremos lo siguiente:
  - Concreto Armado 2 400 kg/m<sup>3</sup>
  - Losa Aligerada (h=0.20) 300 kg/m<sup>2</sup>
  - Acabados (Piso Terminado) 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Tabiquería 1 200 kg/m<sup>3</sup>
- Según la norma E.020, la CV tiene el siguiente valor:
  - Comercio 500 kg/m<sup>2</sup>

## **2.6.1 Procedimiento del diagnóstico actual y modelado estructural**

### **2.6.1.1 Diseño preliminar**

El primer paso fue abrir el programa Etabs V22, donde se creó un nuevo modelo seleccionando el sistema internacional de unidades. Luego, se asignaron las medidas de acuerdo con los planos en los diferentes ejes X-X y Y-Y, y se especificó el número de pisos. Asimismo, se definieron los materiales de la estructura conforme a las especificaciones del proyecto, verificando posteriormente la definición de las propiedades del concreto.

**Figura 2***Definición de propiedades del concreto*

General Data	
Material Name	<input type="text" value="f'c = 210 KG/CM2"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#FF00FF"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="2173706.51"/> tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="905711.05"/> tonf/m <sup>2</sup>
Design Property Data	
<input type="button" value="Modify/Show Material Property Design Data..."/>	

*Nota.* En la figura 2, se realiza una creación para poder definir una resistencia de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . Fuente. Etabs V22

**Figura 3***Definición de propiedades del acero*

General Data	
Material Name	<input type="text" value="FY = 4200 KG/CM2"/>
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	<input type="color" value="#FFFF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="7.85"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.800477"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="20000000"/> tonf/m <sup>2</sup>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000117"/> 1/C
Design Property Data	
<input type="button" value="Modify/Show Material Property Design Data..."/>	

*Nota.* En la figura 3, se define la creación del acero que presenta un módulo de elasticidad de E: 2 000 0000 ton/m<sup>2</sup>. Fuente. Etabs V22



## Figura 4

### *Resistencia a compresión del concreto*

Material Name and Type		
Material Name	FC = 210 KG/CM2	
Material Type	Concrete, Isotropic	
Grade	fc 4000 psi	

Design Properties for Concrete Materials		
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2100	tonf/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete		
Shear Strength Reduction Factor		

*Nota.* En la figura 4, se visualiza la resistencia del concreto  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a emplearse en los elementos estructurales. Fuente. Etabs V22

## Figura 5

### *Fluencia del acero de refuerzo*

Material Name and Type		
Material Name	FY = 4200 KG/CM2	
Material Type	Rebar, Uniaxial	
Grade	Grade 60	

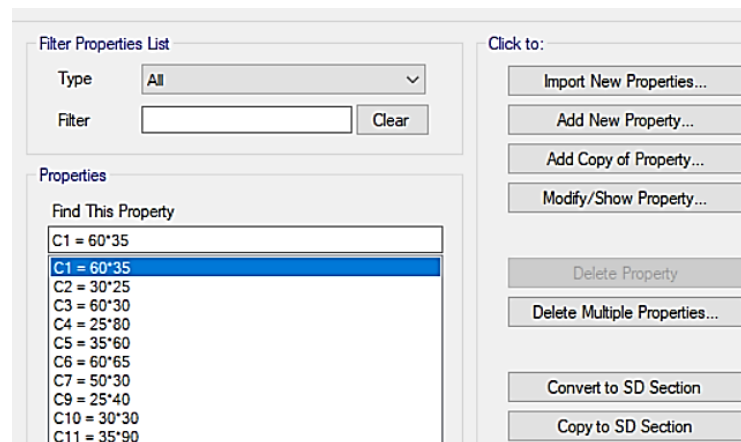
Design Properties for Rebar Materials		
Minimum Yield Strength, Fy	42000	tonf/m <sup>2</sup>
Minimum Tensile Strength, Fu	63276.27	tonf/m <sup>2</sup>
Expected Yield Strength, Fye	46402.6	tonf/m <sup>2</sup>
Expected Tensile Strength, Fue	69603.89	tonf/m <sup>2</sup>

*Nota.* En la figura 5, se visualiza la fluencia del acero de refuerzo,  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente. Etabs V22

**Figura 6**

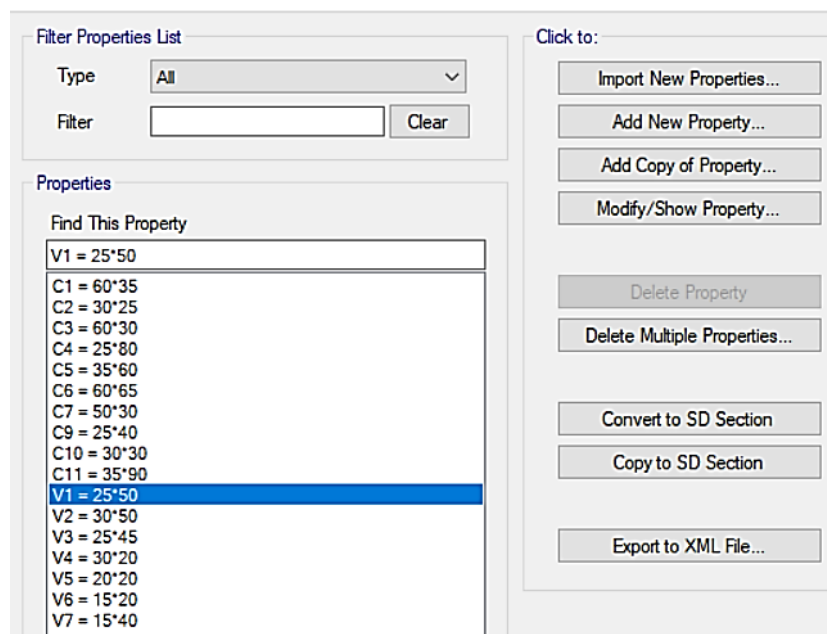
*Creación de las secciones de las columnas*



*Nota.* En la figura 6, se visualiza la creación de las secciones de las columnas en el programa Etabs V22. Fuente. Etabs V22

**Figura 7**

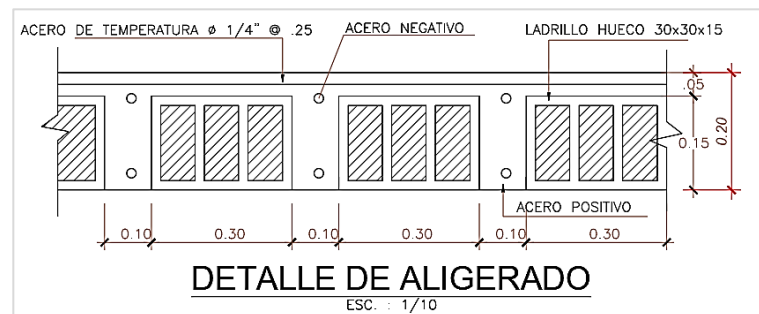
*Creación de las secciones de las vigas*



*Nota.* En la figura 7, se visualiza la creación de las secciones de las vigas en el programa Etabs V22. Fuente. Etabs V22

## Figura 8

### Detalle de la losa aligerada con ladrillo



*Nota.* En la figura 8, se visualiza el detalle de la losa aligerada con ladrillo de 30x30x15 cm, viguetas de 10x15 cm y losa de 5 cm. Fuente. Planos estructurales

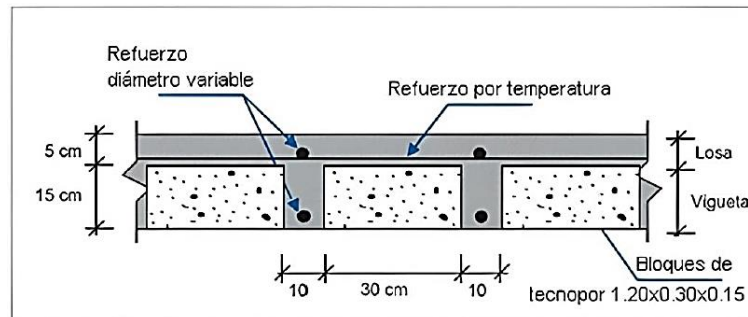
## Figura 9

### Detalle de la losa aligerada de ladrillo

*Nota.* En la figura 9, creamos los datos para la losa aligerada con ladrillo, el cual presentan un espesor  $h = 20$  cm. Fuente. Etabs V22

**Figura 10**

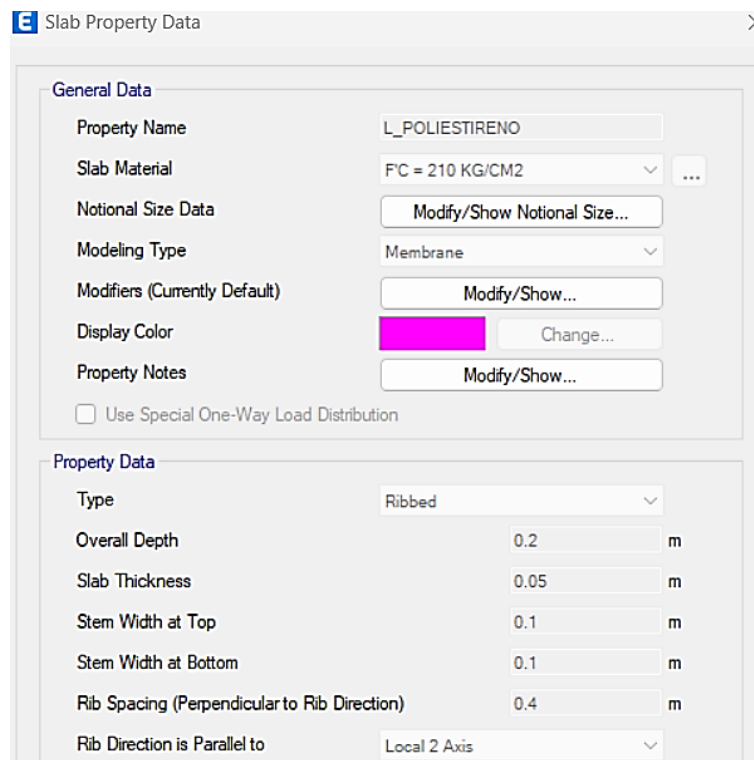
*Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido*



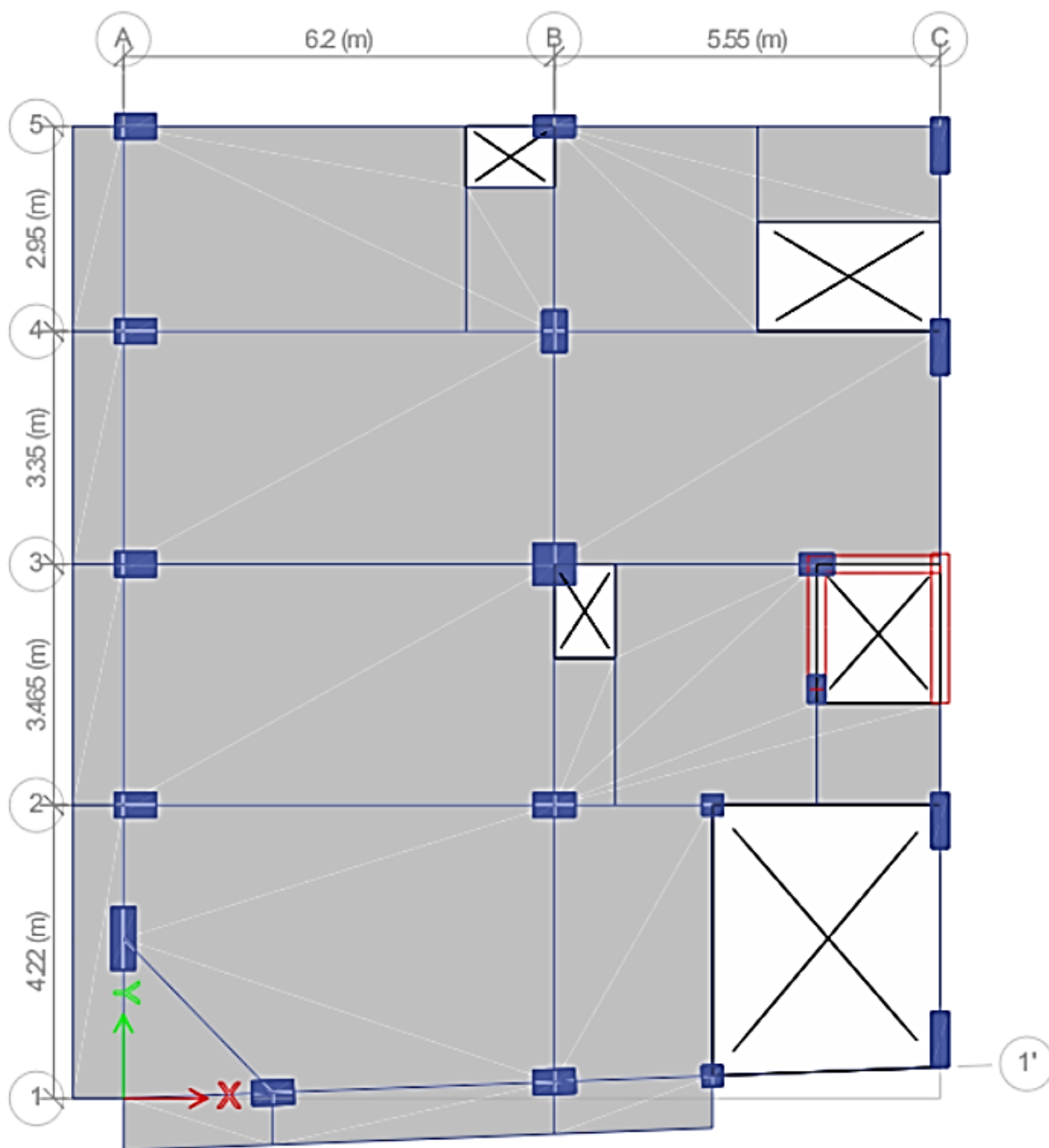
*Nota.* En la figura 10, se visualiza el detalle de la losa aligerada con poliestireno de 30x30x15 cm, viguetas de 10x15 cm y losa de 5 cm. Fuente. Condor (2023)

**Figura 11**

*Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido*



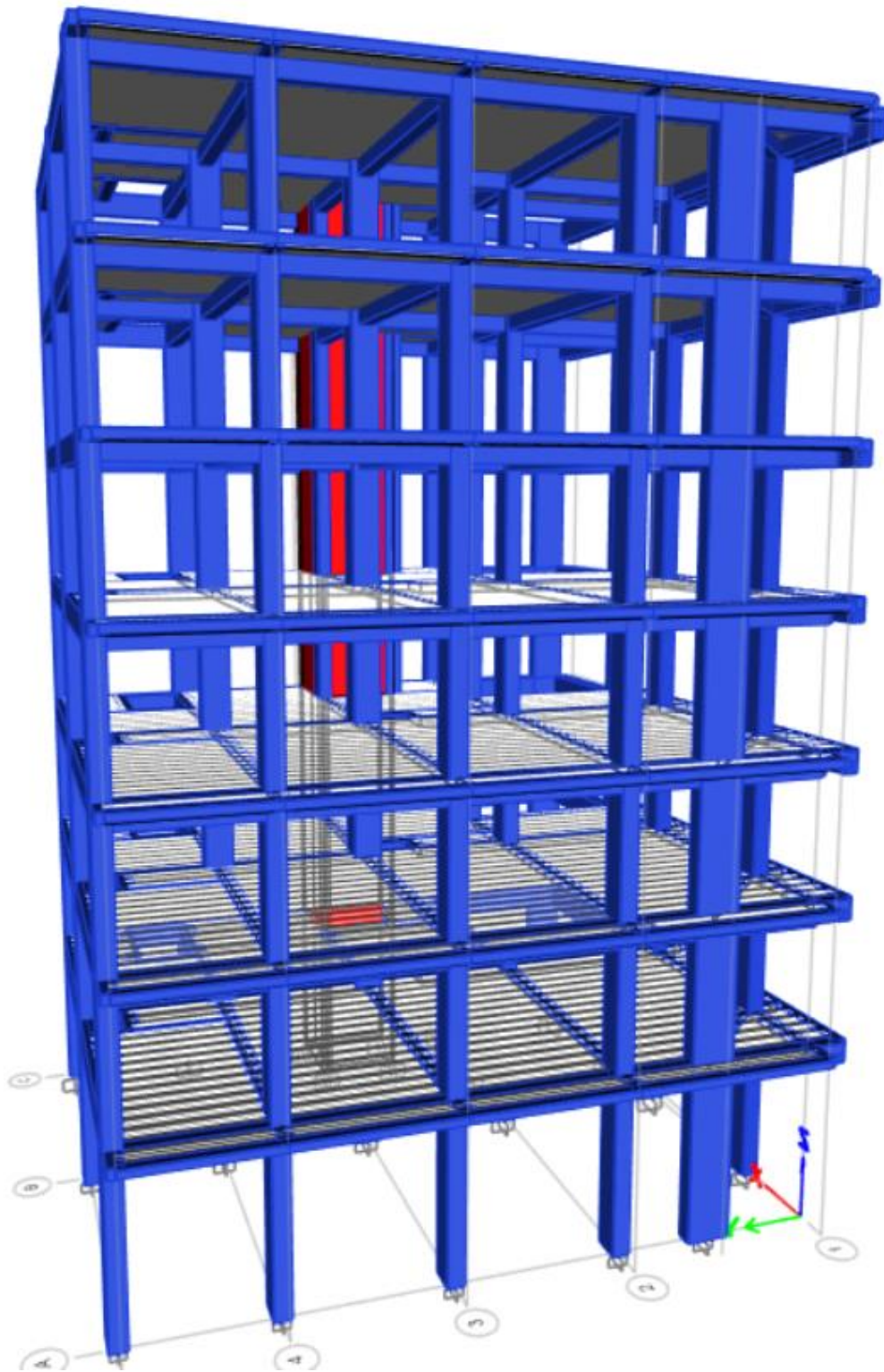
*Nota.* En la figura 11, se visualiza los datos de la losa aligerada con poliestireno expandido, el cual tiene un espesor  $h = 20$  cm. Fuente. Etabs V22

**Figura 12***Vista en planta de la estructura*

*Nota.* En la figura 12 y 13, se aprecia la estructura de 07 niveles, con las definiciones de columna, vigas, losas y muros estructurales. Fuente. Etabs V22

**Figura 13**

*Vista en elevación de la estructura*



*Nota.* Vista en 3D de la estructura. Fuente. Etabs V22

## 2.6.2 Procedimiento para el cálculo del análisis estático

Para realizar el análisis sísmico estático se trabajó bajo los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana E.030-2018, para lo cual se definieron los tipos de carga a los cuales se someterá la estructura mediante los patrones de cargas; donde tenemos a la carga muerta, carga viva de entrepiso, carga viva de techo y a la carga sísmica estática X y Y; de igual forma, se cuenta con una reducción sísmica  $R=7$  en el eje x y  $R=7$  en el eje Y por tratarse de un sistema dual.

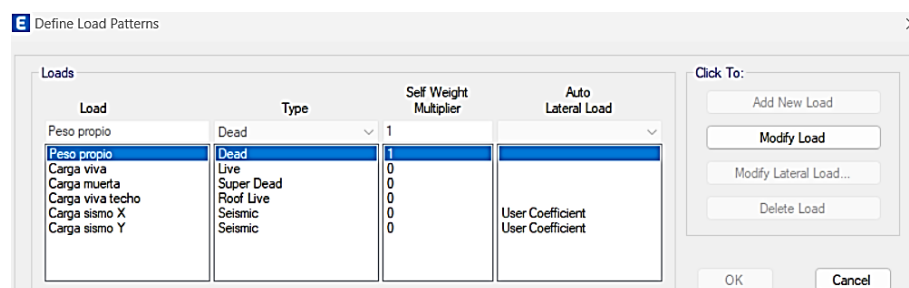
### 2.6.2.1 Cargas en la edificación

Se consideraron los siguientes estados de cargas:

- PP: Peso propio.
- CM: Carga muerta.
- LIVE: Carga viva.
- SESTX: Carga de sismo en la dirección X.
- SESTY: Carga de sismo en la dirección Y.
- SDINX: Sismo dinámico en la dirección X.
- SDINY: Sismo dinámico en la dirección Y.

**Figura 14**

*Definición de los patrones de carga*



*Nota.* En la figura 14, se visualiza la definición de los patrones de carga. Fuente. Etabs



### 2.6.2.2 Zonificación

El Perú se clasifica en cuatro zonas, tal como se ilustra en la figura siguiente. La propuesta de unificación se basa en la distribución geográfica de las emisiones, las características generales de los movimientos sísmicos, la reducción de su intensidad con la distancia al epicentro y la información geotectónica disponible.

**Figura 15**

*Zonas sísmicas*



*Nota.* Clasificación de las zonas. Fuente. Norma Técnica E.030-2018



**Tabla 1***Factor de zona "Z"*

<b>FACTOR DE ZONA "Z"</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0.45
3	0.35
<b>2</b>	<b>0.25</b>
1	0.1

*Nota.* La estructura está situada en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, en el departamento de Cajamarca, Perú. Al estar ubicado en la zona 2, le corresponde un factor de zona de  $Z = 0.25$ . Fuente. Norma Técnica E.030-2018

### 2.6.2.3 Parámetros de sitio (S, TP y TL)

**Tabla 2***Factor suelo "S"*

<b>FACTOR DE SUELO "S"</b>				
<b>ZONA/SUELO</b>	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Z4	0.80	1.00	<b>1.05</b>	1.10
Z3	0.80	1.00	<b>1.15</b>	1.20
<b>Z2</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.40</b>
Z1	0.80	1.00	<b>1.60</b>	2.00

*Nota.* De acuerdo a la tabla 2, el suelo se clasifica como tipo 2, que corresponde a suelo intermedio. Para una zona con un factor  $Z = 2$ , el factor de suelo correspondiente es  $S = 1.2$ . Fuente. Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

**Tabla 3***Periodos TP y TL*

PERIODOS "TP" Y "TL"				
PERFIL DE SUELO				
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0,3	0,4	<b>0,6</b>	1,0
TL (S)	3,0	2,5	<b>2,0</b>	1,6

*Nota.* Según la tabla 3, para un suelo de tipo S2, los períodos se definen de la siguiente manera: el período corto (TP) es de 0.6 segundos y el período largo (TL) es de 2.0 segundos. Fuente. Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

#### 2.6.2.4 Factor de amplificación sísmica

Según la norma técnica E030 – 2018, el factor de amplificación sísmica se define por las siguientes expresiones:

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

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

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

Para esto, es necesario determinar el período en cada dirección utilizando la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots \dots \dots (a)$$

Donde:

$h_n$  = altura del edificio.

$C_T$  = Coeficiente para determinar el periodo fundamental de una edificación.

### 2.6.2.5 Categoría de la edificación y factor de uso.

**Tabla 4**

*Factor de uso "U"*

<b>CATEGORIA Y FACTOR DE USO</b>	
<b>CATEGORIA</b>	<b>FACTOR DE USO "U"</b>
"A" EDIFICACIONES ESENCIALES	1.5
"B" EDIFICACIONES IMPORTANTES	1.3
<b>"C" EDIFICACIONES COMUNES</b>	<b>1</b>

*Nota.* De acuerdo con la norma técnica E.030, las, viviendas, hoteles, tiendas se clasifican como categoría C - edificaciones comunes. Por lo tanto, se les asigna un factor de uso  $U = 1$ , que se muestra en la tabla 4. Fuente. Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

### 2.6.2.6 Coeficiente básico de reducción $R_0$ .

**Tabla 5**

*Coeficiente de reducción  $R_0$*

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
<b>Sistema estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción <math>R_0</math></b>
Pórticos	8
<b>Dual</b>	<b>7</b>
De Muros Estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3

*Nota.* Según el sistema estructural, la edificación tiene las siguientes características: en la dirección X e Y, utiliza un sistema dual, con un  $R_0 = 7$ , como se muestra en la tabla 5. Fuente. Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

**Tabla 6***Parámetros sísmicos de la edificación*

Parámetro	Valor Numérico
Zona “Z2”	0,25
Uso “U”	1,00
Coefficiente de amplificación sísmica	2,50
Suelo	1,20
R en “X”	7
R en “Y”	7

*Nota.* En la tabla 6, se tienen los parámetros sísmicos de la estructura que servirán para determinar la fuerza cortante tanto en X-X y Y-Y. Fuente. Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

**2.6.2.7 Peso sísmico de la edificación**

De acuerdo con los requerimientos establecidos en la norma técnica E.030-2018, el peso sísmico de la estructura es 100% de la carga muerta + % de la carga viva (el porcentaje de la carga viva se determina por la categoría de la edificación).

**Figura 16***Peso sísmico en la edificación*

The image shows a software interface for defining mass source and multipliers for load patterns. It is divided into two main sections: 'Mass Source' and 'Mass Multipliers for Load Patterns'.

**Mass Source Section:**

- Mass Source Name:** MsSrc1
- Mass Source Options:**
  - Element Self Mass
  - Additional Mass
  - Specified Load Patterns
  - Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
    - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction: 0.05
    - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction: 0.05

**Mass Multipliers for Load Patterns Section:**

Load Pattern	Multiplier
Carga muerta	1
Carga muerta	1
Carga viva	0.25
Carga viva techo	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

**Mass Options Section:**

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

*Nota.* Por ser una edificación de categoría C, se considera el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva. Fuente. Etabs V22

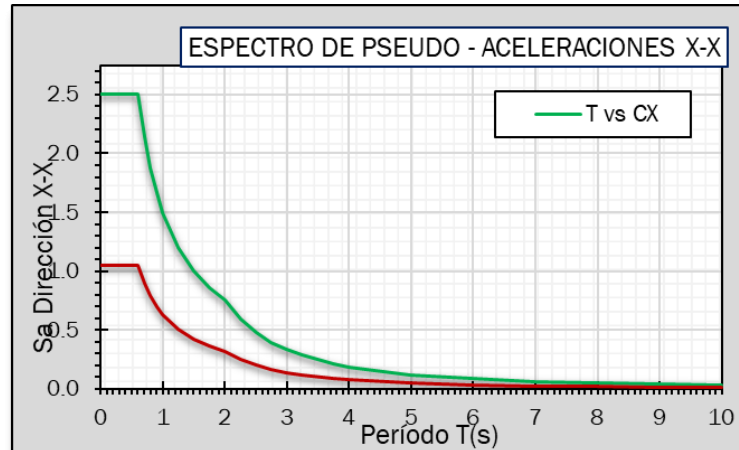
### 2.6.3 Procedimiento para el análisis dinámico

El análisis sísmico dinámico se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018.

#### 2.6.3.1 Aceleración espectral

**Figura 17**

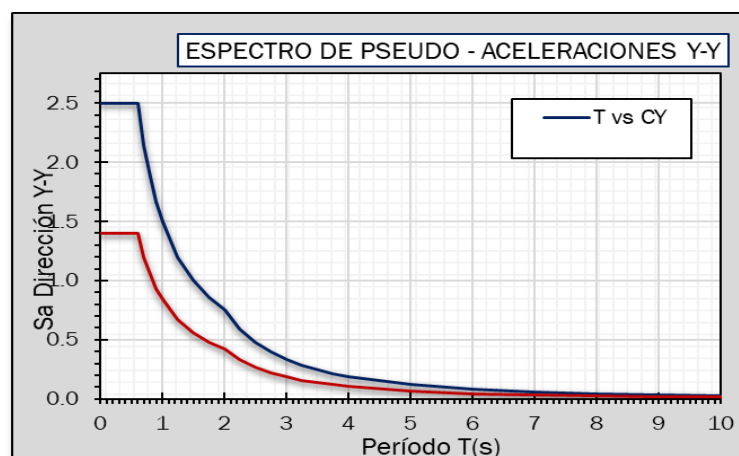
*Espectro en la dirección X-X*



*Nota.* En la figura 17 se ilustra la variación de la Aceleración “Sa” en relación con el periodo para la dirección X – X. Fuente. Etabs V22

**Figura 18**

*Espectro en la dirección Y-Y*



*Nota.* En la figura 18 se ilustra la variación de la Aceleración “Sa” en relación con el periodo para la dirección Y – Y. Fuente. Etabs V22

### 2.6.3.2 Fuerza cortante mínima

El cortante estático y dinámico se obtiene mediante el software Etabs V22. Luego, se calcula el 80% del cortante estático y se evalúa con la condición:

Para estructuras regulares se tiene:

$$V.Dinamico > 80\% V.Estatico$$

Para estructuras irregulares se tiene:

$$V.Dinamico > 90\% V.Estatico$$

### 2.6.3.3 Desplazamientos laterales relativos admisibles

De acuerdo con los requerimientos establecidos en la norma técnica E.030-2018, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para concreto armado es 0.007.

#### Figura 19

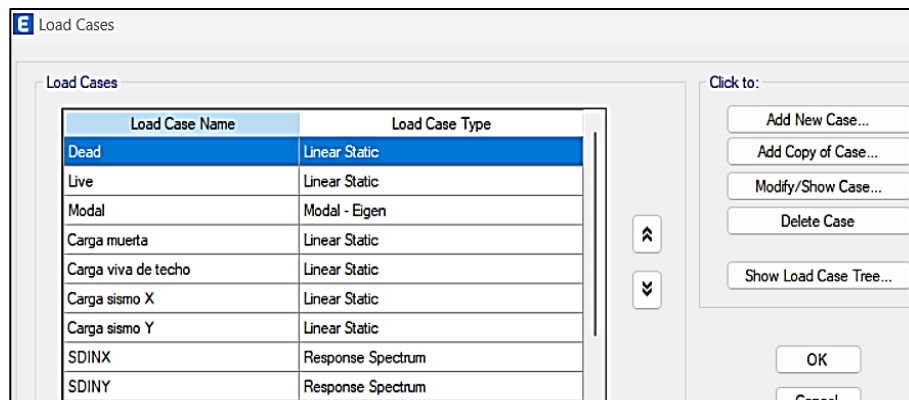
*Definición de los desplazamientos en X e Y*



*Nota.* En la figura 19, se realiza la creación de las combinaciones de los desplazamientos en la dirección X y la dirección Y, por ser una edificación regular, se debe de multiplicar 0,75R. Fuente. Etabs V22

**Figura 20**

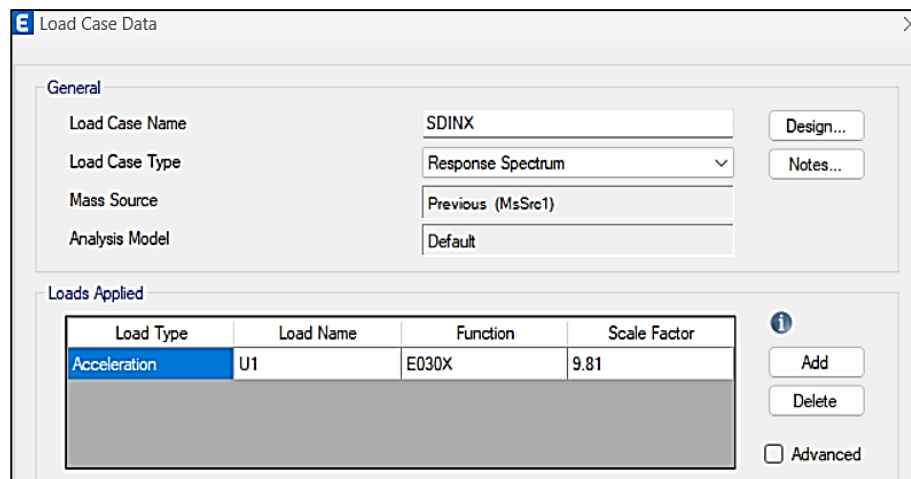
*Definición de los casos de carga de sismos dinámicos*



*Nota.* En la figura 20, se visualiza la creación de los casos de carga de los sismos dinámicos. Fuente. Etabs V22

**Figura 21**

*Definición del sismo dinámico en X*



*Nota.* En la figura 21, se visualiza la creación del sismo dinámico en la dirección X.

Fuente: Etabs V22

**Figura 22**

*Definición del sismo dinámico en Y*

Load Case Data

General

Load Case Name: SDINY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E030Y	9.81

[Add] [Delete]  Advanced

*Nota.* En la figura 22, se visualiza la creación del sismo dinámico en la dirección Y.

Fuente. Etabs V22

## 2.6.4 Procedimiento de la alternativa de solución al sistema estructural del edificio

### 2.6.4.1 Inclusión de muro de corte de concreto armado

Se procedió a incluir en la estructura un muro de corte de 25 cm de espesor y con una longitud de 1.5 m, la cual se ha ubicado en el eje A-A (entre el eje 4-4 y eje 5-5), a fin de evitar la irregularidad de torsión que presenta la edificación, este muro no interferirá con el funcionamiento de la edificación.



**Figura 23**

*Definición de propiedades del concreto*

General Data	
Material Name	<input type="text" value="f'c = 210 KG/CM2"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#FF00FF"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="2173706.51"/> tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="905711.05"/> tonf/m <sup>2</sup>
Design Property Data	
<input type="button" value="Modify/Show Material Property Design Data..."/>	

*Nota.* En la figura 23, se vuelve a definir la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

Fuente. Etabs V22

**Figura 24**

*Definición de propiedades del acero*

General Data	
Material Name	<input type="text" value="f'y = 4200 KG/CM2"/>
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	<input type="color" value="#FFFF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="7.85"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.800477"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="20000000"/> tonf/m <sup>2</sup>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000117"/> 1/C
Design Property Data	
<input type="button" value="Modify/Show Material Property Design Data..."/>	

*Nota.* En la figura 24, se crea la resistencia del acero  $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ . Considerando su módulo de elasticidad E:  $2\ 000\ 0000 \text{ ton/m}^2$ . Fuente. Etabs V22

### Figura 25

#### *Resistencia a compresión del concreto*

Material Name and Type	
Material Name	FC = 210 KG/CM2
Material Type	Concrete, Isotropic
Grade	f'c 4000 psi
Design Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2100 tonf/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

*Nota.* En la figura 25, se visualiza la resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a emplearse en los elementos estructurales. Fuente. Etabs V22

### Figura 26

#### *Fluencia del acero de refuerzo*

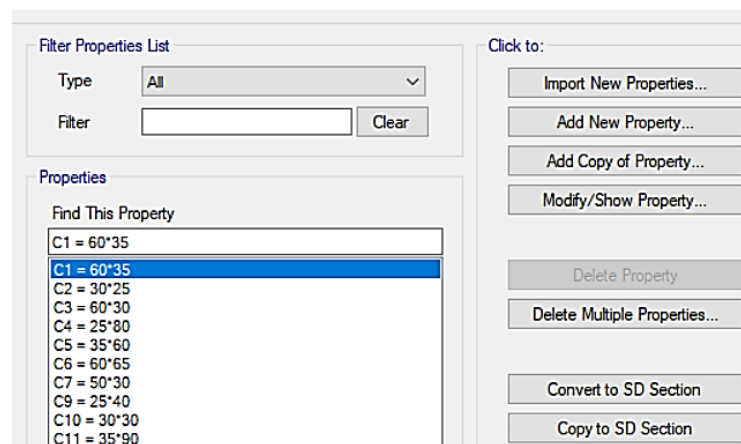
Material Name and Type	
Material Name	FY = 4200 KG/CM2
Material Type	Rebar, Uniaxial
Grade	Grade 60
Design Properties for Rebar Materials	
Minimum Yield Strength, Fy	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Minimum Tensile Strength, Fu	63276.27 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Yield Strength, Fye	46402.6 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Tensile Strength, Fue	69603.89 tonf/m <sup>2</sup>

*Nota.* En la figura 26, se visualiza la fluencia del acero de refuerzo,  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente. Etabs V22

**Figura 27**

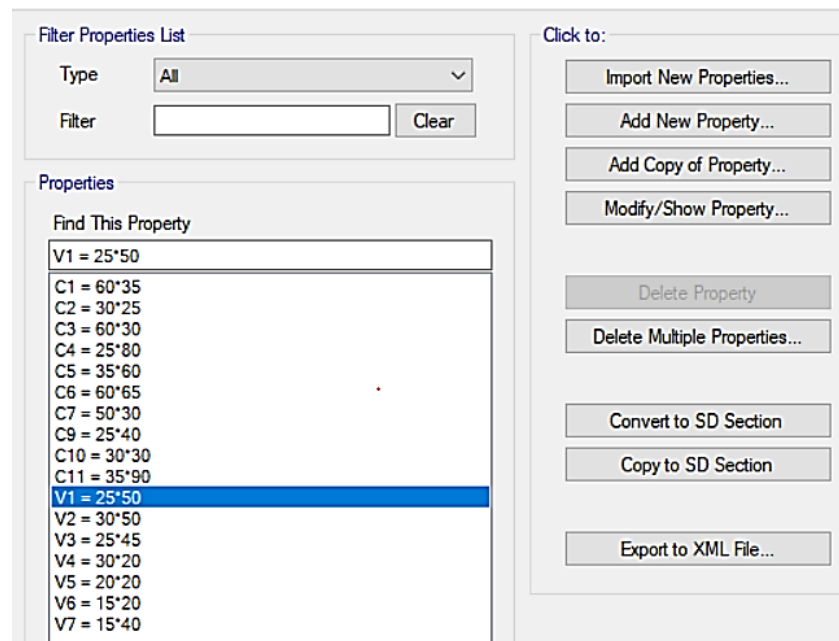
*Creación de las secciones de las columnas*



*Nota.* En la figura 27, se visualiza la creación de las secciones de las columnas en el programa Etabs V22. Fuente. Etabs V22

**Figura 28**

*Creación de las secciones de las vigas*



*Nota.* En la figura 28, se visualiza la creación de las secciones de las vigas en el programa Etabs V22. Fuente. Etabs V22

**Figura 29***Creación del muro de corte*

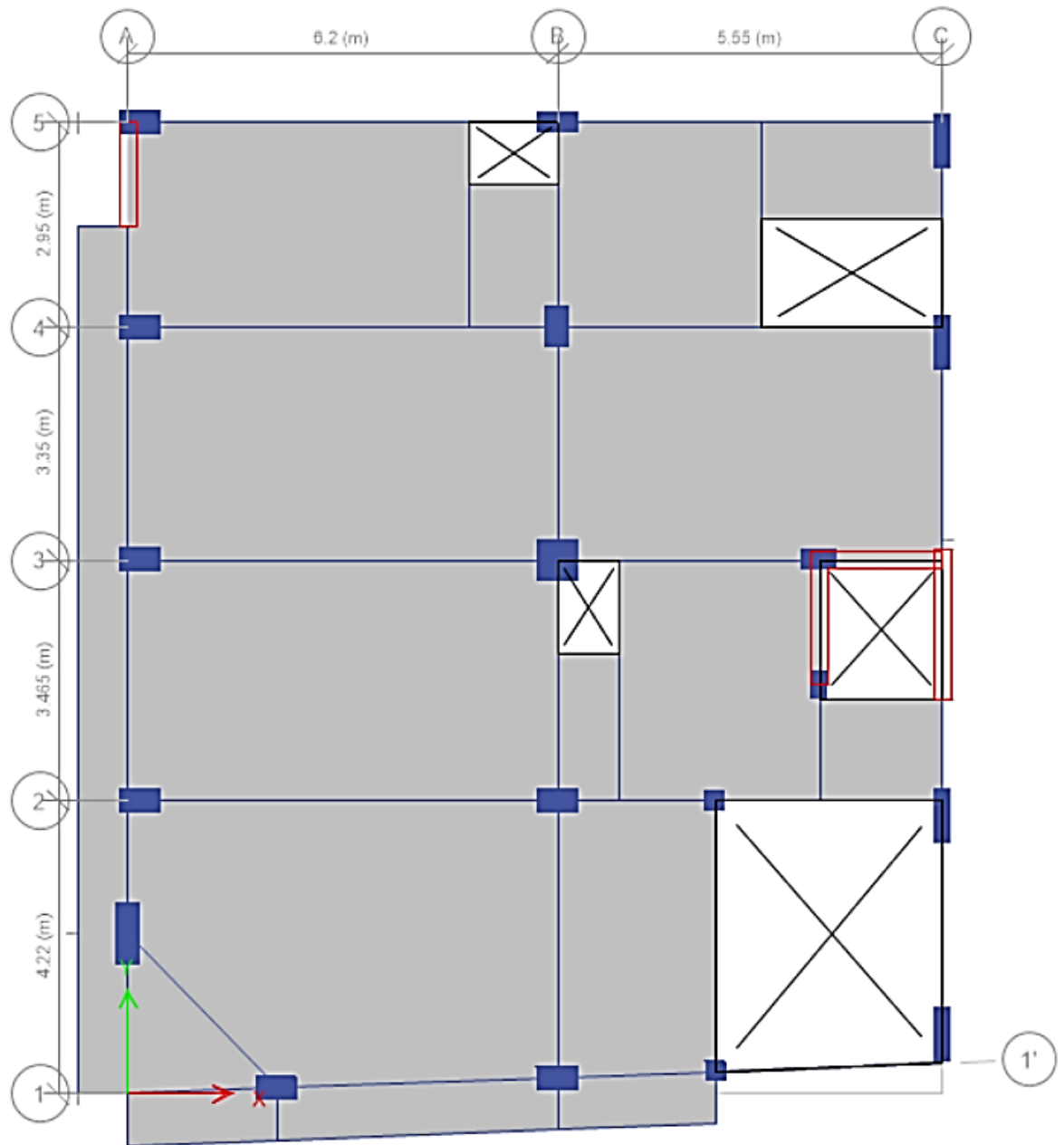
*Nota.* En la figura 29, se visualiza la creación del muro de corte de espesor de 25 cm en el programa Etabs V22. Fuente. Etabs V22

**Figura 30***Detalle de la losa aligerada con poliestireno expandido*

*Nota.* En la figura 30, se visualiza los datos de la losa aligerada con poliestireno expandido, el cual tiene un espesor  $h = 20$  cm. Fuente. Etabs V22

**Figura 31**

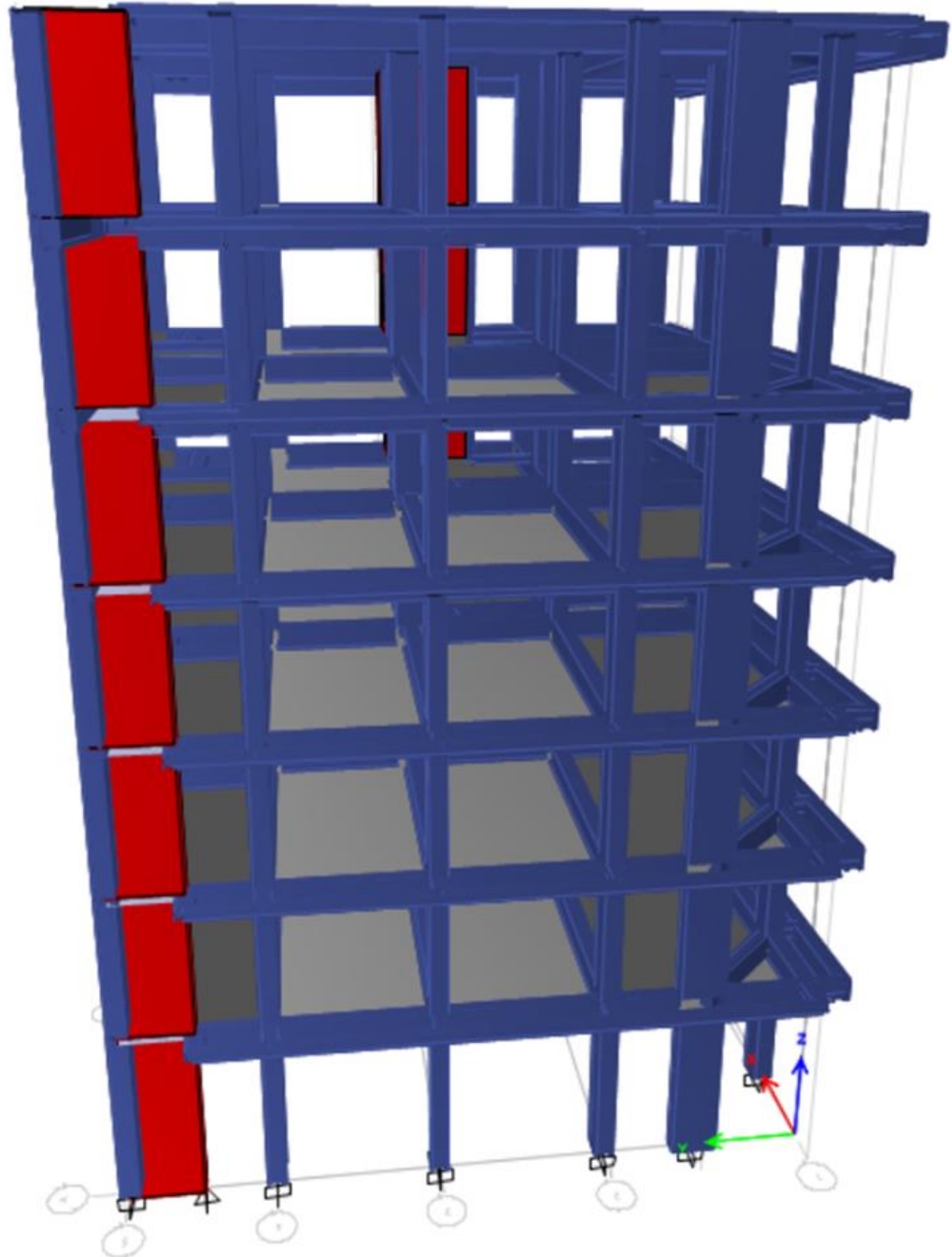
*Vista en planta de la estructura con la inclusión del muro de corte*



*Nota.* En la figura 31 y 32, se aprecia la estructura de 07 niveles, con la inclusión del muro de corte. Fuente. Etabs V22

**Figura 32**

*Vista en elevación de la estructura con la inclusión del muro de corte*



*Nota.* Vista en 3D de la estructura con la inclusión del muro de corte. Fuente. Etabs V22

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Realizar el diagnóstico del estado actual del edificio y modelamiento en el software

##### **Etabs.**

El edificio en estudio cuenta con un diseño de edificación mixta, ya que según lo constatado tiene ambientes para uso comercial y vivienda, por lo que es importante saber su funcionalidad para realizar un correcto análisis a la hora de verificar su sistema estructural, ya que de eso depende los resultados que se van a obtener. Donde se pudo apreciar que esta realizado de concreto armado, cuenta con siete niveles, con sistema estructural dual en la dirección X e Y.

De las visitas in situ, se pudo verificar que se cuenta con una caja de ascensor, ya que esto se basa según la norma por ser edificaciones mayores a los 5 niveles, por lo tanto, se verifico que tenía una placa de 0.25 m de espesor. (ver anexo n°4)

Además, en las visitas a campo se verifico tanto en los planos como en lo real, que las medidas coincidan llegando a corroborar las diversas dimensiones de los elementos estructurales que conforman la edificación, cuyas medidas se detallaran en el diagnóstico de columnas, vigas y losas.

##### **3.1.1 Diagnóstico de las columnas**

A continuación, se definió las secciones de las columnas según los planos estructurales donde se tuvo que las siguientes dimensiones:

**Tabla 7***Dimensiones de las columnas estructurales*

<b>Sección</b>	<b>b(m)</b>	<b>t(m)</b>
C-1	0.60	0.35
C-2	0.30	0.25
C-3	0.60	0.30
C-4	0.25	0.80
C-5	0.35	0.60
C-6	0.60	0.65
C-7	0.50	0.30
C-8	0.25	2.15
C-9	0.25	0.40
C-10	0.30	0.30
C-11	0.35	0.90

*Nota.* En la tabla 7, se visualiza las dimensiones de todas las columnas de la edificación, según los planos estructurales (ver anexo n°4). Fuente. Planos estructurales

### 3.1.2 Diagnóstico de las vigas

Para los elementos estructurales vigas, se tuvo las siguientes dimensiones que se muestran a continuación:

**Tabla 8***Dimensiones de las vigas estructurales*

<b>Tipo</b>	<b>Vigas</b>		
	<b>Secciones</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
Rectangular	VP	0,30	0,50
		0,25	0,50
Rectangular	VS	0,25	0,45
Rectangular	VCH	0,30	0,20
		0,20	0,20
Rectangular	VA	0,15	0,20
		0,15	0,40

*Nota.* En la tabla 8, se tiene un resumen de todas las secciones de vigas que conforman la estructura, según los planos estructurales (ver anexo n°4). Fuente. Planos estructurales



### 3.1.3 Diagnóstico de las losas aligeradas

Para el elemento estructural de la losa aligerada de ladrillo, se tuvo las siguientes dimensiones que se muestran a continuación:

**Tabla 9**

*Dimensión de la losa aligerada con ladrillo*

<b>Elementos</b>	<b>Sección</b>
Ladrillo	30cm x 30cm x 15cm
Viguetas	10cm x 15 cm
Losa	5 cm

*Nota.* En la tabla 9, se visualiza las dimensiones de la losa aligerada con ladrillo que conforman la estructura (ver anexo n°4). Fuente. Planos estructurales

**Tabla 10**

*Dimensión de la losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>Elementos</b>	<b>Sección</b>
Bloques de poliestireno	30cm x 30cm x 15cm
Viguetas	10cm x 15 cm
Losa	5 cm

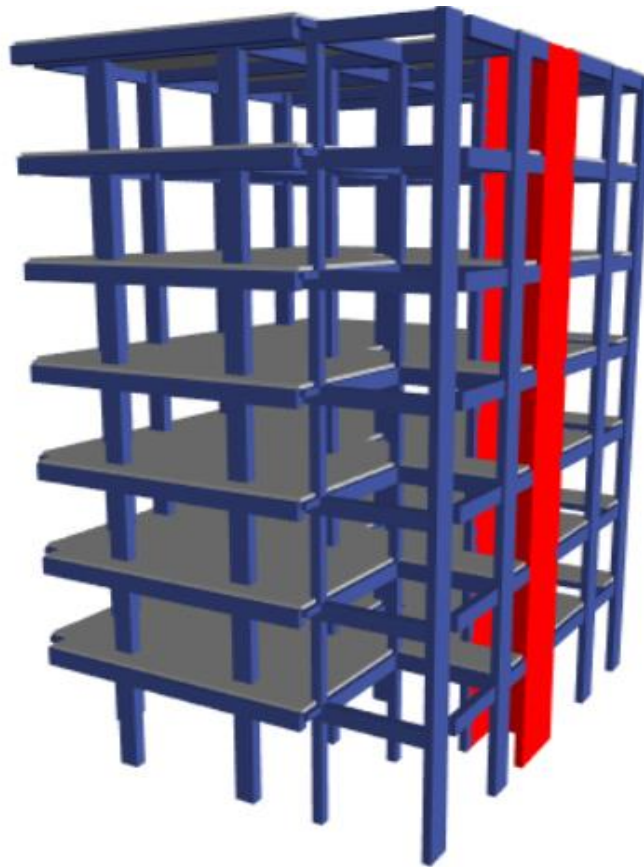
*Nota.* En la tabla 10, se visualiza las dimensiones de la losa aligerada con poliestireno expandido que conforman la estructura (ver figura 10). Fuente. Condor 2023

### 3.1.4 Modelamiento en el software Etabs

Para modelamiento de la edificación de 07 niveles, se ha realizado mediante un correcto procedimiento en el software Etabs.

**Figura 33**

*Modelamiento de la edificación en el Etabs*



*Nota.* En la figura 33, se visualiza el modelamiento estructural final de la edificación de 7 niveles, en el programa Etabs. Fuente. Etabs V22

### 3.2 Comparar los resultados del análisis estático

#### 3.2.1 Irregularidad de rigidez – piso blando

Según lo establecido en la norma técnica E.030, se identifica una irregularidad de rigidez cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la rigidez lateral de un entrepiso resulta ser inferior al 70% de la rigidez lateral del entrepiso que se encuentra directamente por encima, o al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

**Tabla 11**

*Irregularidad de rigidez en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE X-X	
Story	Output Case	Stiff X	Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINX	8852.36	2.64	
T6	SDINX	16382.543	1.77	
T5	SDINX	20303.538	1.63	1.91
T4	SDINX	23219.323	1.59	1.62
T3	SDINX	25907.351	1.68	1.65
T2	SDINX	30518.359	1.98	1.99
T1	SDINX	42244.935		

*Nota.* Se muestra la rigidez de los entrepisos en la dirección X de la losa aligerada con ladrillo, se encontró que todos los valores son mayores a 1, por lo tanto, es una estructura regular. En este caso, el factor correspondiente es  $I_{ax} = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

**Tabla 12**

*Irregularidad de rigidez en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE X-X	
Story	Output Case	Stiff X	Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINX	8569.884	2.71	
T6	SDINX	16278.892	1.78	
T5	SDINX	20279.257	1.64	1.93
T4	SDINX	23231.254	1.59	1.63
T3	SDINX	25912.843	1.68	1.65
T2	SDINX	30484.632	1.98	1.99
T1	SDINX	42157.404		

*Nota.* Se muestra la rigidez de los entresijos en la dirección X de la losa aligerada con poliestireno expandido, se encontró que todos los valores son mayores a 1, por lo tanto, es una estructura regular. Siendo el factor correspondiente  $I_{ax} = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

**Tabla 13**

*Irregularidad de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE Y-Y	
Story	Output Case	Stiff Y	Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINY	10762.877	2.65	
T6	SDINY	19958.646	1.65	
T5	SDINY	23012.425	1.53	1.72
T4	SDINY	24585.933	1.53	1.46
T3	SDINY	26261.122	1.58	1.47
T2	SDINY	29025.955	1.83	1.75
T1	SDINY	37203.723		

*Nota.* Se muestra la rigidez de los entresijos en la dirección Y de la losa aligerada con ladrillo, se encontró que todos los valores son mayores a 1, por lo tanto, es una estructura regular. En este caso, el factor correspondiente es  $I_{ay} = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

**Tabla 14**

*Irregularidad de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE Y-Y	
Story	Output Case	Stiff Y	Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINY	10506.101	2.71	
T6	SDINY	19947.864	1.65	
T5	SDINY	23026.561	1.53	1.73
T4	SDINY	24603.113	1.53	1.46
T3	SDINY	26277.726	1.58	1.47
T2	SDINY	29044.814	1.83	1.75
T1	SDINY	37222.318		

*Nota.* Se muestra la rigidez de los entrepisos en la dirección Y de la losa aligerada con EPS, se encontró que todos los valores son mayores a 1, por lo tanto, es una estructura regular. En este caso, el factor correspondiente es  $I_{ay} = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

### 3.2.2 Irregularidad de resistencia

De acuerdo con la norma E.030, se considera que existe una irregularidad de rigidez por piso débil cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la capacidad de un entrepiso para resistir fuerzas cortantes es inferior al 80% de la capacidad del entrepiso que se encuentra directamente por encima.

**Tabla 15**

*Irregularidad de resistencia en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE X-X	
Story	Output Case	VX	Resistencia
		tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$
T7	SDINX	15.2945	
T6	SDINX	34.4438	2.82
T5	SDINX	48.889	1.77
T4	SDINX	59.9736	1.53
T3	SDINX	68.7129	1.43
T2	SDINX	75.1206	1.37
T1	SDINX	78.5921	1.31

*Nota.* Se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con ladrillo, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad de piso débil en la dirección X-X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 16**

*Irregularidad de resistencia en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE X-X	
Story	Output Case	VX	Resistencia
		tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$
T7	SDINX	14.2346	
T6	SDINX	32.9972	2.90
T5	SDINX	47.2199	1.79
T4	SDINX	58.1085	1.54
T3	SDINX	66.6376	1.43
T2	SDINX	72.8276	1.37
T1	SDINX	76.1379	1.31

*Nota.* Se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con poliestireno, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad de piso débil en la dirección X-X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 17**

*Irregularidad de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo*

PISO DÉBIL (Story Shears)			EJE Y-Y
Story	Output Case	VY	Resistencia
		tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$
T7	SDINY	16.1524	
T6	SDINY	38.1536	2.95
T5	SDINY	55.9511	1.83
T4	SDINY	69.4258	1.55
T3	SDINY	79.5121	1.43
T2	SDINY	86.4492	1.36
T1	SDINY	90.1403	1.30

*Nota.* Se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con ladrillo, al aplica la formula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad de piso débil en la dirección Y-Y. Fuente. Etabs V22

**Tabla 18**

*Irregularidad de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO DÉBIL (Story Shears)			EJE Y-Y
Story	Output Case	VY	Resistencia
		tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$
T7	SDINY	14.999	
T6	SDINY	36.3352	3.03
T5	SDINY	53.5917	1.84
T4	SDINY	66.6701	1.56
T3	SDINY	76.4655	1.43
T2	SDINY	83.167	1.36
T1	SDINY	86.6868	1.30

*Nota.* Se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con poliestireno, al aplica la formula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad de piso débil en la dirección Y-Y. Fuente. Etabs V22

### 3.2.3 Irregularidad extrema de rigidez

Según la norma E.030, se determina que existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones evaluadas, la rigidez lateral de un entrepiso es inferior al 60% de la rigidez lateral del entrepiso que se halla directamente por encima, o menor al 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores contiguos.

**Tabla 19**

*Irregularidad extrema de rigidez en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE X-X	
Story	Output Case	Stiff X	Extrema Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.6K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINX	8852.36	3.08	
T6	SDINX	16382.543	2.07	
T5	SDINX	20303.538	1.91	2.19
T4	SDINX	23219.323	1.86	1.85
T3	SDINX	25907.351	1.96	1.88
T2	SDINX	30518.359	2.31	2.27
T1	SDINX	42244.935		

*Nota.* En la tabla 19 se muestran los valores de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección X de la losa aligerada con ladrillo, al aplicar la fórmula se tienen los valores superiores a 1, por lo tanto, no presenta irregularidad. En consecuencia, se asigna un factor de  $I_{ax} = 1.00$  para este apartado. Fuente. Etabs V22



**Tabla 20**

*Irregularidad extrema de rigidez en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE X-X	
Story	Output Case	Stiff X	Extrema Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.6K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINX	8569.884	3.17	
T6	SDINX	16278.892	2.08	
T5	SDINX	20279.257	1.91	2.21
T4	SDINX	23231.254	1.86	1.86
T3	SDINX	25912.843	1.96	1.88
T2	SDINX	30484.632	2.30	2.27
T1	SDINX	42157.404		

*Nota.* En la tabla 20 se muestran los valores de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección X en la losa aligerada con poliestireno expandido, al aplicar la fórmula se tienen los valores superiores a 1, por lo tanto, no presenta irregularidad. En consecuencia, se asigna un factor de  $I_{ax} = 1.00$  para este apartado. Fuente. Etabs V22

**Tabla 21**

*Irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo.*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE Y-Y	
Story	Output Case	Stiff Y	Extrema Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.6K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINY	10762.877	3.09	
T6	SDINY	19958.646	1.92	
T5	SDINY	23012.425	1.78	1.96
T4	SDINY	24585.933	1.78	1.67
T3	SDINY	26261.122	1.84	1.68
T2	SDINY	29025.955	2.14	2.00
T1	SDINY	37203.723		

*Nota.* En la tabla 21 se muestran los valores de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y de la losa aligerada con ladrillo, al aplicar la fórmula se tienen los valores superiores a 1, por lo tanto, no presenta irregularidad. En consecuencia, se asigna un factor de  $I_{ax} = 1.00$  para este apartado. Fuente. Etabs V22

**Tabla 22**

*Irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido.*

PISO BLANDO (Story Stiffness)			EJE Y-Y	
Story	Output Case	Stiff Y	Extrema Rigidez	
		tonf/m	$K_i/(0.6K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})/3) < 1$
T7	SDINY	10762.877	3.09	
T6	SDINY	19958.646	1.92	
T5	SDINY	23012.425	1.78	1.96
T4	SDINY	24585.933	1.78	1.67
T3	SDINY	26261.122	1.84	1.68
T2	SDINY	29025.955	2.14	2.00
T1	SDINY	37203.723		

*Nota.* En la tabla 22 se muestran los valores de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y de la losa aligerada con poliestireno expandido, al aplicar la fórmula se tienen los valores superiores a 1, por lo tanto, no presenta irregularidad. En consecuencia, se asigna un factor de  $I_{ay} = 1.00$  para este apartado. Fuente. Etabs V22

### 3.2.4 Irregularidad extrema de resistencia

Según la norma E.030, se determina que existe una irregularidad de rigidez debido a un piso débil cuando, en cualquiera de las direcciones evaluadas, la capacidad de un entrepiso para resistir fuerzas cortantes es inferior al 65% de la capacidad del entrepiso que se encuentra directamente por encima.

**Tabla 23**

*Irregularidad extrema de resistencia en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo.*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE X-X	
Story	Output Case	VX	Extrema Resistencia
		tonf	$V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$
T7	SDINX	15.2945	
T6	SDINX	34.4438	3.46
T5	SDINX	48.889	2.18
T4	SDINX	59.9736	1.89
T3	SDINX	68.7129	1.76
T2	SDINX	75.1206	1.68
T1	SDINX	78.5921	1.61

*Nota.* Según la Tabla 23, se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con ladrillo, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad extrema de resistencia en la dirección X-X.

Fuente. Etabs V22

**Tabla 24**

*Irregularidad extrema de resistencia en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE X-X	
Story	Output Case	VX	Extrema Resistencia
		tonf	$V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$
T7	SDINX	14.2346	
T6	SDINX	32.9972	3.57
T5	SDINX	47.2199	2.20
T4	SDINX	58.1085	1.89
T3	SDINX	66.6376	1.76
T2	SDINX	72.8276	1.68
T1	SDINX	76.1379	1.61

*Nota.* Según la Tabla 24, se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con poliestireno expandido, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad extrema de resistencia en la dirección X-X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 25**

*Irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE Y-Y	
Story	Output Case	VY tonf	Extrema Resistencia $V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$
T7	SDINY	16.1524	
T6	SDINY	38.1536	3.63
T5	SDINY	55.9511	2.26
T4	SDINY	69.4258	1.91
T3	SDINY	79.5121	1.76
T2	SDINY	86.4492	1.67
T1	SDINY	90.1403	1.60

*Nota.* Según la Tabla 25, se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con ladrillo, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y-Y.

Fuente. Etabs V22

**Tabla 26**

*Irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

PISO DÉBIL (Story Shears)		EJE Y-Y	
Story	Output Case	VY tonf	Extrema Resistencia $V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$
T7	SDINY	14.999	
T6	SDINY	36.3352	3.73
T5	SDINY	53.5917	2.27
T4	SDINY	66.6701	1.91
T3	SDINY	76.4655	1.76
T2	SDINY	83.167	1.67
T1	SDINY	86.6868	1.60

*Nota.* Según la Tabla 26, se muestran los valores de las fuerzas cortantes de cada piso de la losa aligerada con poliestireno expandido, al aplicar la fórmula vemos que todos los valores son mayores a 1. Por lo tanto, no se presenta irregularidad extrema de resistencia en la dirección Y-Y. Fuente. Etabs V22

### 3.2.5 Irregularidad de peso o masa

Según la norma E.030, se identifica una irregularidad de masa o peso cuando el peso de un piso supera en más de 1.5 veces el peso de un piso contiguo. Este criterio no es aplicable a azoteas ni a sótanos.

**Tabla 27**

*Irregularidad de peso o masa, en losa aligerada de ladrillo.*

<b>MASA O PESO (Story Forces)</b>				
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>Peso por Nivel</b>	<b><math>P_i &gt; 1.5P_{i+1}</math></b>
T7	P=100CM+25CV	137.318	137.32	
T6	P=100CM+25CV	344.6767	207.36	205.98
T5	P=100CM+25CV	552.0354	207.36	311.04
T4	P=100CM+25CV	753.312	201.28	311.04
T3	P=100CM+25CV	954.5887	201.28	301.91
T2	P=100CM+25CV	1155.8653	201.28	301.92
T1	P=100CM+25CV	1358.5689	202.70	301.91

*Nota.* Según la Tabla 27, se muestran los valores de peso de cada nivel con sus adyacentes de la losa aligerada con ladrillo, Al comparar el peso de cada nivel con sus adyacentes, no se encontró ninguna relación que exceda este límite, ya que todas son inferiores a 1.5. Por lo tanto, se asigna un factor de  $I_a = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

**Tabla 28**

*Irregularidad de peso o masa, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>MASA O PESO (Story Forces)</b>				
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>Peso por Nivel</b>	<b><math>P_i &gt; 1.5P_{i+1}</math></b>
<b>T7</b>	P=100CM+25CV	126.4232	126.42	
<b>T6</b>	P=100CM+25CV	322.8871	196.46	189.63
<b>T5</b>	P=100CM+25CV	519.351	196.46	294.70
<b>T4</b>	P=100CM+25CV	709.7328	190.38	294.70
<b>T3</b>	P=100CM+25CV	900.1147	190.38	285.57
<b>T2</b>	P=100CM+25CV	1090.4965	190.38	285.57
<b>T1</b>	P=100CM+25CV	1282.3053	191.81	285.57

*Nota.* Según la Tabla 28, se muestran los valores de peso de cada nivel con sus adyacentes de la losa aligerada con poliestireno expandido, Al comparar el peso de cada nivel con sus adyacentes, no se encontró ninguna relación que exceda este límite, ya que todas son inferiores a 1.5. Por lo tanto, se asigna un factor de  $I_a = 1.00$ . Fuente. Etabs V22

### **3.2.6 Irregularidad geométrica vertical**

Según la norma técnica E.030-2018, se entiende por irregularidad geométrica la situación en la que, en cualquiera de las direcciones analizadas, la medida en planta de la estructura que soporta cargas laterales excede en más de 1.3 veces la medida del piso contiguo. Este criterio no se aplica a azoteas ni a sótanos.

$$\text{Si: } \frac{L_i}{L_{i+1}} > 1.3 \rightarrow \text{Irregular}$$

En la dirección X en ambas losas, los niveles de la estructura presentan una configuración geométrica de planta uniforme. Al comparar las dimensiones entre ellos, el

resultado es 1. Por lo tanto, no existe irregularidad geométrica vertical, y se asigna un factor de  $I_{ax} = 1.00$ .

De la misma manera en la dirección Y en ambas losas, los niveles de la estructura presentan una configuración geométrica de planta uniforme. Al comparar las dimensiones entre ellos, el resultado es 1. Por lo tanto, no existe irregularidad geométrica vertical, y se asigna un factor de  $I_{ay} = 1.00$ .

### **3.2.7 Discontinuidad en los sistemas resistentes**

La estructura en general no muestra irregularidad por discontinuidad en los sistemas estructurales, dado que sus elementos resistentes son continuos en toda la estructura.

### **3.2.8 Irregularidad torsional**

Según la norma técnica E.030, se detecta una irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones evaluadas, el desplazamiento máximo relativo de entrepisos en uno de los extremos del edificio ( $\Delta_{max}$ ), calculado considerando la excentricidad accidental, excede 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos de ese entepiso bajo la misma carga ( $\Delta_{prom}$ ).

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{prom}} \geq 1.3 \rightarrow \text{irregular.}$$

**Tabla 29***Irregularidad torsional en la dirección X-X, en losa aligerada de ladrillo*

<b>TORSIÓN X-X (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.3
T7	DESPLAZ_X	Diaph D7 X	0.004019	0.003458	1.162	NO
T6	DESPLAZ_X	Diaph D6 X	0.004608	0.004208	1.095	NO
T5	DESPLAZ_X	Diaph D5 X	0.005062	0.00482	1.05	NO
T4	DESPLAZ_X	Diaph D4 X	0.005419	0.00517	1.048	NO
T3	DESPLAZ_X	Diaph D3 X	0.005798	0.005309	1.092	NO
T2	DESPLAZ_X	Diaph D2 X	0.005741	0.004927	1.165	NO
T1	DESPLAZ_X	Diaph D1 X	0.00381	0.003023	1.26	NO

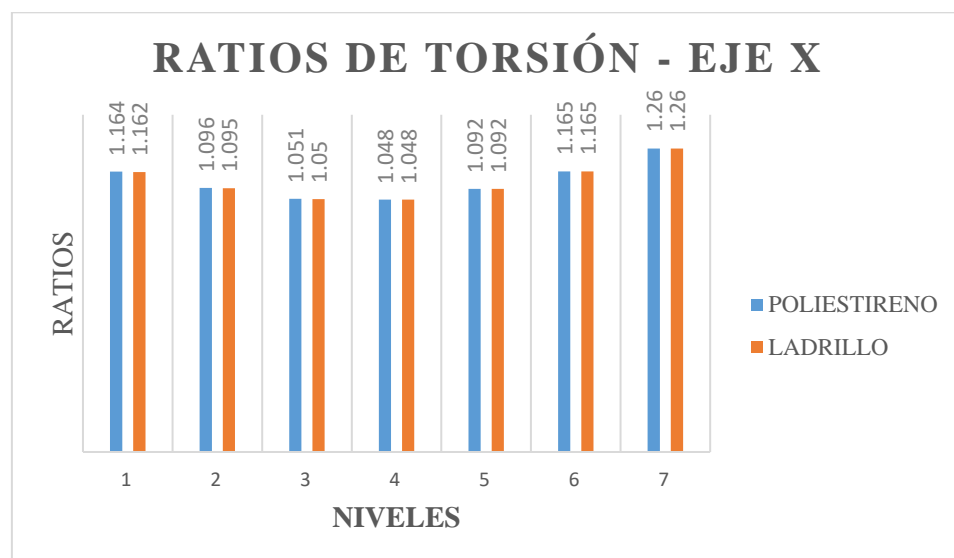
*Nota.* La Tabla 29 presenta las verificaciones de irregularidad torsional en la dirección X – X con la losa aligerada con ladrillo. Se puede notar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio. Por consiguiente, no se presenta irregularidad torsional en la dirección X – X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 30***Irregularidad torsional en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido.*

<b>TORSIÓN X-X (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.3
T6	DESPLAZ_X	Diaph D6 X	0.003812	0.003478	1.096	NO
T5	DESPLAZ_X	Diaph D5 X	0.004199	0.003995	1.051	NO
T4	DESPLAZ_X	Diaph D4 X	0.004499	0.004291	1.048	NO
T3	DESPLAZ_X	Diaph D3 X	0.00482	0.004412	1.092	NO
T2	DESPLAZ_X	Diaph D2 X	0.004775	0.004099	1.165	NO
T1	DESPLAZ_X	Diaph D1 X	0.003169	0.002515	1.26	NO

*Nota.* La Tabla 30 presenta las verificaciones de irregularidad torsional en la dirección X – X con la losa aligerada con poliestireno expandido. Se puede notar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio. Por consiguiente, no se presenta irregularidad torsional en la dirección X – X. Fuente. Etabs V22



**Figura 34***Ratios de torsión en el eje x*

*Nota.* En la figura 34, se visualiza la comparación de las ratios de torsión de la estructura en la dirección en X

**Tabla 31***Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, en losa aligerada de ladrillo*

TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.3
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002541	0.002255	1.127	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.003217	0.002871	1.121	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.004288	0.003664	1.17	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.005147	0.00424	1.214	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005744	0.004547	1.263	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.006004	0.004485	1.339	SI
T1	DESPLAZ_Y	Diaph D1 Y	0.004391	0.002953	1.487	SI

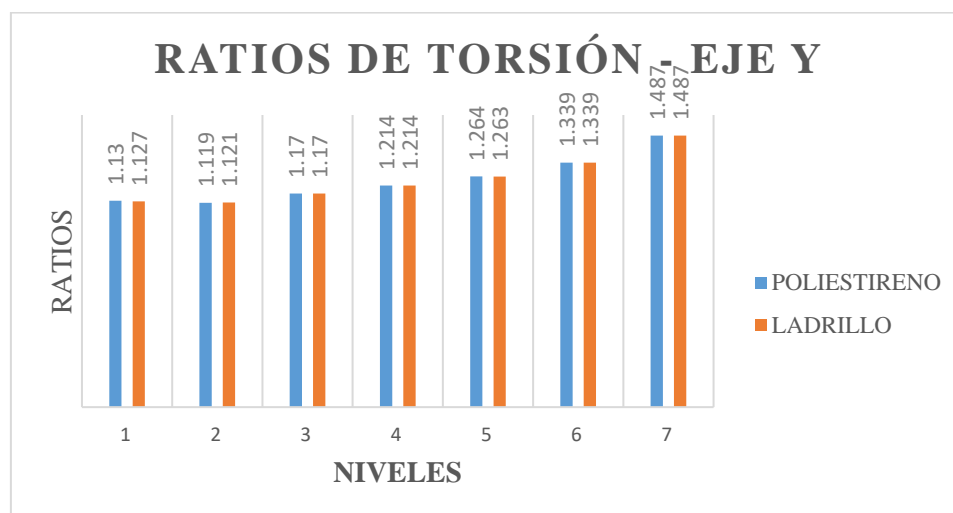
*Nota.* La Tabla 31, se presenta las verificaciones de irregularidad torsional en la dirección Y – Y con la losa aligerada con ladrillo. Se puede notar que el desplazamiento relativo máximo es mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio. Por consiguiente, si presenta irregularidad torsional en la dirección Y – Y. Fuente. Etabs V22

**Tabla 32***Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.3
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002352	0.002082	1.13	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.002973	0.002656	1.119	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.003985	0.003406	1.17	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.004799	0.003952	1.214	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005363	0.004244	1.264	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.005607	0.004187	1.339	SI
T1	DESPLAZ_Y	Diaph D1 Y	0.0041	0.002757	1.487	SI

*Nota.* La Tabla 32, se presenta las verificaciones de irregularidad torsional en la dirección Y – Y con la losa aligerada con poliestireno expandido. Se puede notar que el desplazamiento relativo máximo es mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio. Por consiguiente, si presenta irregularidad torsional en la dirección Y – Y.

Fuente. Etabs V22

**Figura 35***Ratios de torsión en el eje y*

*Nota.* En la figura 35, se visualiza la comparación de los ratios de torsión de la estructura en la dirección en Y, se aprecia que en nivel 6 y 7 tienen una ratio superior al 1.3, por lo cual indica que hay torsión.

### 3.2.9 Irregularidad torsional extrema

Según la norma técnica E.030, direcciones evaluadas, el desplazamiento máximo relativo de entrepisos en uno de los extremos del edificio ( $\Delta_{max}$ ), calculado considerando la excentricidad accidental, excede 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos de ese entrepiso bajo la misma carga ( $\Delta_{prom}$ ).

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{prom}} \geq 1.5 \rightarrow \text{irregular.}$$

**Tabla 33**

*Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X, en losa aligerada de ladrillo*

TORSIÓN X-X (Diaphragm Max Over Avg Drifts)						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.5
T7	DESPLAZ_X	Diaph D7 X	0.004019	0.003458	1.162	NO
T6	DESPLAZ_X	Diaph D6 X	0.004608	0.004208	1.095	NO
T5	DESPLAZ_X	Diaph D5 X	0.005062	0.00482	1.05	NO
T4	DESPLAZ_X	Diaph D4 X	0.005419	0.00517	1.048	NO
T3	DESPLAZ_X	Diaph D3 X	0.005798	0.005309	1.092	NO
T2	DESPLAZ_X	Diaph D2 X	0.005741	0.004927	1.165	NO
T1	DESPLAZ_X	Diaph D1 X	0.00381	0.003023	1.26	NO

*Nota.* La Tabla 33 muestra las verificaciones de irregularidad torsional extrema en la dirección X – X con losa aligerada con ladrillo. Se puede observar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio. Por ello, no presenta irregularidad torsional en la dirección X – X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 34**

*Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>TORSIÓN X-X (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.5
T7	DESPLAZ_X	Diaph D7 X	0.003316	0.00285	1.164	NO
T6	DESPLAZ_X	Diaph D6 X	0.003812	0.003478	1.096	NO
T5	DESPLAZ_X	Diaph D5 X	0.004199	0.003995	1.051	NO
T4	DESPLAZ_X	Diaph D4 X	0.004499	0.004291	1.048	NO
T3	DESPLAZ_X	Diaph D3 X	0.00482	0.004412	1.092	NO
T2	DESPLAZ_X	Diaph D2 X	0.004775	0.004099	1.165	NO
T1	DESPLAZ_X	Diaph D1 X	0.003169	0.002515	1.26	NO

*Nota.* La Tabla 34 muestra las verificaciones de irregularidad torsional extrema en la dirección X – X con losa aligerada con poliestireno expandido. Se puede observar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio. Por ello, no presenta irregularidad torsional en la dirección X – X. Fuente. Etabs V22

**Tabla 35**

*Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada de ladrillo*

<b>TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.5
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002541	0.002255	1.127	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.003217	0.002871	1.121	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.004288	0.003664	1.17	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.005147	0.00424	1.214	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005744	0.004547	1.263	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.006004	0.004485	1.339	NO

*Nota.* La Tabla 35 muestra las verificaciones de irregularidad torsional extrema en la dirección Y – Y de la losa aligerada con ladrillo. Se puede observar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio. Por ello, no presenta irregularidad torsional en la dirección Y – Y. Fuente. Etabs V22

**Tabla 36**

*Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.5
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002352	0.002082	1.13	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.002973	0.002656	1.119	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.003985	0.003406	1.17	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.004799	0.003952	1.214	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005363	0.004244	1.264	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.005607	0.004187	1.339	NO
T1	DESPLAZ_Y	Diaph D1 Y	0.0041	0.002757	1.487	NO

*Nota.* La Tabla 36 muestra las verificaciones de irregularidad torsional extrema en la dirección Y – Y de la losa aligerada con poliestireno expandido. Se puede observar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio. Por ello, no presenta irregularidad torsional en la dirección Y – Y. Fuente. Etabs V22

### **3.2.10 Esquinas entrantes**

De acuerdo con la norma técnica E.030-2018, una estructura se clasifica como irregular si presenta esquinas entrantes con dimensiones superiores al 20% de las dimensiones totales correspondientes en planta, en ambas direcciones. Dado que la estructura en general tiene una forma rectangular en planta y no presenta asimetría, no presenta irregularidad por esquinas entrantes.

### **3.2.11 Discontinuidad del diafragma**

De acuerdo con la norma E.030, una edificación presenta irregularidad por discontinuidad del diafragma cuando los diafragmas presentan discontinuidades significativas y la rigidez varía de manera considerable. Tras la evaluación, se comprobó que la estructura en general no presenta estas discontinuidades en sus diafragmas, por lo que no muestra irregularidad de discontinuidad del diafragma.

### 3.2.12 Sistemas no paralelos

De acuerdo con la norma técnica E.030-2018, se establece que existe una irregularidad cuando, en cualquiera de las direcciones de evaluación, los elementos estructurales que resisten fuerzas laterales no son paralelos. No obstante, esta irregularidad no se considera si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos inferiores a 30°, ni en el caso de que los elementos no paralelos soporten menos del 10% de la fuerza cortante del piso. Se determinó que la edificación no presenta irregularidad por sistemas no paralelos.

### 3.2.13 Regularidad estructural

Después de completar todas las evaluaciones de irregularidades conforme a la norma técnica de edificaciones E.030, se asignan los siguientes factores:

**Tabla 37**

*Factor de Irregularidad en altura en la dirección X e Y, en ambas losas*

Irregularidades estructurales en altura	Ladrillo de Ladrillo de		I(a(x))	I(a(y))
	arcilla	poliestireno		
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	no presenta	no presenta	1	1
Irregularidad de Resistencia - Piso débil	no presenta	no presenta	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	no presenta	no presenta	1	1
Irregularidad Extrema de Resistencia	no presenta	no presenta	1	1
Irregularidad de Masa o Peso	no presenta	no presenta	1	1
Irregularidad Geométrica Vertical	no presenta	no presenta	1	1
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	no presenta	no presenta	1	1

*Nota.* Irregularidad en altura ( $I_{(a(x, y))} = 1.00$ )

**Tabla 38**

*Factor de Irregularidad en planta en la dirección X e Y, en ambas losas*

<b>Irregularidades estructurales en planta</b>	<b>Ladrillo de arcilla</b>	<b>Ladrillo de poliestireno</b>	<b>I(p(x))</b>	<b>I(p(y))</b>
Irregularidad Torsional	presenta	presenta	1	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	no	no	1	1
Esquinas Entrantes	presenta	presenta	1	1
Discontinuidad del Diafragma	no	no	1	1
Sistemas no Paralelos	presenta	presenta	1	1

*Nota.* Irregularidad en planta ( $I_{ay}$ ) = 0.75

### 3.2.14 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmica (R)

Según la norma técnica E.030, el coeficiente de reducción R se define como la multiplicación del coeficiente  $R_0$  y los factores  $I_a$  e  $I_p$ :

- **Dirección X – X:**

$$R_X = R_0 * I_{ax} * I_{px}$$

$$R_X = 7 * 1 * 1$$

$$R_X = 7$$

- **Dirección Y – Y:**

$$R_Y = R_0 * I_{ay} * I_{py}$$

$$R_Y = 7 * 1 * 0.75$$

$$R_Y = 5.25$$

### 3.2.15 Estimación del peso

Según la norma técnica E.030, para una construcción de clase C, se debe considerar el 25% de la carga viva.

**Tabla 39**

*Peso sísmico por niveles, en losa aligerada de ladrillo*

<b>PESO (tonf)</b>			
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>Peso por Nivel</b>
T7	P=100CM+25CV	137.318	137.32
T6	P=100CM+25CV	344.677	207.36
T5	P=100CM+25CV	552.035	207.36
T4	P=100CM+25CV	753.312	201.28
T3	P=100CM+25CV	954.589	201.28
T2	P=100CM+25CV	1155.865	201.28
T1	P=100CM+25CV	1358.569	202.70

*Nota.* En la tabla 39 se muestra el peso por niveles de la estructura con losa aligerada de ladrillo que se ha sido extraído del software Etabs V22. Es importante destacar que este valor incluye el 25% de la carga viva, según la norma E.030-2018. Fuente. Etabs V22

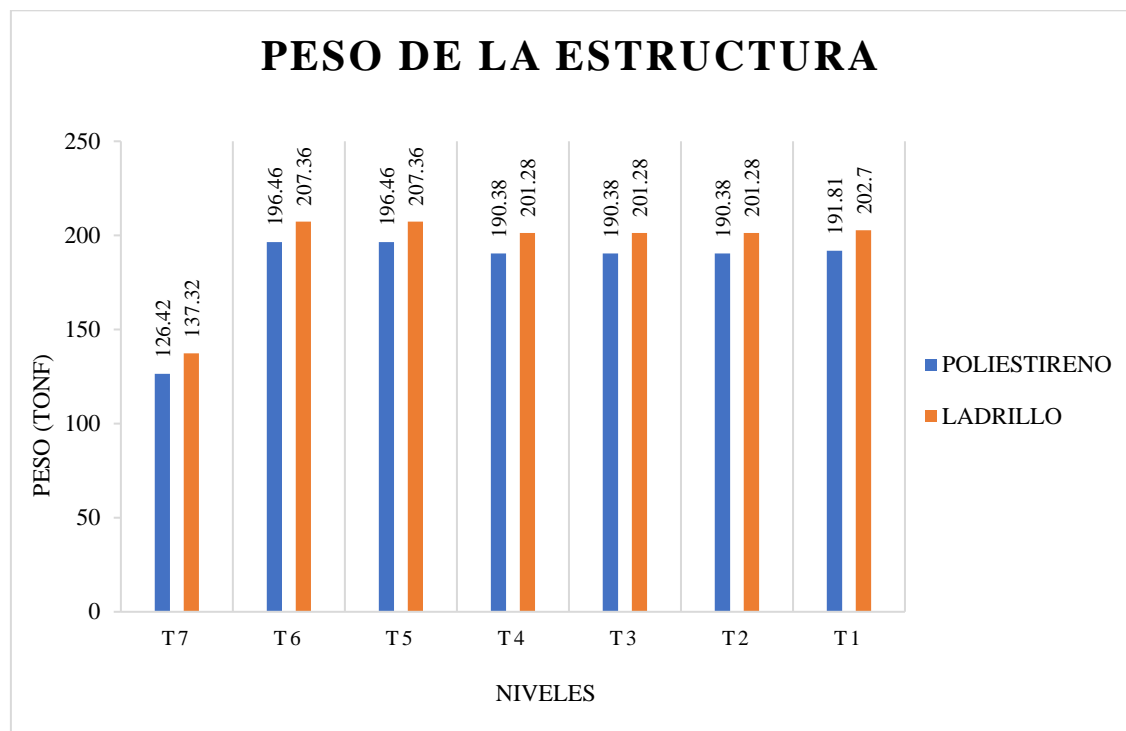
**Tabla 40**

*Peso sísmico por niveles, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>PESO (tonf)</b>			
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>Peso por Nivel</b>
T7	P=100CM+25CV	126.423	126.42
T6	P=100CM+25CV	322.887	196.46
T5	P=100CM+25CV	519.351	196.46
T4	P=100CM+25CV	709.733	190.38
T3	P=100CM+25CV	900.115	190.38
T2	P=100CM+25CV	1090.497	190.38
T1	P=100CM+25CV	1282.305	191.81

*Nota.* El peso por niveles de la estructura con losa aligerada con poliestireno expandido que se muestra en la tabla 40 ha sido extraído del software Etabs V22. Es importante destacar que este valor incluye el 25% de la carga viva, según la norma E.030-2018. Fuente. Etabs V22



**Figura 36***Peso de la edificación*

*Nota.* En la figura 36, se visualiza la comparación de los pesos de la edificación, en la cual se aprecia que la losa con poliestireno expandido tiene menor peso en todos los niveles

### 3.2.16 Periodo fundamental

El período fundamental de la estructura con la losa aligerada con ladrillo, obtenido del software Etabs V22, es:

- $T_x = 0.725 S$
- $T_y = 0.846 S$

El período fundamental de la estructura con la losa aligerada con poliestireno expandido, obtenido del software Etabs V22, es:

- $T_x = 0.702 S$
- $T_y = 0.818 S$

### 3.2.17 Sistema estructural en la dirección X

Se ha verificado el sistema estructural que predomina en la edificación de 07 niveles con losa aligerada con ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido.

**Tabla 41**

*Verificación del sistema estructural en la dirección X, en losa aligerada de ladrillo*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Cortante basal(V)</b>	<b>Porcentaje</b>
MUROS	54.2	45.00%
COLUMNAS	66.26	55.00%
<b>TOTAL</b>	<b>120.46</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* La Tabla 41 indica que las columnas absorben el 55.00% del cortante en la base, mientras que los muros absorben el 45%. Según la norma E.030, esto clasifica al sistema como un sistema estructural dual, debido a que la cortante que deben absorber los muros esta entre el 20% y 70%

**Tabla 42**

*Verificación del sistema estructural en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Cortante basal(V)</b>	<b>Porcentaje</b>
MUROS	54.2	46.16%
COLUMNAS	63.22	53.84%
<b>TOTAL</b>	<b>120.46</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* La Tabla 42 indica que las columnas absorben el 53.84% del cortante en la base, mientras que los muros absorben el 46.16%. Según la norma E.030, esto clasifica al sistema como un sistema estructural dual, debido a que la cortante que deben absorber los muros esta entre el 20% y 70%

**Tabla 43**

*Verificación del sistema estructural en la dirección Y, en losa aligerada de ladrillo.*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Cortante basal(V)</b>	<b>Porcentaje</b>
MUROS	73.53	53.42%
COLUMNAS	66.12	46.58%
<b>TOTAL</b>	<b>137.65</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* La Tabla 43 indica que las columnas absorben el 46.58% del cortante en la base, mientras que los muros absorben el 53.42%. Según la norma E.030-2018, esto clasifica al sistema como un sistema estructural dual, debido a que la cortante que deben absorber los muros esta entre el 20% y 70%

**Tabla 44**

*Verificación del sistema estructural en la dirección Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Cortante basal(V)</b>	<b>Porcentaje</b>
MUROS	60.84	45.28%
COLUMNAS	73.53	54.72%
<b>TOTAL</b>	<b>134.37</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* La Tabla 44 indica que las columnas absorben el 54.72% del cortante en la base, mientras que los muros absorben el 45.28%. Según la norma E.030-2018, esto clasifica al sistema como un sistema estructural dual, debido a que la cortante que deben absorber los muros esta entre el 20% y 70%

### **3.2.18 Análisis estático en la dirección X-X**

Se ha calculado los parámetros sísmicos para la losa aligerada con ladrillo, así mismo se calculó para la losa aligerada con poliestireno expandido, en la dirección Y.

**Tabla 45***Parámetros sísmicos en la dirección X, con losa aligerada con ladrillo*

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	VALOR
Z: Factor de zona	0.25
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.20
TP: Periodo corto	0.60
TL: Periodo largo	2.00
P: Peso total de la edificación (tonf)	1358.57
Tx: Periodo natural en la dirección X (s)	0.725
Cx: Factor de amplificación sísmica en X	2.069
Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.000
Iax: irregularidad en altura	1.000
Ipx: irregularidad en planta	1.000
Rx: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.000
Cx/Rx =                    0.30                    > 0.11	
<b>Vx: Fuerza Cortante en la base</b>	<b>120.46</b>

*Nota.* La Tabla 45 muestra los elementos sísmicos indicados en la norma E.030 "Diseño Sismorresistente" que deben emplearse para realizar el análisis estático de la estructura en la dirección X – X, con losa aligerada con ladrillo

Realizamos la verificación de la siguiente condición:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \rightarrow \frac{2.069}{7} \geq 0.11 \rightarrow 0.3 \geq 0.11 \text{ "Si cumple"}$$

**Tabla 46**

*Parámetros sísmicos en la dirección X, con losa aligerada con poliestireno expandido*

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	VALOR
Z: Factor de zona	0.25
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.20
TP: Periodo corto	0.60
TL: Periodo largo	2.00
P: Peso total de la edificación (tonf)	1282.31
Tx: Periodo natural en la dirección X (s)	0.725
Cx: Factor de amplificación sísmica en X	2.137
Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.000
Iax: irregularidad en altura	1.000
Ipx: irregularidad en planta	1.000
Rx: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.000
Cx/Rx =                    0.30                    > 0.11	
<b>Vx: Fuerza Cortante en la base</b>	<b>117.43</b>

*Nota.* La Tabla 46 muestra los elementos sísmicos indicados en la norma E.030 "Diseño Sismorresistente" que deben emplearse para realizar el análisis estático de la estructura en la dirección X – X, con losa aligerada con poliestireno expandido

Realizamos la verificación de la siguiente condición:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \rightarrow \frac{2.137}{7} \geq 0.11 \rightarrow 0.31 \geq 0.11 \text{ "Si cumple"}$$

Para determinar la fuerza cortante basal, se utilizará la expresión especificada en la norma técnica E.030.

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

Fuerza cortante con losa aligerada con ladrillo:

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.00 \times 2.069 \times 1.20}{7} * 1358.57$$

$$V_x = 120.466 \text{ tonf}$$

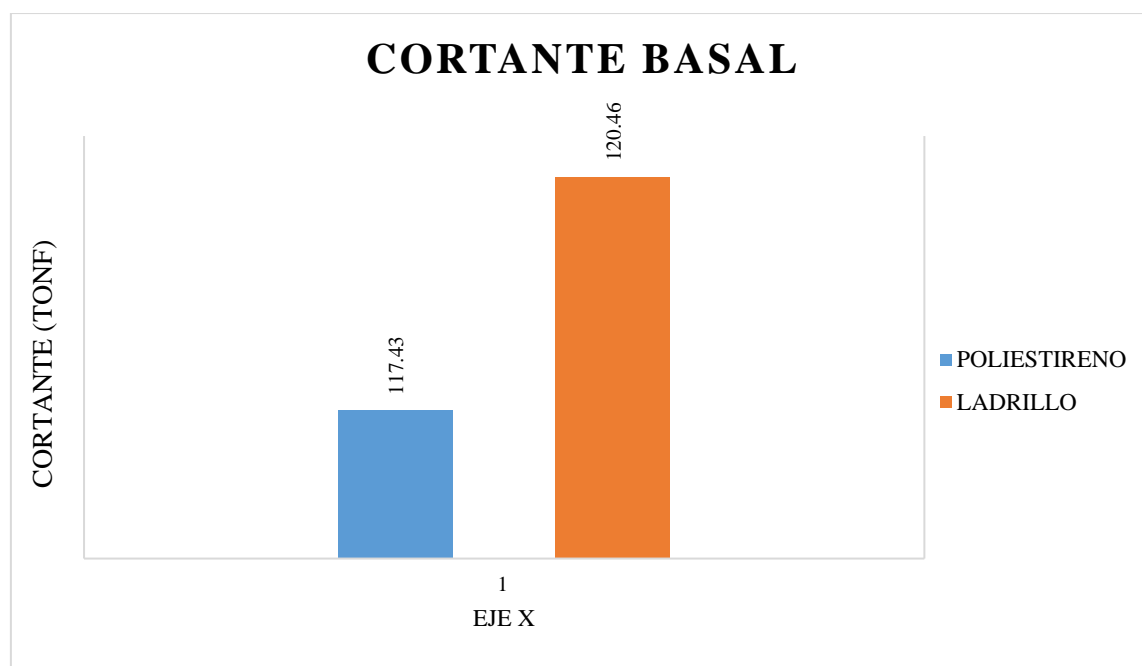
Fuerza cortante con losa aligerada con poliestireno:

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.00 \times 2.137 \times 1.20}{7} * 1282.31$$

$$V_x = 117.40 \text{ tonf}$$

**Figura 37**

*Cortante basal en el eje X*



*Nota.* En la figura 37, se visualiza la comparación de la cortante en el eje X, en la cual se aprecia que la losa con poliestireno expandido tiene menor cortante basa, por ser más ligero en peso

Calculamos el valor de  $k$  para la losa aligerada con ladrillo, utilizando la siguiente ecuación:

$$K = (0.75 + 0.5T) \geq 2.0$$

$$K = (0.75 + 0.5(0.725)) \geq 2.0$$

$$K = 1.113 \geq 2.0$$

Calculamos el valor de  $k$  para la losa aligerada con poliestireno expandido utilizando la siguiente ecuación:

$$K = (0.75 + 0.5T) \geq 2.0$$

$$K = (0.75 + 0.5(0.702)) \geq 2.0$$

$$K = 1.101 \geq 2.0$$

**Tabla 47**

*Fuerzas sísmicas en altura en la dirección X, con losa aligerada con ladrillo*

<b>Techo</b>	<b>Altura Acum. (hi)</b>	<b>Peso por Piso (Pi)</b>	<b>Pi*(hi<sup>k</sup>)</b>	<b>alfa</b>	<b>Fuerza actuante en el CM (Fi)</b>
T_07	22.13	137.32	5286.9	0.17177	20.69
T_06	19.07	207.36	7206.2	0.23413	28.20
T_05	16.01	207.36	6049.9	0.19656	23.68
T_04	12.95	201.28	4734.1	0.15381	18.53
T_03	9.89	201.28	3615.5	0.11747	14.15
T_02	6.83	201.28	2496.8	0.08112	9.77
T_01	3.77	202.70	1389.1	0.04513	5.44
<b>SUMATORIA</b>		<b>1358.57</b>	<b>30778.5</b>	<b>1.00</b>	<b>120.46</b>

*Nota.* La Tabla 47 muestra las fuerzas sísmicas en altura en la dirección X con losa aligerada con ladrillo. Fuente. Etabs V22

**Tabla 48**

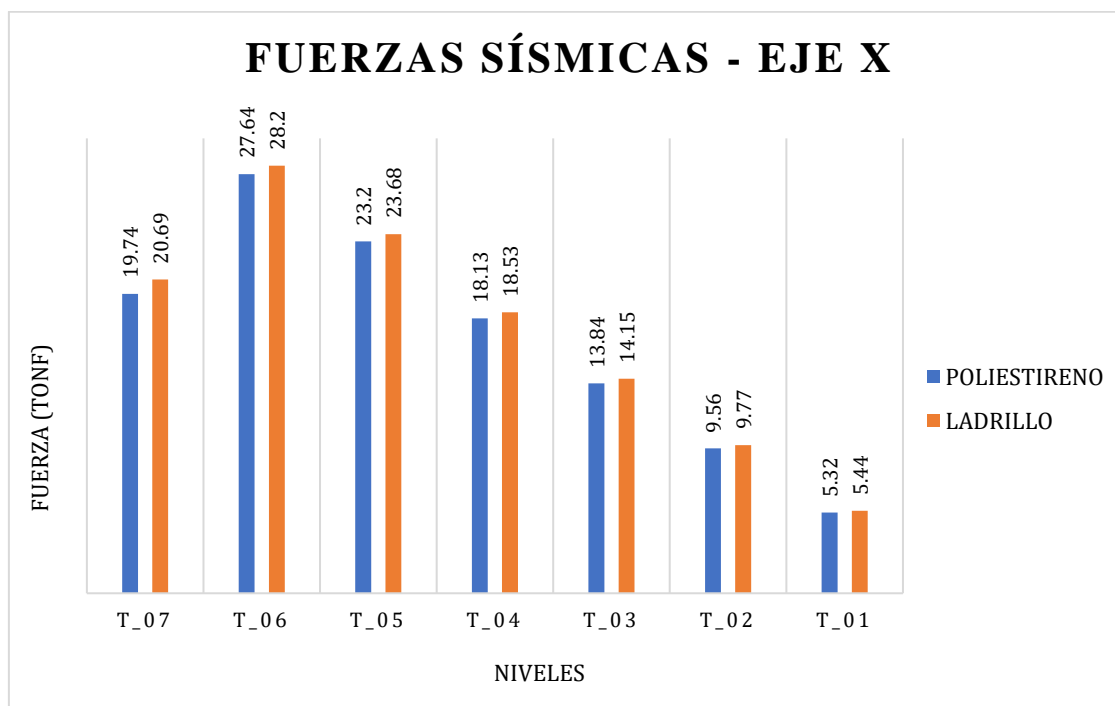
*Fuerzas sísmicas en altura en la dirección X, con losa aligerada con poliestireno expandido*

Techo	Altura Acum. (hi)	Peso por Piso (Pi)	$Pi*(hi^k)$	alfa	Fuerza actuante en el CM (Fi)
T_07	22.13	126.42	4561.3	0.16809	19.74
T_06	19.07	196.46	6386.4	0.23534	27.64
T_05	16.01	196.46	5361.6	0.19758	23.2
T_04	12.95	190.38	4189.3	0.15437	18.13
T_03	9.89	190.38	3199.4	0.1179	13.84
T_02	6.83	190.38	2209.5	0.08142	9.56
T_01	3.77	191.81	1229.6	0.04531	5.32
<b>SUMATORIA</b>		<b>1282.31</b>	<b>27137.1</b>	<b>1</b>	<b>117.43</b>

*Nota.* La Tabla 48 muestra las fuerzas sísmicas en altura en la dirección X, con losa aligerada con poliestireno expandido. Fuente. Etabs V22

**Figura 38**

*Fuerzas actuantes en el CM, en el eje X*



*Nota.* En la figura 38, se visualiza la comparación de las fuerzas sísmicas en el eje X, en la cual se aprecia que la losa con poliestireno expandido tiene menor fuerza sísmica en todos los niveles



### 3.2.19 Análisis estático en la dirección Y-Y

Se ha calculado los parámetros sísmicos para la losa aligerada con ladrillo, así mismo se calculó para la losa aligerada con poliestireno expandido, en la dirección Y.

**Tabla 49**

*Parámetros sísmicos en la dirección Y, con losa aligerada con ladrillo*

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	VALOR
Z: Factor de zona	0.25
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.20
TP: Periodo corto	0.60
TL: Periodo largo	2.00
P: Peso total de la edificación (tonf)	1358.57
Ty: Periodo natural en la dirección Y (s)	0.846
Cy: Factor de amplificación sísmica en Y	1.773
Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.000
Iay: irregularidad en altura	1.000
Ipy: irregularidad en planta	0.75
Ry: Coeficiente de reducción sísmico en Y	5.250
Cy/Ry =	0.34 > 0.11
<b>Vy: Fuerza Cortante en la base</b>	<b>137.60</b>

*Nota.* La Tabla 49 muestra los elementos sísmicos indicados en la norma E.030-2018 "Diseño Sismorresistente" que deben emplearse para realizar el análisis estático de la estructura en la dirección Y – Y, para la losa aligerada con ladrillo.

Realizamos la verificación de la siguiente condición:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \rightarrow \frac{1.773}{5.25} \geq 0.11 \rightarrow 0.34 \geq 0.11 \text{ "Si cumple"}$$

**Tabla 50**

*Parámetros sísmicos en la dirección Y, con losa aligerada con poliestireno expandido*

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	VALOR
Z: Factor de zona	0.25
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.20
TP: Periodo corto	0.60
TL: Periodo largo	2.00
P: Peso total de la edificación (tonf)	1282.31
Ty: Periodo natural en la dirección Y (s)	0.702
Cy: Factor de amplificación sísmica en Y	1.834
Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.000
Iay: irregularidad en altura	1.000
Ipy: irregularidad en planta	0.75
Ry: Coeficiente de reducción sísmico en Y	5.250
Cy/Ry =	0.35 > 0.11
<b>Vx: Fuerza Cortante en la base</b>	<b>134.37</b>

*Nota.* La Tabla 50 muestra los elementos sísmicos indicados en la norma E.030-2018 "Diseño Sismorresistente" que deben emplearse para realizar el análisis estático de la estructura en la dirección Y – Y, para la losa aligerada con poliestireno expandido

Realizamos la verificación de la siguiente condición:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \rightarrow \frac{1.834}{5.25} \geq 0.11 \rightarrow 0.35 \geq 0.11 \text{ "Si cumple"}$$

Para determinar la fuerza cortante basal, se utilizará la expresión especificada en la norma técnica E.030.

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

Fuerza cortante con losa aligerada con ladrillo:

$$V_Y = \frac{0.25 \times 1.00 \times 1.773 \times 1.20}{5.25} * 1358.57$$

$$V_Y = 137.60 \text{ tonf}$$

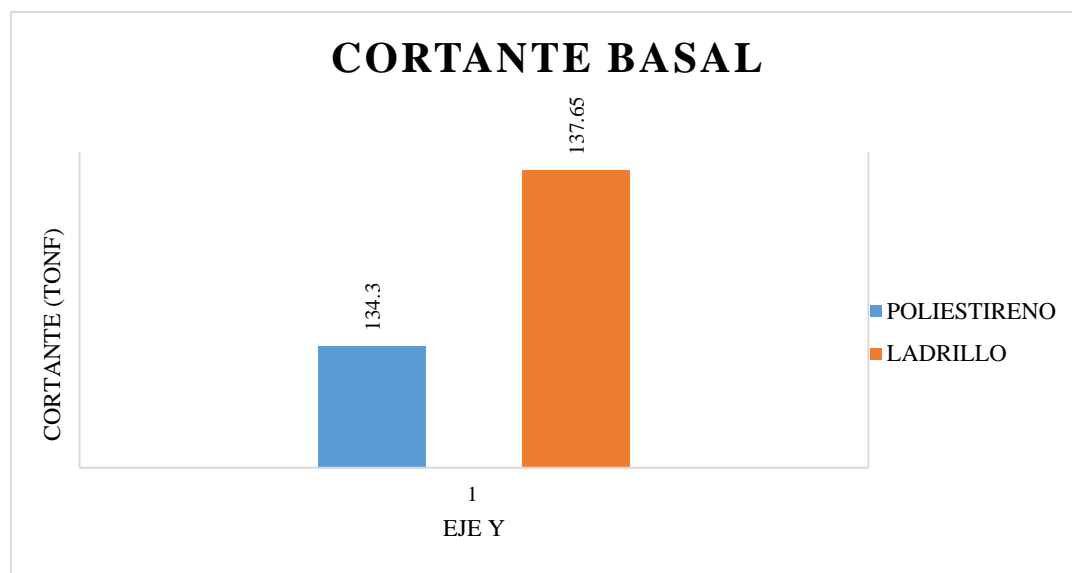
Fuerza cortante con losa aligerada con poliestireno expandido:

$$V_Y = \frac{0.25 \times 1.00 \times 1.834 \times 1.20}{5.25} * 1358.57$$

$$V_Y = 134.30 \text{ tonf}$$

**Figura 39**

*Cortante basal en el eje Y*



*Nota.* En la figura 39, se visualiza la comparación de la cortante en el eje Y, en la cual se aprecia que la losa con poliestireno expandido tiene menor cortante basa, por ser más ligero en peso

Calculamos el valor de  $k$  para la losa aligerada con ladrillo, utilizando la siguiente ecuación:

$$K = (0.75 + 0.5T) \geq 2.0$$

$$K = (0.75 + 0.5(0.846)) \geq 2.0$$

$$K = 1.173 \geq 2.0$$

Calculamos el valor de  $k$  para la losa aligerada con poliestireno expandido utilizando la siguiente ecuación:

$$K = (0.75 + 0.5T) \geq 2.0$$

$$K = (0.75 + 0.5(0.818)) \geq 2.0$$

$$K = 1.159 \geq 2.0$$

**Tabla 51**

*Fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y, con losa aligerada con ladrillo*

<b>Techo</b>	<b>Altura Acum. (hi)</b>	<b>Peso por Piso (Pi)</b>	<b>Pi*(hi<sup>k</sup>)</b>	<b>alfa</b>	<b>Fuerza actuante en el CM (Fi)</b>
T_07	22.13	137.32	7120.9	0.16837	23.18
T_06	19.07	207.36	9951.0	0.23529	32.39
T_05	16.01	207.36	8354.2	0.19753	27.19
T_04	12.95	201.28	6525.6	0.15430	21.24
T_03	9.89	201.28	4983.6	0.11784	16.22
T_02	6.83	201.28	3441.7	0.08138	11.20
T_01	3.77	202.70	1915.5	0.04529	6.23
<b>SUMATORIA</b>		1358.57	42292.6	1.00	137.65

*Nota.* La Tabla 51 muestra las fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y con losa aligerada con ladrillo. Fuente. Etabs V22

**Tabla 52**

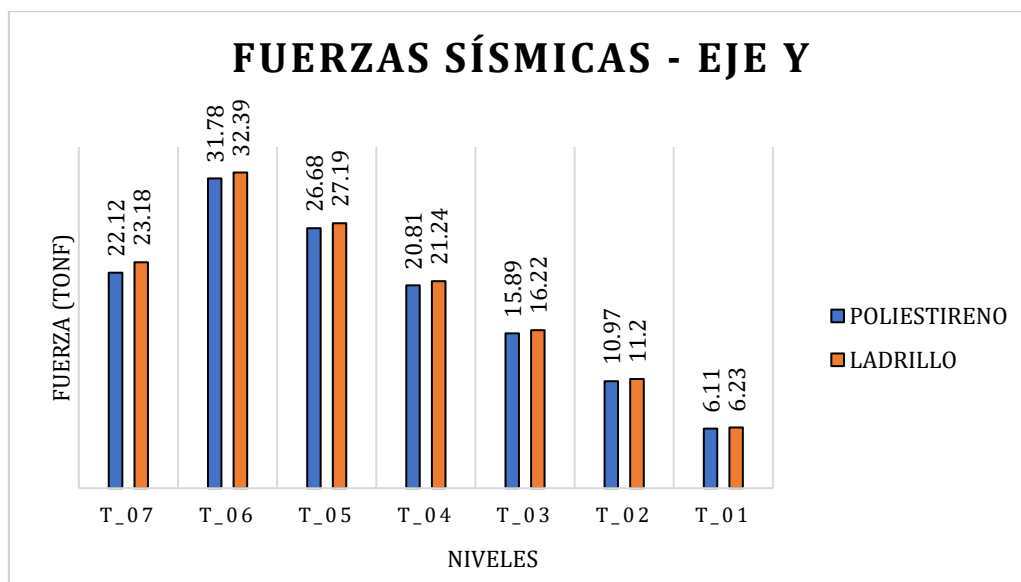
*Fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y, con losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>Techo</b>	<b>Altura Acum. (hi)</b>	<b>Peso por Piso (Pi)</b>	<b>Pi*(hi<sup>k</sup>)</b>	<b>alfa</b>	<b>Fuerza actuante en el CM (Fi)</b>
T_07	22.13	126.42	6039.5	0.16466	22.12
T_06	19.07	196.46	8674.9	0.23651	31.78
T_05	16.01	196.46	7282.9	0.19856	26.68
T_04	12.95	190.38	5680.1	0.15486	20.81
T_03	9.89	190.38	4337.9	0.11827	15.89
T_02	6.83	190.38	2995.8	0.08167	10.97
T_01	3.77	191.81	1668	0.04547	6.11
<b>SUMATORIA</b>		<b>1282.31</b>	<b>36679.1</b>	<b>1</b>	<b>134.37</b>

*Nota.* La Tabla 52 muestra las fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y, con losa aligerada con poliestireno expandido. Fuente. Etabs V22

**Figura 40**

*Fuerzas actuantes en el CM, en el eje Y*



*Nota.* En la figura 40, se visualiza la comparación de las fuerzas sísmicas en el eje Y, en la cual se aprecia que la losa con poliestireno expandido tiene menor fuerza sísmica en todos los niveles

### 3.3 Evaluar los resultados del análisis dinámico

Para el análisis dinámico se ha evaluado los modos de vibración de la estructura, la aceleración espectral, la fuerza cortante mínima y los desplazamientos relativos admisibles

#### 3.3.1 Modos de vibración de la estructura

Para determinar los modos de vibración de la estructura, se ha utilizado el software Etabs V22, y los resultados se presentan a continuación:

**Tabla 53**

*Modos de vibración, con losa aligerada con ladrillo*

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo (Seg)</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>Sum UX</b>	<b>Sum UY</b>
Modal	1	0.846	0.2072	0.3029	0.2072	0.3029
Modal	2	0.725	0.5584	0.1429	0.7655	0.4458
Modal	3	0.561	0.0022	0.3408	0.7678	0.7866
Modal	4	0.255	0.0105	0.053	0.7782	0.8395
Modal	5	0.203	0.1406	0.002	0.9188	0.8415
Modal	6	0.152	0.0006	0.0643	0.9194	0.9058

*Nota.* La Tabla 53 se tiene un período de 0.725 segundos en la dirección X y un periodo de 0.846 segundos en la dirección Y. Esta tabla presenta el porcentaje de participación modal para las direcciones X e Y, obtenido con el software Etabs V22. En el modal 6 se cumple que la suma de masas efectivas es mayor al 90% de la masa total.

**Tabla 54**

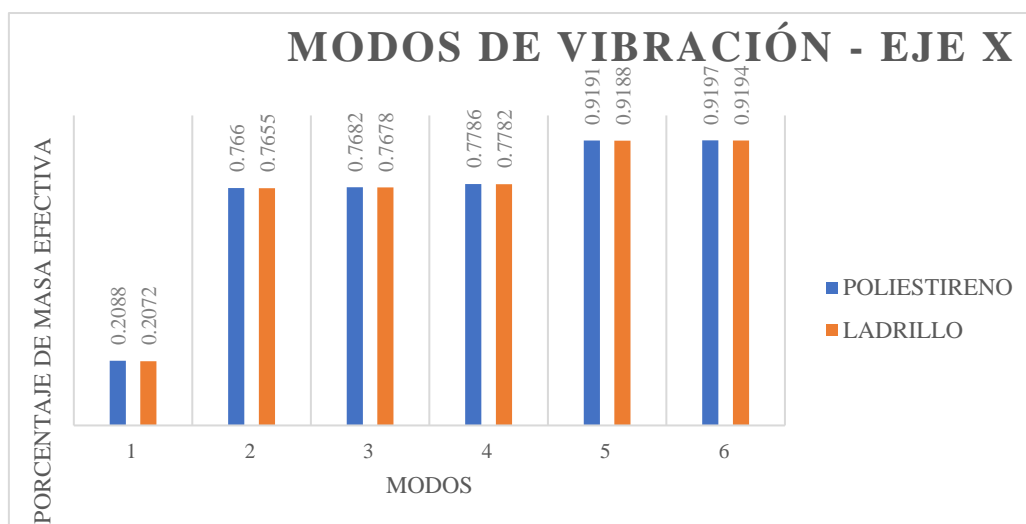
*Modos de vibración, con losa aligerada con poliestireno expandido*

Caso	Modo	Periodo (Seg)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.818	0.2088	0.2968	0.2088	0.2968
Modal	2	0.702	0.5572	0.1414	0.766	0.4382
Modal	3	0.546	0.0022	0.3485	0.7682	0.7867
Modal	4	0.247	0.0104	0.0516	0.7786	0.8384
Modal	5	0.197	0.1405	0.0018	0.9191	0.8402
Modal	6	0.148	0.0006	0.0673	0.9197	0.9075

*Nota.* La Tabla 54 se tiene un período de 0.702 segundos en la dirección X y un período de 0.818 segundos en la dirección Y. Esta tabla presenta el porcentaje de participación modal para las direcciones X e Y, obtenido con el software Etabs V22. En el modal 6 se cumple que la suma de masas efectivas es mayor al 90% de la masa total.

**Figura 41**

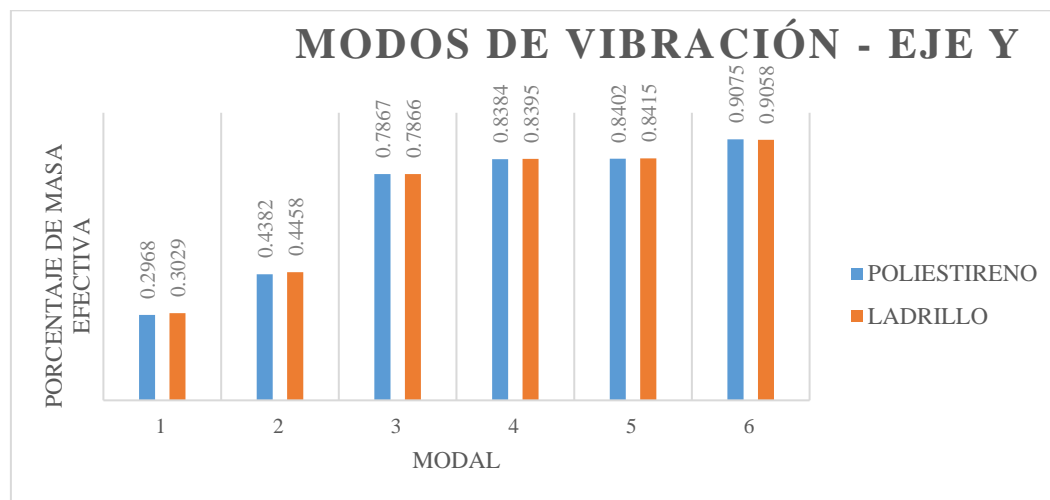
*Porcentaje de masa efectiva, en el eje X*



*Nota.* En la figura 41, se visualiza la comparación del porcentaje de masa efectivas en el eje X, en la cual se aprecia que, para ambas losas, la sumatoria del 90% de la masa participativa cumple en el modo 5 y 6

**Figura 42**

*Porcentaje de masa efectiva, en el eje Y*



*Nota.* En la figura 42, se visualiza la comparación del porcentaje de masa efectivas en el eje Y, en la cual se aprecia que, para ambas losas, la sumatoria del 90% de la masa participativa cumple en el modo 6

### 3.3.2 Aceleración espectral

La aceleración espectral debe calcularse para cada dirección horizontal, mediante la ecuación:

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

**Tabla 55**

*Aceleración espectral*

T	SISMO DIRECCIÓN X - X		SISMO DIRECCIÓN Y - Y	
	CX	Sa [X-X]	CY	Sa [Y-Y]
0.00	2.500	1.051	2.500	1.401
0.01	2.500	1.051	2.500	1.401
0.03	2.500	1.051	2.500	1.401
0.05	2.500	1.051	2.500	1.401
0.08	2.500	1.051	2.500	1.401
0.10	2.500	1.051	2.500	1.401
0.20	2.500	1.051	2.500	1.401



0.30	2.500	1.051	2.500	1.401
0.40	2.500	1.051	2.500	1.401
0.50	2.500	1.051	2.500	1.401
0.60	2.500	1.051	2.500	1.401
0.70	2.143	0.901	2.143	1.201
0.80	1.875	0.788	1.875	1.051
0.90	1.667	0.701	1.667	0.934
1.00	1.500	0.631	1.500	0.841
1.25	1.200	0.505	1.200	0.673
1.50	1.000	0.420	1.000	0.561
1.75	0.857	0.360	0.857	0.480
2.00	0.750	0.315	0.750	0.420
2.25	0.593	0.249	0.593	0.332
2.50	0.480	0.202	0.480	0.269
2.75	0.397	0.167	0.397	0.222
3.00	0.333	0.140	0.333	0.187
3.25	0.284	0.119	0.284	0.159
3.75	0.213	0.090	0.213	0.120
4.00	0.188	0.079	0.188	0.105
5.00	0.120	0.050	0.120	0.067
6.00	0.083	0.035	0.083	0.047
7.00	0.061	0.026	0.061	0.034
8.00	0.047	0.020	0.047	0.026
9.00	0.037	0.016	0.037	0.021
10.00	0.030	0.013	0.030	0.017

*Nota.* La Tabla 55 se muestran los valores de la aceleración espectral, tanto para el sismo en la dirección X como en el sismo Y

### 3.3.3 Fuerza cortante mínima

El cortante estático y dinámico se obtiene mediante el software Etabs V22. Luego para estructuras regulares, se calcula el 80% del cortante estático y se evalúa con la condición:

$$\text{Si: } V_{\text{Dinámico}} > 80\% V_{\text{Estático}}$$

Luego para estructuras irregulares, se calcula el 90% del cortante estático y se evalúa con la condición:

$$\text{Si: } V_{\text{Dinámico}} > 90\% V_{\text{Estático}}$$

**Tabla 56**

*Fuerza cortante mínima en la dirección X-X, en losa aligerada con ladrillo*

DIRECCIÓN	V DINÁMICO	80%V ESTÁTICO	SITUACIÓN
X	78.59	96.37	No cumple

*Nota.* Según la tabla 56 se obtienen resultados de la fuerza cortante mínima para la dirección X de la losa aligerada con ladrillo, se observa que no cumple con la condición, debido a que el 80% del cortante estático es mayor que el cortante dinámico

**Tabla 57**

*Fuerza cortante mínima en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

DIRECCIÓN	V DINÁMICO	80%V ESTÁTICO	SITUACIÓN
X	78.59	93.94	No cumple

*Nota.* Según la tabla 57 se obtienen resultados de la fuerza cortante mínima para la dirección X de la losa aligerada con poliestireno, se observa que no cumple con la condición, debido a que el 80% del cortante estático es mayor que el cortante dinámico

**Tabla 58**

*Fuerza cortante mínima en la dirección Y-Y, en losa aligerada con ladrillo*

DIRECCIÓN	V DINÁMICO	90%V ESTÁTICO	SITUACIÓN
Y	90.14	123.84	No cumple

*Nota.* Según la tabla 58 se obtienen resultados de la fuerza cortante mínima para la dirección Y de la losa aligerada con ladrillo, se observa que no cumple con la condición, debido a que el 90% del cortante estático es mayor que el cortante dinámico

**Tabla 59**

*Fuerza cortante mínima en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>DIRECCIÓN</b>	<b>V DINÁMICO</b>	<b>90%V ESTÁTICO</b>	<b>SITUACIÓN</b>
Y	90.14	120.93	No cumple

*Nota.* Según la tabla 59 se obtienen resultados de la fuerza cortante mínima para la dirección Y de la losa aligerada poliestireno, se observa que no cumple con la condición, debido a que el 90% del cortante estático es mayor que el cortante dinámico

### 3.3.4 Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X-X

Se ha calculado las derivas de entrepiso de la edificación de 7 niveles con losa aligerada de ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido.

**Tabla 60**

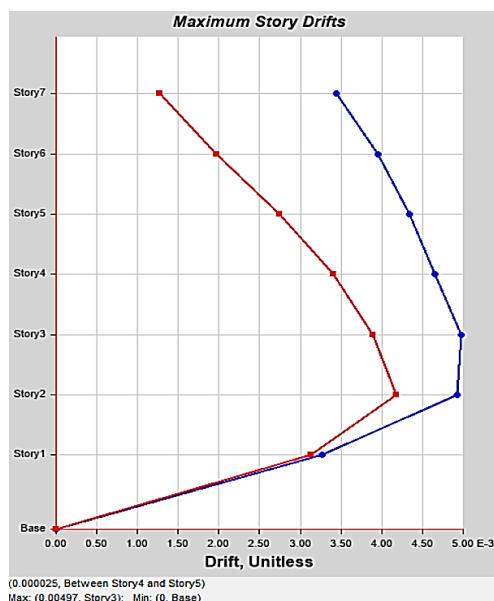
*Derivas de entrepiso en la dirección X-X, en losa aligerada con ladrillo*

<b>DERIVA X-X</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)</b>	<b>DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018</b>	
T7	0.003	0.007	CUMPLE
T6	0.004	0.007	CUMPLE
T5	0.004	0.007	CUMPLE
T4	0.005	0.007	CUMPLE
T3	0.005	0.007	CUMPLE
T2	0.005	0.007	CUMPLE
T1	0.003	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 60 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección X-X de la losa aligerada con ladrillo. En esta dirección, se utiliza un sistema dual, el cual tiene un límite establecido de 0.007. Se visualiza que la edificación no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente. Etabs V22

**Figura 43**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con ladrillo.*



*Nota.* En la figura 43 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección X– X, de la losa aligerada con ladrillo. Fuente: Etabs V22

**Tabla 61**

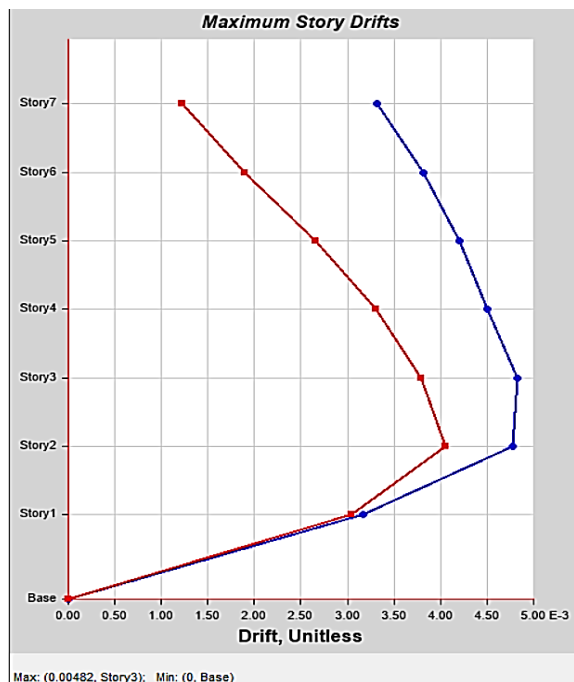
*Derivas de entrepiso en la dirección X-X, en losa aligerada con poliestireno expandido*

DERIVA X-X			
NIVEL	DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018	
T7	0.003	0.007	CUMPLE
T6	0.004	0.007	CUMPLE
T5	0.004	0.007	CUMPLE
T4	0.004	0.007	CUMPLE
T3	0.005	0.007	CUMPLE
T2	0.005	0.007	CUMPLE
T1	0.003	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 61 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección X-X de la losa aligerada con poliestireno expandido. En esta dirección, se utiliza un sistema dual, el cual tiene un límite establecido de 0.007. Se visualiza que la edificación no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente: Etabs V22

**Figura 44**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido.*



*Nota.* En la figura 44 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección X– X, de la losa aligerada poliestireno. Fuente: Etabs V22

### 3.3.5 Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y-Y

Se ha calculado las derivas de entrepiso de la edificación de 7 niveles con losa aligerada de ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido.

**Tabla 62**

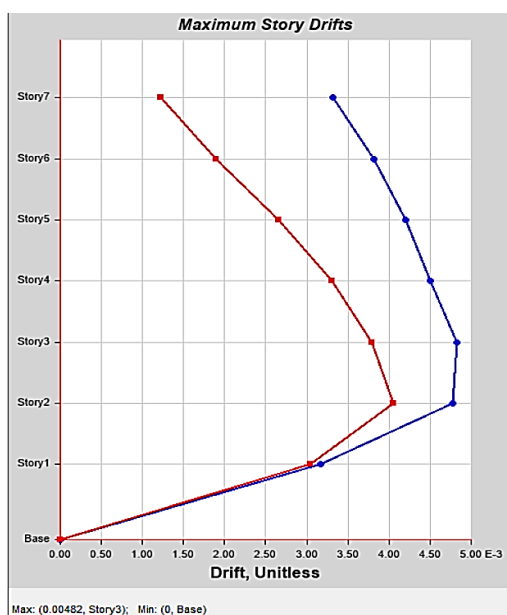
*Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y, en losa aligerada con ladrillo*

<b>DERIVA Y-Y</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)</b>	<b>DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018</b>	
T7	0.002	0.007	CUMPLE
T6	0.003	0.007	CUMPLE
T5	0.004	0.007	CUMPLE
T4	0.005	0.007	CUMPLE
T3	0.006	0.007	CUMPLE
T2	0.006	0.007	CUMPLE
T1	0.004	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 62 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección Y-Y, de la losa aligerada con ladrillo. En esta dirección, se utiliza un sistema dual, el cual tiene un límite establecido de 0.007. Se visualiza que la edificación no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente: Etabs V22

**Figura 45**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección Y, en losa aligerada con ladrillo*



*Nota.* En la figura 45 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección Y– Y, de la losa aligerada con ladrillo. Fuente: Etabs V22

**Tabla 63**

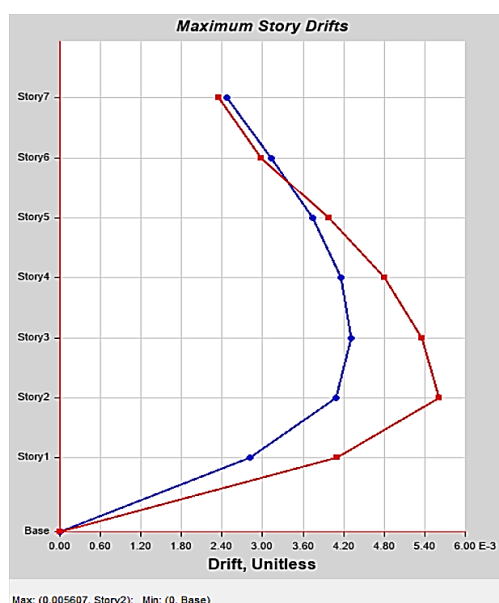
*Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y, en losa aligerada con poliestireno expandido*

<b>DERIVA Y-Y</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)</b>	<b>DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018</b>	
T7	0.002	0.007	CUMPLE
T6	0.003	0.007	CUMPLE
T5	0.004	0.007	CUMPLE
T4	0.005	0.007	CUMPLE
T3	0.005	0.007	CUMPLE
T2	0.006	0.007	CUMPLE
T1	0.004	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 63 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección Y-Y, de la losa aligerada poliestireno. En esta dirección, se utiliza un sistema dual, el cual tiene un límite establecido de 0.007. Se visualiza que la edificación no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente: Etabs V22

**Figura 46**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección X, en losa aligerada con poliestireno expandido*



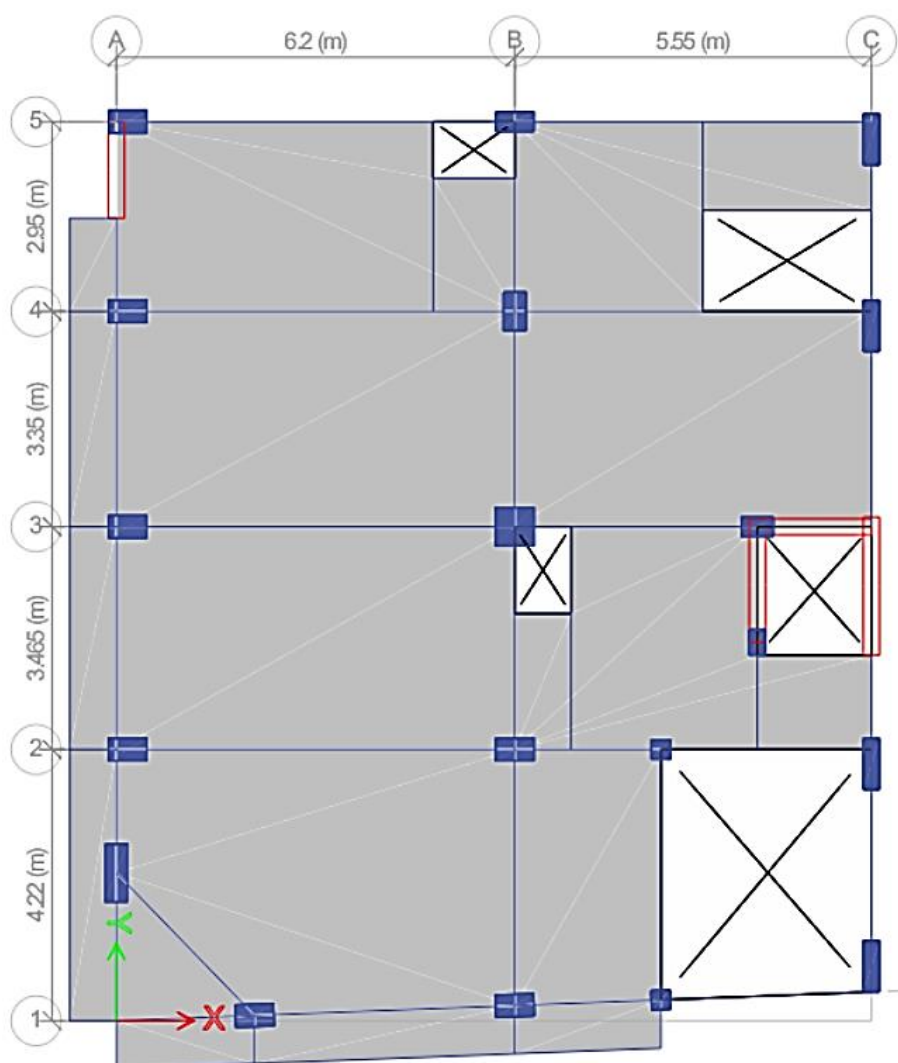
*Nota.* En la figura 46 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección Y-Y, de la losa aligerada poliestireno. Fuente: Etabs V22

### 3.4 Proponer una alternativa de solución al sistema estructural del edificio

Después de realizar el análisis estructural de la edificación de 7 niveles, presenta irregularidad torsional en la dirección Y-Y, por lo cual una alternativa de solución es darle más rigidez en esa dirección y con la colocación de un muro de corte (placa) de manera que pueda ayudar a reducir la torsión en esa dirección, en la siguiente figura vamos apreciar donde se ha colocado dicha placa.

**Figura 47**

*Vista en planta de la estructura con reforzamiento*



*Nota.* En la figura 47, se aprecia la vista en planta de la estructura, en cual se ha colocado el muro de corte ( $L=1.5$  m) en el eje A-A (entre el eje 4-4 y eje 5-5). Fuente. Etabs V22



### 3.4.1 Verificación de la irregularidad torsional y torsional extrema

Con la colocación del muro de corte en la dirección Y, donde presenta irregularidad torsional, se ha ejecutado la edificación en el programa Etabs, teniendo los siguientes resultados.

**Tabla 64**

*Irregularidad torsional en la dirección Y-Y, con incremento del muro de corte en losa aligerada con ladrillo*

TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional >1.3
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002937	0.002775	1.059	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.003753	0.003436	1.092	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.004647	0.00412	1.128	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.005325	0.004609	1.155	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005619	0.004744	1.184	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.0053	0.00431	1.23	NO
T1	DESPLAZ_Y	Diaph D1 Y	0.00296	0.002302	1.286	NO

*Nota.* La Tabla 64, se presenta las verificaciones de irregularidad torsional en la dirección Y–Y con la losa aligerada con ladrillo. Se puede notar que el desplazamiento relativo máximo ya es menor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio. **Por consiguiente, ya no presenta irregularidad torsional en la dirección Y–Y.** Fuente. Etabs V22

**Tabla 65***Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y, en losa aligerada con ladrillo*

<b>TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)</b>						
Story	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irregularidad Torsional extrema >1.5
T7	DESPLAZ_Y	Diaph D7 Y	0.002937	0.002775	1.059	NO
T6	DESPLAZ_Y	Diaph D6 Y	0.003753	0.003436	1.092	NO
T5	DESPLAZ_Y	Diaph D5 Y	0.004647	0.00412	1.128	NO
T4	DESPLAZ_Y	Diaph D4 Y	0.005325	0.004609	1.155	NO
T3	DESPLAZ_Y	Diaph D3 Y	0.005619	0.004744	1.184	NO
T2	DESPLAZ_Y	Diaph D2 Y	0.0053	0.00431	1.23	NO
T1	DESPLAZ_Y	Diaph D1 Y	0.00296	0.002302	1.286	NO

*Nota.* La Tabla 65 muestra las verificaciones de irregularidad torsional extrema en la dirección Y – Y de la losa aligerada con ladrillo. Se puede observar que el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio. Por ello, no presenta irregularidad torsional extrema en la dirección Y–Y. Fuente. Etabs V22

### **3.4.2 Verificación de los desplazamientos relativos admisibles**

Con la colocación del muro de corte en la dirección Y, también se ha verificado las distorsiones de entre piso tanto para la dirección en X como la dirección en Y.

**Tabla 66**

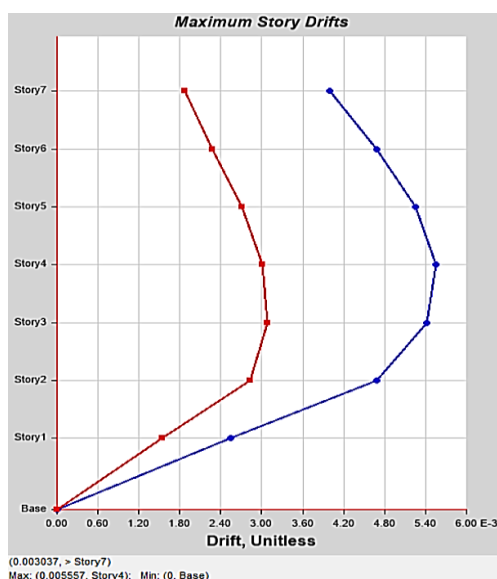
*Derivas de entrepiso en la dirección X-X con incremento de muro de corte, en losa aligerada con ladrillo*

DERIVA X-X			
NIVEL	DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018	
T7	0.004	0.007	CUMPLE
T6	0.005	0.007	CUMPLE
T5	0.005	0.007	CUMPLE
T4	0.006	0.007	CUMPLE
T3	0.005	0.007	CUMPLE
T2	0.005	0.007	CUMPLE
T1	0.003	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 66 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección X-X de la losa aligerada con ladrillo. Se visualiza que la edificación con la colocación del muro de corte tampoco no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente. Etabs V22

**Figura 48**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección X con incremento de placa en el eje Y, en losa aligerada con ladrillo*



*Nota.* En la figura 48 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección X– X, de la losa aligerada con ladrillo, con el incremento de la placa en el eje Y. Fuente. Etabs V22

**Tabla 67**

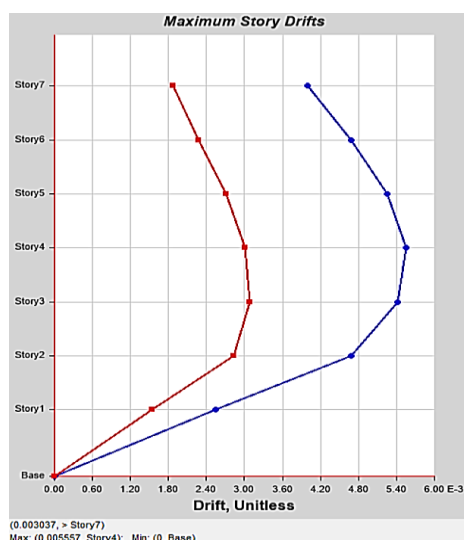
*Derivas de entrepiso en la dirección Y-Y con incremento de muro de corte, en losa aligerada con ladrillo*

<b>DERIVA Y-Y</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)</b>	<b>DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30-2018</b>	
T7	0.003	0.007	CUMPLE
T6	0.004	0.007	CUMPLE
T5	0.005	0.007	CUMPLE
T4	0.005	0.007	CUMPLE
T3	0.006	0.007	CUMPLE
T2	0.005	0.007	CUMPLE
T1	0.003	0.007	CUMPLE

*Nota.* La Tabla 67 presenta la verificación de las derivas entrepiso en la dirección Y-Y de la losa aligerada con ladrillo. Se visualiza que la edificación con la colocación del muro de corte tampoco no supera el límite, según lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Fuente. Etabs V22

**Figura 49**

*Distorsiones de entrepiso en la dirección Y con incremento de placa en el eje Y, en losa aligerada con ladrillo*



*Nota.* En la figura 49 se muestra la gráfica de las derivas en la dirección Y-Y, de la losa aligerada con ladrillo, con el incremento de la placa en la misma dirección. Fuente. Etabs V22.

#### IV. DISCUSIÓN

El diagnóstico del estado actual de la edificación se llevó a cabo mediante una visita técnica en la cual se realizó el levantamiento arquitectónico para la verificación de los planos correspondientes. Se identificaron once tipos de columnas: C1-60x35 cm, C2-30x25 cm, C3-60x30 cm, C4-25x80 cm, C5-35x60 cm, C6-60x65 cm, C7-50x30 cm, C8-25x215 cm (según los planos estructurales se ha considerado como placa), C9-25x40 cm, C10-30x30 cm, C11-35x90 cm. En cuanto a las vigas, las principales miden 30x50 cm, 25x50 cm, las secundarias 25x45 cm, la viga chata tiene dimensiones de 30x20 cm, 20x20 cm y la viga de amarres mide 15x20 cm, 15x40 cm. La losa aligerada con ladrillo tiene un espesor de 20 cm y la losa aligerada con poliestireno tiene un espesor de 20 cm. Se determinó que el sistema estructural en la dirección X es dual, mientras que en la dirección Y también predomina el sistema dual. De manera similar, Condor (2023), en su trabajo de investigación realizó visitas al edificio educativo donde se identificó las columnas: C1-30x30 cm, C2-d40 cm, C3-30x60 cm, C4-25x30 cm. En cuanto a las vigas, las principales miden 25x50 cm, las secundarias 25x20 cm y 25x25 cm, la viga chata tiene dimensiones de 30x20 cm y la viga de amarres mide 15x20 cm. La losa aligerada de ladrillo hueco que tiene un espesor de 20 cm y la losa aligerada con poliestireno expandido con un espesor de 20 cm. Se determinó que el sistema estructural en la dirección X es pórticos, mientras que en la dirección Y también predomina el sistema aporticado. Así mismo Rosales (2023), en su trabajo de investigación realizó visitas a la I.E San Fernando donde se identificó las columnas: C1-30x50 cm. En cuanto a las vigas, las principales miden 30x50 cm, las secundarias de 25x25 cm, la viga chata tiene dimensiones de 20x20 cm, la losa aligerada de ladrillo hueco que tiene un espesor de 20 cm y la losa aligerada con poliestireno expandido con un espesor de 20 cm. Se determinó que el sistema estructural en la dirección X e Y es aporticado.

El análisis estático lineal se efectuó de acuerdo a los requerimientos de la norma técnica E.030-2018, la fuerza cortante de la edificación se ha calculado para la losa aligerada con ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido, para la dirección X – X, tenemos 120.46 tonf y 117.40 tonf respectivamente; para la dirección Y – Y, tenemos de 137.6 tonf y 134.3 tonf respectivamente. Se obtuvo las fuerzas sísmicas en la dirección X para la losa aligerada con ladrillo:  $F_7=20.29$  tonf,  $F_6=28.20$  tonf,  $F_5=23.68$  tonf,  $F_4=18.53$  tonf,  $F_3=14.15$  tonf,  $F_2=9.77$  tonf y  $F_1=5.44$  tonf, para la losa aligerada con poliestireno expandido se tiene  $F_7=19.74$  tonf,  $F_6=27.64$  tonf,  $F_5=23.20$  tonf,  $F_4=18.13$  tonf,  $F_3=13.84$  tonf,  $F_2=9.56$  tonf y  $F_1=5.32$  tonf; y las fuerzas sísmicas en la dirección Y para la losa aligerada con ladrillo:  $F_7=23.18$  tonf,  $F_6=32.39$  tonf,  $F_5=27.19$  tonf,  $F_4=21.24$  tonf,  $F_3=16.22$  tonf,  $F_2=11.20$  tonf y  $F_1=6.23$  tonf, para la losa aligerada con poliestireno expandido se tiene  $F_7=22.12$  tonf,  $F_6=31.78$  tonf,  $F_5=26.68$  tonf,  $F_4=20.81$  tonf,  $F_3=15.89$  tonf,  $F_2=10.97$  tonf y  $F_1=6.11$  tonf. De manera análoga, Verde (2021), en su trabajo de investigación, la fuerza cortante de la edificación se ha calculado para la losa aligerada convencional y losa aligerada con poliestireno expandido, para la dirección X – X, tenemos 115.56 tonf y 111.16 tonf respectivamente.; para la dirección Y – Y, tenemos 115.56 tonf y 111.16 tonf respectivamente. Se obtuvo las fuerzas sísmicas en la dirección X e Y para la losa aligerada convencional:  $F_5=37.95$  tonf,  $F_4=30.53$  tonf,  $F_3=23.11$  tonf,  $F_2=15.69$  tonf y  $F_1=8.27$  tonf, para la losa aligerada con poliestireno se tiene  $F_5=36.50$  tonf,  $F_4=29.37$  tonf,  $F_3=22.23$  tonf,  $F_2=15.10$  tonf y  $F_1=7.96$  tonf. Así mismo Gomez & Sebastian (2021), en su trabajo de investigación, determino que la fuerza cortante de la vivienda unifamiliar se ha calculado para la losa aligerada convencional y losa aligerada con poliestireno expandido, para la dirección X – X, tenemos 14.26 tonf y 13.498 tonf respectivamente.; para la dirección Y – Y, tenemos 14.26 tonf y 13.498 tonf respectivamente.

El análisis dinámico lineal se realizó cumpliendo con los lineamientos de la norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”, en la dirección X – X para la losa con ladrillo se tiene

un periodo de 0.725 segundos y para la losa aligerada con poliestireno expandido tiene un periodo de 0.702 segundos y en en la dirección Y – Y para la losa con ladrillo se tiene un periodo de 0.846 segundos y para la losa aligerada con poliestireno expandido tiene un periodo de 0.818 segundos y para ambos casos en el modal 6 se cumple que la suma de masas efectivas es mayor al 90% de la masas total. Con respecto a la fuerza cortante mínima en ambos casos de las losas no cumplen con dicha fuerza, debido a que el 80% del cortante estático es mayor que el cortante dinámico; con respecto a las derivas en la dirección X para una losa aligerada con ladrillo se tiene la deriva más alta en el segundo, tercero y cuarto piso con 0.005 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el segundo y tercer piso con 0.005, con respecto a las derivas en la dirección Y para una losa aligerada con ladrillo se tiene la deriva más alta en el segundo y tercer piso con 0.006 y para la losa aligerada con poliestireno expandido tiene la deriva más alta en el segundo piso con 0.006. De manera similar, Condor (2023), en su trabajo de investigación encontró que, en la dirección X – X para la losa convencional se tiene un periodo de 0.932 segundos y para la losa aligerada con poliestireno tiene un periodo de 0.891 segundos y en la dirección Y – Y para la losa convencional se tiene un periodo de 0.932 segundos y para la losa aligerada con poliestireno tiene un periodo de 0.891 segundos y para ambos casos en el modal 4 y 5 se cumple que la suma de masas efectivas es mayor al 90% de la masas total. Con respecto a la fuerza cortante mínima en ambos casos de las losas cumplen con dicha fuerza, debido a que el 80% del cortante estático es menor que el cortante dinámico; con respecto a las derivas en la dirección X para una losa aligerada convencional se tiene la deriva más alta en el primer piso con 0.012 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el primer y segundo piso con 0.009, con respecto a las derivas en la dirección Y para una losa aligerada convencional se tiene la deriva más alta en el primer y segundo piso con 0.0016 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el primer y segundo piso con 0.014. Así mismo Gomez & Sebastian (2021), en su trabajo

de investigación, determino en la dirección X – X para la losa convencional se tiene un periodo de 0.448 segundos y para la losa aligerada con poliestireno tiene un periodo de 0.436 segundos y en la dirección Y – Y para la losa convencional se tiene un periodo de 0.448 segundos y para la losa aligerada con poliestireno tiene un periodo de 0.436 segundos; con respecto a las derivas en la dirección X para una losa aligerada convencional se tiene la deriva más alta en el segundo piso con 0.008676 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el segundo piso con 0.0426, con respecto a las derivas en la dirección Y para una losa aligerada convencional se tiene la deriva más alta en el primer piso con 0.0097 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el segundo piso con 0.0464.

Al efectuar el reforzamiento de la estructura de 7 niveles con la colocación de un muro de corte de longitud de  $L=1.50$  m en el eje A-A (entre los ejes 4-4 y eje 5-5), ha evitado que la estructura tenga irregularidad torsional, las ratios encontradas son 1.059, 1.092, 1.128, 1.155, 1.184, 1.23 y 1.286 que son menores a 1.3, por lo cual no presenta esta irregularidad en el eje Y. Así mismo cumple con las derivas de entrepiso en el eje X siendo la máxima deriva en el nivel 4 con un valor de 0.006 y en el eje Y siendo la máxima en el nivel 3 con un valor de 0.006; por lo cual cumple con la máxima permisible que es de 0.007. Así mismo Rosales (2023), en su trabajo de investigación realizó visitas a la I.E San Fernando con la colocación de un muro de corte de longitud de  $L=3.00$  m en los ejes 1-1, 5-5, B-B y C-C y muro de corte de longitud de  $L=2.33$  m en el eje 3-3, ha evitado que la estructura tenga irregularidad torsional, las ratios encontradas son 1.063, 1.069, 1.064, 1.059 y 1.054 que son menores a 1.3, por lo cual no presenta esta irregularidad en el eje Y. Así mismo cumple con las derivas de entrepiso en el eje X siendo la máxima deriva en el nivel 3 con un valor de 0.00453 y en el eje Y siendo la máxima en el nivel 4 con un valor de 0.00562; por lo cual cumple con la máxima permisible que es de 0.007.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se realizó el diagnóstico del estado actual de la edificación de la edificación de 07 niveles, donde se identificaron once tipos de columnas: C1-60x35 cm, C2-30x25 cm, C3-60x30 cm, C4-25x80 cm, C5-35x60 cm, C6-60x65 cm, C7-50x30 cm, C8-25x215 cm (según los planos estructurales se ha considerado como placa), C9-25x40 cm, C10-30x30 cm, C11-35x90 cm. En cuanto a las vigas, las principales miden 30x50 cm, 25x50 cm, las secundarias 25x45 cm, la viga chata tiene dimensiones de 30x20 cm, 20x20 cm y la viga de amarres mide 15x20 cm, 15x40 cm. La losa aligerada con ladrillo tiene un espesor de 20 cm y la losa aligerada con poliestireno expandido tiene un espesor de 20 cm. Se determinó que el sistema estructural en la dirección X e Y es dual.

Se comparo los resultados del análisis estático lineal, de acuerdo a los requerimientos de la norma técnica E.030-2018, donde la cortante basal de la edificación, se ha calculado para la losa aligerada con ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido, para la dirección X – X, tenemos 120.46 tonf y 117.40 tonf respectivamente; para la dirección Y – Y, tenemos de 137.6 tonf y 134.3 tonf respectivamente. Se obtuvo la fuerza sísmica máxima en la dirección X para la losa aligerada con ladrillo de  $F_{max} = 28.20$  tonf, y para la losa aligerada con poliestireno expandido una fuerza sísmica máxima de se tiene  $F_{max}=27.64$  tonf y las fuerzas sísmicas máximas en la dirección Y para la losa aligerada con ladrillo es de:  $F_{max}=32.39$  tonf, y para la losa aligerada con poliestireno se tiene  $F_{max}=31.78$  tonf.

La evaluación realizada confirma que el análisis dinámico lineal, en el eje X de la losa aligerada con ladrillo se tiene un periodo de 0.725 segundos y para la losa aligerada con poliestireno tiene un periodo de 0.702 segundos y en el eje Y para la losa convencional se tiene un periodo de 0.846 segundos y para la losa aligerada con poliestireno expandido tiene un periodo de 0.818 segundos; con respecto a las derivas en la dirección X para una losa aligerada

convencional se tiene la deriva más alta en el segundo, tercero y cuarto piso con 0.005 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el segundo y tercer piso con 0.005, con respecto a las derivas en la dirección Y para una losa aligerada convencional se tiene la deriva más alta en el segundo y tercer piso con 0.006 y para la losa aligerada con poliestireno tiene la deriva más alta en el segundo piso con 0.006.

Se propone realizar el reforzamiento de la edificación de 7 niveles con la colocación de un muro de corte de longitud de  $L=1.50$  m en el eje A-A (entre los ejes 4-4 y eje 5-5), ha evitado que la estructura tenga irregularidad torsional, las ratios encontradas son 1.059, 1.092, 1.128, 1.155, 1.184, 1.23 y 1.286 que son menores a 1.3 para torsión, por lo cual no presenta la irregularidad torsional. Así mismo cumple con las derivas de entrepiso en el eje X siendo la máxima deriva en el nivel 4 con un valor de 0.006 y en el eje Y siendo la máxima en el nivel 3 con un valor de 0.006; por lo cual cumple con la máxima permisible que es de 0.007.

Al efectuar la evaluación del comportamiento estructural del edificio con sistema dual de 07 niveles con losa aligerada de ladrillo y losa aligerada con poliestireno expandido, podemos decir que no se acepta la hipótesis general de nuestra investigación, debido a que solo ha disminuido en 2.5% de la cortante basal, en comparación a 5% que se estableció en la investigación.

## 5.2 Recomendaciones

- Para realizar un mejor diagnóstico situacional, se debe realizar visitas in situ, llevando las herramientas necesarias para identificar principalmente los elementos estructurales y verificar con los planos estructurales las dimensiones de las secciones con el fin de obtener una recolección de datos confiables. También es fundamental documentar cualquier falla que se detecte utilizando fichas de inspección, lo que permitirá realizar una evaluación exhaustiva y exacta del estado actual de la estructura.
- Al realizar el análisis sísmico estático de una estructura, es crucial asegurarse de que el modelo estructural esté bien definido, con todas las características y elementos pertinentes correctamente registrados, y que se apliquen los parámetros adecuados para distribuir de manera eficiente las cargas sísmicas en los diferentes niveles de la estructura, debido a que es un parámetro fundamental en el cálculo de la cortante basal tanto en la dirección X como la dirección Y.
- Al realizar el análisis sísmico dinámico de una estructura, se debe tener en cuenta la rigidez de los elementos estructurales en las secciones donde las derivas son más altas, para ayudar a controlar las deformaciones horizontales excesivas y reducir el impacto en la estabilidad de la edificación.
- Para proponer una buena alternativa de solución, tenemos que realizar un correcto análisis estructural teniendo en cuenta el tipo de edificación y el uso que se le va a designar, lo cual permitirá optar por el mejor método para reforzar la estructura de tal manera que esta cumpla con las características del diseño.
- En la construcción de edificios se recomienda apostar por nuevos métodos los cuales impulsan el uso de nuevos materiales como el poliestireno expandido lo cual trae muchos Beneficios al sistema estructural de las edificaciones que los métodos tradicionales que se utilizan actualmente.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almonacid Ordoñez, L. J. (2021). *Uso del Poliestireno Expandido e Innovado para Losas Aligeradas en el Distrito de Huancayo 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Union]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana Union. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2669>
- Amasifuen Cachique, H., & Ocaño Neyra, M. (2022). *Influencia del poliestireno expandido como reductor de cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, Jaén 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93724>
- Avecillas Cedillo, MB, & Buruhuán León, ME (2021). *La vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mediana altura y la identificación de zonas seguras mediante modelación lineal: caso de estudio - edificio de postgrados de la Facultad de Arquitectura*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4628431>
- Borja Salazar, J. (2019). *Estudio comparativo del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada empleando ladrillo sílico calcáreo y arcilla*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52671>
- Bustamante Bustamante, C. A. (2021). *Caracterización térmica y acústica del concreto simple ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ) elaborado con distintas dosis de poliestireno, Chota, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de Chota <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/190>

- Condor Pósito, E. O. (2023). *Comparación del Comportamiento Estructural en un Edificio Educativo con Entrepiso de Losa Aligerada con Ladrillo y Poliestireno Expandido*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5518>
- Cosinga Pérez, A. B., & Gómes del Águila, R. A. (2017). *Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional de la Universidad de San Martín de Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3719>
- Dávila , J. M., Jaramillo, A., Mascort, E., & Grande, J. A. (2018). Análisis experimental en losas de cimentación mediante modelos a escala: losas aligeradas con bloques de eps frente a losas macizas. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 38 (1), 75-86. <https://idus.us.es/handle//11441/77458>
- Díaz Chacón, E. S. (2019). *Eficiencia económica y estructural del ladrillo de concreto para losa aligerada con adición de poliestireno en diferentes porcentajes*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/23018>
- Echeverría Troya, TI y Sánchez Bone, GW (2021). *Análisis comparativo de una vivienda de 7 plantas construida con Losa maciza y con Losa aligerada implementando el uso del material poliestireno expandido*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6086362>

- Elera Zurita, F. T., & Maldonado Montenegro, R. (2022). *Adoquines de Concreto Liviano Incorporando Poliestireno para Veredas y Areas Recreativas Jaén – 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/406>
- Fernandez Correa, J. S., & Tello Gonzales, O. (2019). *Resistencia a la Compresión del Concreto Utilizado en Losas Aligeradas de las Construcciones Informales en la Ciudad de Jaén*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/256>
- Gomez Leyva, S. A., & Sebastian bruno, L. D. (2021). *Análisis comparativo en un sistema aporticado entre losa aligerada convencional y losa con bloque EPS, en una vivienda unifamiliar, Nuevo Chimbote – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/79078>
- Landi Andrade, J. C., & Nazareno Ayoví, K. A. (2019). *Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de Poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad Milenio Chinca cantón Esmeraldas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/3673c874-8a56-4f3f-8b3b-3fcca8e3c81b>
- Linares Vigo, E. J. (2020). *“Variación de la respuesta estructural de una edificación al modificar el sistema de albañilería confinada a un sistema,Emmedue, Cajamarca 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Intitucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27775>

- López, P. L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *SCIELO*, 09(08). Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- Medina Cercado, E. J. (2022). Evaluación de bloques de concreto adicionando poliestireno, Chota. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/223>
- Municipalidad Provincial de Jaén. (2013). *Plan de desarrollo urbano ciudad de Jaén*. Municipalidad Provincial de Jaén, Cajamarca, Jaén. Obtenido de <https://munijaen.gob.pe/documentos/proyecto1/RESUMEN%20EJECUTIVO.pdf>
- Ogundiran, I., & Olanipekun, A. (Junio de 2019). Exploring the Potentials of Expanded Polystyrene (EPS) for Zero-waste Construction in Akure Nigeria. *Covenant Journal of Research in the Built Environment (CJRBE)*, 7(1), 16. Obtenido de <https://journals.covenantuniversity.edu.ng/index.php/cjrbe/article/view/1647/990>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *SCIELO*, 35(1), 227-232. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Parrales Cantos, G. N., & León Tutiven, G. J. (2022). *Diseño de una vivienda construida con materiales no convencionales (hormi2) en la Ciudad de Guayaquil sector Mucho Lote*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio digital de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3478>
- Quipuscoa Alvarado, E. B., & Zuñiga Chávez, B. H. (2020). *Análisis comparativo en un sistema aporticado entre losas colaborantes y bloques EPS, en una vivienda*

*multifamiliar, Nuevo Chimbote - 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar vallejo].

Repositorio Institucional de la Universidad Cesar vallejo.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/60642>

Reyes Blacido, I., Damián Guerra, E., Ciriaco Reyes, N., Corimayhua Luque, O., & Urbina Olotegui, M. (2022). Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica. *Revista Dilemas Contemporaneos*(2), 19. doi:<https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i2.3106>

Rosales Chuquimango, C. M. (2023). *Comparación de la Respuesta Sísmica entre las Propuestas de Reforzamiento de Concreto Armado mediante Encamisado de Vigas y Columnas o mediante la Inclusión de Muros de Corte, para los Pabellones Escolares de la I.E. San Fernando*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5349>

Tomala, O. (4 de noviembre de 2022). *Google.com*. Obtenido de Google.com: <https://sites.google.com/site/misitioweboswaldotomala2016/tipos-de-investigacion>

Verde Dionisio, C. H. (2021). *Evaluación comparativa del comportamiento estructural de una vivienda de 5 niveles con entrepiso de losa aligerada con ladrillo y tecnopor*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Federico Villareal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5575>

Wieser, M., & Onnis, S. (2020). Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada : posibilidades de aplicación en el territorio peruano. *Revista De Arquitectura*, 22(1), 164-174. Obtenido de <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2633>



## **DEDICATORIA**

A Dios, por siempre brindarnos su bendición y las fuerzas para seguir adelante cumpliendo nuestras metas.

A nuestros padres, por sus constantes apoyos, esfuerzos y sacrificios que nos permitieron seguir adelante y poder cumplir nuestros objetivos profesionales.

A nuestros asesores, por apoyo constante para poder culminar con éxito este proyecto de investigación.

Bach. Dilser Jhoel Carrión Huachez

Bach. Yeral Monteza Carranza

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios, por brindarnos salud y fuerzas para poder cumplir con éxito todas nuestras metas trazadas.

A nuestros padres, por siempre brindarnos su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de estudiante universitario lo cual fue fundamental para lograr terminar con éxito la universidad.

A nuestros asesores, por siempre estar pendientes y brindarnos su tiempo constante para poder subsanar todas las interrogantes y dudas presentadas a lo largo de este proceso de investigación.

Bach. Dilser Jhoel Carrión Huachez

Bach. Yeral Monteza Carranza

**ANEXOS**

**Anexo 1: SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE PERMISO**

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

Jaén, 06 de mayo del 2024

**CARTA N°001-2024**

**SEÑORA:**

**OLINDA PEREZ SANCHEZ**

**Propietaria de un edificio de 7 niveles.**


**Asunto:** Solicito permiso para realizar visitas de inspección con fines de investigación.


Como estudiantes de la Universidad Nacional de Jaén, es grato dirigirnos a usted, para saludarle muy cordialmente. De ante mano, solicitar amablemente su permiso para realizar visitas a las instalaciones de su edificio ubicado en la intersección de la Av. Mesones muro cuadra N°. 03 y Calle los Laureles cuadra N°. 01, con el propósito de realizar nuestro proyecto de investigación denominado: “Análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles utilizando losa aligerada de ladrillo y bloques de poliestireno expandido, Jaén -2024” con resolución N° 019-2023-UNJ, cuya finalidad es poder realizar en dicho edificio la verificación de las medidas para posteriormente pasar a un modelamiento mediante el software Etabs y al final del proyecto brindarle alternativas de solución en el sistema estructural de su edificio.

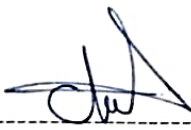
Por supuesto, entendemos que las visitas pueden requerir coordinación y planificación de su parte, y estamos dispuestos a adaptarnos a cualquier requisito o procedimiento que usted tenga establecido para este tipo de actividades. Nos comprometemos a cumplir con todas las políticas y procedimientos de seguridad que ustedes nos indiquen, así como a mantener la confidencialidad de cualquier información sensible a la que podamos acceder durante la visita.


Quedamos a su disposición para discutir cualquier detalle adicional que considere necesario y agradecemos de antemano su atención y colaboración en este asunto.

Atentamente:

  
-----  
Carrion Huachez Dilser Jhoel  
Estudiante de la UNJ  
DNI: 71103279

  
-----  
Monteza Carranza Yeral  
Estudiante de la UNJ  
DNI: 75337760

  
-----  
Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Asesor  
DNI: 43052199

  
-----  
M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santiesteban  
Asesor  
DNI: 41693694

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

Jaén, 06 de mayo del 2024

**CARTA DE ACEPTACIÓN N°001-2024**

**AL : Est, Carrión Huachez Dilser Jhoel**

**Est. Monteza Carranza Yeral**

**REF : CARTA N°001-2024**

**ASUNTO: CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Por medio del presente me dirijo a ustedes estudiantes de la Universidad Nacional de Jaén, para saludarles y a la vez hacer de conocimiento que referente al documento emitido, debidamente recepcionado por mi persona en la fecha 06/05/2024, el cual se hace de conocimiento que hemos aceptado la solicitud emitida por los señores: Carrión Huachez Dilser Jhoel y Monteza Carranza Yeral, estudiantes de la Carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, para que puedan realizar el ingreso a la vivienda, para la recolección de medidas, toma de fotografías (interior y exterior), así como también se estaría proporcionando los planos de la vivienda y la publicación de los resultados finales de su proyecto de tesis denominado “Análisis estructural de un edificio con sistema dual de 07 niveles utilizando losa aligerada de ladrillo y bloques de poliestireno expandido, Jaén -2024”, con resolución N° 019-2023-UNJ en las instalaciones de nuestro edificio ubicado en la intersección de la Av. Mesones muro cuadra N°. 03 y Calle los Laureles cuadra N°. 01.

Aprovechando la oportunidad para expresarles las muestras de mi especial consideración y estima personal, me despido de ustedes.

Atentamente:



OLINDA PÉREZ SANCHEZ

PROPIETARIA DEL EDIFICIO

**Anexo 2: PANEL FOTOGRÁFICO**

**Figura 50**

*Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte I*

**Figura 51**

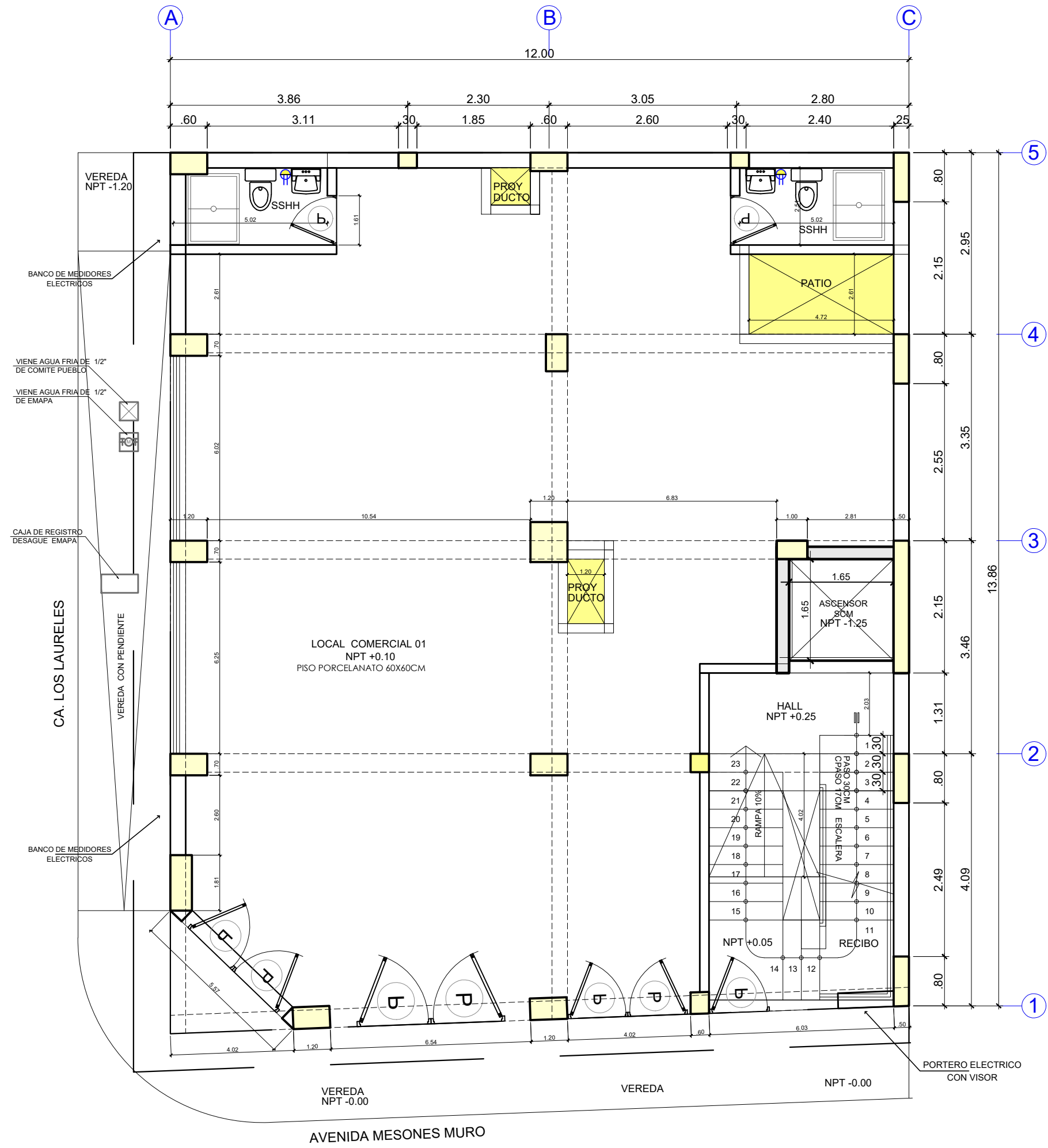
*Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte II*





**Anexo 3: PLANOS ARQUITECTONICOS DE LA EDIFICACIÓN**

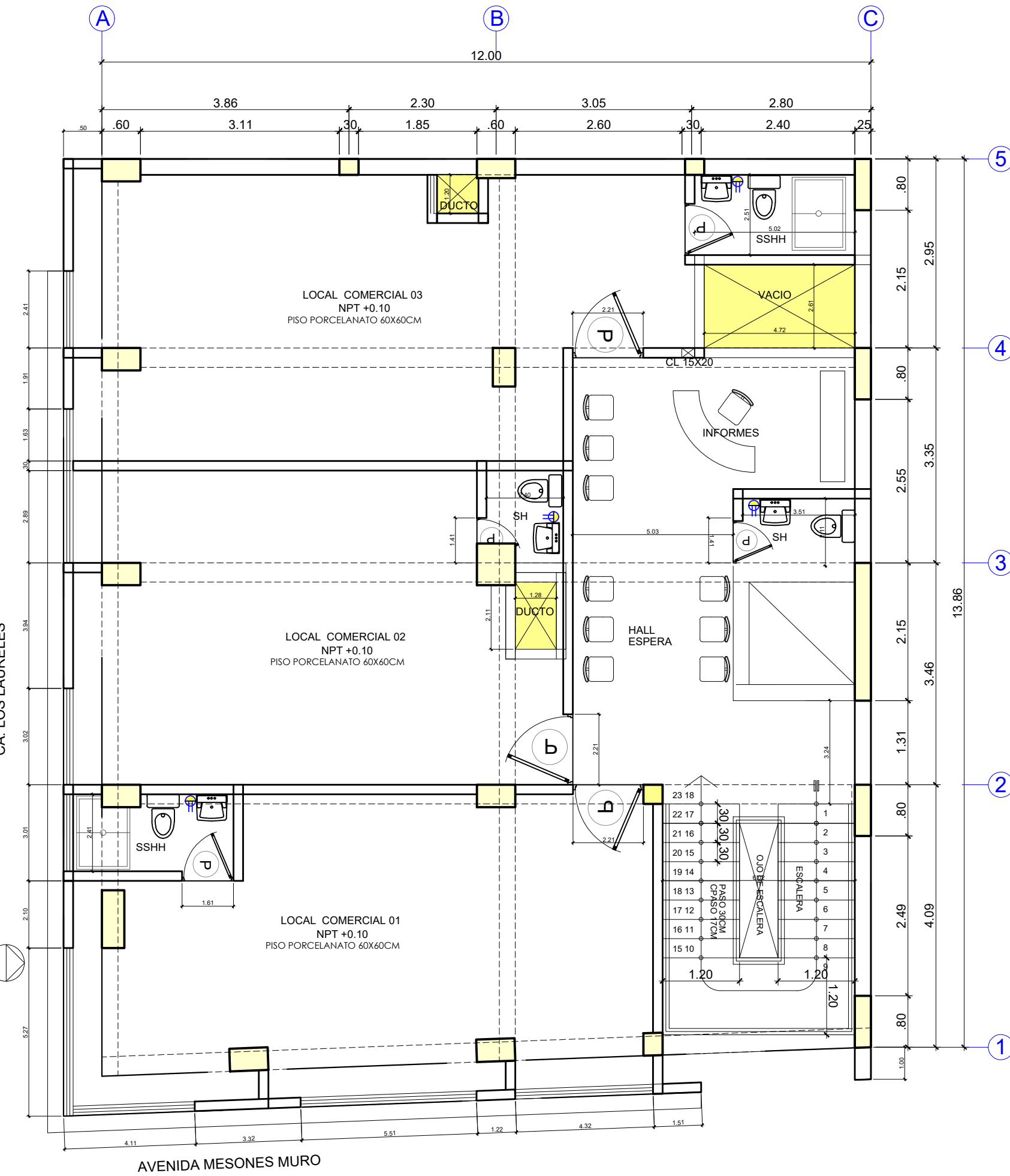
ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES



ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES


**PRIMER NIVEL**  
ALTURA LIBRE 3.52 ESCALA 1/50

ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES

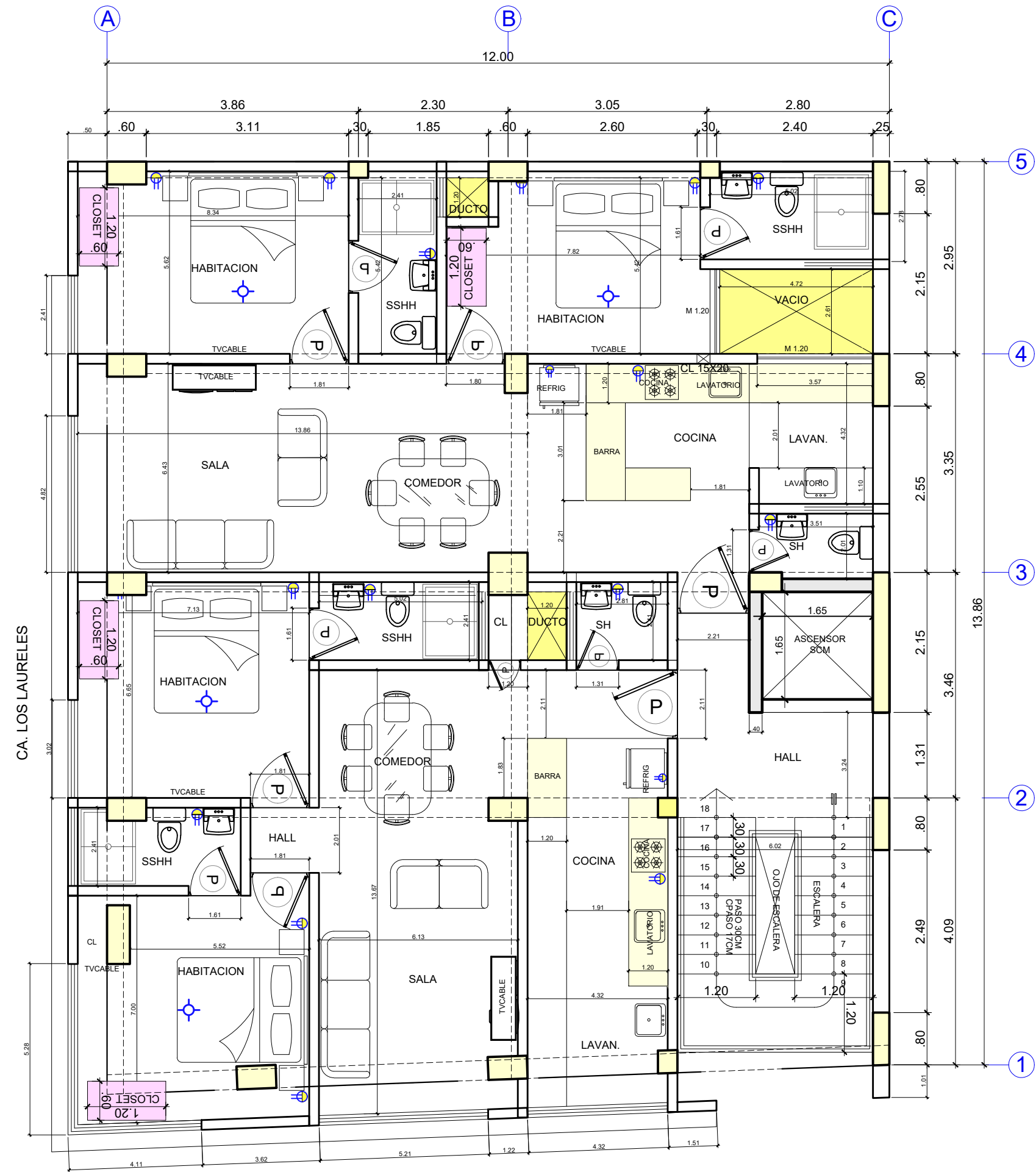


ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES

**2DO - 4TO NIVEL**  
ALTURA LIBRE 2.81 ESCALA 1/50

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>			
			
PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"			
TESISISTAS: BACH. DILSER JHOEL CARRIÓN HUACHEZ BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA			FECHA: AGOSTO 2024
LOCALIDAD: JAÉN	DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	REGION: CAJAMARCA
TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS	PLANO: ARQUITECTURA DISTRIBUCIÓN	ESCALA: 1/50	<b>A-01</b>

ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES



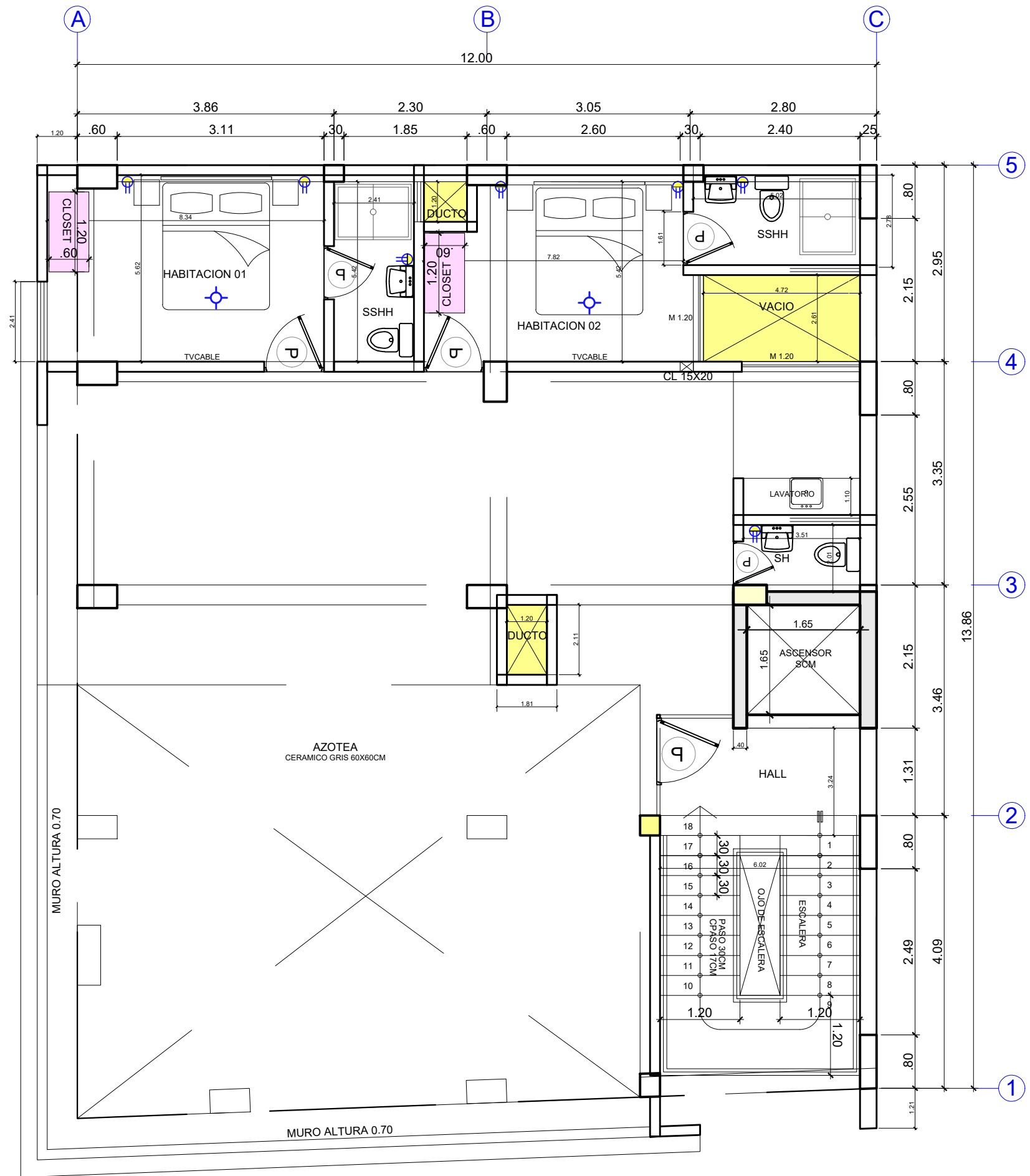
AVENIDA MESONES MURO

ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES

**5TO - 7MO NIVEL**

ALTURA LIBRE 2.81 ESCALA 1/50

ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES



AVENIDA MESONES MURO

ELEVACION E-02 - CA. LOS LAURELES

**AZOTEA NIVEL**

ALTURA LIBRE 2.81 ESCALA 1/50

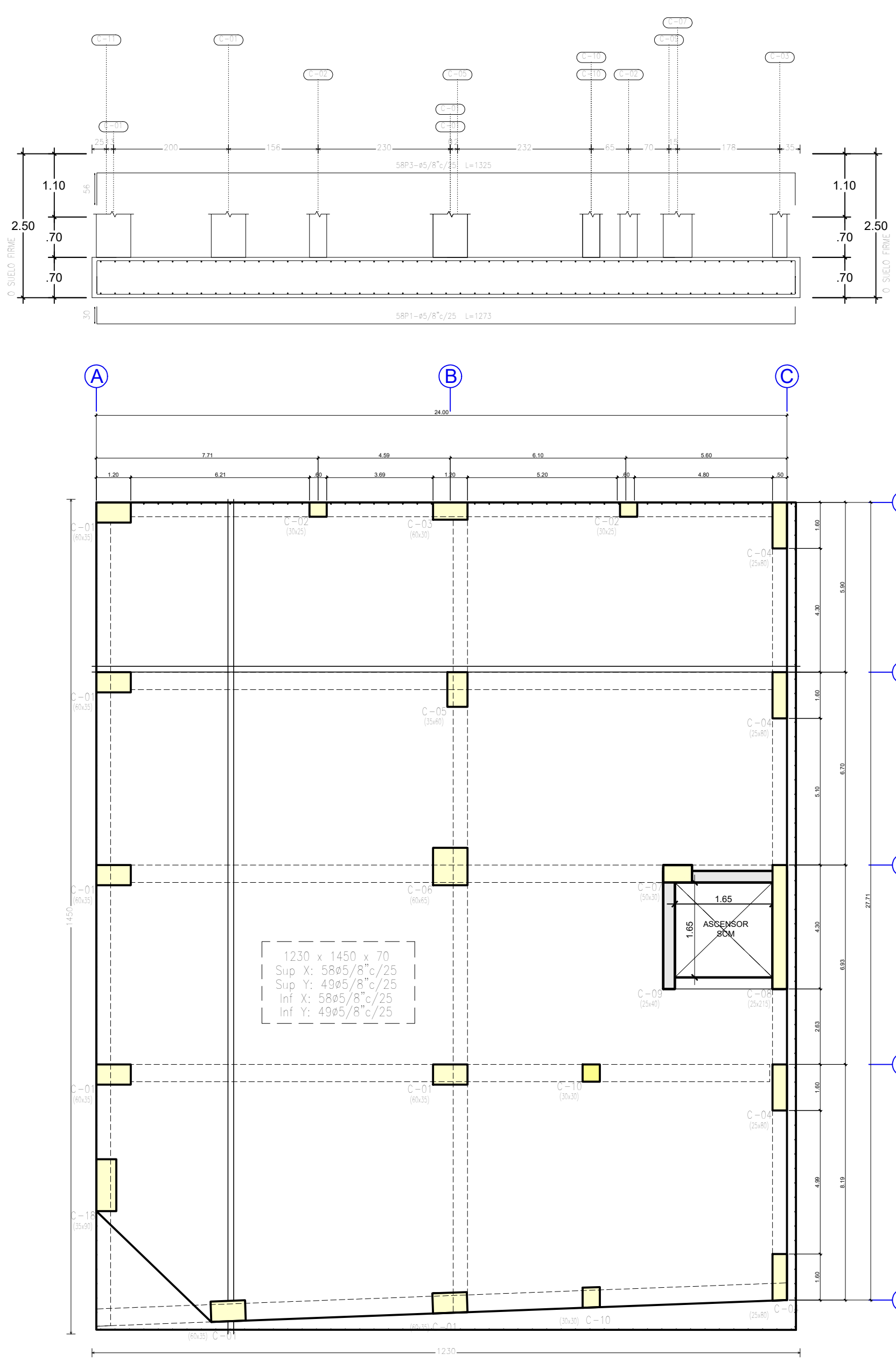
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>			
<b>UN</b>			
PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"			
TESISTAS: BACH. DILSER JHOEL CARRIÓN HUACHEZ BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA			FECHA: AGOSTO 2024
LOCALIDAD: JAÉN	DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	REGION: CAJAMARCA
TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS	PLANO: ARQUITECTURA DISTRIBUCIÓN	ESCALA: 1/50	<b>A-02</b>

Revisión note

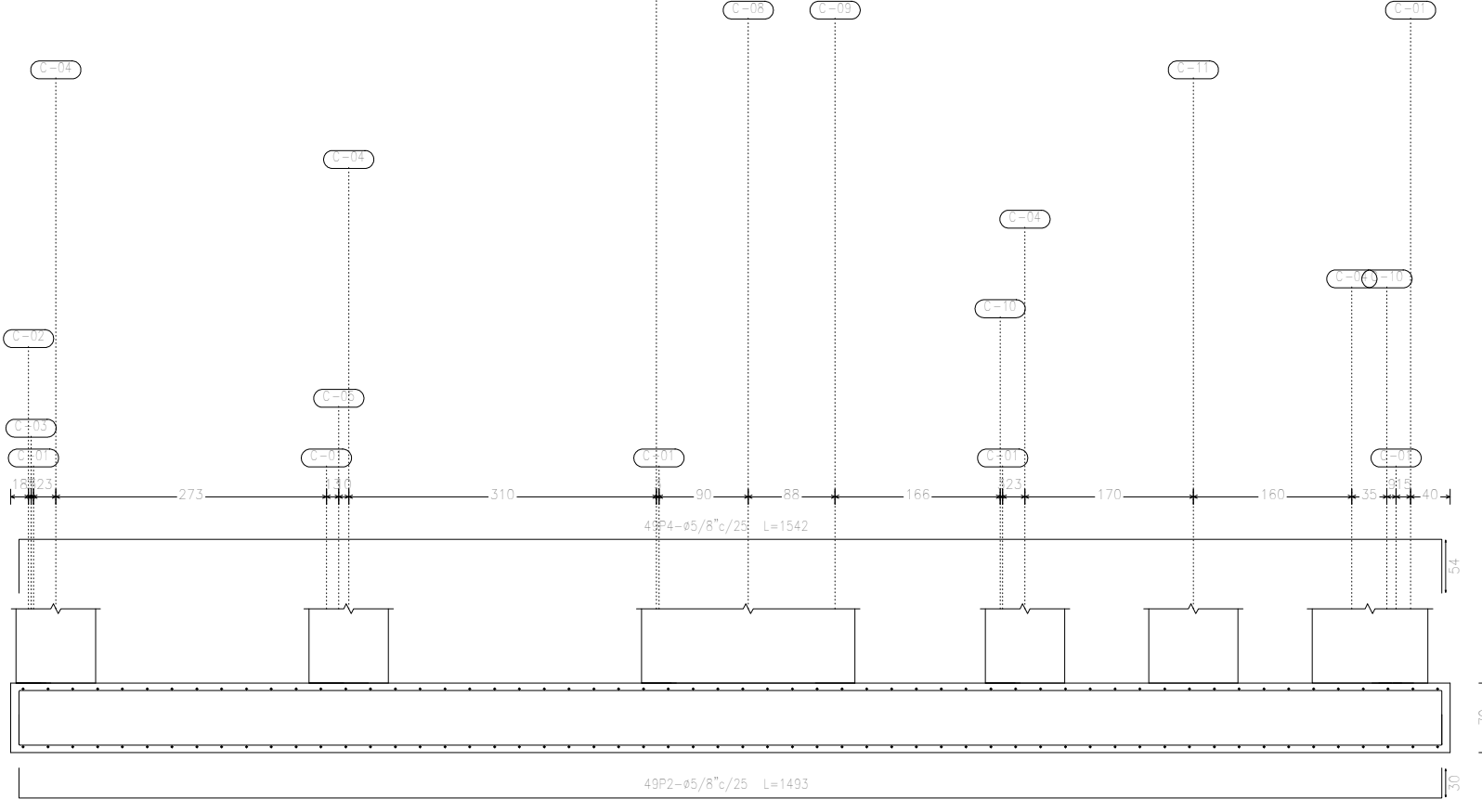
RevNo



**Anexo 4: PLANOS ESTRUCTURALES DE LA EDIFICACIÓN**



PLATEA DE CIMENTACION

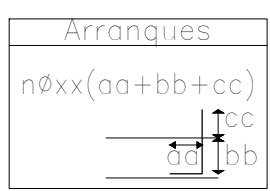
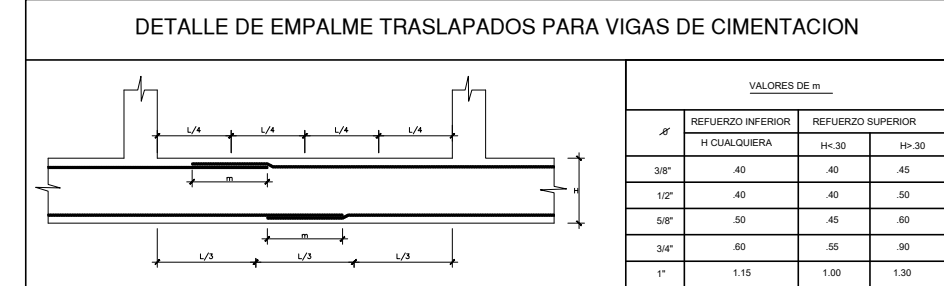


CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACION						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
(C-01-C-02-C-03-C-04-C-05-C-06-C-07-C-08-C-09-C-10-C-11)	1230x1450	70	58ø5/8" c/25	49ø5/8" c/25	58ø5/8" c/25	49ø5/8" c/25

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Pat. (cm)	Recto (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)	
(C-01-C-02-C-03-C-04-C-05-C-06-C-07-C-08-C-09-C-10-C-11)	1	ø5/8"	58	30	1213	30	1273	73834	1163.4	
	2	ø5/8"	49	30	1433	30	1493	73107	1142.8	
	3	ø5/8"	58	56	1213	56	1325	76850	1200.5	
	4	ø5/8"	49	54	1434	54	1542	75558	1180.3	
	5	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	6	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	7	ø3/8"	8	30	383	413	3304	73.9		
	8	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	9	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	10	ø3/8"	4	30	169	169	676	3.8		
	11	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	12	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	13	ø3/8"	4	30	169	169	676	3.8		
	14	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	15	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	16	ø3/8"	6	30	169	169	1014	5.7		
	17	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	18	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	19	ø3/8"	6	30	169	169	1014	5.7		
	20	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	21	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	22	ø3/8"	4	30	169	169	676	3.8		
	23	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	24	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	25	ø3/8"	6	30	169	169	1014	5.7		
	26	ø3/4"	12	30	383	413	4956	110.9		
	27	ø3/8"	4	30	159	159	636	3.6		
	28	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	29	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	30	ø3/8"	4	30	169	169	676	3.8		
	31	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	32	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	33	ø3/8"	4	30	89	89	356	2.0		
	34	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	35	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	36	ø3/8"	4	30	89	89	356	2.0		
	37	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	38	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	39	ø3/8"	4	30	99	99	396	2.2		
	40	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	41	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	42	ø3/8"	4	30	99	99	396	2.2		
	43	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	44	ø3/4"	10	30	383	413	4130	92.4		
	45	ø3/8"	6	30	189	189	1134	6.3		
	46	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	47	ø3/4"	10	30	383	413	4130	92.4		
	48	ø3/8"	6	30	189	189	1134	6.3		
	49	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	50	ø3/4"	10	30	383	413	4130	92.4		
	51	ø3/8"	6	30	189	189	1134	6.3		
	52	ø5/8"	2	30	370	400	800	12.5		
	53	ø3/4"	10	30	383	413	4130	92.4		
	54	ø3/8"	6	30	189	189	1134	6.3		
	55	ø3/4"	12	30	383	413	4956	110.9		
	56	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	57	ø3/8"	4	30	229	229	916	5.1		
	58	ø3/4"	8	30	383	413	3304	73.9		
	59	ø1"	4	30	478	508	2032	80.8		
	60	ø3/8"	6	30	169	169	1014	5.7		
	61	ø1/2"	18	30	356	356	6408	69.1		
	62	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	63	ø1/2"	8	15	205	15	235	1880	18.7	
	64	ø5/8"	6	30	391	421	2526	39.5		
	65	ø3/4"	4	30	383	413	1652	37.0		
	66	ø3/8"	6	30	99	99	396	3.3		
	67	ø3/4"	10	30	383	413	4130	92.4		
	68	ø3/8"	4	30	139	139	556	3.1		
Total +10%: 8111.1										

Vigas CIMENTACION  
Despiece cimentación  
Hormigón: concreto f'c 210kg/cm2  
Escala: 1:50

Resumen Acero Cimentación	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Despiece cimentación			
Grado 60 ø3/8"	161.8	100	
ø1/2"	88.3	97	
ø5/8"	3083.3	5298.2	
ø3/4"	702.1	1728	
ø1"	203.2	889	
			8112



- C-01: 4ø1"(30+61+417)  
8ø3/4"(30+61+322)
- C-02: 4ø3/4"(30+61+322)  
2ø5/8"(30+61+309)
- C-03: 12ø3/4"(30+61+322)
- C-04: 10ø3/4"(30+61+322)  
2ø5/8"(30+61+309)
- C-05: 4ø1"(30+61+417)  
8ø3/4"(30+61+322)
- C-06: 4ø1"(30+61+417)  
8ø3/4"(30+61+322)
- C-07: 10ø3/4"(30+61+322)
- C-08: 4ø3/4"(30+61+322)  
18ø1/2"(30+61+295)
- C-09: 4ø3/4"(30+61+322)  
6ø5/8"(30+61+330)
- C-10: 4ø3/4"(30+61+322)  
2ø5/8"(30+61+309)
- C-11: 4ø1"(30+61+417)  
12ø3/4"(30+61+322)

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-060**

**A- MATERIALES:**

- Salvados de 4" - ø6" : Cemento-Hormigón 1:10
- Falso piso de 4" : Cemento-Hormigón 1:8
- Sobrecimientos Reforzados : f'c = 210 kg/cm2
- Muros de Contención : f'c = 210 kg/cm2
- Plataformas de Cimentación : f'c = 210 kg/cm2
- Vigas de Conexión : f'c = 210 kg/cm2
- Placas, Columnas, y Vigas : f'c = 210 kg/cm2
- Losas Aligeradas y Macizas : f'c = 210 kg/cm2
- Columnetas, y zapatas : f'c = 210 kg/cm2

Aceros grado 60 - fy = 4200 kg/cm2

Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo MS o similar

**B- RECURRIMIENTOS MINIMOS (LIBRES):**

- Sobrecimientos Reforzados : 5 cms
- Muros de Contención : 4 cms
- Plataformas : 5 cms
- Vigas de Conexión : 5 cms
- Placas y Columnas : 4 cms
- Columnas de confinamiento : 2.5 cms
- Vigas Peraltadas : 4 cms
- Vigas de confinamiento : 2.5 cms
- Losas y vigas chatas : 2.5 cms

**C- TIEMPO MINIMO DE DESENCOFRADO:**

- Sobrecimientos Reforzados : 24 horas
- Muros de Contención : 36 horas
- Plataformas : 36 horas
- Vigas de Conexión : 36 horas
- Placas y Columnas : 36 horas
- Columnas de confinamiento : 36 horas
- Costado de Vigas Peraltadas : 36 horas
- Fondo de Vigas Principales : 36 horas
- Losas Menores a 5m : 21 Dias + 1 día por cada Metro Adicional
- Losas Mayores a 5m : 21 Dias + 1 día por cada Metro Adicional
- Losas y Vigas Chatas : 36 horas
- Losas Menores a 2.5m : 7 Dias
- Losas Mayores a 5m : 7 Dias + 1 día por cada Metro Adicional

**D- CURADO:**

Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendando usar Curador Químico Membranal Tipo C

**2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050**

**E- RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

- Tipo de Cimentación : Placas de cimentación y Zapatas Contradas
- Profundidad mínima de Cimentación : 1.50 mts
- Estrato de Apoyo de la Cimentación : Arcilla cohesiva - CL
- Capacidad portante del Terreno : Para Cimentación Cónicas : 0.82 kg/cm2
- Factor de seguridad por corte : F.S.E = 3
- Coefficiente de Balasto : 0.3703 kg/cm3
- Asentamiento Maximo Permisible : 2.00 cm < 2.04cm
- Expansibilidad Libre del Suelo : 22 % < 25% Expansibilidad Media
- Problemas Especiales de Cimentación : No Existe la Presencia de Suelos Colapsables ni Licuables
- Exposición Moderada a los Sulfatos

**F- AGRESIVIDAD DEL SUELO**

- Parámetros Para Obras de Sostentimiento
- Peso Especifico (Y) : 1525 kg/m3
- Angulo de Fricción Interna (Ø) : 11.30°
- Cohesión (C) : 0.39
- Coefficiente de Poisson (µ) : 0.35
- Coefficiente Activo Estático (Ka) : 0.58
- Coefficiente en Reposo Estático (Kp) : 0.80
- Coefficiente en Pasivo Estático (Ks) : 1.49

**G- ALBAÑILERIA: NORMA E-070**

TIPO DE LADRILLO : Ladrillo TIPO IV - Tipo Industrial

MORTERO : Cemento - Arena 1:5 , Espesor = 1 cm

**PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALBAÑILERIA**

- f<sub>c</sub> = 145 kg/cm2 : Resistencia a la Compresión de las Unidades
- f<sub>m</sub> = 65 kg/cm2 : Resistencia a la Compresión de las Pilas
- V<sub>m</sub> = 8.1 kg/cm2 : Resistencia al Corte Puro

**H- PARAMETROS SISMICOS:**

- FACTOR DE ZONA (ZONA 2) : Z=0.25g
- FACTOR DE SUELO (TIPO S2) : S=1.2
- COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA C=2.5
- FACTOR DE REDUCCION EN EJE "X" : R = 6
- FACTOR DE REDUCCION EN EJE "Y" : R = 3

**I- CATEGORIA DE LA EDIFICACION:**

TIPO A (Edificación Esencial: Centro Educativo)

**J- SISTEMA ESTRUCTURAL:**

- Sentido X: SISTEMA DE MUROS DE ALBAÑILERIA
- Sentido Y: SISTEMA DUAL

**K- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS:**

PARAMETROS PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTRE PISOS: D<sub>lateral</sub> < 0.007 - CONCRETO ARMADO

**L- JUNTAS DE SEPARACION SISMICA**

- JUNTA DE SEPARACION SISMICA ENTE BLOQUES : S = 7.5m
- JUNTA DE SEPARACION SISMICA EN TABIQUES : S = 2.5m

**3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020**

**F- SOBRECARGAS:**

- Corredores y Escaleras : 400 kg/m2
- Aulas : 250 kg/m2
- Salas de Reunion, Baños y Laboratorios : 300 kg/m2

**4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:**

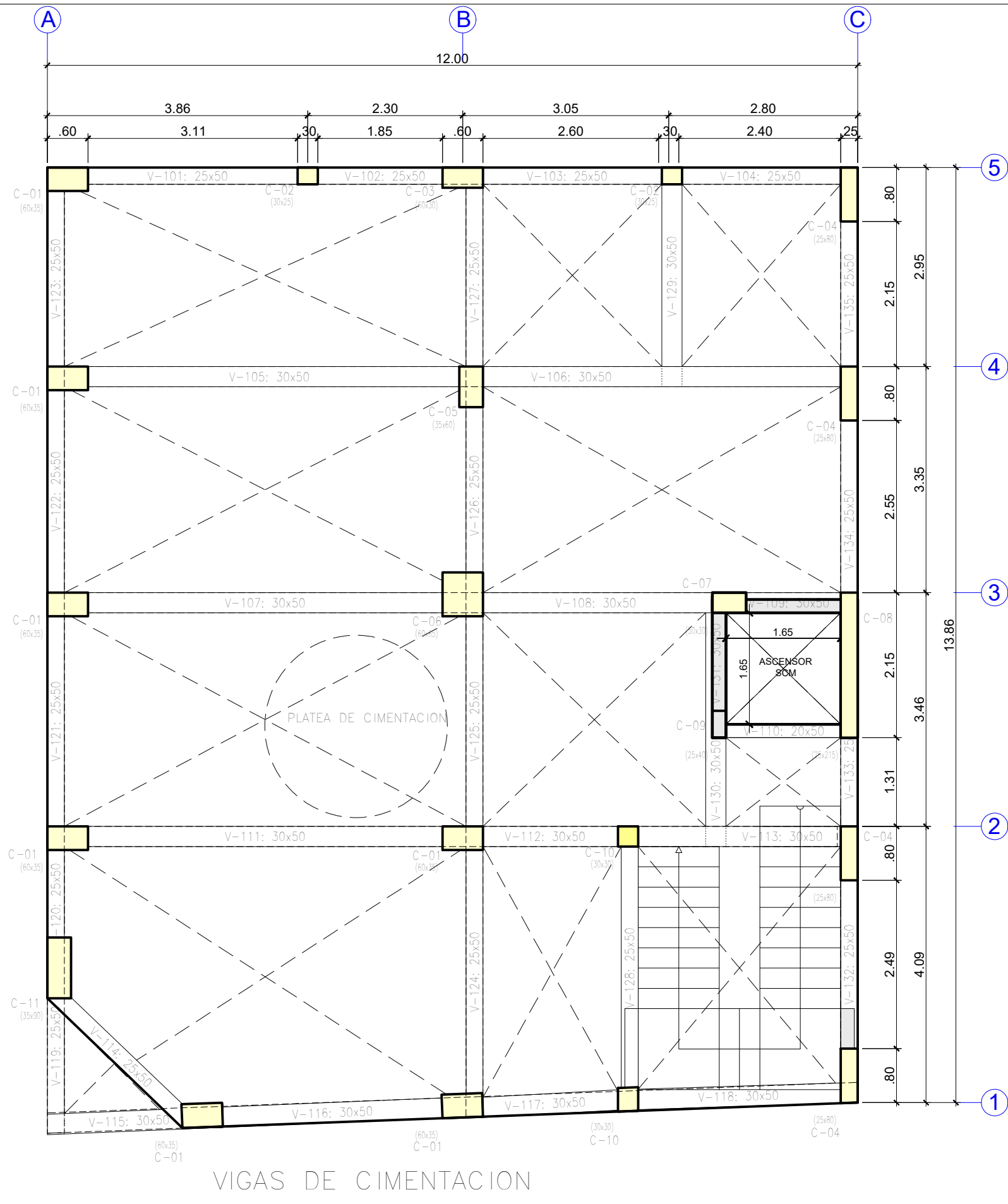
- Norma E-020 "Cargas"
- Norma E-030 "Diseño Sismo-Resistente"
- Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Norma E-060 "Concreto Armado"
- Norma E-070 "Albanileria"
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

TESISTAS: BACH. DILSER JOHEL CARRIÓN HUACHEZ BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA	FECHA: AGOSTO 2024		
LOCALIDAD: JAÉN	DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	REGION: CAJAMARCA
TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS	PLANO: ESTRUCTURAS CIMENTACIONES	ESCALA: 1/50	<b>E-01</b>





VIGAS DE CIMENTACION

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

<p><b>1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-060</b></p> <p><b>A- MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto: Sólidos de 4" - 6"</li> <li>Falso piso de 4"</li> <li>Sobrecimientos Reforzados</li> <li>Muros de Contención</li> <li>Placas de Cementación</li> <li>Vigas de Conexión</li> <li>Placas, Columnas, y Vigas</li> <li>Losas Aligeradas y Mallas</li> <li>Columnetas, y viguetas</li> <li>Acero grado 60 - fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo MS o Similar</li> </ul> <p><b>B- RECUBRIMIENTOS MINIMOS (LIBRES):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecimientos Reforzados: 5 cms</li> <li>Muros de Contención: 4 cms</li> <li>Placas: 5 cms</li> <li>Vigas de Conexión: 4 cms</li> <li>Placas y Columnas: 2.5 cms</li> <li>Vigas Peraltadas: 4 cms</li> <li>Vigas de confinamiento: 2.5 cms</li> <li>Losas y vigas chatas: 2.5 cms</li> </ul> <p><b>C- TIEMPO MINIMO DE DESENCOFRADO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecimientos Reforzados: 24 horas</li> <li>Muros de Contención: 36 horas</li> <li>Placas: 36 horas</li> <li>Vigas de Conexión: 36 horas</li> <li>Placas y Columnas: 36 horas</li> <li>Columnas de confinamiento: 36 horas</li> <li>Costado de Vigas Peraltadas: 36 horas</li> <li>Fondo de Vigas Principales: 36 horas</li> <li>Luces Menores a 5m: 21 Dias</li> <li>Luces Mayores a 5m: 21 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional</li> <li>Vigas de confinamiento: 36 horas</li> <li>Losas y Vigas Chatas: 36 horas</li> <li>Luces Menores a 2.5m: 7 Dias</li> <li>Luces Mayores a 5m: 7 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional</li> </ul> <p><b>D- CURADO:</b></p> <p>Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendandose usar Curador Químico Merbrantil Tipo C</p>	<p><b>2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050</b></p> <p><b>E- RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION DEL ESTUDIO</b></p> <p><b>DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de Cimentación: Placas de cimentación y Zapatas Combinadas</li> <li>Profundidad mínima de Cimentación: 1.50 mts</li> <li>Estrato de Apoyo de la Cimentación: Arcilla cohesiva - CL</li> <li>Capacidad portante del Terreno: Para Cimientos Corridos: 0.82 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>Factor de seguridad por corte: F.S.E = 3 F.S.D = 2.5</li> <li>Coefficiente de Balasto: 0.3703 kg/cm<sup>3</sup></li> <li>Asentamiento Maximo Permissible: 2.00 cm &lt; 2.04cm</li> <li>Expansibilidad Libre del Suelo: 22 % &lt; 25% Expansibilidad Media</li> <li>Problemas Especiales de Cimentación: No Existe la Presencia de Suelos Colapsables ni Licuables</li> <li>Exposición Moderada a los Sulfatos</li> <li>Agresividad del Suelo: Parametros Para Obras de Sostentamiento</li> <li>Peso Especifico (Y): 1525 kg/m<sup>3</sup></li> <li>Angulo de Fricción Interna (Ø): 11.30°</li> <li>Cohesión (C): 0.39</li> <li>Coefficiente de Poisson (µ): 0.35</li> <li>Coefficiente Activo Estático (Ka): 0.58</li> <li>Coefficiente en Reposo Estático (Ks): 0.80</li> <li>Coefficiente en Pasivo Estático (Kp): 1.49</li> </ul> <p><b>3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020</b></p> <p><b>F- SOBRECARGAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comedores y Escaleras: = 400 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Aulas: = 250 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Salas de Reunion, Baños y Laboratorios: = 300 kg/m<sup>2</sup></li> </ul> <p><b>4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Norma E-020 "Cargas"</li> <li>Norma E-030 "Diseño Sismo-Resistente"</li> <li>Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"</li> <li>Norma E-060 "Concreto Armado"</li> <li>Norma E-070 "Albanilería"</li> <li>REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)</li> </ul>	<p><b>5.- ALBAÑILERIA: NORMA E-070</b></p> <p><b>G- ALBAÑILERIA:</b></p> <p>TIPO DE LADRILLO: Ladrillo TIPO IV - Tipo Industrial</p> <p>MORTERO: Cemento - Arena 1:5, Espesor = 1 cm</p> <p>PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALBAÑILERIA</p> <p>f<sub>o</sub> = 145 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia a la Compresión de las Unidades</p> <p>f<sub>m</sub> = 65 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia a la Compresión de las Pilas</p> <p>V<sub>m</sub> = 8.1 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia al Corte Puro</p> <p><i>Si tiene Alveolos estos no excederán el 30% del Volumen</i></p> <p><b>6.- DISEÑO SISMO - RESISTENTE: NORMA E-030</b></p> <p><b>H- PARAMETROS SISMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FACTOR DE ZONA (ZONA 2): Z=0.25g</li> <li>FACTOR DE USO E IMPORTANCIA U = 1.5</li> <li>FACTOR DE SUELO (TIPO S2): S=1.2 T<sub>p</sub>(s)≥0.6 s.</li> <li>COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA: C = 2.5</li> <li>FACTOR DE REDUCCION EN EJE "X": R = 6</li> <li>FACTOR DE REDUCCION EN EJE "Y": R = 3</li> </ul> <p><b>I- CATEGORIA DE LA EDIFICACION:</b></p> <p>TIPO A (Edificación Escolar: Centro Educativo)</p> <p><b>J- SISTEMA ESTRUCTURAL:</b></p> <p>Sentido X: SISTEMA DE MUROS DE ALBAÑILERIA</p> <p>Sentido Y: SISTEMA DUAL</p> <p><b>K- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS:</b></p> <p>PARAMETROS PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL ENTRE PISOS: D<sub>lateral</sub> &lt; 0.007 - CONCRETO ARMADO</p> <p><b>L- JUNTAS DE SEPARACION SISMICA</b></p> <p>JUNTA DE SEPARACION SISMICA ENTE BLOQUES S = 7.5cm</p> <p>JUNTA DE SEPARACION SISMICA EN TABIQUEOS S = 2.5cm</p>
--	---	--

TIPO	COLUMNAS		ESTRIBOS		
	SECCION Y ACERO	NIVEL	FORMA	Ø	ESPACIAMIENTO EN CM DESDE AMBOS EXTREMOS
C-01	8P5-ø3/4" 4X1P6-ø1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]		4P7-ø3/8"c/15 L=169
C-02	4X1P32-ø3/4" 2X1P31-ø5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P33-ø3/8"c/15 L=89
C-03	12X1P6-ø5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P27-ø3/8"c/15 L=159
C-04	10P53-ø3/4" 2X1P52-ø5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	6P54-ø3/8"c/10 L=189
C-05	4X1P29-ø1" 8P28-ø3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P30-ø3/8"c/15 L=169
C-06	12P20-ø3/4" 4X1P21-ø1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P22-ø3/8"c/15 L=199 4P22-ø3/8"c/15 L=165

TIPO	COLUMNAS		ESTRIBOS		
	SECCION Y ACERO	NIVEL	FORMA	Ø	ESPACIAMIENTO EN CM DESDE AMBOS EXTREMOS
C-07	10X1P6-ø5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P68-ø3/8"c/15 L=139
C-08: SE CONSIDERA UNA PLACA	2X9P61-ø1/2" 4X1P62-ø3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	2X4P63-ø1/2"c/15 L=235
C-09	6P64-ø5/8" 4X1P65-ø3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	6P66-ø3/8"c/10 L=99
C-10	2X1P37-ø5/8" 4X1P38-ø3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P39-ø3/8"c/15 L=99
C-11	12P55-ø3/4" 4X1P56-ø1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo	[Diagrama]	3/8"	4P57-ø3/8"c/15 L=229

Vigas CIMENTACION  
Despice cimentación  
Hormigón: concreto f'c 210kg/cm<sup>2</sup>  
Escala: 1:50

Resumen Acero Cimentación	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Grado 60 ø3/8"	161.8	100	
ø1/2"	88.3	97	
ø5/8"	3083.3	5298	
ø3/4"	702.1	1728	
ø1"	203.2	889	8112

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE PÓLIRETENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

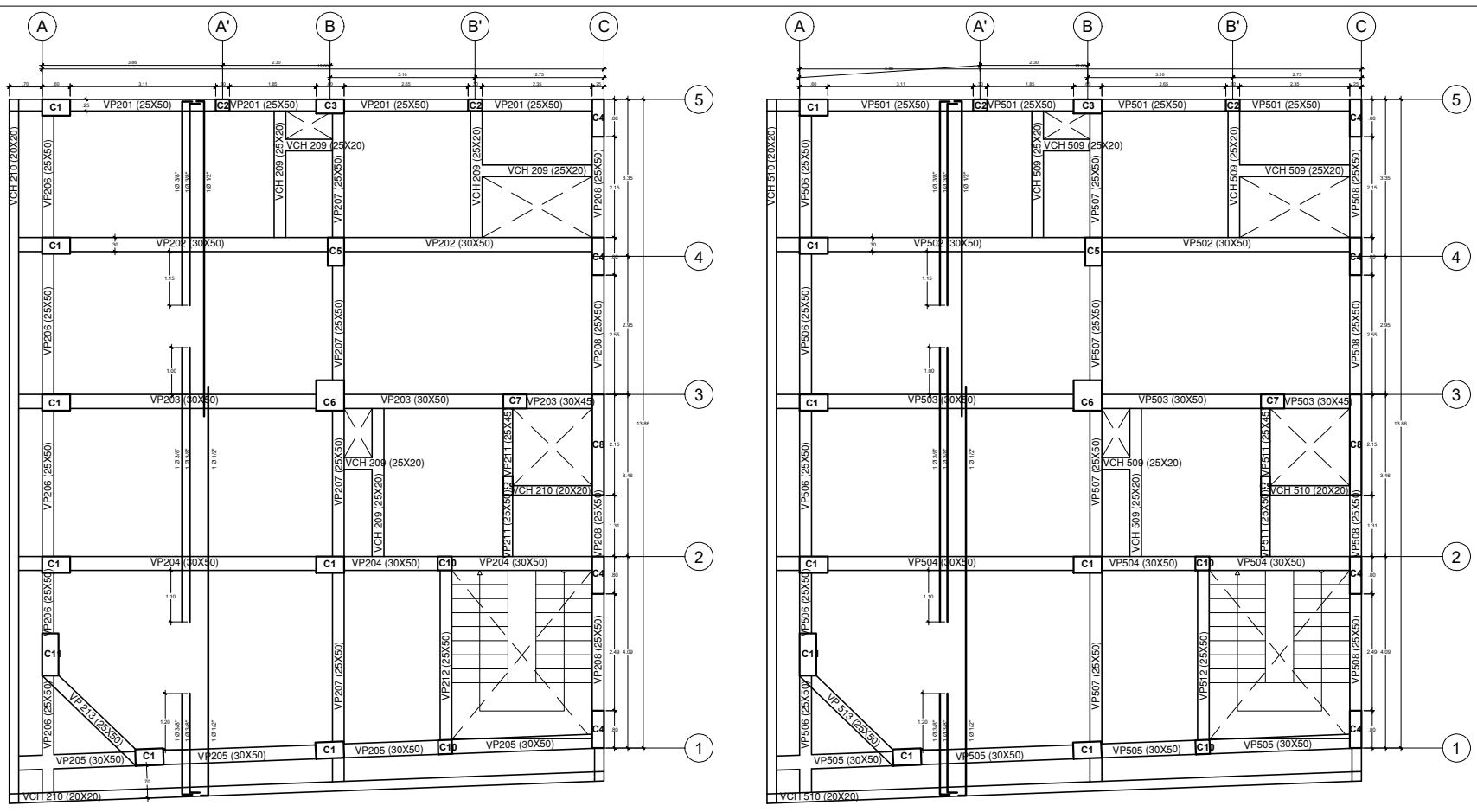
TESISTAS: BACH. DILSER JHOEL CARRIÓN HUACHEZ  
BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA

FECHA: AGOSTO 2024

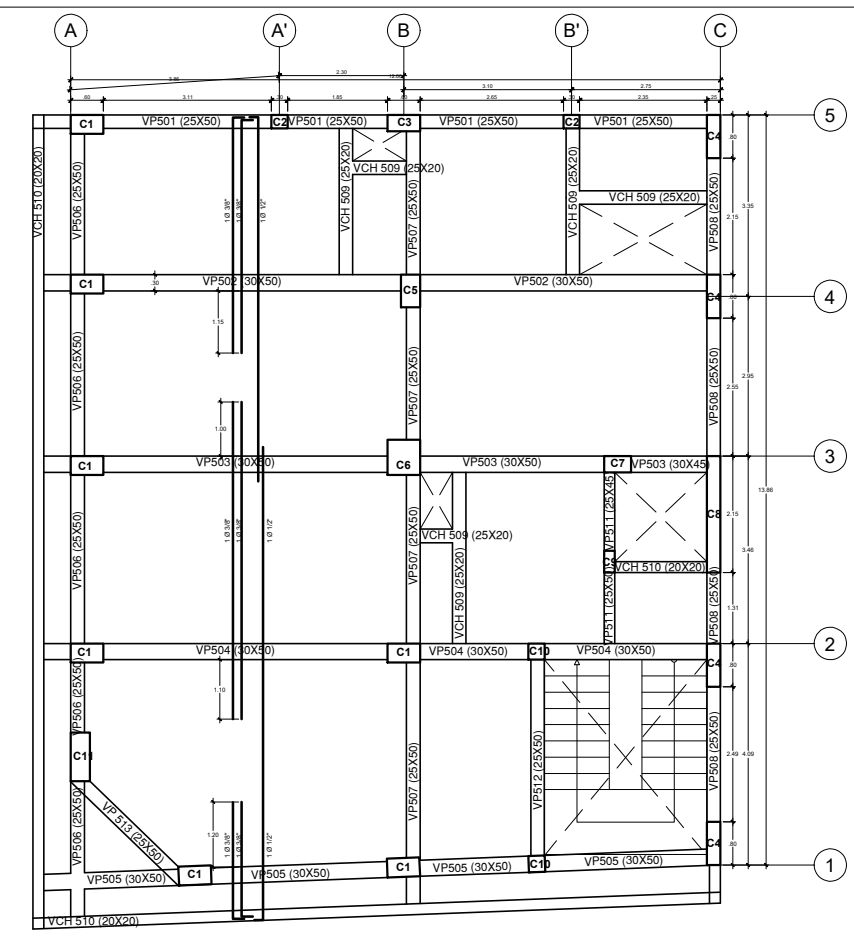
LOCALIDAD: JAÉN PROVINCIA: JAÉN REGION: CAJAMARCA

TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS PLANO: ESTRUCTURAS COLUMNAS ESCALA: 1/50

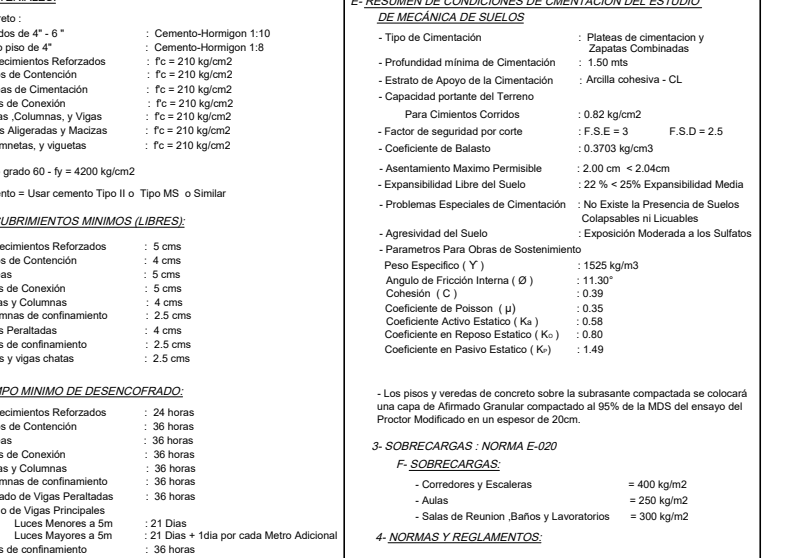
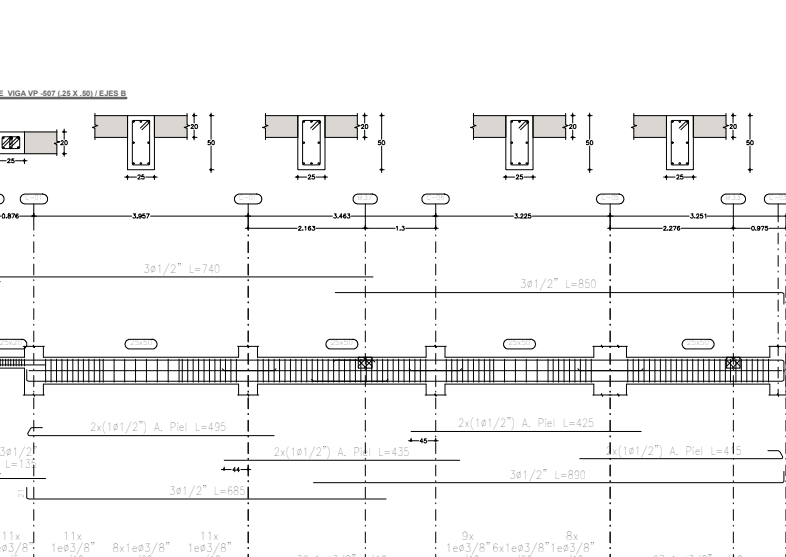
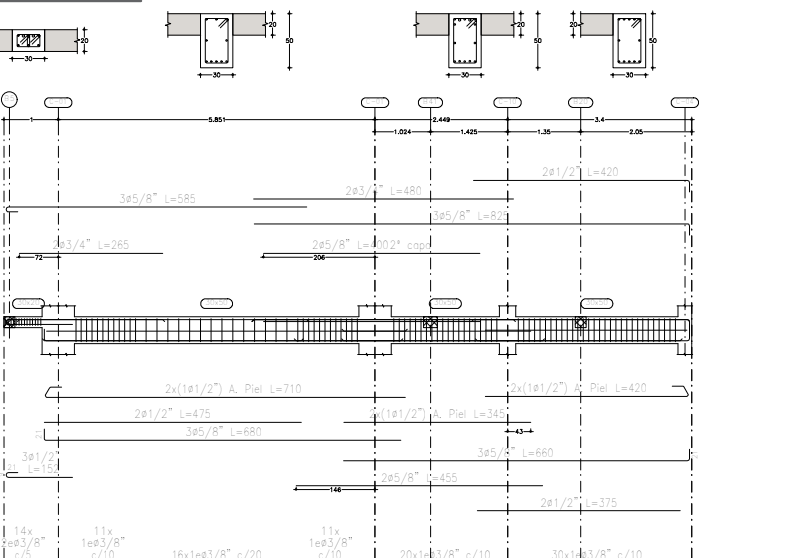
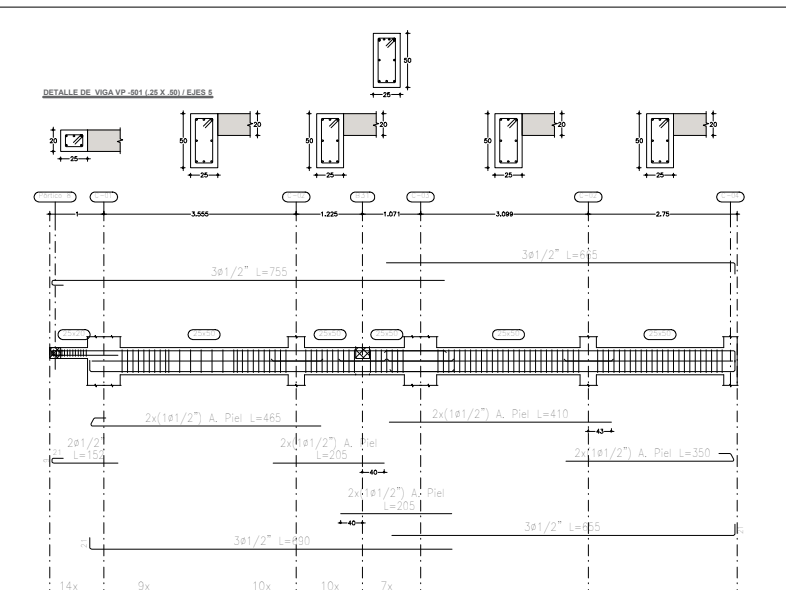
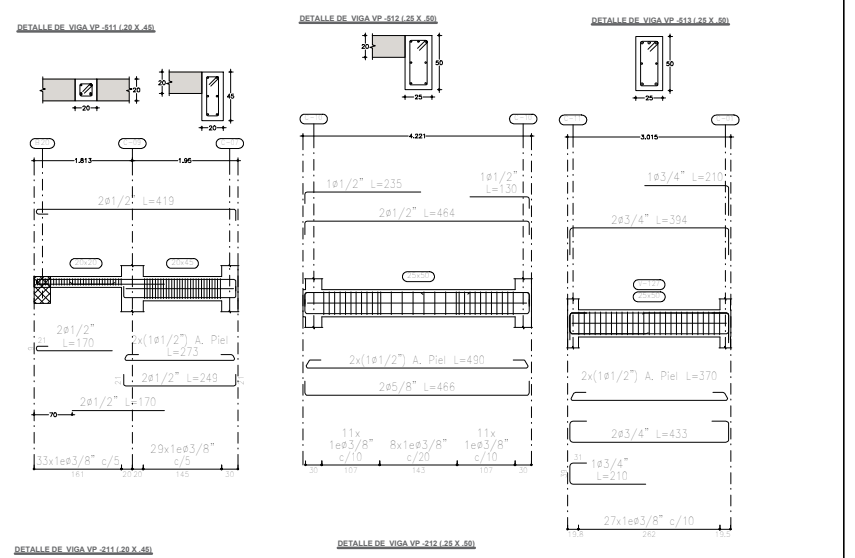
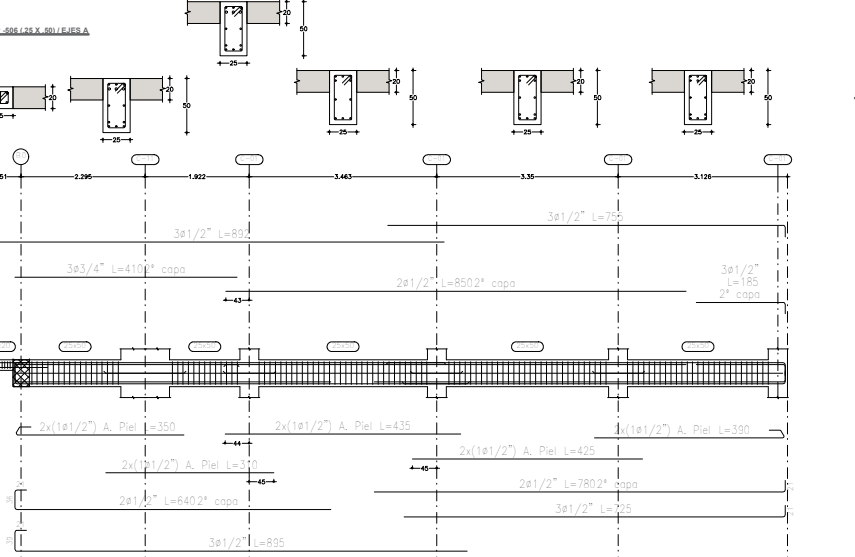
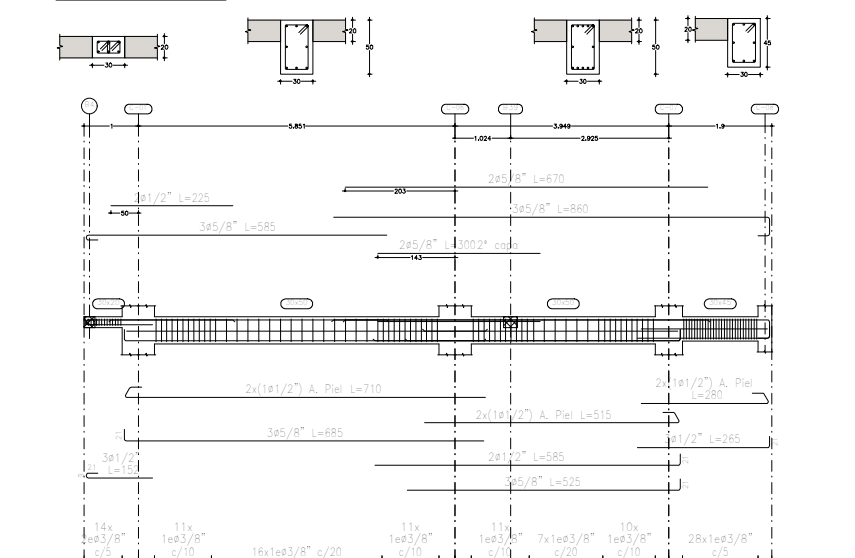
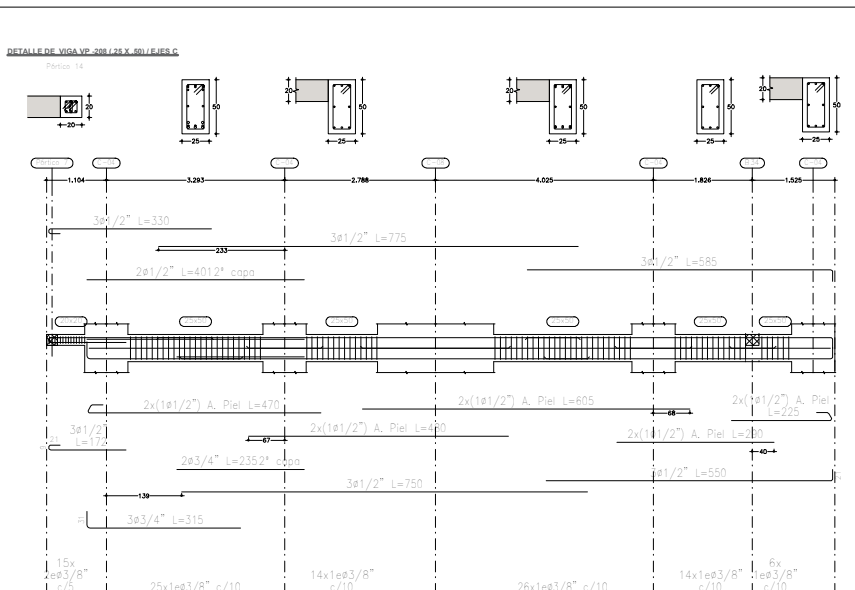
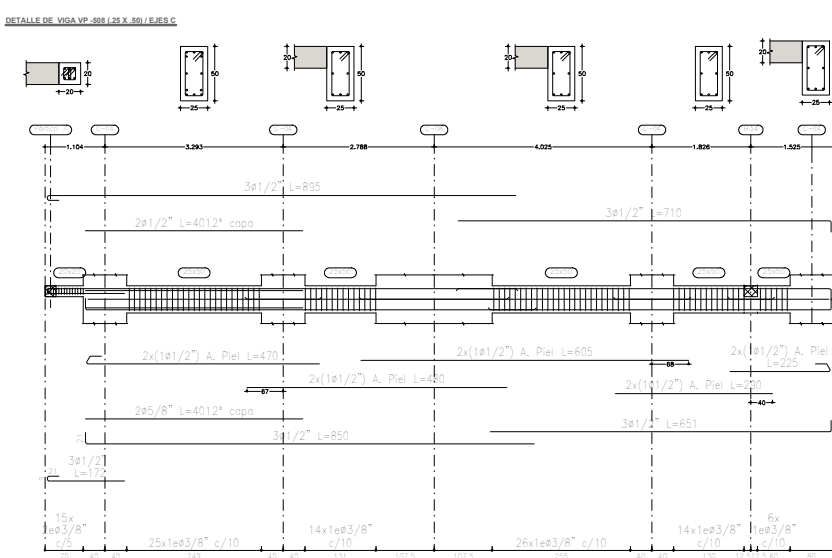
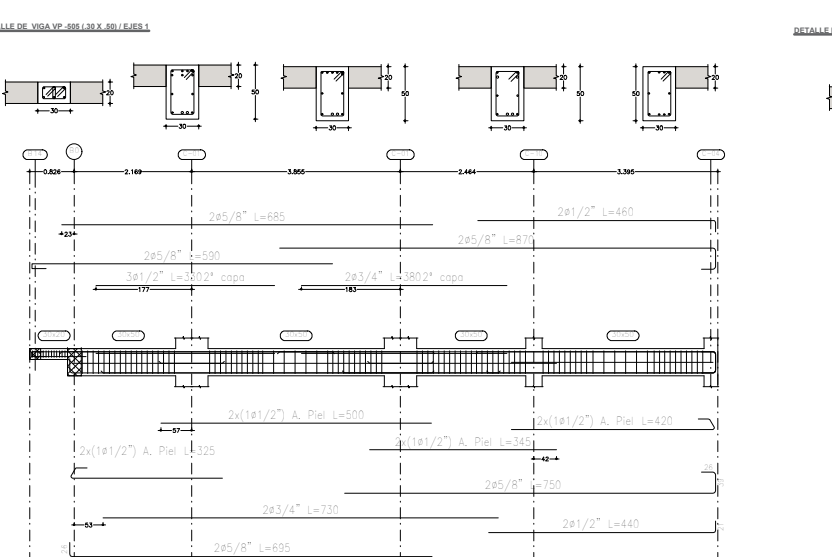
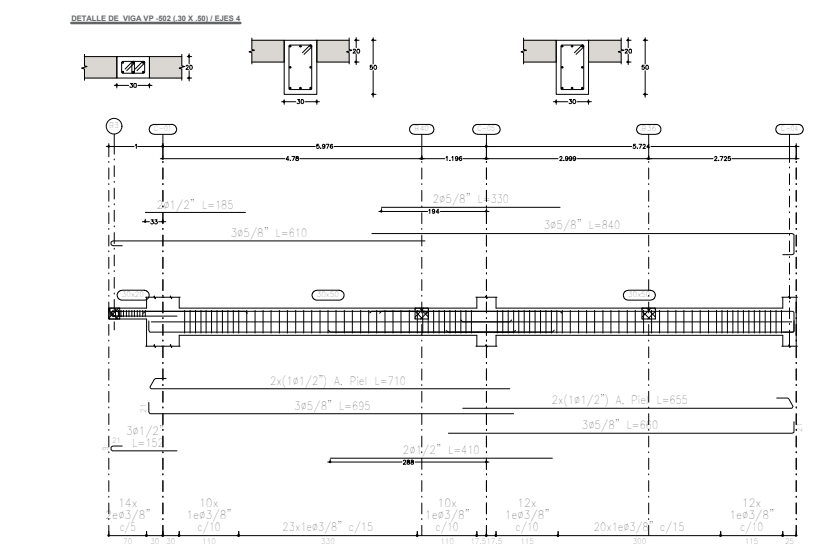
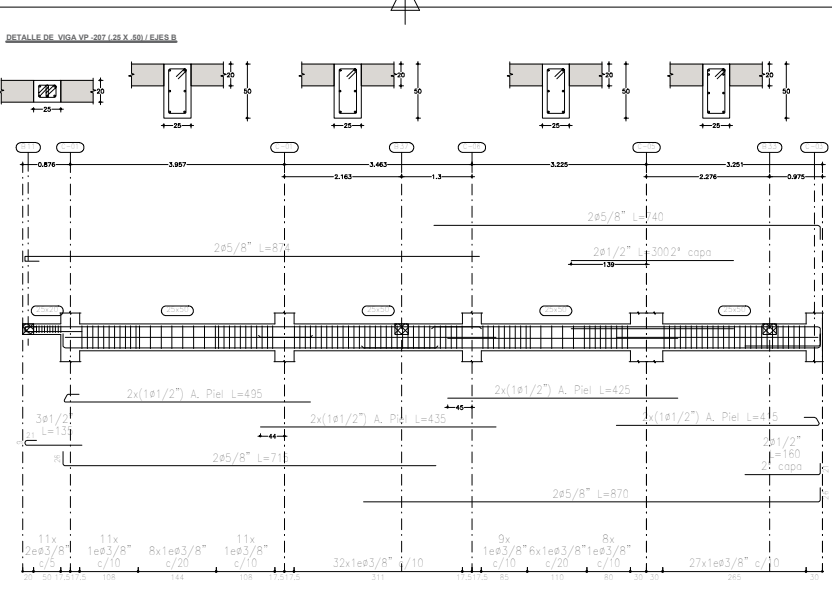
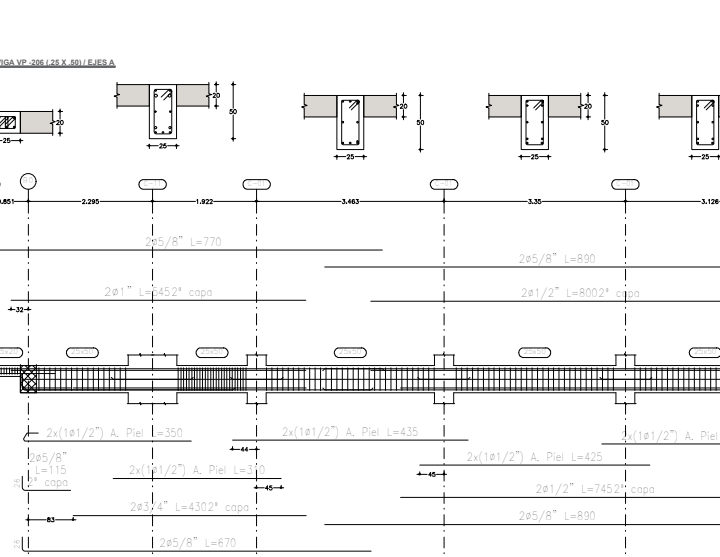
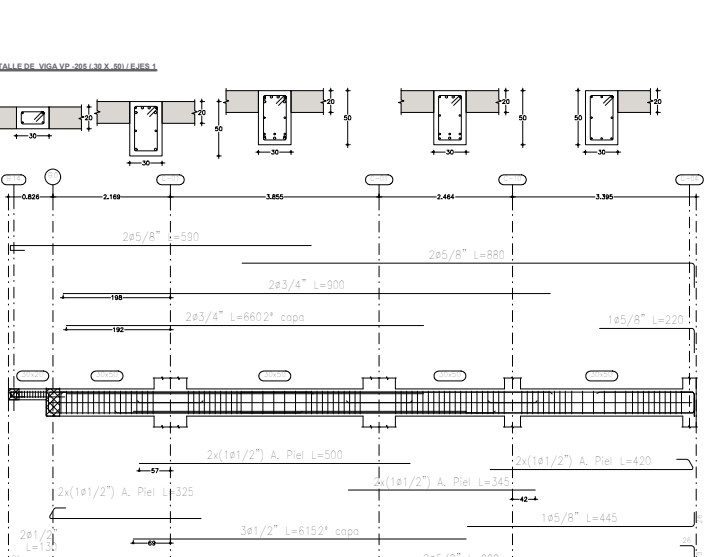
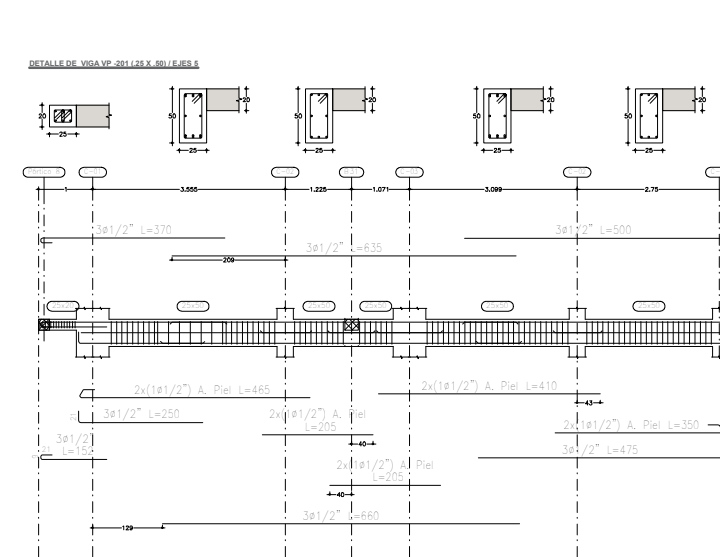
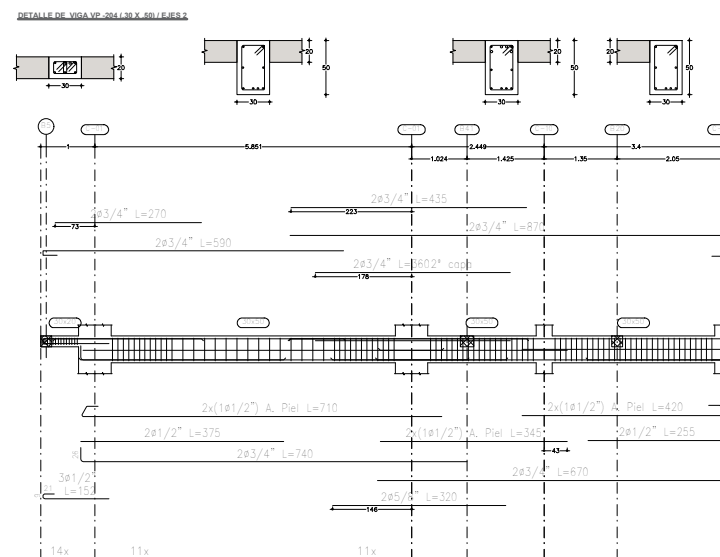
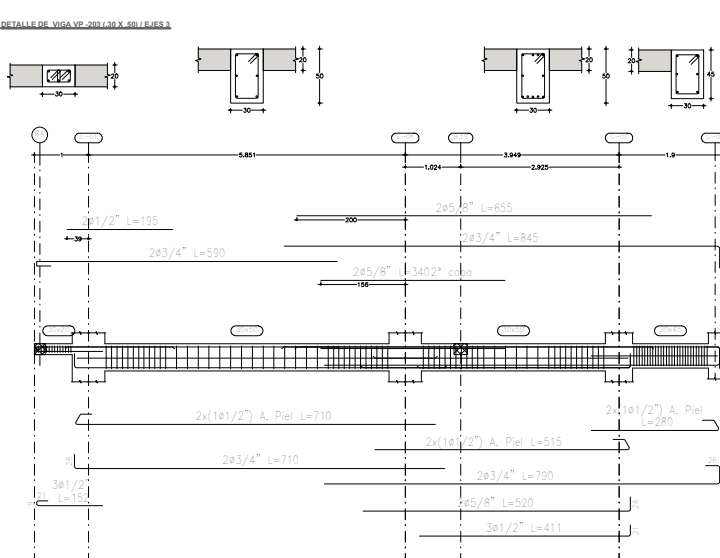
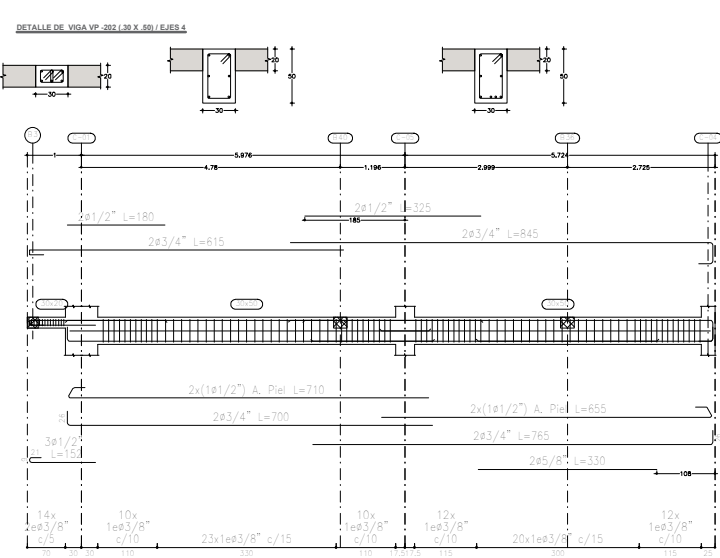
**E-02**



**PLANTA PRIMER NIVEL HASTA TERCER NIVEL**  
esc:1,50



**PLANTA CUARTO NIVEL HASTA SEPTIMO NIVEL**  
esc:1,50



**DETALLE DE TRASLAPES EN VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS**

REINFORZAMIENTO	VALORES DE $f_c$	ESPESOR DE LA LOSA
1	210	10
2	210	10
3	210	10
4	210	10
5	210	10
6	210	10
7	210	10
8	210	10
9	210	10
10	210	10
11	210	10
12	210	10
13	210	10
14	210	10
15	210	10
16	210	10
17	210	10
18	210	10
19	210	10
20	210	10
21	210	10
22	210	10
23	210	10
24	210	10
25	210	10
26	210	10
27	210	10
28	210	10
29	210	10
30	210	10
31	210	10
32	210	10
33	210	10
34	210	10
35	210	10
36	210	10
37	210	10
38	210	10
39	210	10
40	210	10
41	210	10
42	210	10
43	210	10
44	210	10
45	210	10
46	210	10
47	210	10
48	210	10
49	210	10
50	210	10

**PRIMER NIVEL**  
Despiece de vigas  
Hormigón:  $f_c=210$   
Acero en barras: Grado 60  
Acero en estribos: Grado 60  
Escala páticos 1:100  
Escala secciones 1:50  
Escala huecos 1:50

**CUARTO NIVEL**  
Despiece de vigas  
Hormigón:  $f_c=210$   
Acero en barras: Grado 60  
Acero en estribos: Grado 60  
Escala páticos 1:100  
Escala secciones 1:50  
Escala huecos 1:50

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-000**

**A.- MATERIALES:**

- Grado de 60 -  $f_y = 4200$  kg/m<sup>2</sup>
- Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo M5 o similar

**B.- RECUBRIMIENTOS MINIMOS (LBRES):**

- Sobrecimientos Reforzados: 5 cms
- Muros de Contención: 4 cms
- Placas: 4 cms
- Vigas de Conexión: 5 cms
- Placas y Columnas: 4 cms
- Columnas de confinamiento: 2.5 cms
- Vigas Paralelas: 4 cms
- Vigas de confinamiento: 2.5 cms
- Losas y vigas chutas: 2.5 cms

**C.- TIEMPO MINIMO DE DESECOFADO:**

- Sobrecimientos Reforzados: 24 horas
- Muros de Contención: 30 horas
- Placas: 30 horas
- Vigas de Conexión: 30 horas
- Placas y Columnas: 30 horas
- Columnas de confinamiento: 30 horas
- Cintado de Vigas Paralelas: 30 horas
- Fondo de Vigas Principales: 30 horas
- Luces Menores a 5m: 21 Dias
- Luces Mayores a 5m: 21 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional
- Luces Menores a 2.5m: 7 Dias
- Luces Mayores a 2.5m: 7 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional

**D.- CURADO:**

Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendándose usar Curador Químico Membrán Tipo C

**2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050**

**F.- RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION DEL ESTUDIO**

**DE MECANICA DE SUELOS:**

- Tipo de Cimentación: Zapatas Contrabidas
- Profundidad mínima de Cimentación: 1.50 mtr
- Estrato de Apoyo de la Cimentación: Arcilla cohesiva - CL
- Capacidad portante del Terreno: Para Cimientos Continuos: 0.82 kg/m<sup>2</sup>
- Para Cimientos Contidos: 0.82 kg/m<sup>2</sup>
- Factor de seguridad por corte: F.S.E = 3
- Coficiente de Balasto: 0.3703 kg/m<sup>3</sup>
- Asentamiento Máximo Permisible: 2.00 cm < 2.04cm
- Espansibilidad Libre del Suelo: 22.7% < 25% Expansibilidad Media
- Presiones Especiales de Cimentación: No Existe la Presencia de Suelos Colapsables ni Licuables
- Agresividad del Suelo: Exposición Moderada a los Sulfatos
- Parámetros Para Obras de Sostentamiento: Peso Específico (Y) = 1.520
- Ángulo de Fricción Interna (Ø) = 0.38
- Cohesión (C) = 4 cms
- Coficiente de Poisson (µ) = 0.35
- Coficiente Activo Estático (Ka) = 0.58
- Coficiente en Reposo Estático (Kp) = 0.80
- Coficiente en Pasivo Estático (Ks) = 1.49

**3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020**

**F.- SOBRECARGAS:**

- Comedores y Escuelas: = 400 kg/m<sup>2</sup>
- Aulas: = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Salas de Reunión, Baños y Lavatorios: = 300 kg/m<sup>2</sup>

**4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:**

- Norma E-000 "Cargas"
- Norma E-030 "Diseño Sismo-Resistente"
- Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Norma E-060 "Concreto Armado"
- Norma E-070 "Asfaltos"
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

TESTISTAS: BACH. DILSER JHOEL CARRIÓN HUACHEZ  
BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA

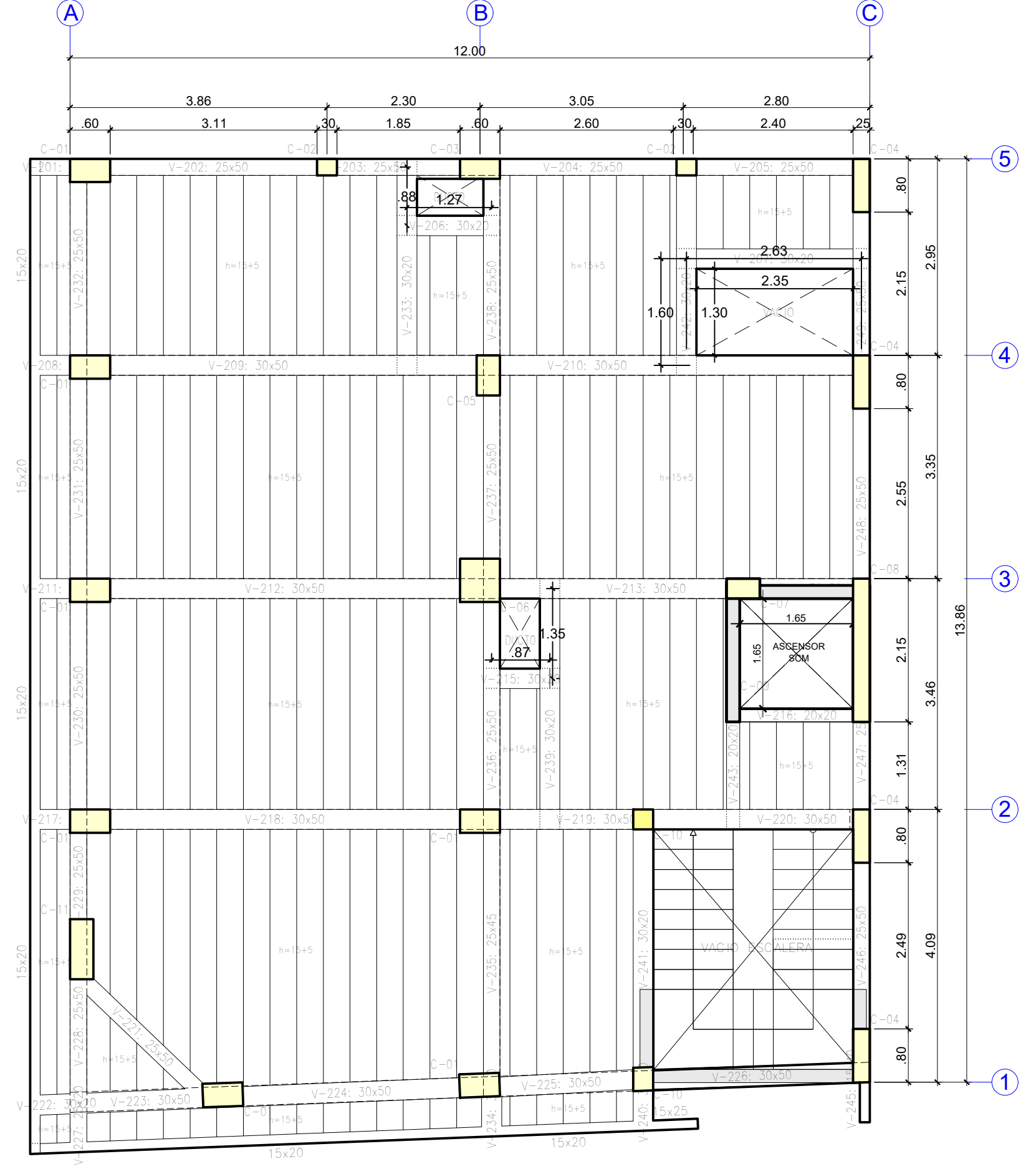
FECHA: AGOSTO 2024

LOCALIDAD: JAÉN | DISTRITO: JAÉN | PROVINCIA: JAÉN | REGION: CAJAMARCA | LIMA: LIMA

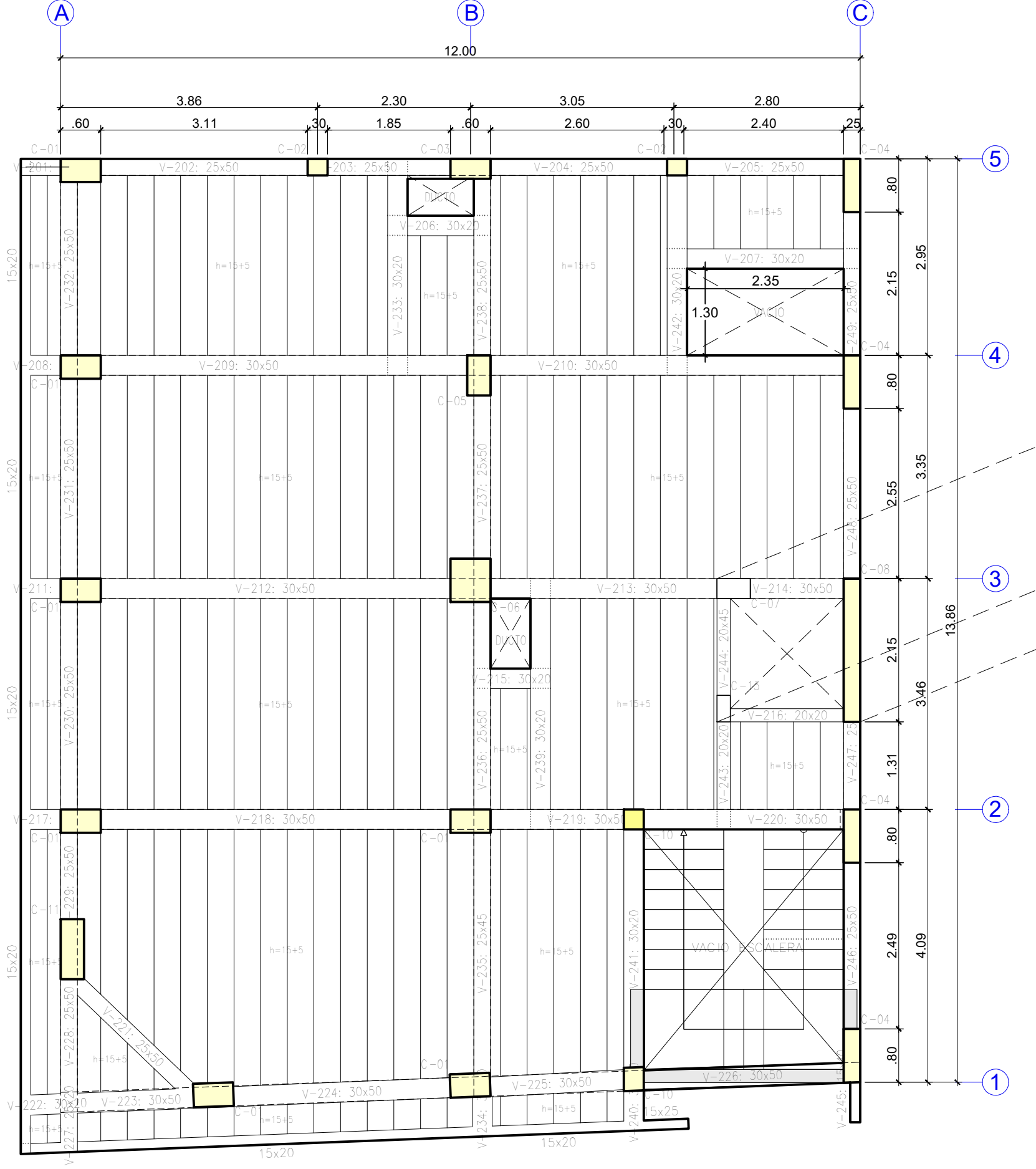
DEPARTAMENTOS: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS | PLANO: ESTRUCTURAS VIGAS | ESCALA: 1/50

**E-03**

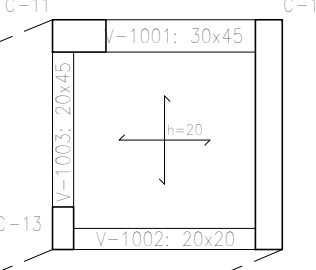




**ALIGERADO PRIMER NIVEL**



**ALIGERADO 2DO-7MO NIVEL**



Techo Ascensor  
Despiece cimentación  
Hormigón: concreto f'c 210kg/cm2  
Escala: 1:50

**ALIGERADO**  
Primer Piso  
Despiece cimentación  
Hormigón: concreto f'c 210kg/cm2  
Escala: 1:50

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)  
FORJADO DE VIGUETAS IN SITU  
Canto de bovedilla: 15 cm  
Espesor capa compresión: 5 cm  
Interje: 40 cm  
Ancho del nervio: 10 cm  
Ancho de la base: 10 cm  
Bovedilla: LADRILLO DE 30x30x15  
Peso propio: 0.28 t/m2  
Nota: Consulte los detalles referentes a enlances con forjados de la estructura principal y de las zonas macizas.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-060**

**A.- MATERIALES**

- Concreto: Soladón de 4" - 6" Cemento-Hormigón 1:10 Falso piso de 4" Sobrecimientos Reforzados Muros de Contención Placas de Conexión Vigas de Conexión Placas, Columnas, y Vigas Losas Aligeradas y Macizas Columnetas, y viguetas
- Aceros grado 60 - fy = 4200 kg/cm2
- Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo MS o Similar

**B.- RECURSOS MINIMOS (LIBRES)**

- Sobrecimientos Reforzados: 5 cms
- Muros de Contención: 4 cms
- Placas: 5 cms
- Vigas de Conexión: 5 cms
- Placas y Columnas: 4 cms
- Columnas de confinamiento: 2.5 cms
- Vigas Peraltadas: 4 cms
- Vigas de confinamiento: 2.5 cms
- Losas y vigas chatas: 2.5 cms

**C.- TIEMPO MINIMO DE DESENCOFRADO**

- Sobrecimientos Reforzados: 24 horas
- Muros de Contención: 36 horas
- Placas: 36 horas
- Vigas de Conexión: 36 horas
- Placas y Columnas: 36 horas
- Columnas de confinamiento: 36 horas
- Costado de Vigas Peraltadas: 36 horas
- Fondo de Vigas Principales: 21 Dias
- Lucas Menores a 5m: 21 Dias + 1da por cada Metro Adicional
- Lucas Mayores a 5m: 36 horas
- Vigas de confinamiento: 36 horas
- Losas y Vigas Chatas: 7 Dias
- Lucas Menores a 2.5m: 7 Dias
- Lucas Mayores a 5m: 7 Dias + 1da por cada Metro Adicional

**D.- CURADO**

Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendándose usar Curador Químico Mercantil Tipo C

**2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050**

**E.- RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN DEL ESTUDIO**

**DE MECANICA DE SUELOS**

- Tipo de Cimentación: Placas de cimentación y Zapatas Combinadas
- Profundidad mínima de Cimentación: 1.50 mts
- Estrato de Apoyo de la Cimentación: Arcilla cohesiva - CL
- Capacidad portante del Terreno: 0.82 kg/cm2
- Para Cimentación Cortada: F.S.E = 3 F.S.D = 2.5
- Factor de seguridad por corte: 0.3703 kg/cm3
- Coefficiente de Balasto: 2.00 cm < 2.04cm
- Asentamiento Maximo Permisible: 22 % < 25% Expansibilidad Media
- Asentamiento Libre del Suelo: No Existe la Presencia de Suelos Colapsables ni Licuables
- Exposición Moderada a los Sulfatos
- Agresividad del Suelo: 1525 kg/m3
- Parametros Para Obras de Sostentamiento: 11.30"
- Peso Especifico (γ): 0.39
- Angulo de Fricción Interna (φ): 0.35
- Cohesión (C): 0.35
- Coefficiente de Poisson (μ): 0.58
- Coefficiente Activo Estático (Ka): 0.80
- Coefficiente en Reposo Estático (Kc): 1.40

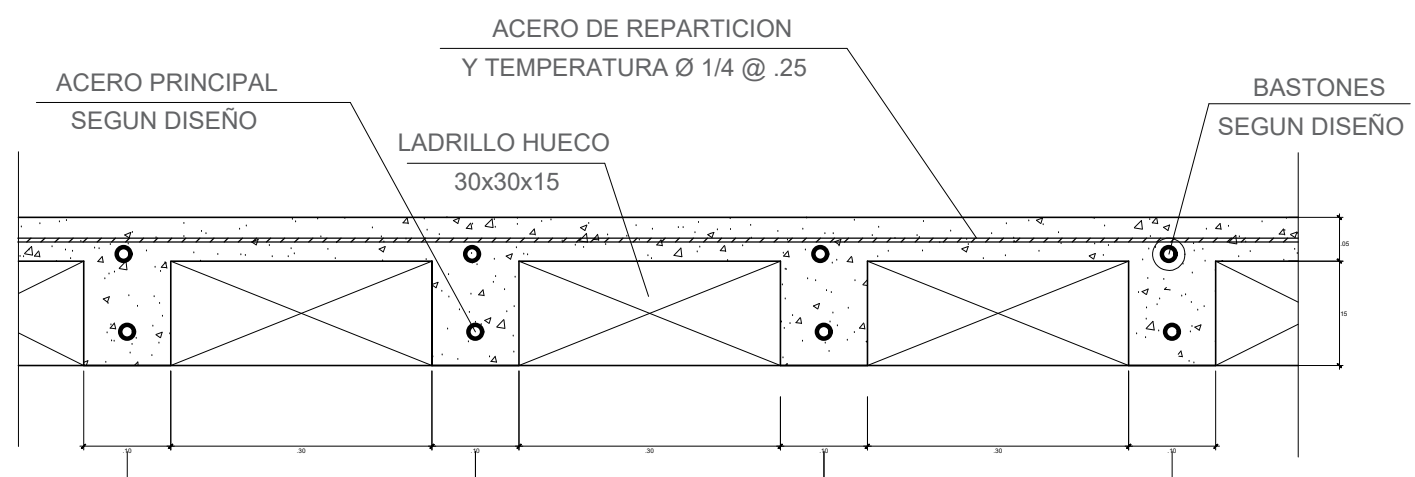
**3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020**

**F.- SOBRECARGAS:**

- Corredores y Escaleras: = 400 kg/m2
- Aulas: = 250 kg/m2
- Salas de Reunion, Baños y Laboratorios: = 300 kg/m2

**4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:**

- Norma E-020 "Cargas"
- Norma E-030 "Diseño Sísmico-Resistente"
- Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Norma E-060 "Concreto Armado"
- Norma E-070 "Abitabilidad"
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)



**DETALLE ALIGERADO TIPICO H=20cm**  
ESC: 1 / 10



**ESPECIFICADO**

r	a
2 cm	10 cm
3 cm	15 cm

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

TESISTAS: BACH. DILSER JOEL CARRIÓN HUACHEZ  
BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA

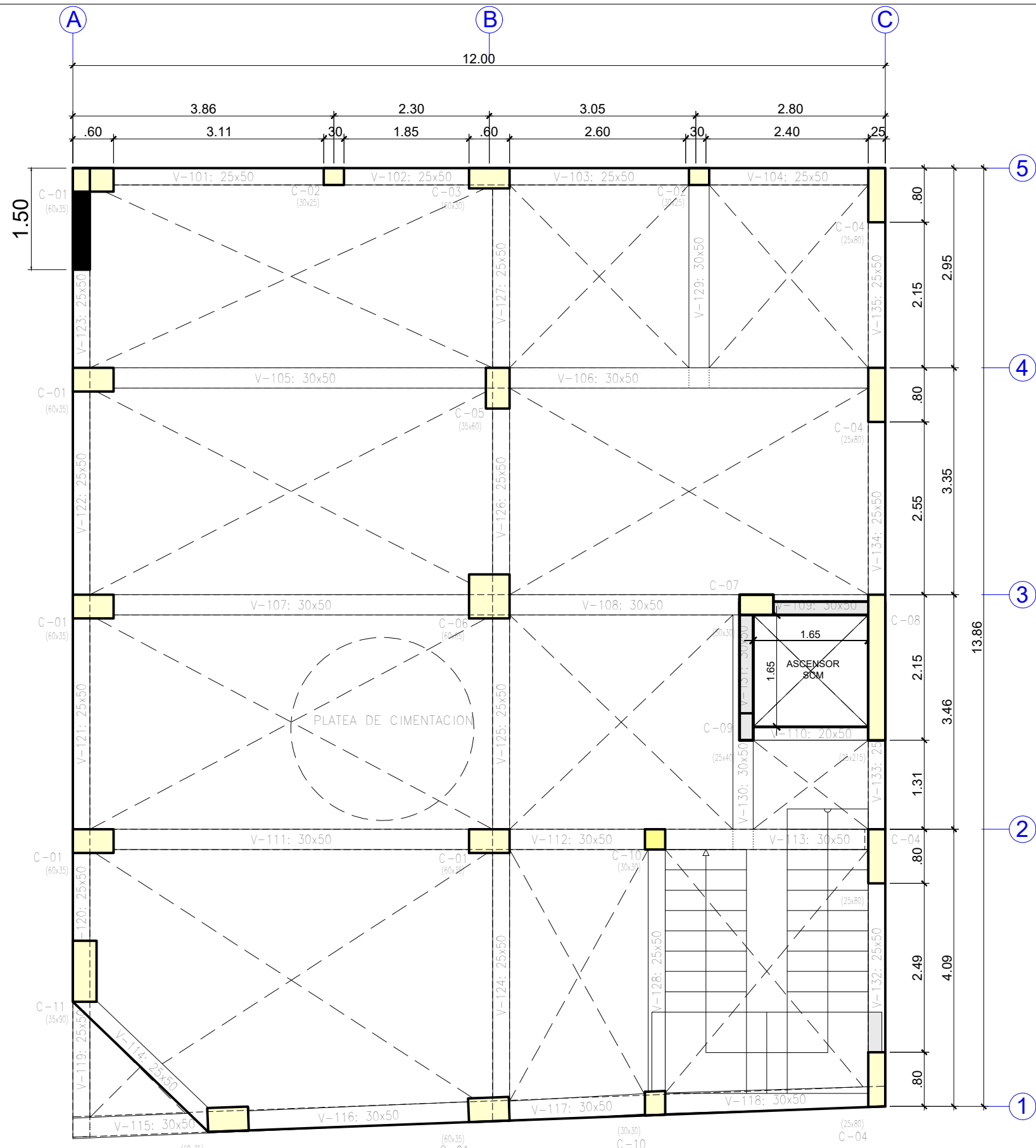
FECHA: AGOSTO 2024

LOCALIDAD: JAÉN DISTRITO: JAÉN PROVINCIA: JAÉN REGION: CAJAMARCA

TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS PLANO: ESTRUCTURAS ALIGERADOS ESCALA: 1/50

**E-04**

**Anexo 5: PLANOS DE LA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO**



VIGAS DE CIMENTACION

COLUMNAS		ESTRIBOS		
TIPO	SECCION Y ACERO	NIVEL	FORMA	ESPACIAMIENTO EN CM DESDE AMBOS EXTREMOS
C-01	8P5- $\phi$ 3/4" 4X1P6- $\phi$ 1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P7- $\phi$ 3/8" c/15 L=169
C-02	4X1P32- $\phi$ 3/4" 2X1P31- $\phi$ 5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P33- $\phi$ 3/8" c/15 L=89
C-03	12X1P6- $\phi$ 5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P27- $\phi$ 3/8" c/15 L=159
C-04	10P53- $\phi$ 3/4" 2X1P52- $\phi$ 5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		6P54- $\phi$ 3/8" c/10 L=189
C-05	4X1P29- $\phi$ 1" 8P28- $\phi$ 3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P30- $\phi$ 3/8" c/15 L=169
C-06	12P20- $\phi$ 3/4" 4X1P21- $\phi$ 1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P22- $\phi$ 3/8" c/15 L=199 4P22- $\phi$ 3/8" c/15 L=165
C-07	10X1P6- $\phi$ 5/8"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P68- $\phi$ 3/8" c/15 L=139

COLUMNAS		ESTRIBOS		
TIPO	SECCION Y ACERO	NIVEL	FORMA	ESPACIAMIENTO EN CM DESDE AMBOS EXTREMOS
C-08: SE CONSIDERA UNA PLACA	2X9P61- $\phi$ 1/2" 4X1P62- $\phi$ 3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		2X4P63- $\phi$ 1/2" c/15 L=235
C-09	6P64- $\phi$ 5/8" 4X1P65- $\phi$ 3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		6P66- $\phi$ 3/8" c/10 L=99
C-10	2X1P37- $\phi$ 5/8" 4X1P38- $\phi$ 3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P39- $\phi$ 3/8" c/15 L=99
C-11	12P55- $\phi$ 3/4" 4X1P56- $\phi$ 1"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		4P57- $\phi$ 3/8" c/15 L=229
PLACA DE REFORZAMIENTO	2X6P61- $\phi$ 1/2" 4X1P62- $\phi$ 3/4"	1er 2do 3er 4to 5to 6to 7mo		2X4P63- $\phi$ 1/2" c/15 L=1.70

Vigas CIMENTACION  
Despues cimentacion  
Hormigon: concreto f'c 210kg/cm2  
Escala: 1:50

Resumen Acero Cimentacion	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Grado 60	161.8	100	
#3/8"	RR.3	97	
#1/2"	3083.3	5298	
#5/8"	702.1	1728	
#3/4"	203.2	889	8112

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<p><b>1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-060</b></p> <p><b>A.- MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto: Solado de 4" - 6"</li> <li>Falso piso de 4"</li> <li>Sobrecimientos Reforzados</li> <li>Muros de Contención</li> <li>Plataas de Cimentación</li> <li>Vigas de Conexión</li> <li>Placas, Columnas, y Vigas</li> <li>Losas Aligeradas y Masizas</li> <li>Columnetas, y viguetas</li> <li>Acero grado 60 - fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo MS o Similar</li> </ul> <p><b>B.- RECUBRIMIENTOS MINIMOS (LIBRES):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecimientos Reforzados: 5 cms</li> <li>Muros de Contención: 4 cms</li> <li>Plataas: 5 cms</li> <li>Vigas de Conexión: 4 cms</li> <li>Placas y Columnas: 4 cms</li> <li>Columnas de confinamiento: 2.5 cms</li> <li>Vigas Peraltadas: 4 cms</li> <li>Vigas de confinamiento: 2.5 cms</li> <li>Losas y vigas chatas: 2.5 cms</li> </ul> <p><b>C.- TIEMPO MINIMO DE DESENCOFRADO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecimientos Reforzados: 24 horas</li> <li>Muros de Contención: 36 horas</li> <li>Plataas: 36 horas</li> <li>Vigas de Conexión: 36 horas</li> <li>Placas y Columnas: 36 horas</li> <li>Columnas de confinamiento: 36 horas</li> <li>Costado de Vigas Peraltadas: 36 horas</li> <li>Fondo de Vigas Principales: 36 horas</li> <li>Luces Menores a 5m: 21 Dias</li> <li>Luces Mayores a 5m: 21 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional</li> <li>Vigas de confinamiento: 36 horas</li> <li>Losas y Vigas Chatas: 36 horas</li> <li>Luces Menores a 2.5m: 7 Dias</li> <li>Luces Mayores a 5m: 7 Dias + 1 dia por cada Metro Adicional</li> </ul> <p><b>D.- CURADO:</b></p> <p>Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendandose usar Curador Químico Merbraniil Tipo C</p>	<p><b>2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050</b></p> <p><b>E.- RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION DEL ESTUDIO</b></p> <p><b>DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de Cimentación: Plataas de cimentación y Zapatas Combinadas</li> <li>Profundidad mínima de Cimentación: 1.50 mts</li> <li>Estrato de Apoyo de la Cimentación: Arcilla cohesiva - CL</li> <li>Capacidad portante del Terreno: Para Cimientos Corridos: 0.82 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>Factor de seguridad por corte: F.S.E = 3 F.S.D = 2.5</li> <li>Coefficiente de Balasto: 0.3703 kg/cm<sup>3</sup></li> <li>Asentamiento Maximo Permissible: 2.00 cm &lt; 2.04cm</li> <li>Expansibilidad Libre del Suelo: 22 % &lt; 25% Expansibilidad Media</li> <li>Problemas Especiales de Cimentación: No Existe la Presencia de Suelos Colapsables ni Licuables</li> <li>Exposición Moderada a los Sulfatos</li> </ul> <p><b>AGRESIVIDAD DEL SUELO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parametros Para Obras de Sostentamiento: Peso Especifico (Y): 1525 kg/m<sup>3</sup></li> <li>Angulo de Fricción Interna (φ): 11.30°</li> <li>Cohesión (C): 0.39</li> <li>Coefficiente de Poisson (μ): 0.35</li> <li>Coefficiente Activo Estático (Ka): 0.58</li> <li>Coefficiente en Reposo Estático (Kp): 0.80</li> <li>Coefficiente en Pasivo Estático (Kp): 1.49</li> </ul> <p><b>3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020</b></p> <p><b>F.- SOBRECARGAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Corredores y Escaleras: = 400 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Aulas: = 250 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Salas de Reunion, Baños y Laboratorios: = 300 kg/m<sup>2</sup></li> </ul> <p><b>4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Norma E-020 "Cargas"</li> <li>Norma E-030 "Diseño Sismo-Resistente"</li> <li>Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"</li> <li>Norma E-060 "Concreto Armado"</li> <li>Norma E-070 "Albañilería"</li> <li>REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)</li> </ul>
<p><b>5.- ALBAÑILERIA: NORMA E-070</b></p> <p><b>G.- ALBAÑILERIA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TIPO DE LADRILLO: Ladrillo TIPO IV - Tipo Industrial</li> <li>MORTERO: Cemento - Arena 1:5, Espesor = 1 cm</li> </ul> <p><b>PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALBAÑILERIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>f<sub>o</sub> = 145 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia a la Compresión de las Unidades</li> <li>f<sub>m</sub> = 85 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia a la Compresión de las Plaz</li> <li>V<sub>m</sub> = 8.1 kg/cm<sup>2</sup>: Resistencia al Corte Puro</li> </ul> <p><i>Si tiene Arellos estos no excederan el 30% del Volumen</i></p> <p><b>6.- DISEÑO SISMO - RESISTENTE: NORMA E-030</b></p> <p><b>H.- PARAMETROS SISMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FACTOR DE ZONA (ZONA 2): Z=0.25g</li> <li>FACTOR DE USO E IMPORTANCIA U = 1.5</li> <li>FACTOR DE SUELO (TIPO S2): S=1.2 T<sub>p</sub>(s)+0.6 s.</li> <li>COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA: C = 2.5</li> <li>FACTOR DE REDUCCION EN EJE "X": R = 6</li> <li>FACTOR DE REDUCCION EN EJE "Y": R = 3</li> </ul> <p><b>I.- CATEGORIA DE LA EDIFICACION:</b></p> <p>TIPO A (Edificación Especial: Centro Educativo)</p> <p><b>J.- SISTEMA ESTRUCTURAL:</b></p> <p>Sentido X: SISTEMA DE MUROS DE ALBAÑILERIA Sentido Y: SISTEMA DUAL</p> <p><b>K.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS:</b></p> <p>PARAMETROS PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTRE PISOS: D<sub>lateral</sub> &lt; 0.007 - CONCRETO ARMADO</p> <p><b>L.- JUNTAS DE SEPARACION SISMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>JUNTA DE SEPARACION SISMICA ENTE BLOQUES S = 7.5cm</li> <li>JUNTA DE SEPARACION SISMICA EN TABIQUEOS S = 2.5cm</li> </ul>	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

TESISTAS: BACH. DILSER JOEL CARRIÓN HUACHEZ  
BACH. YERAL MONTEZA CARRANZA

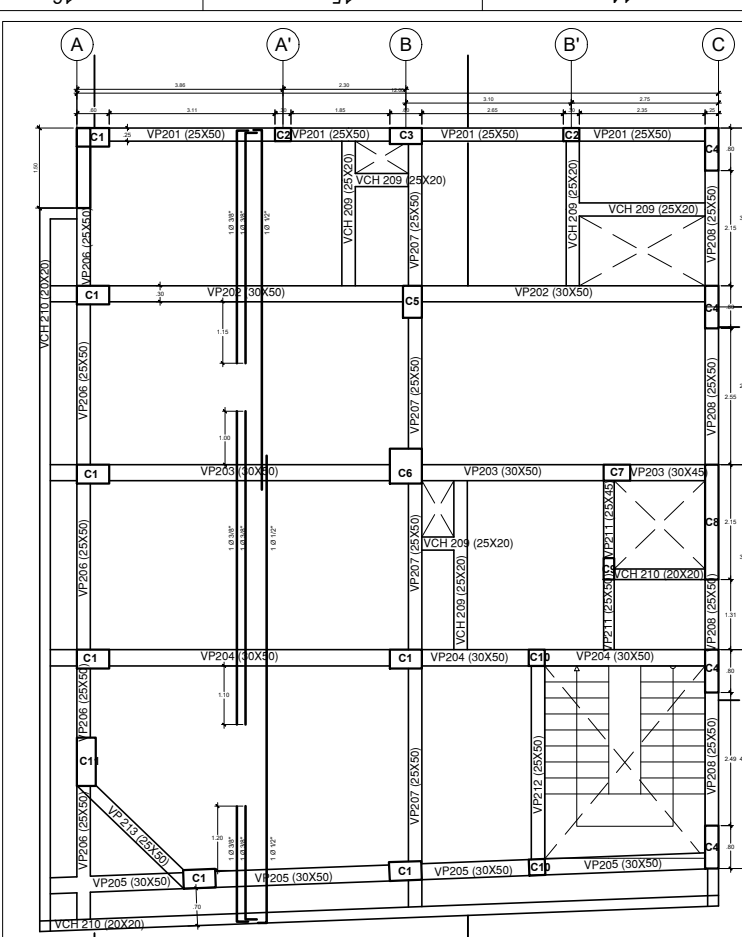
FECHA: AGOSTO 2024

LOCALIDAD: JAÉN DISTRITO: JAÉN PROVINCIA: JAÉN REGION: CAJAMARCA

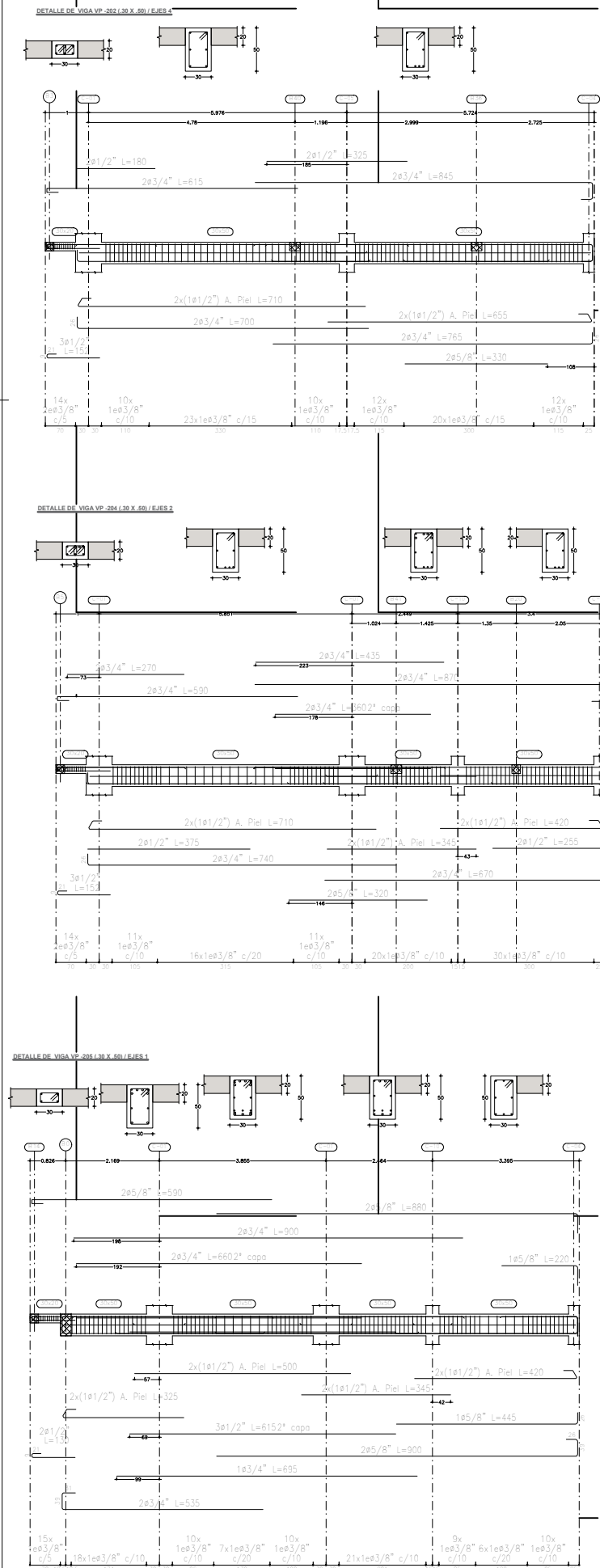
TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS PLANO: REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURA ESCALA: 1/50

**RE-01**

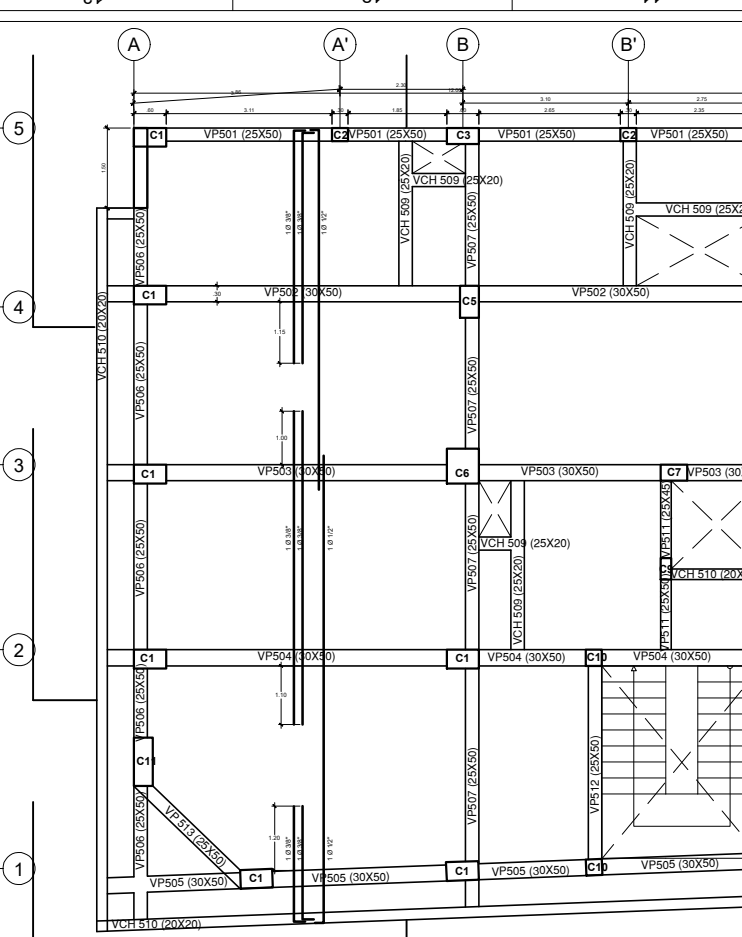




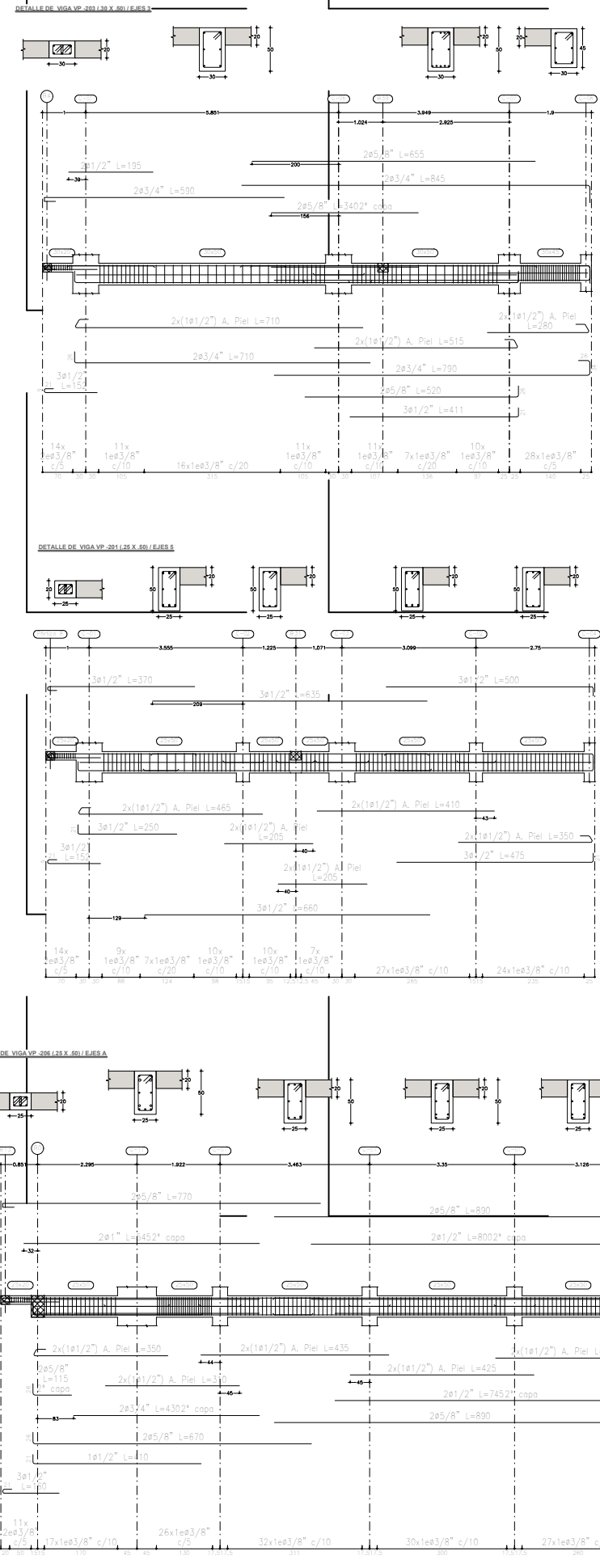
**PLANTA PRIMER NIVEL HASTA TERCER NIVEL**  
esc:1/50



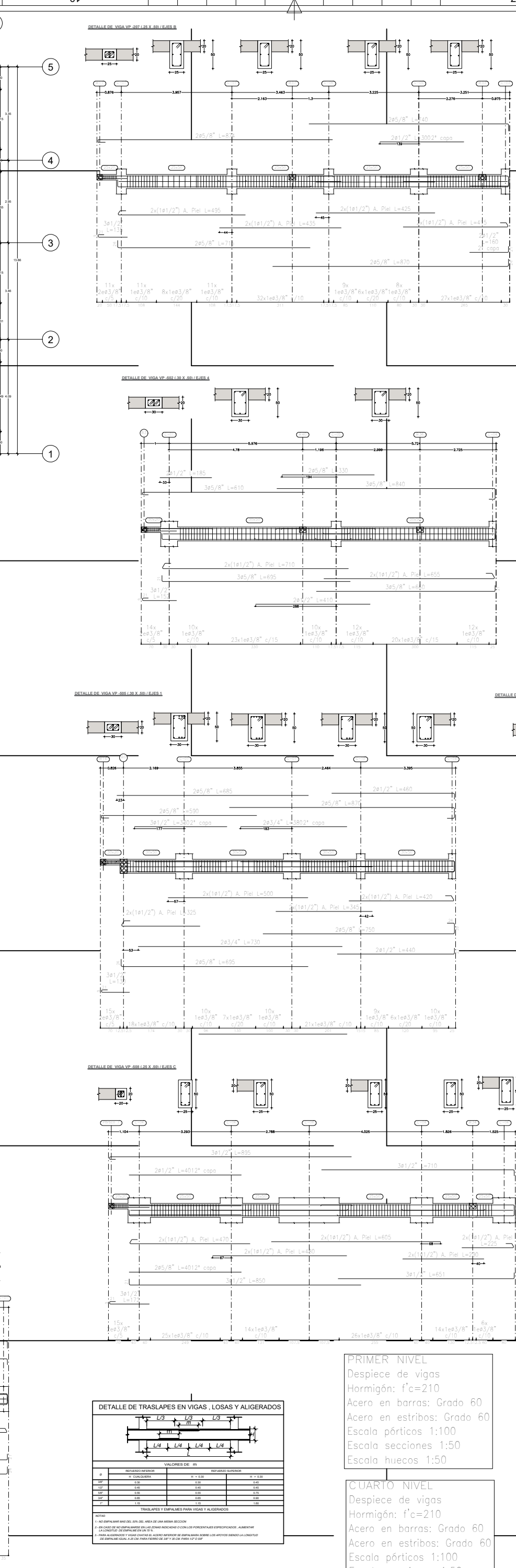
**PLANTA CUARTO NIVEL HASTA SEPTIMO NIVEL**  
esc:1/50



**PLANTA CUARTO NIVEL HASTA SEPTIMO NIVEL**  
esc:1/50



**PLANTA CUARTO NIVEL HASTA SEPTIMO NIVEL**  
esc:1/50



**PRIMER NIVEL**  
Despiece de vigas  
Hormigón: f'c=210  
Acero en estribos: Grado 60  
Escala pódicos 1:100  
Escala secciones 1:50  
Escala huecos 1:50

**CUARTO NIVEL**  
Despiece de vigas  
Hormigón: f'c=210  
Acero en estribos: Grado 60  
Escala pódicos 1:100  
Escala secciones 1:50  
Escala huecos 1:50

**DETALLE DE TRASLAPES EN VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS**

TIPO DE CONEXIÓN	LONGITUD DE LA ZONA DE TRASLAPES (L)	REQUISITOS
1. VIGA SOBRE VIGA	≥ 40d	Reforzamiento de la viga superior con barras de grado 60.
2. VIGA SOBRE VIGA	≥ 40d	Reforzamiento de la viga inferior con barras de grado 60.
3. VIGA SOBRE VIGA	≥ 40d	Reforzamiento de la viga superior con barras de grado 60.
4. VIGA SOBRE VIGA	≥ 40d	Reforzamiento de la viga inferior con barras de grado 60.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**1.- CONCRETO ARMADO: NORMA E-060**

**A.- MATERIALES:**

- Concreto: Cemento-Hormigón 1:10
- Falso piso de 4" - 6"
- Sobrecimiento Reforzados: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Muros de Contención: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Placas de Cementación: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Vigas de Conexión: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Placas, Columnas, y Vigas: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Losas Aligeradas y Macizas: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Columnas, y viguetas: Fc = 210 kg/cm<sup>2</sup>

- Acero grado 60 - fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

- Cemento = Usar cemento Tipo II o Tipo MS o Similar

**B.- REQUISITOS MÍNIMOS (LUBRES):**

- Sobrecimientos Reforzados: 5 cms
- Muros de Contención: 4 cms
- Placas: 5 cms
- Vigas de Conexión: 4 cms
- Placas y Columnas: 4 cms
- Columnas de confinamiento: 2.5 cms
- Vigas Perforadas: 4 cms
- Vigas de confinamiento: 2.5 cms
- Losas y vigas chatas: 2.5 cms

**C.- TIEMPO MÍNIMO DE DESENCOFRADO:**

- Sobrecimientos Reforzados: 24 horas
- Muros de Contención: 36 horas
- Placas: 36 horas
- Vigas de Conexión: 36 horas
- Placas y Columnas: 36 horas
- Columnas de confinamiento: 36 horas
- Costado de Vigas Perforadas: 36 horas
- Fondo de Vigas Principales: 21 días
- Losas Menores a 5m: 21 días + 1 día por cada Metro Adicional
- Losas y Vigas Chatas: 7 días
- Losas Menores a 2.5m: 7 días
- Losas Mayores a 5m: 7 días + 1 día por cada Metro Adicional

**D.- CURADO:**

- Se tendrá Especial Cuidado con el curado de los elementos estructurales recomendándose usar Curador Químico Membrana Tipo C

**2.- SUELOS Y CIMENTACIONES: NORMA E-050**

**A.- MECÁNICA DE SUELOS:**

- Tipo de Cimentación: Placas de cimentación y Zapatas Contractas
- Profundidad mínima de Cimentación: 1.50 cms
- Estrato de Apoyo de la Cimentación: Arcilla cohesiva - CL
- Capacidad portante del Terreno: 0.82 kg/cm<sup>2</sup>
- Factor de seguridad por corte: F.S.E = 3
- Coeficiente de Balasto: 0.3703 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento Máximo Permisible: 2.00 cm < 2.04cm
- Expansibilidad Libre de Suelo: < 2% = 22% Expansibilidad Suelo
- Problemas Especiales de Cimentación: No Existe la Presencia de Muestras Colapsables ni Licuables
- Agresividad del Suelo: Exposición Moderada a los Sulfatos
- Parámetros Para Obras de Soterramiento: Peso Específico (γ) = 1920 kg/cm<sup>3</sup>
- Ángulo de Fricción Interna (φ) = 13.00°
- Cohesión (C) = 0.39
- Coeficiente de Porosidad (e) = 0.35
- Coeficiente Activo Estático (Ka) = 0.38
- Coeficiente en Regimen Estático (Ks) = 0.80
- Coeficiente en Pasivo Estático (Kp) = 1.49

**3.- SOBRECARGAS: NORMA E-020**

**F.- SOBRECARGAS:**

- Corredores y Escaleras: = 400 kg/m<sup>2</sup>
- Aulas: = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Salas de Reunión, Baños y Laboratorios: = 300 kg/m<sup>2</sup>

**4.- NORMAS Y REGLAMENTOS:**

- Norma E-020 "Cargas"
- Norma E-020 "Diseño Sismo-Resistente"
- Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Norma E-060 "Concreto Armado"
- Norma E-070 "Albaterías"
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE-2012)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

PROYECTO: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON SISTEMA DUAL DE 07 NIVELES UTILIZANDO LOSA ALIGERADA DE LADRILLO Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, JAÉN-2024"

TESTISTAS: BACH, DILSER JOHEL CARRIÓN HUACHEZ  
BACH, YERAL MONTEZA CARRANZA

FECHA: AGOSTO 2024

LOCALIDAD: JAÉN | PROVINCIA: JAÉN | DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

TIPO: COMERCIO Y DEPARTAMENTOS | PLANO: REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURA | ESCALA: 1/50

RE-02