

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGAS DE CONCRETO POSTENSADO Y  
VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA EL DISEÑO  
SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**INGENIERÍA SÍSMICA**

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

**TESISTAS:**

**BACH. LEANDRO FALCÓN, KENIO EUDER**

**BACH. VELA DAZA, EISTEN HOYLE**

**ASESOR:**

**MG. ING. ABAL GARCÍA, BLADIMIR JHON**

**HUÁNUCO-PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres, por su amor incondicional y apoyo constante. A nuestras familias, por su paciencia y comprensión. A nuestros amigos, por su ánimo y alegría. A nuestros profesores, por su sabiduría y guía. A todos aquellos que creyeron en nosotros, esta tesis está dedicada a ustedes. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. En primer lugar, a nuestra familia, por su amor incondicional, apoyo emocional y sacrificios que hicieron para que pudiéramos llegar hasta aquí.

Agradecemos a nuestros amigos por su aliento constante y por estar a mi lado durante este viaje académico. También queremos agradecer a nuestros profesores y mentores por su orientación experta y valiosos consejos que han enriquecido este trabajo.

## RESUMEN

Actualmente la mayoría de estructuras son diseñadas teniendo en cuenta el concreto armado como elemento principal para su construcción, este material es fácil de conseguir y posee muchas ventajas referente a otros materiales como el acero o madera, pero cuando las edificaciones poseen luces mayores a 7 metros este material tiende a tener deformaciones considerables por lo que lleva al ingeniero a emplear secciones más robustas o requerir más cuantía de acero, ante estos casos se propone el concreto postensado para luces mayores a 7 metros, la presente tesis tiene como objetivo realizar el análisis comparativo de vigas de concreto postensado y vigas de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporricada con una luz de 7 metros, para ello se realizó el predimensionamiento de los elementos de la estructura, para posteriormente modelar la estructura en el software ETABS, todo este proceso según la norma E030 y E020 del reglamento nacional de edificaciones, posterior a ello se realizó el análisis de la estructura primeramente con un concreto armado convencional de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y el otro modelo con un concreto postensado de  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .

De los análisis de ambos casos nos demuestran que ambos sistemas poseen un periodo similar en el eje X-X con una diferencia de 0.00% y en el eje Y-Y una diferencia de 22.10 % , y respecto a las derivas máximas se calculó el sistema de vigas postensadas posee derivas menores a vigas de concreto armado tradicional, sienta en el eje X-X una diferencia de 36.76% y en el eje Y-Y una diferencia de 27.5% , y respecto al desplazamiento máximo las vigas postensadas posee un desplazamiento máximo menor a las vigas de concreto armado

tradicional, siendo en el eje X-X una diferencia de 33.36% y en el eje Y-Y una diferencia de 28.23%.

Finalmente se concluye que emplear concreto postensado reduce las deformaciones más del 25% en el diseño sismorresistente de una estructura de concreto armado con una luz de 7 metros.

**Palabras clave:** concreto armado, concreto postensado, periodo, diseño, ETABS, derivas.

## ABSTRACT

Currently most structures are designed taking into account reinforced concrete as the main element for their construction, this material is easy to obtain and has many advantages over other materials such as steel or wood, but when buildings have spans greater to have considerable deformations which leads the engineer to use more robust sections or require more amount of steel, and then model the structure in the ETABS, the analysis of the structure was carried out first with a conventional reinforced concrete of  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> and the other model with a post-tensioned concrete of  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>. The analysis of both cases shows that both systems have a similar period in the X-X axis with a difference of 0.00% and in the Y-Y axis a difference of 22.10%, and with respect to the maximum drifts, it was calculated that the post-tensioned beam system has lower drifts than traditional reinforced concrete beams, I feel in the X-X axis a difference of 36.76% and in the Y-Y axis a difference of 22.10%, and the post-tensioned beam system has lower drifts than traditional reinforced concrete beams. 76% and in the Y-Y axis a difference of 27.5%, and with respect to the maximum displacement the post-tensioned beams have a smaller maximum displacement than the traditional reinforced concrete beams, I feel in the X-X axis a difference of 33.36% and in the Y-Y axis a difference of 28.23%. Finally, it is concluded that the use of post-tensioned concrete reduces deformations by more than 25% in the seismic-resistant design of a reinforced concrete structure with a span of 7 meters.

**Keywords:** reinforced concrete, post-tensioned concrete, period, design, ETABS, drifts.

# ÍNDICE

D	D	R	
D	D		
			1
		D	R
		M	D
1	d	d	r
1	r	d	r
1	r		
1	2		
1	3		
1			
1	1	r	
1	2	r	
1	3	d	
1			
1	6	d	r
1	6		
1	6		
1		r	





323 D

33 M d r

331 r r d d

332 r r d d 0

3 r d

3 d r

r

R D

1 r d d

11 D r

12 r d d

1 r r 101

1 D d

16 D d

1 D d r d r 130

1 D d r d r 13

r 1

D r 1

1 r r d r d d r d 1

r 1



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema de cables en concreto pretensado .....	31
<b>Figura 2</b> Esquema de cables en concreto postensado .....	31
<b>Figura 3</b> Fabricación de elementos pretensados .....	34
<b>Figura 4</b> Trayectorias clásicas de tendones en vigas con diseño postensado .....	37
<b>Figura 5</b> Centros comerciales con sistema postensado .....	40
<b>Figura 6</b> Aulas con sistema postensado.....	41
<b>Figura 7</b> Sistema adherido postensado.....	42
<b>Figura 8</b> Sistema postensado no adherido.....	43
<b>Figura 9</b> Anclaje del cable postensado .....	44
<b>Figura 10</b> Cables no adheridos .....	45
<b>Figura 11</b> Separadores.....	45
<b>Figura 12</b> Gata de tensado.....	46
<b>Figura 13</b> Manómetro.....	46
<b>Figura 14</b> Base del perímetro.....	47
<b>Figura 15</b> Base del perímetro.....	47
<b>Figura 16</b> Instalación de sistema de tendones .....	48
<b>Figura 17</b> Disposición de cables en las vigas.....	48
<b>Figura 18</b> Puesta del concreto .....	49
<b>Figura 19</b> Previo al postensado.....	49
<b>Figura 20</b> Ajuste de los cables con las cuñas .....	50
<b>Figura 21</b> Tensión de los cables con la gata .....	50
<b>Figura 22</b> Retiro de la gata.....	51
<b>Figura 23</b> Estructura de sistema aporticado.....	56
<b>Figura 24</b> Estructura Simétrica.....	60
<b>Figura 25</b> Discontinuidad en Elevación de componentes resistentes .....	61
<b>Figura 26</b> Diafragma Rígido sin abertura y con abertura.....	62
<b>Figura 27</b> Sección Desconocida de Viga Peraltada .....	63
<b>Figura 28</b> Diagrama de Fuerza Cortante para la Viga Chata .....	64
<b>Figura 29</b> Losa aligerada en una dirección .....	65
<b>Figura 30</b> Losa aligerada en dos direcciones.....	66

<b>Figura 31</b>	<i>Para la presentación de datos.....</i>	81
<b>Figura 32</b>	<i>Distribución arquitectónica sótano .....</i>	84
<b>Figura 33</b>	<i>Distribución arquitectónica primer nivel.....</i>	84
<b>Figura 34</b>	<i>Distribución arquitectónica segundo nivel.....</i>	85
<b>Figura 35</b>	<i>Distribución arquitectónica tercer nivel.....</i>	85
<b>Figura 36</b>	<i>Distribución arquitectónica 4ti nivel.....</i>	86
<b>Figura 37</b>	<i>Distribución arquitectónica 5to nivel.....</i>	86
<b>Figura 38</b>	<i>Columna tipo 1 .....</i>	90
<b>Figura 39</b>	<i>Columnas tipo 2 .....</i>	90
<b>Figura 40</b>	<i>Columna tipo 3.....</i>	90
<b>Figura 41</b>	<i>Predimensionamiento de zapatas.....</i>	91
<b>Figura 42</b>	<i>Grillas para el modelamiento.....</i>	92
<b>Figura 43</b>	<i>Propiedades del concreto-ETABS.....</i>	93
<b>Figura 44</b>	<i>Propiedades del acero-ETABS .....</i>	94
<b>Figura 45</b>	<i>Barras de reforzamiento-ETABS.....</i>	94
<b>Figura 46</b>	<i>Modelamiento de Columnas 1.....</i>	95
<b>Figura 47</b>	<i>Modelamiento de Columnas 2.....</i>	96
<b>Figura 48</b>	<i>Modelamiento de Columnas 3.....</i>	96
<b>Figura 49</b>	<i>Modelamiento de la viga 30X60.....</i>	97
<b>Figura 50</b>	<i>Modelamiento de la viga chata.....</i>	97
<b>Figura 51</b>	<i>Modelamiento de los muros de sótano .....</i>	98
<b>Figura 52</b>	<i>Modelamiento de placas .....</i>	98
<b>Figura 53</b>	<i>Modelamiento de escaleras .....</i>	99
<b>Figura 54</b>	<i>Modelamiento de losa aligerada .....</i>	99
<b>Figura 55</b>	<i>Modelamiento 3D de la estructura .....</i>	100
<b>Figura 56</b>	<i>Cargas para la estructura.....</i>	101
<b>Figura 57</b>	<i>Cargas aplicada a los entresijos .....</i>	101
<b>Figura 58</b>	<i>Carga aplicada a las vigas.....</i>	102
<b>Figura 59</b>	<i>Carga sísmica .....</i>	102
<b>Figura 60</b>	<i>Combinaciones de carga .....</i>	103
<b>Figura 61</b>	<i>Brazos rígidos-ETABS .....</i>	103
<b>Figura 62</b>	<i>Espectro de diseño X-X según E030 .....</i>	104

<b>Figura 63</b>	<i>Espectro de diseño Y-Y según E030</i> .....	105
<b>Figura 64</b>	<i>Modos de vibración</i> .....	106
<b>Figura 65</b>	<i>Parámetros de sismo estático en X-X del caso 1</i> .....	108
<b>Figura 66</b>	<i>Parámetros de sismo estático en Y-Y del caso 1</i> .....	108
<b>Figura 67</b>	<i>Deriva máximo elástica de entrepiso X-X del caso 1</i> .....	109
<b>Figura 68</b>	<i>Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y del caso 1</i> .....	110
<b>Figura 69</b>	<i>Modos de vibración</i> .....	111
<b>Figura 70</b>	<i>Parámetros de sismo estático en X-X del caso 1</i> .....	113
<b>Figura 71</b>	<i>Parámetros de sismo estático en Y-Y del caso 1</i> .....	113
<b>Figura 72</b>	<i>Deriva máximo elástica de entrepiso X-X del caso 2</i> .....	114
<b>Figura 73</b>	<i>Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y del caso 2</i> .....	115
<b>Figura 74</b>	<i>Área de acero longitudinal C-2</i> .....	116
<b>Figura 75</b>	<i>Área de acero para estribos C-2</i> .....	117
<b>Figura 76</b>	<i>Detalles de la C-2</i> .....	118
<b>Figura 77</b>	<i>Área de acero longitudinal C-1</i> .....	118
<b>Figura 78</b>	<i>Área de acero para estribos C-1</i> .....	119
<b>Figura 79</b>	<i>Detalles de la C-1</i> .....	120
<b>Figura 80</b>	<i>Área de acero longitudinal C-3</i> .....	121
<b>Figura 81</b>	<i>Área de acero de estribos C-3</i> .....	121
<b>Figura 82</b>	<i>Detalles de la C-3</i> .....	122
<b>Figura 83</b>	<i>Área de acero longitudinal Viga 30X60 eje X-X</i> .....	123
<b>Figura 84</b>	<i>Área de acero de estribos Viga 30X60 eje X-X</i> .....	124
<b>Figura 85</b>	<i>Detalles de la Viga 30X60 eje X-X</i> .....	125
<b>Figura 86</b>	<i>Área de acero longitudinal Viga 30X60 eje Y-Y</i> .....	126
<b>Figura 87</b>	<i>Área de acero para estribos de la Viga 30X60 eje Y-Y</i> .....	126
<b>Figura 88</b>	<i>Detalles de la Viga 30X60 del eje Y-Y</i> .....	127
<b>Figura 89</b>	<i>Área de acero longitudinal Viga chata</i> .....	128
<b>Figura 90</b>	<i>Área de acero para estribos de Viga chata</i> .....	128
<b>Figura 91</b>	<i>Detalles de la Viga chata</i> .....	130
<b>Figura 92</b>	<i>Área de acero longitudinal para placa 1</i> .....	131
<b>Figura 93</b>	<i>Área de acero para estribos de la placa 1</i> .....	131
<b>Figura 94</b>	<i>Detalles de la placa 1</i> .....	132

<b>Figura 95</b>	<i>Área de acero longitudinal para placa 2 .....</i>	133
<b>Figura 96</b>	<i>Área de acero de estribos para placa 2 .....</i>	133
<b>Figura 97</b>	<i>Detalles para placa 2 .....</i>	135
<b>Figura 98</b>	<i>Área de acero longitudinal para placa 3.....</i>	135
<b>Figura 99</b>	<i>Área de acero de estribos para placa 2 .....</i>	136
<b>Figura 100</b>	<i>Detalles para placa 2 .....</i>	137
<b>Figura 101</b>	<i>Diagrama de momentos positivos de la losa aligerada .....</i>	138
<b>Figura 102</b>	<i>Diagrama de momentos negativo de la losa aligerada .....</i>	138
<b>Figura 103</b>	<i>Modelamiento de la cimentación corrida.....</i>	140
<b>Figura 104</b>	<i>Presión en el suelo para cimentaciones.....</i>	141
<b>Figura 105</b>	<i>Revisión por punzonamiento.....</i>	142
<b>Figura 106</b>	<i>Diseño de cimentaciones corridas .....</i>	142



## INTRODUCCIÓN

La tesis abarcará el problema que presenta actualmente las edificaciones cuyo claro o luz de 7 metros, este tipo de longitudes al emplear un concreto armado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  presenta problemas de agrietamiento debido a las cargas de gravedad y fuerzas sísmicas presentes en la edificación, una solución a ello es el empleo del concreto postensado, el cual presenta características y propiedades diferentes los cuales son adecuados para luces amplias, la tesis buscará verificar cuando reduce las deformaciones las vigas de concreto postensado., para ello la investigación se encuentra dividida en VI capítulos.

Capítulo 1: en este capítulo se detallará la situación problemática de la investigación, formulación de los problemas específicos y el general, así también como sus objetivos, se justificará la investigación en 3 niveles, se planteará la hipótesis general y específica y también las variables dependientes e independiente.

Capítulo 2: en este apartado se verá los conceptos teóricos que se empleó en la investigación, así también como antecedentes nacionales, internacionales y locales necesarios para usar como un punto de partida para la investigación.

Capítulo 3: en este punto se verá lo que es la población y la muestra de la investigación, el enfoque, alcance, diseño y los métodos y técnicas de recolección de datos para llevar a cabo la investigación.

Capítulo 4: en este punto se verá los resultados, se partirá de un diseño arquitectónico, posteriormente el predimensionamiento de los elementos estructurales, se definirá los parámetros sismorresistentes del lugar donde se plantea la investigación, se modelará la estructura en el software ETABS, luego



se realizará el análisis el comportamiento del concreto postensado y se realizará un análisis comparativo con el concreto armado tradicional.

Capítulo 5: en este capítulo se presentará la contrastación de los resultados obtenido en el análisis y también las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

Hoy en día, el diseño y la construcción de edificios aumentan rápidamente y requieren estructuras estructurales cada vez más complejas. Dependiendo de su función, se requiere una viga de mayor luz, reduciendo el número de apoyos, pero manteniendo la capacidad. Por esta razón, la implementación de nuevas tecnologías, no solo las del concreto pretensado, es muy necesaria ya que abre un mundo de nuevas soluciones a diferentes desafíos de diseño y construcción. Las aplicaciones del hormigón pretensado son extremadamente diversas, lo que lo convierte en uno de los sistemas más eficientes, desde la construcción de puentes hasta edificios de gran escala. Las aplicaciones de edificación se encuentran principalmente en la construcción y el diseño de sistemas de estructura, que mejoran en gran medida su resistencia, rigidez, ductilidad, diseño y análisis sísmico. El muy popular sistema pórticos es fácil de usar y versátil cuando se trata de distribuir ambientes.

El desarrollo de la técnica del postensado ha revolucionado las posibilidades de las estructuras de concreto. Según Schinca (2011), esta técnica se basa en tensar los tendones para asegurarlos a los extremos de los elementos después de que el concreto haya fraguado. resistencia. De esta forma, los tirantes se pueden colocar fácilmente para compensar eficazmente las fuerzas de las cargas externas. La forma del tirante se puede adaptar a las áreas de tensión relacionadas con la flexión. Vavoda (2013). Una de las ventajas del postensado es que es económico y permite el uso eficiente de todos los

materiales de alta resistencia. Entre otras ventajas, García et al. (2015) Debido a que es una estructura monolítica, no tiene juntas visibles y puede tener losas planas pretensadas, eliminando la necesidad de un techo y haciendo que la construcción sea mucho más rápida que cualquier otro sistema de construcción. Retire después de tirar, generalmente después de 7 días.

Londoño (2019) señala que la estructura de marco tiene ciertas ventajas. De manera similar, ciertos elementos de una estructura se pueden demoler sin afectar su resiliencia. El proceso de construcción es simple y depende de los recursos para acelerar las cosas.

El diseño de estructuras se basa en la premisa de que una estructura particular debe ser capaz de realizar su función esperada y absorber completamente los esfuerzos que ocurren en cada etapa de su vida útil. Sin embargo, las estructuras existentes como edificios y puentes han sido monitoreadas, reparadas y reparadas en los últimos años, ya que siempre están sujetas a un deterioro gradual y acumulativo a lo largo de sus fases de uso. Uno de los retos más relevantes de la ingeniería civil.

A pesar de estos deterioros a lo largo del tiempo, el edificio debe mantenerse en las mejores condiciones posibles durante el mayor tiempo posible. Por ello, al añadir un método de pretensado al sistema de marco, este primer componente resulta ser más rígido, creando así un tipo de sistema en el que el panel y el marco tienen mayor resistencia y mayor resistencia. Esto se debe a que al integrar el sistema de postensado se eliminan las vigas y apoyos intermedios y se compensan las cargas de las losas. Cuando esto se aplica a hogares e instituciones, además de tener una estructura más resistente, la

combinación de estas dos tecnologías les da a las personas mayor seguridad ya que les da más espacio.

## **1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo se realizará el análisis comparativo de vigas de concreto postensado y vigas de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cómo se analizará el predimensionamiento y modelamiento en ETABS empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se realizara el análisis sísmico empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se realizara el diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023?

### **1.3 Formulación del objetivo general y específicos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar el análisis comparativo de vigas de concreto postensado y vigas de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el predimensionamiento y modelamiento en ETABS empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.
- Realizar el análisis sísmico empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.
- Realizar el diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.

### **1.4 Justificación**

#### **1.4.1 Justificación práctica**

La investigación presentara una aplicación al nuevo método de uso de concreto postensado para diseñar sistemas de marcos es muy superior a las fuerzas de tracción, tensiones, pesos, movimientos sísmicos, cargas y otros

factores que pueden afectar la calidad. Facilitar la construcción de mejores edificios que sean resistentes a Representa el progreso y los beneficios de la sociedad y sus sistemas de vivienda y edificación.

#### **1.4.2 Justificación teórica**

Esta presente investigación estará teóricamente justificada sobre la base del diseño de sistemas aporticados, la teoría de tensiones, la teoría sísmica, la teoría del hormigón y el hormigón pretensado, y un marco teórico evaluado para la arquitectura peruana contemporánea. Estos estudios han guiado la búsqueda de un correcto desarrollo.

#### **1.4.3 Justificación metodológica**

Esta presente investigación se empleará metodologías propias para la toma de la data en el campo y para procesarlos; además, la metodología a proponer servirá de antecedente para futuros trabajos experimentales que analicen el uso de concreto postensado en sistemas aporticados.

### **1.5 Limitaciones**

El presente proyecto de investigación tiene como principal limitación la economía, ya que se sabe que realizar investigaciones y el diseño estructural es costoso en este contexto, se decidió realizar un análisis de concreto pretensado solo en el diseño de una estructura aporticada con una luz de 7 metros utilizando el programa ETABS. Las limitaciones fueron escasa información teórica y práctica.

## **1.6 Formulación de hipótesis general y específica**

### **1.6.1 Hipótesis General**

El análisis comparativo de vigas de concreto postensado y vigas de concreto armado mejora el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.

### **1.6.2 Hipótesis Especifico**

- El predimensionamiento y modelamiento en ETABS empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado influye significativamente en el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.
- El análisis sísmico empleando vigas concreto postensado y vigas concreto armado influye significativamente en el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.
- El diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando vigas de concreto postensado son más óptimos que empleando vigas de concreto armado de una estructura aporticada con una luz de 7 metros, Pillco Marca - Huánuco -2023.

## **1.7 Variables**

### **1.7.1 Variable independiente**

Vigas de concreto postensado

### 1.7.2 Variable dependiente

Diseño sismorresistente

## 1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

**Tabla 1**  
Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V. independiente</b> <b>Vigas de concreto postensado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 030 d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	Cuantitativa	Discreta
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>		
<b>V. dependientes</b> <b>Diseño sismorresistente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	Cuantitativa	Discreta
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> <li>• d</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Jiménez (2020) en su tesis titulado: “*Análisis de costos y tiempos en la construcción de losas postensadas mediante la metodología BIM*”; presentada a la Universidad Católica de Colombia; La investigación actual busca detectar puntos positivos y/o negativos que existen a través de la aplicación de software y procedimientos de gestión de proyectos modernos en el mercado en comparación con los que se utilizan actualmente en la Ciudad de Columbia. En este trabajo llegamos a las siguientes conclusiones: Siempre hay algún nivel de incógnita en los precios de reprocesamiento. Así que no sé si habrá reelaboración. Sin embargo, cuando hicimos una evaluación de precios, resultó que no era adecuado en función de los precios mitigarlos con el método BIM, como en el plan de la Federación Colombiana de Fútbol, que no es un plan macro. Cuesta mucho usar esto. Un sistema de entrepiso de losa aligerada por métodos CAD es menos costoso que crear losas postensadas por métodos BIM, y subjetivamente en términos de pequeña escala, esto resultó ser económicamente inviable.

Cruz (2022) en su tesis titulado: “*Análisis comparativo del diseño de dos edificios de 5 pisos en hormigón armado: uno con losas alivianadas y otro con*

*losas postensadas*”; presentada a la Universidad de las Fuerzas Armadas; En este trabajo se realiza un estudio técnico y económico comparativo de diseños de losas posteadas versus diseños de losas aligeradas, en composiciones con pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales rígidos ni diagonales, el uso de losas aligeradas es un clásico en el Ecuador, y no aprovechar las ventajas tecnológicas de última generación, que ha aumentado la capacidad y características de la creación material. En este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: Las losas postensadas son más eficientes en peso y proporción de material que las losas aligeradas mientras aumenta la luz independiente, para luces mayores a 7.30 m se obtiene una ventaja económica al utilizar un sistema de postensado, para luces menores de 7,30 m, aunque con la opción de postensado se obtiene una menor porción de material, el alto costo de los cables postensados reduce la competitividad frente a los sistemas de placas aligeradas. El diseño de placas postensadas, al ser un proceso interactivo, conlleva un mayor tiempo de estudio, ya que no existe una solución de diseño exclusiva para cada placa, ya que se puede cambiar la cantidad de alambres y recorridos de cables.

Ramírez (2022) en su tesis titulado: “*Análisis y diseño comparativo de losas nervadas para edificaciones de distintos niveles en la ciudad de Bogotá: empleando dos tipos de sistema de reforzamiento, reforzamiento convencional longitudinal y reforzamiento a base de elementos postensados*”; presentada a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito; El objetivo principal es la

equiparación e investigación del comportamiento portante de los techos nervados bajo influencias sísmicas al utilizar diferentes alternativas de refuerzo, comparación de los métodos clásicos de refuerzo con respecto al uso de métodos de recursos postensados. El objetivo del estudio es establecer y reconocer las ventajas que ofrece una elección de armadura sobre otra en el caso de losas nervadas armadas en una dirección, con las limitaciones incluidas en la comparación. En este trabajo, se extrajeron las siguientes conclusiones: Los materiales de diseño se delinearon para una comparación razonable, sin embargo, las variaciones no se consideraron cuando se modificaron estos materiales. Las limitaciones se enumeran con el único objetivo de incentivar a los colaboradores y futuros colaboradores tomando como punto de partida este expediente, analizando las variaciones mencionadas y aumentando el interés por el uso del hormigón pretensado para construcciones verticales en la zona. . Como recomendación final, considerar los vanos de trabajo a evaluar y fijar un límite mínimo para esos vanos, ya que la mala obra incrementará los recursos de pretensado para vanos menores de 6 metros.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Gálvez (2018) en su tesis titulado: “*Análisis y estudio comparativo de nueva edificación del mercado a. Orrego del distrito de la victoria con diseño de concreto postensado, concreto armado y estructuras metálicas*”; presentada a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; Se ha concluido el diseño de todos los recursos que corresponden a las tres estructuras, tales como columnas, vigas, losas, rigidizadores, perfiles de unión y arriostamientos, que dejarán una obra sismorresistente en el mercado Antenor Orrego. La

disertación tiene como objetivo difundir los sistemas estructurales más resistentes a los terremotos, ya que los mercados, al ser centros de abastecimiento, son considerados estructuras importantes para las personas. En este trabajo se extrajeron las siguientes conclusiones: En un estudio dinámico de 3 estructuras, estas se desplazaron mucho más de lo permitido por las reglas sísmicas, por lo que se decidió buscar recursos estructurales que puedan soportar esfuerzos cortantes. a las consecuencias del movimiento sísmico. Analizando los precios de cada sistema estructural, el precio directo del hormigón armado es de 1.512.205,11 soles, el precio del hormigón postensado es de 2.281.658,2 soles y el precio directo de las estructuras metálicas es de 2.733.477,45 soles.

Montes (2021) en su tesis titulado: “*Diseño estructural de una edificación de concreto armado utilizando losas postensadas con tendones no adheridos*”; presentada a la Universidad Nacional de Huancavelica; El presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar la dominancia que puede tener un sistema de placas nervadas pretensadas con tendones antiadherentes en el diseño de los medios estructurales (vigas y columnas) de una estructura de hormigón armado para lograrlo. Se expone a diseñar un edificio de 3 plantas destinado a oficinas en la ciudad de Huancavelica. En este trabajo se extrajeron las siguientes conclusiones: Del estudio sísmico se evidenció que para el modelo 01, las deformaciones del suelo no cumplieron con las restricciones

establecidas por la Regla E.060, ya que con este As a As se obtuvieron distorsiones mayores a 0.007. En consecuencia, se pueden aumentar las secciones de los recursos estructurales (vigas y apoyos) o se pueden colocar recursos fijos como muros de cortante para definir esta distorsión. No se logró incremento debido a que cambiando el tamaño del recurso no sería posible lograr una comparación objetiva con el diseño de placas pretensadas (Modelo 02).

Pacherres (2022) en su tesis titulado: “*Análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y dissipador sísmico, Piura, 2022*”; presentada a la Universidad Cesar Vallejo; El propósito del estudio es establecer la investigación y diseño de un puente específico de postensado con sistema de retracción y disipación sísmica en Piura. Se aplicó la metodología utilizada según su tipo, y por diseño empírico, grado de diseño y enfoque cuantitativo, la población fue de 06 tramos conformados por la mala distribución Chiclayo-Piura, y la muestra fue un total de 210 m de largo. puente. En este trabajo llegamos a las siguientes conclusiones: Se concluye que las propiedades físico-mecánicas son: Al final de cada tramo de un puente con absorción de energía instantánea y cortante, concluimos que la tasa óptima de aumento de la resistencia instantánea de las vigas primarias se debe a los dissipadores sísmicos (bielas tubulares ajustables). Instantáneamente maximiza la deflexión y disipa la energía del puente.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Concreto presforzado**

Este es un método de construcción en el que el hormigón se comprime antes de aplicar una carga y se refuerza al resistir la carga aplicada. El proceso de tensión consiste en aplicar fuerza al hormigón estirando los tendones contra los elementos de hormigón. El hormigón pretensado

se basa en crear una tensión dirigida y constante en los componentes, lo que mejora el comportamiento y aumenta la resistencia. Los componentes utilizados van desde simples vigas en habitaciones hasta traviesas de ferrocarril y vigas de puente para una variedad de usos, incluida la restauración de estructuras afectadas por terremotos. El sistema de formación de hielo previo

está diseñado para lograr el estado de tensión final deseado mediante la superposición de fuerzas de formación de hielo previas y fuerzas causadas por influencias externas. El hormigón pretensado es hormigón en el que las tensiones internas (fuerzas) son inducidas por barras de refuerzo pretensadas (generalmente tendones de acero).

#### **Tipos de presforzado**

Dos formas comunes de aplicar el estrés son el pre-esfuerzo y el post-esfuerzo.:

#### **Método de pretensado**

Los tendones de acero se estresan antes de la colocación del hormigón, generalmente en una planta prefabricada remota del sitio de construcción.

**Figura 1**  
Esquema de cables en concreto pretensado



Fuente: Schinca, J., 2011

## Método de postensado

El tensado del concreto generalmente se realiza fuera del sitio en una fábrica prefabricada.

**Figura 2**  
Esquema de cables en concreto postensado



Fuente: Schinca, J., 2011

## Ventajas del presforzado

Según Torroja (2016), La principal ventaja del hormigón pretensado proviene del estado de tensión de compresión que experimentan los elementos.

- Se evita el agrietamiento del hormigón. Este hecho reduce la posibilidad de corrosión del acero y aumenta la durabilidad de la estructura.
- Se aumenta el momento de inercia del perfil, se aumenta la rigidez y se reduce la deformación.
- Permite el uso óptimo de elementos de alta impedancia.

- Posee elementos de conexión más delgados y duraderos. en relación con la barra.

- La producción en masa de plantas permite un mejor control de calidad y ahorro de costos.

- Atacar o construir simultáneamente varias partes del edificio al mismo tiempo acelera la construcción. Esto suele implicar algún beneficio económico en un análisis financiero completo.

### **Desventajas del presforzado**

También debo señalar algunas carencias que pueden ocurrir ocasionalmente en algún trabajo.

- La inversión inicial suele ser relativamente alta ya que se acorta el período de construcción del proyecto.

- Se requiere diseño detallado de uniones, columnas y conexiones.

- Todo el proceso de construcción debe ser cuidadosamente planificado, especialmente las etapas de fundición y montaje en el sitio.

### **Concreto pretensado**

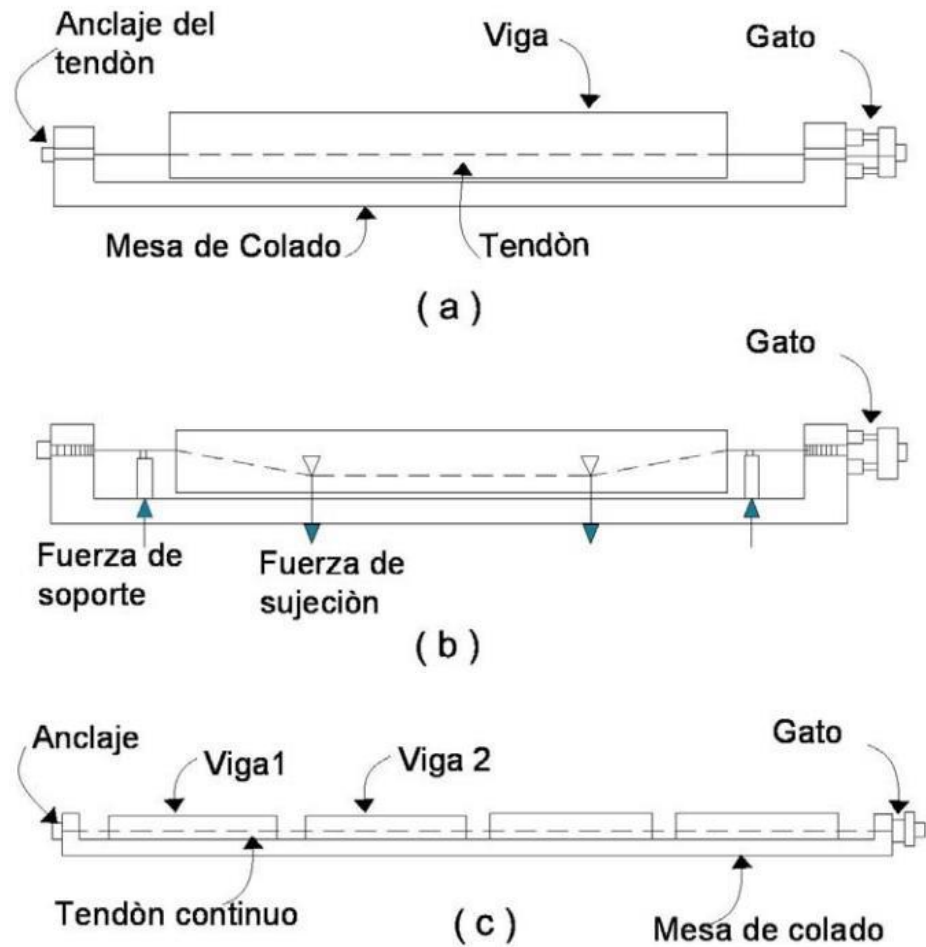
El pretensado se utiliza para describir un método de pretensado en el que el refuerzo activo de un elemento se pretensa antes de verterlo en el hormigón. El hormigón normalmente se adhiere al acero durante el vertido y, cuando se alcanza la resistencia requerida, la tensión aplicada se elimina de los alambres y se transfiere al hormigón como presión. Este método crea una buena relación entre el hormigón y la barra de refuerzo, los protege de la oxidación y transfiere la tensión a través de la adhesión del hormigón al acero. Casi todos estos elementos pretensados tienen limitaciones de tamaño ya que requieren fuertes



puntos de anclaje en el exterior, estos puntos de anclaje deben estar separados del miembro y la barra de refuerzo debe estirarse a la longitud correcta. Por lo tanto, con el equipo adecuado, estos productos pueden fabricarse industrialmente en masa, reutilizando hormigón o moldes, y pretensando numerosos componentes en un solo paso. Los componentes comúnmente fabricados con Concreto Pretensado son entrepisos, vigas, dinteles, pilotes, vigas utilizadas en edificios, almacenes, estadios y gimnasios. El refuerzo pretensado

permite pretensar alambres o hilos de acero antes de colocar el concreto. Debido al área de sección transversal más pequeña, el cable se vuelve más largo. A medida que el hormigón se endurece, se libera la tensión de las hebras y tienden a volver a su forma original. Están encapsulados en hormigón y transmiten fuerzas a los elementos a través de la adhesión potenciada por el efecto Poisson. El cable se coloca excéntricamente alrededor del centro de gravedad de la sección creando un momento de flexión que se opone al momento de flexión creado por la carga de gravedad.

**Figura 3**  
Fabricación de elementos pretensados



*Fuente: ANIPPAC, Conceptos básicos de diseño de elementos de concreto presforzado y prefabricado, 2015*

Dado que el anclaje es fijo, el efecto de pretensado del hormigón es interno. Sus trayectorias son rectas, y la forma ajustada puede tener algunas desviaciones, por lo que los bordes no dan muchos problemas. Zonas con precarga demasiado alta. En los extremos de las vigas almacenadas sin deflexión de torones, la fuerza de prees fuerza debe reducirse por ciertos factores. La Figura muestra la trayectoria específica que sigue el código.

Las características de este proceso son:

- Los hilos se tensan antes de la colada.

- Se requieren anclajes o encofrado auto tensado.
- Se aplica a la producción en masa en fábricas prefabricadas.
- Se reutilizan equipos y moldes.
- Fijación con cola.
- Los mechones deben ser inducidos para controlar el estrés en medio de la transferencia.
- Aplicación: Vigas, vigas, paneles extruidos, losas, etc. de construcción y puentes.

### **Concreto postensado**

Este tipo de hormigón se diferencia de sus predecesores en el esfuerzo retardado ejercido sobre los tendones durante la fabricación. Este tipo de concreto se basa en la tensión de los tendones y cuando el concreto se endurece, se traba en el borde del elemento para una excelente resistencia. En este sistema, los cables de polarización se colocan de acuerdo con la trayectoria deseada y se puede variar su excentricidad a lo largo de su longitud para lograr las desviaciones y tensiones deseadas dentro del componente. Estas desviaciones del acero pretensado doblado permiten que los elementos se diseñen de manera eficiente.

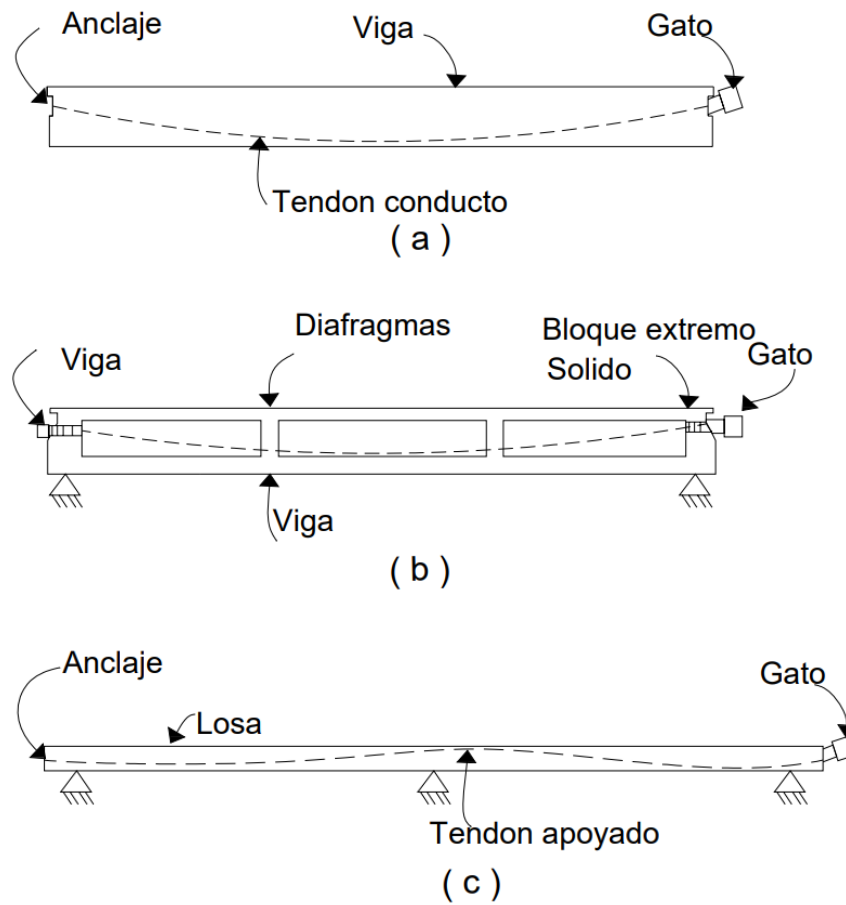
Gracias a este método, la abrazadera se puede colocar fácilmente de tal manera que la fuerza de la carga externa se puede compensar de manera efectiva. La forma de la abrazadera se puede adaptar a la zona de tensión provocada por la flexión.

El retensado se puede realizar en la fábrica o en el campo. Es posible que el concreto se haya colocado en el sitio y precompactado después del curado, o que se hayan fabricado componentes individuales, se hayan tendido cables y se haya realizado la precompresión como un todo.

Refuerzo posterior a la tensión: Los hilos de acero se tensan después de que el concreto se haya fraguado. El método más común es introducir canales en el encofrado entre las barras de refuerzo para dar a los cables la curvatura requerida. Una vez que el hormigón ha alcanzado la resistencia suficiente, se utilizan gatos hidráulicos y cuñas para alinear y tensar los cables.

El postensado es la técnica de fijación del pretensado a los bordes de la edificación a partir de la tensión de los tendones después de que el hormigón se haya endurecido y alcanzado la resistencia adecuada. Alinee los canales correctamente antes de verter el hormigón. La excentricidad del elemento se puede variar a lo largo de su longitud para obtener la deflexión y la fuerza requeridas. Los canales deben llenarse con lechada o lechada después del tensado. La función básica del mortero es proteger el pretensado durante cargas dinámicas. En el postensado, la acción de pretensado se realiza externamente y el tendón generalmente se fija al hormigón con un sistema de sujeción mecánica colocado en el extremo del tendón. Este método se utiliza para elementos vegetales colocados en el sitio o en el sitio. Suelen aplicarse en grandes vigas, dovelas de puente, vigas ultra estáticas, depósitos de agua, etc. Sus respectivas trayectorias pueden ser curvas, permitiendo el diseño eficiente de componentes hiperestáticos y evitando esfuerzos en fines constructivos.

**Figura 4**  
 Trayectorias clásicas de tendones en vigas con diseño postensado



Fuente: ANIPPAC, *Conceptos básicos de diseño de elementos de concreto presforzado y prefabricado*, 2015

#### ➤ Características

- Los torones son tensados luego de realizar el colado.
- Es realizado principalmente en obra.
- Se necesita tener ductos ahogados y que se ubiquen de acuerdo a las trayectorias calculadas.
- Luego deben ser tensados los torones, se requiere de la inyección de los ductos con mortero para la protección de los torones.

- A través de los anclajes especiales, se ejerce de forma extrema la acción del postensado.
- Se aplica en: dovelas de puentes, losas con presfuerzo bidireccional, vigas hiperestáticas.
- Las fuerzas de compresión se inducen en las estructuras de hormigón mediante la tensión de los tendones de acero, que consisten en barras o torones que se encuentran en tuberías incrustadas en el hormigón. Después de que el concreto se haya colocado y curado por completo a la resistencia a la compresión inicial especificada, se instalan los tendones.
- Los cilindros hidráulicos están conectados a ambos extremos del tendón y están sujetos a una presión específica mientras se apoyan contra el extremo de la viga de hormigón. Esto induce una fuerza determinada sobre el tendón, que estira el tendón. Después de aumentar la fuerza requerida, la fuerza del tendón se transfiere desde el gato al anclaje final.
- Los tendones estructurados con torones se aseguran con cuñas de acero que sujetan cada torón y se sujetan correctamente a la placa de cuña. Esta placa está completamente trenzada y sostenida por un solo anclaje de acero.
- El anclaje puede ser una fundición especial con tres superficies de apoyo concéntricas que transfieren las fuerzas de los tendones al hormigón, o una simple placa de apoyo de acero. Los tendones de barra generalmente se aseguran y atornillan con tuercas de bola apoyadas contra una placa de soporte rectangular moldeada en concreto. Los extremos que se encuentran en las varillas o torones de los tendones permanentes se cortan después de cargarlos con una sierra de disco o un corte por plasma. No se deben usar cortes con

llama, ya que comprometen las especificaciones de precarga. Luego, el tendón se empaqueta con una base de cemento o lechada. La lechada se bombea al conducto a través de la entrada de lechada mediante una bomba.

- La lechada se fabrica bajo condiciones controladas usando salidas de lechada para asegurar que la fijación de la tubería y las tapas de lechada estén completamente llenas. Después del rejuntado, los anclajes se protegen con diferentes niveles de protección según los requisitos de la estructura.

➤ Usos

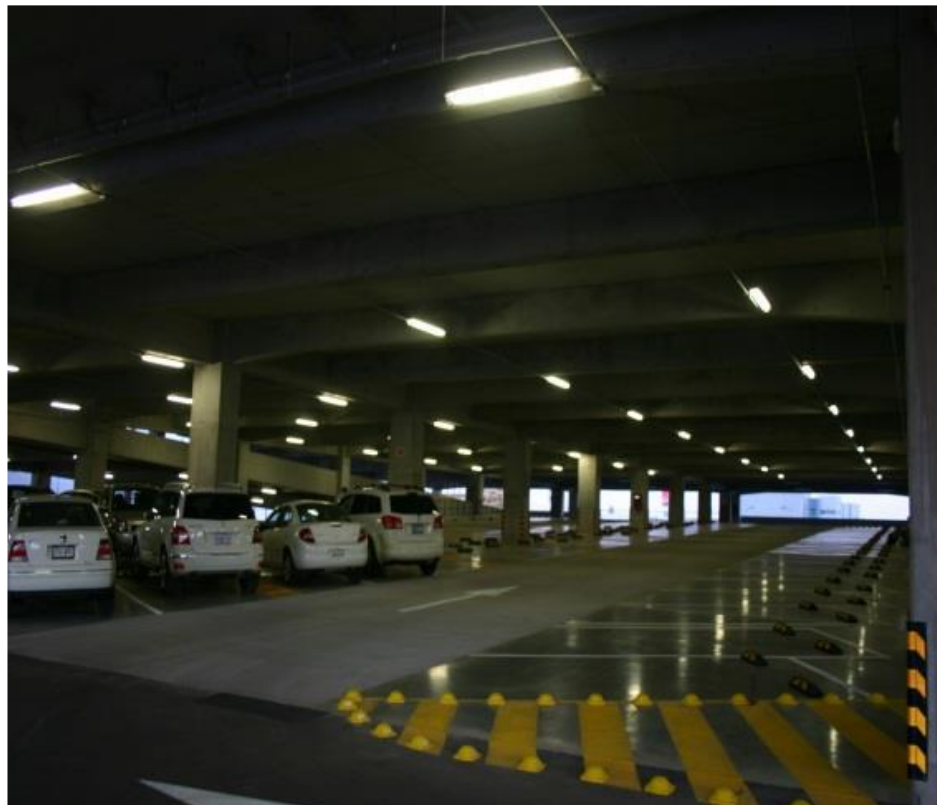
- Puentes construidos por voladizo: Busca su rigidez construida y para las flexiones busca la resistencia.

- Centros comerciales: Combina de manera eficiente los niveles de estacionamiento con los cines y comerciales.

- Puentes por dovelas prefabricadas: Para la unión de las dovelas y para tomar flexiones y cortantes.

- Puentes empujados: La unión de dovelas y busca la resistencia de los cortantes y flexiones en el tiempo de empuje.

**Figura 5**  
*Centros comerciales con sistema postensado*





Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015

- Aulas para escuelas y universidades: Tiende a aprovechar la economía para la realización de claros grandes.

**Figura 6**  
*Aulas con sistema postensado*



Fuente: Tomado de "Concreto presforzado", García et al., 2015

- Auditorios y centros de comercio.
- Techo ligero de gran luz con techo de metal.

### **Tipos**

Hay varias maneras de encarar al postensado de una losa, el postensado no adherente y adherente.

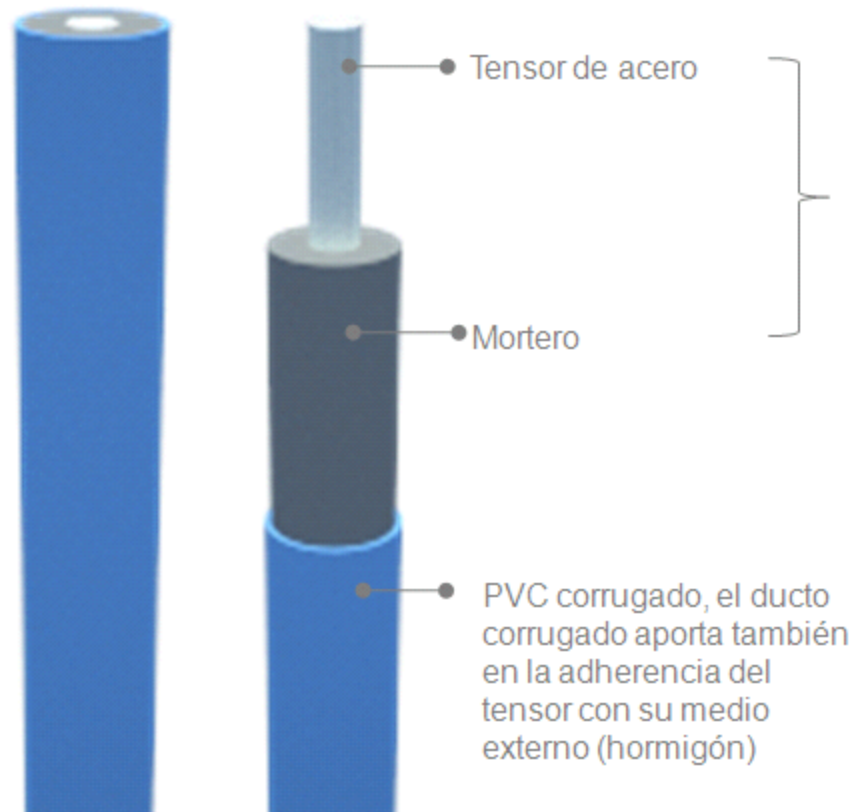
#### ➤ Postensado adherente

Esta es la diferencia en que el caparazón, después de ser tensado, se rellena con mortero destinado a brindar protección contra la tensión del acero y adherencia a la estructura. Esta estructura es más segura que los sistemas no adheridos. Depende de la fijación porque no tiene tensión, pero también se basa en la adhesión a la superficie. El ducto

se cementa o cementa solo después de que el acero pretensado haya sido tensado y asegurado. La función principal del mortero o lechada es proteger el

acero de la corrosión y evitar el movimiento relativo entre los cables durante la carga dinámica. Este tipo de sistema no es competitivo y no se usa mucho en la construcción de edificios.

**Figura 7**  
*Sistema adherido postensado*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015*

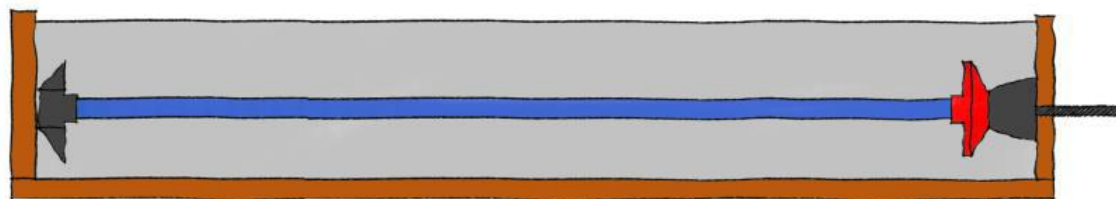
- Lo importante es que debe haber adherencia del mortero con el acero. Ello proviene de la rugosidad natural de la ondulación, y el espacio del cable es pequeño.
- Los ductos: no deben de reaccionar de forma química.
- El diámetro del ducto debe de ser menos de 6 mm de diámetro para que resulte fácil la inyección de lechada.

- Los ductos que tengan más de tres tendones deben de contar con un área de sección doble al área de los tendones .

➤ Postensado no adherente

El sistema tensado consiste en monofilamento recubierto con grasa anticorrosión y cubierto con una capa de plástico de protección para que pueda moverse libremente. El tendón y el concreto tendrán un contacto más directo, pero la desventaja es que el ancla eventualmente fallará y el viejo tensor se deslizará y romperá la placa. Esto se debe a que la magnitud de la tensión a menudo depende del borde. Las aplicaciones para son típicamente de vía ancha, losas de refrigeración, tanques de agua, etc.

**Figura 8**  
*Sistema postensado no adherido*



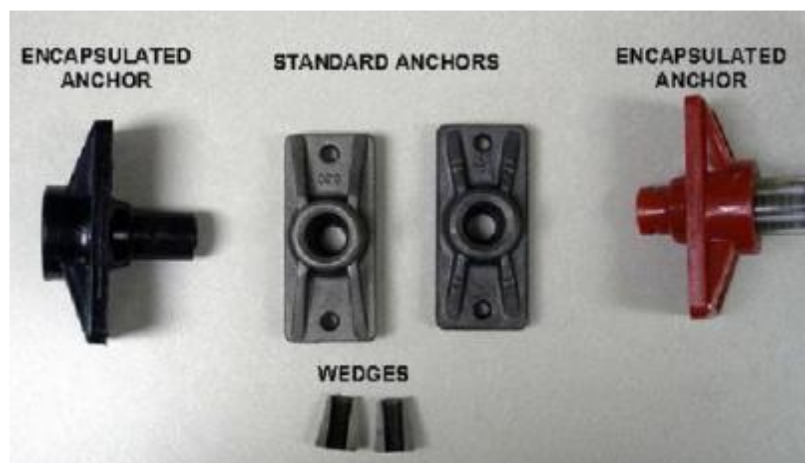
Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.

➤ Elementos constituyentes

Encofrado de posición y cuñas (lado activo) Clave el encofrado de posición y retire el hormigón para la tensión del cable. Después de quitar el encofrado de su posición, inserte dos cuñas verticalmente para tensar el cable. Los anclajes de cables de postensado en el lado pasivo son anclajes estándar, que son tendones no elásticos, y anclajes encapsulados con tubos protectores y

cubiertas engrasadas para evitar la exposición a ambientes climáticos agresivos y áreas marinas. Se utiliza la intrusión de humedad.

**Figura 9**  
*Anclaje del cable postensado*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

El cable o tendones (no adheridos), monofilamento de 7 alambres para que las vigas de postención se ejecuten mediante el sistema que no se adhiere al postensado gracias a una funda.

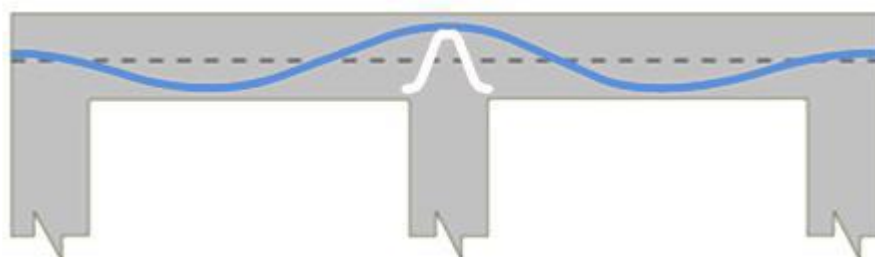
**Figura 10**  
*Cables no adheridos*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

Separadores o sillas, presentan tamaños diferentes y son empleados para el logro de una curva necesaria en el cálculo estructural, para lograr las flechas y esfuerzos que se desean. Son colocados antes del vertido del hormigón

**Figura 11**  
*Separadores*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

#### ➤ Equipo de tensado

El Gato de tensión y bomba hidráulica es el encargado de suministrar la tensión en los cables.

**Figura 12**  
*Gata de tensado*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

Manómetro, para controlar la presión, del cable

**Figura 13**  
*Manómetro*

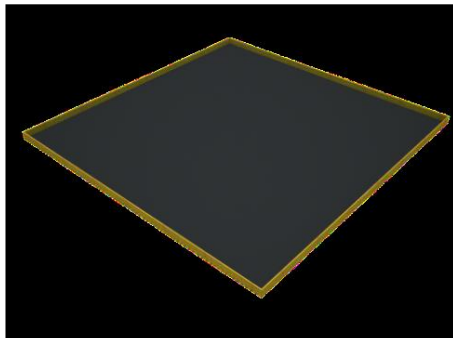


*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015*

➤ **Proceso constructivo**

- El diseño de la mesa, teniendo en cuenta las vigas donde se colocaran los cables.

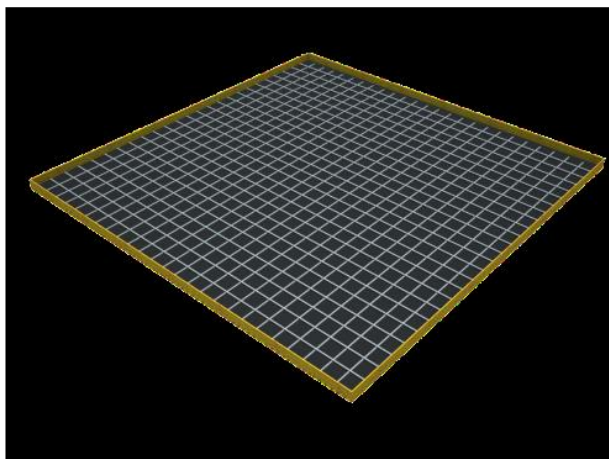
**Figura 14**  
*Base del perímetro*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

- Se cubre con la rejilla de fierro.

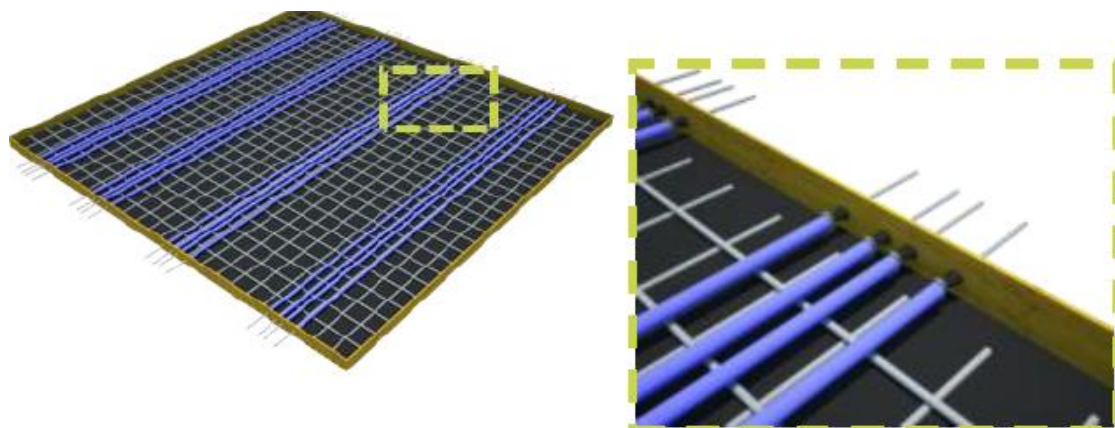
**Figura 15**  
*Base del perímetro*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

- En las vigas es instalado el sistema de tendones. En ambos lados (pasivos y activos) deben ser fijados a los dos (moldaje y armadura).

**Figura 16**  
*Instalación de sistema de tendones.*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

- Se disposición de cables en la viga.

**Figura 17**  
*Disposición de cables en las vigas*

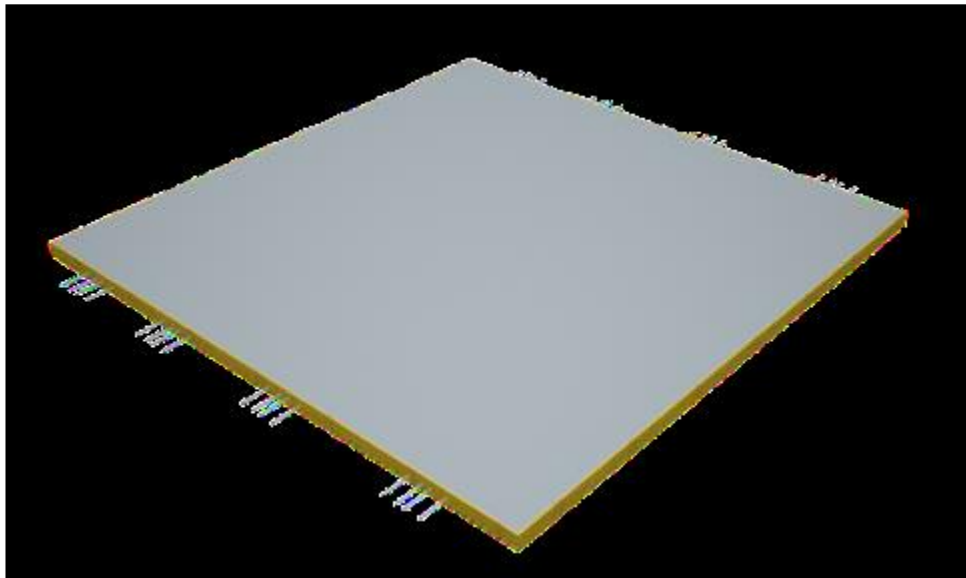


*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015*

- Se vierte el hormigón.



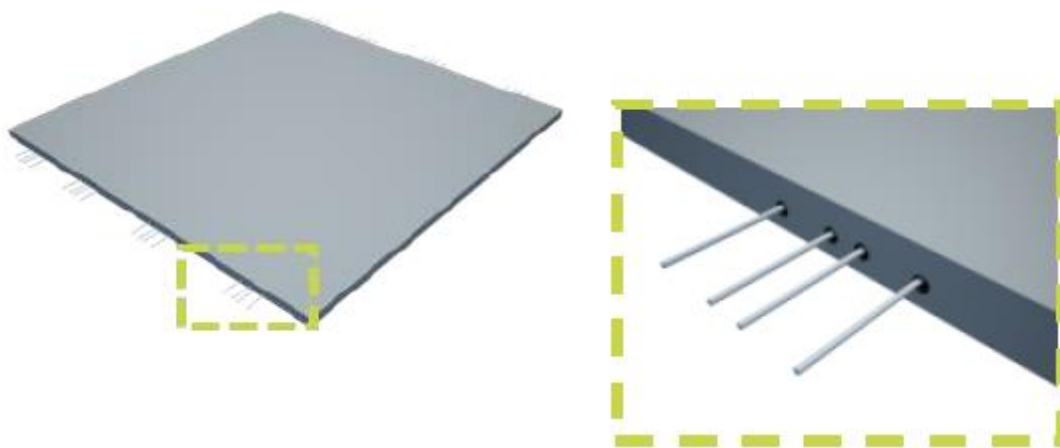
**Figura 18**  
*Puesta del concreto*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

- Después de fraguarse, obteniendo una resistencia de 80%, se tensa los tendones.

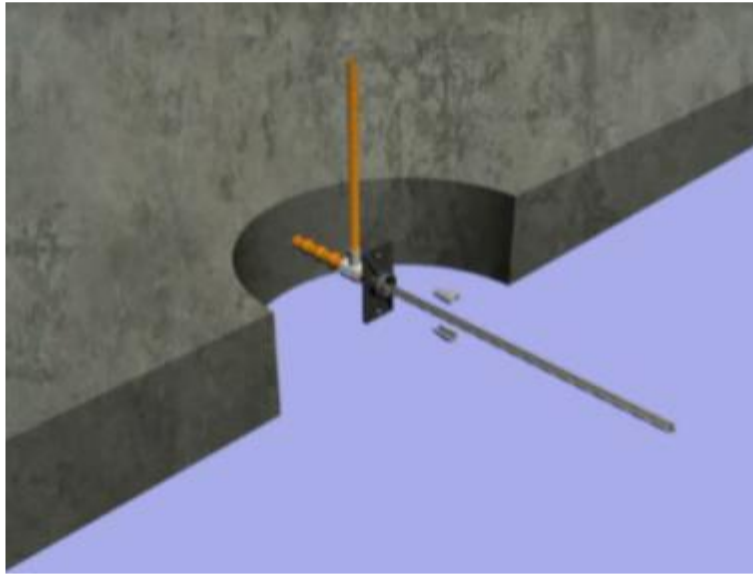
**Figura 19**  
*Previo al postensado*



*Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.*

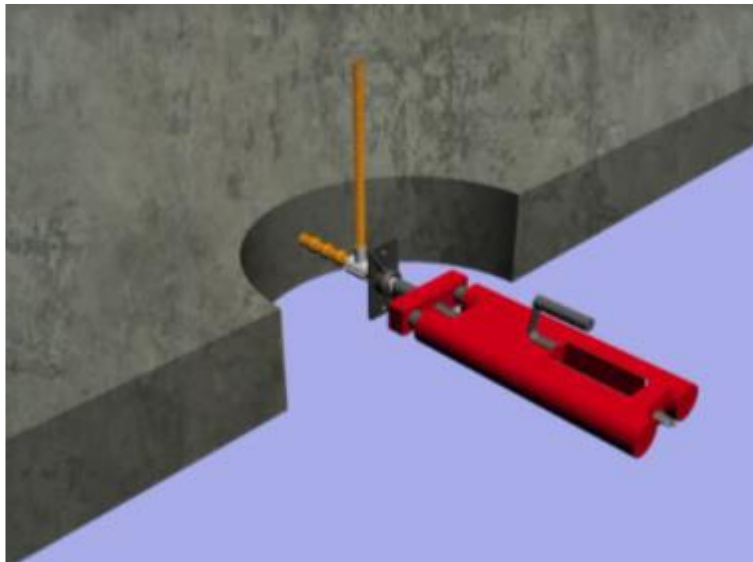
- Se estiran los tendones mediante una gata hidráulica el cual tiene reacción con el mismo hormigón, y se observa si se pasan de cables.

**Figura 20**  
*Ajuste de los cables con las cuñas*



Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.

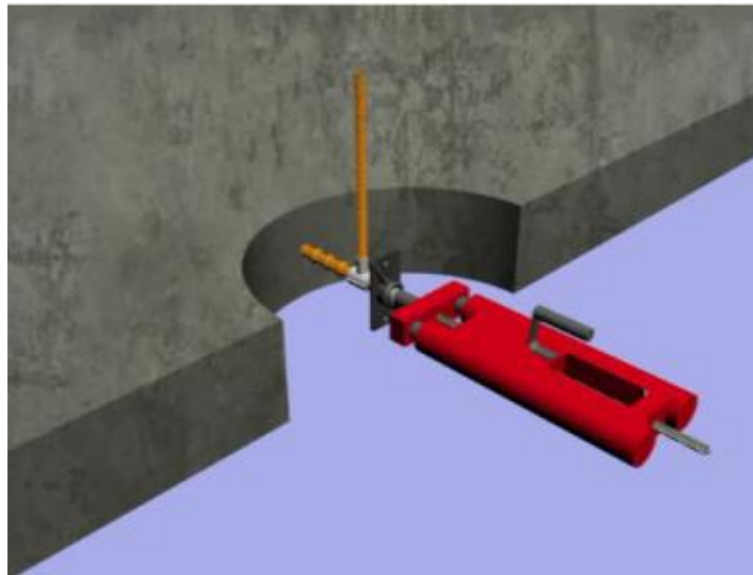
**Figura 21**  
*Tensión de los cables con la gata*



Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.

- La gata se retira y la tensión de los cables pasan al concreto, en caso especiales se puede notar una contra flecha en la viga, la cual ayuda a mejorar la resistencia del elemento estructural de la viga.

**Figura 22**  
Retiro de la gata



Fuente: "Concreto presforzado", García et al., 2015.

- Durante la fase de transferencia, estas fuerzas se transfieren al hormigón cuando la barra de anclaje se libera de la presión del cilindro hidráulico. El hormigón suele alcanzar el 80% de resistencia. Aquí se producen rápidamente daños y deslizamientos de tierra inevitables. Estos se predicen mediante cálculos estáticos. Los efectos a considerar son la fuerza momentánea y el peso propio del componente. Además, en algunos casos, se puede ver una pequeña protuberancia en la viga debido a las fuerzas de tensión del cable.
- En la etapa final, se deben considerar las condiciones de uso, teniendo en cuenta las condiciones de tensión admisible, agrietamiento, deformación y

resistencia última para lograr algún grado de fractura dúctil después de alcanzar la resistencia.

➤ Elementos

• Concreto

El hormigón que se usó en los componentes postensados debe de tener la resistencia necesaria para que las distintas fases de carga no sean sobrepasadas por los esfuerzos admitidos, antes y después de la comprensión.

Una ventaja de esta técnica, es que se puede lograr una resistencia buena del postensado fuera del molde, para eso es necesario conseguir resistencias altas inicialmente para que se optimice la producción. Se usa el concreto para un prefuerzo por contar con una resistencia y calidad mayor respecto al que se usa en construcciones. El rango de valores se encuentra entre los 210 y 500 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando el hormigón alcanza la resistencia del 80 % mínimo para tensar los cables.

• Acero

Los cables postensados se construyen a partir de múltiples grupos de hilos de acero de alta resistencia. Esta es una especificación relacionada para usar una resistencia líquida residual más baja, lo que resulta en una mayor tasa de pérdida de resistencia en el acero. El alambre

se fabrica apilando bloques de acero para obtener un alambre redondo que, después de enfriarse, se pasa a través de un troquel para reducir el diámetro y lograr el tamaño deseado. El estirado en frío cambia las propiedades mecánicas y aumenta la resistencia. Luego se calienta hasta que el tratamiento libera tensiones residuales y proporciona propiedades mecánicas detalladas. Se

fabrican alambres en diámetros entre 3 y 10 mm con resistencias entre 16.000 y 19.000 kg/cm<sup>2</sup>.

- Ductos

El canal por donde pasa el cable puede ser de varios elementos como metal o plástico, y en ambos casos debe contener grasa en su interior para permitir el movimiento de los hilos durante el tensado.

- Lechadas de inyección

Se utiliza para completar el canal después de que se complete el proceso de tensión. Debe ser fluido para llenar el tubo de manera confiable. Este generalmente consiste en agua y cemento y contiene un plastificante retardante de llama.

- Anclaje

La función del anclaje es transferir la tensión del alambre a una superficie dura de hormigón. Estos se dividen en anclajes fijos y anclajes móviles. Los anclajes fijos o pasivos están embebidos en bloques de hormigón y no está permitido trabajar a través de ellos. Si se quedan en el trabajo estos son buenos, son más baratos. En los anclajes activos, los cables son tirados por gatos hidráulicos y se colocan cuñas para evitar que los cables se junten.

- Desventajas y precauciones

Transporte y montaje necesarios para componentes postensados. No favorece la distancia de trabajo desde la fábrica.

- El diseño resulta más difícil y debe de ser detallado.

- Se organiza detalladamente el desarrollo de la construcción, especialmente en las fases de montaje.

- Los apoyos, conexiones y uniones, son detallados y deben ser supervisados continuamente.

- Al ser una técnica relativamente nueva, la ausencia de la coordinación del transporte de los componentes, puede retrasar el proceso constructivo.

- El proceso de construcción debe planificarse y supervisarse cuidadosamente, especialmente durante las etapas de montaje y tensado.

➤ Ventajas del concreto postensado

- Largos tramos de vigas.
- Uso efectivo de materiales de alta resistencia.
- Cantidad mínima de refuerzo unido sobre soportes de miembros continuos postensionados.
- No se pueden ver articulaciones ya que es una estructura monolítica.
- No hay curvatura ni desviación en un miembro postensado con carga de servicio.
- Las grúas y otros equipos pesados no son necesarios.
- Es una construcción monolítica sólida fundida en el lugar completamente segura y resistente a los terremotos.
- Cuando se requiere una altura limitada, se pueden construir más pisos debido a las vigas y losas menos profundas.
- Muchas otras ventajas le corresponden al arquitecto o ingeniero propietario, como la flexibilidad de diseño, la altura reducida del edificio y mejores características estéticas (29).
- Disminuir el uso de los elementos de construcción llegando a un 40% del concreto y un 75% de los materiales de acero.

- Se presenta la eficiencia en el uso del concreto.
- Rentabilidad por la eficiencia presentada en la construcción.
- La edificación tiene un peso menor.
- Reduce las consecuencias sísmicas.
- Se precisa el diseño haciendo el uso del Método de Elemento Finito

## 2.2.2 Diseño de estructuras aporricadas

### A. Sistema aporricado

Es un tipo de sistema especial de hormigón armado, las vigas y columnas son componentes que resisten movimientos sísmicos, en los extremos de cada viga y columna se colocan bisagras plásticas, estas se encuentran en la planta baja. La estructura posterior del pórtico

se basa en grupos de columnas y vigas rígidamente conectadas por nudos que le dan al método su carácter básico, estando las columnas y vigas apoyadas en mampostería.

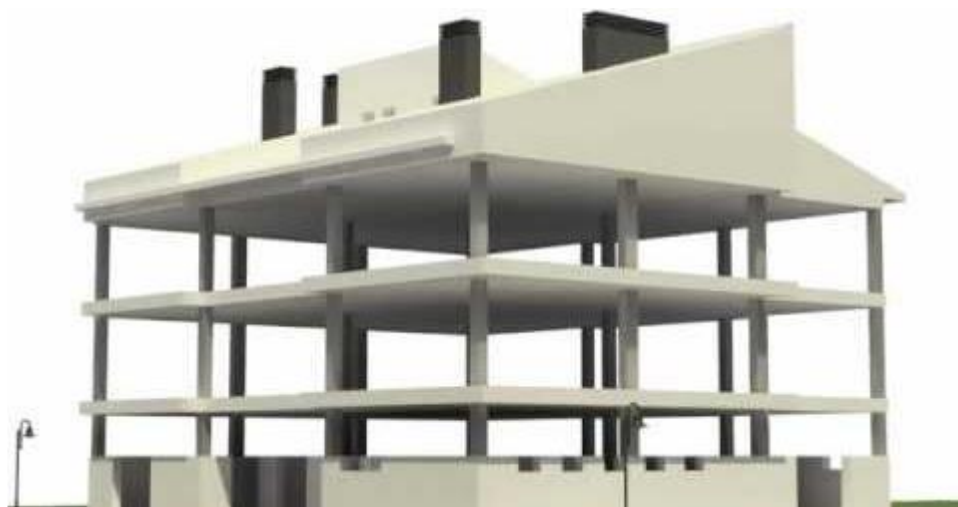
El sistema consiste en columnas y vigas de hormigón armado conectadas por nudos rígidamente. Estos nudos asocian flechas y direcciones axiales a columnas, que a su vez están asociadas a cimentaciones. El método de marco

se construye con estructuras metálicas o de hormigón armado. Es un esqueleto de edificio que soporta varias cargas de flexión, compresión y corte a través de la unión de componentes estructurales.

Este es un sistema muy popular y uno de los más antiguos. Es amigable y versátil cuando se trata de distribución ambiental. Se utiliza mampostería de ladrillo para los muros que rellenan los pórticos, los cuales se unen con argamasa para formar un sistema monolítico, y el interior está revocado. Esto

requiere contramarcas la ubicación de los sistemas eléctricos y de plomería y cortar la mampostería para colocarlos.

**Figura 23**  
*Estructura de sistema aporticado*



*Fuente: Aguirre y Zuñiga, 2019*

## B. Materiales para el sistema aporticado

### ➤ Concreto

La resistencia del hormigón utilizado para este tipo de estructuras es alta y se deben realizar algunas pruebas para asegurar la calidad del hormigón utilizado. El hormigón tiene ventajas en la rigidez de los edificios.

### ➤ Acero de refuerzo

Da flexibilidad a la estructura y aumenta la resistencia a la tracción gracias a sus propiedades físicas y mecánicas.

## C. Elementos estructurales del sistema aporticado



Para el método aporticado incluye componentes que soportan carga como vigas y el uso de columnas como componentes verticales para soportar cargas de compresión. Un punto notable sobre las vigas de este sistema es que las dimensiones de estos componentes son grandes en sección transversal en comparación con otros métodos. Esto se debe a que estos componentes son los encargados de transferir las cargas a los soportes.

➤ Suelo de cimentación

En cuanto a su rendimiento, es el material de ingeniería nada impredecible, por lo que el factor de seguridad utilizado es 3 para la resistencia. Las tipologías de suelo y los tipos estructurales representan una diversidad de sustratos.

➤ Cimentación

La parte de la estructura que transfiere la carga sobre el suelo. Por lo tanto, es la conexión entre el suelo y la estructura. Soportando esta carga, el suelo se compacta en diversos grados, hundiendo el material de cimentación y todo el edificio. Durante la fase de diseño, los asentamientos absolutos deben gestionarse como deltas.

La profundidad y el ancho de la cimentación se determinan mediante cálculo basado en las especificaciones del terreno, los materiales utilizados y el peso a soportar.

➤ Vigas

Este es el nombre que reciben los componentes estructurales lineales que originalmente trabajaban en flexión. La longitud tiene prioridad sobre otras dimensiones. En el caso de Londoño (2016), se trata de componentes de una estructura de disposición horizontal que actúan esencialmente en flexión y

sirven para transferir cargas desde el entrepiso o cubierta hasta los soportes estructurales. Las vigas de hormigón armado consisten en una armadura de acero corrugado en el interior, lo que las hace fáciles de doblar.

Estos elementos soportan 15 esfuerzos de flexión, provocando esfuerzos de tracción en las fibras inferiores y esfuerzos de compresión en las fibras superiores. A lo largo de la historia, las vigas se han construido a partir de diversos elementos. La madera es una de las más utilizadas ya que soporta una gran tracción. Desde la Revolución Industrial, los rayos de luz no han tenido un componente isotrópico. El acero es mejor que el hormigón y puede soportar las altas cargas de tracción y compresión posteriores al servicio del hormigón armado, así como las cargas de pretensado y postensado más recientes.

#### ➤ Columnas

Columna es una pieza que sufre compresión de grupo, y su flexión se denomina flexión compuesta por compresión. Según Londoño (2016), las columnas sirven para absorber las cargas transferidas por las vigas y transferirlas a la cimentación del edificio. Dado que los diversos soportes se dividen según las cargas que reciben, corresponde al ingeniero estructural determinar la sección transversal requerida para los soportes. El efecto geométrico que tienen los tirantes se conoce como esbeltez, y si no son muy esbeltos, su forma tiende a depender de la esbeltez, la rotura es por aplastamiento, y los más finos tienen defectos de torsión, por lo que es importante.

#### ➤ Losas de entrepiso

Un componente de una estructura de concreto reforzado que separa los niveles del edificio y transfiere cargas vivas y muertas a las columnas del edificio. Cada losa está formada por diferentes tableros limitados lateralmente por vigas de apoyo. Estos pueden ser luces o sólidos y pueden crear ganancia en una o dos direcciones, dependiendo de la modulación.

➤ Escaleras

Este elemento fue diseñado para transmitir diferentes ambientes. Se compone de pasos, que constan de dos partes. La parte horizontal se conoce como escalón y la parte vertical se conoce como contrahuella que determina la altura del escalón. Puede tener diferentes secciones separadas por descansos. Estos artículos tienen diferentes formas según el diseño, y hay muchas variaciones.

D. Ventajas y desventajas del sistema aporticado

Según Londoño (2016), las ventajas son:

- Luego de un periodo largo pueden realizarse fácilmente modificaciones estructurales, permiten su funcionamiento como esqueleto, muros, entre otros electos pueden demolerse sin afectar la resistencia de la casa.
- El proceso de construcción es fácil y depende del recurso para que la velocidad aumente. Mayor facilidad de los arquitectos, desde que se cuente con un diseño rigurosos este presta para la realización de sistemas fuera de lo usual.
- Es casos sísmicos, los desplazamientos son pronunciados generando más daños internos, en elementos que no pertenecen a la estructura.
- Por otro lado, las desventajas son:

- La estructura tiene un peso muy grande, por ello se necesita de la cimentación detallada más robusta para que las cargas se transmitan.
- Los periodos de ejecución se afectan mientras le alcanza la resistencia del hormigón luego de fundirse.
- Se necesitan sistemas y herramientas específicas, esto depende de la disponibilidad para su avance rápido.

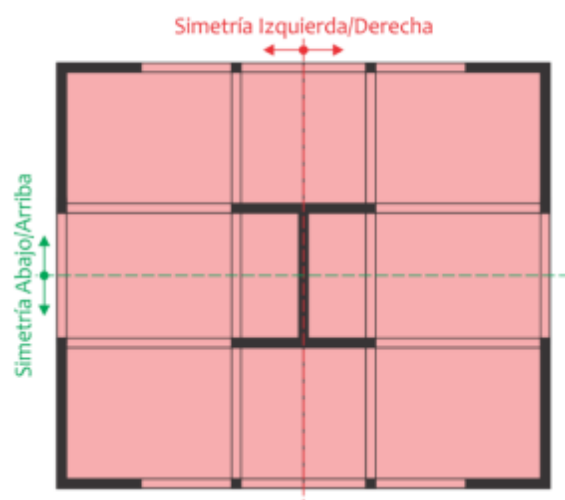
#### E. Estructura de la edificación

Para realizar buenas estadísticas y pasar correctamente a la etapa de diseño, se deben considerar los principales puntos de estructuración recomendados por la norma E030 (2019).

##### ➤ Simetría y simplicidad

Se recomienda tener simetría y simplicidad en ambas direcciones, buscando el equilibrio en el centro del componente central rígido. Esto evita la rotación dañina del edificio. Un claro ejemplo se muestra en la figura. Puede ver la simetría y la simplicidad de la distribución del muro de corte.

**Figura 24**  
*Estructura Simétrica*



*Fuente: Ladera, 2019*

➤ Ductilidad y resistencia

Las estructuras deben resistir terremotos. Dotar a las edificaciones de un número suficiente de componentes sísmicos.

➤ Continuidad y uniformidad

El objetivo de este punto es evitar cambios bruscos de altura y rigidez plana. En la siguiente figura se puede ver la uniformidad entre la componente de resistencia constante (grisácea) y la componente de resistencia no constante (roja) para la componente vertical de la estructura.

**Figura 25**

*Discontinuidad en Elevación de componentes resistentes*



*Fuente: Ladera, 2019.*

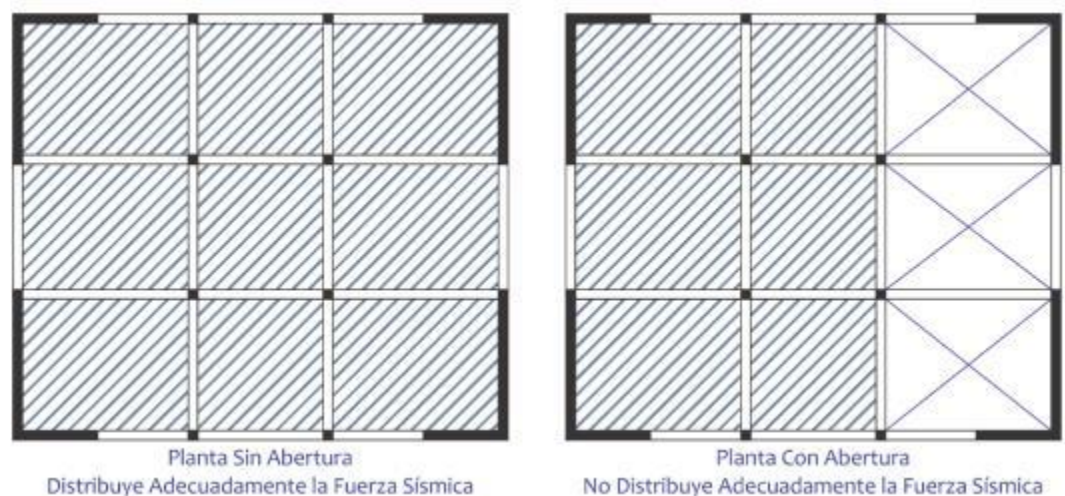
➤ Rigidez lateral

Para que una edificación esté preparada frente a cargas en los laterales sin tener muchas deformaciones, debe de proponerse componentes estructurales con gran rigidez.

➤ Diafragma rígido

La existencia de una placa rígida en el plano suele tomarse como una suposición básica en el análisis. Bajo esta suposición, se puede esperar que cada estructura distribuya la fuerza a las paredes y columnas de acuerdo con su rigidez lateral y mantenga la misma fuerza. Los criterios a considerar para que una losa se comporte como una membrana rígida son: b) la relación de aspecto alcanza un máximo de y c) a niveles porcentuales de aberturas, no se recomienda prever un gran número de múltiples cavidades o canales ya que esto reduce la rigidez y el comportamiento de grupo de los componentes estructurales. Se muestra en la siguiente figura.

**Figura 26**  
*Diafragma Rígido sin abertura y con abertura.*



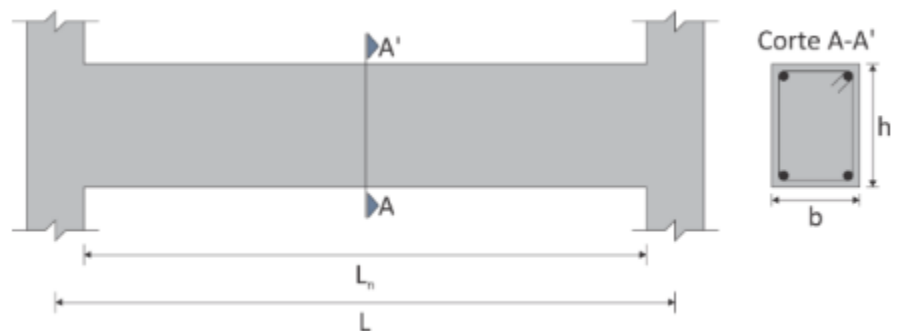
*Fuente: Ladera, 2019.*

F. Diseño de elementos de concreto armado

➤ Vigas estructurales

- Vigas sísmicas: Para dimensionar adecuadamente a las vigas que resisten sismos debe de garantizarse la rigidez y la resistencia como cargas gravitatorias y laterales por sismo.
- Vigas de tramos seguidos: En la siguiente figura se perciben las variables que pertenece a lavase y el peralte de las vigas que pertenecen a los pórticos en el eje x y eje y.

**Figura 27**  
Sección Desconocida de Viga Peralta



Fuente: Ladera, 2019.

Peralte:

$$h=L/12-L/10$$

Base:

60

$$b=1/3h-3/4h$$

Cabe resaltar que la normativa peruana del hormigón especifica que para vigas sísmicas el ancho mínimo es de 25 cm.

➤ Vigas no sísmicas

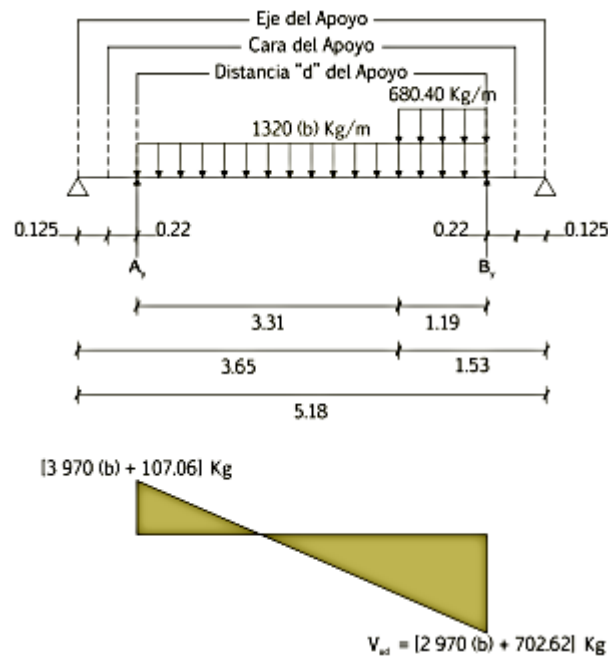
Para vigas planas, no existe una fórmula para obtener las dimensiones básicas de este tipo de viga. Las normas aplicables se encargan de establecer

un ancho que pueda absorber las máximas fuerzas de corte generadas por las cargas que soporta. No obstante, recomendamos hacerlo del mismo grosor que el tablero más ligero para no complicar el proceso de construcción.

- Diagrama de fuerza cortante

La figura muestra una idealización del eje de apoyo de una viga plana y una representación de la curva de esfuerzo cortante a la distancia 'd' de la superficie de apoyo.

**Figura 28**  
*Diagrama de Fuerza Cortante para la Viga Chata*



Fuente: Ladera, 2019.

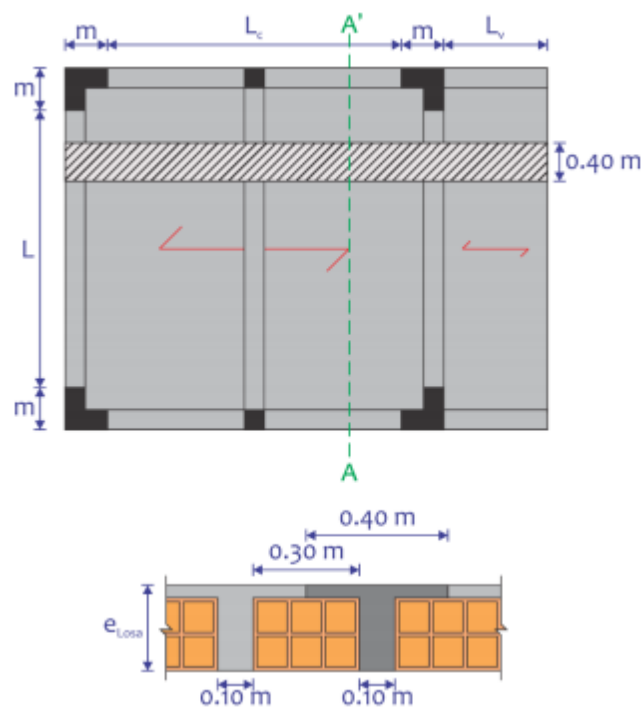
➤ Losas de concreto armado

Se recomienda considerar en la parte predimensionada un espesor adecuado que pueda evitar cálculos de flechas. Estos pasos evitan el agrietamiento no deseado durante la fase de uso de las estructuras.



• Losa aligerada – 01 Dirección: En la Figura puede apreciarse que, para un buen pre-dimensionamiento de las losas aligeradas en una dirección, debe de tomarse en cuenta que los apoyos sean vigas. Un punto relacionado es la verificación de la deflexión. Por este motivo, se debe tener en cuenta toda posible sobrecarga del panel inspeccionado. Las sobrecargas de hasta 350 kg/m<sup>2</sup> están prediseñadas con el vano libre dividido por 25. Por lo tanto, para sobrecargas superiores a los valores mencionados anteriormente, el prediseño es el lapso dividido por 21.

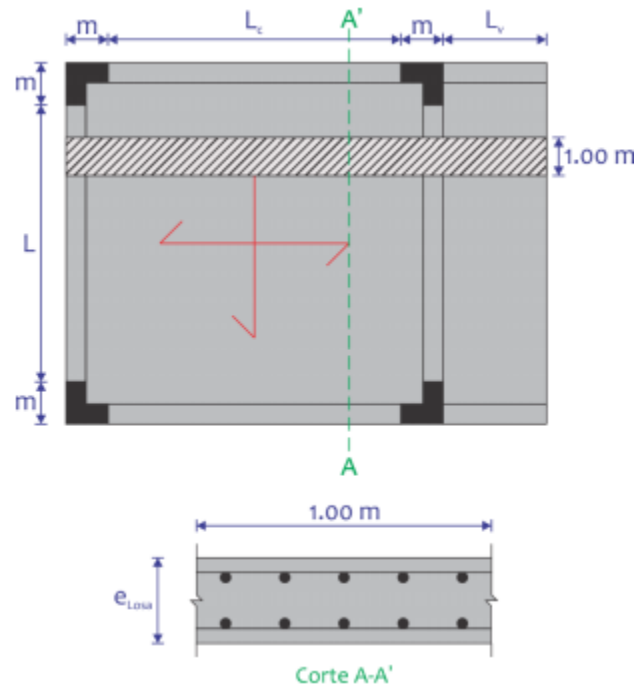
**Figura 29**  
*Losa aligerada en una dirección*



Fuente: Ladera, 2019.

- Losa Maciza de 02 Direcciones: En el siguiente diagrama, podemos ver que los requisitos para proceder con el predimensionado son similares a los del diagrama. A diferencia de este tipo de losas, aquí se tiene en cuenta el resultado del predimensionado, no es necesario buscar espesores comerciales a base de ladrillos, sino que el espesor mínimo recomendado para instalaciones sanitarias es de 0,10 m.

**Figura 30**  
Losa aligerada en dos direcciones



Fuente: Ladera, 2019.

### G. Metrado

Una de las principales actividades que preceden a la elaboración del presupuesto es el cálculo del coste de los materiales. Para hacer este cálculo, necesitamos conocer de antemano las características, unidades de producción,

factores de desperdicio, medios, procesos constructivos, etc. que son relevantes para el proyecto a realizar. En este contexto, el cálculo preciso de los materiales según las dimensiones es fundamental para tener un presupuesto razonable. La metrado es un concepto clave en la construcción de la obra. De acuerdo con la Ley Nacional de Contrataciones, el problema es cuantificar el alcance del trabajo a realizar. Por lo tanto, el pesaje se define como el proceso de medir el volumen, el área y la longitud de un lote. Es decir, la estructura que conforma un proyecto. En otras palabras, cuantifica el trabajo que se está realizando.

Conocido como el conjunto ordenado de datos obtenidos con lecturas limitadas, excluyendo lecturas escaladas. Este se utiliza para calcular la cantidad de trabajo a realizar, y cuando se multiplica por el precio unitario y se suma, el producto de estas operaciones es el costo directo. Las medidas matemáticas representan algún tipo de técnica para obtener un conjunto realista de datos obtenidos a través de una medida determinada de área, distancia, etc. del trabajo. Al igual que con todos los datos, la topografía es una de las tareas más difíciles en un sitio de construcción. Se toman pocas precauciones para lograr resultados satisfactorios, no solo en la estructura, sino en cualquier manifestación de vida. Por lo tanto, en este libro, le recomendamos que presente un conjunto de medidas básicas para medir y recolectar.

➤ Finalidad del metrado

- Determinar el precio parcial y total de la obra.
- Establecer el número de insumos requeridos para ser ejecutado.

➤ Pasos de un buen metrado

- Analizar y revisar los planes en detalle.
  - Resta para completar lo que falta.
  - Comparar componentes según la forma, las dimensiones o los refuerzos incluidos.
  - Utilizar los respectivos planos para determinar las dimensiones de los componentes de pesaje.
  - Antes del cálculo, se debe conocer la forma del elemento y aplicar la fórmula correspondiente.
  - Usar medidas con tablas provistas para cada objetivo.
  - Antes de iniciar una investigación, se deben establecer las relaciones entre los diversos componentes. Esto debería mostrar la progresión lógica del proceso que seguirá el trabajo.
- Normas para efectuar metrados
- Revisar los planos, de acuerdo a las recomendaciones podrá establecerse las normas de los diferentes componentes constructivos.
  - De los planos de la planta se conseguirán:
    - Ubicarse las placas, columnas, muros, vigas, entre otros.
    - Ancho y longitud de los muros y su respectiva distribución.
    - Ubicarse adecuadamente las placas y columnas.
    - Alfeizar, altura y ancho de los vanos siendo distribuidos adecuadamente.
    - Las cimentaciones corridas y los largos y anchos de zapatas bien colocadas.
  - Si no hay medidas constituyentes, deben derivarse mediante operaciones básicas entre elementos existentes, utilizando escalas cuando sea necesario.

- Los planos determinados se utilizan para dimensionar escaleras, ascensores, cisternas o cualquier estructura requerida.
- Después de determinar las alturas de losa y columna con respecto a la viga, incluido el peralte de la viga.
- Al determinar la extensión de la viga, la longitud de la viga no debe cubrir la longitud de la columna. Cuando descansa sobre vigas, la longitud cubre el espesor de la pared.
- Tenga en cuenta que la longitud del apoyo no se tiene en cuenta al determinar la viga. La longitud soportada por el soporte de pared incluye el espesor.
- Al determinar la altura del muro, verifique si la altura del muro atraviesa la viga para que se pueda ignorar el peralte.
- Después de medir las losas, asegúrese de que las vigas correspondientes estén libres de hormigón.
- Para estructuras de hormigón armado, esto se tiene que hacer en tres etapas: número de hormigón (m<sup>3</sup>), producción (kg) y área de encofrado (m<sup>2</sup>).
- Para los elementos transversales se debe tener en cuenta la doble medida.
- Después de insertar el acero, se debe considerar la fijación.
- Para medir, la plantilla se calcula efectivamente para que tenga la misma forma efectiva que la obtenida por la medición de la superficie de la espuma y el hormigón. Excepto los osos iluminados. En este caso, se mide el área de losas que cubren la superficie del ladrillo. .

#### H. Concreto postensado

La experiencia con el hormigón pretensado muestra que uno de los beneficios es el ahorro de costos. La tecnología de postensado se ha introducido en el trabajo de construcción en muchos lugares del mundo. Ciertas razones de orden arquitectónico y libertad de diseño contribuyeron a su uso. Otra razón fue la economía, que impulsó aún más el empleo de los trabajadores de la construcción. De acuerdo con la información dada en la estructura, el uso de pretensado suele ser beneficioso. Como era de esperar, este tipo de estructuras derivan de manera integral de un estudio global de los costos que tiene con respecto a las superficies, una de las dificultades de la ampliación. Debe enfatizarse que una menor excavación del sótano, menos vigas de amarre, menos tipos de pilotes, un área más pequeña de componentes de bloqueo de ejes y otros ahorros relacionados brindan una amplia gama de beneficios para el uso del sistema. análisis Económico. Esto incluye la tendencia a la disminución de la notoriedad.

➤ Diferencias entre el postensado y la estructura tradicional

En el postensado se tiene:

- Se emplean menos materiales como refuerzos, concretos y mallas.
- Una altura mayor de la infraestructura, redundando en el costo de los materiales verticales portantes.
- Una significativa disminución de la cantidad de acero de refuerzo.
- Se redefinen los sistemas sismorresistentes y portantes, reduciéndose el volumen presentado en el hormigón y acero de refuerzo es reducido también

- El tiempo de construcción se ve reducido en 24 días hábiles, para edificar 5 pisos. Repercutiendo en los costos indirectos en relación a la obra de construcción.

- Son eliminados los casetones y la torta inferior, fundiendo más ágilmente y lográndose controlar adecuadamente.

Al interactuar con precios en diferentes mercados, se puede ahorrar hasta un 17% del costo de obra, ahorros, así como el costo de acabado en relación a los cambios de obra y precios indirectos que se derivan. del mejor trabajo en tiempo y presupuesto.

Entre otras experiencias, se han identificado varios beneficios adicionales del postensado, entre los que se destacan una importante reducción de la cantidad de acero; mejor control de grietas, formas y desviaciones; mejor integrado en la composición, siguiendo los tendones; diseño flexible con pequeñas secciones de placas y vigas; las columnas tienen la capacidad de estructurar espacios libres y abiertos; y una reducción general en la masa beneficiosa para las zonas sísmicas. También se destaca que el espesor de las placas después del tensado se reduce hasta en un 70%, a diferencia de las estructuras convencionales, que reducen su peso hasta en un 30%; lo que implica excavaciones más pequeñas, con cimientos más pequeños y luces más grandes. Finalmente, señaló el buen comportamiento ante sismos y la creación de obra eficiente con un menor tiempo de encofrado. Sin embargo, tiene ciertas desventajas, como realizar un cálculo más complejo que requiere una descripción más detallada, así como mano de obra y técnicos especializados.

Enfatizando que los recursos deben ser de buena calidad, que es un elemento importante.

### **2.2.3 Normas técnicas para concreto presforzado**

Las especificaciones de la regla técnica para el hormigón pretensado se encuentran estipuladas en el Reglamento Nacional de la Construcción, Reglamento de Hormigón Armado E.060, las cuales están estipuladas en el Decreto Supremo N° 010-2009-VIVIENDA, realizado por el Ministerio de Vivienda, Creación y Saneamiento (MVCS), según la Ley n. 27972. Luego, se muestra la especificación de las reglas resaltadas que se aplicarán en el análisis.

#### **A. Generalidades**

➤ En el diseño del pretensado, desde la primera aplicación del pretensado, se debe tener en cuenta la durabilidad y desempeño en cada período de carga a lo largo de la vida efectiva de la composición.

➤ Se debe tener en cuenta el grado de concentración de esfuerzos debido al pretensado.

➤ Para el diseño, se deben tomar medidas para superar el predominio del pretensado en estructuras adyacentes causado por deformación plástica y flexible, cambios de longitud y rotaciones. Se deben tener en cuenta los efectos debidos a los cambios de temperatura y la contracción.

#### **B. Supuestos o supuestos de diseño**



➤ La resistencia de diseño de los elementos de pretensado bajo cargas axiales y de flexión se basa en supuestos de diseño. Además, solo debe aplicarse al refuerzo corrugado que cumpla con las especificaciones.

➤ Los elementos pretensados sometidos a flexión se clasificarán como Clase T o U, en función de la tensión en el extremo de la fibra en tracción en el sector previamente tensionado en tracción  $f_t$ , calculada de la siguiente manera:

- Clase T:

$$0.62\sqrt{f'c} < 1.0\sqrt{fk}$$

- Clase U

$$f_t \leq 0.62\sqrt{f'c}$$

Los sistemas de las losas con presfuerzo en dos direcciones se deben diseñar como la clase U

$$f_t \leq 0.50\sqrt{f'c}$$

#### C. Esfuerzos admisibles en el acero empleado en el presforzado

➤ En el acero los esfuerzos de tracción no tienen que sobrepasar los siguientes puntos:

➤ Si se debe a la gata el 0.94 de preesforzado; sin embargo, que se encuentre entre el 0.80 y la variable máxima que se recomienda por el fabricante del acero o de los equipos usados para realizar el anclado.

➤ Después de transferir el preesforzado  $0.82f_{py}$  sin superar al  $0.74f_{pu}$

➤ Tendones para el postensado, en acoples y anclajes, luego de transferir  $0.70f_{pu}$ .

#### D. Resistencia a flexión

➤ La resistencia para los componentes que se someten a flexión deben de ser calculados con la metodología de diseño por resistencia la Normativa. Respecto al acero,  $f_{ps}$  tiene que tomar el lugar de  $f_y$  en los cálculos de resistencia.

➤ Una mejor determinación de  $f_{ps}$  se fundamenta en la compatibilidad de deformación, los siguientes valores se pueden emplear para los aproximados de  $f_{ps}$ , siempre que  $f_{se}$  no resulte menor que  $0.5 f_{pu}$ .

• Es recomendable que para los elementos con tendones que se adhieren emplear la siguiente fórmula:

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - \frac{y_p}{\beta_1} \left[ \rho_p \frac{f_{pu}}{f'_c} + \frac{d}{dp} (\varpi - \varpi') \right] \right)$$

No debe de resultar menor a 0.17 y  $d$  no debe de resultar mayor a 0.15  $dp$ .

• Para los componentes que tienen tendones sin adherencia y relacionándose con la luz peralte llegando a 35 o menos se emplea la siguiente fórmula:

$$f_{ps} = f_{se} + 70 + \frac{f'_c}{100\rho_p}$$

#### E. Refuerzo mínimo adherido

• En todos los componentes que se someten a flexión con tendones que no se adhieren, deben de brindarse un mínimo campo de refuerzo adherido.

• Excepto el área mínima del refuerzo que se adhiere el cual debe ser calculado a través de la siguiente ecuación

$A_s = 0,004 Act$

- Donde  $Act$  tiene referencia al área de la sección transversal proporcional entre el borde de la tensión de flexión y el centro de gravedad del área total..
- Es adherido al refuerzo en la anterior ecuación donde debe de distribuirse de forma homogénea sobre el área de tracción pre comprimido y tan cerca como necesite la fibra del extremo en tracción.
- El esfuerzo que se adhiere necesita de las condiciones y la distribución del refuerzo que se adhiere.

#### F. Sistema de losas

Las cortantes y momentos ampliados en las losas con prees fuerza, con el refuerzo en varios puntos, se pueden determinar a través del Método del Pórtico Equivalente o por procesos elaborados de diseños.

#### G. Zona de anclaje de tendones postensados

Deben de tomarse en cuenta el área de anclaje compuesto de dos áreas: El área general, es el espacio para anclar definido en anteriores secciones abarcando el área total. El área local se basa en el prisma rectangular que circunda el equipo de anclado y al refuerzo para confinar.

### 2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

**Sistemas aporticados.** Es un procedimiento construido sobre la base de un pórtico que forma un marco para grupos de vigas y columnas conectadas rígidamente por nudos. Esta es la peculiaridad de este procedimiento, los tramos entre columnas y vigas son de cualquier tipo de construcción sobre mampostería o cerramientos equivalentes. (Norma E030, 2019).

**Concreto presforzado.** El hormigón pretensado se diseña en base a crear intencionalmente una tensión constante en los elementos estructurales para mejorar su desempeño y resistencia. Los elementos utilizados van desde vigas de habitación hasta vigas gigantes en puentes, y tienen usos muy diferentes, como traviesas de ferrocarril, tanques de almacenamiento y reparación de edificios dañados por terremotos. (Norma E060, 2019)

**Concreto pretensado.** "Pretensado" se utiliza para especificar un método de pretensado que tensiona el refuerzo activo de un elemento antes de verter el elemento en el hormigón. (Norma E060, 2019)

**Concreto postensado.** Este tipo de hormigón se diferencia del anterior en que retrasa la tensión del tendón al correr. El postensado implica aplicar tensión a los paquetes de barras de refuerzo y finalmente asegurarlos de la unidad después de que el concreto se haya fraguado y tenga la resistencia suficiente. (Norma E060, 2019)

**Vigas.** Los recursos lineales de creación estructural que juegan un papel fundamental en el pandeo se denominan vigas. Esta longitud domina los otros dos grados. (Norma E060, 2019)

**Columnas.** Es un cilindro es el recurso vertical, encargado de recibir la carga transferida por la viga y trasladarla a la base de la configuración. (Norma E060, 2019)

**Cimentación.** es la parte de la construcción que permite transferir la carga al suelo. Así es la relación entre la superestructura y el suelo. (Norma E060, 2019)

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Población y selección de la muestra

##### 3.1.1 Población

La población para el presente proyecto será la estructura aporticada con concreto estructural simple y con concreto postensado, Pillco Marca - Huánuco -2023.

##### 3.1.2 Muestra

La Muestra para el presente proyecto será la estructura aporticada con concreto estructural simple y con concreto postensado, Pillco Marca - Huánuco -2023.

#### 3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación

##### 3.2.1 Enfoque

La presente investigación será de nivel **cuantitativo**, debido que se empleara fórmulas matemáticas brindadas por la normativa peruana, lo cual nos indicara los parámetros tanto para el análisis y el diseño de los elementos postensado, así también como normas internacionales.

##### 3.2.2 Alcance o nivel

La presente investigación será **descriptiva**, ya que se describirá el diseño del sistema estructural aporticado, y se buscara relaciones entre el empleo del concreto presforzado en su tipo postensado y sus efectos en el sistema aporticado estudiado.

### 3.2.3 Diseño

En el presente proyecto presentara un diseño a nivel **no experimental** ya que no se manipula la formulas y/o parámetros establecidos en la norma E050, E030, y E060 y la recolección de datos se obtiene luego de realizar el análisis y modelado en el software ETABS, siendo el estudio no experimental.

## 3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

### 3.3.1 Para la recolección de datos

**Técnica:** Como principal técnica para la recolección de datos emplearemos lo que es la observación, primeramente, observaremos las características ventajas del concreto postensado, también se valorará el lugar en donde se planteará el proyecto para reconocer los parámetros sísmicos a la cual estará sometida la edificación según la norma E030.

**Instrumentos:** Como instrumento se utilizó material bibliográfico, normas técnicas, softwares para procesamiento.

#### 1)Ficha de recolección de datos:

Se emplearán fichas de recolección de datos para obtener lo que es los parámetros sísmicos según la norma E030 también para tener lo que es el ángulo de cohesión interna o la capacidad portante del suelo la cual se emplea para el diseño de las cimentaciones.

#### 2)Encuestas:

Se realizará encuestas a ingenieros estructurales para conocer más acerca del uso de concreto postensado las diferentes obras civiles tanto como sus beneficios y desventajas.

### **3)Material bibliográfico:**

Se emplearán diferentes fuentes bibliográficas y documentos nacionales para la elaboración de la investigación.

- Norma E020 Cargas
- Norma E030 Diseño sismorresistente
- Norma E060 Concreto armado

#### **3.3.2 Para la presentación de datos**

Para la presentación de datos se iniciará con realizar el levantamiento topográfico del lugar empleando una estación total y un GPS, posterior a ello se realizará una calicata para conocer las características mecánicas del suelo y con ello también obtener los parámetros sísmicos del lugar, se realizará el diseño arquitectónico de la estructura siguiendo las normas técnicas peruanas ,se realizará el predimensionamiento de los elementos estructurales teniendo en cuenta que se empleará vigas postas izadas y todo esto se lo llevará a un software estructural el cual será ETABS, en este software se realizará el modelamiento estructural y posteriormente también el análisis sismo resistente siguiendo la norma de diseño sismo resistente E030

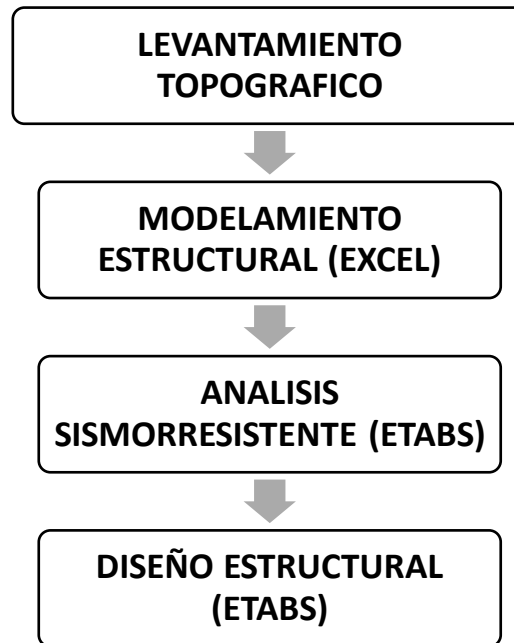
Los dispositivos, software, equipos y herramientas utilizados necesarios para la investigación son:

- Materiales para el estudio de suelos.
- Equipos de instrumentación.
- Programa ETABS.
- Se utilizan los siguientes formatos:
- Formato para investigación y análisis de suelos.



- Formato de los estudios topográficos.

**Figura 31**  
*Para la presentación de datos*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Procedimiento

Se empleará distintos softwares para la elaboración del proyecto, se partirá primeramente emplear el software AUTOCAD para elaborar el plano de ubicación y el plano topográfico así también como el diseño arquitectónico lo cual no servirá para el procedimiento de los elementos estructurales, para el procedimiento se empleará el software Excel, se empleará el software ETABS para realizar el modelamiento, análisis sismo resistente y el diseño estructural y finalmente se empleará el software 6 para realizar el diseño de las cimentaciones.

### **3.5 Consideraciones éticas**

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Procesamiento de datos

##### 4.1.1 Diseño arquitectónico

Para realizar el análisis sismorresistente de la estructura, se parte de una propuesta arquitectónica la cual se realizó empleando la norma A010 “condiciones generales”, la norma A020 “vivienda” y la norma A070 “comercio”; con guía de un arquitecto se elaboró el plano arquitectónico siguiendo todos los parámetros establecidos en las normas mencionadas.

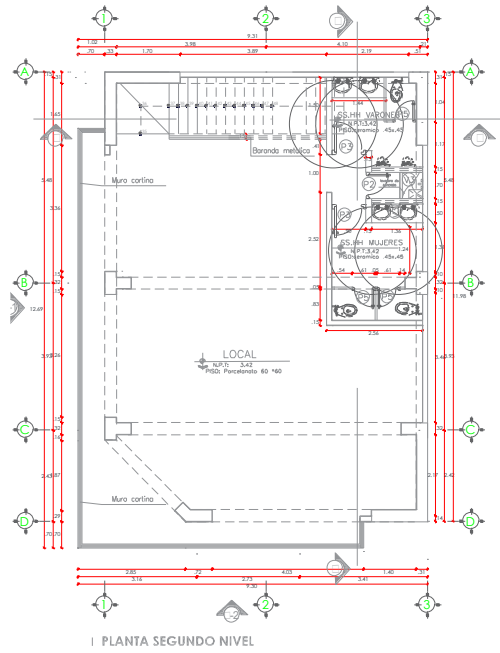
La edificación consta de 5 niveles incluido un sótano, los tres primeros niveles incluido el sótano estarán destinados al comercio, y los dos últimos niveles estarán destinados a ser departamentos.

Las áreas de comercio tendrán una sola distribución, la cuales se dividirán con tabiquería móvil.

Los niveles superiores tendrán una distribución, la cual contara con 3 habitaciones, una principal con baño propio y 2 habitaciones secundarias con baño compartido; cuenta con una cocina con área amplia y cuenta con un sala-comedor amplio con vista a la calle la cual se le considero mamparas para mayor iluminación.

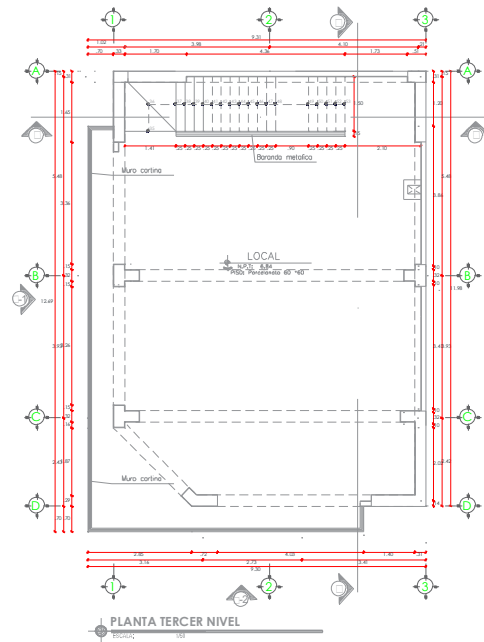


**Figura 34**  
*Distribución arquitectónica segundo nivel*



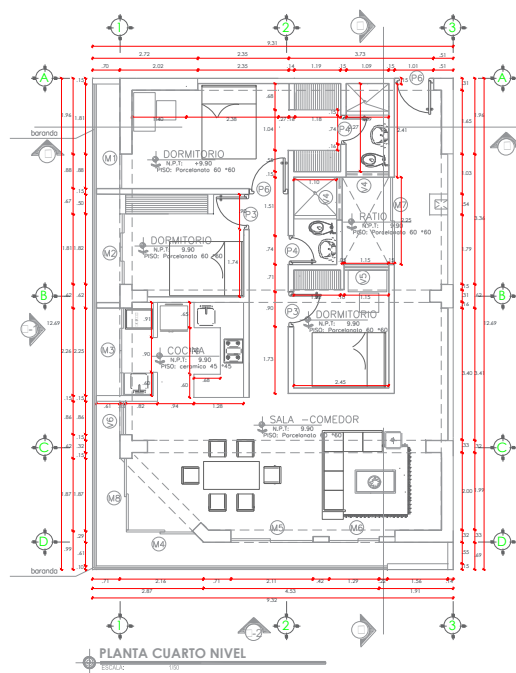
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35**  
*Distribución arquitectónica tercer nivel*



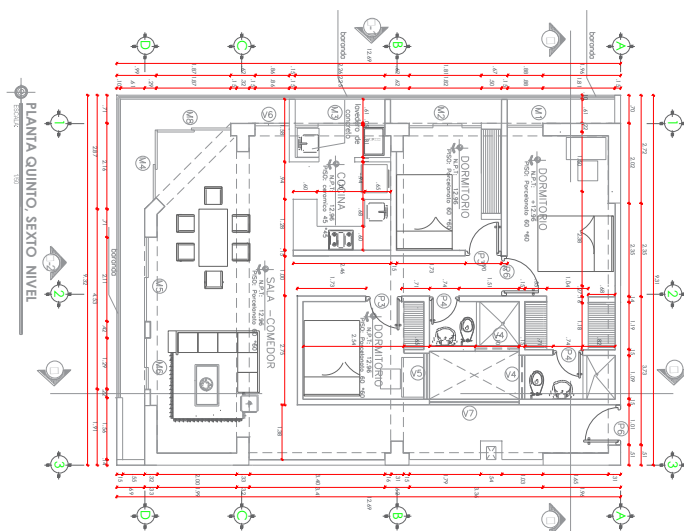
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 36**  
Distribución arquitectónica 4ti nivel



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37**  
Distribución arquitectónica 5to nivel



Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.2 Predimensionamiento y modelamiento

Con la distribución arquitectónica ya realizada procederemos a definir los parámetros de diseño sismorresistente y a predimensionar los elementos estructurales.

#### Parámetros de diseño sismorresistente del proyecto

Tendremos los siguientes parámetros de diseño según la norma E030:

**Tabla 2**  
Cuadro de parámetros de diseño sismorresistente

<b>Concreto armado</b>	<b>F'c: 210 kg/cm2</b>	<b>Peso Específico: 2,400 kg/m3</b>
<b>Acero de Refuerzo</b>	F'y: 4,200 kg/cm2	□□□□ □□□□□□□□□□00 □□□ 3
<b>Sistema Estructural "X"</b>	□□□□□□□□ □□□ □□□	D□□□
<b>Sistema Estructural "Y"</b>	□□□□□□□□ □□□ □□□	D□□□
<b>Categoría del Edificio</b>	□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□	
<b>Zona Sísmica</b>	2	□□0.3□□
<b>Parámetros del Suelo</b>	□1	□□□□ □□□□ □□□□ □□□□
<b>Capacidad Portante del Suelo</b>	□ □□□ □□□□□ □□□□ □□□□ 2	
<b>Módulo de Reacción del Suelo</b>	□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□0	
<b>Carga viva</b>	□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□00	□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ 200
	□□□□ 2	□□□□□ 2
<b>Carga viva de techo</b>	□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ 100	□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ 100
	□□□□ 2	□□□□□ 2
<b>Carga muerta</b>	□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□
	□□□□□□□□ 2	□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□
<b>Carga muerta en vigas</b>	□□□□□□□□□□ □□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
	□□□□□□□□ 1□0 □□□□	□□□□□□□□ 1□0 □□□□

Fuente: Elaboración propia.

#### Predimensionamiento de vigas:

Como ya se indicó en las bases teóricas para predimensionar las vigas tomaremos en cuenta la siguiente formula:

$$Peralte = \frac{Longitud}{12}$$

Ya que la mayor luz presente en la dirección X-X de la edificación es de 7.29 metros, tomaremos esta longitud para el predimensionamiento, dándonos

un peralte de 0.607 m, el cual redondearemos a un peralte de 60 cm, y para calcular el ancho de la viga tomaremos la mitad del peralte el cual viene a ser 30 cm.

En caso de las vigas en el eje Y-Y se tomara un ancho de 30 cm y un peralte de 60 cm para uniformizar el ancho de las placas presentes en ambos ejes, esto con el fin de optimizar el proceso constructivo.

### **Predimensionamiento de losas aligeradas:**

Para el caso de las losas de entrepiso se erigirá una losa aligerada en una dirección, la dirección estará orientada al eje con menor distancia entre las vigas, en este caso vendría a ser el eje Y-Y.

Teniendo en cuenta lo anterior tomaremos la longitud de 3.93 metros, empleando el criterio de sobrecargas el cual nos indica que el espesor de la losa estará dado por la siguiente formula:

$$\text{Espesor de losa} = \frac{\text{Longitud}}{20}$$

La longitud entre el factor de sobrecarga que en este caso viene a ser 20 debido a que se consideró como sobrecarga 500 kg/m, dándonos un espesor de la losa de 20 cm.

### **Predimensionamiento de escaleras**

Para calcular el espesor de la escalera se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{3.5}{25} \sim \frac{4.5}{20}$$

$$0.14m \leq t \leq 0.18m$$

En conclusión, se tomará un espesor de 17 cm.



### **Predimensionamiento de placas o muros de corte:**

Para predimensionar la placa se tuvo en cuenta el criterio de espesores mínimos el cual no indica que para placas sismorresistentes el espesor mínimo deberá ser mayor a 20cm, según este criterio se escogió placas de 30 cm de espesor.

Para el espesor de los sótanos se tomó el mismo criterio mencionado y se eligió un espesor de 30cm

### **Predimensionamiento de columnas:**

Para predimensionar la columna se empleará el método ACI el cual nos indica que para columnas laterales y esquineras se tomará en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Área estimada} = \frac{P_{servicio}}{0.35 \times f'c}$$

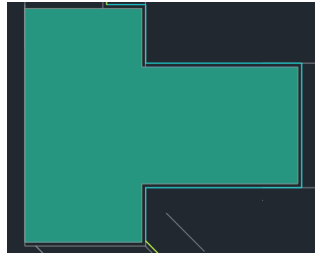
Se realizo el metrado de las cargas vivas y muertas aplicadas a las columnas:

$$\text{Peso en servicio} = \text{CM} + \text{CV} = 34.98 \text{ ton}$$

$$\text{Área estimada} = \frac{P_{servicio}}{0.35 \times f'c} = \frac{34.98 \times 6 \times 10^3}{0.35 \times 280} \approx 2141.63 \text{ cm}^2$$

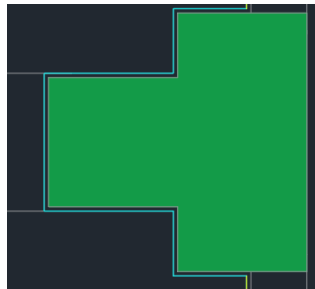
Según el resultado del área predimensionada y siguiendo la arquitectura planteada se elegirá 3 tipos de columnas:

**Figura 38**  
Columna tipo 1



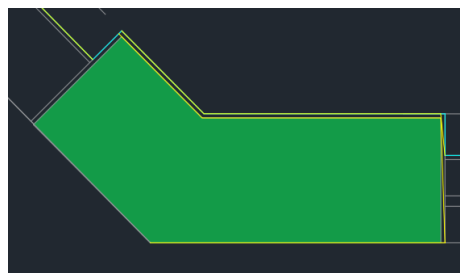
*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 39**  
Columnas tipo 2



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 40**  
Columna tipo 3



*Fuente: Elaboración propia.*

Las cuales tendrán la siguiente área:

**Tabla 3**  
Secciones de columnas predimensionadas

sección	área de la sección	cumple
<b>C1</b>	3000cm <sup>2</sup>	si
<b>C2</b>	2700cm <sup>2</sup>	si
<b>C3</b>	3000cm <sup>2</sup>	si

Fuente: Elaboración propia.

### Predimensionamiento de zapatas:

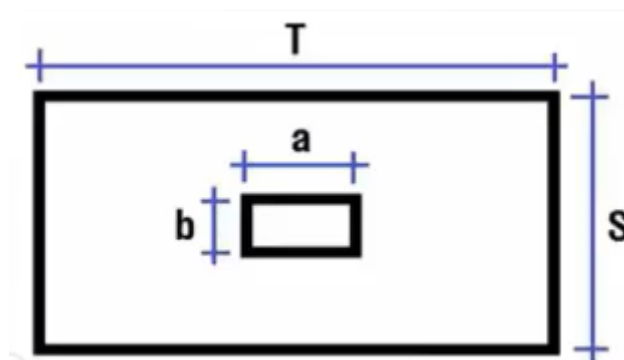
Para predimensionar las zapatas de la edificación debemos tener en cuenta la siguiente formula:

$$Azap = \frac{P_{servicio}}{k \times Q_{adm}} = \frac{34.98 \times 6 \times 10^3}{0.9 \times 3.87} \approx 60200 \text{ cm}^2$$

Y para calcular el peralte de la zapata se tomará en cuenta la siguiente formula:

$$((0.5 \times Lv1) < H_{zap} < (0.7 \times Lv2))$$

**Figura 41**  
Predimensionamiento de zapatas



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$$Lv1 = (T - a)/2$$

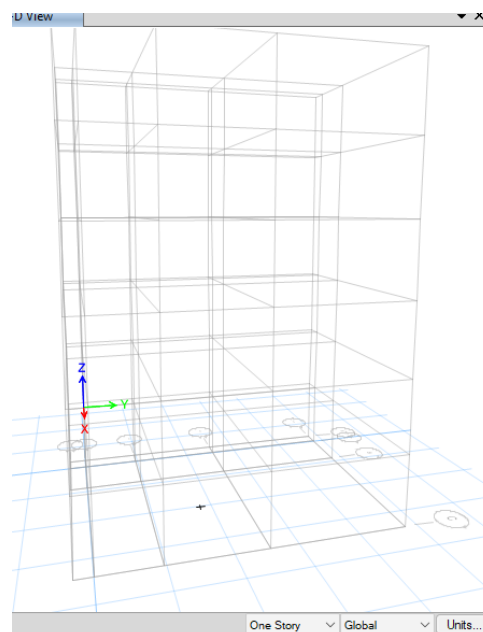
$$Lv2 = (S - b)/2$$

Resolviendo la anterior formula tenemos que Hzap es de 57 cm el cual redondearemos a 60 cm.

Para realizar el modelamiento de la estructura emplearemos el software ETABS en la versión 19, este software es de un fácil manejo y entendimiento.

Iniciaremos el modelamiento realizando las grillas o mallas en el software el cual nos ayudara ubicar cada elemento estructura según el plano arquitectónico.

**Figura 42**  
*Grillas para el modelamiento*

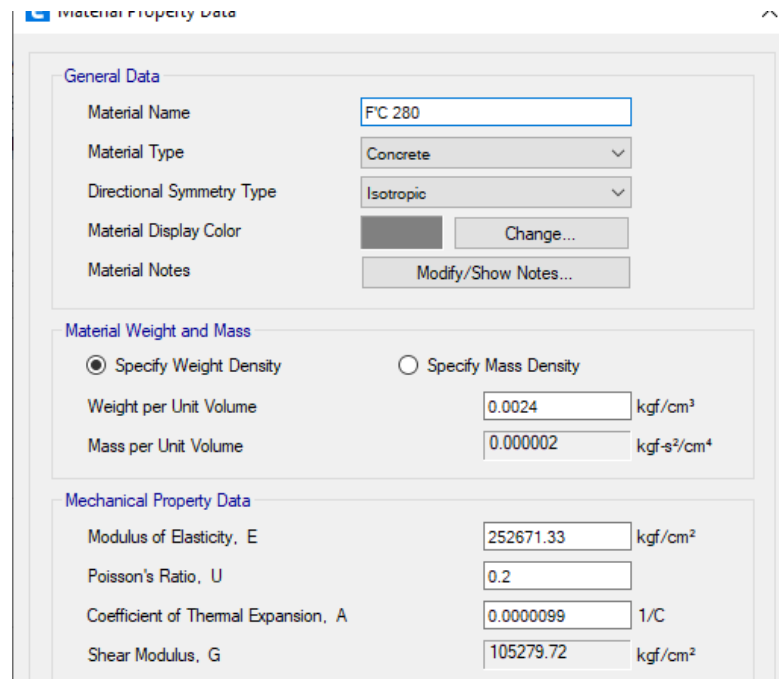


*Fuente: Elaboración propia.*

Definiremos cada nivel y su respectiva altura de entrepiso así también como la distancia entre ejes X-X y Y-Y

Se definirá los materiales tanto como el acero y el concreto, con sus respectivas propiedades señaladas en los parámetros de diseño sismorresistente.

**Figura 43**  
*Propiedades del concreto-ETABS*



The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS software. The dialog is titled 'Material Property Data' and is divided into three main sections: 'General Data', 'Material Weight and Mass', and 'Mechanical Property Data'.

**General Data:**

- Material Name: FC 280
- Material Type: Concrete
- Directional Symmetry Type: Isotropic
- Material Display Color: (Color swatch) Change...
- Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass:**

- Specify Weight Density  Specify Mass Density
- Weight per Unit Volume: 0.0024 kgf/cm<sup>3</sup>
- Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data:**

- Modulus of Elasticity, E: 252671.33 kgf/cm<sup>2</sup>
- Poisson's Ratio, U: 0.2
- Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
- Shear Modulus, G: 105279.72 kgf/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 44**  
Propiedades del acero-ETABS

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: FY 4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: ■ Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0078 kgf/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Fuente: Elaboración propia.

También definiremos el diámetro de los aceros de refuerzos el cual emplearemos en diseño de los elementos estructurales.

**Figura 45**  
Barras de reforzamiento-ETABS

**Reinforcing Bar Sizes**

**Current Bar Set**

Bar ID	Bar Area (cm <sup>2</sup> )	Bar Diameter (cm)
3/8"	0.7	0.953
1/2"	1.3	1.27
5/8"	2	1.588
3/4"	2.8	1.905
1"	5.1	2.54
*		

**Click To:**

Clear All Bars

Sort Bars By ID

Add Common Bar Set...

OK

Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Crearemos los elementos estructurales según el predimensionamiento:

**Figura 46**  
Modelamiento de Columnas 1

**Section Designer Section Property Data**

**General Data**

Property Name: C1 70X60

Base Material: F'C 280

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

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Design Type**

No Check/Design

Concrete Column

General Steel Section

Composite Column

**Concrete Column Check/Design**

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 47**  
*Modelamiento de Columnas 2*

The screenshot shows a software dialog box titled "Section Designer Section Property Data". It is divided into two main sections: "General Data" and "Design Type".

**General Data:**

- Property Name:** C2 60X60
- Base Material:** F'C 280 (with a dropdown arrow and a three-dot menu icon)
- Notional Size Data:** Modify/Show Notional Size...
- Display Color:** A magenta color swatch with a "Change..." button.
- Notes:** Modify/Show Notes...

**Design Type:**

- No Check/Design
- Concrete Column
- General Steel Section
- Composite Column

*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 48**  
*Modelamiento de Columnas 3*

The screenshot shows a software dialog box titled "Section Designer Section Property Data". It is divided into two main sections: "General Data" and "Design Type".

**General Data:**

- Property Name:** C3 70X30
- Base Material:** F'C 280 (with a dropdown arrow and a three-dot menu icon)
- Notional Size Data:** Modify/Show Notional Size...
- Display Color:** A blue color swatch with a "Change..." button.
- Notes:** Modify/Show Notes...

**Design Type:**

- No Check/Design
- Concrete Column
- General Steel Section
- Composite Column

At the bottom of the dialog, there is a checkbox labeled "Concrete Column Check/Design" which is currently unchecked.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 49**  
Modelamiento de la viga 30X60

**E** Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V30X60

Material: F'c 280

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 50**  
Modelamiento de la viga chata

**E** Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VB20X20

Material: F'c 280

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 20 cm

Width: 20 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 51**  
Modelamiento de los muros de sótano

**Wall Property Data**

**General Data**

Property Name: MUROSO-30

Property Type: Specified

Wall Material: FC 280

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

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:   Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Thickness: 30 cm

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 52**  
Modelamiento de placas

**Wall Property Data**

**General Data**

Property Name: PL30

Property Type: Specified

Wall Material: FC 280

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

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:   Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Thickness: 30 cm

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 53**  
Modelamiento de escaleras

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
  - Property Name: ESC
  - Slab Material: F'C 280
  - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
  - Modeling Type: Shell-Thin
  - Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
  - Display Color: Blue (with Change... button)
  - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
  - Type: Slab
  - Thickness: 17.5 cm

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 54**  
Modelamiento de losa aligerada

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box with the following settings:

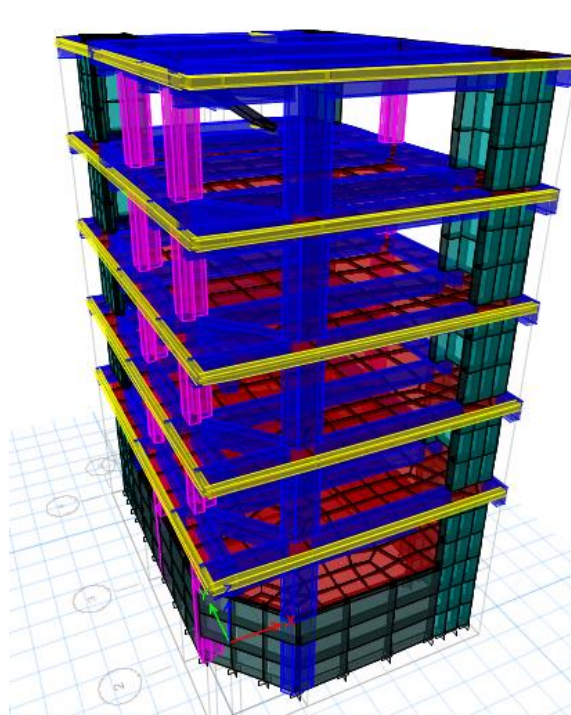
- General Data:**
  - Property Name: LA1D-Y
  - Slab Material: F'C 280
  - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
  - Modeling Type: Shell-Thin
  - Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
  - Display Color: Red (with Change... button)
  - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
  - Type: Ribbed
  - Overall Depth: 20 cm
  - Slab Thickness: 5 cm
  - Stem Width at Top: 10 cm
  - Stem Width at Bottom: 10 cm
  - Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm
  - Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

Buttons: OK, Cancel

*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez definido las secciones procederemos a modelar la estructura según el plano arquitectónico.

**Figura 55**  
*Modelamiento 3D de la estructura*



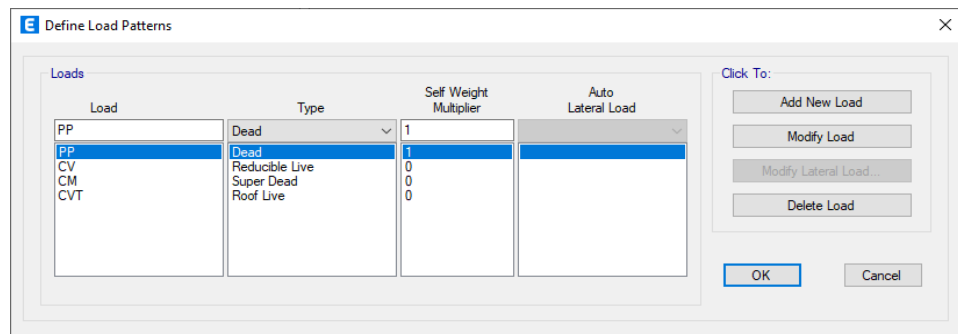
*Fuente: Elaboración propia.*

Se asignará en la base del sótano un apoyo empotrado y en el nivel +0.00 se asignará apoyos restringiendo los movimientos en los ejes X e Y.

#### 4.1.4 Análisis sismorresistente

Definiremos las cargas estructurales que participan en la estructura, y también se incluirá el empuje del suelo hacia el sótano ya que muchas veces este tipo de cargas es obviado en el momento de analizar la estructura.

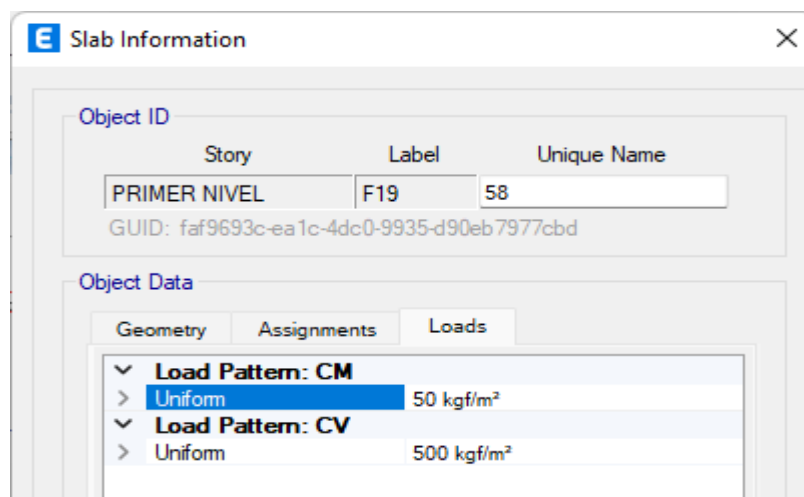
**Figura 56**  
Cargas para la estructura



Fuente: Elaboración propia.

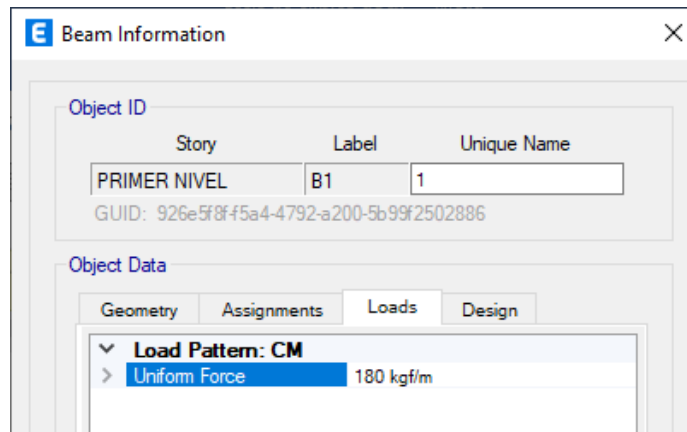
Asignamos las cargas correspondientes a cada área y elementos según nos indica el plano y en los parámetros de diseño.

**Figura 57**  
Cargas aplicada a los entrepisos



Fuente: Elaboración propia.

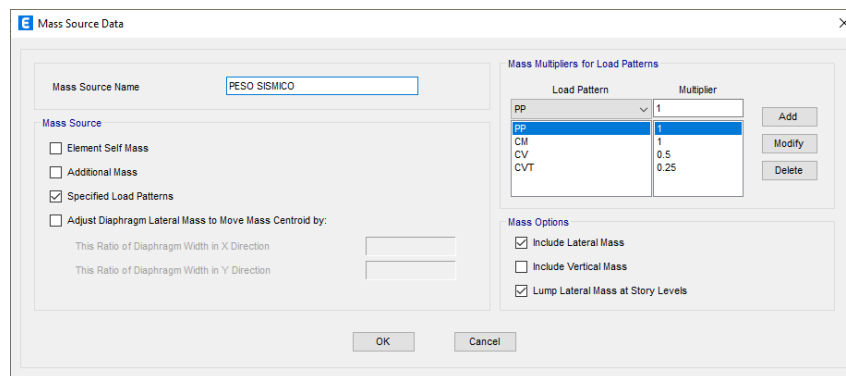
**Figura 58**  
Carga aplicada a las vigas



Fuente: Elaboración propia.

Definiremos un peso sísmico en el programa según las cargas creadas y asignadas anteriormente.

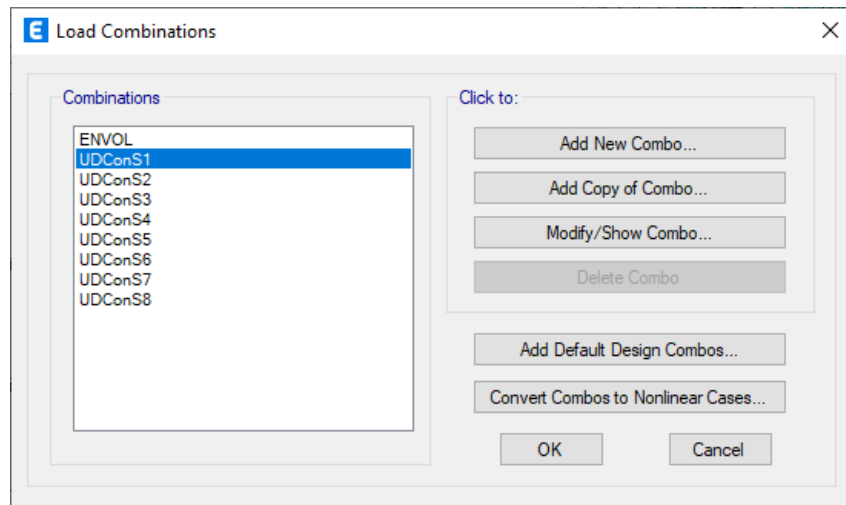
**Figura 59**  
Carga sísmica



Fuente: Elaboración propia.

También se creará las combinaciones de carga según el reglamento nacional de edificaciones, también se crear la envolvente para evaluar el caso más crítico que presente la estructura al momento de analizarlo.

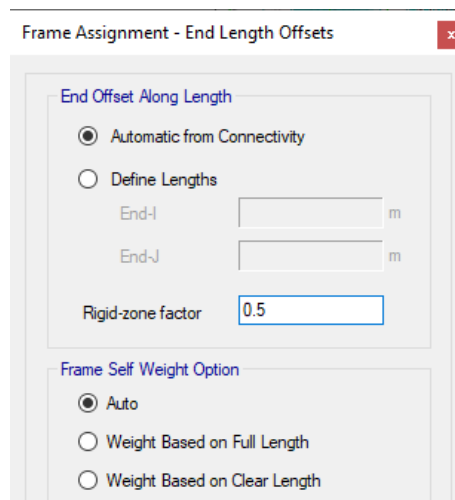
**Figura 60**  
Combinaciones de carga



Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos a toda la estructura unos brazos rígidos de 0.5.

**Figura 61**  
Brazos rígidos-ETABS



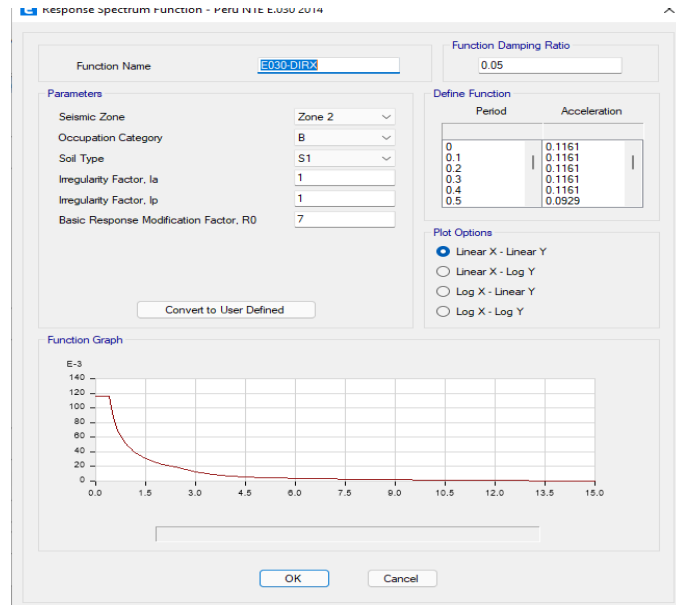
Fuente: Elaboración propia.

Insertaremos en el programa el espectro de diseño según la norma E030 del reglamento nacional de edificaciones del Perú, para ellos el programa nos

indica la zona, el tipo de suelo, los factores de irregularidad y sistema estructural.

Crearemos un espectro de diseño para cada dirección.

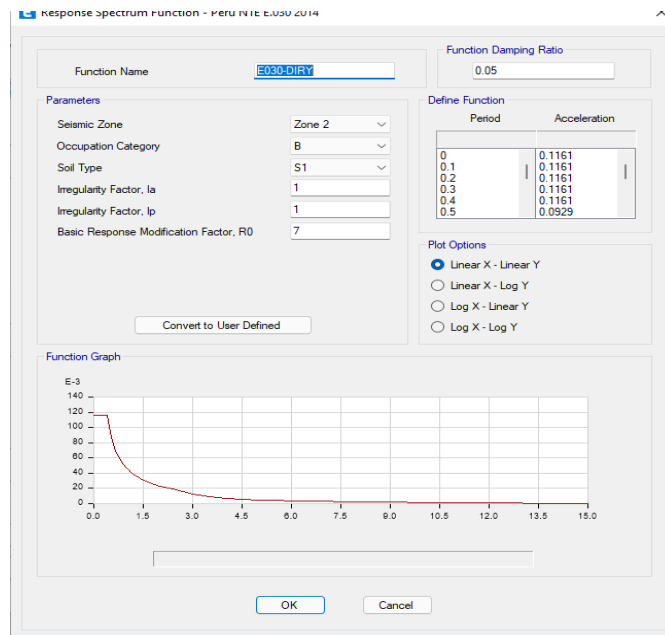
**Figura 62**  
*Espectro de diseño X-X según E030*





Fuente: Elaboración propia.

**Figura 63**  
Espectro de diseño Y-Y según E030



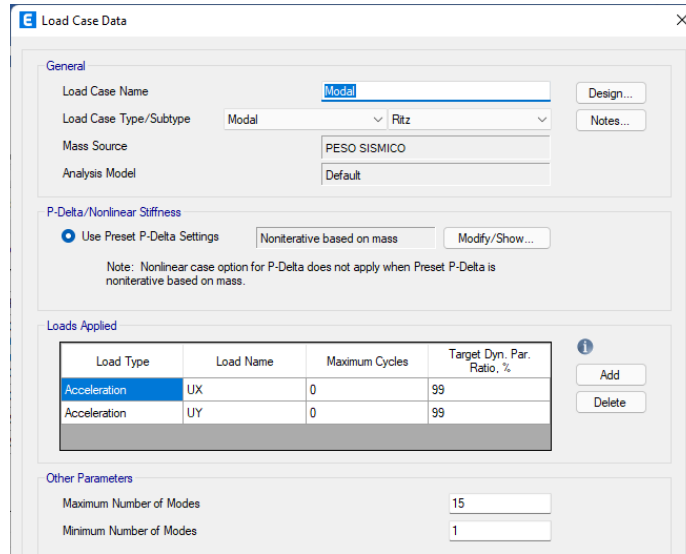
Fuente: Elaboración propia.

### Caso 1: vigas de concreto armado

Para el caso 1 se deberá tener en cuenta que se está analizaría la edificación con vigas de concreto armado de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se asignará los modos de vibración en la estructura el cual será 3 por cada nivel sin incluir el nivel del sótano, por lo que el número de modos nos resulta 15.

**Figura 64**  
Modos de vibración



Fuente: Elaboración propia.

Pero según la norma E030 debemos tomar en cuenta los 3 primeros modos predominante en la dirección del análisis.

**Tabla 4**  
Periodos según cada nodo

Case	Modo	Período sec
Modal	1	0.0100
Modal	2	0.0300
Modal	3	0.0203
Modal	4	0.0120
Modal	5	0.0100
Modal	6	0.0066
Modal	7	0.0063
Modal	8	0.0060
Modal	9	0.0030
Modal	10	0.0032
Modal	11	0.0030
Modal	12	0.0020
Modal	13	0.0020
Modal	14	0.0021
Modal	15	0.0010

*Fuente: Elaboración propia.*

La anterior tabla nos muestra los periodos de vibración en cada modo, porque lo se tomara en cuenta solo los 3 primeros periodos los cuales son los más relevantes, notamos que los periodos resultantes son cortos y no superan los 0.5 seg.

**Tabla 5**  
*Periodo fundamental de vibración de la estructura*

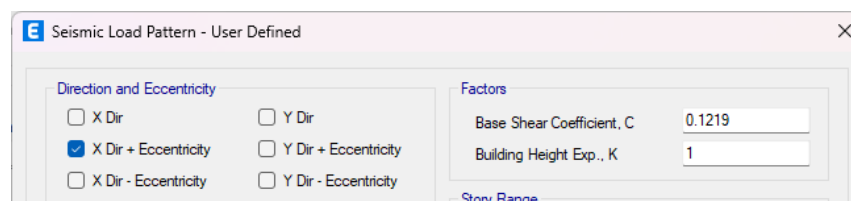
<b>periodo fundamental</b>	<b>Tx</b>	<b>Ty</b>
	0.3□□	0.□□□□

*Fuente: Elaboración propia.*

De los resultados obtenidos de los periodos de vibración en el primer caso los periodos son menores a 0.5 seg, por lo que podemos concluir que no presenta distorsiones muy representativas, el siguiente paso que realizaremos será el análisis estático para posteriormente corregir el factor escala.

Para ello definiremos lo casos de sismo estático tanto para el eje X-X y el eje Y-Y como se muestra en las siguientes figuras.

**Figura 65**  
Parámetros de sismo estático en X-X del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 66**  
Parámetros de sismo estático en Y-Y del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

Posterior se volverá analizar el modelo, y se extraerá ambos casos de sismo tanto para el sismo dinámico como el estático y se hará la corrección de escala.

**Tabla 6**  
Fuerza cortante en el primer nivel - sismo dinámico del caso 1

Fuerza cortante por sismo dinámico	X-X	Y-Y
	□□3□ □□	62.06 □□

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7**  
Fuerza cortante en el primer nivel - sismo estático del caso 1

Fuerza cortante por sismo estático	X-X	Y-Y
	□6□□2 □□	□6□□1 □□

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**  
Corrección de factor escala del caso 1

SISMO	Factor Inicial	Factor E/D	Factor ESCALAR
X-X	□□□1	1.2□	12.3

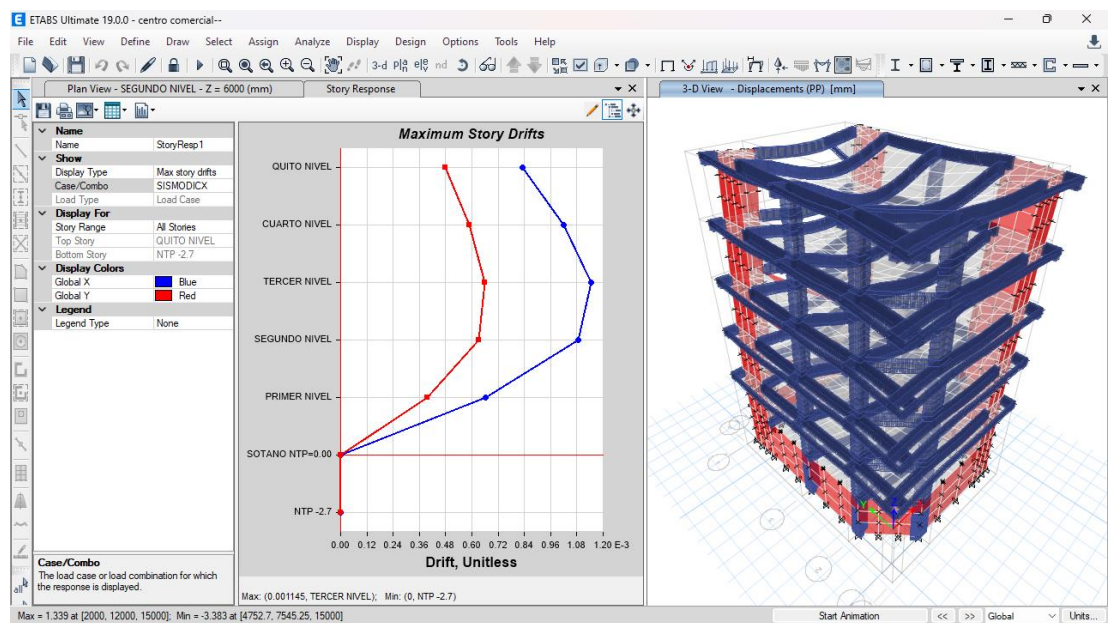
Y-Y	□□1	1□2	11□
-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia.

Vemos que los nuevos factores son mayores a 1 por lo que será necesario realizar la corrección de escala.

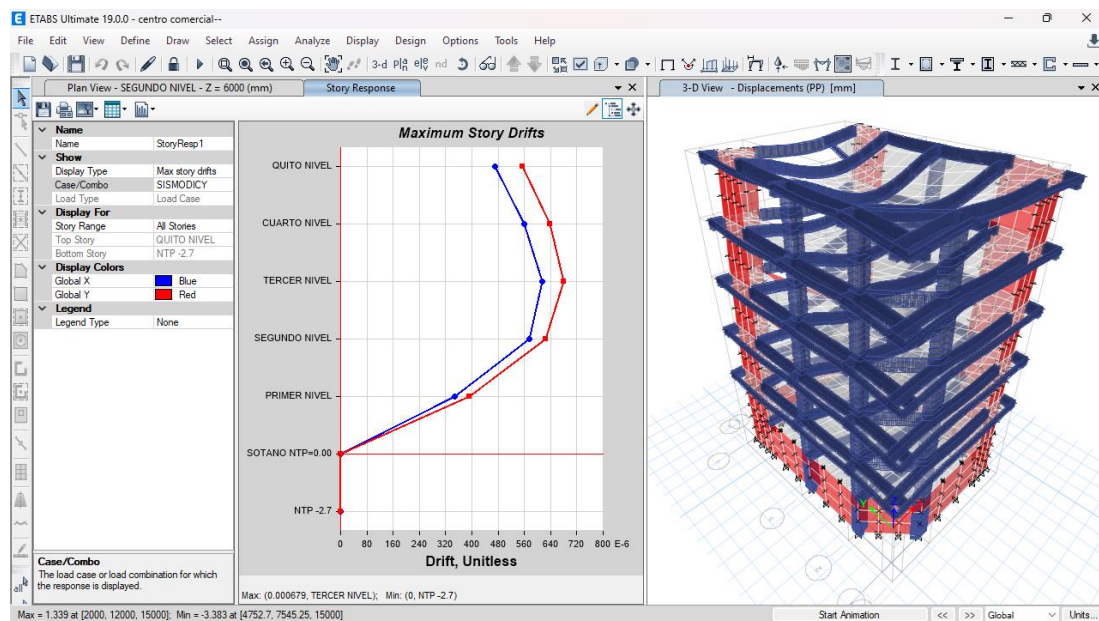
Finalmente comprobaremos las distorsiones presentes en la estructura debido a este sistema estructural, para ello se estimará un movimiento sísmico de gran magnitud; de modo que el desplazamiento de nuestra estructura no debe sobrepasar el valor de 0.007 que es para el caso de pórticos de concreto armado.

**Figura 67**  
Deriva máxima elástica de entrepiso X-X del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 68**  
Deriva máxima elástica de entrepiso Y-Y del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

Según las anteriores imágenes podemos ver que el programa nos brinda las derivas elásticas respectivas de cada dirección, de modo que para poder hallar el desplazamiento o deriva inelástica de la estructura debemos multiplicar coeficiente de desplazamiento lateral, la máxima deriva por piso y el coeficiente de reducción sísmica.

**Tabla 9**  
Deriva máxima inelástica de piso del caso 1

<b>Deriva X-X</b>	<b>0.0068</b>
<b>Deriva Y-Y</b>	<b>0.0040</b>

Fuente: Elaboración propia.

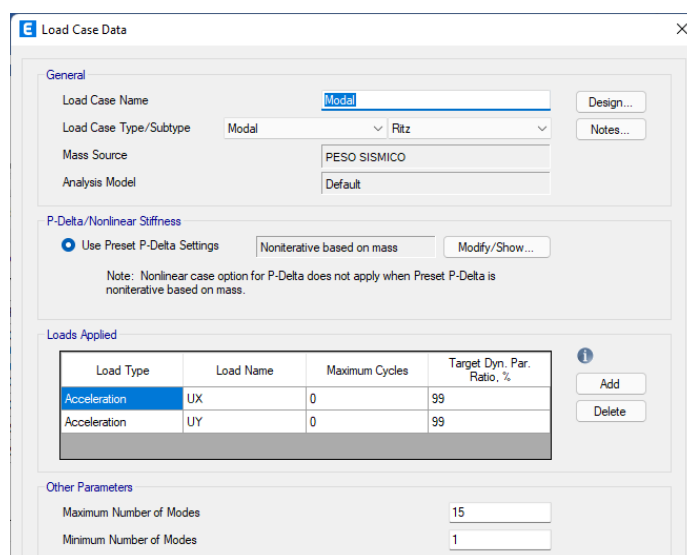
Vemos que las derivas en la dirección X-X cumplen con las normas E030 para el sistema estructural dual, pero vemos que este está al límite casi a 0.007 por lo que se deberá tener en cuenta este factor, pero en la dirección Y-Y cumple con este requerimiento por lo que no se necesitará rigidizar la estructura en esta dirección.

## Caso 2: vigas postensadas

Para el caso 2 se deberá tener en cuenta que se está analizaría la edificación con vigas postensadas de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

Se asignará los modos de vibración en la estructura el cual será 3 por cada nivel sin incluir el nivel del sótano, por lo que el número de modos nos resulta 15.

**Figura 69**  
Modos de vibración



Fuente: Elaboración propia.

Pero según la norma E030 debemos tomar en cuenta los 3 primeros modos predominante en la dirección del análisis.

**Tabla 10**  
Periodos según cada nodo caso 2

Case	Modo	Período sec
Modal	1	0.300
Modal	2	0.306
Modal	3	0.223
Modal	□	0.110
Modal	□	0.003

<b>Modal</b>	6	0.063
<b>Modal</b>	□	0.0□□
<b>Modal</b>	□	0.0□□
<b>Modal</b>	□	0.03□
<b>Modal</b>	10	0.032
<b>Modal</b>	11	0.03
<b>Modal</b>	12	0.02□
<b>Modal</b>	13	0.02□
<b>Modal</b>	1□	0.021
<b>Modal</b>	1□	0.01□

*Fuente: Elaboración propia.*

La anterior tabla nos muestra los periodos de vibración en cada modo, porque lo se tomara en cuenta solo los 3 primeros periodos los cuales son los más relevantes, notamos que los periodos resultantes son cortos y no superan los 0.5 seg.

**Tabla 11**  
*Periodo fundamental de vibración de la estructura*

<b>periodo fundamental</b>	<b>Tx</b>	<b>Ty</b>
	0.3□□	0.3□6

*Fuente: Elaboración propia.*

De los resultados obtenidos de los periodos de vibración en el primer caso los periodos son menores a 0.5 seg, por lo que podemos concluir que no presenta distorsiones muy representativas, el siguiente paso que realizaremos será el análisis estático para posteriormente corregir el factor escala.

Para ello definiremos lo casos de sismo estático tanto para el eje X-X y el eje Y-Y como se muestra en las siguientes figuras.



**Figura 70**  
Parámetros de sismo estático en X-X del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 71**  
Parámetros de sismo estático en Y-Y del caso 1



Fuente: Elaboración propia.

Posterior se volverá analizar el modelo, y se extraerá ambos casos de sismo tanto para el sismo dinámico como el estático y se hará la corrección de escala.

**Tabla 12**  
Fuerza cortante en el primer nivel - sismo dinámico del caso 1

Fuerza cortante por sismo dinámico	X-X	Y-Y
	6	6

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13**  
Fuerza cortante en el primer nivel - sismo estático del caso 1

Fuerza cortante por sismo estático	X-X	Y-Y
	26	2

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14**  
Corrección de factor escala del caso 1

SISMO	Factor Inicial	Factor E/D	Factor ESCALAR
X-X	1	1/22	11

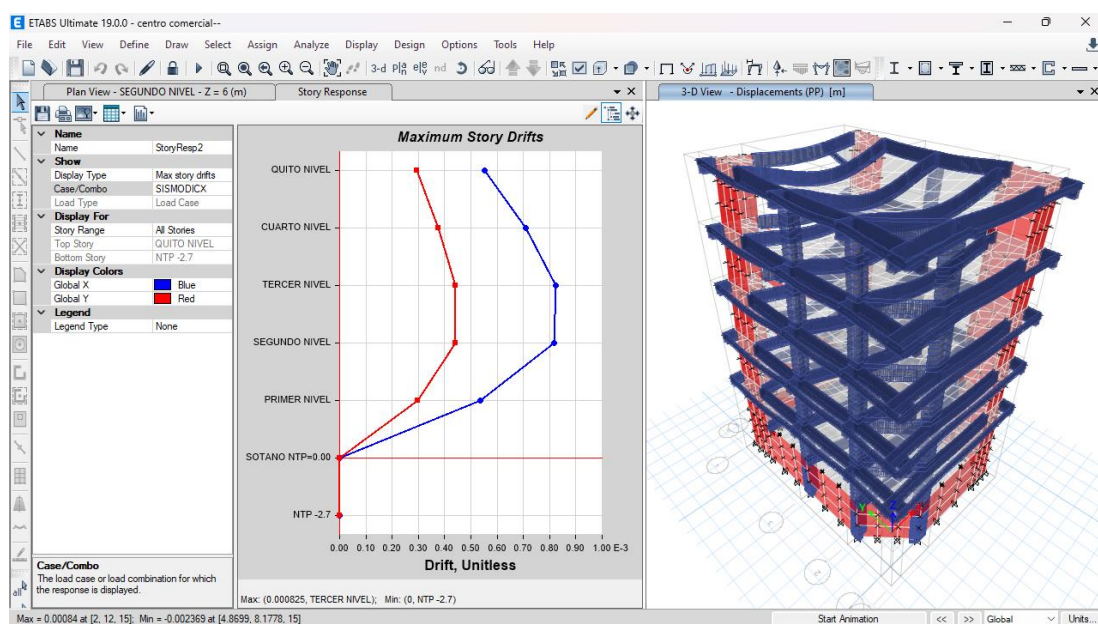
Y-Y	□□□1	1.0□	10□□
-----	------	------	------

Fuente: Elaboración propia.

Vemos que los nuevos factores son mayores a 1 por lo que será necesario realizar la corrección de escala.

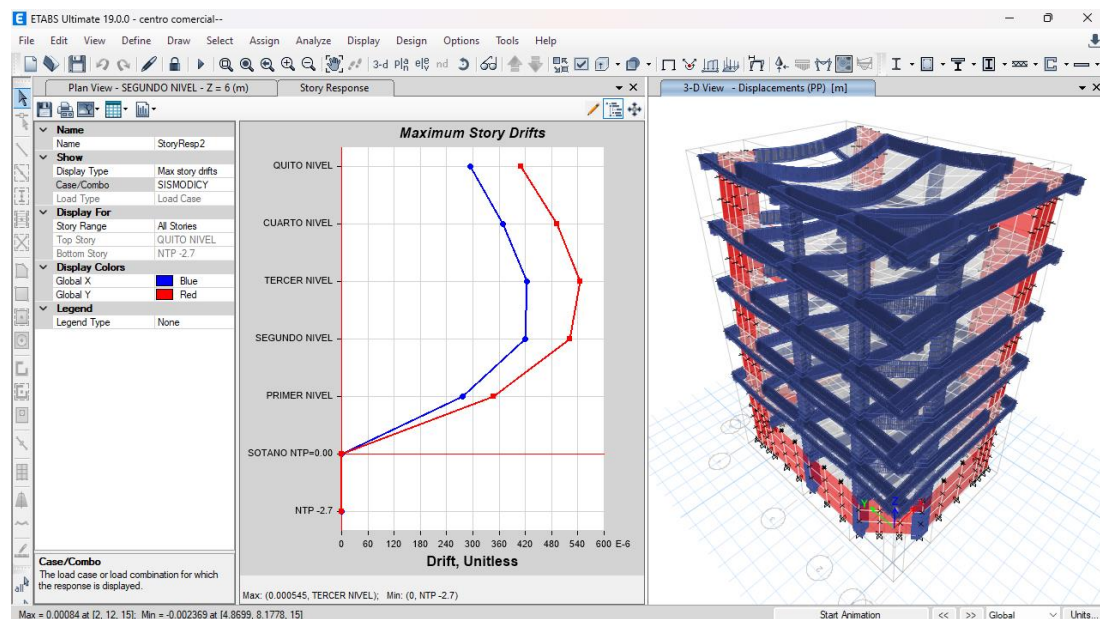
Finalmente comprobaremos las distorsiones presentes en la estructura debido a este sistema estructural, para ello se estimará un movimiento sísmico de gran magnitud; de modo que el desplazamiento de nuestra estructura no debe sobrepasar el valor de 0.007 que es para el caso de pórticos de concreto armado.

**Figura 72**  
Deriva máxima elástica de entrepiso X-X del caso 2



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 73**  
Deriva máxima elástica de entrepiso Y-Y del caso 2



Fuente: Elaboración propia.

Según las anteriores imágenes podemos ver que el programa nos brinda las derivas elásticas respectivas de cada dirección, de modo que para poder hallar el desplazamiento o deriva inelástica de la estructura debemos multiplicar coeficiente de desplazamiento lateral, la máxima deriva por piso y el coeficiente de reducción sísmica.

**Tabla 15**  
Deriva máxima inelástica de piso del caso 2

Deriva X-X	0.0043
Deriva Y-Y	0.0029

Fuente: Elaboración propia.

Vemos que las derivas en la dirección X-X cumplen con las normas E030 para el sistema estructural dual, en la dirección Y-Y cumple con este requerimiento por lo que no se necesitara rigidizar la estructura en esta dirección.

Una vez ya verificado el sistema y como vemos que las dimensiones predimensionadas cumplen con la norma E030 procederemos a diseñar los elementos estructurales

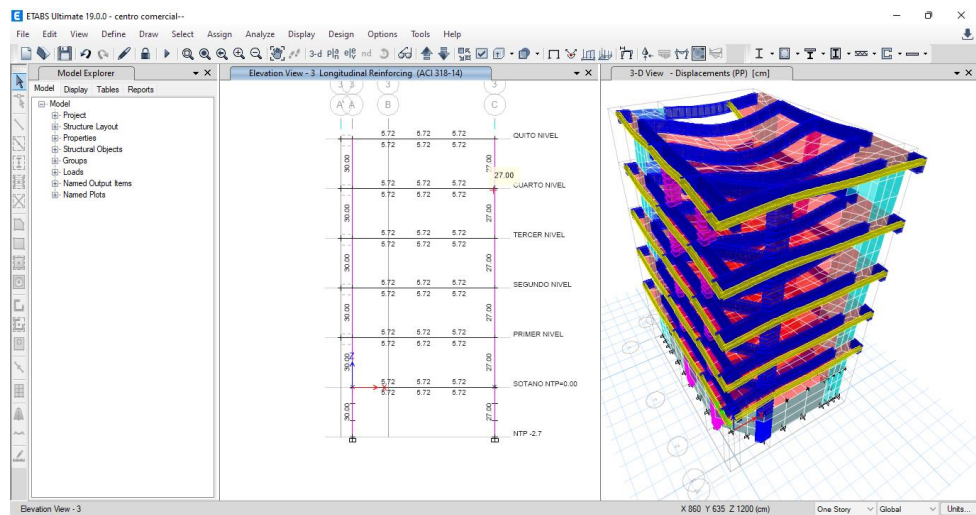
#### 4.1.5 Diseño de las columnas y vigas

Las columnas son elementos sometidos a compresión como a flexión, ya que las cargas actúan en ellas.

Una de las funciones principales de la columna es soportar el peso de la estructura y rigidizar la estructura para controlar los desplazamientos laterales.

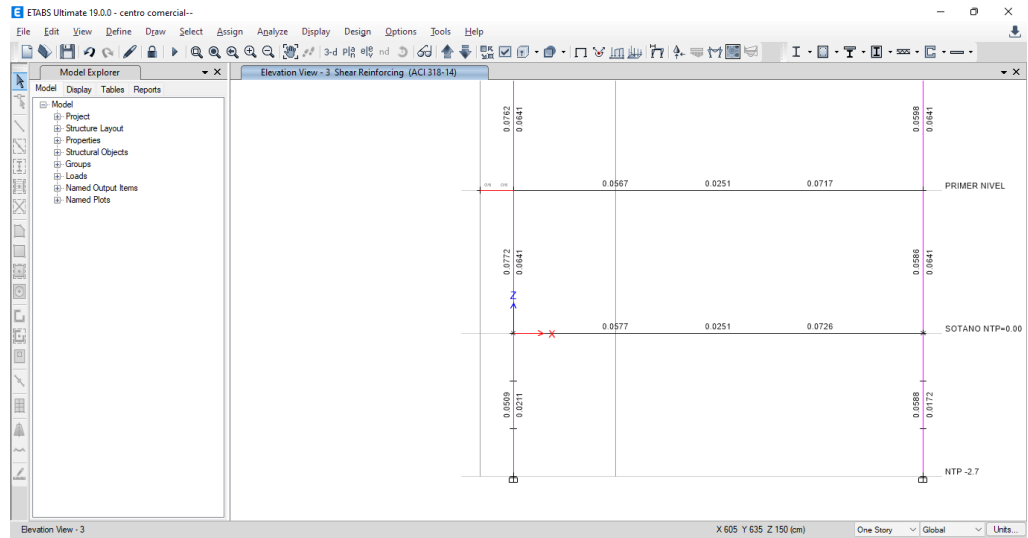
#### Diseño de la C2

**Figura 74**  
Área de acero longitudinal C-2



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 75**  
Área de acero para estribos C-2



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

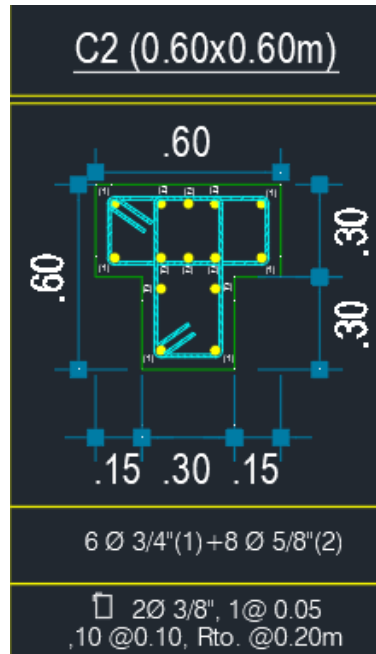
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$6\emptyset 3/4 + 8\emptyset 5/8 = 32.96 \text{ cm}^2 > 27 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{0.71}{0.0509} = 13.94 \text{ cm}$$

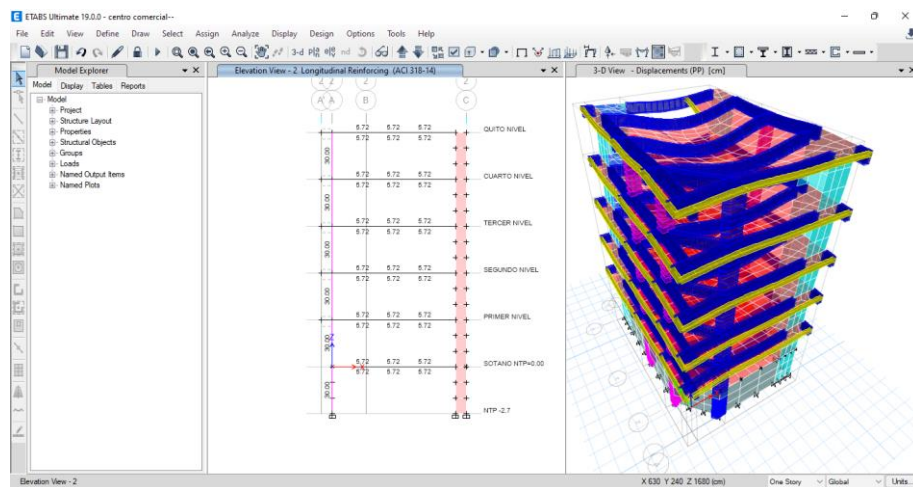
**Figura 76**  
*Detalles de la C-2*



*Fuente: Elaboración propia.*

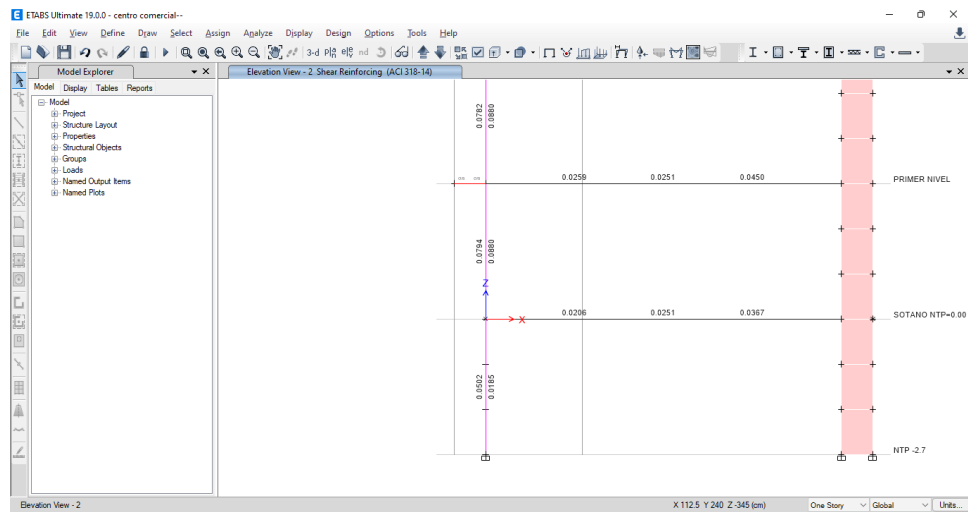
## Diseño de la C1

**Figura 77**  
*Área de acero longitudinal C-1*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 78**  
Área de acero para estribos C-1



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

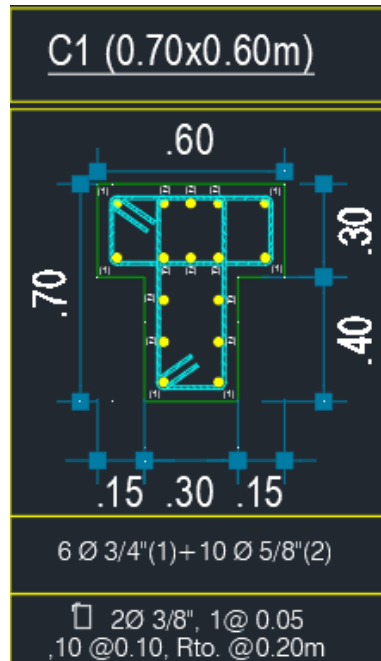
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$6\emptyset 3/4 + 10\emptyset 5/8 = 36.94 \text{ cm}^2 > 30 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. \text{ESTRIBOS} = \frac{0.71}{0.0502} = 14.14m$$

**Figura 79**  
*Detalles de la C-1*

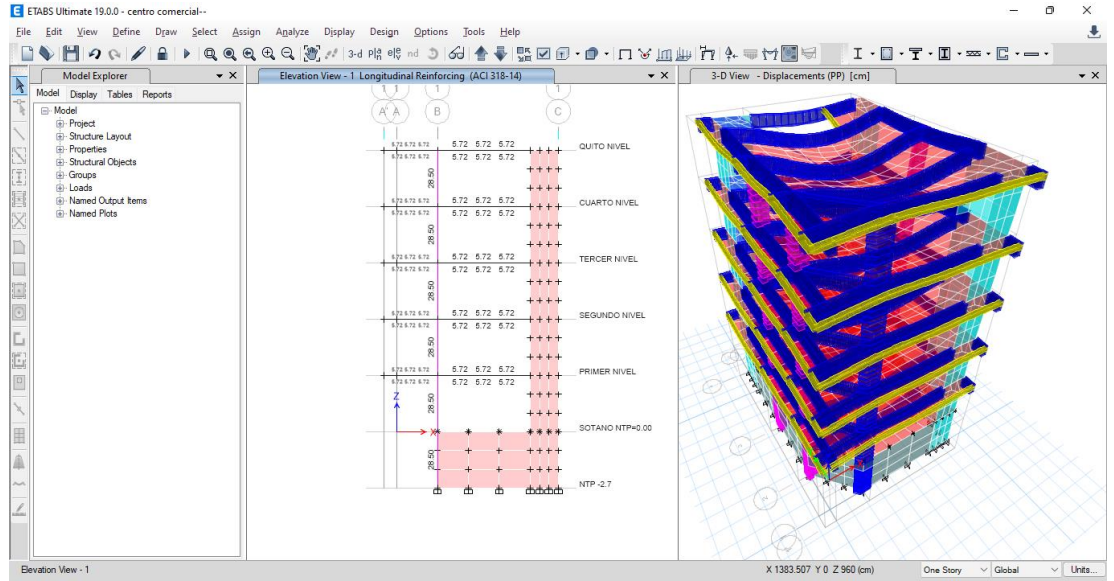


*Fuente: Elaboración propia.*

### Diseño de la C3

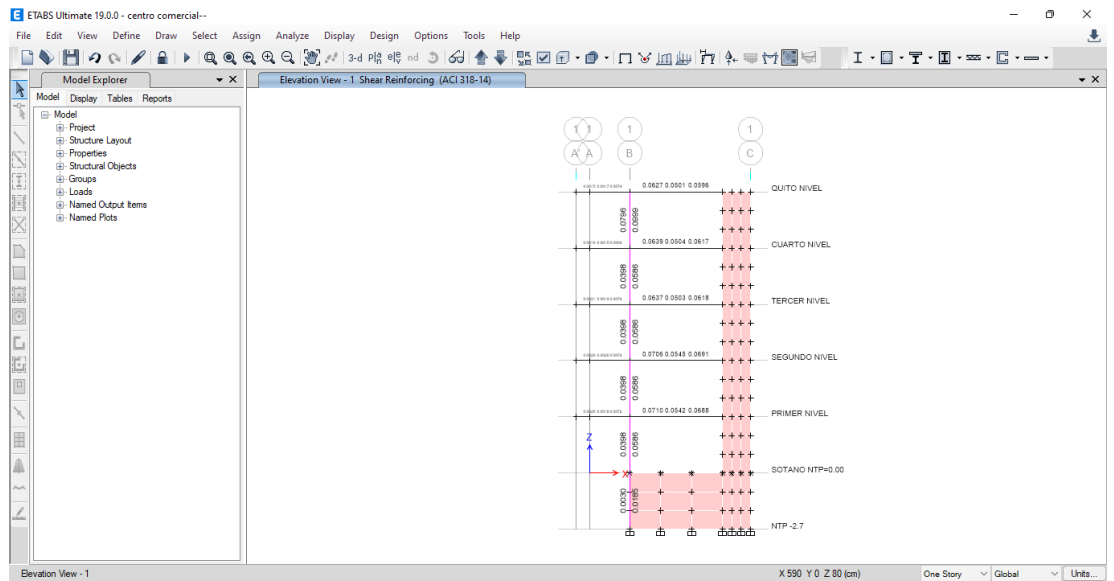


**Figura 80**  
Área de acero longitudinal C-3



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 81**  
Área de acero de estribos C-3



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

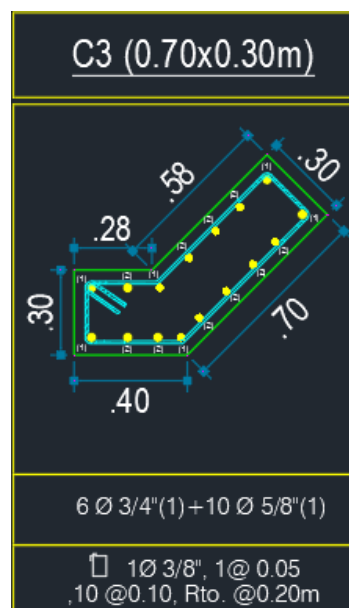
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$6\emptyset 3/4 + 10\emptyset 5/8 = 36.94 \text{ cm}^2 > 28.50 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{0.71}{0.0398} = 17.84 \text{ cm}$$

**Figura 82**  
Detalles de la C-3

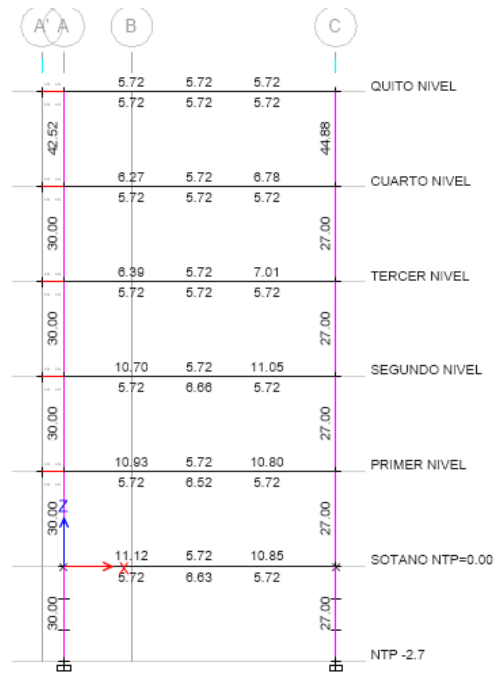


Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.6 Diseño de las vigas

#### VIGA DE 30X60 EN EJE X-X

**Figura 83**  
Área de acero longitudinal Viga 30X60 eje X-X



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 84**  
Área de acero de estribos Viga 30X60 eje X-X



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

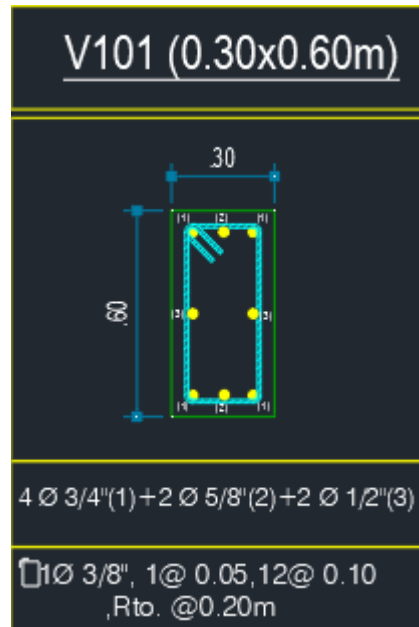
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$4\emptyset 3/4 + 2\emptyset 5/8 + 2\emptyset 1/2 = 17.94 \text{ cm}^2 > 16.77 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{0.71}{0.0554} = 12.81 \text{ cm}$$

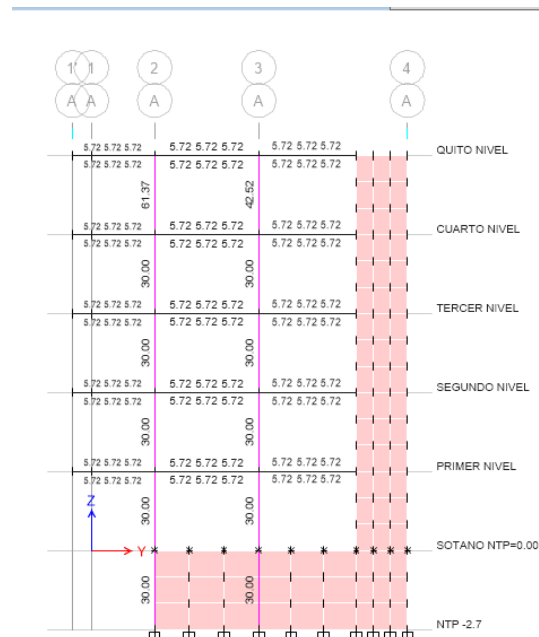
**Figura 85**  
 Detalles de la Viga 30X60 eje X-X



Fuente: Elaboración propia.

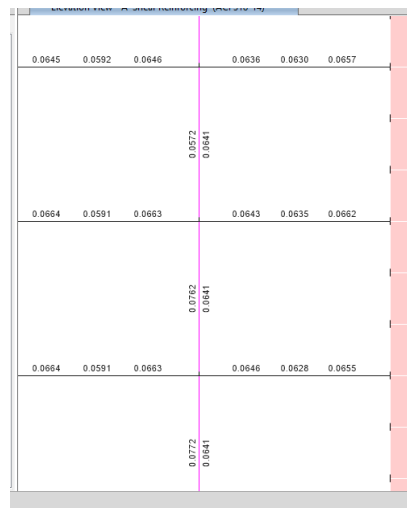
VIGA DE 30X60 EN EJE Y-Y

**Figura 86**  
 Área de acero longitudinal Viga 30X60 eje Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 87**  
 Área de acero para estribos de la Viga 30X60 eje Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

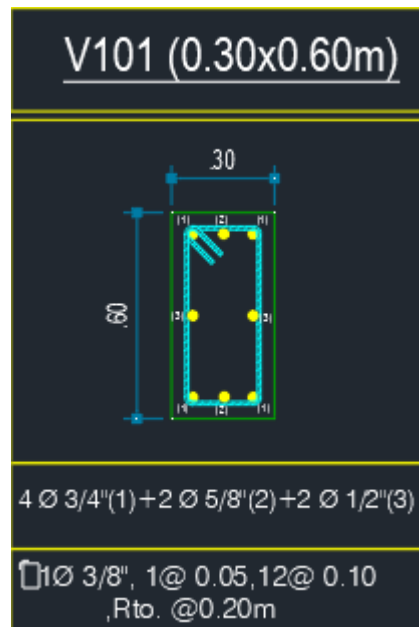
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$4\emptyset 3/4 + 2\emptyset 5/8 + 2\emptyset 1/2 = 17.94 \text{ cm}^2 > 16.77 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{0.71}{0.063} = 11.27 \text{ cm}$$

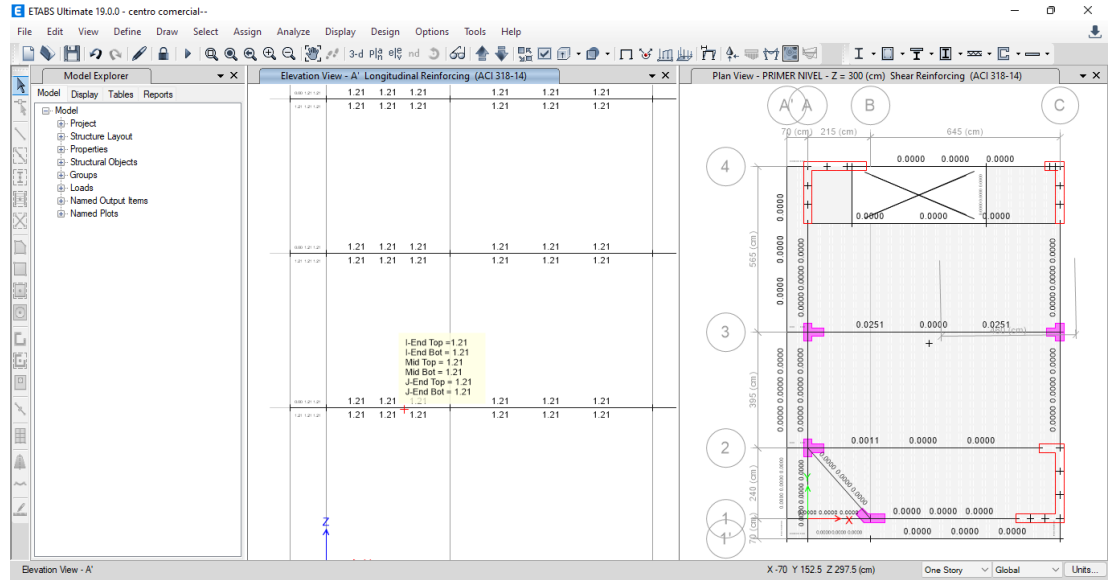
**Figura 88**  
Detalles de la Viga 30X60 del eje Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

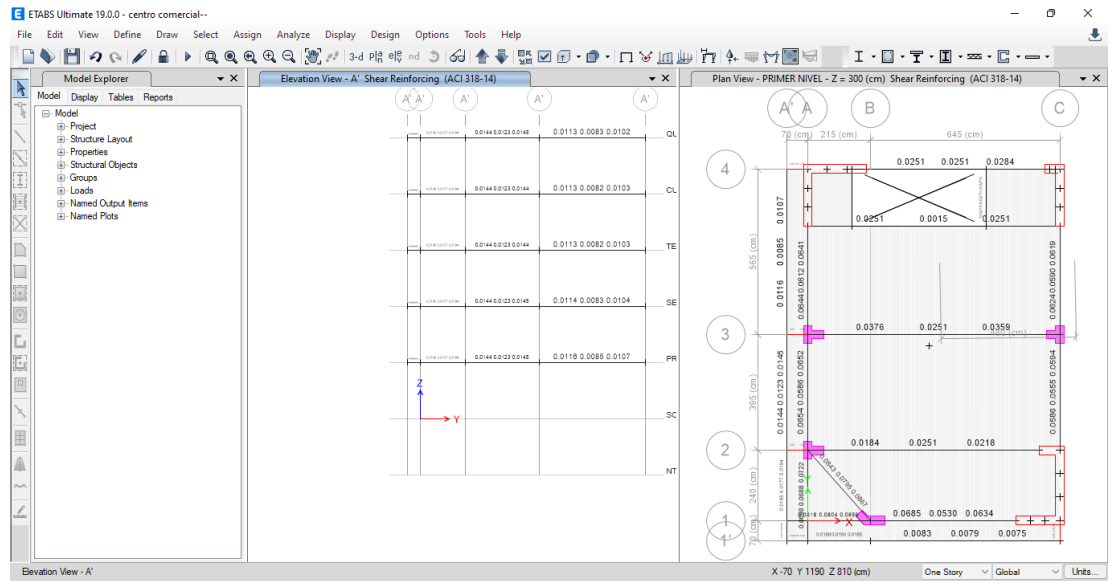
# VIGAS CHATAS

**Figura 89**  
Área de acero longitudinal Viga chata



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 90**  
Área de acero para estribos de Viga chata





*Fuente: Elaboración propia.*

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

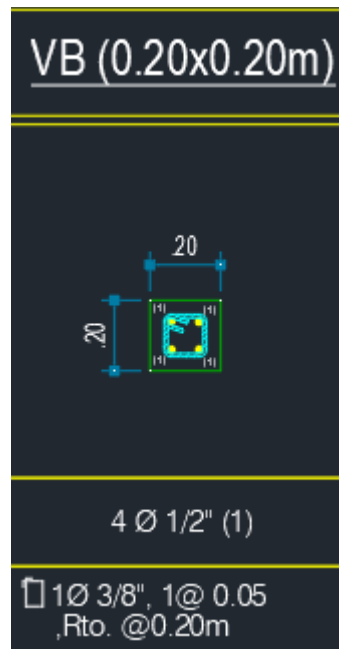
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$4\emptyset 1/2 = 5.16 \text{ cm}^2 > 2.42 \text{ cm}^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{0.71}{0.0144} = 49.3 \text{ cm}$$

**Figura 91**  
*Detalles de la Viga chata*

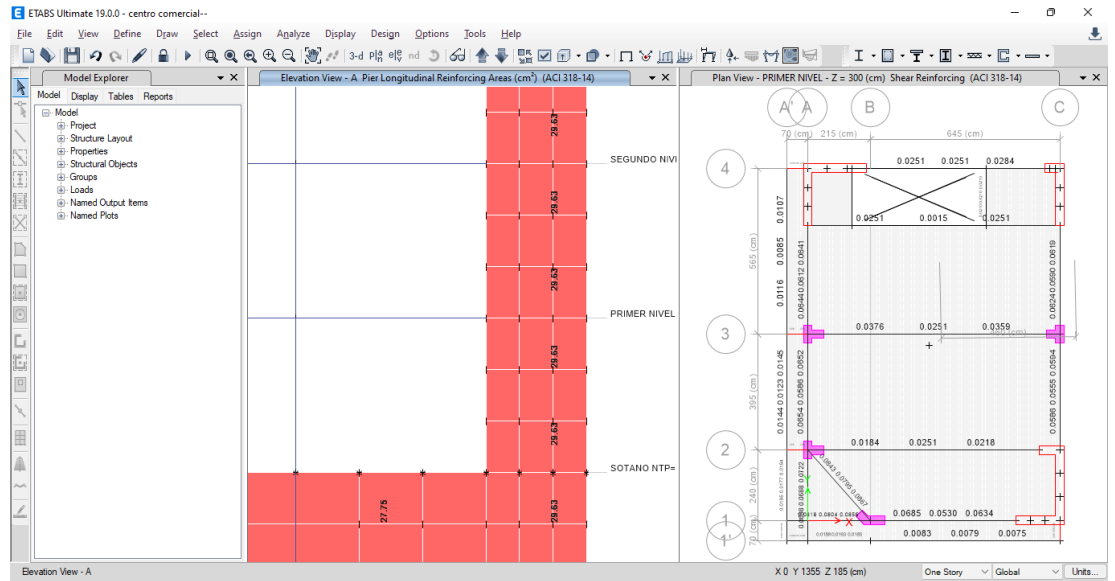


*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.1.7 Diseño de muros de corte

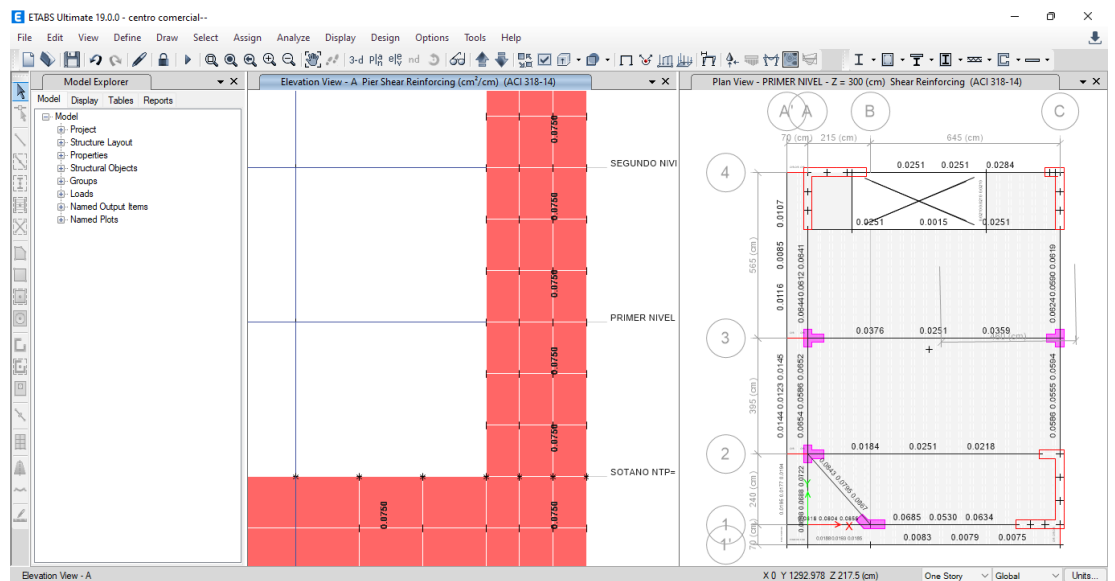
Diseño de placa 1

**Figura 92**  
Área de acero longitudinal para placa 1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 93**  
Área de acero para estribos de la placa 1



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

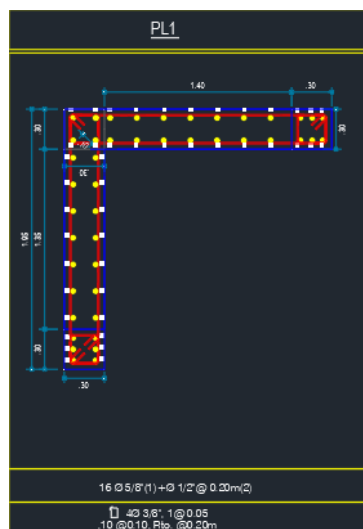
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$16\emptyset 5/8" = 31.84 m^2 > 29.53 cm^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{2 \times 0.71}{0.075} = 18.93 cm$$

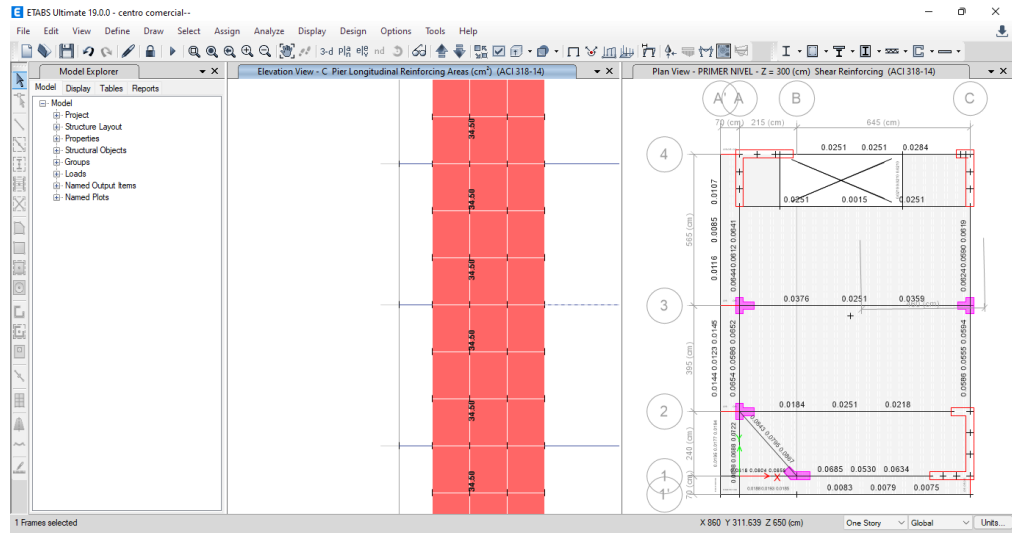
**Figura 94**  
Detalles de la placa 1



Fuente: Elaboración propia.

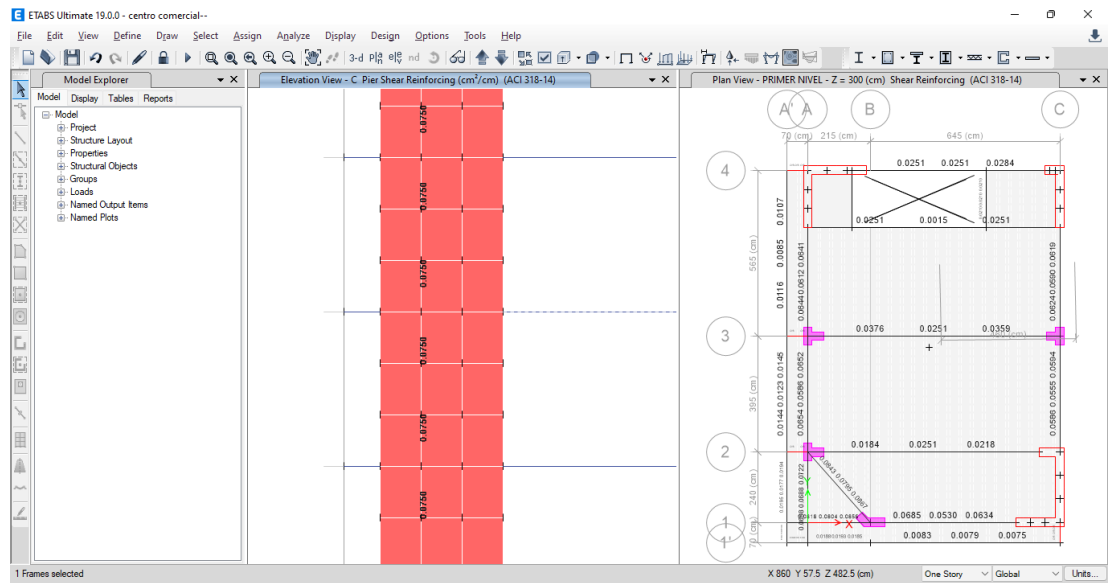
Diseño de placa 2

**Figura 95**  
*Área de acero longitudinal para placa 2*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 96**  
*Área de acero de estribos para placa 2*



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

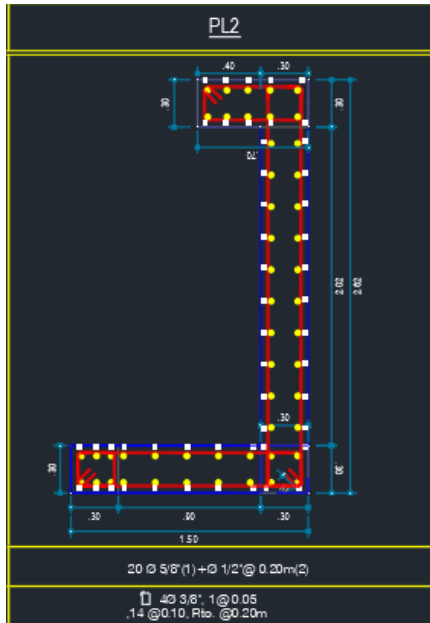
Según las anteriores formulas, tendremos:

$$20\emptyset 5/8" = 39.8 m^2 > 34.58 cm^2$$

La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{2 \times 0.71}{0.075} = 18.93 cm$$

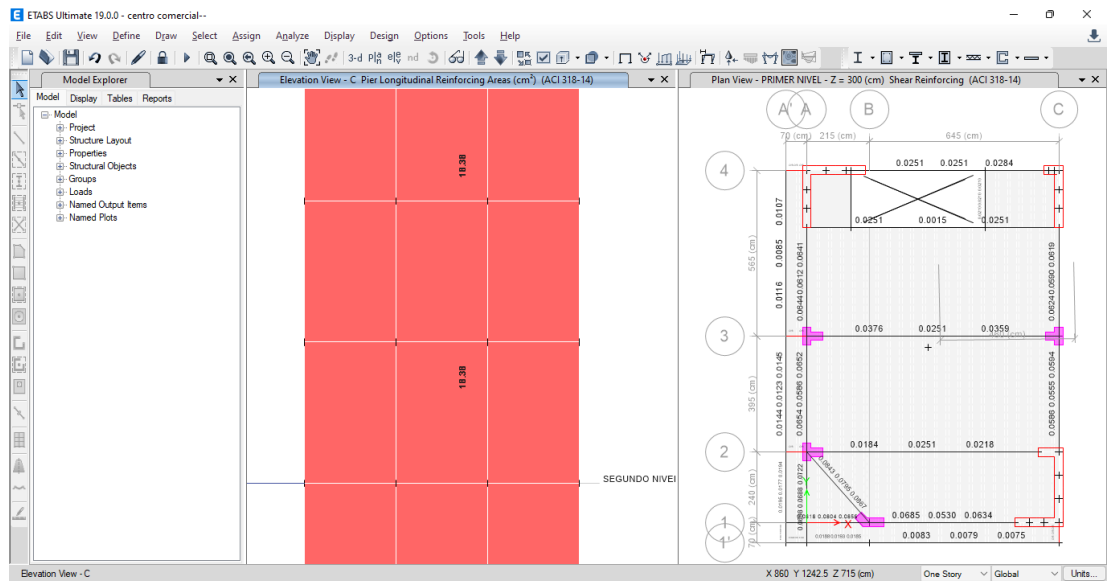
**Figura 97**  
*Detalles para placa 2*



*Fuente: Elaboración propia.*

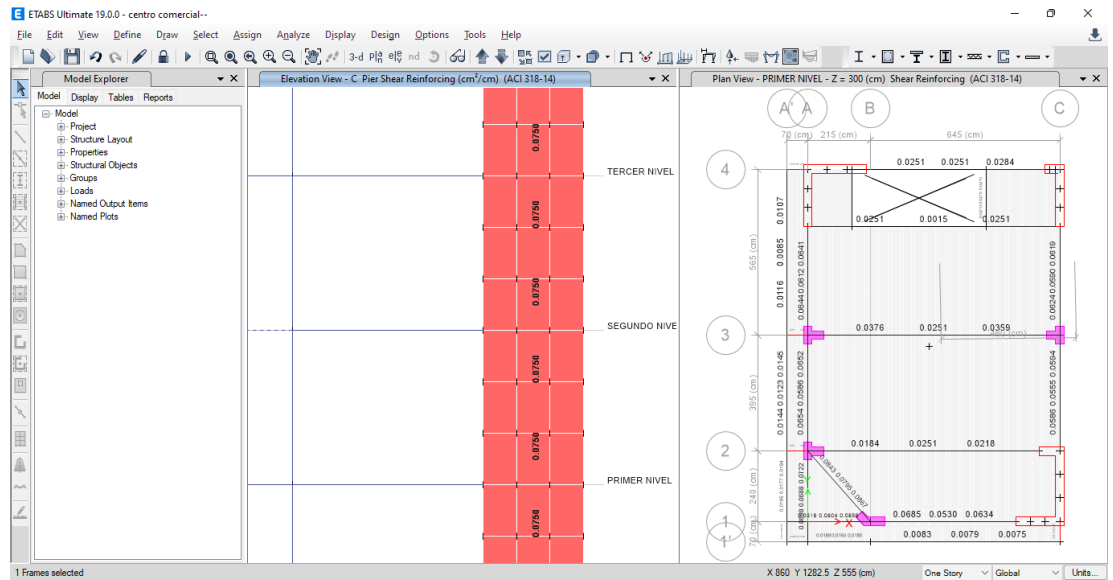
**Diseño de placa 3**

**Figura 98**  
*Área de acero longitudinal para placa 3*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 99**  
Área de acero de estribos para placa 2



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por el software, el software nos ofrece el área de acero longitudinales y para la distribución de los estribos.

Para calcular la cantidad de varillas de acero según los resultados emplearemos la siguientes formulas:

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

$$E. ESTRIBOS = \frac{AREA DE LA VARILLAS}{RESULTADO DE ETABS POR CORTE}$$

Según las anteriores formulas, tendremos:

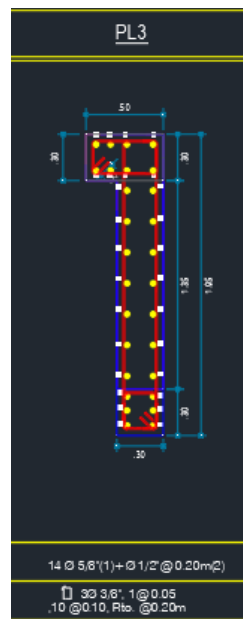
$$14\emptyset 5/8" = 27.86 m^2 > 18.38 cm^2$$



La distribución de los aceros longitudinales cumple con lo establecido en el software.

$$E. ESTRIBOS = \frac{2 \times 0.71}{0.075} = 18.93 \text{ cm}$$

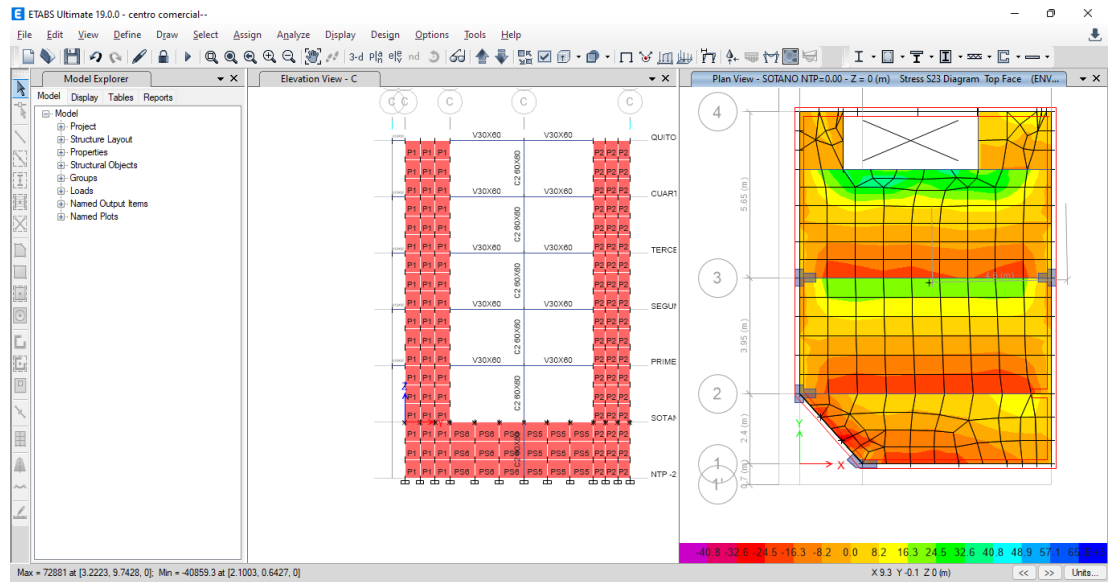
**Figura 100**  
*Detalles para placa 2*



Fuente: Elaboración propia.

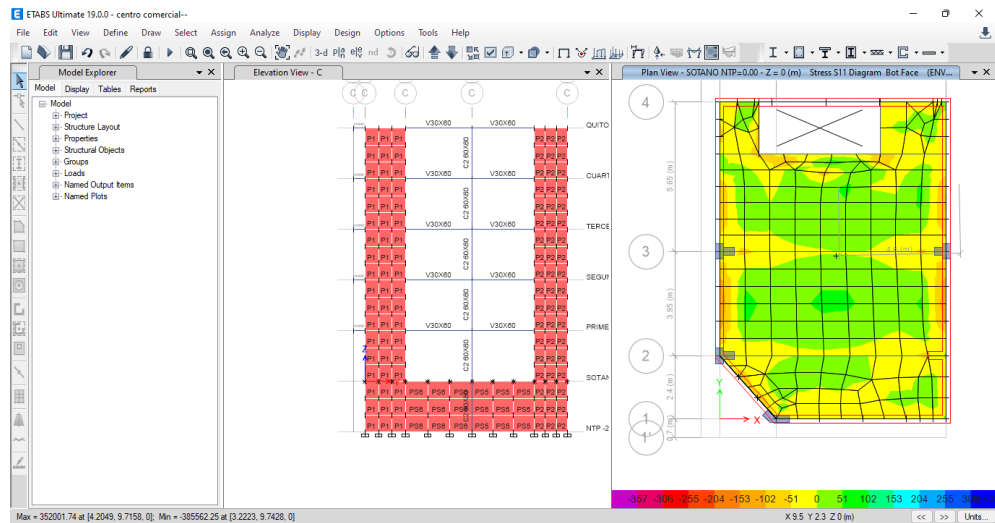
### 4.1.8 Diseño de la losa aligerada y cimentación

**Figura 101**  
Diagrama de momentos positivos de la losa aligerada



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 102**  
Diagrama de momentos negativo de la losa aligerada



Fuente: Elaboración propia.

En el sótano se presenta el mayor momento flector, así que se asumirá los valores de este nivel.

$$Mu \text{ positivo} = 62543 \text{ kg.m}$$

$$Mu \text{ negativo} = 59965 \text{ kg.m}$$

Nivel sótano: Concreto  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

a) Cálculo de acero en la dirección X

Cálculo de Acero positivo

$$As = \frac{Mu}{\phi \times f'y \times (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As \times f'y}{0.85(f'c \times b)}$$

$$As = 1.02 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.81 \text{ cm}$$

Usar Ø 1/2 @ 40 cm

b) Cálculo de Acero negativo

$$As = \frac{Mu}{\phi \times f'y \times (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As \times f'y}{0.85(f'c \times b)}$$

$$As = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.73 \text{ cm}$$

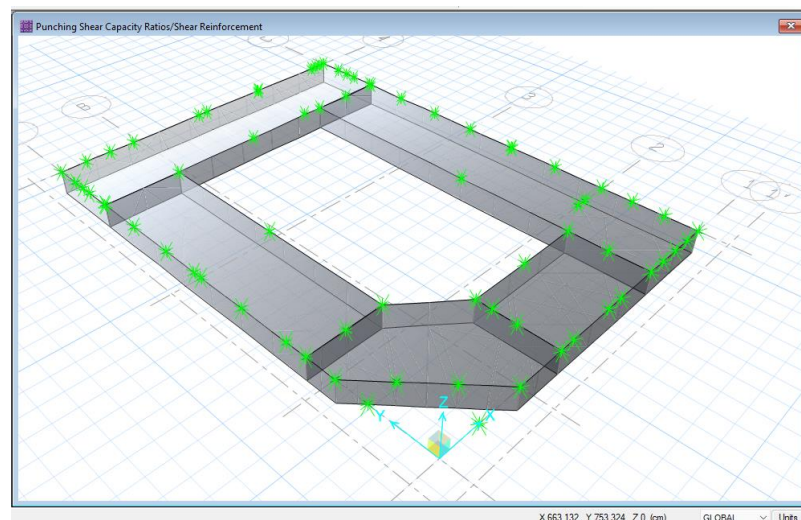
Usar Ø 1/2 @ 40 cm

Para el diseño de la cimentación emplearemos el software SAFE el cual nos ayudara a realizar las distintas revisiones como diseño por pinzamiento y presiones de suelos.

Se tomará en cuenta una cimentación corrida en todo el perímetro con el peralte redimensionado de 60 cm.

Procedemos a exportar las cargas aplicadas en los apoyos de la edificación, que en este caso viene a estar ubicado en el sótano y según estas fuerzas actuantes diseñaremos las cimentaciones.

**Figura 103**  
*Modelamiento de la cimentación corrida*



*Fuente: Elaboración propia.*

Introduciremos los valores de la capacidad admisible del suelo y su coeficiente de balasto para el software SAFE.

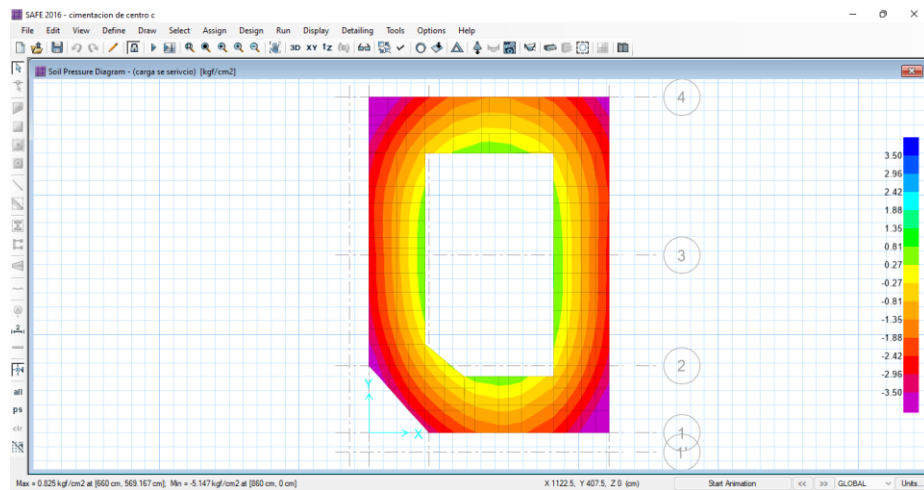
**Tabla 16**  
Valores de coeficientes de balastos para SAFE

Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Fuente: Elaboración propia.

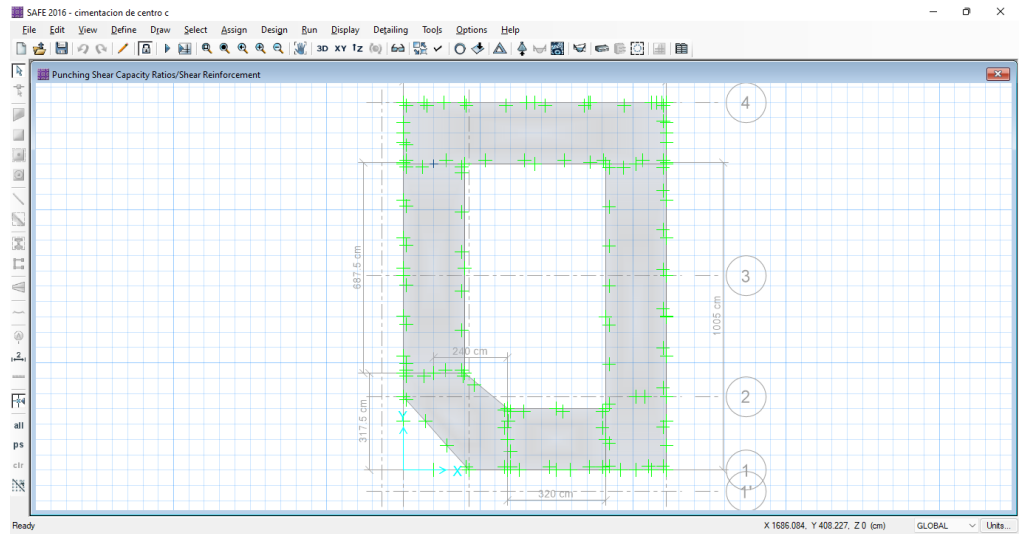
Según estos valores realizaremos las comprobaciones de diseño.

**Figura 104**  
Presión en el suelo para cimentaciones



Fuente: Elaboración propia.

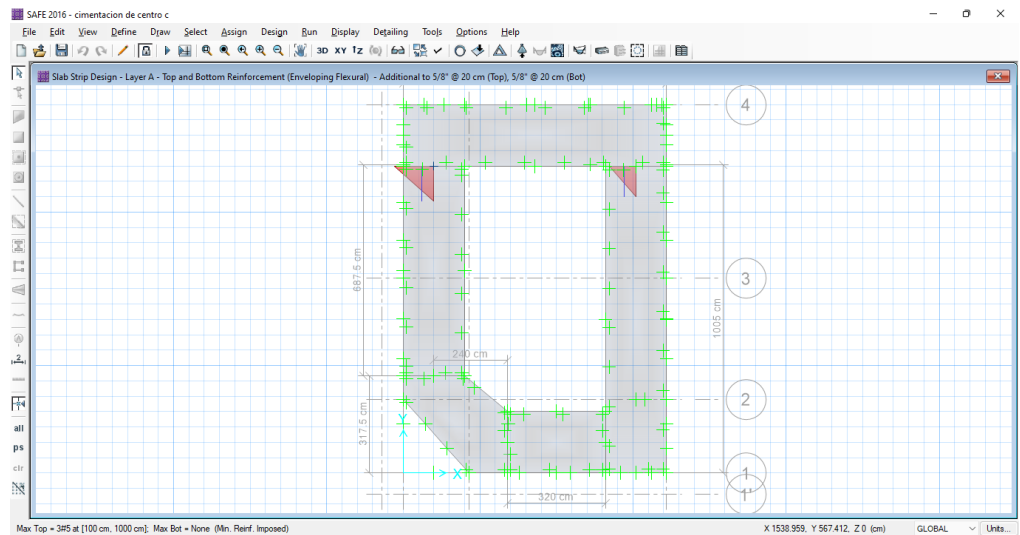
**Figura 105**  
Revisión por punzonamiento



Fuente: Elaboración propia.

Verificamos que ambos valores cumplen con ambas verificaciones de diseño por lo que procedemos a calcular el acero para la cimentación.

**Figura 106**  
Diseño de cimentaciones corridas



Fuente: Elaboración propia.

Empleando el mismo software, podemos introducir los parámetros de separación entre cada varilla de acero y el diámetro, de modo que podamos calcular el acero necesario para la sección.

En este caso podemos apreciar que la sección cumple con la distribución de acero de 5/8" cada 20cm.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

La presente tesis tiene como hipótesis general “El análisis comparativo de vigas de concreto postensado y vigas de concreto armado mejora el diseño sismorresistente de una estructura aporricada con una luz de 7 metros, Pillico Marca - Huánuco -2023”

La cual demostró durante todo el proceso de la tesis, se analizó 3 puntos en la tesis, el periodo, la deriva y el desplazamiento para ello se realizó 2 modelos diferentes con cada tipo de sistema estructural obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 17**

*V. concreto armado vs Vigas postensadas - periodo*

periodo fundamental	V. concreto armado		Vigas postensadas	
	□□	□□	□□	□□
	0.3□□	0.□□□□	0.3□□	0.3□6

*Fuente: Elaboración propia.*

En la anterior tabla se puede apreciar que ambos sistemas poseen un periodo significativamente similar en el eje X-X con una diferencia de 0.00% y en el eje Y-Y una diferencia de 22.10 %.

**Tabla 18**

*V. concreto armado vs Vigas postensadas - deriva*

	V. concreto armado	Vigas postensadas
Deriva X-X	0.006□	0.00□3
Deriva Y-Y	0.00□0	0.002□



Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla vemos que el sistema de vigas postensadas posee derivas menores a vigas de concreto armado tradicional, siento en el eje X-X una diferencia de 36.76% y en el eje Y-Y una diferencia de 27.5%.

**Tabla 19**  
V. concreto armado vs Vigas postensadas - desplazamiento

	V. concreto armado		Vigas postensadas	
	X-D	Y-D	X-D	Y-D
<b>quinto</b>	10003	66	10.33	6003
<b>cuarto</b>	12006	66	600	002
<b>tercer</b>	003	000	6000	0262
<b>segundo</b>	032	320	012	2632
<b>primer</b>	1006	1211	1600	1066
<b>sótano</b>	000	000	000	003
<b>Base</b>	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla vemos que el sistema de vigas postensadas posee un desplazamiento máximo o deformación máxima menores a vigas de concreto armado tradicional, siento en el eje X-X una diferencia de 33.36% y en el eje Y-Y una diferencia de 28.23%.

La hipótesis quedo demostrada concluyendo que el sistema de vigas postensadas presenta un mejor comportamiento estructural en los 3 aspectos desarrollados en la tesis.

Según Marticorena (2021), en su tesis se analizó como el empleo del concreto postensado en una edificación apoticada permite aumentar la resistencia y reducir las deformaciones que se presentan en esta, ya que muchas veces por la dificultad que conlleva a realizar construcciones de concreto postensado, la dificultad es a la obtención de este material del concreto postensado, se emplea concreto armado tradicional sobredimensionando las

estructuras ya que la carga muerta de estas vigas afectan a la estructura, otra ventaja es que las vigas de concreto armado al poseer luces mayores a 7 metros poseen deflexiones considerables lo que conlleva a agrietas y fisuras en el futuro por ello se emplea concreto postensado cuando la luz de una edificación supera los 7 metros.

La estructura dual fue diseñada tomando en cuenta una luz mayor a 9 metros. Dentro de las características de uso del postensado en un sistema dual, permite una mayor distancia entre las columnas, así lo menciona Flores (2019), quien concluye que el postensado de la estructura analizada logró equilibrar las cargas actuantes. a ellos lámina; además, espacio libre, mayor luminosidad y ahorro de material. De igual forma, Quilumba (2015) afirma que el desempeño de las losas postensadas es efectivo para luces mayores a 7 metros, se ha demostrado que se reduce la curvatura, las losas utilizadas tradicionalmente son de hormigón armado. A pesar de todo lo anterior, Domínguez y Peña (2019), cuya investigación se realizó en Trujillo, compararon el concreto postensado y un sistema dual y encontraron que ambos sistemas podían cumplir con los parámetros de la norma peruana. condiciones de diseño estructural para resistencia y rigidez (relacionadas con la deformación). Y si bien ambos sistemas no mostraron rigidez, el sistema dual no mostró irregularidades, concluyendo que el sistema dual se comporta mejor. En definitiva, el uso de hormigón pretensado ofrece mayores ventajas frente al hormigón simple, entre ellas una mayor durabilidad de todo el sistema de pórtico global, y su minuciosa preparación y diseño aseguran una menor deformación, ya que el hormigón se tensiona más tarde tras su recuperación, lo

que aumenta la rigidez estructural. Continuando con los conceptos de rigidez, resistencia y durabilidad, el estudio reveló que, al aplicar el reglamento de edificación de la construcción peruana, los resultados evaluados según las tres propiedades mencionadas propiciaron un uso más eficiente de los materiales, lo que permitió diseñar estructura doble con una luz de más de 9 metros. La experiencia en la construcción de estructuras de pórtico demuestra que gracias a la configuración de los elementos de postensado (Norma E030), es posible aumentar la durabilidad, la rigidez y la flexibilidad. En otras palabras, el hormigón sometido a tracción después del endurecimiento (postensado) retiene mejor los esfuerzos de tracción, lo que aumenta la rigidez del sistema y protege el edificio contra la deformación. Lo observado en el estudio es similar a Flores (2019), quien argumentó que el uso de la tecnología de postensado otorga mayor rigidez a las edificaciones al incluir muros de cortante, ayudando a evitar movimientos excesivos que se salgan de los límites permitidos por la normativa. De igual forma, Hurtado (2018) en su investigación realizada para el diseño de un pórtico en Quito, Ecuador, encontró que el cambio de un sistema de balsas de hormigón armado a hormigón postensado no afectó la durabilidad del hormigón. para un edificio o sistema que resiste fuerzas laterales. Es decir, las losas están diseñadas y actúan por cargas gravitatorias, por lo que es necesario definir un sistema sustentable de esfuerzos laterales de acuerdo al efecto sísmico del área. Así, para áreas con alto riesgo sísmico, el diseño clásico del sistema de pórtico no es suficiente, pues es necesario ajustar el uso de muros de cortante y definir adecuadamente el tipo de pórtico utilizado en el diseño y elegir el tipo de supervisión. técnica de estrés. Además, el autor

señala que las losas postensadas requieren de un sistema de resistencia lateral permanente, debido a que estas losas son efectivas a las cargas de servicio y son poco plásticas, debido a que los materiales son muy duraderos. Por otro lado, Vergel (2018) concluyó en su estudio en Barranquilla, Colombia, que la sección rectangular de las columnas se puede optimizar como elementos que contribuyen a la rigidez lateral de los requerimientos de carga lateral debido al uso de postensado. Esto asegura su rigidez, resistencia y durabilidad, lo que a su vez conduce al uso óptimo de los materiales, lo que ahorra hormigón, acero, mano de obra y el alquiler de sistemas adicionales; etcétera En otras palabras, los materiales se utilizan de manera más eficiente.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que emplear concreto postensado reduce las deformaciones más del 25% en el diseño sismorresistente de una estructura de concreto armado con una luz de 7 metros.
- Se concluye que los resultados obtenidos al realizar modelamiento en el software ETABS usando concreto postensado de la estructura aporticada con una luz de 7 metros son correctos y óptimos.
- Se concluye que realizar el análisis sísmico usando el concreto postensado reduce las deformaciones en una luz de 7 metros.
- Se concluye que el periodo de vibración natural en el sentido del eje Y-Y se reduce empleando concreto postensado en una viga con luz de 7 metros.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear concreto postensado para edificaciones cuyas luces superen los 7 metros ya que estos poseen un mejor comportamiento estructural y no sobredimensiona los elementos.
- Se recomienda tener en cuenta la tecnología del acartelamiento en vigas si estos pueden ser una posible solución para las deflexiones de las vigas de concreto armado.
- Se recomienda diseñar en zonas sísmicas como la costa, de preferencia estructuras de concreto postensado. Ya que el menor peso global, la tensión de las vigas, columnas y menor espesor de las losas de la estructura garantizará que las cargas sísmicas sean equivalentes al peso propio y resistan mejor estos fenómenos.
- Se recomienda tomar en cuenta la técnica del postensado en construcciones de edificaciones de gran envergadura, como en edificios de más de 7 u 8 niveles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 308R-2006. *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2006.
- ACI 318R-2009. *Análisis matricial de estructuras*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2009.
- ACI 308DR-2020. *Edificios de baja altura con sistemas estructurales de ductilidad limitada, tipo paredes portantes ante acciones sísmicas altas*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2020.
- ACI 308R-2021. *Vulnerabilidad Sísmica De Las Edificaciones De Concreto Armado Del Barrio “El Triunfo” Norte De Quito, Parroquia De Cochapamba, Cantón Quito – Ecuador*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2021.
- ACI 308R-2019. *Evaluación De Las Patologías En Los Muros De Albañilería Armada Y Su Influencia En La Vulnerabilidad De Los Módulos Construidos Por El Programa Nacional De Vivienda Rural En El Distrito Santa Rosa De Alto Yanajanca – Marañón – Huánuco, 2019*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2019.
- ACI 308R-2018. *Análisis Comparativo De Costos En Una Vivienda Familiar Usando El Sistema Constructivo Emmedue Y El Sistema De Albañilería En La Ciudad De Huanuco, 2018*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2018.
- ACI 308R-2020. *Comportamiento Estructural De Losas Macizas De Concreto Reforzadas Con Varillas De Basalto*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2020.
- ACI 308R-2019. *Diseño de una edificación sismoresistente con aisladores sísmicos de base con núcleo de plomo y con aislador*. American Concrete Institute, Chicago, IL, 2019.







- Correa 2022 *Análisis y diseño de puentes en concreto postensado con sistemas de aislamiento y disipador sísmico, Piura, 2022*. MSc. Carlos Correa
- Correa y Rodríguez 2020 *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020*. MSc. Carlos Correa y MSc. Carlos Rodríguez
- Correa Rodríguez 2010 *Metodología de la investigación*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez 201 *Respuesta sísmica de tanques elevados tipo pendulo invertido*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez 201 *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez MSc 201 *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez 201 *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez 2021 *Diseño de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lince, 2021*. MSc. Carlos Correa Rodríguez
- Correa Rodríguez 2021 *Instituto Geofísico del Perú*. MSc. Carlos Correa Rodríguez

Módulo 2021 *Diseño estructural de una edificación de concreto armado utilizando losas postensadas con tendones no adheridos*

Módulo 201 *Modelos Para La Detección De Desviaciones De Valor Sistemáticas En Las Tasaciones De Viviendas Y Sus Causas.*

Módulo 201 *Análisis y diseño estructural con aislamiento sísmico en la base del hospital en el distrito de Yarabamba.*

Módulo 201 *Propuesta Metodológica Para La Estimación De Valores Unitarios Comerciales De Edificaciones Emitidos Por El Ministerio De Vivienda Construcción Y Saneamiento Anualmente Para Lima Metropolitana.*

Módulo 201 *Análisis comparativo entre una edificación sismorresistente y una edificación sismorresistente utilizando aisladores sísmicos con núcleo de plomo.*

Módulo 201 *Manual de operación y mantenimiento*

Módulo 2021 *Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú.*

Módulo *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

Mónica Rodríguez 201 *La Estadística En Valoración Inmobiliaria Y La Aplicación De Los Avalúos En La Gestión Del Suelo.* -

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 201 *Diseño Estructural En Concreto Armado De Un Edificio De Ocho Niveles Y Un Semisótano.* -

Universidad de la Sabana

María José Rodríguez 201 *Análisis Comparativo De Los Aspectos Influyentes En La Tasación De Inmuebles.* -

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 2022 *Análisis y diseño comparativo de losas nervadas para edificaciones de distintos niveles en la ciudad de Bogotá: empleando dos tipos de sistema de reforzamiento, reforzamiento convencional longitudinal y reforzamiento a base de elementos postensados*

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 2020 *Desempeño sísmico de aisladores con núcleo de plomo en puentes con pila flexibles de hormigón armado.* -

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 201 *Análisis y estudio comparativo de nueva edificación del mercado a. Orrego del distrito de la victoria con diseño de concreto postensado, concreto armado y estructuras metálicas*

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 201 *Análisis comparativo de métodos multicriterio para la selección de productos alternativos en la UEB Productora-*

Comercializadora de LABIOFAM Villa Clara. -

Universidad de la Sabana

Rodrigo Rodríguez 201 *NORMA E.050.* -

R000201 NORMA E.020. 0000d d 00RM 00200  
000000 030000d000000D 0R00d000R0000 030 0D0000 2000  
00 200d000000000000 2000200 2000R0000d0

R000201 NORMA E.030. 0000d d 00RM 000300  
000000 030000d000000d00r00d000R0000 030 0D0000 2000  
00 200d000000000001 20000300 20D00000 0 2000M0RR000000  
0000d0

R000201 NORMA E.06000 0000d d 00RM 000600  
000000 030000d000000d000r00000000d0000 0r 000000000 0  
r 000000000r 0000060000 00R000 00RM0D0 0d0

R000201 NORMA E.09000 0000d d 00RM 000000  
000000 030000d0000000000000000d0-0-  
0r00000 0d0000 0000R0000 00000 200 0000000 20d00 200d00000  
000000d0

R000201 NORMA E07000 0000d d 00RM 000000  
000000dr000000000000 0000d1 00200 000 0d000rr0R6000000000  
00000

R000 0000000R000201000 *Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “clínica privada” del distrito de los Olivos, Lima.* 000 0-0r0000000000 0000r0d0d 000000d0000r00

0000000R002001000 *curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente.* 000 0-0r0000 000r0d0d 000000d0 00000r000

0000000rr 0000000000 0202000 *Análisis comparativo del comportamiento sismorresistente entre una estructura convencional versus otra con aisladores elastoméricos, Lima 2020.* 0000r0d0d 0000r 000000000 0  
- 00r00



**ANEXOS:**





**ANEXO N°1: Consentimiento informado**

**ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos**

<b>TESISTA:</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>HUÁNUCO</b>				
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.128</b>				
<b>TAMIZ</b>	<b>DIAMETRO (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO(gr)</b>	<b>RETENIDO PARCIAL(%)</b>	<b>RETENIDO ACUMULADO(%)</b>	<b>QUE PASA(%)</b>
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
<b>CAZOLETA</b>					
<b>TOTAL</b>					

<b>TESISTA:</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>HUÁNUCO</b>					
<b>FECHA:</b>						
<b>ENSAYO:</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
<b>CALICATA:</b>						
<b>NTP:</b>	<b>339.127</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

<b>TESISTA:</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>HUÁNUCO</b>				
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.129</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>					

<b>TESISTA:</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>HUÁNUCO</b>				
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>LÍMITE PLASTICO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.130</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
<b>LÍMITE PLASTICO (%)</b>					

### **ANEXO N°3: Validación de instrumentos**



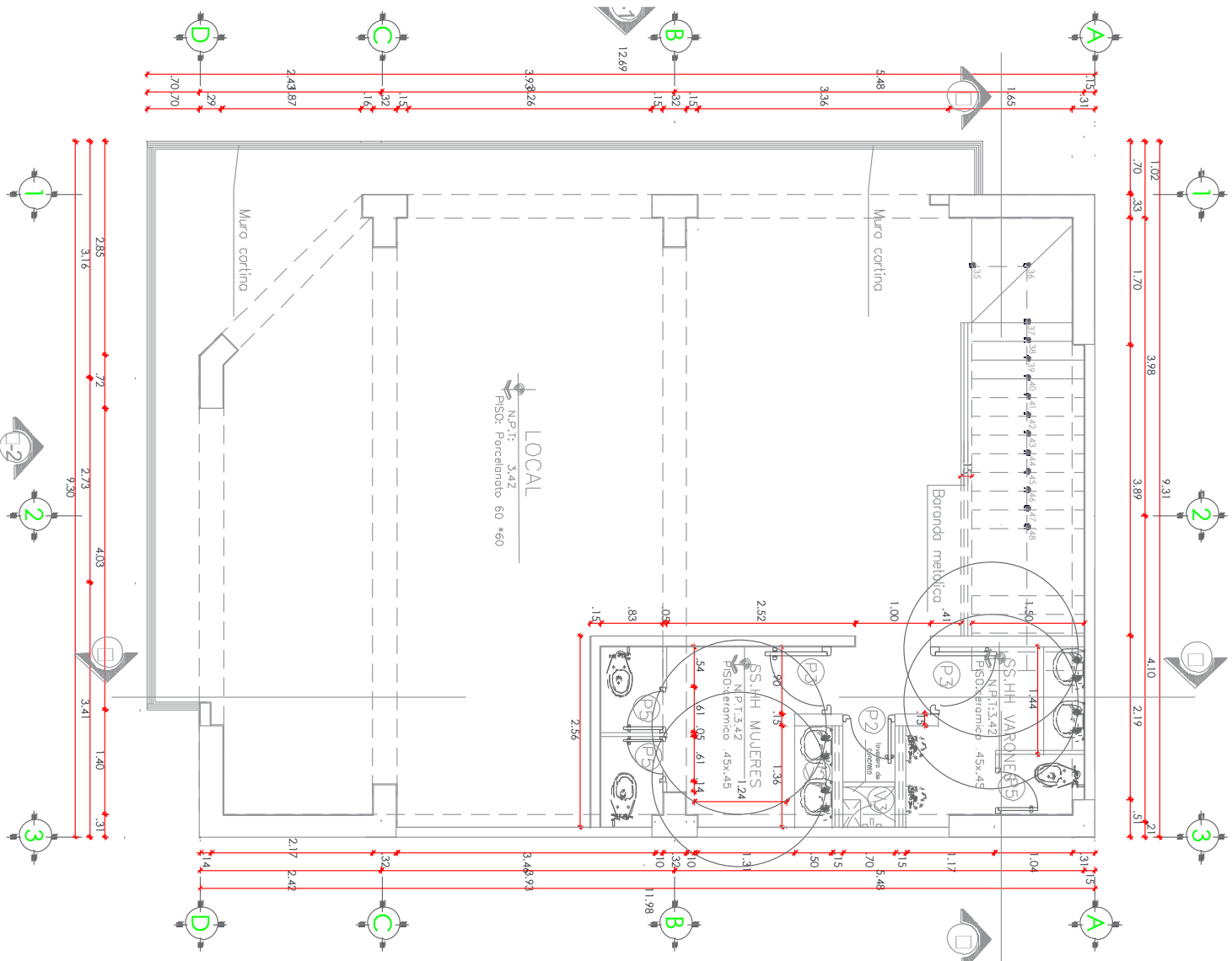
**ANEXO N°5: Constancia de originalidad**

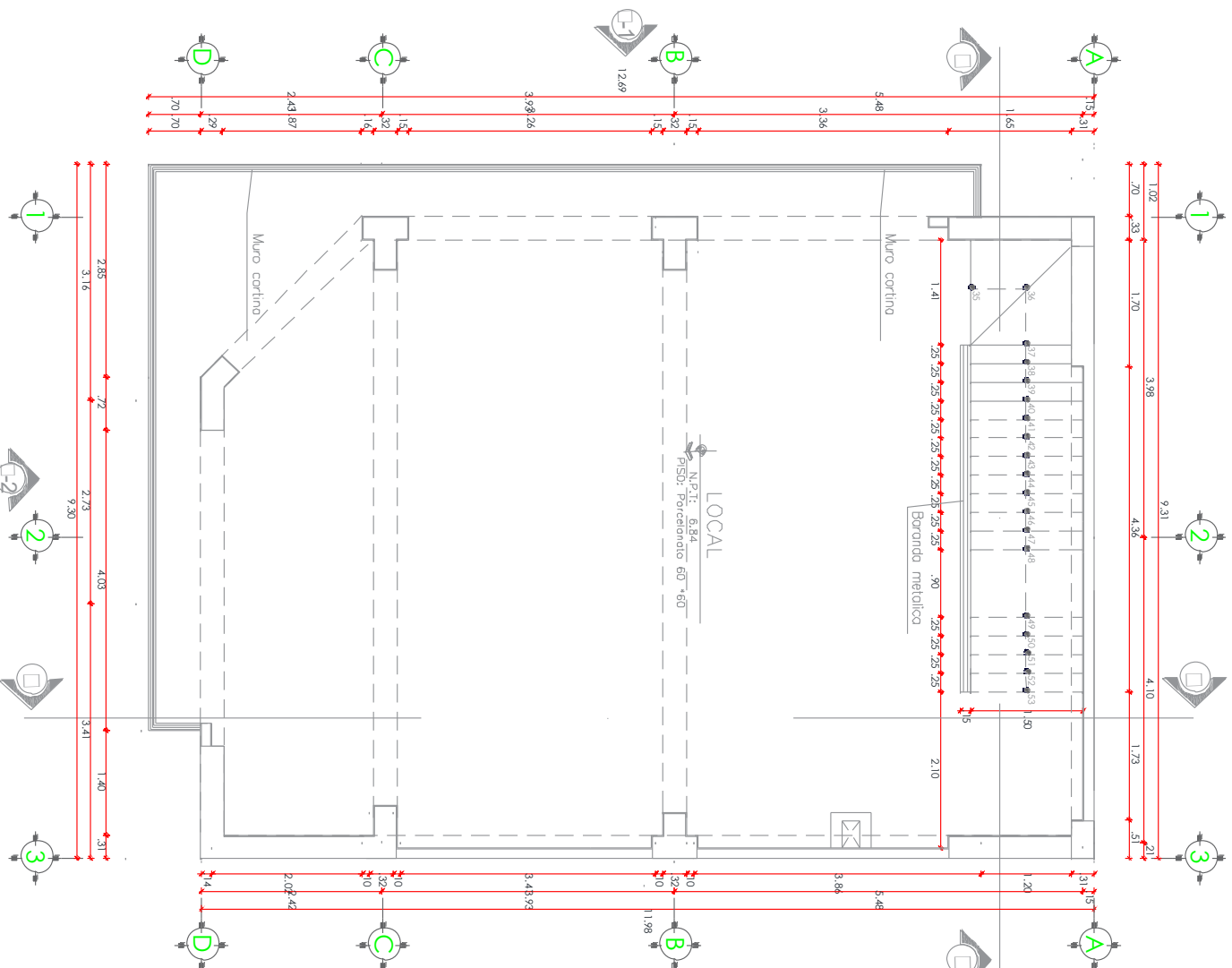


**ANEXO N°6: Planos del proyecto**



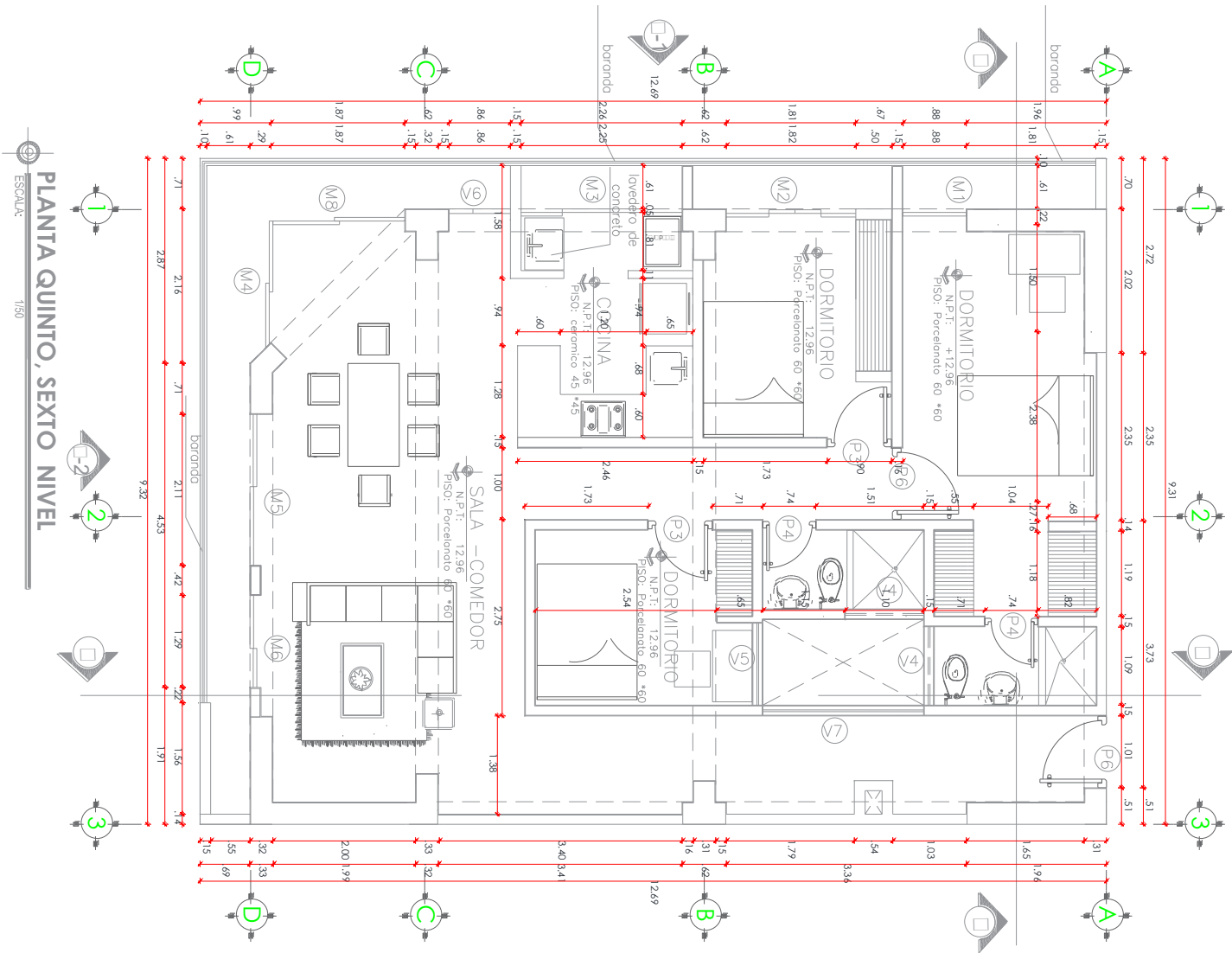






PLANTA TERCER NIVEL  
ESCALA: 1/50



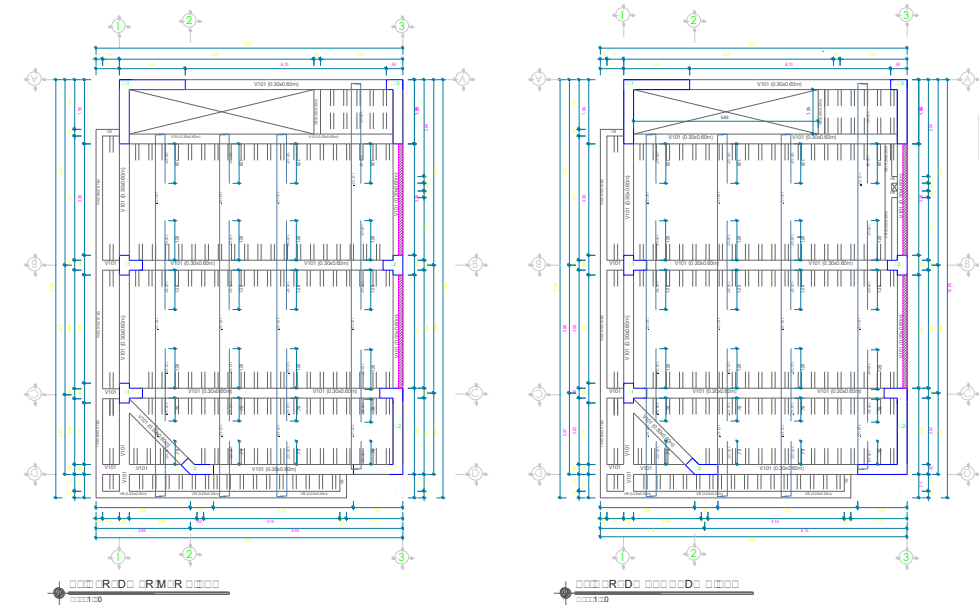












**DETALLES**

- MUROS PORTANTES
- LADRILLO KK 18 HUECOS

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.1. DESCRIPCIÓN**

1.1.1. Obra: Edificio de oficinas, 10 plantas y sótano, en el lote 1000, zona 10, ciudad de Guatemala.

1.1.2. Ubicación: Zona 10, Ciudad de Guatemala.

1.1.3. Fecha: 10 de mayo de 2023.

1.1.4. Autor: [Redacted]

1.1.5. Cliente: [Redacted]

1.1.6. Proyecto: [Redacted]

1.1.7. Descripción: [Redacted]

1.1.8. [Redacted]

1.1.9. [Redacted]

1.1.10. [Redacted]

1.1.11. [Redacted]

1.1.12. [Redacted]

1.1.13. [Redacted]

1.1.14. [Redacted]

1.1.15. [Redacted]

1.1.16. [Redacted]

1.1.17. [Redacted]

1.1.18. [Redacted]

1.1.19. [Redacted]

1.1.20. [Redacted]

1.1.21. [Redacted]

1.1.22. [Redacted]

1.1.23. [Redacted]

1.1.24. [Redacted]

1.1.25. [Redacted]

1.1.26. [Redacted]

1.1.27. [Redacted]

1.1.28. [Redacted]

1.1.29. [Redacted]

1.1.30. [Redacted]

1.1.31. [Redacted]

1.1.32. [Redacted]

1.1.33. [Redacted]

1.1.34. [Redacted]

1.1.35. [Redacted]

1.1.36. [Redacted]

1.1.37. [Redacted]

1.1.38. [Redacted]

1.1.39. [Redacted]

1.1.40. [Redacted]

1.1.41. [Redacted]

1.1.42. [Redacted]

1.1.43. [Redacted]

1.1.44. [Redacted]

1.1.45. [Redacted]

1.1.46. [Redacted]

1.1.47. [Redacted]

1.1.48. [Redacted]

1.1.49. [Redacted]

1.1.50. [Redacted]

1.1.51. [Redacted]

1.1.52. [Redacted]

1.1.53. [Redacted]

1.1.54. [Redacted]

1.1.55. [Redacted]

1.1.56. [Redacted]

1.1.57. [Redacted]

1.1.58. [Redacted]

1.1.59. [Redacted]

1.1.60. [Redacted]

1.1.61. [Redacted]

1.1.62. [Redacted]

1.1.63. [Redacted]

1.1.64. [Redacted]

1.1.65. [Redacted]

1.1.66. [Redacted]

1.1.67. [Redacted]

1.1.68. [Redacted]

1.1.69. [Redacted]

1.1.70. [Redacted]

1.1.71. [Redacted]

1.1.72. [Redacted]

1.1.73. [Redacted]

1.1.74. [Redacted]

1.1.75. [Redacted]

1.1.76. [Redacted]

1.1.77. [Redacted]

1.1.78. [Redacted]

1.1.79. [Redacted]

1.1.80. [Redacted]

1.1.81. [Redacted]

1.1.82. [Redacted]

1.1.83. [Redacted]

1.1.84. [Redacted]

1.1.85. [Redacted]

1.1.86. [Redacted]

1.1.87. [Redacted]

1.1.88. [Redacted]

1.1.89. [Redacted]

1.1.90. [Redacted]

1.1.91. [Redacted]

1.1.92. [Redacted]

1.1.93. [Redacted]

1.1.94. [Redacted]

1.1.95. [Redacted]

1.1.96. [Redacted]

1.1.97. [Redacted]

1.1.98. [Redacted]

1.1.99. [Redacted]

1.1.100. [Redacted]

**CUADRO DE VIGAS**

PISO	TIPO	DETALLE	DETALLE
Sotano	V101 (0.30x0.60m)		
1º Piso	V8 (0.20x0.20m)		
2º Piso			
3º Piso			
4º Piso			
5º Piso			
6º Piso			
Acero	H 10 34(11) - 9 34(9) - 12 34(12) - 16 34(16)	4.0 (1.27 ft)	
Estrébate	D 12 34(12) - 16 34(16) - 19 34(19) - 20 34(20)	R10 (0.30m)	

**CUADRO DE COLUMNAS**

PISO	TIPO	DETALLE	DETALLE	DETALLE
Sotano	C1 (0.70x0.60m)			
1º Piso	C2 (0.60x0.60m)			
2º Piso	C3 (0.70x0.30m)			
3º Piso				
4º Piso				
5º Piso				
6º Piso				
Acero	6 8 34(11) - 10 8 34(9)	6 8 34(11) - 10 8 34(9)	6 8 34(11) - 10 8 34(9)	6 8 34(11) - 10 8 34(9)
Estrébate	D 12 34(12) - 16 34(16) - 19 34(19) - 20 34(20)	D 12 34(12) - 16 34(16) - 19 34(19) - 20 34(20)	D 12 34(12) - 16 34(16) - 19 34(19) - 20 34(20)	D 12 34(12) - 16 34(16) - 19 34(19) - 20 34(20)

**TRASLAPES Y EMPALMES**

#	Longitud (m)	Empalme (m)
1	1.00	0.50
2	1.00	0.50
3	1.00	0.50
4	1.00	0.50
5	1.00	0.50
6	1.00	0.50
7	1.00	0.50
8	1.00	0.50
9	1.00	0.50
10	1.00	0.50
11	1.00	0.50
12	1.00	0.50
13	1.00	0.50
14	1.00	0.50
15	1.00	0.50
16	1.00	0.50
17	1.00	0.50
18	1.00	0.50
19	1.00	0.50
20	1.00	0.50
21	1.00	0.50
22	1.00	0.50
23	1.00	0.50
24	1.00	0.50
25	1.00	0.50
26	1.00	0.50
27	1.00	0.50
28	1.00	0.50
29	1.00	0.50
30	1.00	0.50
31	1.00	0.50
32	1.00	0.50
33	1.00	0.50
34	1.00	0.50
35	1.00	0.50
36	1.00	0.50
37	1.00	0.50
38	1.00	0.50
39	1.00	0.50
40	1.00	0.50
41	1.00	0.50
42	1.00	0.50
43	1.00	0.50
44	1.00	0.50
45	1.00	0.50
46	1.00	0.50
47	1.00	0.50
48	1.00	0.50
49	1.00	0.50
50	1.00	0.50
51	1.00	0.50
52	1.00	0.50
53	1.00	0.50
54	1.00	0.50
55	1.00	0.50
56	1.00	0.50
57	1.00	0.50
58	1.00	0.50
59	1.00	0.50
60	1.00	0.50
61	1.00	0.50
62	1.00	0.50
63	1.00	0.50
64	1.00	0.50
65	1.00	0.50
66	1.00	0.50
67	1.00	0.50
68	1.00	0.50
69	1.00	0.50
70	1.00	0.50
71	1.00	0.50
72	1.00	0.50
73	1.00	0.50
74	1.00	0.50
75	1.00	0.50
76	1.00	0.50
77	1.00	0.50
78	1.00	0.50
79	1.00	0.50
80	1.00	0.50
81	1.00	0.50
82	1.00	0.50
83	1.00	0.50
84	1.00	0.50
85	1.00	0.50
86	1.00	0.50
87	1.00	0.50
88	1.00	0.50
89	1.00	0.50
90	1.00	0.50
91	1.00	0.50
92	1.00	0.50
93	1.00	0.50
94	1.00	0.50
95	1.00	0.50
96	1.00	0.50
97	1.00	0.50
98	1.00	0.50
99	1.00	0.50
100	1.00	0.50

**ESTRIBOS**

#	Longitud (m)	Empalme (m)
1	1.00	0.50
2	1.00	0.50
3	1.00	0.50
4	1.00	0.50
5	1.00	0.50
6	1.00	0.50
7	1.00	0.50
8	1.00	0.50
9	1.00	0.50
10	1.00	0.50
11	1.00	0.50
12	1.00	0.50
13	1.00	0.50
14	1.00	0.50
15	1.00	0.50
16	1.00	0.50
17	1.00	0.50
18	1.00	0.50
19	1.00	0.50
20	1.00	0.50
21	1.00	0.50
22	1.00	0.50
23	1.00	0.50
24	1.00	0.50
25	1.00	0.50
26	1.00	0.50
27	1.00	0.50
28	1.00	0.50
29	1.00	0.50
30	1.00	0.50
31	1.00	0.50
32	1.00	0.50
33	1.00	0.50
34	1.00	0.50
35	1.00	0.50
36	1.00	0.50
37	1.00	0.50
38	1.00	0.50
39	1.00	0.50
40	1.00	0.50
41	1.00	0.50
42	1.00	0.50
43	1.00	0.50
44	1.00	0.50
45	1.00	0.50
46	1.00	0.50
47	1.00	0.50
48	1.00	0.50
49	1.00	0.50
50	1.00	0.50
51	1.00	0.50
52	1.00	0.50
53	1.00	0.50
54	1.00	0.50
55	1.00	0.50
56	1.00	0.50
57	1.00	0.50
58	1.00	0.50
59	1.00	0.50
60	1.00	0.50
61	1.00	0.50
62	1.00	0.50
63	1.00	0.50
64	1.00	0.50
65	1.00	0.50
66	1.00	0.50
67	1.00	0.50
68	1.00	0.50
69	1.00	0.50
70	1.00	0.50
71	1.00	0.50
72	1.00	0.50
73	1.00	0.50
74	1.00	0.50
75	1.00	0.50
76	1.00	0.50
77	1.00	0.50
78	1.00	0.50
79	1.00	0.50
80	1.00	0.50
81	1.00	0.50
82	1.00	0.50
83	1.00	0.50
84	1.00	0.50
85	1.00	0.50
86	1.00	0.50
87	1.00	0.50
88	1.00	0.50
89	1.00	0.50
90	1.00	0.50
91	1.00	0.50
92	1.00	0.50
93	1.00	0.50
94	1.00	0.50
95	1.00	0.50
96	1.00	0.50
97	1.00	0.50
98	1.00	0.50
99	1.00	0.50
100	1.00	0.50

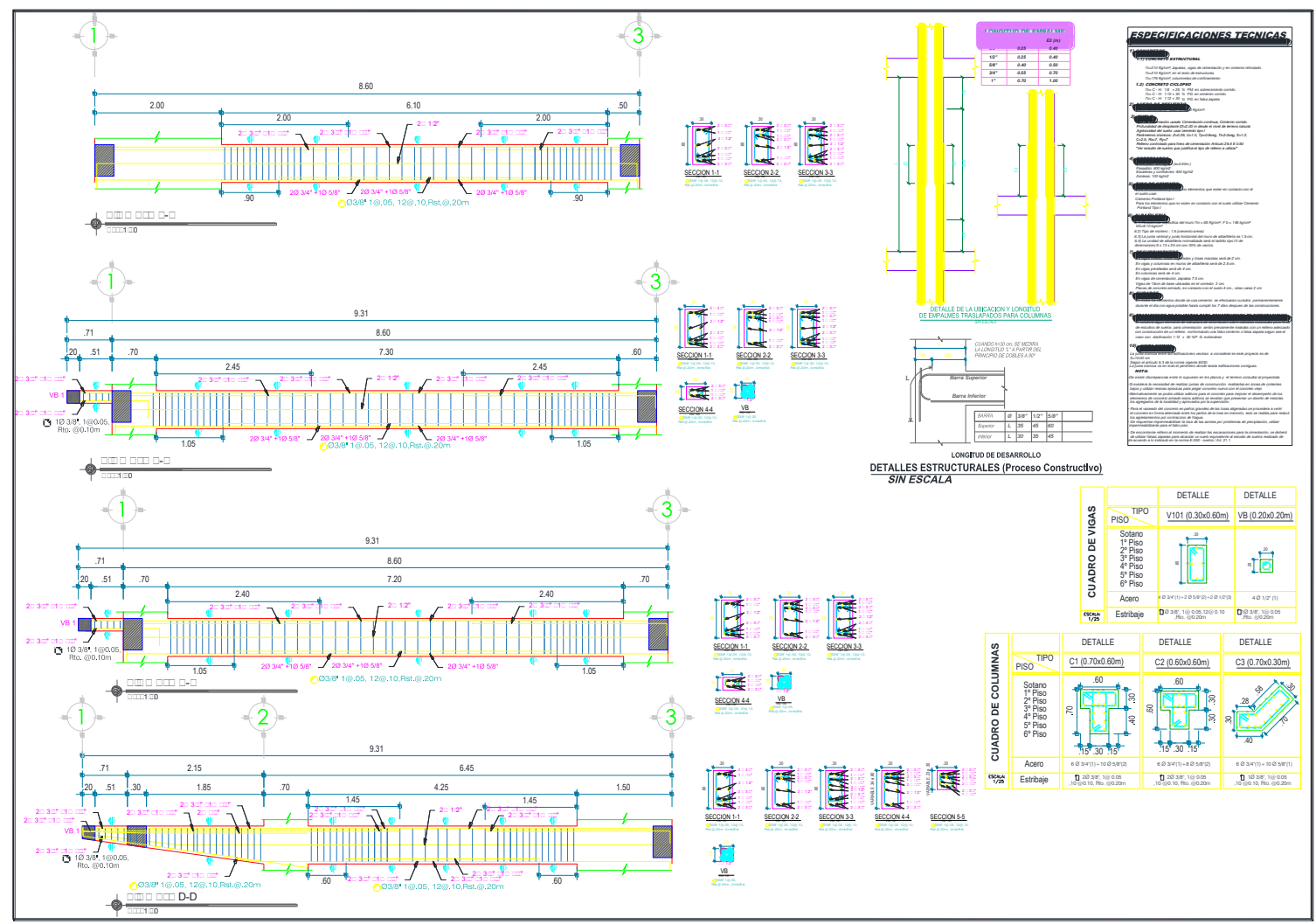
**GANCHOS A 180°**

#	Longitud (m)	Empalme (m)
1	1.00	0.50
2	1.00	0.50
3	1.00	0.50
4	1.00	0.50
5	1.00	0.50
6	1.00	0.50
7	1.00	0.50
8	1.00	0.50
9	1.00	0.50
10	1.00	0.50
11	1.00	0.50
12	1.00	0.50
13	1.00	0.50
14	1.00	0.50
15	1.00	0.50
16	1.00	0.50
17	1.00	0.50
18	1.00	0.50
19	1.00	0.50
20	1.00	0.50
21	1.00	0.50
22	1.00	0.50
23	1.00	0.50
24	1.00	0.50
25	1.00	0.50
26	1.00	0.50
27	1.00	0.50
28	1.00	0.50
29	1.00	0.50
30	1.00	0.50
31	1.00	0.50
32	1.00	0.50
33	1.00	0.50
34	1.00	0.50
35	1.00	0.50
36	1.00	0.50
37	1.00	0.50
38	1.00	0.50
39	1.00	0.50
40	1.00	0.50
41	1.00	0.50
42	1.00	0.50
43	1.00	0.50
44	1.00	0.50
45	1.00	0.50
46	1.00	0.50
47	1.00	0.50
48	1.00	0.50
49	1.00	0.50
50	1.00	0.50
51	1.00	0.50
52	1.00	0.50









LONGITUD DE DESARROLLO DE VIGAS (mm)

12"	420	440
14"	440	460
16"	460	480
18"	480	500
20"	500	520

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**GENERALIDADES**

1. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

2. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

3. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

4. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

5. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

6. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

7. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

8. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

9. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

10. El presente proyecto es de tipo residencial y se ejecutará de acuerdo a las normas vigentes de la ciudad de Bogotá D.C. y del país.

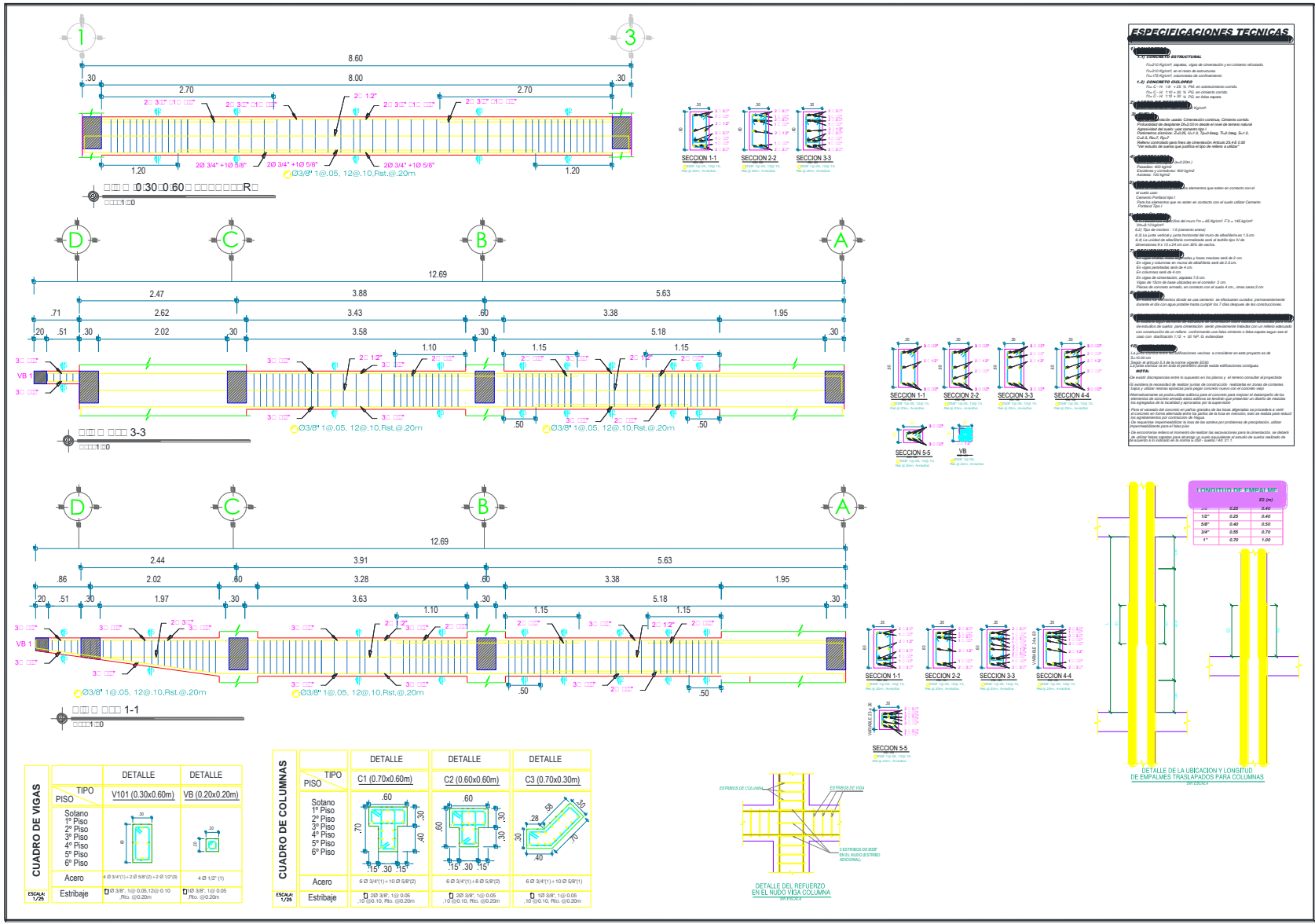
LONGITUD DE DESARROLLO  
DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo)  
SIN ESCALA

CUADRO DE VIGAS

PISO	TIPO	DETALLE	DETALLE
Sotano	V101 (0.30x0.60m)		
1º Piso			
2º Piso			
3º Piso			
4º Piso			
5º Piso			
6º Piso			
Acero	6 Ø 3/4" (1) + 2 Ø 5/8" (2) + 2 Ø 1/2" (3)		4 Ø 1/2" (1)
Estribaje	Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Rst. 120/20m		Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Rst. 120/20m

CUADRO DE COLUMNAS

PISO	TIPO	DETALLE	DETALLE	DETALLE
Sotano	C1 (0.70x0.80m)			
1º Piso				
2º Piso				
3º Piso				
4º Piso				
5º Piso				
6º Piso				
Acero	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 4 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	
Estribaje	Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Rst. 120/20m	Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Rst. 120/20m	Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Ø 20 3/8" x 10 5/8" (1) Rst. 120/20m	



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.1.2. MATERIALES ESTRUCTURALES**

Para el concreto se usará: vigas de construcción y columnas reforzadas.  
 Para el concreto se usará: columnas reforzadas.  
**1.1.3. CONCRETO COLADO**  
 Para el concreto se usará: concreto reforzado.  
 Para el concreto se usará: concreto reforzado.  
 Para el concreto se usará: concreto reforzado.  
 Para el concreto se usará: concreto reforzado.

**1.1.3.1. ACERO**

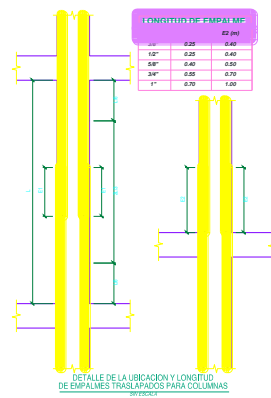
Para el acero se usará: acero reforzado.  
 Para el acero se usará: acero reforzado.  
 Para el acero se usará: acero reforzado.  
 Para el acero se usará: acero reforzado.

**1.1.3.2. HERRAJES**

Para los herrajes se usará: herrajes de acero.  
 Para los herrajes se usará: herrajes de acero.  
 Para los herrajes se usará: herrajes de acero.  
 Para los herrajes se usará: herrajes de acero.

CUADRO DE VIGAS	TIPO	DETALLE	
		DETALLE	DETALLE
PISO	V101 (0.30x0.60m)	4 Ø 3/8" (1) + 2 Ø 5/8" (2) + 2 Ø 1/2" (3)	4 Ø 1/2" (1)
		4 Ø 3/8" (1) + 2 Ø 5/8" (2) + 2 Ø 1/2" (3)	4 Ø 1/2" (1)
Acero	Estrillaje	4 Ø 3/8" (1) + 2 Ø 5/8" (2) + 2 Ø 1/2" (3)	4 Ø 1/2" (1)
		4 Ø 3/8" (1) + 2 Ø 5/8" (2) + 2 Ø 1/2" (3)	4 Ø 1/2" (1)

CUADRO DE COLUMNAS	TIPO	DETALLE		
		C1 (0.70x0.60m)	C2 (0.60x0.60m)	C3 (0.70x0.30m)
PISO	C1 (0.70x0.60m)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)
		6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)
Acero	Estrillaje	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)
		6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)	6 Ø 3/4" (1) + 10 Ø 5/8" (2)



LONGITUD DE EMPALME	
Ø2 (in)	Ø2 (mm)
10"	254
8"	203
6"	152
4"	102
3"	76







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

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 02 días del mes de noviembre de 2023, siendo las 18.30 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°868-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°904-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 23.OCT.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGAS DE CONCRETO POSTENSADO Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de los bachilleres **EISTEN HOYLE VELA DAZA y KENIO EUDER LEANDRO FALCÓN**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, PRESIDENTE – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, SECRETARIO – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

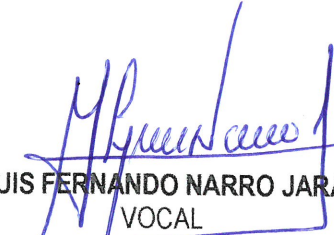
APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
VELA DAZA EISTEN HOYLE	APROBADO	14	BUENO
LEANDRO FALCÓN KENIO EUDER	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 19:40 PM del mismo día 02/11/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.

  
**VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
 PRESIDENTE

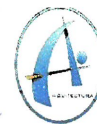
  
**RISSEL MACHUCA GUARDIA**  
 SECRETARIO

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
 VOCAL



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°080-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

EL Borrador de Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGAS DE CONCRETO POSTENSADO Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA" de los Bachilleres EISTEN HOYLE VELA DAZA y KENIO EUDER LEANDRO FALCÓN, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 29 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto el borrador de Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 16 de octubre 2023



Dr. JOSE LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA  
Director de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLJVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGAS DE CONCRETO POSTENSADO Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA EL DISEÑO SIMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA**

AUTOR

**EISTEN HOYLE VELA DAZA - KENIO EUDER LEANDRO FALCÓN**

RECuento DE PALABRAS

**20764 Words**

RECuento DE CARACTERES

**113062 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**187 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**18.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 16, 2023 2:00 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 16, 2023 2:02 PM GMT-5**


● **29% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 29% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado

  
Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	-------------------------------------	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	VELA DAZA EISTEN HOYLE						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 948872542
<b>Nro. de Documento:</b>	48074686				<b>Correo Electrónico:</b> eisten.hoyle@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>	LEANDRO FALCÓN KENIO EUDER						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 996301754
<b>Nro. de Documento:</b>	47064105				<b>Correo Electrónico:</b> kenioleandrofalcon@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>Apellidos y Nombres:</b>	ABAL GARCÍA BLADIMIR JHON			<b>ORCID ID:</b> <a href="https://orcid.org/0000-0002-9301-2099">https://orcid.org/0000-0002-9301-2099</a>
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<b>Nro. de documento:</b> 71509522

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	GOICOCHEA VARGAS VICTOR MANUEL
<b>Secretario:</b>	MACHUCA GUARDIA RISSEL
<b>Vocal:</b>	NARRO JARA LUIS FERNANDO
<b>Accesitario</b>	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL

**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Títulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGAS DE CONCRETO POSTENSADO Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
<b>c) El Trabajo de investigación no contiene plagio</b> (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
<b>d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.</b>
<b>e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.</b>
<b>f) Los datos presentados en los resultados</b> (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
<b>g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.</b>
<b>h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan</b> (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.



**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023				
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>	
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>	
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	Vigas de concreto postensado	Vigas de concreto armado	Diseño sísmo resistente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>							

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	VELA DAZA EISTEN HOYLE	Huella Digital
DNI:	48074686	
Firma: 		
Apellidos y Nombres:	LEANDRO FALCÓN KENIO EUDER	Huella Digital
DNI:	47064105	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 06 - 11 - 2023		

**Nota:**

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.